



Kauno technologijos universitetas

Elektros ir elektronikos fakultetas

Saulės elektrinių finansavimo ir verslo modelių tyrimas

Baigiamasis magistro projektas

Aida Varnagirytė

Projekto autorė

Doc. Inga Konstantinavičiūtė

Vadovė

Kaunas, 2021



Kauno technologijos universitetas

Elektros ir elektronikos fakultetas

Saulės elektrinių finansavimo ir verslo modelių tyrimas

Baigiamasis magistro projektas

Energijos technologijos ir ekonomika (6211EX073)

Aida Varnagirytė

Projekto autorė

Doc. Inga Konstantinavičiūtė

Vadovė

Lekt. Aistija Vaišnorienė

Recenzentė

Kaunas, 2021



Kauno technologijos universitetas

Elektros ir elektronikos

Aida Varnagirytė

Saulės elektrinių finansavimo ir verslo modelių tyrimas

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

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

Aida Varnagirytė

Patvirtinta elektroniniu būdu

Varnagirytė Aida. Saulės elektrinių finansavimo ir verslo modelių tyrimas. Magistro baigiamasis projektas / vadovė Doc. Inga Konstantinavičiūtė; Kauno technologijos universitetas, Elektros ir elektronikos fakultetas.

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

Reikšminiai žodžiai: saulės elektrinė, grynoji dabartinė vertė, vidinė gražos norma, vidutiniai svertiniai kapitalo kaštai, svertiniai elektros energijos gamybos kaštai.

Kaunas, 2021. 69 p.

Santrauka

Magistro baigiamajame projekte yra tiriama saulės elektrinių keturi finansavimo būdai ir keturi verslo modeliai. Darbe nagrinėjama mokslinė literatūra, apžvelgiamos pagrindinės aplinkosaugos klimato kaitos problemos susijusios su elektros energijos gamyba. Metodinėje dalyje išdėstyta metodologija skirta saulės elektrinių ir verslo modelių apskaičiavimui. Atliktas saulės elektrinių vertinimas taikant skirtingus finansavimo būdus ir verslo modelius.

Vertinant skirtingų finansavimo būdų įtaką saulės elektrinių ekonominiam efektyvumui buvo apskaičiuotos grynosios dabartinės vertės, vidinės gražos normos, pajamų ir išlaidų santykiai. Taip pat įvertinti svertiniais elektros energijos gamybos kaštai bei atliktas palyginimas su vidutine elektros energijos rinkos kaina.

Atliktas tyrimas parodė, kad taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą minimalios ir didesnės galios saulės elektrinėms pasiekiami didžiausi ekonominiai rodikliai ir sumažinami svertiniai elektros energijos kaštai. Didžiausi svertiniai elektros gamybos kaštai susidaro taikant įprastinės banko paskolos finansavimą. Esant atsiskaitymui už atgautą elektros energiją ir atsiskaitymą už instaliuotą elektrinės galią gaunamos didžiausios vidinės gražos normos, pajamų ir išlaidų santykiai.

Varnagirytė, Aida. Investigation of Financing and Business Models for Solar Power Plants. Master's Final Degree Project / supervisor Assoc. Prof. Doc. Inga Konstantinavičiūtė; Faculty of Electrical and Electronics Engineering, Kaunas University of Technology.

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

Keywords: Solar Plan, Net Present Value, Internal Rate of Return, Levelized Cost of Energy, Weighted Average Cost of Capital.

Kaunas, 2021. 69 p.

Summary

The master's research explores four financing methods and four business models for solar power plants. The study analyses the scientific literature reviews the main environmental climate change problems related to electricity generation. The methodology set out in the methodological part is intended to calculate solar power plants and business models. The evaluation of solar power plants using different financing methods and business models was performed.

Net present values, internal rates of return, income and expense ratios were calculated to assess the impact of different financing methods on the economic efficiency of solar power plants. The electricity generation costs were also weighted, and a comparison with the average electricity market price was made.

The study showed that flat-rate subsidy financing for minimum and higher capacity solar power plants achieves the highest economic performance and reduces weighted electricity costs. The highest weighted costs of electricity generation arise from the application of conventional bank loan financing. In the case of settlement for recovered electricity and payment for the installed power plant capacity, the highest internal rate of return, income and expenditure ratios are obtained.

Turinys

Lentelių sąrašas	8
Paveikslų sąrašas	9
Santrumpų ir terminų sąrašas	10
Įvadas.....	11
1. Saulės elektrinių finansavimo būdų ir verslo modelių teorinė analizė.....	13
1.1. Aplinkosauginė situacija ir tarptautiniai įsipareigojimai.....	13
1.2. Saulės elektrinių plėtros analizė	17
1.3. Saulės elektrinių kainų kitimo tendencijos.....	20
1.4. Finansavimo būdai.....	22
1.4.1. Tradiciniai finansavimo būdai	23
1.4.2. Inovatyvūs finansavimo būdai.....	26
1.4.3. Finansavimo būdų palyginimas.....	27
1.5. Verslo modeliai	28
1.5.1. Gaminantiems vartotojams.....	28
1.5.2. Saulės elektrinių nuoma arba pirkimas.....	30
1.5.3. Verslo modelių palyginimas.....	31
2. Saulės elektrinių finansavimo būdų ir verslo modelių ekonominio efektyvumo vertinimo metodika	32
2.1. Grynoji dabartinė vertė.....	32
2.2. Vidinė gražos norma.....	34
2.3. Pajamų ir išlaidų santykis.....	35
2.4. Vidutiniai svertiniai kapitalo kaštai.....	35
2.5. Svertiniai elektros energijos gamybos kaštai	36
2.6. Verslo modelių įgyvendinimo būdai	39
2.6.1. Atsiskaitymas už atgautą energiją	39
2.6.2. Atsiskaitymas už elektrinės instaliuotą galią.....	39
2.6.3. Atsiskaitymas mišriu būdu	40
2.6.4. Atsiskaitymas kilovatvalandėmis	40
2.7. Investicijų atsiperkamumas	41
2.8. Apibendrinimas	41
3. Saulės elektrinių ekonominis palyginamasis vertinimas.....	43
3.1. Tiriamųjų objektų aprašymai.....	43
3.1.1. 50 kWp saulės elektrinė.....	43
3.1.2. 3 kWp saulės elektrinė.....	44
3.2. Vidutinių svertinių kapitalo kaštų vertinimas.....	45
3.3. Grynosios dabartinės vertės vertinimas.....	46
3.3.1. 50 kWp saulės elektrinės grynoji dabartinė vertė.....	46
3.3.2. 3 kWp saulės elektrinės grynoji dabartinė vertė.....	54
3.4. Vidinės gražos normos vertinimas	60
3.5. Pajamų ir išlaidų santykio vertinimas.....	60
3.5.1. Grynosios dabartinės vertės palyginimas	62
3.6. Svertiniai elektros energijos gamybos kaštų vertinimas	63
3.7. Investicijų atsiperkamumo vertinimas.....	64
Išvados	65

Literatūros sąrašas	66
Priedai.....	70
1 priedas. Komerčio pastato suvartojimas ir 50 kWp saulės elektrinės metinė valandinė generacija.....	70
2 priedas. Individualaus namo suvartojimas ir 3 kWp saulės elektrinės metinė valandinė generacija.....	71
3 priedas. 50 kWp saulės elektrinės grynujų pinigų balansai.....	72
4 priedas. 3 kWp saulės elektrinės grynujų pinigų balansai.....	74

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Nacionalinės energetinės nepriklausomybės strategijos tikslai ir uždaviniai [9]	16
2 lentelė. Siekiami rezultatai Lietuvos energetikos sektoriuje 2020, 2030 ir 2050 m. [9]	17
3 lentelė. Skirtingų gamintojų / galių modulių kainos [18]	22
4 lentelė. Galimi finansavimo būdai	27
5 lentelė. Saulės elektrinių pagrindinių trijų kriterijų klasifikavimas [34]	28
6 lentelė. Gaminančio vartotojo verslo modeliai	29
7 lentelė. "T-Energy" rekomendacijos [36]	30
8 lentelė. Pagrindiniai 50 kWp saulės elektrinės ir gaminančio vartotojo parametrai	44
9 lentelė. Pagrindiniai 3 kWp saulės elektrinės ir gaminančio vartotojo parametrai	45
10 lentelė. Vidutinių svertinių kapitalo kaštų vertės	45
11 lentelė. 50 kWp saulės elektrinės grynujų pinigų balansai taikant įprastinės banko paskolos finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams	49
12 lentelė. 50 kWp saulės elektrinės grynujų pinigų balansai taikant Lietuvos aplinkos apsaugos fondo finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams	50
13 lentelė. 50 kWp saulės elektrinės grynujų pinigų balansai taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams	52
14 lentelė. 50 kWp saulės elektrinės grynujų pinigų balansai taikant JESSICA finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams	53
15 lentelė. 3 kWp saulės elektrinės grynujų pinigų balansai taikant įprastinės banko paskolos finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams	54
16 lentelė. 3 kWp saulės elektrinės grynujų pinigų balansai taikant Lietuvos aplinkos apsaugos finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams	56
17 lentelė. 3 kWp saulės elektrinės grynujų pinigų balansai taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams	57
18 lentelė. 3 kWp saulės elektrinės grynujų pinigų balansai taikant JESSICA finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams	58
19 lentelė. 50 kWp saulės elektrinės projekto vidinės gražos normos vertės	60
20 lentelė. 3 kWp saulės elektrinės projekto vidinės gražos normos vertės	60
21 lentelė. Pajamų ir išlaidų santykiai 50 kWp saulės elektrinei taikant įvairius finansavimo būdus	61
22 lentelė. Pajamų ir išlaidų santykių vertės 3 kWp saulės elektrinei	61
23 lentelė. Pagrindinių saulės elektrinių ekonominių rodiklių įverčiai taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą	63
24 lentelė. Investicijų atsiperkamumas taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą	64

Paveikslų sąrašas

1 pav. Anglies dioksido išmetimų tendencijos 1990–2012 m. ir Kioto protokolo tikslas [4].....	13
2 pav. Anglies dioksido išmetimų tendencijų 1990–2012 m. palyginimas tarp valstybių [4]	13
3 pav. Pasaulio CO ₂ išmetimų tendencijos pagal kuro rūšį 1990–2014 m [6].....	14
4 pav. Pasaulio vidutinės metinės oro temperatūros 1990–2018 m. [6].....	14
5 pav. ES įsipareigojimai pagal Paryžiaus susitarimą	15
6 pav. Europos žaliojo kurso gairės [8]	16
7 pav. Pasaulio saulės elektrinių instaliuotų galios kitimo tendencijos 2000–2019 m. [11].....	18
8 pav. Europos saulės elektrinių instaliuotų galios kitimo tendencijos 2000–2019 m. [11].....	18
9 pav. Lietuvos saulės elektrinių instaliuotų galios kitimo tendencijos 2008–2019 m. [11]	19
10 pav. Vidutinė saulės elektrinių kaina 2010–2018 m. [14].....	20
11 pav. Inverterių dalis galutinėje saulės elektrinės kainoje [16]	20
12 pav. Komercinių ir gyvenamųjų namų saulės elektrinių kainos apsimokymo kreivės [17].....	21
13 pav. Vidutinė saulės elektrinės vieno vato kaina [18].....	21
14 pav. Saulės ir vėjo energijos svertinė elektros gamybos kaina [14].....	22
15 pav. Saulės elektrinių projektų klasifikavimo kriterijai.....	28
16 pav. Nutolusių saulės elektrinių pagamintos energijos apskaitymo schema	31
17 pav. WACC įtaka svertiniams elektros energijos gamybos kaštams skirtinguose regionuose	36
18 pav. Skirtingų elektrinių svertinių elektros energijos gamybos kaštų palyginimas (2016 m.).....	37
19 pav. Saulės elektrinių LCOE reikšmės valstybėse (2014 m.)	38
20 pav. Tyrimo metodikos apibendrinimas	42
21 pav. Metinis komercinio pastato elektros energijos suvartojimas.....	43
22 pav. Metinė 50 kWp saulės elektrinės generacija.....	43
23 pav. Metinis individualaus namo elektros energijos suvartojimas	44
24 pav. Metinė 3 kWp saulės elektrinės generacija.....	45
25 pav. Grynujų dabartinių verčių palyginimas taikant įprastinės banko paskolos finansavimą 50 kWp saulės elektrinei	50
26 pav. Grynujų dabartinių verčių palyginimas taikant Lietuvos aplinkos apsaugos fondo finansavimą 50 kWp saulės elektrinei.....	51
27 pav. Grynujų dabartinių verčių palyginimas taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą 50 kWp saulės elektrinei.....	52
28 pav. Grynujų dabartinių verčių palyginimas taikant JESSICA finansavimą 50 kWp saulės elektrinei	54
29 pav. Grynujų dabartinių verčių palyginimas taikant įprastinės banko paskolos finansavimą 3 kWp saulės elektrinei	55
30 pav. Grynujų dabartinių verčių palyginimas taikant Lietuvos aplinkos apsaugos fondo finansavimą 3 kWp saulės elektrinei.....	57
31 pav. Grynujų dabartinių verčių palyginimas taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą 3 kWp saulės elektrinei	58
32 pav. Grynujų dabartinių verčių palyginimas taikant JESSICA finansavimą 3 kWp saulės elektrinei	59
33 pav. Grynujų dabartinių verčių palyginimas taikant atsiskaitymą už atgautą elektros energiją...	62
34 pav. Grynujų dabartinių verčių palyginimas taikant atsiskaitymą už elektrinės instaliuotą galią	62
35 pav. Svertiniai elektros energijos gamybos kaštai 50 kWp saulės elektrinei	63
36 pav. Svertiniai elektros energijos gamybos kaštai 3 kWp saulės elektrinei	64

Santrumpų ir terminų sąrašas

Santrumpos:

AEI – atsinaujinantys energijos ištekliai;

ES – Europos Sąjunga;

ŠESD – šilumos efektą sukeliančios dujos;

LAAIF - Lietuvos aplinkos apsaugos investicijų fondas;

EIB – Europos investicijų bankas (angl. *European Investment Bank*);

CEB - Europos Tarybos plėtros bankas (angl. *Council of Europe Development Bank*);

JESSICA– jungtinė Europos parama tvarioms investicijoms į miesto teritorijas (angl. *Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas*);

VKEKK – valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija;

CO₂ – anglies dioksidas;

WACC – vidutiniai svertiniai kapitalo kaštai (angl. *Weighted Average Cost of Capital*);

LCOE - svertinė elektros energijos gamybos kaina (angl. *Levelized Cost of Energy*);

ESO – Elektros skirstymo operatorius;

NPV – grynoji dabartinė vertė (angl. *Net Present Value*);

IRR – vidinė grąžos norma (angl. *Internal Rate of Return*);

PP – atsipirkimo laiko metodas;

VERT – valstybinė energetikos reguliavimo taryba.

Įvadas

Darbo aktualumas. Didėjant žmonių populiacijai taip pat didėja elektros energijos vartojimas. Elektros energija gaminama būdais, kurie teršia aplinką ir pasaulyje kelia šiltnamio efektą. Pasaulinės organizacijos atkreipia dėmesį į aplinkosaugos skatinimo, plėtros klausimus kaip galėtų sumažinti šiltnamio efektą pasaulyje. Stebint pasaulio vidutinių metinių oro temperatūrų didėjimą ir vykstančią klimato kaitą, pasaulio šalys pasirašė Paryžiaus susitarimą, kuris yra pirmasis XXI amžiaus tokio didelio masto daugiašalis susitarimas. 2016 m. balandžio 22 d. pasirašytą susitarimą 2016 m. spalio 5 d. patvirtino Europos Sąjunga (ES). Susitarime yra išdėstytas visuotinis veiksmų planas, kaip neleisti visuotiniam atšilimui pasiekti 2 °C ir taip išvengti galimai katastrofiškus klimato kaitos padarinius [1]. Europa yra priėmusi visus ekonomikos sektorius apimančius teisės aktus, kuriais siekiama sumažinti išmetamą ŠESD kiekį [2]. Taip pat 2019 m. gruodžio 11 dieną ES pristatė žaliąjį kursą (angl. *Green deal*), kuris yra rekomendacijos, kaip užtikrinti ES ekonomikos tvarumą, neutralizuoti poveikį klimatui. Susitarimu skatinama stabdyti klimato kaitą, biologinės įvairovės nykimą ir mažinti taršą aplinkai.

Atsinaujinančių energijos išteklių (AEI) naudojimas yra esminis siekiant sumažinti klimato kaitą ir įgyvendinant tarptautinius įsipareigojimus. AEI naudojimas (priešingai nei iškastinis kuras) suteikia pranašumų ir galimybių pradedant nuo aplinkos apsaugos, baigiant socialiniais, ekonominiais bei politiniais aspektais. Saulės energija yra švari energija, kurios gamybai nenaudojamos medžiagos, sukeliančios šiltnamio efektą.

Saulės energijos plėtros spartos tempams įtakos turi valstybės teikiamos subsidijos, lengvatos. Kiekvienais metais tam tikras skaičius saulės elektrinių yra prijungiamos prie elektros tinklo. 2007 m. elektrinių, kurios elektros energiją gamina iš atsinaujinančių energijos išteklių, buvo prijungta daugiau nei elektrinių, kurios energiją gamina anglimi ar dujomis kartu sudėjus [3]. Energetikos požiūriu pasaulis keičiasi AEI naudai.

Nors saulės elektrinės yra efektyvus būdas mažinti organinio kuro naudojimą ir saugoti gamtą, tačiau pakankamai dideli saulės elektrinės įrengimo kaštai, lyginant su kitomis elektrinėmis, gali būti veiksmu, stabdančiu plėtrą dėl nuosavų lėšų stokos.

Saulės elektrinių kainų kitimo tendencijos yra mažėjančios, tačiau vis dar labai svarbus yra finansavimo būdas saulės elektrinių projektams. Ne ką mažiau svarbu pasirinkti tinkamą verslo modelį, nes nuo finansavimo būdo ir verslo modelio pasirinkimo priklauso projekto sėkmė (atsipirkimo laikotarpis, svertiniai elektros energijos gamybos kaštai). Taikant skirtingus finansavimo būdus ir verslo modelius, galima sumažinti bendrus projekto kaštus siekiant užtikrinti kuo mažesnius elektros energijos gamybos kaštus ir tokiu būdu didinti saulės elektrinių plėtrą.

Baigiamajame darbe nagrinėjami aplinkosaugos aspektai, saulės elektrinių plėtros ir kainų kitimo tendencijos. Darbe išanalizuoti ir palyginti skirtingi finansavimo būdai bei gaminančių vartotojų verslo modeliai, taikomi saulės elektrinėms. Taip pat darbe sudaryta skirtingų finansavimo būdų ir verslo modelių ekonominio efektyvumo vertinimo metodika, kuria remiantis atlikta dviejų skirtingų galių (3 kWp ir 50 kWp) saulės elektrinių projektų ekonominė analizė. Apskaičiuoti pagrindiniai ekonominio efektyvumo rodikliai, atlikta palyginamoji analizė ir suformuluotos išvados.

Darbo tikslas – atlikti saulės elektrinių skirtingų finansavimo būdų ir verslo modelių ekonominę analizę.

Darbo uždaviniai:

1. išanalizuoti saulės elektrinių plėtrą sąlygojančius veiksnius ir instaliuotų galių kitimo tendencijas;
2. atlikti galimų saulės elektrinių finansavimo būdų ir verslo modelių teorinę analizę;
3. sudaryti finansavimo būdų ir verslo modelių ekonominio efektyvumo vertinimo metodiką;
4. atlikti saulės elektrinių įvairių finansavimo būdų ir verslo modelių ekonominio efektyvumo palyginamąjį vertinimą;
5. atlikti svertinių elektros energijos gamybos kaštų palyginimą taikant skirtingus finansavimo būdus.

Tyrimo objektai. Dvi skirtingų galių (3 kWp ir 50 kWp) saulės elektrinės.

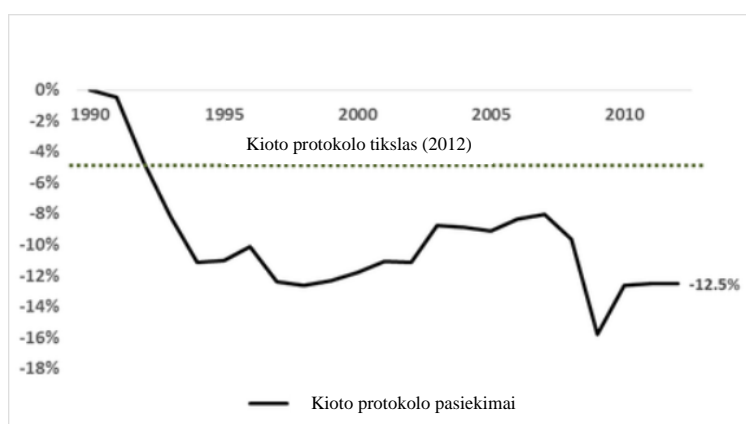
Tyrimo metodai. Mokslinės literatūros analizė, statistinių duomenų analizė, investicinių projektų ekonominio efektyvumo vertinimo metodai (grynoji dabartinė vertė, vidinė gražos norma, pajamų ir išlaidų santykis, vidutiniai svertiniai kapitalo kaštai) bei svertiniai elektros energijos gamybos kaštai.

Darbo struktūra. Darbo apimtis – 75 puslapiai, darbe pateikiama 24 lentelės, 36 paveikslai ir 46 moksliniai šaltiniai.

1. Saulės elektrinių finansavimo būdų ir verslo modelių teorinė analizė

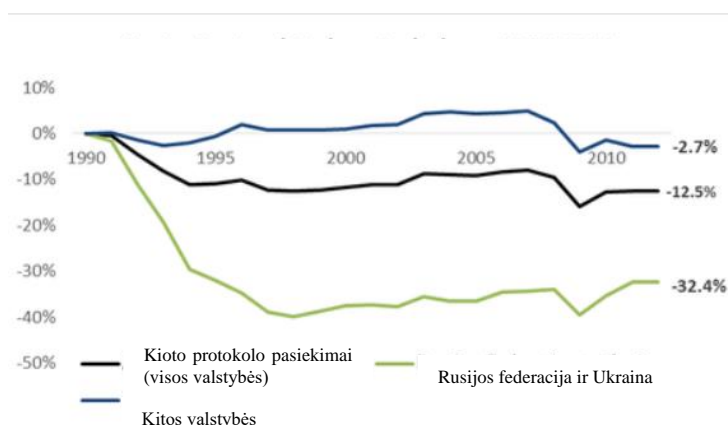
1.1. Aplinkosauginė situacija ir tarptautiniai įsipareigojimai

Kovoti su organinio kuro elektrinėmis, benziniais ir dyzeliniais automobiliais ar kitais įrenginiais, kurie išmeta šiltnamio efektą sukeliančias dujas (ŠESD) bei kitus oro teršalus jau 1997 m. gruodžio 11 dieną Japonijoje, Kioto mieste buvo pasirašytas protokolas, kuriuo skatinama mažinti ŠESD išmetimus. Pagal Kioto protokolą, išsivysčiusios šalys įsipareigojo 2008–2012 m. laikotarpiu ŠESD išmetimų kiekį sumažinti 4,7 % lyginant su 1990 m. kiekiu. Kioto protokolą pasirašiusios šalys sumažino CO₂ dujų kiekį 12,5 %, o tai gerokai viršijo 2012 m. išsikeltą tikslą 4,7 %. Anglies dioksido (CO₂) išmetimų tendencijas galima matyti 1 paveiksle [4].



1 pav. Anglies dioksido išmetimų tendencijos 1990–2012 m. ir Kioto protokolo tikslas [4]

Staigiam CO₂ emisijų kiekio išmetimų sumažėjimui įtakos turėjo tai, kad 1991 m. gruodžio mėnesį žlugo Sovietų Socialistinių Respublikų Sąjunga (SSRS). Po SSRS žlugimo Rusijoje ir nepriklausomose valstybėse prasidėjo ekonominė krizė, kurioje sparčiai mažėjo sunkioji pramonė. Kaip matyti 2 paveiksle, didžiausią CO₂ sumažėjimą pasiekė Rusija ir Ukraina. Nevertinant šių dviejų valstybių, Kioto protokolo tikslai nebūtų įgyvendinti (būtų pasiekta tik 2,7 %) [4].

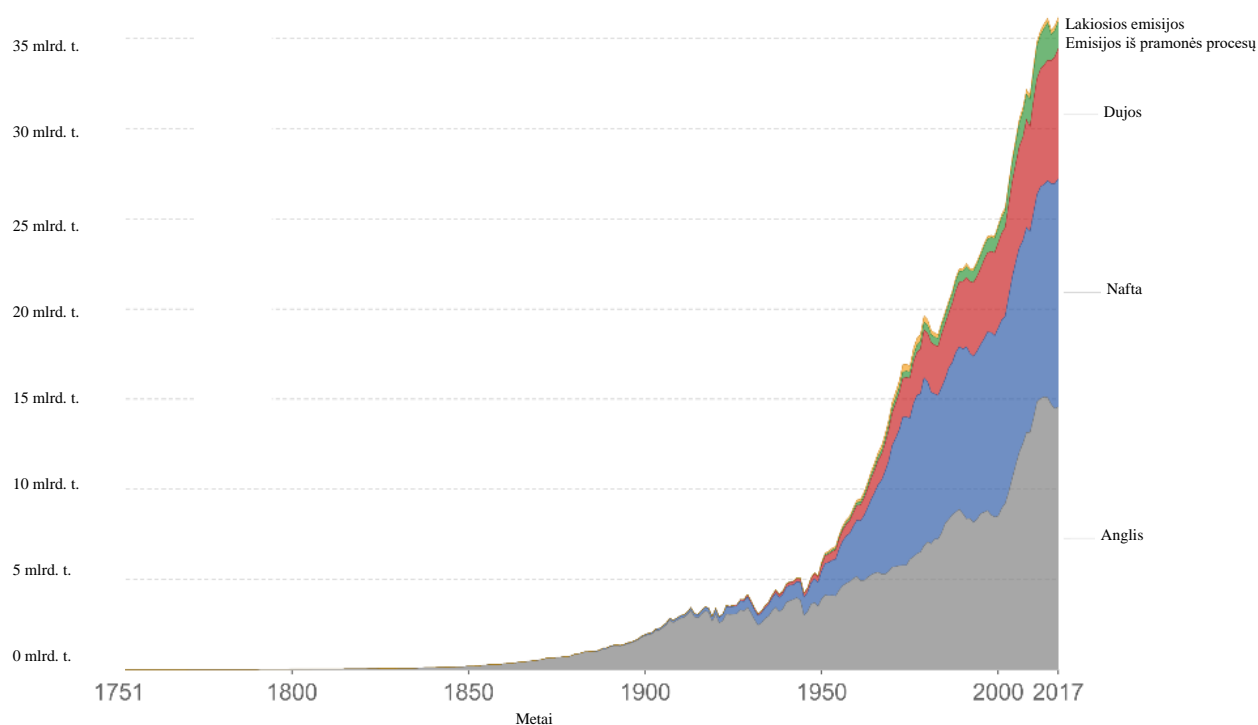


2 pav. Anglies dioksido išmetimų tendencijų 1990–2012 m. palyginimas tarp valstybių [4]

Pasibaigus Kioto protokolo pirmojo periodo galiojimui, valstybės toliau nusprendė siekti mažinti ŠESD kiekį ir 2012 m. Katar, e Dohos mieste buvo priimtas Dohos Kioto protokolo pakeitimas, kuriuo

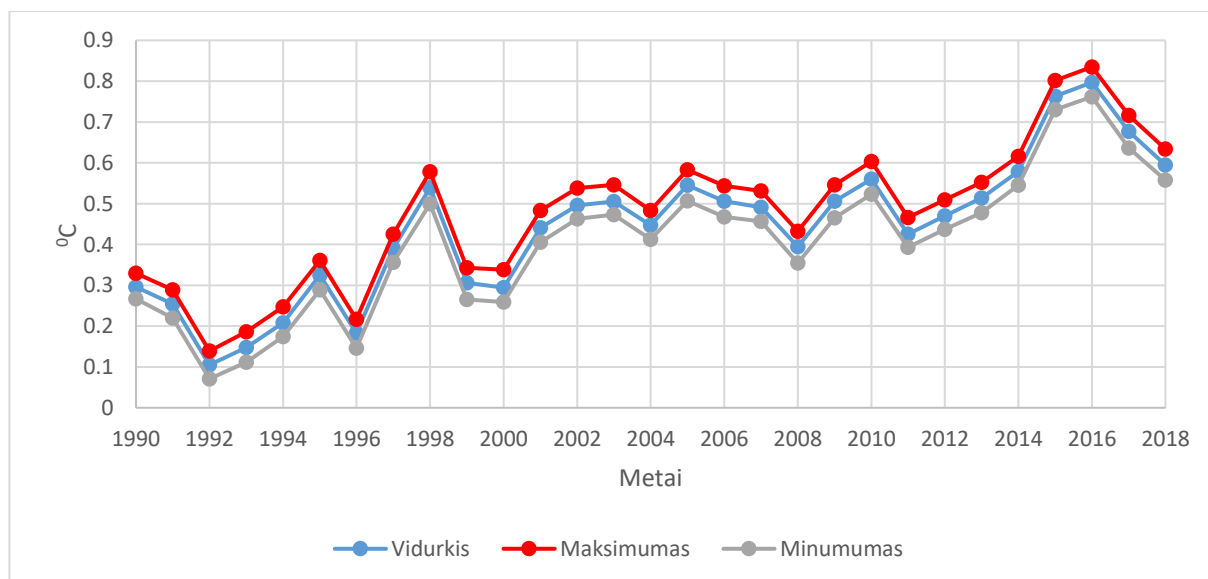
Kioto protokolo įsipareigojimai pratęsimi iki 2020 m. Antruoju periodu, nuo 2012 m. iki 2020 m., įsipareigojama išmetamųjų ŠESD kiekį sumažinti 18 % lyginant su 1990 m. kiekiu [5].

Pasauliniu lygmeniu matyti, kad nuo ankstyvosios industrijos vyravo kietojo kuro vartojimas. Šiuo metu vyrauja kietasis ir skystasis kuras, nors paskutinį šimtmetį pastebimas ir didėjantis gamtinių dujų poreikis. CO₂ išmetimų kitimo tendencijos susidaranti deginant įvairias kuro rūšis, pateiktos 3 paveiksle [6].



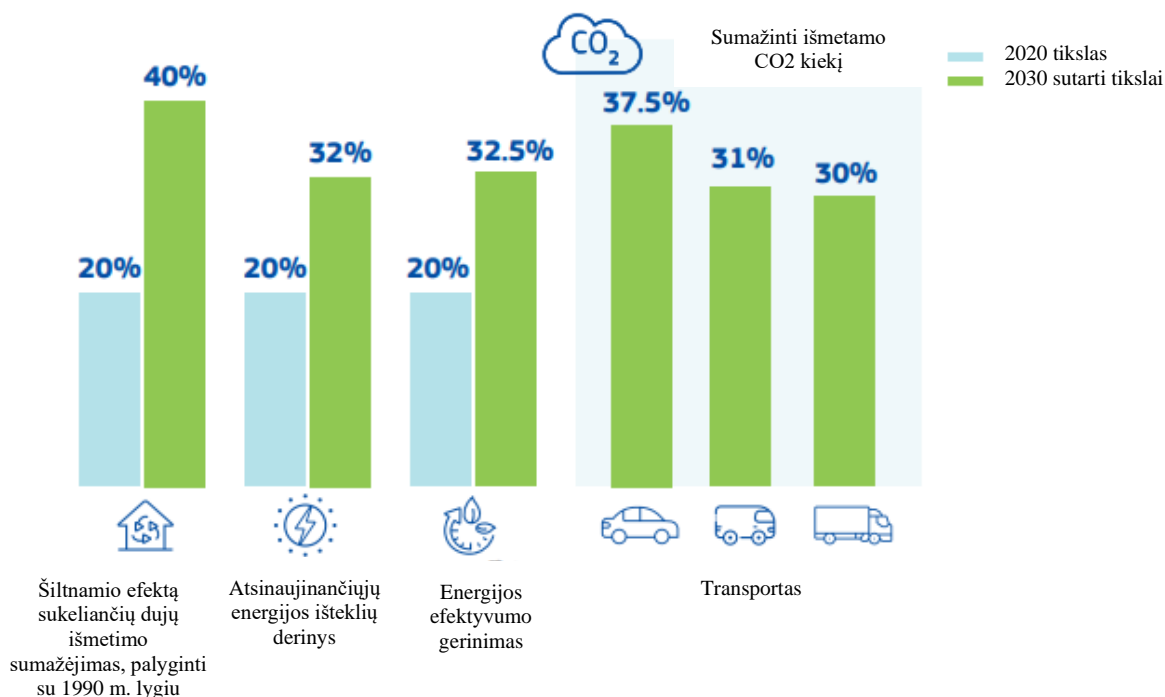
3 pav. Pasaulio CO₂ išmetimų tendencijos pagal kuro rūšį 1990–2014 m [6].

Oxfordo universiteto atstovų H. Ritchie'o ir M. Roser'o teigimu, žemės vidutinė temperatūra per paskutinius dešimtmečius pakilo maždaug iki 0,7 °C lyginant su 1961–1990 m. vidutine metine temperatūra. Pasaulio vidutinės metinės oro temperatūros kitimo tendencijos pateiktos 4 paveiksle [6].



4 pav. Pasaulio vidutinės metinės oro temperatūros 1990–2018 m. [6]

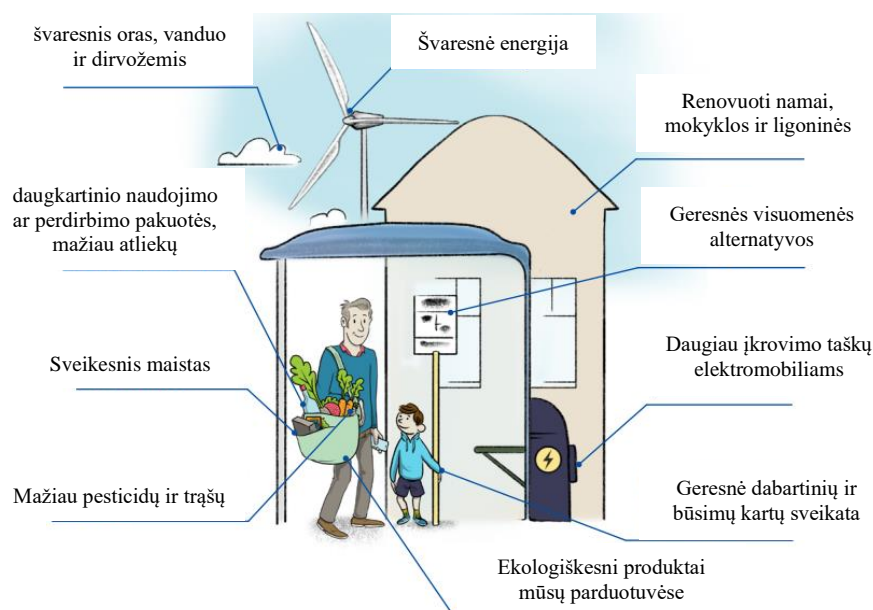
Stebint pasaulio vidutinių metinių oro temperatūrų didėjimą ir vykstančią klimato kaitą, pasaulio šalys pasirašė Paryžiaus susitarimą, kuris yra pirmasis XXI amžiaus tokio didelio masto daugiašalis susitarimas. 2016 m. balandžio 22 d. pasirašytą susitarimą 2016 m. spalio 5 d. patvirtino Europos Sąjunga (ES). Susitarime yra išdėstytas visuotinis veiksmų planas, kaip neleisti visuotiniam atšilimui pasiekti 2 °C (palyginti su iki pramoninio laikotarpio temperatūra, kad ji nepadidėtų daugiau kaip 1,5 %) ir taip išvengti galimai katastrofiškus klimato kaitos padarinius [1]. Europa yra priėmusi visus ekonomikos sektorius apimančius teisės aktus, kuriais siekiama sumažinti išmetamą ŠESD kieki. ES išsikelti tikslai pateikti 5 paveiksle [2].



5 pav. ES įsipareigojimai pagal Paryžiaus susitarimą

2019 m. gruodžio 11 dieną ES pristatė žaliąjį kursą (angl. *Green deal*), kuris yra gairės, kaip užtikrinti ES ekonomikos tvarumą, neutralizuoti poveikį klimatui. Susitarimu skatinama stabdyti klimato kaitą, biologinės įvairovės nykimą ir mažinti taršą aplinkai. Europos žaliojo kurso gairės pateiktos 6 paveiksle [2,7].

Vykdomasis pirmininko pavaduotojas F. Timmermans'as teigė „*Europos žaliasis kursas – tai galimybė pagerinti žmonių sveikatą ir gerovę pertvarkant mūsų ekonomikos modelį. Mūsų plane nurodyta, kaip sumažinti išmetamųjų teršalų kiekį, atkurti gamtinę aplinką, apsaugoti laukinę gyvūniją, sukurti naujų ekonominių galimybių ir pagerinti piliečių gyvenimo kokybę.*“ [2,8].



6 pav. Europos žaliojo kurso gairės [8]

Lietuvos vykdoma energetikos politika atitinka ES strateginius dokumentus ir prisiimtus tarptautinius įsipareigojimus. 2018 m. birželio 21 d. Lietuvos Respublikos Seimas nutarė dėl nacionalinės energetinės nepriklausomybės strategijos patvirtinimo. Strategija suskirstyta į keturias kryptis, kurios yra: konkurencingumas, patikimumas, įtakos klimato kaitai ir aplinkos oro taršai mažinimas (energijos taupymas ir žalioji energetika), šalies verslo dalyvavimas siekiant energetikos pažangos. Kryptims didesnis dėmesys bus skiriamas atskirais laikotarpiais. Krypčių bus laikomasi įgyvendinant Strategijoje išsikeltus tikslus [9]:

1 lentelė. Nacionalinės energetinės nepriklausomybės strategijos tikslai ir uždaviniai [9]

2020 ENERGETIŠKAI SAUGI VALSTYBĖ	2030 KONKURENCINGA VALSTYBĖ	2050 ENERGETIŠKAI DARNI IR SAVARANKIŠKA VALSTYBĖ
Tikslai		
1. Energetikos sistemos integracija į ES energetikos sistemą. 2. Energijos vartojimo efektyvumo didinimas. 3. Subalansuota ir tvari atsinaujinančių energijos išteklių plėtra. 4. Energetikos infrastruktūros optimizavimas ir modernizavimas.	1. Energijos kaina pramonės srityje bus mažiausia regione (palyginti su kitomis Baltijos valstybėmis, Skandinavijos bei Vidurio ir Rytų Europos šalimis) gyventojams – mažėjanti išlaidų už energiją dalis palyginti su vidutinėmis gyventojų pajamomis. 2. Sklandus perėjimas nuo iškastinių energijos išteklių prie atsinaujinančių energijos išteklių.	1. 80 % šalies energijos poreikio pagaminama iš netaišių (mažo išmetamų šiltnamio efekto sukeliančių dujų ir aplinkos oro teršalų kiekio) išteklių. 2. 100 % bendrai suvartojamos šalies elektros sudaro pagaminta vietinė elektros energija.

Atsižvelgiant į kryptis, taip pat buvo išsikelti tikslai 2020, 2030 ir 2050 m. Siekiami rezultatai Lietuvos energetikos sektoriuje 2020, 2030 ir 2050 m. pateikti 2 lentelėje [9].

2 lentelė. Siekiami rezultatai Lietuvos energetikos sektoriuje 2020, 2030 ir 2050 m. [9]

	2020 metai	2030 metai	2050 metai
AEI dalis galutiniame energijos balanse	30 %	45 %	80 %
AEI ir vietinių išteklių dalis centralizuoto šildymo tiekimo sektoriuje	70 %	90 %	100 %
AEI dalis transporto sektoriuje	10 %	15 %	50 %
AEI dalis elektros suvartojimo balanse	30 %	45 %	100 %
Elektros energijos gamyba Lietuvoje	35 %	70 %	100 %

1.2. Saulės elektrinių plėtros analizė

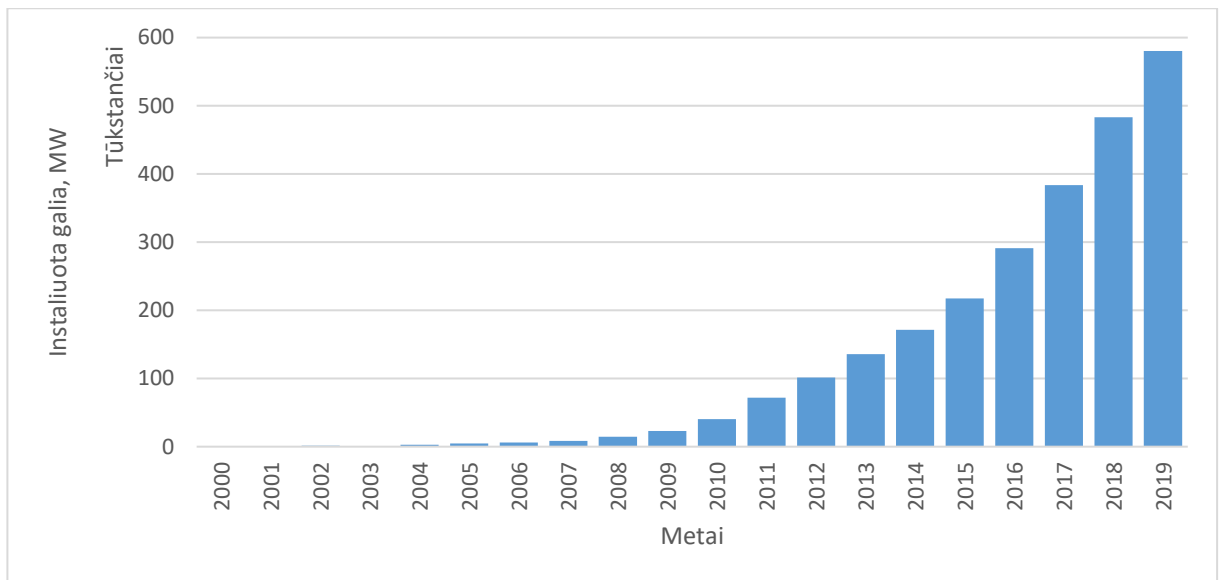
Siekiant pasaulį skatinti naudoti atsinaujinančius energijos išteklius (AEI) sukurtas politikos daugiašalis tinklas – „REN21“ (angl. *Renewable Energy Policy Network for the 21st Century*), kuris jungia 18 šalių. Tai tarptautinė, ne pelno siekianti organizacija, kuri įsikūrusi pagal Jungtinių Tautų aplinkosaugos programą (UNEP) (angl. *United Nations Environment Programme*). „REN21“ tikslas palengvinti ir pagerinti keitimąsi žiniomis siekiant greitesnio pasaulinio perėjimo prie AEI vartojimo. Suburiamos vyriausybinės, nevyriausybinės ir tarptautinės organizacijos, mokslinių tyrimų ir akademinės institucijos siekiant, kad vieni iš kitų mokytųsi, remtųsi vieni kitų patirtimis [10].

Nors per pastarąjį dešimtmetį padaryta didžiulė pažanga naudojant AEI ir didinant energijos prieinamumą, pasaulis vis dar neina keliu pagal tarptautinius klimato kaitos mažinimo tikslus, nustatytus Paryžiaus susitarimo ar tarptautinius darnaus vystymosi tikslus. Norint pakeisti mūsų energetikos sistemą, reikia imtis skubių veiksmų [10].

Atsinaujinančių energijos išteklių naudojimas yra esminis siekiant įgyvendinti tarptautinius tikslus. AEI naudojimas (priešingai nei iškastinis kuras) suteikia pranašumų ir galimybių pradėdant nuo aplinkos apsaugos, baigiant socialiniais, ekonominiais bei politiniais aspektais [10].

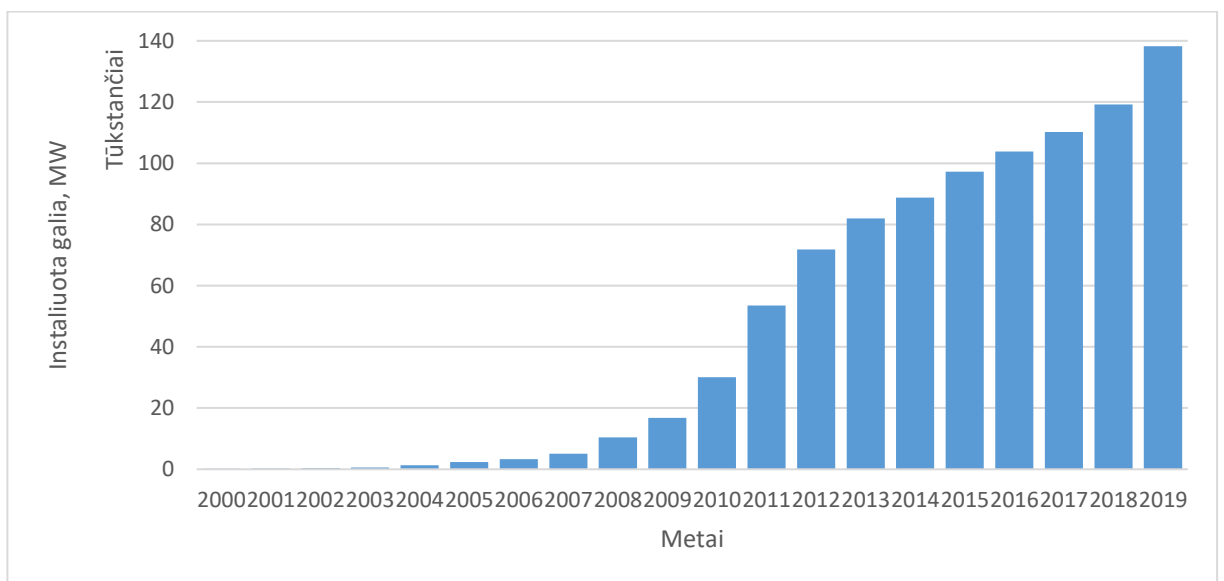
Kai kuriose pasaulio šalyse AEI yra pigiausias naujos energijos gamybos technologijos šaltinis, o išlaidos ir toliau mažėja. Sparčiai mažėjo saulės elektrinių sąnaudos, nes nuo 2010 m. modulių kainos nukrito daugiau nei 90 % [10].

Kiekvienais metais tam tikras skaičius saulės elektrinių yra prijungiamos prie elektros tinklo. 2007 m. atsinaujinančių elektrinių buvo prijungta daugiau nei elektrinių, kurios energiją gamina anglimi ar dujomis kartu sudėjus [3]. Energetikos požiūriu pasaulis keičiasi AEI naudai. Pasaulio saulės elektrinių instaliuotos galios tendencijos 2010–2019 m. laikotarpiu pateiktos 7 paveiksle [11].



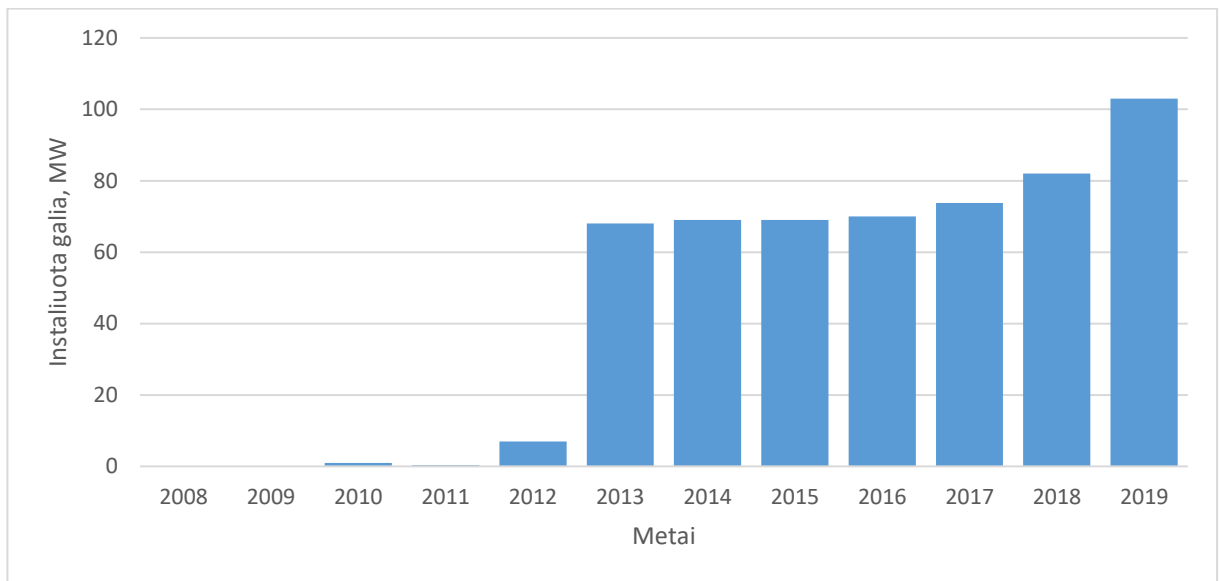
7 pav. Pasaulio saulės elektrinių instaliuotų galios kitimo tendencijos 2000–2019 m. [11]

Didelę dalį instaliuotos saulės elektrinių sudaro Europa, kurioje 2018 metais saulės elektrinių buvo suinstaliuota apie 120 MW. Europos saulės elektrinių instaliuotos galios tendencijos 2010–2019 m. laikotarpiu pateiktos 8 paveiksle.



8 pav. Europos saulės elektrinių instaliuotų galios kitimo tendencijos 2000–2019 m. [11]

Lietuvoje sparti saulės elektrinių plėtra prasidėjo nuo 2012 m. ir 2018 m. buvo pasiekta 103 MW. Lietuvos saulės elektrinių instaliuotos galios tendencijos 2010–2019 m. laikotarpiu pateiktos 9 paveiksle [11].



9 pav. Lietuvos saulės elektrinių instaliuotų galios kitimo tendencijos 2008–2019 m. [11]

2018 m. atsinaujinančią elektros energiją generuojančios saulės elektrinės pagamino 27,3 % elektros energijos daugiau nei 2017 m. Kadangi taip skatinama vietinė elektros energijos gamyba ir prisidedama prie tarptautinių klimato kaitos stabdymo tikslų įgyvendinimo todėl tai yra labai svarbu [12].

Palyginti su 2017 m., elektros energijos poreikis Lietuvoje 2018 m. padidėjo 2,2 proc. ir sudarė 13,1 TWh. 2018 m. kad užtikrinti Lietuvos elektros energijos poreikius buvo importuota beveik trys ketvirtadaliai elektros energijos, o pagaminta – 3,5 TWh. Elektros energijos gamyba šalyje sumažėjo 16,1 %. Iš atsinaujinančių energijos išteklių 2018 m. pagaminta 62,8 % visos elektros energijos [12].

Elektromobilių plėtra, derinama su atsinaujinančios energetikos (vėjo ir saulės) plėtra leistų ženkliai sumažinti energetinę priklausomybę nuo naftos importo. Atsinaujinančios energetikos plėtrą šiuo metu daugiausia įtakoja politiniai sprendimai, tai yra, dėl itin žemų elektros energijos kainų rinkoje, jokia nauja elektros energijos gamyba negali konkuruoti su rinkos kainomis. Todėl, tik priėmus politinį sprendimą vykdyti skatinimo kvotos aukcioną, būtų vystoma atsinaujinanti energetika. Tuo tarpu gaminantiems vartotojams yra įvesta reguliacinė priemonė įgalinanti dvipusę apskaitą ir leidžia už VKEKK apskaičiuojamą mokestį elektrą saugoti tinkle. Nuo 2018 m. Lietuvos Respublikos energetikos ministerija skiria viešąsias investicijas fotovoltonikos vystymui, atitinkamai, instaliuotos elektros energijos gamybos iš saulės galia pradėjo augti sparčiau [13].

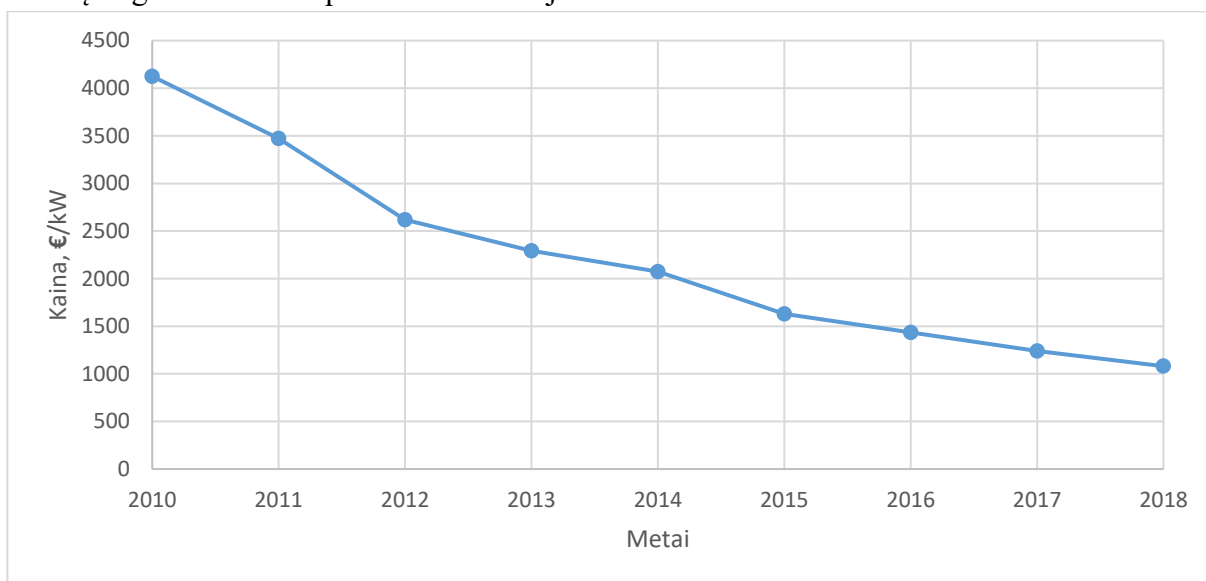
Spartesnę saulės energetikos plėtrą Lietuvoje riboja finansavimo trūkumas, t. y. 2018 m. buvo skirta 3,3 mln. Eur, o 2019–2020 m. dar 17 mln. Eur iš Lietuvos Respublikos energetikos ministerijos. Tačiau esant tokiam finansavimo lygiui, darant prielaidą kad per 1 kW instaliuotos fotovoltonikos įrangos galią bus skiriama 323 Eur subsidija, viso bus įdiegta 51,6 MW fotovoltonikos, arba pritraukta apie 11 000 gaminančių vartotojų, o „Nacionalinėje energetinės nepriklausomybės strategijoje“ Lietuvos iškeltas tikslas siekia 34 000 gaminančių vartotojų iki 2020 m., kai 2017 m. Lietuvoje buvo apie 440 gaminančių vartotojų [13].

Lietuvoje siekiama kad iki 2020 m. būtų bent 34 000 gaminantys vartotojai, tačiau tikimybė, kad šis tikslas bus pasiektas – maža. 2019–2020 m. bus skirta 16,6 mln. Eur saulės elementų diegimui

skatinti. Jei vidutiniškai bus skiriama 323 Eur/kW, o vienas gaminantis vartotojas investuos į 6 kW galios jėgainę, būtų paskatinti apie 8 600 vartotojų. Vertinant 2017 m. skirtą finansavimą, tikėtina, kad bus pasiekta viso 11 000 gaminančių vartotojų. Mažai tikėtina, kad neskiriant papildomų lengvatų ar netaikant papildomų skatinamųjų priemonių užsibrėžtas 34 000 gaminančių vartotojų tikslas bus pasiektas [13].

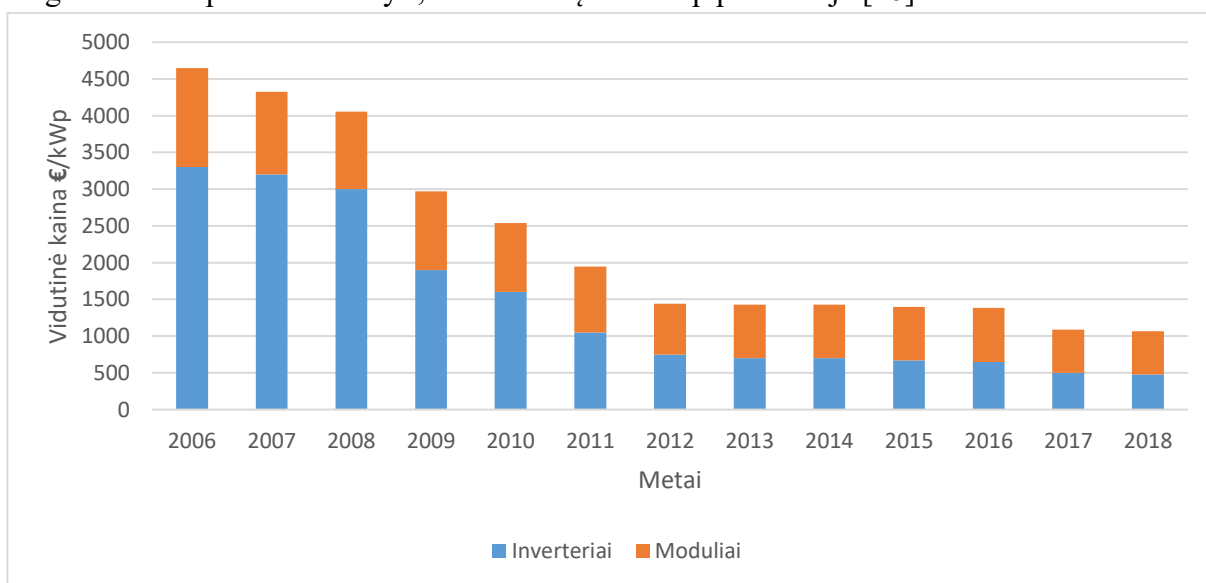
1.3. Saulės elektrinių kainų kitimo tendencijos

Kiekvienais metais technologijoms tobulėjant ir investuotojams daugiau investuojant į saulės elektrines, saulės modulių kaina vis labiau tampa prieinamesnė. Vidutinę saulės elektrinių pateikia Tarptautinė atsinaujinančios energetikos agentūra „IRENA“, kurios duomenimis vieno kilovato saulės elektrinės kaina 2018 m. siekė 1 080 eurų [14,15]. Kaip matyti 10 paveiksle saulės elektrinių galutinė įrengimo kaina eksponentiškai mažėja.



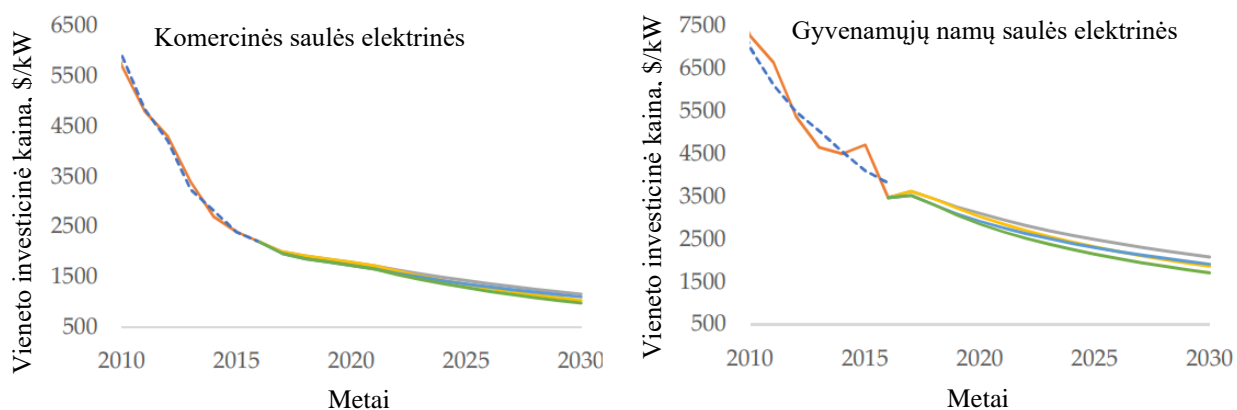
10 pav. Vidutinė saulės elektrinių kaina 2010–2018 m. [14]

Gan didelę saulės elektrinių įrengimo kaštų dalį sudaro inverterio kaina. Tačiau technologijų pažangos dėka 11 paveiksle matyti, kad ši kaštų dalis taip pat mažėja [16].



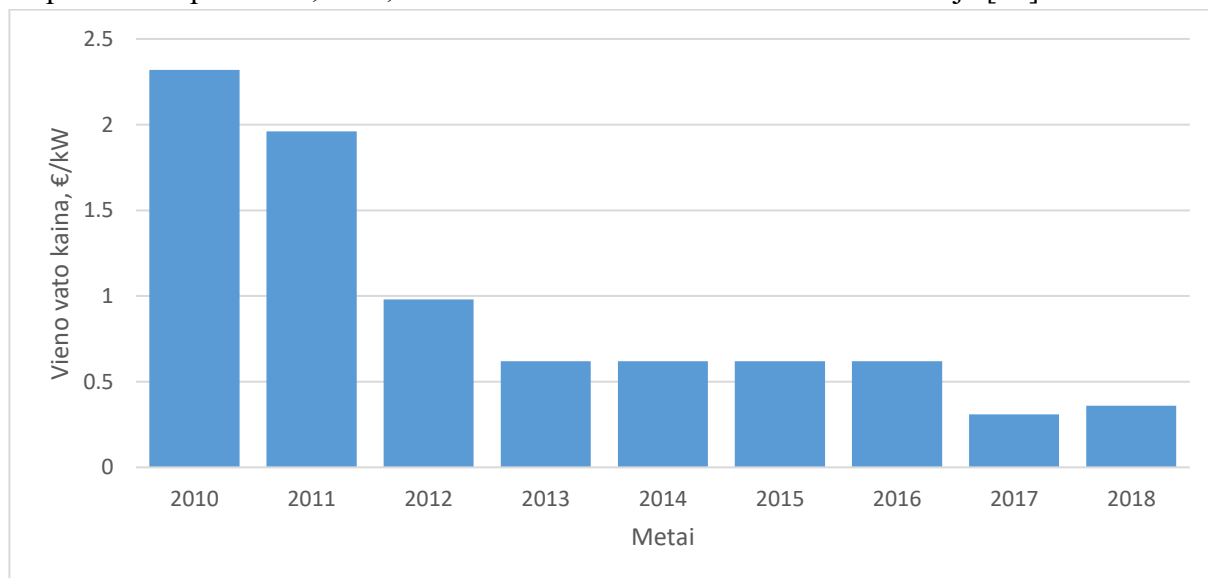
11 pav. Inverterių dalis galutinėje saulės elektrinės kainoje [16]

Kinijos mokslininkai nagrinėdami saulės ir vėjo elektrines sudarė apsimokymo kreives (angl. *learning curves*), kurios numato, kad 2016–2025 m. saulės elektrinių kaina sumažės 35%–41,4%, o iki 2030 m. – 47,1 %–55,3 %. Maksimalus kainų skirtumas tarp mažų ir didelių išlaidų scenarijų, atsirandantis dėl diegimo bus apie 11,8 %–5,5 % visų išlaidų. Taip pat prognozuojama, kad 2016–2025 m. gyvenamųjų namų saulės elektrinių investicijos sumažės 28,2 %–38,2 %, o iki 2030 m. – 40,1 %–50,7 % arba apie 11,6 %–8,9 % visų išlaidų. Saulės elektrinių apsimokymo kreivės pateiktos 12 paveiksle [17].



12 pav. Komerinių ir gyvenamųjų namų saulės elektrinių kainos apsimokymo kreivės [17]

Saulės modulių yra įvairios galios, dažniausiai naudojami 275 W–400 W saulės moduliai. Mažesnės galios moduliai kainuoja mažiau, tačiau jos nebūtinai gali būti geriausias pasiūlymas gauti daugiausiai elektros energijos už išleistą piniginių vienetą. Norint palyginti saulės modulius vienodomis sąlygomis reikia analizuoti saulės modulių lyginamąją kainą, t.y. kainą vienam vatui. C. Ohnston'o duomenys, kurie pateikti 13 paveiksle, rodo, kad vidutinė vieno vato kaina kasmet mažėja [18].



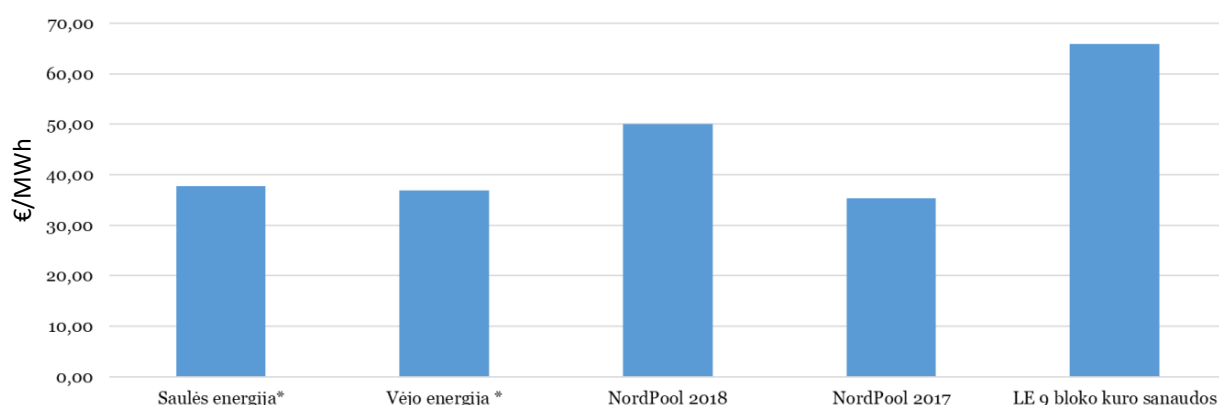
13 pav. Vidutinė saulės elektrinės vieno vato kaina [18]

C. Ohnston'o atliktame tyrime nagrinėjami kelių gamintojų saulės moduliai ir vertinama jų kaina. Taip pat autorius pastebi, jog modulių galiai esant tokiai pat kainos gali ženkliai skirtis priklausomai nuo gamintojo. 2020 m. sausio mėn. rezultatai pateikti 3 lentelėje [18].

3 lentelė. Skirtingų gamintojų / galių modulių kainos [18]

Gamintojas	Kaina (€)	Galia (W)	Kaina per vatą (€/W)	Medžiaga	Valstybė
Astronergy	216	345	0,63	Polikristalas	Malaysia
Astronergy	229	365	0,63	Polikristalas	Malaysia
Mission Solar	223	310	0,72	Monokristalas	America
LG	339	335	1,02	Monokristalas	Korea
LG	352	350	1,01	Monokristalas	Korea

JAV mokslininkai sudarė saulės ir vėjo energijos metinių svertinių elektros gamybos kainų diagramą (pateikta 14 paveiksle), kuri rodo, kad 2017–2018 m. saulės energija yra konkurencinga vėjo energijai ir NordPool elektros kainoms esant 7,7 % (vertinimas atliktas JAV sąlygomis, Lietuvoje vėjo ir saulės svertinė elektros energijos gamybos kaina gali skirtis) [14].



14 pav. Saulės ir vėjo energijos metinė svertinė elektros gamybos kaina [14]

Atsinaujinančių energijos išteklių, tarp jų ir saulės elektrinių, plėtra sparčiai auga ir jos potencialas yra labai didelis. Nors saulės elektrinės yra efektyvus būdas mažinti organinio kuro naudojimą ir saugoti gamtą, tačiau pakankamai dideli saulės elektrinės įrengimo kaštai, lyginant su kitomis elektrinėmis, gali būti veiksniumu stabdančiu plėtrą dėl nuosavų lėšų stokos.

1.4. Finansavimo būdai

„America's Most Trusted Solar Marketplace“ tinklaraštyje M. Jacobs'as straipsnyje "5 Common Ways to Finance Solar and Storage System“ teigė: „*Savo namams įsigyti saulės modulius ir saulės energijos kaupimo sistemą bei pernešti saulės energiją gali būti brangu – tai gali siekti iki dešimčių tūkstančių dolerių. Saulės energijos tiekimas yra gera investicija ir ilgu laikotarpiu tai atsiperka, tačiau saulės energijos sistemos įsigijimas gali būti labai brangus.*“ (Mattea Jacobs ,2018) [19]. Tačiau nors ir saulės elektrinės yra atsiperkančios, tačiau pradinės investicijos yra didelės.

Toliau autorė straipsnyje kalba apie tai, kad valstybių finansavimas gali padėti žengti pirmąjį žingsnį link švaresnės energijos ir išskiria dvi valstybių finansavimo kategorijas: „*5 tradicinius saulės energijos finansavimo būdus galima suskaidyti į dvi kategorijas: paskolos ir nuomos*“ (Mattea Jacobs ,2018) [19].

Geriausių finansavimo būdų ieško ir juos aptarė C. Bieber straipsnyje „Solar Power Financing: What's the Best Approach?“. Autorė taip pat teigė, kad saulės elektrinių įrengimas gali kainuoti labai brangiai: „*Saulės energija gali sutaupyti jūsų pinigų už elektros energiją, o jūs tuo pačiu galite padėti*

žemei gaudami savo energiją iš saulės, o ne pasikliaudami energetikos įmone. Deja, saulės modulių įrengimas gali kainuoti daugiau nei 20 000 dolerių, atsižvelgiant į saulės elektros sistemos dydį – sutaupyti šiuos pinigus ne visada lengva.“ (Christy Bieber, 2019) [20].

Rengiant energetinį projektą yra svarbu pasirinkti labiausiai tinkantį finansavimo būdą. Nuo pasirinkto finansavimo būdo gali priklausyti projekto atsiperkamumo laikotarpis ir kiti ekonominiai rodikliai. Taip pat svarbu reprezentatyviai pateikti projektą, kad būtų galima kuo labiau sudominti investuotojus ir gauti kuo geresnes finansavimo sąlygas. Šiuo metu rinkoje yra nemažai finansavimo būdų, kurie skirstomi į tradicinius ir inovatyvius finansavimo būdus.

1.4.1. Tradiciniai finansavimo būdai

1.4.1.1. Įprastinė paskola

Jeigu norima, kad saulės elektrinė būtų instaliuota iš karto, taip pat kad būtų galima pasinaudoti tuo metu siūlomomis paskatomis, tačiau nenorima išleisti santaupų, galima įsigyti įvairaus pobūdžio paskolų su skirtingomis grąžinimo sąlygomis, palūkanų normomis, kredito reikalavimais ir saugumo mechanizmais [21].

Saulės elektrinių paskolas siūlo bankai, kredito unijos, valstybinės programos, saulės energijos vystytojai ir privačios saulės energijos finansavimo bendrovės [21].

Kai kuriose valstybėse paskolos gali būti grąžintos per mėnesinę sąskaitą už elektros energiją dalyvaujančioms komunalinėms įmonėms, naudojant mechanizmą, vadinamą sąskaitos faktūros finansavimu [21].

Kai kurie paskolų teikėjai reikalauja užstato, kad užtikrintų paskolą. Tačiau be užstato taip pat galima pasiimti paskolą saulės elektrinės įrengimui [21].

Kaip ir bet kokia kita paskola, kuo ji greičiau grąžinama tuo mažesnė palūkanų suma. Tačiau gali būti naudinga paskolą imti ilgesniam laikotarpiui, kad mėnesinės būtų mažesnės nei sutaupytos sąskaitos už elektros energiją. Tai būtų sumažintos mėnesinės išlaidos nuo saulės elektrinės įrengimo pradžios [21].

Šiuo metu Lietuvos bankai tokie kaip „SWEDBANK“ turi specialius pasiūlymus „NoGrid“, „Saulės grąža“ ir „Saulės bendruomenė“ klientams [21]:

- Tai yra vartojimo paskola saulės elektrinėms, kuriai yra taikomos 8 % fiksuotos metinės vartojimo paskolos palūkanos.
- Bankas teikia vartojimo paskolas nuo 500 iki 20 000 eurų. Suma, kurią gali paskolinti priklauso nuo asmens grynujų pajamų ir turimų finansinių įsipareigojimų.
- Paskolos sutarties administravimo mokestis interneto banke ir išmaniojoje programėlėje – 1,5 % nuo paskolos sumos, bet ne mažiau nei 30 eurų. Sutartį sudarius banko padalinyje taikomas 20 eurų didesnis mokestis.
- Paskolos grąžinimo terminas gali būti nuo 6 mėn. iki 5 m.

Mažiausiai 90 proc. šios paskolos sumos turi būti panaudota įsigyjant nutolusios saulės elektrinės dalį iš „NoGrid“, „Saulės graža“ ar „Saulės bendruomenė“ ir šią sumą pervedant į „NoGrid“, „Saulės graža“ ir „Saulės bendruomenė“ sąskaitą ne vėliau nei per 90 dienų nuo paskolos gavimo (neįvykdžius šios sąlygos, bankas turi teisę panaikinti palūkanų nuolaidą ir taikyti 16 % procentų metinę fiksuotų palūkanų normą) [21].

1.4.1.2. Lietuvos aplinkos apsaugos investicijų fondas (LAAIF)

Lietuvos aplinkos apsaugos investicijų (LAAIF) fondo programa, pagal kurią teikiama finansinė parama privačiam ir visuomeniniam sektoriui aplinkos taršos mažinimo investiciniams projektams įgyvendinti. Gali būti finansuojami aplinkos apsaugos investiciniai projektai atitinkantys programos lėšų naudojimo finansavimo kryptis, kurias kasmet tvirtina Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija siekdama finansuoti tas sritis, kurioms neskiriamas finansavimas iš Europos Sąjungos programų [22].

Pagrindinis LAAIF finansuojamų projektų tikslas yra mažinti neigiamą ūkinės veiklos poveikį aplinkai ir užtikrinti įgyvendinto projekto tęstinį aplinkosauginį efektą [22].

Pagal LAAIF programą finansavimas teikiamas verslo bei viešojo sektoriaus Lietuvos Respublikoje veikiantiems juridiniams asmenims arba Lietuvos Respublikoje įregistruotiems kitose Europos ekonominės erdvės valstybėse įsisteigusių įmonių filialams vadovaujantis Aplinkos apsaugos investicinių projektų finansavimo ir priežiūros tvarkos aprašu, atsižvelgiant į kasmet tvirtinamas finansavimo kryptis [22].

Pagrindiniai LAAIF projektų tipai [22]:

- Vandenų apsaugos
 - Projektai, susiję su gamybinių bei kitoje ūkinėje komercinėje veikloje susidariusių nuotekų (išskyrus paviršines nuotekas) valymo pajėgumų kūrimu arba valymo efektyvumo didinimu;
 - Projektai, susiję su komunalinių nuotekų surinkimo sistemų plėtra ir šių nuotekų valymo įrenginių statyba ar rekonstrukcija gyvenvietėse iki 200 gyventojų;
 - Projektai, susiję su galimai teršiamų teritorijų paviršinių nuotekų valymo pajėgumų kūrimu;
- Aplinkos oro apsaugos
 - Projektai, susiję su oro teršalų valymo įrenginių diegimu ir / ar kvapų mažinimu
- Prevenciniai projektai
 - Projektai, susiję su vandenų bei oro taršą mažinančių gamybos technologijų diegimu;
 - Projektai, susiję su į aplinkos orą išmetamų teršalų kiekį mažinančių gamybos technologijų diegimu.

Pareiškėjas už paskolos dalį moka tik paskolos sutartyje nustatytą maržą, kuri negali būti didesnė negu 3 % [23].

Vieno investicinio projekto įgyvendinimui parama negali viršyti 200 tūkst. eurų neviršijant 70 % subsidijų tinkamų išlaidų. Subsidija išmokama 2 kartus kompensavimo būdu po to kai pareiškėjas pilnai įgyvendina projektą. Šešiasdešimt procentų (60 %) pareiškėjas sumoka po to, kai jis įsigijo, sumontavo ar pradėjo eksploatuoti projekte numatytus įrenginius bei pateikė visus su tuo susijusius dokumentus. Keturiasdešimt procentų (40 %) likusioji dalis sumokama po 12 mėnesių kai pareiškėjas pasiekia planuotus aplinkos apsaugos rodiklius ir juos pateikia LAAIF [22].

Balandžio 3 d. baigtas Lietuvos apsaugos investicijų fondo (LAAIF) funkcijų perdavimas Aplinkos projektų valdymo agentūrai (APVA). LAAIF buvo prijungtas siekiant efektyvumo aplinkosauginių projektų įgyvendinimo priežiūros srityje ir užtikrinant materialinių bei finansinių išteklių racionalų naudojimą [24].

1.4.1.3. Klimato kaitos specialioji programa

Nuo 2019 m. gegužės 10 d. buvo skelbiamas registracijos formų priėmimas kompensacinėms išmokoms gauti pagal Klimato kaitos programos lėšų naudojimo 2019 m. sąmatą detalizuojančio plano priemonę „Atsinaujinančių energijos išteklių (saulės, vėjo, biokuro, geoterminės energijos ar kt.) panaudojimas individualiuose gyvenamosios paskirties pastatuose“ [25].

Į paramą pretenduoti gali fizinis asmuo, nuosavybės teise valdantis vieno ar dviejų butų gyvenamuosius namus (išskyrus nebaigtus statyti, sodo pastatus). Bus finansuojami jau įrengti saulės kolektoriai, mažo pajėgumo saulės fotovoltinės elektrinės, vėjo jėgainės. Baigtiems projektams finansuoti skirta 2 mln. eurų [25].

Kompensacinės išmokos fiziniams asmenims apskaičiuojamos vadovaujantis fiksuotais dydžiais, patvirtintais Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2019 m. gegužės 9 d. įsakymu Nr. D1-278 „Dėl Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2018 m. liepos 12 d. įsakymo Nr. D1-674 „Dėl Mažos apimties projektų, finansuojamų iš Klimato kaitos specialiosios programos lėšų, maksimalių tinkamų išlaidų dydžių patvirtinimo pakeitimo“. Saulės elektrinėms be akumuliatorių finansavimas taikomas fiksuotu dydžiu – 336 €/m²/kW [25,26].

Patvirtintame Klimato kaitos specialiosios programos lėšų naudojimo 2018 m. sąmatą detalizuojančiame plane taip pat numatytos investicijos atsinaujinančių energijos išteklių (saulės, vėjo, geoterminės energijos, biokuro ar kitų) panaudojimas visuomeninės paskirties pastatuose. Pagal šią priemonę paraiškas galės teikti visuomeninės ir gyvenamosios (įvairių socialinių grupių asmenims) paskirties pastatų, kurie nuosavybės teise priklauso valstybei, savivaldybėms, tradicinėms religinėms bendruomenėms, bendrijoms ar centrams, valdytojais arba savininkais. Pagal šį kvietimą projektams finansuoti numatyta skirta 3,6 mln. eurų. Tačiau vienam pareiškėjui subsidija negali viršyti 80 % visų išlaidų [27,28].

Finansavimo laikotarpiu pasiekti rodikliai – 1902 namų ūkiuose įrengtos saulės elektrinės, 8,43 kgne sutaupyta pirminės energijos kiekis, 8,27 tonų kasmet išmetama mažiau šiltnamio efektą sukeliančių dujų [29].

1.4.2. Inovatyvūs finansavimo būdai

AEI projektų finansavimui galima pasirinkti ne tik tradicinius finansavimo būdus, tačiau ir inovatyvius. Inovatyvūs finansavimo būdai skirstomi į:

- JESSICA;
- JEREMIE.

1.4.2.1. JESSICA

JESSICA – jungtinė Europos parama tvarioms investicijoms į miesto teritorijas. Tai Europos Komisijos iniciatyva, sukurta bendradarbiaujant su Europos investicijų banku (angl. European Investment Bank (EIB)) ir Europos Tarybos plėtros banku (angl. Council of Europe Development Bank (CEB)) [30].

JESSICA skatina tvarų miesto vystymąsi remdama šių sričių projektus:

- Miesto infrastruktūra – įskaitant transportą, vandenį / nuotekas, energiją;
- Paveldas ir kultūros objektai – turizmui ir kitam tvariam naudojimui;
- Apleistų teritorijų pertvarkymas – įskaitant aikštelių valymą ir nukenksminimą;
- Naujų komercinių plotų sukūrimas mažoms ir vidutinėms įmonėms;
- Universitetų pastatai – medicininis, biotechnologijų ir kitos specializuotos įstaigos;
- Energijos efektyvumo gerinimas [30].

JESSICA finansavimo būdas suteikia galimybę pasinaudoti valstybės teikiama parama senos statybos daugiabučiams namams, kuriems statybos leidimas buvo išduotas iki 1993 m. atnaujinti [30].

Valstybė iniciatyvą remia suteikdama [31]:

- Lengvatinį kreditą, kuriam taikomos 3 % dydžio nekintamos palūkanos;
- Nustatyto dydžio kompensaciją:
 - Namų atnaujinimo projekto parengimo ir statybos techninės priežiūros išlaidoms;
 - Vyriausybės nustatytiems energetinį efektyvumą didinančioms priemonėms;
 - faktinėms projekto įgyvendinimo administravimo išlaidoms;
 - šeimai ar vienam gyvenančiam žmogui (socialiai remtiniams asmenims), turinčiam teisę į būsto šildymo kompensaciją padengiamas visas kreditas ir jo palūkanos.

Daugiabučio atnaujinimo finansavimo sąlygos [31]:

- **100 proc. finansavimas:** finansuojame iki 100 proc. statybos darbų išlaidų;
- **Palūkanos:** kreditui taikome 3 procentų visą grąžinimo laikotarpį nekintančias palūkanas;

- **Terminas:** kreditą teikiame iki 20 metų terminui;
- **Kredito gražinimo atidėjimas:** kredito gražinimą galime atidėti 24 mėnesiams nuo sutarties pasirašymo dienos, bet ne ilgiau nei iki statybos darbų pabaigos.

1.4.3. Finansavimo būdų palyginimas

Z. Golić straipsnyje „Advantages of crowdfunding as an alternative source of financing of small and medium-sized enterprises“ padarė išvadą, kad finansavimas yra socialinės žiniasklaidos peraugimas ir yra sistema, kuriai reikalingas glaudus ryšys tarp trijų dalyvaujančių šalių - verslininkų, investuotojų ir tarpininkų [32,33].

Kiekviena dalyvaujanti šalis turi misiją, kuri jas suartina ir padeda siekti bendro užsibrėžto tikslo. Privatūs asmenys, nevyriausybinės organizacijos paprastai atlieka verslininko vaidmenį. Vykdydami bendrą finansavimą verslininkai kaupia lėšas projektams / verslui iš didelės asmenų grupės. Investuotojai, suvienija didelį narių ratą. Tai gali būti paprasti žmonės, kurie dažniausiai neturi investuotojų kompetencijos. Investuotojams už bendrą finansavimą gali būti atlyginta socialine grąža, produktais ar paslaugomis, finansine grąža ar gražinamąja išmoka [33].

Verslininkais gali būti bankai, privačios ar valstybinės įmonės, fondai, kurie investuoja į atsinaujinančių energijos išteklius ir aplinkosauginius projektus, skatindami žmones rūpintis aplinkosauga.

Investuotojas turi įvertinti savo galimybes pradinei investicijai į projektą. Nuosavas kapitalo indėlis gali svyruoti nuo 0 % iki 40 %, tačiau nereiškia, kad kuo didesnis nuosavas kapitalas, tuo geresnis finansavimo būdas gali būti.

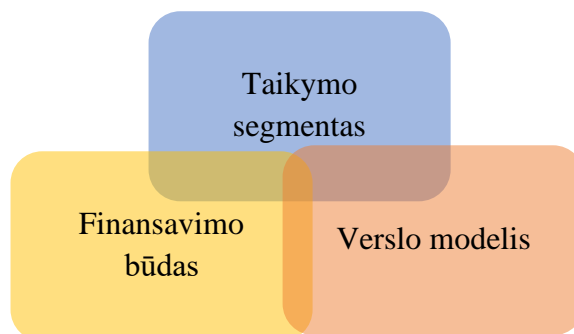
Baigiamajame darbe bus analizuojami keturi finansavimo būdai, kurie apibendrinami 4 lentelėje.

4 lentelė. Galimi finansavimo būdai

Finansavimo būdai	
Įprastinė banko paskola	Palūkanos – 8 % Nuosavas kapitalas – 30–40 % Skolintas kapitalas – 60–70 %
Lietuvos aplinkos apsaugos investicijų fondas (LAAIF)	Palūkanos – 3 % Nuosavas kapitalas – 30 % Skolintas kapitalas – 70 %
Klimato kaitos specialioji programa	Fiksuoto dydžio subsidija – 336 €/m ² /kW
JESSICA	Palūkanos – 3 % Nuosavas kapitalas – 0 % Skolintas kapitalas – 100 %

1.5. Verslo modeliai

Iš esmės kiekvienas saulės elektrinės projektas gali būti priskiriamas vienam iš taikymo segmentų, verslo modelių ir yra finansuojamas naudojant vieną iš finansavimo būdų arba jų derinių. Skirtingos Europos šalys naudoja skirtingus verslo modelius ir finansavimo būdus. Tai projektų supaprastinimas, tačiau kiekvienas projektas gali būti klasifikuojamas pagal šiuos tris kriterijus ir apibūdinama naudojant diagramą kaip pavaizduota 15 paveiksle [34].



15 pav. Saulės elektrinių projektų klasifikavimo kriterijai

Kiekvienas iš kriterijų klasifikuojasi dar į kelis pasirenkamus variantus, todėl kiekvienas projektas priskiriamas geriausiai atitinkančiam kriterijui. Kriterijų skirtingos parinktys pateiktos 5 lentelėje.

5 lentelė. Saulės elektrinių pagrindinių trijų kriterijų klasifikavimas [34]

Taikymo segmentas	Verslo modelis	Finansavimo būdas
Vienos šeimos gyvenamasis namas (angl. <i>Single family residential</i>)	Savosios reikmės (angl. <i>Self-consumption</i>)	Savęs finansavimas (angl. <i>Self-funding</i>)
Daugiabutis gyvenamasis namas (angl. <i>Multi family residential</i>)	Elektros pirkimo – pardavimo sutartys (angl. <i>Power Purchase Agreements</i>)	Skolos (angl. <i>Debt</i>)
Komerciniai pastatai, prekybos centrai ir biurų pastatai (angl. <i>Commercial buildings, shopping centres and office buildings</i>)	Kooperatyvai (angl. <i>Cooperatives</i>)	Nuosavybė (angl. <i>Equity</i>)
Visuomeniniai ir švietimo pastatai (angl. <i>Public and educational buildings</i>)	Virtualios elektrinės (angl. <i>Virtual Power Plants</i>)	Tarpinis finansavimas (angl. <i>Mezzanine financing</i>)
Pramoniniai pastatai (angl. <i>Industrial buildings</i>)		Nuoma (angl. <i>Leasing</i>)
Saulės elektrinės (angl. <i>Solar farms</i>)		Bendras finansavimas (angl. <i>Crowdfunding</i>)
		Kombinuotas finansavimas (angl. <i>Combo financing</i>)

Kadangi verslo modelių kaip ir finansavimo būdų yra keletas, todėl svarbu pasirinkti teisingą verslo modelį, nes nuo pasirinkimo taip pat gali priklausyti projekto sėkmė.

1.5.1. Gaminantiems vartotojams

Lietuvoje elektros skirstymo operatorius (ESO) gaminantiems vartotojams siūlo keturis verslo modelius už elektrą. Verslo modeliai galiojantys nuo 2020 m. sausio 1d. pateikti 6 lentelėje [35].

6 lentelė. Gaminančio vartotojo verslo modeliai

ESO planas	Verslo modeliai	Mokama už	Kaina žemoje įtampoje be PVM	Kaina žemoje įtampoje su PVM
ESO planas 1	Atsiskaitymas už atgautą energiją	Už patiektos į tinklą ir vėliau atgautos elektros energijos kilovatvalandę	0,045 €/kWh	0,05445 €/kWh
ESO planas 2	Atsiskaitymas už elektrinės instaliuotą galią	Už instaliuotą generuojamos galios kilovatą	2,44 €/kW/mėn.	3,1944 €/kW/mėn.
ESO planas 3	Atsiskaitymas mišriu būdu	ESO planas 1 ir ESO planas 2 kartu	0,022 €/kWh 1,32 €/kW/mėn.	0,02662 €/kWh 1,5972 €/kW/mėn.
ESO planas 4	Atsiskaitymas kilovatvalandėmis	Atsiskaitymas kilovatvalandėmis: nustatytas procentas nuo patiektos į tinklus energijos kiekio paliekamas operatoriui už naudojimosi tinklais paslaugas klientas galės neatlygintinai atgauti nustatytą procentą nuo savo pagaminto ir patiekto į tinklą kiekio	41% (gaminančiam vartotojui lieka 59%)	41% (gaminančiam vartotojui lieka 59%)

Jei gaminančio vartotojo pasirinktas atsiskaitymo planas yra antrasis (atsiskaitymas už elektrinės instaliuotą galią) arba ketvirtasis (atsiskaitymas kilovatvalandėmis), tokiu atveju vartotojas už atgautą elektros energiją iš tinklo nieko nemoka [35].

Taikant verslo modelį už elektrinės įrengtąją galią ar pasirinkus mišrų verslo modelį esant nepilnam ataskaitiniam laikotarpiui (t.y. mėnesiui), gaminančiam vartotojui skaičiuojamas elektrinės instaliuotos galios dedamoji, proporcingai naudojimosi paslauga dienų skaičiui [35].

Ketvirtojo plano atveju vartotojo atgautas iš tinklų elektros energijos kiekis visada bus mažesnis nei patiektas į tinklą kiekis [35].

„T-Energy“ įmonė, įrengianti salės elektrines, teigia, kad plano pasirinkimas priklauso nuo:

- saulės elektrinės tipo: fiksuota saulės modulių plokštuma (stogo / žemės) ar su saulės sekimo sistema;
- saulės elektrinės efektyvumo, kurį lemia
 - a) saulės modulių padėtis pasaulio kryptių ir pasvirimo kampo atžvilgiu,
 - b) šešėlių sukuriančių objektų įtaka;
- elektros energijos vartojimo buityje įpročių (kuri saulės elektrinėje pagamintos energijos dalis bus suvartota momentiška ir nepateks į ESO tinklą) [35].

Įmonės „T-Energy“ įmonės rekomendacijos, kurį planą pasirinkti, pateiktos 7 lentelėje [36].

7 lentelė. "T-Energy" rekomendacijos [36]

Saulės elektrinėje pagaminta ir į ESO tinklą patekusi dalis	100 %	95 %	90 %	85 %	80 %	75 %	70 %	65 %	60 %	55 %	50 %	25 %	20 %
10 kW galios saulės elektrinės gamyba	Gaminančiam vartotojui rekomenduojamas verslo modelis su ESO												
8000 kWh/metus (pvz. Rytai – Vakarai)	ESO planas 2					ESO planas 1							
10000 kWh/metus (optimali)													
12000 kWh/metus (pvz. saulės sekimo sistema)													

1.5.2. Saulės elektrinių nuoma arba pirkimas

Nuo 2019 m. spalio 1d. atsivėrė daugiau galimybių pasinaudoti saulės elektrinių gaminama energija. Lietuvos gyventojai saulės elektrines gali statyti ne tik jam priklausančio sklypo ar pastato, tačiau ir įsigyti ar nuomoti dalį nutolusios saulės elektrinės [37].

Energetikos bendrovė „Ignitis grupė“ pristatė pirmąją nutolusių saulės jėgainių platformą „Ignitis saulės parkai“, kurioje galima įsigyti arba išsinuomoti dalį nutolusios saulės elektrinės. Nurodoma, kad platforma taip pat yra atvira visiems saulės elektrinių vystytojams, kurie gali pateikti savo projektus pardavimui [37].

Nuo 2020 m. sausio 2 d. pradėjusi startuoti „Ignitis saulės parkų“ platforma per pirmą valandą nuo platformos paleidimo jau nupirkta 25 kW ir išnuomota apie 12 kW pirmuosiuose projektuose. „Ignitis: generalinis direktorius D. Montvila teigia, kad atsižvelgiant į mokesčius ir dabartinę elektros kainą, virtualių saulės elektrinių bendrasavininkai iš savo elektros tiekėjo gaus iki 70 proc. mažesnes sąskaitas už suvartotą elektrą, priklausomai nuo to, kiek vartojama elektros. Taip pat vienas gyventojas galės įsigyti arba išsinuomoti saulės elektrinės dalį, kurios minimalus galingumas yra 1 kW, o maksimalus – 30 kW [37].

Pirkimo ar dalies saulės elektrinės nuomos kainos yra skirtingos kiekvienam projektui, tai įtakoja projekto dydis ir ar projektas skirtas pirkimui ar pardavimui. Taip pat priklauso nuo įmonės, kuri vysto projektą (pvz. „Ignitis“, „Egrupė“, „Saulės graža“, „Green Genius“ ir kt.).

Nutolusioje saulės elektrinėje pagaminta elektra apskaitoma :

1. Ignitis Saulės parkai platformos pagalba įsigyjama arba išsinuomojama dalis nutolusios saulės elektrinės įrangos. Skirstomųjų tinklų operatorius tinkamam vartojimo kiekio apskaitos fiksavimui įrengia išmaniuosius elektros energijos skaitiklius namuose ir savininkas tampa gaminančiu vartotoju.
2. Nutolusi saulės elektrinė gamina elektros energiją ir tiekia ją į elektros tinklus.
3. Skirstomųjų tinklų operatorius sulygina nutolusios saulės elektrinės dalies pagamintos elektros energijos kiekį su namuose suvartotos elektros energijos kiekiu.
4. Kiekvieno kalendorinio mėnesio pabaigoje gaunama sąskaita už elektros energijos vartojimo ir turimos nutolusios saulės elektrinės dalies pagamintos elektros energijos gamybos skirtumą bei naudojimosi elektros tinklais paslaugų kainą.

Nutolusių saulės elektrinių pagamintos elektros energijos apskaitymo schema pateikta 16 paveiksle [37].



16 pav. Nutolusių saulės elektrinių pagamintos energijos apskaitymo schema

1.5.3. Verslo modelių palyginimas

Tinkamiausias verslo modelis yra parenkamas atsižvelgiant į elektros energijos suvartojimą kokio dydžio saulės elektrinę gyventojas gali statyti savo nuosavame sklype ar ant stogo. Nepakakus instaliuotos galios galima naudotis Ignitis įmonės siūlomais verslo modeliais, kurie leidžia dalį saulės elektrinės nuomotis arba įsigyti.

Atsikaityti už elektros energijos vartojimą Lietuvos skirstymo operatorius siūlo keturis atsikaitymo būdus, kurie išklasifikuojami pagal tai už ką gaminantis vartotojas gali susimokėti.

"T-Energy" įmonė atliko vertinimą ir padarė išvadas rekomendacinio pobūdžio, kurios teigia, kad verslo modelis, kuris labiausiai tinka gaminančiam vartotojui priklauso nuo to, kokia sistema ir kiek elektros energijos pagamina saulės elektrinė.

2. Saulės elektrinių finansavimo būdų ir verslo modelių ekonominio efektyvumo vertinimo metodika

Investicijų efektyvumą lemia tinkamai įvertinti investiciniai projektai. Tik teisingai įvertintas investicinis projektas, su teisingai apskaičiuotais laukiamais pinigų srautais, eksploatacinėmis išlaidomis, įvertintomis rizikomis užtikrina sėkmingą finansavimą į teisingą projektą. Daugelis Lietuvos (Rutkauskas, Tamošiūnienė, 2002; Galinienė, 2005; Butkus, 2007; Aleknevičienė, 2009; Cibulskienė, Mackevičius, 2009 ir kt.) ir užsienio autorių (Copeland ir kt., 2000; Damodaran, 2002; Ehrhardt, Brigham, 2002; Graham, Harvey, 2002; Agar, 2003; Horne, Wachowicz, 2005; McLaney, 2006 ir kt.) nurodo tris pagrindinius investicinių projektų efektyvumo vertinimo metodus, pagrįstus pinigų srautų skaičiavimu [41]:

- grynosios dabartinės vertės metodas;
- vidinės grąžos normos metodas;
- atsipirkimo laiko metodas.

Taip pat A. Hatzopoulos'as ir G. Harvey'as atlikti tyrimai parodė, kad 75–81 proc. atvejų pagrindiniu investicinio projekto ekonominio efektyvumo vertinimo metodu buvo naudojamas vidinės grąžos normos metodas [41].

Atliekant finansavimo būdų ir verslo modelių palyginamąjį tyrimą yra labai svarbu įvertinti ne tik grynąją dabartinę vertę, vidinę grąžos normą ir investicijų atsiperkamumą. Tačiau svarbu įvertinti svertinius elektros energijos gamybos kaštus, kadangi šis rodiklis nurodo mažiausią kainą, už kurią pagaminta elektros energija turėtų būti parduota, kad nepatirtų nuostolių per projekto visą gyvavimo laikotarpį. Taip pat svertinius elektros energijos gamybos kaštus galime taikyti nevienodoms technologijoms, nevienodo gyvavimo laikotarpio ar dydžio projektams. Visų rodiklių skaičiavimus gali iškreipti neįvertintas pinigų vertės kitimas laike, todėl diskonto normos tikslus įvertinimas taip pat gali nulemti projekto ekonominius rodiklius.

Ž. Simanavičienė knygoje „Inžinerinių sprendimų ekonomika“ teigia, kad yra daugybė analizės metodų, tačiau sprendimams priimti ir projektams įvertinti taikomi šie:

- grynoji dabartinė vertė (NPV);
- vidinė grąžos norma (IRR);
- pelno ir išlaidų santykis (B/C);
- svertiniai elektros energijos gamybos kaštai (LCOE);
- atsipirkimo laiko metodas (PP).

2.1. Grynoji dabartinė vertė

V. Tomaševič'iaus straipsnyje „Investicinių projektų efektyvumo vertinimas grynosios dabartinės vertės metodu“ rašo, kad investuotojui ar projekto savininkui dažnai reikalingas greitai ir lengvai apskaičiuojamas visiems suprantamas investicijų efektyvumo vertinimo matas, kuris parodytų projekto patrauklumą. Vienas iš tokių matų yra NPV metodas.

Taip pat išskiriami pagrindiniai šio metodo privalumai, kurie yra universalumas, plataus naudojimo mastai tiek finansinių, tiek materialijų investicijų vertinimo srityje. Grynosios dabartinės vertės metodas yra vienas iš dažniausiai taikomų parametrų taikant daugiakriterinius investicinių projektų vertinimo metodus bei atliekant jų rizikos analizę. Nors metodas yra plačiai paplitęs, o jo skaičiavimo principas yra gerai žinomas, egzistuoja daugelis veiksnių, kurių eliminavimas ar nepakankamas įvertinimas gali labai iškreipti vertinimo rezultatus.

Grynoji dabartinė vertė yra metodas, naudojamas dabartinių projekto sukuriamų pinigų srautų, įskaitant pradinę kapitalo investiciją, dabartinei projekto vertei nustatyti. Jis plačiai naudojamas nustatyti kurie projektai greičiausiai duos didžiausią pelną [38].

Projektas priimamas arba atmetamas priklausomai nuo grynosios dabartinės vertės dydžio. Galima išskirti tokius investicinių projektų efektyvumo kriterijus pagal NPV reikšmes:

- jei $NPV > 0$, investicinis projektas laikomas efektyviu, t. y. įgyvendinus tokį projektą įmonės vertė išaugs;
- jei $NPV < 0$, investicinis projektas nėra efektyvus ir investuotojas arba projekto savininkas patirs nuostolius;
- jei $NPV = 0$, projektas nesugeneruos pelno, tačiau ir nebus nuostolingas. Tokiu atveju atsižvelgiama ar projektas turės kitokios naudos t. y. socialinės [39].

Grynosios dabartinės vertės vertei didelę įtaką daro tinkamas diskonto normos parinkimas, todėl mokslinėje literatūroje pabrėžiama tinkamo diskonto normos dydžio parinkimo svarba. Kuo didesnė diskontavimo norma, tuo mažesnė dabartinė to paties dydžio pinigų srauto vertė. Mokslinėje literatūroje nurodoma, kad diskontavimo normos dydis parenkamas atsižvelgiant į:

- kapitalo rinkoje siūlomų ilgalaikių paskolų palūkanų esamų normą;
- įmonės mokamus dividendus;
- procentinę normą, rodančią įmonės įsigijimo ir jai priklausančio kapitalo išlaidas;
- įgyvendinamo sprendimo rizikos laipsnį.

Dažnai praktikoje diskonto normos dydis prilyginamas kapitalo rinkoje vyraujančios palūkanų normos dydžiui.

Grynosios dabartinės vertės skaičiavimams naudojama formulė:

$$NPV = \sum_{t=0} DFC_t; \quad (1)$$

čia DFC – diskontuoti pinigų srautai, €;

t – elektrinės visos laikotarpis, metai.

Diskontuotus pinigų srautus galime apskaičiuoti formule:

$$DFC_t = \frac{CF_t}{(1+i)^t}; \quad (2)$$

čia CF_t – pinigų srautai, €;

i – diskonto norma.

Pinigų srautus galime apskaičiuoti:

$$CF_t = R_t - C_t; \quad (3)$$

čia R_t – pajamos, €;

C_t – išlaidos, €.

Skaičiuojant visų metų išlaidas reikia įvertinti investicijas patirtas įrengti saulės elektrinę, kintamus kaštus ir fiksuotus eksploatacinius kaštus:

$$C_t = I + FC + VC; \quad (4)$$

čia I – investicijos, €;

FC – pastovios išlaidos, €;

VC – kintamos išlaidos, €.

Kintami saulės elektrinės kaštai yra kaštai išleisti už elektros energijos pasaugojimą tinkuose ar elektros energiją iš tinklų, kuri nebuvo padengta iš saulės elektrinės.

2.2. Vidinė gražos norma

Vidinės gražos normos metodas kaip ir grynosios dabartinės vertės metodas leidžia įvertinti investicinio projekto ekonominį efektyvumą ir patrauklumą. Taip pat tai finansinis rodiklis naudojamas projektų atsiperkamumui ir pelningumui vertinti [40].

Ekonominę šio metodo prasmę galima paaiškinti taip: jei lėšos investicinio projekto įgyvendinimui būtų nukreiptos ne į projekto realizavimą, o padėtos kaip terminuotas indėlis su tam tikra palūkanų norma į banką ar kitą alternatyvų investicijų objektą, po tam tikro laikotarpio būtų gautas pelnas, kurio dydį lemtų palūkanų normos dydis. Tuo atveju, kai palūkanų norma sutampa su projekto vidinės gražos norma, abi investavimo alternatyvos būtų tolygios ekonominiu požiūriu, t. y. gautas bendrasis pelnas iš vieno ir kito šaltinių būtų vienodas [41].

Interpretuoti IRR vertę nėra sudėtinga – kuo IRR rodiklis didesnis, tuo atsipirkimas greitesnis ir investicija pelningesnė. Jei projekto vidinė gražos norma yra didesnė už projekto kapitalo kaštus, tuomet projektas yra priimtinas. Ir atvirkščiai, jei projekto vidinė gražos norma yra mažesnė už kapitalo kaštus – projektas turėtų būti atmestas [40].

Vidinė gražos norma tai tokia diskontavimo norma, kai nagrinėjamo projekto grynoji dabartinė vertė lygi nuliui.

$$NPV = 0 = \sum_{t=0}^t \frac{CF_t}{(1+IRR)^t}; \quad (5)$$

čia CF_t – pinigų srautai, €;
 t – elektrinės visos laikotarpis, metai.

Vidinė gražos norma parodo diskonto normos ribą, kuriai esant projektas yra nei nuostolingas nei pelningas (lygus vidinei gražos normai).

2.3. Pajamų ir išlaidų santykis

Pajamų ir išlaidų santykis taip pat labai svarbus rodiklis atskleidžiantis, kiek kartų projekto sukuriama nauda viršija jam įgyvendinti patiriamas sąnaudas. Pajamų ir išlaidų santykis (B/C), kitaip dar vadinamas investicijų rentabilumo indeksas, naudojamas nustatyti įplaukų dabartinės vertės ir išlaidų dabartinės vertės santykį.

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

čia PVB – įplaukų dabartinė vertė;
 PVC – išlaidų dabartinė vertė.

Atliekant įvairių rodyklinių palyginamąją analizę, pajamų ir išlaidų santykis leidžia išskirti efektyvesnį projektą tuomet, kai kitais metodais vertinant buvo gauti panašūs rezultatai.

Galima išskirti tokius investicinių projektų efektyvumo kriterijus pagal B/C santykį:

- jei $B/C > 1$, investicinis projektas laikomas priimtinu;
- jei $B/C < 1$, projektas atmetamas;
- jei $B/C = 1$, ribinis variantas, projektas nesugeneruos pelno, tačiau ir nebus nuostolingas.

2.4. Vidutiniai svertiniai kapitalo kaštai

Vidutiniai svertiniai kapitalo kaštai yra svarbus indėlis apskaičiuojant svertinius elektros energijos gamybos kaštus (LCOE), nes ji nustato normą, kuria diskontuojamos tiek sąnaudos, tiek elektros sąnaudos per saulės baterijų sistemos eksploatavimo laiką. Vidutiniai svertiniai kapitalo kaštai taip pat naudojami, tam kad nustatyti kiekvieno projekto diskonto normą [42].

WACC prilyginama diskonto normai. WACC įvairiuose projektuose ir šalyse skiriasi dėl įvairių priežasčių. J.P. Painulytis nurodo tokius elementus kaip: kapitalo trūkumas, vyriausybės politika, finansavimo būdas, infliacijos lygis ar kredito paklausa. WACC įtaką daro ir santykinė finansų pasiūla ir paklausa. Ypač daugelyje besivystančių šalių, kur finansų pramonė yra mažiau konkurencinga, WACC yra didesni [42].

Kiekviena įmonė ar savininkas bando sumažinti projekto WACC, tai bus tuomet, kuomet bus naudojamas tam tikras skolinto ir nuosavo kapitalų derinys. Tikslus derinys kiekvienai įmonei ar savininkui skirsis keičiantis rizikai ir palūkanų normoms. Įmonių vadybininkai nuolat analizuoja įvairius ekonominius ir įmonės veiksmus, kad pasiektų optimalią kapitalo struktūrą.

Apskaičiuojant vidutinius svertinius kapitalo kaštus kiekvienam projektui yra vertinama nuosavo ir skolinto kapitalo dalis investuota į projektą ir tos dalies kaina [42]:

$$WACC = E \cdot R_E + D \cdot R_D \cdot (1 - T); \quad (7)$$

čia E – nuosavo kapitalo investicijų dalis, %;

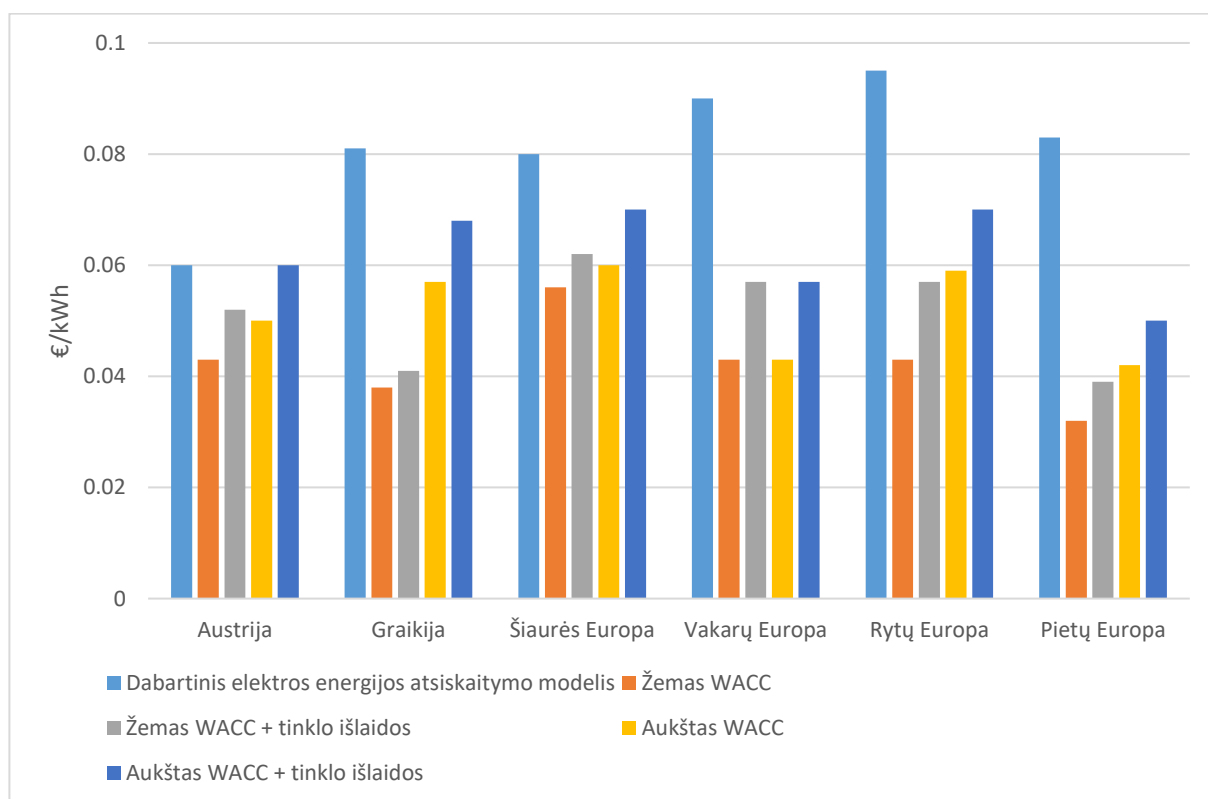
D – skolinto kapitalo investicijų dalis, %;

R_E – investuotojų tikimasi minimali vidutinė metinė grąža;

R_D – paskolos palūkanų norma;

T – pelno mokestis.

WACC daroma įtaka svertiniams elektros energijos gamybos kaštams gali nulemti projekto sėkmę. Saulės elektrinių svertinių elektros energijos gamybos kaštų vertės prognozuojamos 2030 metams prie skirtingų WACC reikšmių skirtinguose regionuose pateiktos 17 paveiksle [43].



17 pav. WACC įtaka svertiniams elektros energijos gamybos kaštams skirtinguose regionuose

Matoma, kad būsimos saulės elektrinės 2030 metais bus konkurencingos visuose regionuose. Net jei įskaičiuotos tinklo išlaidos, kuomet WACC yra aukštas, LCOE svyruoja tarp 0,05–0,07 €/kWh. Didžiausios gamybos sąnaudos atsiranda šiaurės Europoje (0,07 €/kWh), mažiausios pietų ir vakarų Europoje (0,05 €/kWh). Santykinai didesnes sąnaudas šiaurės Europoje galima paaiškinti mažų pajėgumų faktoriumi, o mažas sąnaudas pietų Europoje – aukštas pajėgumų faktorius. Taip pat prognozuojamos LCOE reikšmės net ir su aukštomis WACC vertėmis yra pigesnės nei dabartinis elektros energijos verslo modelis [43].

2.5. Svertiniai elektros energijos gamybos kaštai

Svertiniai elektros energijos gamybos kaštai yra matas, naudojamas įvertinti ir palyginti alternatyvius energijos gamybos metodus.

Šis matas yra aktualus, nes daugumai asmenų ar įmonių, norinčių įsirengti saulės elektrinę, reikia gauti tinkamą finansavimą, dažniausiai tai būna nuosavo ir skolinto kapitalo derinys, kad galėtų

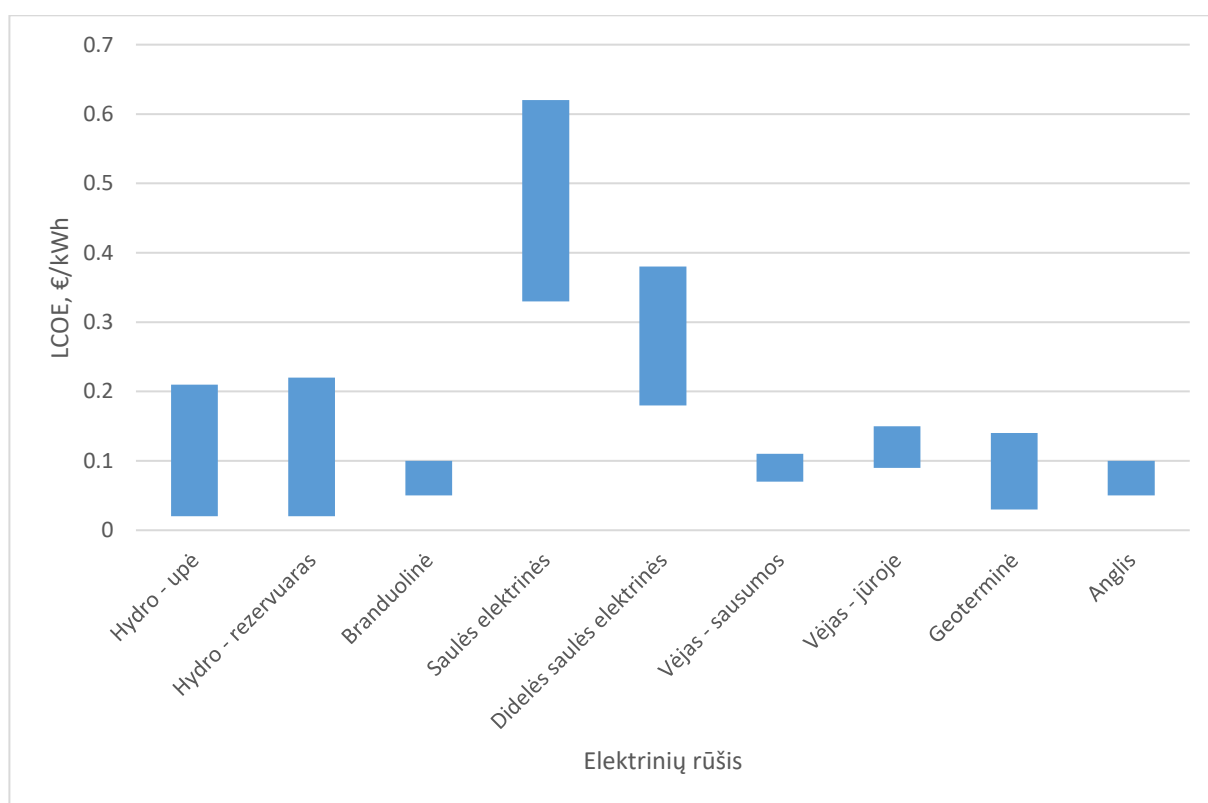
sumokėti už investicijas reikalingas įsirengti elektrinę. Nustatant energetikos technologijų, projektų konkurencingumą, reikia atsižvelgti į daugelį veiksnių, įskaitant jų pastovias ir kintamas išlaidas, aplinkos apribojimus. Tarp įvairių konkurencingumo matų dažniausiai naudojamas svertinių elektros energijos gamybos kaštų rodiklis. Rodiklis parodo vidutinės elektros energijos vieneto sąnaudas per tam tikros investicijos galiojimo laiką, visos išlaidos diskontuojamos iki jų grynosios dabartinės vertės įrengimo metu ir padalinamos iš numatomos bendros energijos gamybos [42].

LCOE gali būti laikoma vidutine minimalia kaina, už kurią rekomenduojama parduoti pagamintą energiją, kad būtų kompensuojami visi gamybos kaštai per visą elektrinės gyvavimo laikotarpį.

Svertiniai elektros energijos gamybos kaštai suteikia galimybę palyginti tam tikrų tipų gamybos technologijas, nes jie atspindi vieno elektros energijos vieneto gamybos kaštų apskaičiavimą, įtraukiant visus veiksnius, kurie gali turėti įtakos kaštų dydžiui [43].

LCOE vertinimas labai priklauso nuo vietos, technologijų ir ekonominių aplinkybių, tokių kaip apkrovos valandų, eksploatacijos išlaidų, skolinto kapitalo dalies, kuro sąnaudų ir kita. Būsimiems projektams negalime tiksliai įvertinti LCOE verčių, tačiau to pakanka palyginamajai analizei [43].

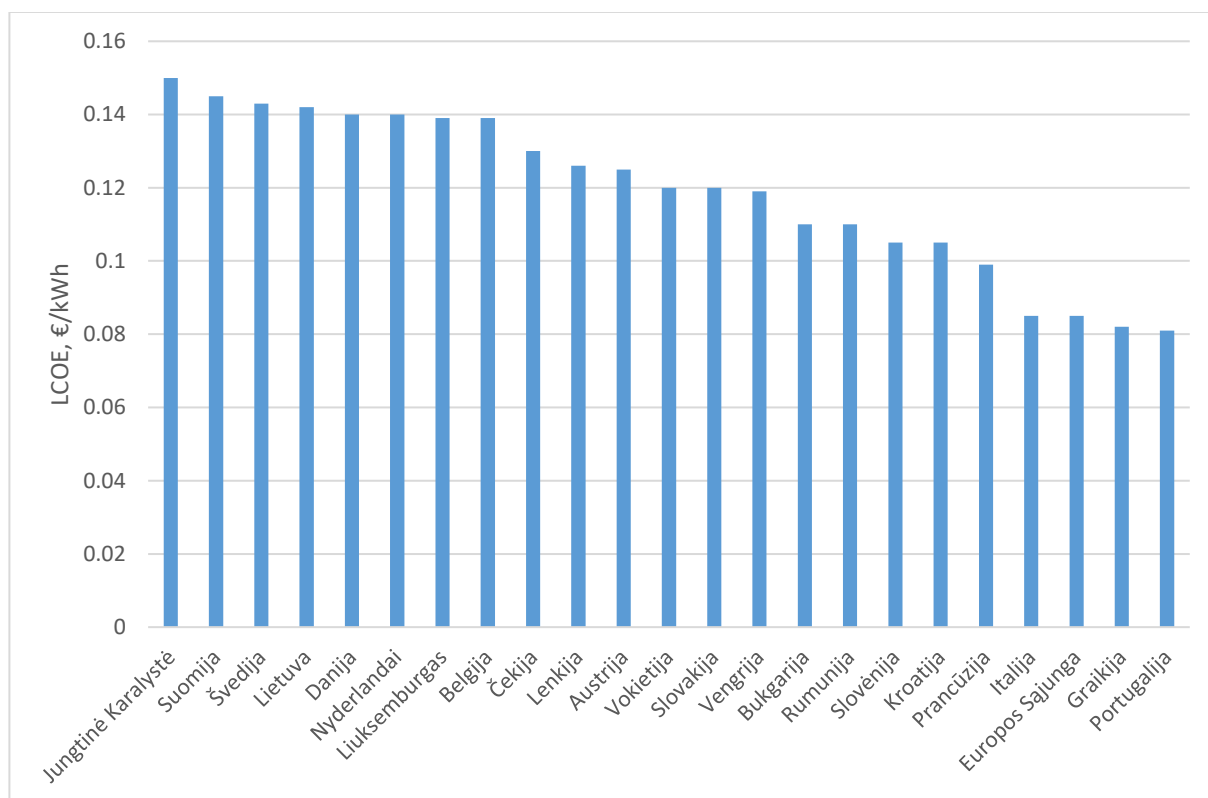
Įvairių elektros energijos gamybos 2009–2014 m. LCOE įvertinimai, pagrįsti DECC (2012), Held et al (2015), IEA, NEA, OECD (2010), OpenEI (2016) ir pasaulio energetikos duomenimis pateikti 18 paveiksle [43]:



18 pav. Skirtingų elektrinių svertinių elektros energijos gamybos kaštų palyginimas (2016 m.)

Lyginant pasaulio mastu konkrečių technologijų LCOE taip pat skiriasi. Šiuos skirtumus lemia finansinė šalies padėtis bei besikeičiantys pajėgumų veiksniai. Kai kurios vietovės pasižymi mažesne saulės apšvieta lyginant su kitomis, tačiau saulės apšvieta nėra vienintelis veiksnys, turintis įtakos LCOE skirtumams [43].

Vidutiniai svertiniai kapitalo kaštai (WACC) taip pat lemia LCOE nacionalinius skirtumus. Dėl skirtingų rinkos rizikų bei politinės šalies rizikos, WACC reikšmė gali labai skirtis pagal šalis. Saulės elektrinių LCOE reikšmės per šalis pateiktos 19 paveiksle [43].



19 pav. Saulės elektrinių LCOE reikšmės valstybėse (2014 m.)

Svertiniai elektros energijos gamybos kaštai gali būti išreikšti kaip inovacinio sprendimo grynujų pinigų srautų dabartinės vertės ir investicijų santykis [42]:

$$LCOE = \frac{\sum_{t=0}^t \frac{I_t + O_t + D_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^t \frac{E_t \cdot (1-d)^t}{(1+i)^t}}; \quad (8)$$

čia I_t – pradinės investicijos, €;

O_t – eksploatacinės išlaidos, €;

D_t – uždarymo išlaidos, €;

E_t – pagamintas energijos kiekis, MWh;

d – metinis įrenginių degradacijos faktorius.

Eksploatacinės išlaidos O_t sudaro kintamoji ir pastovioji išlaidų dalys, tada išlaidos eksploatacinės išlaidos apskaičiuojamos:

$$O_t = FC + VC; \quad (9)$$

Skaičiuojant svertinius elektros energijos gamybos kaštus svarbu įvertinti subsidijas, lengvatas gaunamas taikant finansavimo būdą:

$$LCOE = \frac{\sum_{t=0}^t \frac{I_t + O_t + D_t - IL}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^t \frac{E_t \cdot (1-d)^t}{(1+i)^t}}; \quad (10)$$

čia IL – subsidijos, lengvatos gaunamos taikant finansavimo būdą, €.

LCOE priklauso nuo diskonto normos, gamybos tarnavimo laiko, numatomos finansavimo grąžos normos, mokesčių, nusidėvėjimo ir pajėgumo faktoriaus, pridėjus fiksuotus ir kintamus kaštus ir galiausiai degalų sąnaudas (jeigu tokios yra).

2.6. Verslo modelių įgyvendinimo būdai

Už patiektą elektros energijos kiekį į tinklus gaminantis vartotojas atsiskaitys su skirstymo operatoriumi atitinkamai pagal pasirinktą verslo modelį.

2.6.1. Atsiskaitymas už atgautą energiją

Už į elektros tinklus patiektą ir vėliau atgautą elektros energiją gaminantys vartotojai moka 0,05445 €/kWh:

$$C1_{ATGAUTAS IŠ TINKLŲ} = E_{ATGAUTAS IŠ TINKLŲ} \cdot C_1; \quad (11)$$

čia $C1_{ATGAUTAS IŠ TINKLŲ}$ – kaina, kurią gaminantis vartotojas susimoka už atgautą elektros energijos kiekį iš tinklų, €;

$E_{ATGAUTAS IŠ TINKLŲ}$ – iš elektros tinklų atgautas elektros energijos kiekis, kWh;

C_1 – elektros energijos kaina atsiskaitant už atgautą energiją, €/kWh.

Tuomet skaičiuojamas nepadengtos elektros energijos kiekis:

$$E_{TRŪKUMAS} = E_{SUVARTOJIMAS} - E_{MOMENTINIS}; \quad (12)$$

čia $E_{TRŪKUMAS}$ – nepadengtas elektros energijos kiekis, kWh;

$E_{SUVARTOJIMAS}$ – gaminančio vartotojo suvartojimas, kWh.

$E_{MOMENTINIS}$ – elektros energijos kiekis, kurį gaminantis vartotojas suvartoja momentiška ir jis nėra patiekiamas į elektros tinklus, kWh.

2.6.2. Atsiskaitymas už elektrinės instaliuotą galią

Atsiskaitant už elektrinės instaliuotą galią vartotojas moka 3,1944 €/kW/mėn. tarifą, kuris nekinta (jeigu nesikeičia instaliuota galia):

$$C2_{INSTALIUOTA GALIA} = P_{ELEKTRINĖS} \cdot C_2; \quad (13)$$

čia $C2_{INSTALIUOTA GALIA}$ – kaina, kurią gaminantis vartotojas susimoka už instaliuotą galią, €;

$P_{ELEKTRINĖS}$ – saulės elektrinės instaliuota galia, kWp;

C_2 – elektros energijos kaina atsiskaitant už instaliuotą galią, €/kWh.

Tuomet skaičiuojamas nepadengtos elektros energijos kiekis:

$$E_{TRUKUMAS} = E_{SUVARTOJIMAS} - (E_{MOMENTINIS} + E_{ATGAUTAS IŠ TINKLŲ}); \quad (14)$$

2.6.3. Atsiskaitymas mišriu būdu

Atsiskaitant mišriu būdu vartotojas moka 1,5972 €/kW/mėn. tarifą, kuris nekinta (jeigu nesikeičia instaliuota galia):

$$C3_{INSTALIUOTA GALIA} = P_{ELEKTRINĖS} \cdot C_{3.1}; \quad (15)$$

čia $C3_{INSTALIUOTA GALIA}$ – kaina, kurią gaminantis vartotojas susimoka už instaliuotą galią, €;

$P_{ELEKTRINĖS}$ – saulės elektrinės instaliuota galia, kWp;

$C_{3.1}$ – elektros energijos kaina atsiskaitant mišriu būdu, €/kWh.

Už į elektros tinklus patiektą ir vėliau atgautą elektros energiją gaminantys vartotojai moka 0,02662 €/kWh:

$$C3_{ATGAUTAS IŠ TINKLŲ} = E_{ATGAUTAS IŠ TINKLŲ} \cdot C_{3.2}; \quad (16)$$

čia $C3_{ATGAUTAS IŠ TINKLŲ}$ – kaina, kurią gaminantis vartotojas susimoka už atgautą elektros energijos kiekį iš tinklų, €;

$E_{ATGAUTAS IŠ TINKLŲ}$ – iš elektros tinklų atgautas elektros energijos kiekis, kWh;

$C_{3.2}$ – elektros energijos kaina atsiskaitant mišriu būdu, €/kWh.

Tuomet skaičiuojamas nepadengtos elektros energijos kiekis:

$$E_{TRUKUMAS} = E_{SUVARTOJIMAS} - (E_{MOMENTINIS} + E_{ATGAUTAS IŠ TINKLŲ}); \quad (17)$$

čia $E_{TRUKUMAS}$ – nepadengtas elektros energijos kiekis, kWh;

$E_{SUVARTOJIMAS}$ – gaminančio vartotojo suvartojimas, kWh;

$E_{MOMENTINIS}$ – elektros energijos kiekis, kurį gaminantis vartotojas suvartoja momentiška ir jis nėra patiekiamas į elektros tinklus, kWh.

2.6.4. Atsiskaitymas kilovatvalandėmis

Gaminantys vartotojai pasirinkę atsiskaityti kilovatvalandėmis, moka tik už atgautą elektros energiją iš tinklo. Tačiau atgauna tik 59 % nuo visos energijos patiektos į tinklą.

$$E_{ATGAUTAS IŠ TINKLŲ} = E_{I TINKLĄ} \cdot 0,59; \quad (18)$$

čia $E_{I TINKLĄ}$ – elektros energijos kiekis perduotas į tinklą, kWh;

$E_{ATGAUTAS IŠ TINKLŲ}$ – iš elektros tinklų atgautas elektros energijos kiekis, kWh.

Tuomet skaičiuojamas nepadengtos elektros energijos kiekis:

$$E_{TRUKUMAS} = E_{SUVARTOJIMAS} - (E_{MOMENTINIS} + E_{ATGAUTAS IŠ TINKLŲ}); \quad (19)$$

čia $E_{TRUKUMAS}$ – nepadengtas elektros energijos kiekis, kWh;

$E_{SUVARTOJIMAS}$ – gaminančio vartotojo suvartojimas, kWh;

$E_{MOMENTINIS}$ – elektros energijos kiekis, kurį gaminantis vartotojas suvartoja momentiška ir jis nėra patiekiamas į elektros tinklus, kWh.

Už trūkstamą elektros energiją, gaminantys vartotojai susimoka skirstymo operatoriui fiksuotą įkainį:

$$C_{TRŪKUMAS} = E_{TRŪKUMAS} \cdot C ; \quad (20)$$

čia $C_{TRŪKUMAS}$ – kaina, kurią gaminantis vartotojas susimoka už trūkstamą elektros energijos kiekį, €;

C – elektros energijos kaina, €/kWh.

2.7. Investicijų atsiperkamumas

Atsipirkimo laikas (PP) – laikas, per kurį iš inovacinio sprendimo gaunamos pajamos padengia investicijas. Tai metų, reikalingų kompensuoti startines investicijų išlaidas, skaičius. Atsipirkimo laikotarpis nėra labai tikslus projekto vertės nustatymo matas, kadangi nenumato galimybės apskaičiuoti pajamų po investicijų atsipirkimo laikotarpio. Tačiau dėl apskaičiavimo paprastumo yra gana plačiai taikomas.

Atsipirkimo laiką galima skaičiuoti sumuojant grynujų pinigų srautus, kol suma pasidarys teigiama:

$$PP = T0 + \frac{\text{Nepadengtos išlaidos}}{\text{Pinigų srautas visiško padengimo metais}} ; \quad (21)$$

čia $T0$ – metų skaičius prieš visišką išlaidų padengimą.

Investicijų atsiperkamumas skaičiuojamas ne tik pagal formulę, tačiau sudarant projekto balanso grafiką, kuriame atsispindi pinigų srautai kiekvienais metais.

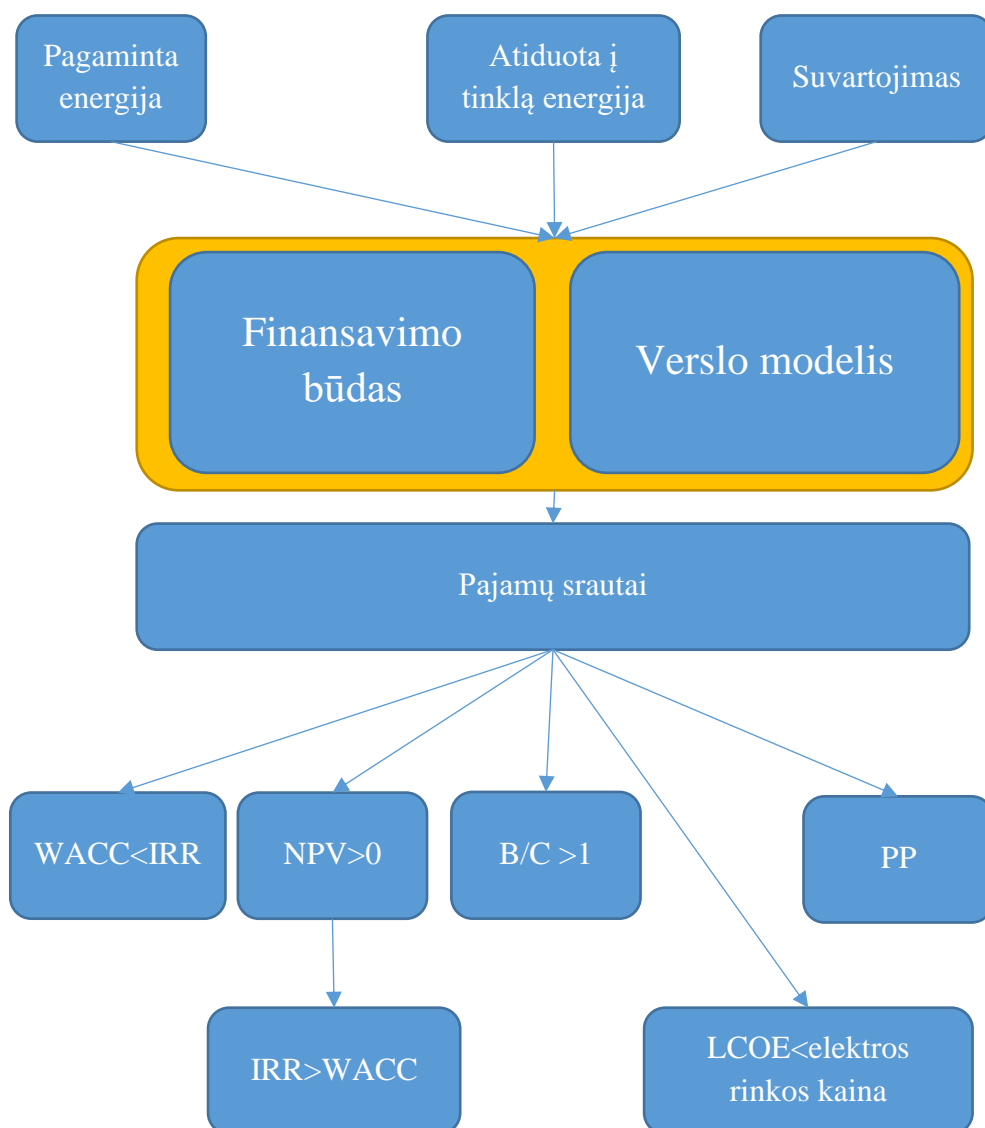
Nepadengtos išlaidos skaičiuojamos įvertinant investicijas ir pinigų srautus kiekvienais metais:

$$\text{Nepadengtos išlaidos}_t = I_t + CF_t ; \quad (22)$$

2.8. Apibendrinimas

Tyrimo metodologinėje dalyje išanalizuoti pagrindiniai ekonominiai rodikliai įvertinantys projekto ekonominį rentabilumą:

- grynoji dabartinė vertė (NPV);
- vidinė grąžos norma (IRR);
- pelno ir išlaidų santykis (B/C);
- vidutiniai svertiniai kapitalo kaštai (WACC);
- svertiniai elektros energijos gamybos kaštai (LCOE);
- atsipirkimo laikas (PP).



20 pav. Tyrimo metodikos apibendrinimas

Pasirinktam tyrimo objektui bus skaičiuojami pagrindiniai ekonominiai rodikliai įvertinantys projekto patrauklumą rinkoje. Išdėstyta tyrimo metodologija bus taikoma kiekvienam projektui individualiai, atsižvelgiant į pasirinktą finansavimo būdą ir verslo modelį.

3. Saulės elektrinių ekonominis palyginamasis vertinimas

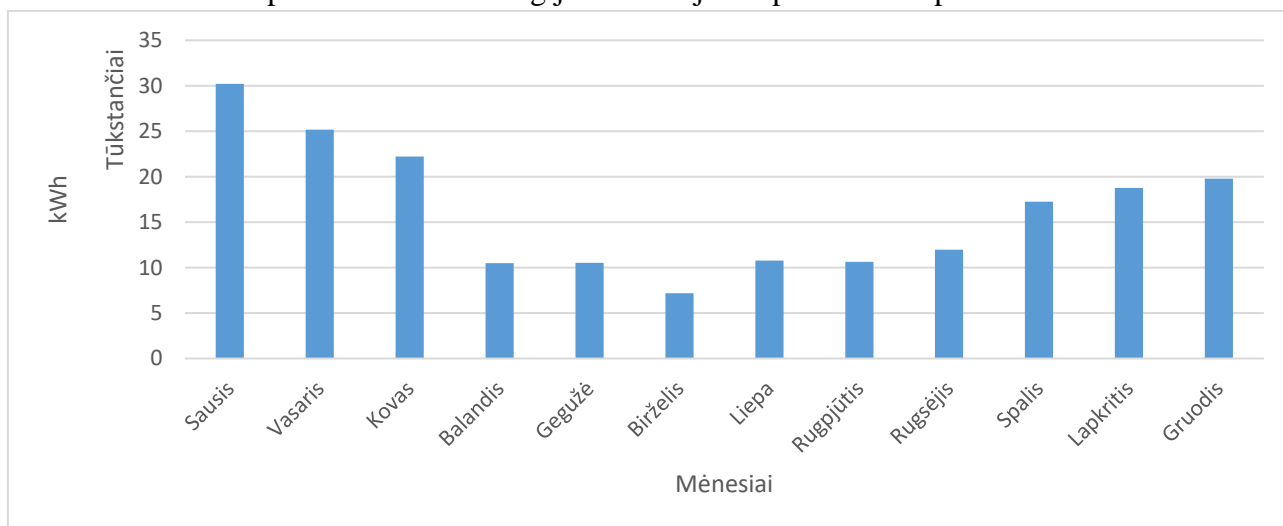
3.1. Tiriamųjų objektų aprašymai

Šioje darbo dalyje pateikta detali lyginamoji ekonominė analizė dviejų skirtingų galių gaminančių vartotojų saulės elektrinių, remiantis antroje dalyje išdėstyta tyrimo metodologija.

3.1.1. 50 kWp saulės elektrinė

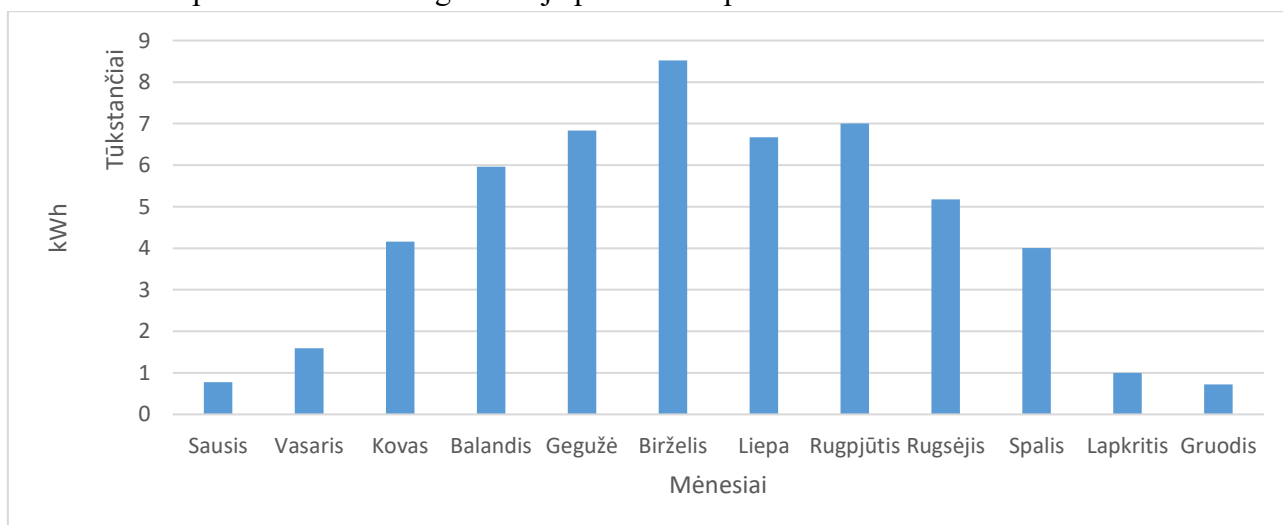
Pirmuoju tiriamuoju objektu pasirinktas komercinio pastato gaminantis vartotojas, kuris ant pastato stogo yra įsirengęs 50 kWp saulės elektrinę. Šio komercinio pastato metinis elektros energijos suvartojimas yra 194 928 kWh (žr. 1 priedas) per metus, kurį sudaro elektros energijos poreikis pastato elektros energijos poreikiams tenkinti. Įrengtos 50 kWp saulės elektrinė metinė generacija yra 52 426 kWh (žr. 1 priedas). Dalį metinio elektros energijos suvartojimo gaminantis vartotojas padengia iš 50 kWp saulės elektrinės, elektros energijos parsigražintos iš tinklų, kitą dalį – iš tinklo perkama elektros energija.

Metinis komercinio pastato elektros energijos suvartojimas pateiktas 21 paveiksle:



21 pav. Metinis komercinio pastato elektros energijos suvartojimas

Metinė 50 kWp saulės elektrinės generacija pateikta 22 paveiksle.



22 pav. Metinė 50 kWp saulės elektrinės generacija

Pagrindiniai 50 kWp saulės elektrinės ir gaminančio vartotojo parametrai pateikti 8 lentelėje [44]:

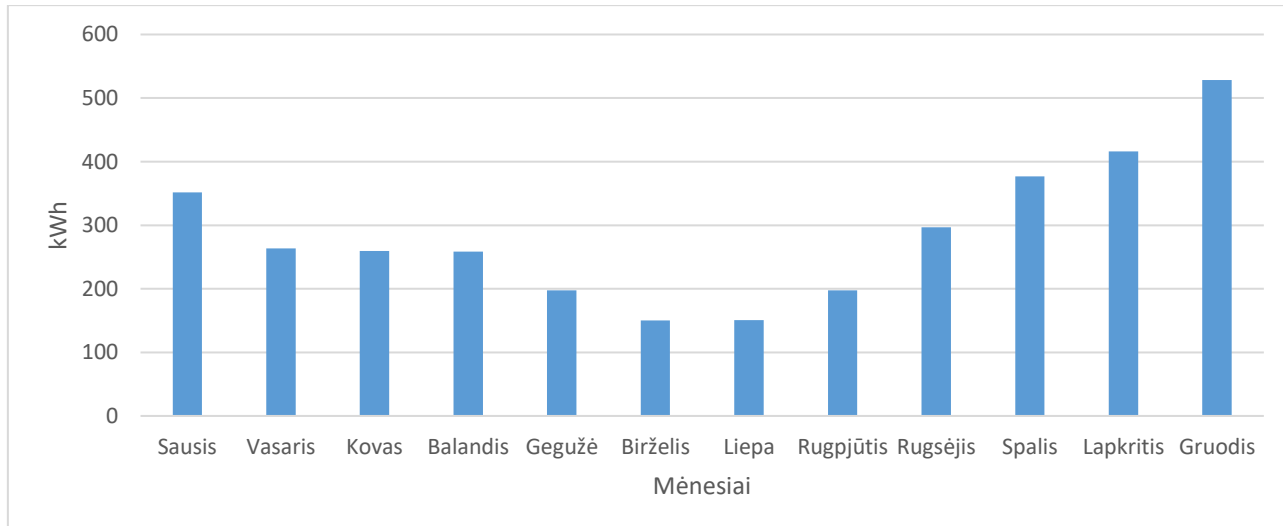
8 lentelė. Pagrindiniai 50 kWp saulės elektrinės ir gaminančio vartotojo parametrai

Parametras	Vertė
Elektrinės galia, kWp	50
Investicinės išlaidos, €/Wp	1,13
Pastovūs kaštai, €/MWp/metus	13,44
Eksploatavimo laikotarpis, m	20
Metinis elektros energijos suvartojimas, kWh/metus	194 928
Elektros energijos kiekis sugeneruotas iš saulės elektrinės, kWh/metus	52 426

3.1.2. 3 kWp saulės elektrinė

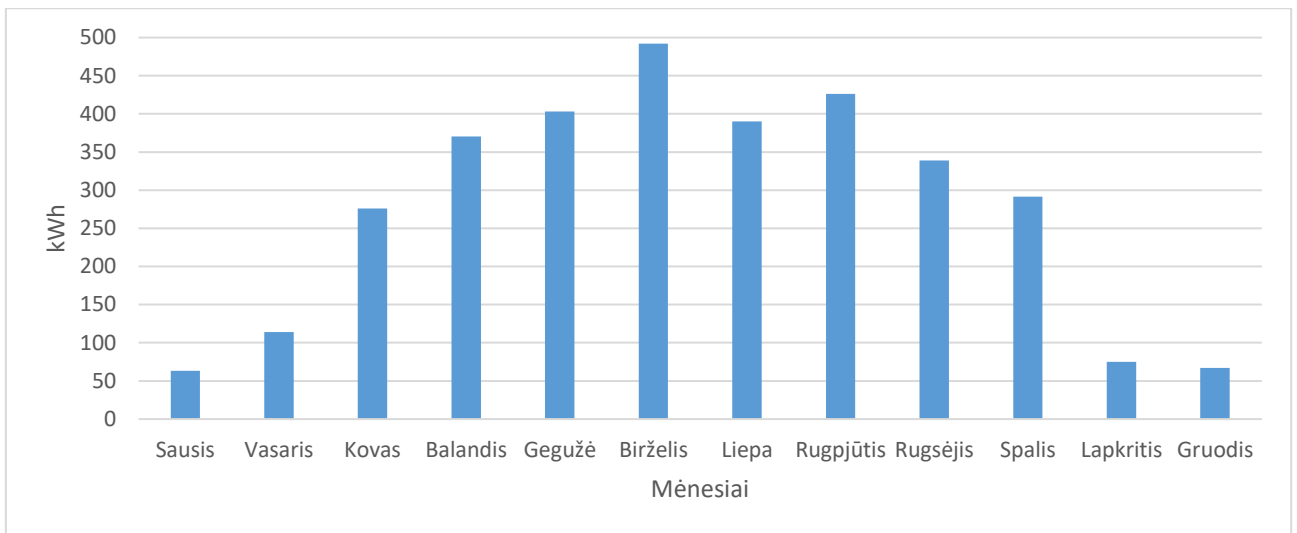
Antruoju tiriamuoju objektu pasirinktas individualus gyvenamasis namas, kuris ant gyvenamojo namo stogo yra įsirengęs 3 kWp saulės elektrinę. Šio individualaus gyvenamojo namo metinis elektros energijos suvartojimas yra 3 448 kWh (žr. 2 priedas), kurią sudaro namuose naudojamų įvairių buitinių prietaisų bei apšvietimo poreikių patenkinimas. Įrengtos 3 kWp saulės elektrinė metinė generacija yra 3 307 kWh (žr. 2 priedas). Dalį metinio elektros energijos suvartojimo gaminantis vartotojas padengia iš 3 kWp saulės elektrinės, elektros energijos parsigražintos iš tinklų, kitą dalį – iš tinklo perkama elektros energija.

Metinis gyvenamojo pastato elektros energijos suvartojimas pateiktas 23 paveiksle:



23 pav. Metinis individualaus namo elektros energijos suvartojimas

Metinė 3 kWp saulės elektrinės generacija pateikta 24 paveiksle.



24 pav. Metinė 3 kWp saulės elektrinės generacija

Pagrindiniai 3 kWp saulės elektrinės ir gaminančio vartotojo parametrai pateikti 9 lentelėje [44]:

9 lentelė. Pagrindiniai 3 kWp saulės elektrinės ir gaminančio vartotojo parametrai

Parametras	Vertė
Elektrinės galia, kWp	3
Investicinės išlaidos, €/Wp	1,13
Pastovūs kaštai, €/MWp	13,44
Eksploatavimo laikotarpis, m	20
Metinis elektros energijos suvartojimas, kWh/metus	3 448
Elektros energijos kiekis sugeneruotas iš saulės elektrinės, kWh/metus	3 307

3.2. Vidutinių svertinių kapitalo kaštų vertinimas

Vidutiniai svertiniai kapitalo kaštai apskaičiuojami remiantis 7 formule ir 4 lentelėje pateikta informacija atsižvelgiant į anksčiau išdėstytą teoriją. Skaičiavimai pateikti įprastinės banko paskolos finansavimo atveju:

$$WACC = E \cdot R_E + D \cdot R_D \cdot (1 - T) = 40 \% \cdot 2,64 \% + 60 \% \cdot 8 \% \cdot (1 - 15\%) = 5,14 \% . \quad (23)$$

Investuotojų nuosavo kapitalo grąža šiuo atveju yra 2,64 %, paskolos palūkanų norma – 8 % [45].

Visų finansavimo būdų vidutinių svertinių kapitalo kaštų vertės pateiktos 10 lentelėje:

10 lentelė. Vidutinių svertinių kapitalo kaštų vertės

Finansavimo būdas	WACC
Įprastinė banko paskola	5,14 %
Lietuvos aplinkos apsaugos investicijų fondas	2,58 %

Fiksuoto dydžio subsidija	2,64 %
JESSICA	2,55 %

Pagal apskaičiuotas vertes, galima pastebėti, jog įprastinės banko paskolos finansavimo atveju vidutinė svartinė kapitalo kaštų vertė yra žymiai didesnė lyginant su kitais trimis nagrinėjama atvejais dėl aukštesnės skolinto kapitalo kainos.

3.3. Grynosios dabartinės vertės vertinimas

Atsižvelgiant į tiriamųjų objektų saulės elektrinių generacijas ir elektros energijos suvartojimus apskaičiuojamos NVP kiekvienam tiriamajam objektui.

Daroma prielaida, kad kintamų išlaidų gaminantys vartotojai nepatiria, kadangi saulės elektrinės nėra didelės galios. Eksploatacines išlaidas sudaro tik pastoviosios išlaidos, kurios yra 0,01344 €/kWp.

3.3.1. 50 kWp saulės elektrinės grynoji dabartinė vertė

Bendrosios saulės elektrinės investicijos esant lyginamosioms investicijoms 1,13 €/Wp yra:

$$I_0 = P_{ELEKTRINĖS} \cdot C_{Elektrinės} = 50 \cdot 1130 = 56\,500 \text{ €}; \quad (24)$$

čia $C_{Elektrinės}$ – lyginamosios investicijos, €/kWp.

Bendrosios investicijos vertinamos atitinkamai kiekvienam finansavimo būdai. Toliau skaičiavimai pateikti su įprastinės banko paskolos finansavimo atveju.

3.3.1.1. Grynosios dabartinės vertės vertinimas taikant įprastinės banko paskolos finansavimą

3.3.1.1.1. Atsiskaitymas už atgautą energiją

Pirmaisiais metais vyksta dokumentų ruošimas ir saulės elektrinės montavimo darbai, todėl priimama, kad saulės elektrinė per 0–usius metus elektros energijos negeneruoja, tad išlaidas sudaro investicijos ir išlaidos patirtos už suvartotą elektros energijos kiekį:

$$C_{TRŪKUMAS} = E_{TRŪKUMAS} \cdot C = 194\,928 \cdot 0,141 = 27\,484,91 \text{ €}. \quad (25)$$

$$\begin{aligned} CF_0 = R_0 - C_0 &= 0 - (C_{TRŪKUMAS} + I_0) = 0 - (27\,484,91 + 56\,500) \\ &= -83\,984,91 \text{ €}. \end{aligned} \quad (26)$$

Diskontuotas pinigų srautas:

$$DFC_0 = \frac{CF_0}{(1 + WACC)^0} = \frac{-83\,984,91}{(1 + 0,0514)^0} = -83\,984,91 \text{ €}. \quad (27)$$

Gaminantys vartotojai kiekvienais metais, be saulės elektrinės, būtų patyrę $C_{TRŪKUMAS}$ dydžio išlaidas už suvartotą elektros energijos kiekį. Taigi, 0–aisias metais skirtumas tarp patirtų išlaidų ir išlaidų, kurios būtų buvę, be saulės elektrinės yra 56 500 €.

Pirmaisiais metais gaminantys vartotojai patiria pastovias eksploatacines išlaidas, kurios per metus yra 0,672 €.

Prie išlaidų pridedama suma už atgautą elektros energijos kiekį:

$$C1_{ATGAUTAS IŠ TINKLŲ} = E_{ATGAUTAS IŠ TINKLŲ} \cdot C_1 = 17\,492 \cdot 0,05445 = 952,46 \text{ €}. \quad (28)$$

Kadangi gaminantis vartotojas suvartoja 142 503 kWh daugiau nei saulės elektrinė pagamina, todėl trūkstamą elektros energiją gaminantis vartotojas perka iš elektros tinklų:

$$E_{TRŪKUMAS} = E_{SUVARTOJIMAS} - E_{MOMENTINIS} = 194\,928 - 34\,933 = 142\,503 \text{ kWh}. \quad (29)$$

Už trūkstamą elektros energiją vartotojas kiekvienais metais susimoka 20 092,88 €.

Iš viso per pirmuosius metus patiriamos išlaidos:

$$C_1 = I + FC + VC = 0 + (952,46 + 0,672 + 20\,092,88) + 0 = 21\,046,01 \text{ €}. \quad (30)$$

Tuomet pinigų srautas:

$$CF_1 = R_1 - C_1 = 0 - 21\,046,01 = -21\,046,01 \text{ €}. \quad (31)$$

Diskontuotas pinigų srautas:

$$DFC_1 = \frac{CF_1}{(1 + WACC)^1} = \frac{21\,046,01}{(1 + 0,0514)^1} = 20\,017,89 \text{ €}. \quad (32)$$

Įvertinus kiek gaminantis vartotojas būtų išleidęs be saulės elektrinės ir vertes diskontavus, gaunamas modifikuotas pinigų srautas pirmaisiais metais:

$$DFC_{1M} = \frac{CF_M - CF_1}{(1 + WACC)^1} = \frac{27\,484,91 - 21\,046,01}{(1 + 0,0514)^1} = 6\,124,35 \text{ €}. \quad (33)$$

Vertinant, kad saulės modulių ir inverterių gamintojai, įrenginiams duoda 20 metų garantiją, skaičiavimai atliekami 20 metų:

$$NPV = \sum_{t=0} DFC_{tM} = 22\,826 \text{ €}. \quad (34)$$

3.3.1.1.2. Atsiskaitymas už elektrinės instaliuotą galią

Saulės elektrinės investicijos ir eksploatacinės išlaidos nepriklauso nuo pasirinkto verslo modelio.

Atsiskaitant už elektrinės instaliuotą galią vartotojas moka 3,1944 €/kW/mėn tarifą, kuris nekinta (jeigu nesikeičia instaliuota galia):

$$C2_{INSTALIUOTA GALIA} = P_{ELEKTRINĖS} \cdot C_2 = 50 \cdot 3,1944 = 159,72 \text{ €/mėn}. \quad (35)$$

Per metus gaminantis vartotojas už instaliuotą galią išleidžia – 1 916,64 €.

Tuomet pirmaisiais elektrinės eksploataavimo metais trūkstamas elektros energijos kiekis skaičiuojamas:

$$E_{TRŪKUMAS} = E_{SUVARTOJIMAS} - E_{MOMENTINIS} = 194\,928 - 34\,933 = 142\,503 \text{ kWh}. \quad (36)$$

Už trūkstamą elektros energiją vartotojas kiekvienais metais susimoka 20 092,88 €.

Iš viso per pirmuosius metus patiriamos išlaidos:

$$C_1 = I + FC + VC = 0 + (1916,64 + 0,672 + 20\,092,88) + 0 = 22\,010,19 \text{ €}. \quad (37)$$

Tuomet pinigų srautas:

$$CF_1 = R_1 - C_1 = 0 - 22\,010,19 = -22\,010,19 \text{ €}. \quad (38)$$

Diskontuotas pinigų srautas:

$$DFC_1 = \frac{CF_1}{(1 + WACC)^1} = \frac{22\,010,19}{(1 + 0,0514)^1} = 20\,934,97 \text{ €}. \quad (39)$$

Įvertinus kiek gaminantis vartotojas būtų išleidęs be saulės elektrinės ir vertes išdiskontavus, gaunamas modifikuotas pinigų srautas pirmaisiais metais:

$$DFC_{1M} = \frac{CF_M - CF_1}{(1 + WACC)^1} = \frac{27\,484,91 - 22\,010,19}{(1 + 0,0514)^1} = 5\,207,27 \text{ €}. \quad (40)$$

Grynoji dabartinė vertė po 20 metų:

$$NPV = \sum_{t=0} DFC_{tM} = 10\,947 \text{ €}. \quad (41)$$

3.3.1.1.3. Atsiskaitymas mišriu būdu

Atsiskaitant mišriu būdu vartotojas moka 1,5972 €/kW/mėn tarifą, kuris nekinta (jeigu nesikeičia instaliuota galia):

$$C3_{INSTALIUOTA\ GALIA} = P_{ELEKTRINĖS} \cdot C_{3.1} = 50 \cdot 1,5972 = 79,86 \text{ €/mėn}. \quad (42)$$

Per metus gaminantis vartotojas už instaliuotą galią išleidžia – 958,32 €.

Už į elektros tinklus patiektą ir vėliau atgautą elektros energiją gaminantys vartotojai moka 0,02662 €/kWh:

$$C3_{ATGAUTAS\ IŠ\ TINKLŲ} = E_{ATGAUTAS\ IŠ\ TINKLŲ} \cdot C_{3.2} = 17\,492 \cdot 0,02662 = 465,65 \text{ €}. \quad (43)$$

Tuomet skaičiuojamas nepadengtos elektros energijos kiekis:

$$E_{TRŪKUMAS} = E_{SUVARTOJIMAS} - E_{MOMENTINIS} = 194\,928 - 34\,933 = 142\,503 \text{ kWh}. \quad (44)$$

Už trūkstamą elektros energiją vartotojas kiekvienais metais susimoka 20 092,88 €.

Visos per pirmuosius metus patiriamos išlaidos:

$$\begin{aligned} C_1 &= I + FC + VC = 0 + (958,32 + 0,672 + 465,65 + 20\,092,88) + 0 \\ &= 21\,517,52 \text{ €}. \end{aligned} \quad (45)$$

Tuomet pinigų srautas:

$$CF_1 = R_1 - C_1 = 0 - 21\,517,52 = -21\,517,52 \text{ €}. \quad (46)$$

Diskontuotas pinigų srautas:

$$DFC_1 = \frac{CF_1}{(1 + WACC)^1} = \frac{21\,517,52}{(1 + 0,0514)^1} = 20\,466,37 \text{ €}. \quad (47)$$

Įvertinus kiek gaminantis vartotojas būtų išleidęs be saulės elektrinės ir vertes išdiskontavus, gaunamas modifikuotas pinigų srautas pirmaisiais metais:

$$DFC_{1M} = \frac{CF_M - CF_1}{(1 + WACC)^1} = \frac{27\,484,91 - 20\,466,37}{(1 + 0,0514)^1} = 5\,675,88 \text{ €}. \quad (48)$$

Grynoji dabartinė vertė po 20 metų:

$$NPV = \sum_{t=0} DFC_{tM} = 17\,017 \text{ €}. \quad (49)$$

3.3.1.1.4. Atsiskaitymas kilovatvalandėmis

Gaminantys vartotojai esant verslo modeliui už kilovatvalandes, moka tik už atgautą elektros energiją iš tinklo. Tačiau atgauna tik 59 % visos į tinklą patiektos energijos.

$$E_{ATGAUTAS\ IŠ\ TINKLŲ} = E_{I\ TINKLŲ} \cdot 0,59 = 17\,492 \cdot 0,59 = 10\,320 \text{ kWh}. \quad (50)$$

Tuomet skaičiuojamas nepadengtos elektros energijos kiekis:

$$\begin{aligned} E_{TRŪKUMAS} &= E_{SUVARTOJIMAS} - (E_{MOMENTINIS} + E_{ATGAUTAS\ IŠ\ TINKLŲ}) \\ &= 194\,928 - (34\,933 + 10\,320) = 149\,675 \text{ kWh}. \end{aligned} \quad (51)$$

Už trūkstamą elektros energiją, gaminantys vartotojai susimoka skirstymo operatoriui fiksuotą 0,141 €/kWh įkainį:

$$C_{TRŪKUMAS} = E_{TRŪKUMAS} \cdot C = 21\,104,11 \text{ €}. \quad (52)$$

Iš viso per pirmuosius metus patiriamos išlaidos:

$$C_1 = I + FC + VC = 0 + (0,672 + 21\,104,11) + 0 = 21\,104,79 \text{ €}. \quad (53)$$

Tuomet pinigų srautas:

$$CF_1 = R_1 - C_1 = 0 - 21\,104,79 = -21\,104,79 \text{ €}. \quad (54)$$

Diskontuotas pinigų srautas:

$$DFC_1 = \frac{CF_1}{(1 + WACC)^1} = \frac{21\,104,79}{(1 + 0,0514)^1} = 20\,073,80 \text{ €}. \quad (55)$$

Įvertinus kiek gaminantis vartotojas būtų išleidęs be saulės elektrinės ir vertes išdiskontavus, gaunamas modifikuotas pinigų srautas pirmaisiais metais:

$$DFC_{1M} = \frac{CF_M - CF_1}{(1 + WACC)^1} = \frac{27\,484,91 - 20\,073,80}{(1 + 0,0514)^1} = 6\,068,45 \text{ €}. \quad (56)$$

Grynoji dabartinė vertė po 20 metų:

$$NPV = \sum_{t=0} DFC_{tM} = 22\,102 \text{ €}. \quad (57)$$

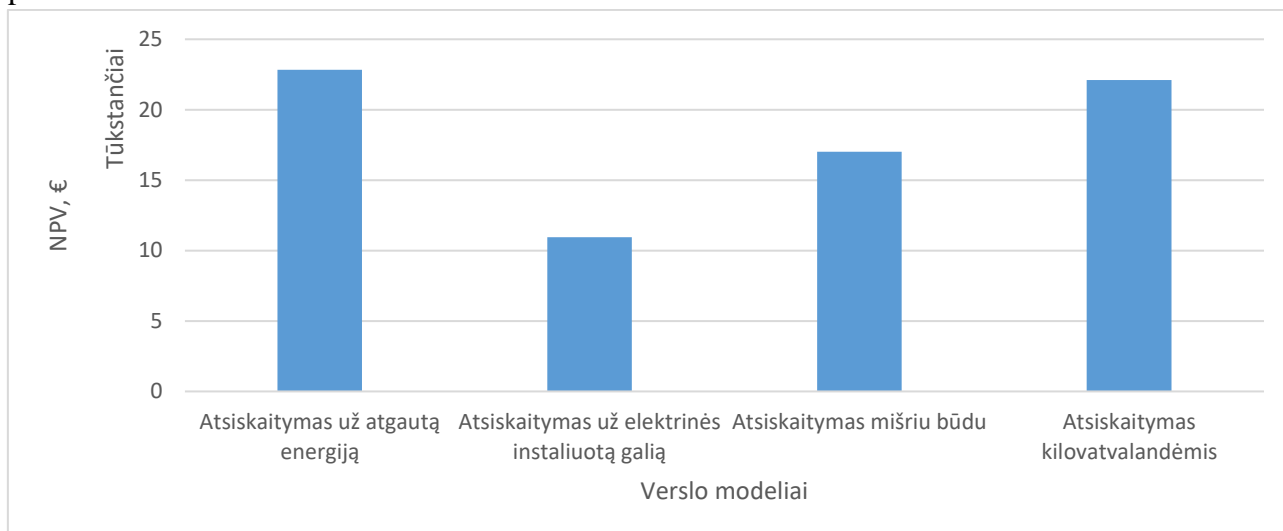
50 kWp saulės elektrinės projekto grynujų pinigų balansai taikant įprastinės banko paskolos finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams pateikti 11 lentelėje ir 3 priedo 1 paveiksle.

11 lentelė. 50 kWp saulės elektrinės grynujų pinigų balansai taikant įprastinės banko paskolos finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams

Metai	Atsiskaitymas už atgautą energiją	Atsiskaitymas už elektrinės instaliuotą galią	Atsiskaitymas mišriu būdu	Atsiskaitymas kilovatvalandėmis
0	-56500	-56500	-56500	-56500
1	-50376	-51293	-50824	-50432
2	-44550	-46340	-45426	-44660
3	-39010	-41629	-40291	-39170
4	-33740	-37148	-35407	-33948
5	-28727	-32886	-30761	-28981
6	-23960	-28832	-26343	-24257
7	-19425	-24977	-22140	-19763
8	-15112	-21309	-18143	-15490
9	-11009	-17821	-14341	-11425
10	-7107	-14503	-10724	-7558
11	-3396	-11348	-7285	-3881
12	134	-8346	-4013	-383
13	3492	-5491	-901	2944
14	6686	-2776	2059	6109
15	9723	-193	4874	9119
16	12613	2264	7552	11982
17	15361	4600	10099	14705
18	17975	6823	12521	17295
19	20461	8937	14825	19758
20	22826	10947	17017	22102

Grynujų pinigų balanso tendencijos prie skirtingų finansavimo būdų yra panašios, tačiau grynosios dabartinės vertės per 20 eksploatacijos metų yra skirtingos. Grynujų dabartinių verčių palyginimas

taikant įprastinės banko paskolos finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams pateiktas 25 paveiksle.



25 pav. Grynujų dabartinių verčių palyginimas taikant įprastinės banko paskolos finansavimą 50 kWp saulės elektrinei

Pateiktame paveiksle matyti, kad taikant įprastinės banko paskolos finansavimą saulės elektrinei, grynoji dabartinė vertė (22 826 €) yra didžiausia esant atsiskaitymui už atgautą elektros energiją. Tai yra 2 kartus didesnė nei esant atsiskaitymui už instaliuotą elektrinės galią. Matyti, kad projekto atsipirkimo laikotarpis yra 15 metų taikant atsiskaitymą už instaliuotą galią, kai tuo tarpu, taikant atsiskaitymą už atgautą energiją – 11 metų. Didžiausia grynoji dabartinė vertė yra 22 826 € esant atsiskaitymui už atgautą energiją, o mažiausia vertė – 10 947 € esant atsiskaitymui už instaliuotą galią.

3.3.1.2. Grynosios dabartinės vertės vertinimas taikant Lietuvos aplinkos apsaugos investicijų fondo finansavimą

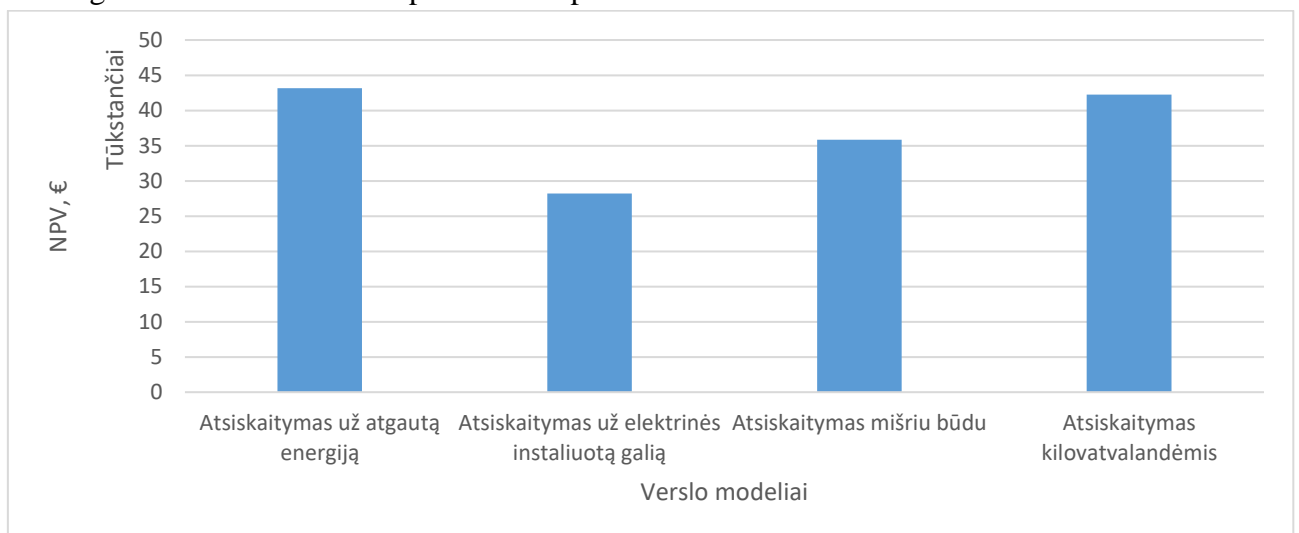
50 kWp saulės elektrinės projekto grynujų pinigų balansai taikant Lietuvos aplinkos apsaugos fondo finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams pateikti 12 lentelėje ir 3 priedo 2 paveiksle.

12 lentelė. 50 kWp saulės elektrinės grynujų pinigų balansai taikant Lietuvos aplinkos apsaugos fondo finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams

Metai	Atsiskaitymas už atgautą energiją	Atsiskaitymas už elektrinės instaliuotą galią	Atsiskaitymas mišriu būdu	Atsiskaitymas kilovatvalandėmis
0	-56500	-56500	-56500	-56500
1	-50223	-51163	-50683	-50280
2	-44103	-45960	-45011	-44217
3	-38138	-40887	-39482	-38305
4	-32322	-35942	-34092	-32543
5	-26652	-31122	-28838	-26925
6	-21125	-26422	-23715	-21448
7	-15736	-21841	-18721	-16109
8	-10483	-17374	-13853	-10903

Metai	Atsiskaitymas už atgautą energiją	Atsiskaitymas už elektrinės instaliuotą galią	Atsiskaitymas mišriu būdu	Atsiskaitymas kilovatvalandėmis
9	-5362	-13020	-9107	-5829
10	-370	-8775	-4480	-882
11	4497	-4637	30	3940
12	9242	-603	4428	8642
13	13867	3330	8715	13225
14	18377	7164	12894	17693
15	22773	10902	16968	22049
16	27058	14546	20940	26296
17	31236	18098	24812	30435
18	35309	21561	28586	34471
19	39280	24938	32266	38406
20	43151	28229	35854	42241

Grynųjų dabartinių verčių palyginimas taikant Lietuvos aplinkos apsaugos fondo finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams pateiktas 26 paveiksle.



26 pav. Grynųjų dabartinių verčių palyginimas taikant Lietuvos aplinkos apsaugos fondo finansavimą 50 kWp saulės elektrinei

26 paveiksle galima matyti, kad taikant Lietuvos aplinkos apsaugos fondo finansavimą, skirtumas tarp grynųjų dabartinių verčių nėra toks didelis, kaip taikant įprastinės banko paskolos finansavimą. Nors skirtumas nedidelis (910 €), tačiau didžiausia grynoji dabartinė vertė yra esant atsiskaitymui už atgautą elektros energiją. Galima pastebėti, kad projekto atsipirkimo laikotarpis yra 12 metų taikant atsiskaitymą už instaliuotą galią, kai tuo tarpu, taikant atsiskaitymą už atgautą energiją – 10 metų. Didžiausia grynoji dabartinė vertė yra 43 151 € esant atsiskaitymui už atgautą energiją, o mažiausia vertė – 28 229 € esant atsiskaitymui už instaliuotą galią.

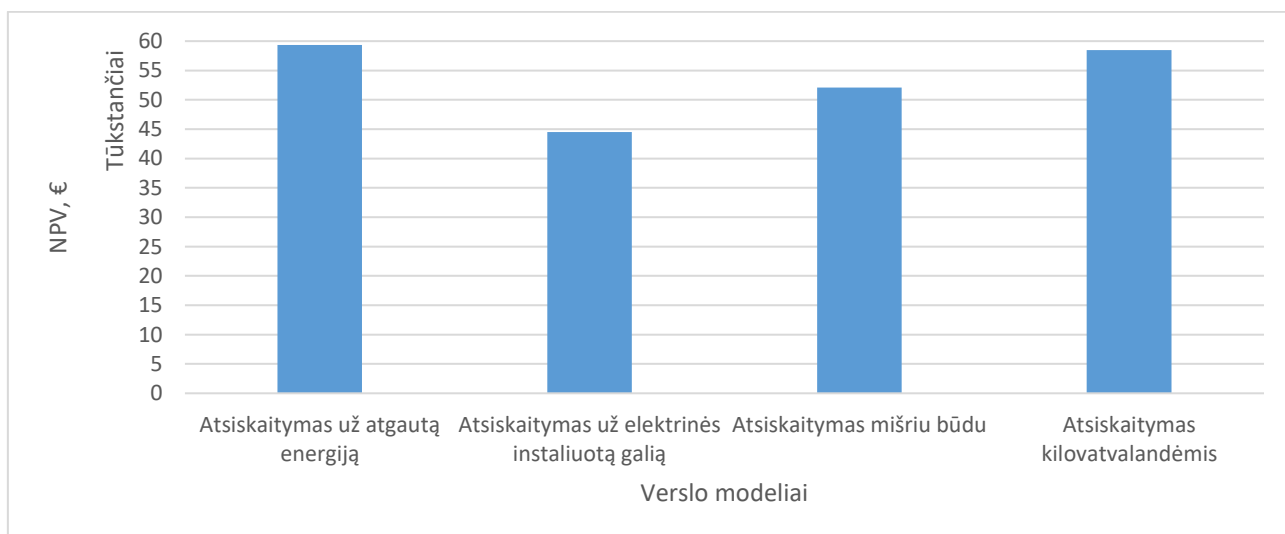
3.3.1.3. Grynosios dabartinės vertės vertinimas taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą

50 kWp saulės elektrinės projekto grynųjų pinigų balansai taikant fiksuoto dydžio subsidiją finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams pateikti 13 lentelėje ir 3 priedo 3 paveiksle.

13 lentelė. 50 kWp saulės elektrinės grynujų pinigų balansai taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams

Metai	Atsiskaitymas už atgautą energiją	Atsiskaitymas už elektrinės instaliuotą galią	Atsiskaitymas mišriu būdu	Atsiskaitymas kilovatvalandėmis
0	-39700	-39700	-39700	-39700
1	-33427	-34366	-33886	-33484
2	-27315	-29169	-28222	-27428
3	-21360	-24106	-22703	-21527
4	-15558	-19174	-17326	-15779
5	-9906	-14368	-12088	-10178
6	-4399	-9685	-6984	-4721
7	966	-5123	-2012	595
8	6193	-679	2833	5775
9	11286	3651	7553	10821
10	16248	7870	12151	15737
11	21082	11981	16631	20528
12	25792	15985	20996	25195
13	30381	19887	25249	29741
14	34852	23688	29393	34171
15	39208	27392	33429	38487
16	43451	31000	37362	42692
17	47586	34515	41194	46789
18	51614	37940	44927	50781
19	55539	41277	48564	54669
20	59362	44528	52108	58458

Grynujų dabartinių verčių palyginimas taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams pateiktas 27 paveiksle.



27 pav. Grynujų dabartinių verčių palyginimas taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą 50 kWp saulės elektrinei

Iš pateikto grafiko galima matyti, kad grynosios dabartinės vertės taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą yra didžiausios, lyginant su kitais nagrinėjama finansavimo būdais. Grynoji dabartinė vertė yra didžiausia (59 362 €) esant atsiskaitymui už atgautą elektros energiją. Galima pastebėti, kad projekto atsipirkimo laikotarpis yra 8 metų taikant atsiskaitymą už instaliuotą galią, kai tuo tarpu, taikant atsiskaitymą už atgautą energiją – 6 metai. Didžiausia grynoji dabartinė vertė yra 59 362 € esant atsiskaitymui už atgautą energiją, o mažiausia vertė – 44 528 € esant atsiskaitymui už instaliuotą galią.

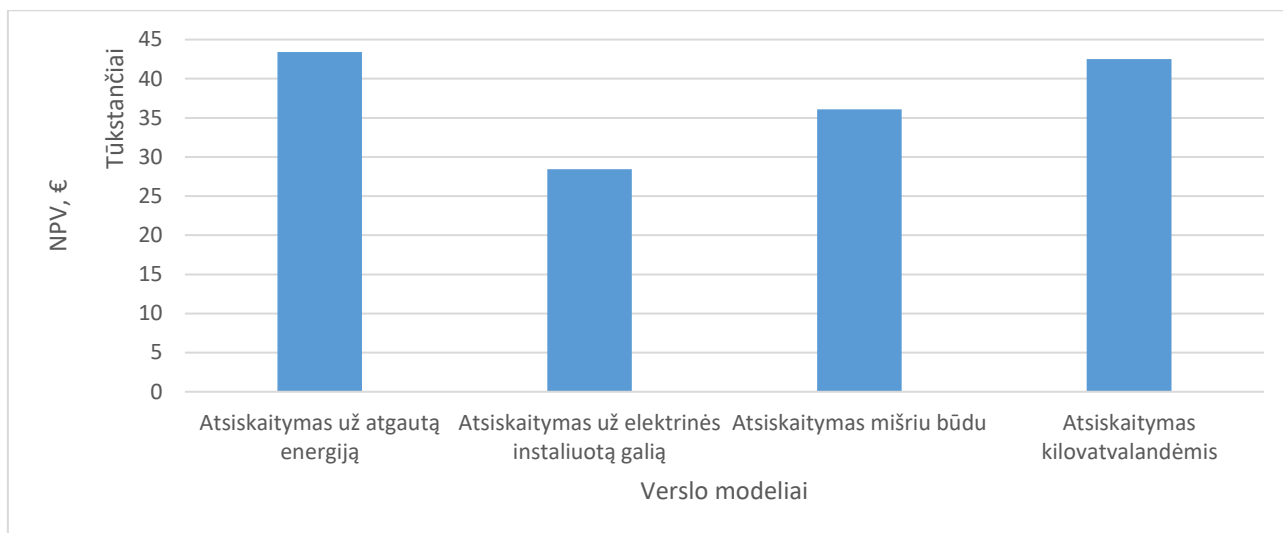
3.3.1.4. Grynosios dabartinės vertės vertinimas taikant JESSICA finansavimą

50 kWp saulės elektrinės projekto grynujų pinigų balansai taikant JESSICA finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams pateikti 14 lentelėje ir 3 priedo 4 paveiksle.

14 lentelė. 50 kWp saulės elektrinės grynujų pinigų balansai taikant JESSICA finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams

Metai	Atsiskaitymas už atgautą energiją	Atsiskaitymas už elektrinės instaliuotą galią	Atsiskaitymas mišriu būdu	Atsiskaitymas kilovatvalandėmis
0	-56500	-56500	-56500	-56500
1	-50221	-51161	-50681	-50279
2	-44099	-45956	-45007	-44212
3	-38128	-40879	-39473	-38296
4	-32306	-35929	-34078	-32527
5	-26629	-31102	-28816	-26902
6	-21093	-26395	-23686	-21416
7	-15695	-21805	-18683	-16067
8	-10430	-17329	-13804	-10851
9	-5297	-12965	-9047	-5765
10	-292	-8708	-4408	-805
11	4589	-4558	116	4032
12	9349	-511	4527	8748
13	13991	3435	8829	13347
14	18517	7283	13023	17832
15	22930	11036	17114	22205
16	27234	14695	21102	26469
17	31430	18263	24991	30628
18	35523	21743	28784	34683
19	39513	25136	32482	38637
20	43405	28445	36089	42493

Grynujų dabartinių verčių palyginimas taikant JESSICA finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams pateiktas 27 paveiksle.



28 pav. Grynujų dabartinių verčių palyginimas taikant JESSICA finansavimą 50 kWp saulės elektrinei

Iš pateiktų duomenų, galima pastebėti, kad taikant JESSICA finansavimą 50 kWp saulės elektrinė greičiausiai atsiperka esant atsiskaitymui už atgautą elektros energiją. Matyti, kad projekto atsipirkimo laikotarpis yra 12 metų taikant atsiskaitymą už instaliuotą galią, kai tuo tarpu, taikant atsiskaitymą už atgautą energiją – 10 metų. Didžiausia grynoji dabartinė vertė yra 43 405 € esant atsiskaitymui už atgautą energiją, o mažiausia vertė – 28 445 € esant atsiskaitymui už instaliuotą galią.

3.3.2. 3 kWp saulės elektrinės grynoji dabartinė vertė

3.3.2.1. Grynosios dabartinės vertės vertinimas taikant įprastinės banko paskolos finansavimą

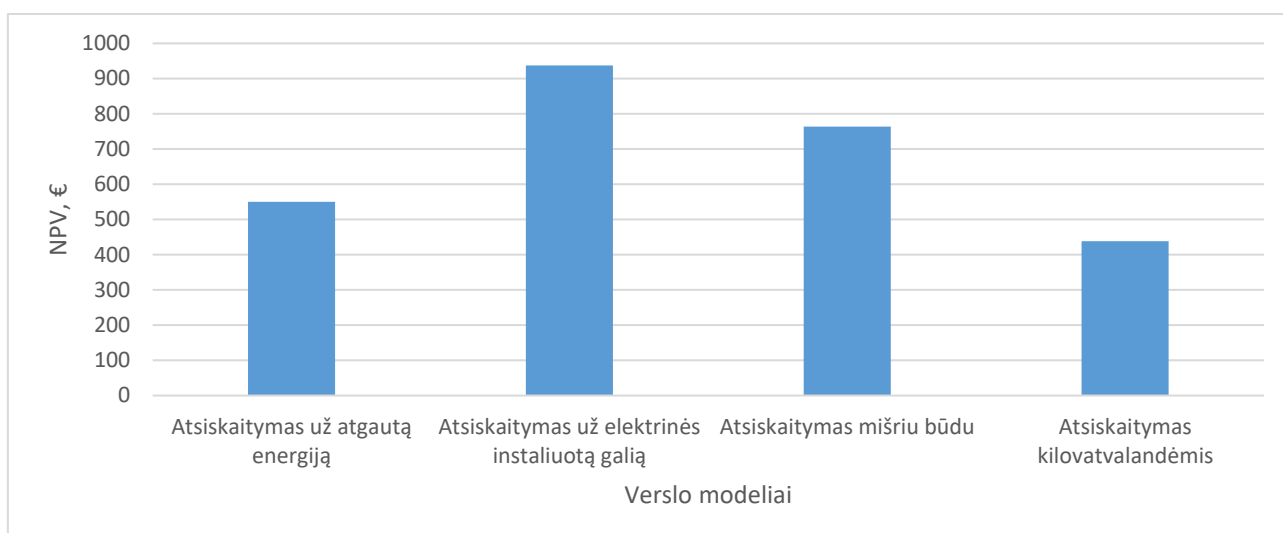
3 kWp saulės elektrinės projekto grynujų pinigų balansų grafikas taikant įprastinės banko paskolos finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams pateiktas 4 priedo 1 paveiksle.

Grynujų pinigų balanso tendencijos esant skirtingiems finansavimo būdams yra panašios, tačiau grynosios dabartinės vertės per 20 eksploatacijos metų yra skirtingos. Grynujų dabartinių verčių palyginimai taikant įprastinės banko paskolos finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams pateikti 15 lentelėje ir 29 paveiksle.

15 lentelė. 3 kWp saulės elektrinės grynujų pinigų balansai taikant įprastinės banko paskolos finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams

Metai	Atsiskaitymas už atgautą energiją	Atsiskaitymas už elektrinės instaliuotą galią	Atsiskaitymas mišriu būdu	Atsiskaitymas kilovatvalandėmis
0	-3390	-3390	-3390	-3390
1	-3086	-3056	-3069	-3094
2	-2797	-2738	-2764	-2813
3	-2521	-2436	-2474	-2546
4	-2260	-2148	-2198	-2292
5	-2011	-1875	-1936	-2050
6	-1774	-1615	-1686	-1820
7	-1549	-1368	-1449	-1601

Metai	Atsiskaitymas už atgautą energiją	Atsiskaitymas už elektrinės instaliuotą galią	Atsiskaitymas mišriu būdu	Atsiskaitymas kilovatvalandėmis
8	-1334	-1132	-1223	-1393
9	-1131	-909	-1008	-1195
10	-937	-696	-804	-1006
11	-753	-493	-609	-827
12	-577	-301	-425	-657
13	-411	-117	-249	-495
14	-252	57	-82	-341
15	-101	222	77	-194
16	42	380	229	-55
17	179	530	373	78
18	309	673	509	204
19	432	808	640	324
20	550	937	763	438



29 pav. Grynųjų dabartinių verčių palyginimas taikant įprastinės banko paskolos finansavimą 3 kWp saulės elektrinei

Iš skaičiavimo rezultatų matyti, kad taikant įprastinės banko paskolos finansavimą, didžiausia grynoji dabartinė vertė yra pasirinkus atsiskaitymą už elektrinės instaliuotą galią. Galima pastebėti, kad projekto atsipirkimo laikotarpis yra 16 metų taikant atsiskaitymą kilovatvalandėmis, kai tuo tarpu, taikant atsiskaitymą už elektrinės instaliuotą galią – 13 metų. Didžiausia grynoji dabartinė vertė yra 937 € esant atsiskaitymui už elektrinės instaliuotą galią, o mažiausia vertė – 438 € esant atsiskaitymui kilovatvalandėmis.

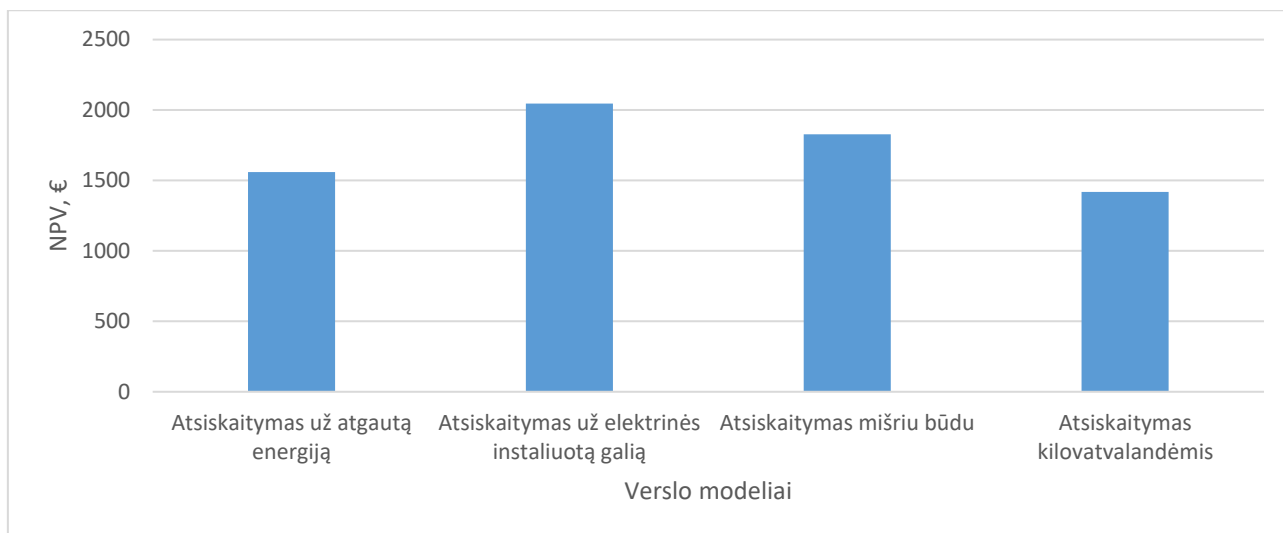
3.3.2.2. Grynosios dabartinės vertės vertinimas taikant Lietuvos aplinkos apsaugos investicijų fondo finansavimą

3 kWp saulės elektrinės projekto grynųjų pinigų balansų grafikas taikant Lietuvos aplinkos apsaugos fondo finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams pateiktas 4 priedo 2 paveiksle.

Grynųjų dabartinių verčių palyginimai taikant Lietuvos aplinkos apsaugos fondo finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams pateikti 16 lentelėje ir 31 paveiksle.

16 lentelė. 3 kWp saulės elektrinės grynųjų pinigų balansai taikant Lietuvos aplinkos apsaugos finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams

Metai	Atsiskaitymas už atgautą energiją	Atsiskaitymas už elektrinės instaliuotą galią	Atsiskaitymas mišriu būdu	Atsiskaitymas kilovatvalandėmis
0	-3390	-3390	-3390	-3390
1	-3078	-3048	-3061	-3087
2	-2774	-2714	-2741	-2792
3	-2478	-2388	-2429	-2504
4	-2189	-2071	-2124	-2223
5	-1908	-1762	-1827	-1950
6	-1633	-1460	-1538	-1683
7	-1366	-1166	-1256	-1423
8	-1105	-880	-981	-1169
9	-850	-600	-712	-922
10	-602	-328	-451	-681
11	-361	-63	-196	-446
12	-125	196	52	-217
13	105	449	294	6
14	329	694	531	224
15	547	934	761	436
16	760	1168	985	643
17	967	1396	1204	844
18	1170	1618	1417	1041
19	1367	1835	1625	1232
20	1559	2046	1828	1419



30 pav. Grynujų dabartinių verčių palyginimas taikant Lietuvos aplinkos apsaugos fondo finansavimą 3 kWp saulės elektrinei

Taikant Lietuvos aplinkos apsaugos fondo finansavimą didžiausias skirtumas tarp NVP verčių pasirinkus atsiskaitymą už kilovatvalandes ir už atgautą elektros energiją. Matyti, projekto atsipirkimo laikotarpis yra 12 metų taikant atsiskaitymą kilovatvalandėmis, kai tuo tarpu, taikant atsiskaitymą už elektrinės instaliuotą galią – 11 metai. Didžiausia grynoji dabartinė vertė yra 2 046 € esant atsiskaitymui už kilovatvalandes, o mažiausia vertė – 1 419 € esant atsiskaitymui mišriu būdu.

3.3.2.3. Grynosios dabartinės vertės vertinimas taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą

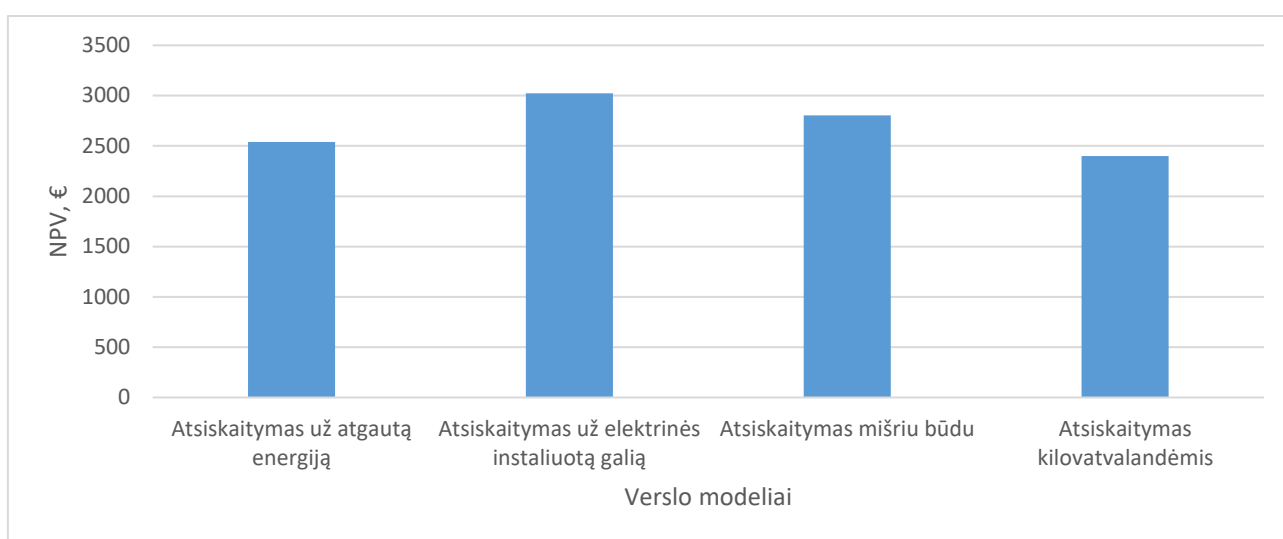
3 kWp saulės elektrinės projekto grynujų pinigų balansai taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams pateikti 4 priedo 3 paveiksle.

Grynujų dabartinių verčių palyginimai taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams pateikti 17 lentelėje ir 33 paveiksle.

17 lentelė. 3 kWp saulės elektrinės grynujų pinigų balansai taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams

Metai	Atsiskaitymas už atgautą energiją	Atsiskaitymas už elektrinės instaliuotą galią	Atsiskaitymas mišriu būdu	Atsiskaitymas kilovatvalandėmis
0	-2382	-2382	-2382	-2382
1	-2070	-2040	-2054	-2079
2	-1767	-1706	-1734	-1784
3	-1471	-1382	-1422	-1497
4	-1183	-1065	-1118	-1217
5	-902	-757	-822	-944
6	-629	-456	-534	-678
7	-362	-164	-253	-419
8	-103	121	21	-167
9	150	399	288	79
10	397	670	547	318
11	637	934	801	551

Metai	Atsiskaitymas už atgautą energiją	Atsiskaitymas už elektrinės instaliuotą galią	Atsiskaitymas mišriu būdu	Atsiskaitymas kilovatvalandėmis
12	871	1191	1047	779
13	1099	1441	1287	1000
14	1321	1685	1521	1216
15	1537	1922	1750	1426
16	1748	2154	1972	1631
17	1953	2379	2188	1830
18	2153	2599	2399	2025
19	2348	2813	2605	2214
20	2538	3022	2805	2399



31 pav. Grynųjų dabartinių verčių palyginimas taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą 3 kWp saulės elektrinei

Taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą didžiausias skirtumas tarp NVP verčių pasirinkus atsiskaitymą už kilovatvalandes ir atsiskaitymą už elektrinės instaliuotą galią. Matyti, kad projekto atsipirkimo laikotarpis yra 8 metai taikant atsiskaitymą kilovatvalandėmis, kai tuo tarpu, taikant atsiskaitymą už elektrinės instaliuotą galią – 7 metai. Didžiausia grynoji dabartinė vertė yra 3 022 € esant atsiskaitymui už elektrinės instaliuotą galią, o mažiausia vertė – 2 399 € esant atsiskaitymui kilovatvalandėmis.

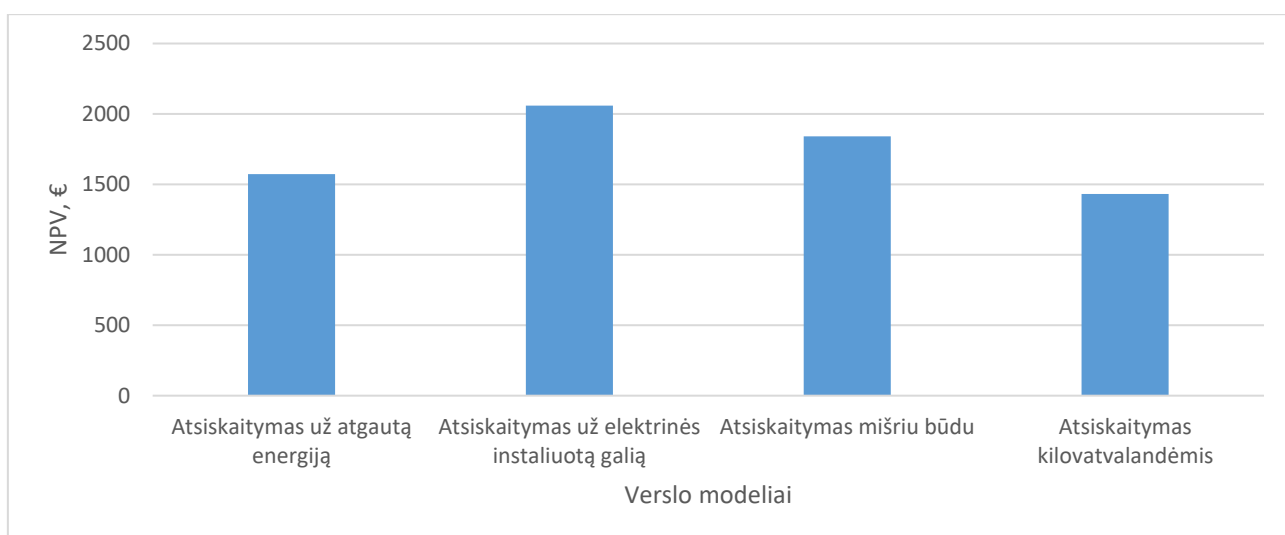
3.3.2.4. Grynosios dabartinės vertės vertinimas taikant JESSICA finansavimą

3 kWp saulės elektrinės projekto grynujų pinigų balansai taikant JESSICA finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams pateikti 4 priedo 4 paveiksle.

Grynųjų dabartinių verčių palyginimai taikant JESSICA finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams pateikti 18 lentelėje ir 35 paveiksle.

18 lentelė. 3 kWp saulės elektrinės grynujų pinigų balansai taikant JESSICA finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams

Metai	Atsiskaitymas už atgautą energiją	Atsiskaitymas už elektrinės instaliuotą galią	Atsiskaitymas mišriu būdu	Atsiskaitymas kilovatvalandėmis
0	-3390	-3390	-3390	-3390
1	-3078	-3047	-3061	-3087
2	-2774	-2714	-2741	-2791
3	-2478	-2388	-2428	-2503
4	-2188	-2070	-2123	-2222
5	-1906	-1761	-1826	-1948
6	-1632	-1459	-1536	-1681
7	-1363	-1164	-1253	-1421
8	-1102	-877	-978	-1167
9	-847	-597	-709	-919
10	-598	-324	-447	-677
11	-356	-58	-191	-442
12	-120	202	58	-212
13	111	455	301	12
14	336	702	538	230
15	555	943	769	443
16	769	1178	994	651
17	977	1407	1214	854
18	1180	1630	1428	1051
19	1378	1847	1637	1244
20	1572	2060	1841	1431



32 pav. Grynųjų dabartinių verčių palyginimas taikant JESSICA finansavimą 3 kWp saulės elektrinei

Taikant JESSICA finansavimą didžiausias skirtumas tarp NVP verčių pasirinkus atsiskaitymą už kilovatvalandes ir elektrinės instaliuotą galią. Matyti, kad projekto atsipirkimo laikotarpis yra 12 metų taikant atsiskaitymą kilovatvalandėmis, kai tuo tarpu, taikant atsiskaitymą už elektrinės instaliuotą

galią – 11 metai. Didžiausia grynoji dabartinė vertė yra 2 060 € esant atsiskaitymui už elektrinės instaliuotą galią, o mažiausia vertė – 1 431 € esant atsiskaitymui kilovatvalandėmis.

3.4. Vidinės gražos normos vertinimas

Įvertinus pinigų srautus (sutaupymus naudojant saulės elektrinę), skaičiuojama vidinės gražos normos vertės esant skirtingiems finansavimo būdams ir verslo modeliams. Saulės elektrinės projektų vidinės gražos normų verčių palyginimas pateiktas 15-16 lentelėse.

19 lentelė. 50 kWp saulės elektrinės projekto vidinės gražos normos vertės

	Įprastinė banko paskola	Lietuvos aplinkos apsaugos investicijų fondas	Fiksuoto dydžio subsidija	JESSICA
WACC	5,14 %	2,58 %	2,64 %	2,55 %
Atsiskaitymas už atgautą energiją	9,56 %	9,56 %	15,27 %	9,56 %
Atsiskaitymas už elektrinės instaliuotą galią	7,34 %	7,34 %	12,48 %	7,34 %
Atsiskaitymas mišriu būdu	8,49 %	8,49 %	13,92 %	8,49 %
Atsiskaitymas kilovatvalandėmis	9,43 %	9,43 %	15,11 %	9,43 %

20 lentelė. 3 kWp saulės elektrinės projekto vidinės gražos normos vertės

	Įprastinė banko paskola	Lietuvos aplinkos apsaugos investicijų fondas	Fiksuoto dydžio subsidija	JESSICA
WACC	5,14 %	2,58 %	2,64 %	2,55 %
Atsiskaitymas už atgautą energiją	6,99 %	6,99 %	12,04 %	6,99 %
Atsiskaitymas už elektrinės instaliuotą galią	8,23 %	8,23 %	13,59 %	8,23 %
Atsiskaitymas mišriu būdu	7,68 %	7,68 %	12,90 %	7,68 %
Atsiskaitymas kilovatvalandėmis	6,63 %	6,63 %	11,59 %	6,63 %

Matyti, kad didžiausias skirtumas tarp vidinių svertinių kapitalo kaštų ir vidinės gražos normos yra taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimo būdą. Analizuojant 50 kWp saulės elektrinę, matoma, kad didžiausia vidinės gražos norma nustatyta taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą ir esant atsiskaitymui už atgautą elektros energiją. Tačiau analizuojant 3 kWp saulės elektrinę, matoma, kad didžiausia vidinės gražos norma nustatyta taikant taip pat fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą ir esant atsiskaitymui už elektrinės instaliuotą galią. Skirtumas tarp fiksuoto dydžio subsidijos ir kitų verslo modelių yra 4,96 – 5,71 %.

3.5. Pajamų ir išlaidų santykio vertinimas

Pajamų ir išlaidų santykis taip pat labai svarbus rodiklis atskleidžiantis, kiek kartų projekto sukuriama nauda viršija jam įgyvendinti patiriamas sąnaudas. Tam skaičiuojama projekto pajamų ir išlaidų dabartinių verčių santykis, vadinamas investicijų rentabilumo indeksu.

Taikant įprastinės banko paskolos finansavimą ir esant atsiskaitymui už atgautą elektros energiją, 50 kWp saulės elektrinės pajamų ir išlaidų santykis:

$$\frac{B}{C} = \frac{PVB}{PVC} = \frac{79\,326}{56\,500} = 1,40. \quad (58)$$

Pajamų ir išlaidų santykis turi būti didesnis už 1, kad projektas būtų priimtinas ir ekonomiškai rentabilus. Šiuo atveju apskaičiuotas rodiklis rodo, kad projektų įplaukų dabartinė vertė yra 40 % didesnė nei išlaidų dabartinė vertė.

Atitinkamai pagal anksčiau išdėstytą teoriją apskaičiuojami pajamų ir išlaidų santykiai taikant kitus finansavimo būdus ir esant tiems paties verslo modeliams. Apibendrinti rezultatai pateikti 21 lentelėje.

21 lentelė. Pajamų ir išlaidų santykiai 50 kWp saulės elektrinei taikant įvairius finansavimo būdus

	Įprastinė banko paskola	Lietuvos aplinkos apsaugos investicijų fondas	Fiksuoto dydžio subsidija	JESSICA
Atsiskaitymas už atgautą energiją	1,40	1,76	2,50	1,77
Atsiskaitymas už elektrinės instaliuotą galią	1,19	1,50	2,12	1,50
Atsiskaitymas mišriu būdu	1,30	1,63	2,31	1,64
Atsiskaitymas kilovatvalandėmis	1,39	1,75	2,47	1,75

Taikant tą pačią metodologiją apskaičiuojami pajamų ir išlaidų santykiai 3 kWp saulės elektrinei taikant aptartus finansavimo ir verslo, su elektros skirstymo operatoriumi, modelius. Pajamų ir išlaidų santykių vertės 3 kWp saulės elektrinei pateiktos 22 lentelėje.

22 lentelė. Pajamų ir išlaidų santykių vertės 3 kWp saulės elektrinei

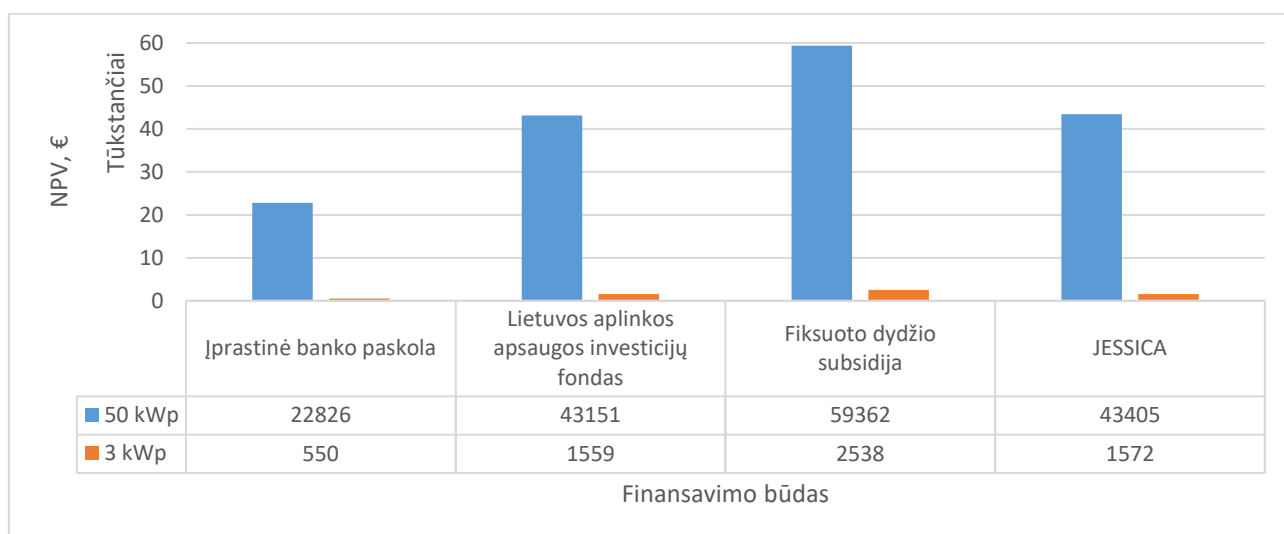
	Įprastinė banko paskola	Lietuvos aplinkos apsaugos investicijų fondas	Fiksuoto dydžio subsidija	JESSICA
Atsiskaitymas už atgautą energiją	1,16	1,46	2,07	1,46
Atsiskaitymas už elektrinės instaliuotą galią	1,28	1,60	2,27	1,61
Atsiskaitymas mišriu būdu	1,23	1,54	2,18	1,54
Atsiskaitymas kilovatvalandėmis	1,13	1,42	2,01	1,42

Matyti, kad abiejų tiriamųjų objektų (3 kWp ir 50 kWp) didžiausi rentabilumai yra taikant fiksuoto dydžio subsidijos ir esant atsiskaitymui už elektrinės instaliuotą galią ir atsiskaitymui už atgautą elektros energiją. Šiais atvejais santykiai gaunami 2,50 (50 kWp saulės elektrinės projektas esant atsiskaitymui už atgautą elektros energiją) ir 2,18 (3 kWp saulės elektrinės projektas esant atsiskaitymui už elektrinės instaliuotą galią). Mažiausias pajamų ir išlaidų santykis 50 kWp saulės elektrinei gaunamas taikant įprastinės banko paskolos finansavimą ir esant atsiskaitymui už instaliuotą galią, 3 kWp saulės elektrinei – taikant įprastinės banko paskolos finansavimą ir esant atsiskaitymui kilovatvalandėmis.

3.5.1. Grynosios dabartinės vertės palyginimas

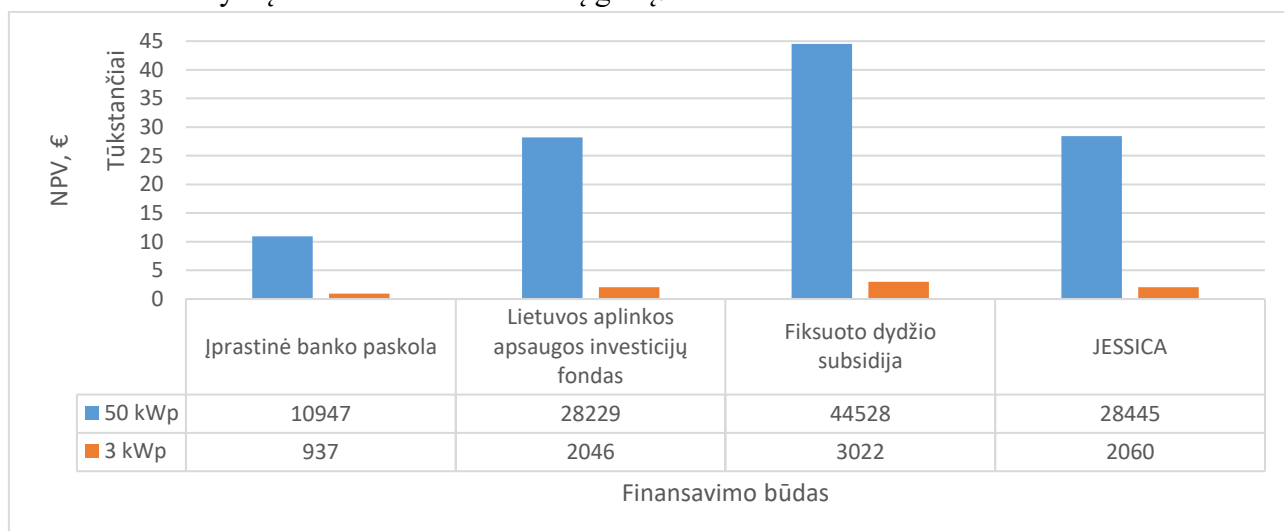
Lyginant dviejų skirtingų galių saulės elektrines (3 kWp ir 50 kWp) taikant tam tikrą finansavimo būdą esant skirtingiems verslo modeliams, tendencijos išlieka analogiškos. Grynosios dabartinės vertės yra didžiausios taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą esant atsiskaitymui už atgautą elektros energiją arba atsiskaitymui už elektrinės instaliuotą galią. Įvertinus, kad šie du verslo modeliai užtikrina didžiausią ekonominį rentabilumą, tolimesni palyginimai pateikiami tik esant atsiskaitymui už atgautą elektros energiją ir atsiskaitymui už elektrinės instaliuotą galią. Grynujų dabartinių verčių palyginimas taikant skirtingus finansavimo būdus esant atsiskaitymui už atgautą elektros energiją ir atsiskaitymą už elektrinės instaliuotą galią pateiktas 36–37 paveiksluose.

Taikant atsiskaitymą už atgautą elektros energiją:



33 pav. Grynujų dabartinių verčių palyginimas taikant atsiskaitymą už atgautą elektros energiją

Taikant atsiskaitymą už elektrinės instaliuotą galią:



34 pav. Grynujų dabartinių verčių palyginimas taikant atsiskaitymą už elektrinės instaliuotą galią

Iš pateiktų grafikų matyti, kad taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimo būdą, grynosios dabartinės vertės yra didžiausios lyginant su kitais analizuojamais finansavimo būdais saulės

elektrinoms. Pagrindinės parametų vertės, taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą ir esant atsiskaitymui už atgautą elektros energiją ir už elektrinės instaliuotą galią, pateiktos 23 lentelėje.

23 lentelė. Pagrindinių saulės elektrinių ekonominių rodiklių įverčiai taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą

	Atsiskaitymas už atgautą elektros energiją		Atsiskaitymas už elektrinės instaliuotą galią	
	3 kWp	50 kWp	3 kWp	50 kWp
NPV	2538	59362	3022	44528
IRR	12,04 %	15,27 %	13,59 %	12,48 %
B/C	2,07	2,50	2,27	2,12

Pateiktoje lentelėje matyti, kad 50 kWp saulės elektrinei palankesnis atsiskaitymas už atgautą elektros energiją, o 3 kWp saulės elektrinei atsiskaitymas už elektrinės instaliuotą galią.

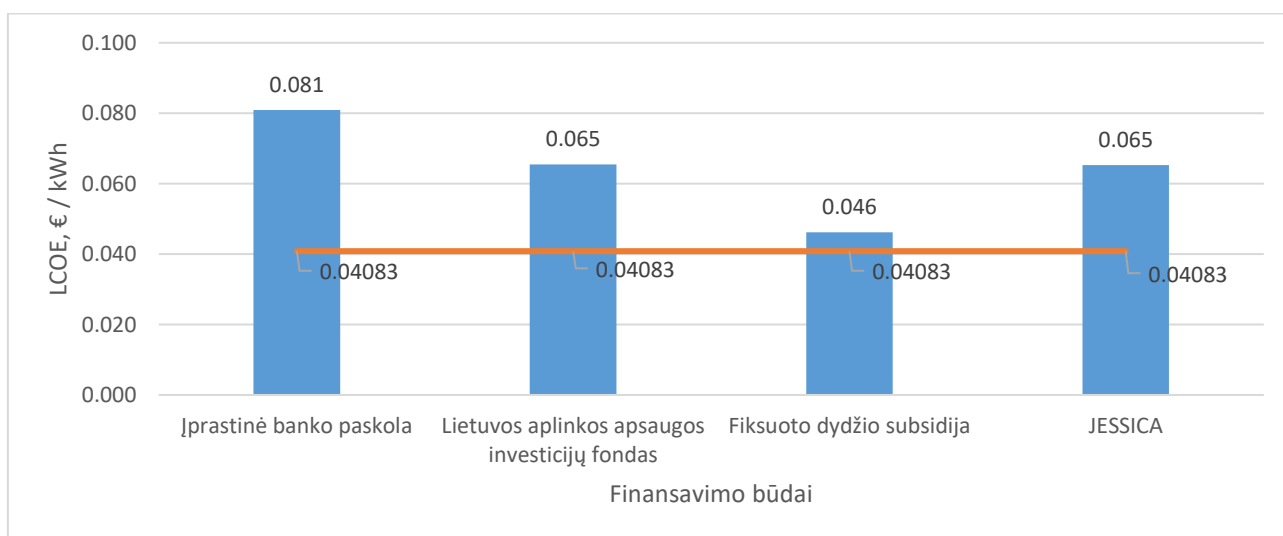
3.6. Svertiniai elektros energijos gamybos kaštų vertinimas

LCOE laikoma vidutine minimalia kaina, už kurią rekomenduojama parduoti pagamintą elektros energiją, kad būtų kompensuojami visi gamybos kaštai per visą elektrinės gyvavimo laikotarpį.

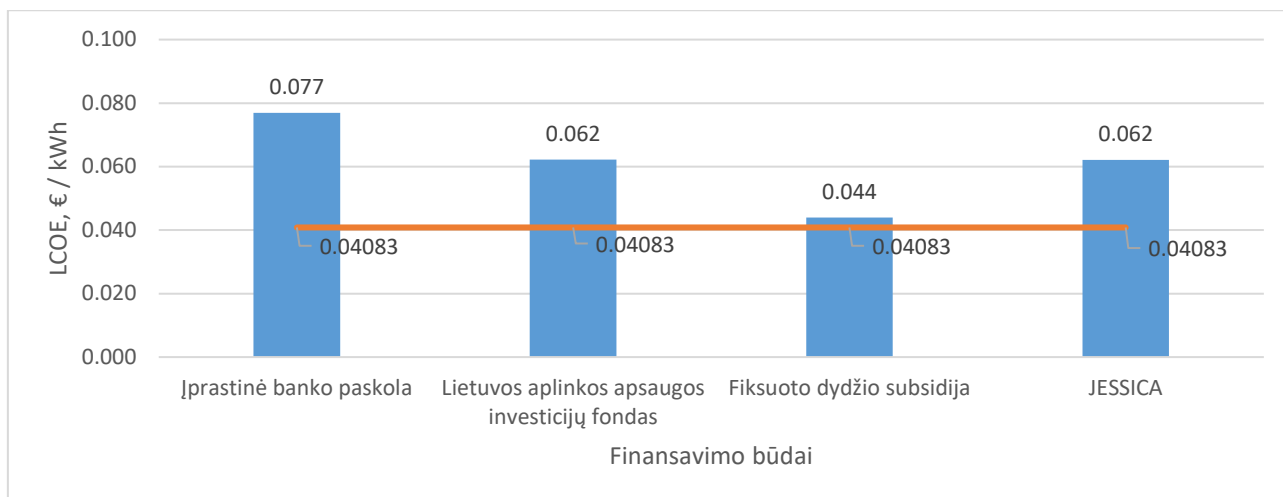
Svertiniai elektros energijos gamybos kaštai suteikia galimybę palyginti tam tikrų tipų finansavimo būdus, nes jie atspindi vieno elektros energijos gamybos vieneto kaštų apskaičiavimą, įtraukiant visus veiksnius, kurie gali turėti įtakos kaštų dydžiui [43].

Siekiant įvertinti analizuotų saulės elektrinių ir taikomų skirtingų finansavimo būdų konkurencingumą rinkoje apskaičiuotus svertinius elektros energijos kaštus tikslinga palyginti su valstybinės energetikos reguliavimo tarybos (VERT) prognozuojama 2021 m. elektros energijos rinkos kaina – 0,04083 €/kWh [46].

Svertinių elektros energijos gamybos kaštų palyginimai taikant skirtingus finansavimo būdus pateikti 35 ir 36 paveiksluose.



35 pav. Svertiniai elektros energijos gamybos kaštai 50 kWp saulės elektrinei



36 pav. Svertiniai elektros energijos gamybos kaštai 3 kWp saulės elektrinei

Iš pateiktų grafikų matyti, kad taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą saulės elektrinėms užtikrinami mažiausi kaštai tenkantys vienai kilovatvalandei. Mažiausia svertinių elektros energijos gamybos kaštų vertė yra 0,044 €/kWh (taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą 3 kWp saulės elektrinei), o didžiausia 0,081 €/kWh (taikant įprastinės banko paskolos finansavimą 50 kWp saulės elektrinei). Taip pat galima matyti, kad tik taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą, saulės elektrinės gali konkuruoti rinkoje, kadangi svertiniai elektros energijos kaštai yra artimi elektros energijos kainai rinkoje.

3.7. Investicijų atsiperkamumo vertinimas

Ne ką mažiau svarbus rodiklis yra investicijų atsiperkamumas, kadangi tai nurodo kada pinigų balansas iš neigiamo virsta teigiamu.

Atsipirkimo laiką galima skaičiuoti sumuojant grynujų pinigų srautus, kol suma pasidarys teigiama. Skaičiavimai pateikti 50 kWp saulės elektrinei taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą ir esant atsiskaitymui už atgautą elektros energiją:

$$PP = T_0 + \frac{\text{Nepadengtos išlaidos}}{\text{Pinigų srautas visiško padengimo metais}} = 8 + \frac{102,74}{252,93} = 8,41 \text{ metai.} \quad (59)$$

Investicijų atsipirkimo laikotarpiai taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą ir esant atsiskaitymui už atgautą elektros energiją ir atsiskaitymą už elektrinės instaliuotą galią pateikti 24 lentelėje.

24 lentelė. Investicijų atsiperkamumas taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą

	Atsiskaitymas už atgautą elektros energiją		Atsiskaitymas už elektrinės instaliuotą galią	
	3 kWp	50 kWp	3 kWp	50 kWp
PP	8,41	6,82	7,57	8,16

Pateiktoje lentelėje galima matyti, kad taikant fiksuoto dydžio subsidiją 50 kWp saulės elektrinės projektui investicijų atsiperkamumo laikotarpių skirtumas yra 1,34 metai, kai tuo tarpu 3 kWp saulės elektrinės skirtumas tarp atsipirkimo laikotarpių yra 0,84 metai.

Išvados

1. Išanalizavus saulės elektrinių plėtrą sąlygojančius veiksnius ir saulės elektrinių galios augimo tendencijas pasaulyje ir Lietuvoje nustatyta, kad vis dar pakankamai dideli saulės elektrinės įrengimo kaštai, lyginant su kitomis elektrinėmis, gali būti veiksmu stabdančiu jų plėtrą dėl nuosavų lėšų stokos. Nors per 2020 m. iš atsinaujinančių elektros išteklių elektrą gaminančių vartotojų skaičius išaugo 3 kartus – nuo 2 212 iki 6 674, tačiau Nacionalinėje energetinės nepriklausomybės strategijoje nustatytas tikslas 34 000 gaminančių vartotojų liko nepasiektas.
2. Atlikus saulės elektrinių galimų finansavimo būdų ir verslo modelių palyginamąją teorinę analizę nustatyta, kad finansavimo būdo ir verslo modelio pasirinkimas turi įtakos elektros energijos gamybos kaštams, todėl siekiant įgyvendinti ambicingus decentralizuotos elektros energijos gamybos tikslus reikia atlikti palyginamąją analizę nustatant derinius užtikrinančius sėkmingą projektų įgyvendinimą.
3. Išanalizavus ekonominio efektyvumo vertinimo metodiką, nustatyta, kad įvairių finansavimo būdų ir verslo modelių taikymą saulės elektrinių projektams tikslinga vertinti atsižvelgiant į pagrindinius ekonominius rodiklius: grynąją dabartinę vertę, vidinę gražos normą, pajamų ir išlaidų santykį, vidutinius svertinius kapitalo kaštus bei svertinius elektros energijos gamybos kaštus.
4. Atlikus 50 kWp ir 3 kWp gaminančių vartotojų įvairių finansavimo būdų ir verslo modelių ekonominio efektyvumo palyginamąjį vertinimą nustatyta, kad saulės elektrinių didžiausias ekonominis rentabilumas užtikrinamas taikant fiksuoto dydžio subsidiją, tuo atveju 50 kWp saulės elektrinės vidinė gražos normos yra 7,34 % – 15,27 %, o 3 kWp – 6,63 % – 13,59% . Taip pat įvertinus pajamų ir išlaidų santykį nustatyta, kad didžiausios vertės yra esant atsiskaitymui už atgautą elektros energiją (50 kWp saulės elektrinei) ir už elektrinės instaliuotą galią (3 kWp saulės elektrinei). Minimalios galios gaminančiam vartotojui tinkamiausias verslo modelis yra atsiskaitymas už elektrinės instaliuotą galią, kuriam esant pajamų ir išlaidų santykis yra 2,27, o didesnės galios – atsiskaitymas už atgautą elektros energiją, kuriam esant pajamų ir išlaidų santykis yra 2,50. Abiem tiriamiesiems objektams nepatraukliausias finansavimo būdas yra įprastinės banko paskolos, kadangi vidutiniai svertiniai kapitalo kaštai gaunami didžiausi (WACC – 5,14 %).
5. Atlikus svertinių elektros energijos gamybos kaštų palyginimą taikant skirtingus finansavimo būdus nustatyta, kad mažiausi svertiniai elektros energijos gamybos kaštai užtikrinami taikant fiksuoto dydžio subsidiją: 3 kWp – 0,044 €/kWh, o 50 kWp – 0,046 €/kWh, o didžiausi taikant įprastinės banko paskolos: 3 kWp – 0,077 €/kWh, o 50 kWp – 0,081 €/kWh. Nors šiuo metu gaminantys vartotojai negali parduoti į tinklus pateiktos ir kaupimo laikotarpiu nesusigrąžintos elektros energijos, tačiau atsižvelgiant į prognozuojamą rinkos kainą galima teigti, kad saulės elektrinės pagaminta elektros energija rinkoje konkurencinga būtų tik su šiuo metu taikoma subsidija.

Literatūros sąrašas

1. EUROPEAN COUNCIL. COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. Paris Agreement on climate change. [interaktyvus]. n.d. [žiūrėta 2019-11-12]. Prieiga per internetą: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/climate-change/paris-agreement/>
2. LIETUVOS AIDAS. 12.12. Europos Komisija pristato Europos žaliaji kursą [interaktyvus]. n.d. [žiūrėta 2020-01-04]. Prieiga per internetą: <http://www.aidas.lt/lt/europos-sajunga/article/22976-12-12-europos-komisija-pristato-europos-zaliaji-kursas>
3. REN21. Renewable in Cities Global Status Report [interaktyvus]. n.d. [žiūrėta 2020-03-17]. Prieiga per internetą: <https://www.ren21.net/reports/rec-for-review/>
4. DR Craig JONES. The Kyoutu Protocol: Climate Change Success or Global Warming Failure? [interaktyvus]. 2015 [žiūrėta 2019-11-05]. Prieiga per internetą: <http://www.circularrecology.com/news/the-kyoto-protocol-climate-change-success-or-global-warming-failure#.Xg-cFkczZPY>
5. EUROPOS SAJUNGOS KOMISIJA. JT derybos dėl klimato: Kioto protokolas – pirmasis įsipareigojimų laikotarpis [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2019-11-20]. Prieiga per internetą: http://publications.europa.eu/resource/cellar/d6a0ce8f-794b-4ba4-906f-7131edc80b32.0015.02/DOC_2
6. Hannah RITCHIE, Max ROSER. CO₂ and Greenhouse Gas Emissions [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-02-29]. Prieiga per internetą: <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions#global-warming-to-date>
7. EUROPEAN COMMISSION. What's in it for me? [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-01-04]. Prieiga per internetą: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_19_6717
8. EUROPEAN COMMISSION. The EU's track record on climate action [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-01-03]. Prieiga per internetą: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_19_6720
9. LIETUVOS RESPUBLIKOS ENERGETIKOS KOMISIJA. Nacionalinė energetinės nepriklausomybės strategija [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2020-03-17]. Prieiga per internetą: http://enmin.lrv.lt/uploads/enmin/documents/files/Nacionaline%20energetines%20nepriklausomybes%20strategija_2018_LT.pdf
10. REN21. Why is renewable energy important? [interaktyvus]. n.d. [žiūrėta 2020-04-01]. Prieiga per internetą: <https://www.ren21.net/why-is-renewable-energy-important/>
11. IRENA. Trends in Renewable Energy [interaktyvus]. n.d. [žiūrėta 2020-03-03]. Prieiga per internetą: <https://public.tableau.com/views/IRENARETimeSeries/Charts?:embed=y&:showVizHome=no&publish=yes&:toolbar=no>
12. R. ŠIDLAUSKIENĖ. Energetikos statistika 2018 m. [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-04-01]. Prieiga per internetą: <https://osp.stat.gov.lt/informaciniai-pranesimai?eventId=200543>
13. EUROPOS SOCIALINIS FONDAS. Lietuvos ūkio sektorių finansavimas po 2020 metų vertinimas [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-03-17]. Prieiga per internetą: [http://lrv.lt/uploads/main/documents/files/Energetika\(1\).pdf](http://lrv.lt/uploads/main/documents/files/Energetika(1).pdf)
14. IRENA. Solar energy [interaktyvus]. n.d. [žiūrėta 2020-01-04]. Prieiga per internetą: <https://www.irena.org/solar>
15. IRENA. Renewable Power Generation Costs in 2018 [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-04-02]. Prieiga per internetą: <https://www.irena.org/publications/2019/May/Renewable-power-generation-costs-in-2018>

16. Harry WIRTH. Recent Facts about Photovoltaics in Germany [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-01-04]. Prieiga per internetą: <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/en/documents/publications/studies/recent-facts-about-photovoltaics-in-germany.pdf>
17. Yi ZHOU, Alun GU. Earning Curve Analysis of Wind Power and Photovoltaics Technology in US: Cost Reduction and the Importance of Research, Development and Demonstration [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-03-22]. Prieiga per internetą: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/8/2310/htm>
18. Phil TAYLOR-PARKER. Solar Panel Cost Guide: Your Complete Guide to the Cost of Solar in 2020 [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-01-04]. Prieiga per internetą: <https://www.wholesalesolar.com/blog/solar-panel-cost-guide/>
19. Mattea JACOBS. 5 Common Ways to Finance Solar and Storage Systems [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-02-16]. Prieiga per internetą: <https://www.solar.com/learn/5-common-ways-to-finance-solar-and-storage-systems/>
20. Cristy BIEBER. Solar Power Financing: What's the Best Approach? [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2019-12-01]. Prieiga per internetą: <https://www.fool.com/the-ascent/personal-loans/articles/solar-power-financing-best-approach/>
21. SAULĖS BENDRUOMENĖ. Parama saulės elektrinių įrengimui [interaktyvus]. n.d. [žiūrėta 2020-03-02]. Prieiga per internetą: <https://saulesbendruomene.lt/finansavimas>
22. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJOS APLINKOS PROJEKTŲ VALDYMO AGENTŪRA. Lietuvos aplinkos apsaugos investicijų fondo programa [interaktyvus]. n.d. [žiūrėta 2020-03-02]. Prieiga per internetą: <https://www.apva.lt/nacionalines-investicijos/lietuvos-aplinkos-apsaugos-investiciju-fondo-programa/apie-programa/>
23. E. SEIMAS. Dėl bendradarbiavimo teikiant paskolas pareiškėjams klimato kaitos specialiosios programos lėšomis, projektų finansavimo teikiant paskolas ir subsidijas klimato kaitos specialiosios programos lėšomis ir tikslinės paskolos sutarčių pavyzdinių formų patvirtinimo [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-05-01]. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.393935/EWKSCVGTfFW>
24. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJOS APLINKOS PROJEKTŲ VALDYMO AGENTŪRA. LAAIF prijungimas prie APVA – efektyvesnė veikla [interaktyvus]. n.d. [žiūrėta 2020-03-22]. Prieiga per internetą: <https://www.apva.lt/laaif-prijungimas-prie-apva-efektyvesne-veikla/>
25. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJOS APLINKOS PROJEKTŲ VALDYMO AGENTŪRA. Paskelbtas kvietimas atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimui individualiuose namuose [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-03-22]. Prieiga per internetą: <https://www.apva.lt/paskelbtas-kvietimas-atsinaujinanciu-energijos-istekliu-panaudojimui-individualiuose-namuose/>
26. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTRAS. Įsakymas dėl Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2018 m. liepos 12 d. Įsakymo nr. D1-674 „Dėl mažos apimties projektų, finansuojamų iš klimato kaitos specialiosios programos lėšų, fiksuotų dydžių patvirtinimo“ pakeitimo [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-03-23]. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/d931f820723311e99ceae2890faa4193?jfwid=sagd0ptas>
27. LIETUVOS BIOMASĖS ENERGETIKOS ASOCIACIJA. Finansinė parama gyvenamųjų namų modernizavimui ir atsinaujinančių energijos išteklių diegimui – jau netrukus [interaktyvus]. n.d.

- [žiūrėta 2020-04-09]. Prieiga per internetą: <http://www.biokuras.lt/finansine-parama-gyvenamuju-namu-modernizavimui-ir-atsinaujinanciu-energijos-istekliu-diegimui-jau-netrukus>
28. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTRAS. Įsakymas dėl klimato kaitos specialiosios programos lėšų naudojimo 2018 m. sąmatą detalizuojančio plano patvirtinimo [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2020-04-15]. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/39ea0670696211e8b7d2b2d2ca774092/WaSHtbEXvj>
 29. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJOS APLINKOS PROJEKTŲ VALDYMO AGENTŪRA. Paraiškų statistika [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-03-23]. Prieiga per internetą: <https://apvis.apva.lt/>
 30. EUROPEAN COMMISSION. JESSICA: Join European Support for Sustainable Investment in City Areas [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-03-11]. Prieiga per internetą: https://ec.europa.eu/regionalpolicy/archive/thefunds/instruments/jessica_en.cfm
 31. SWEDBANK. Daugiabučio namo atnaujinimas pagal JESSICA iniciatyvą [interaktyvus]. n.d. [žiūrėta 2020-04-18]. Prieiga per internetą: <https://www.swedbank.lt/files/PDF/jessica.pdf>
 32. PROCEEDING OF THE FACULTY OF ECONOMICS IN EAST SARAJEVO [interaktyvus]. n.d. [žiūrėta 2020-04-27]. Prieiga per internetą: <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=233631>
 33. PATRICK T.I.LAM, ANGEL O.K.LAW. Crowdfunding for renewable and sustainable energy projects: An exploratory case study approach [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2020-04-27]. Prieiga per internetą: <https://www-sciencedirectcom.ezproxy.ktu.edu/science/article/pii/S1364032116000769?via%3Dihub#f0010>
 34. SONIA DUNLOP - ALEXANDRE ROESCH. EU-WIDE SOLAR PV BUSINESS MODELS [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2020-05-01]. Prieiga per internetą: https://www.solarpower-europe.org/wpcontent/uploads/2018/08/EU_Implementation_Guidelines_PVF_D4.4_LOW_RE S.pdf
 35. ESO. Gaminančių vartotojų atsiskaitymo būdai [interaktyvus]. n.d. [žiūrėta 2020-01-12]. Prieiga per internetą: <https://www.eso.lt/lt/namams/elektra/tarifai-kainos-atsiskaitymas-irskolos/gaminanciu-vartotoju-kainos.html>
 36. TENERGY. Atsiskaitymo būdai su ESO. Kokį pasirinkti? [interaktyvus]. n.d. [žiūrėta 2020-01-13]. Prieiga per internetą: <https://t-energy.lt/2020/01/07/atsiskaitymo-su-eso-budai-koki-pasirinkti/>
 37. IGNITIS. Saulės energija visiems! [interaktyvus]. n.d. [žiūrėta 2020-04-23]. Prieiga per internetą: <https://www.saulsparkai.lt/>
 38. INVESTOPEDIA. What Is the Formula for Calculating Net Present Value (NPV)? [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-05-27]. Prieiga per internetą: <https://www.investopedia.com/ask/answers/032615/what-formula-calculating-net-present-value-npv.asp>
 39. Vladislav TOMAŠEVIČ. Investicinių projektų efektyvumo vertinimas grynosios dabartinės vertės metodu [interaktyvus]. 2010 [žiūrėta 2020-10-13]. Prieiga per internetą: <https://core.ac.uk/download/pdf/144798908.pdf>
 40. R. LUKOČIUS. Vidinė gražos norma (IRR) [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2020-07-13] Prieiga per internetą: <https://www.finansistas.net/vidine-grazos-norma.html>
 41. MACKEVIČIUS Jonas. Vidinės gražos normos metodo taikymas vertinant investicinių projektų ekonominį efektyvumą [interaktyvus]. 2011 [žiūrėta 2020-10-05]. Prieiga per internetą: <https://epublications.vu.lt/object/elaba:6164783/>

42. SCIENCE DIRECT. 20 WACC the dog: The effect of financing costs on the levelized cost of solar PV power [interaktyvus]. 2015 [žiūrėta 2020-10-06]. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect-com.ezproxy.ktu.edu/science/article/pii/S0960148114006806>
43. CARISMA. INNOVATON FOR CLIMATE CHANGE MITIGATION. Report on climate change mitigation policy mapping and interaction [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2020-11-25]. Prieiga per internetą: <https://europa.eu/capacity4dev/public-energy/documents/carisma-d42-economic-costs-and-benefits-renewables-deployment-eu>
44. ENERGINET. Technology Data. Generation of Electricity and District heating [interaktyvus] 2016 [žiūrėta 2021-02-22]. Prieiga per internetą: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/technology_data_catalogue_for_el_and_dh_-_0009.pdf
45. VALSTYBINĖ ENERGETIKOS REGULIAVIMO TARYBA. WACC-2017-08-01-2018-07-31 [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2021-02-22]. Prieiga per internetą: <https://www.regula.lt/atsinaujinantys-istekliai/Puslapiai/WACC-2017-08-01-2018-07-31.aspx>
46. VALSTYBINĖ ENERGETIKOS REGULIAVIMO TARYBA. Nutarimas dėl prognozuojamos elektros energijos rinkos kainos 2021 metams nustatymo [interaktyvus] 2020 [žiūrėta 2021-03-21]. Prieiga per internetą: https://www.vert.lt/Docs/nutarimas_2020_O3E-971.pdf

Priedai

1 priedas. Komerčio pastato suvartojimas ir 50 kWp saulės elektrinės metinė valandinė generacija

1 lentelė. Komerčio pastato suvartojimas ir 50 kWp saulės elektrinės metinė valandinė generacija

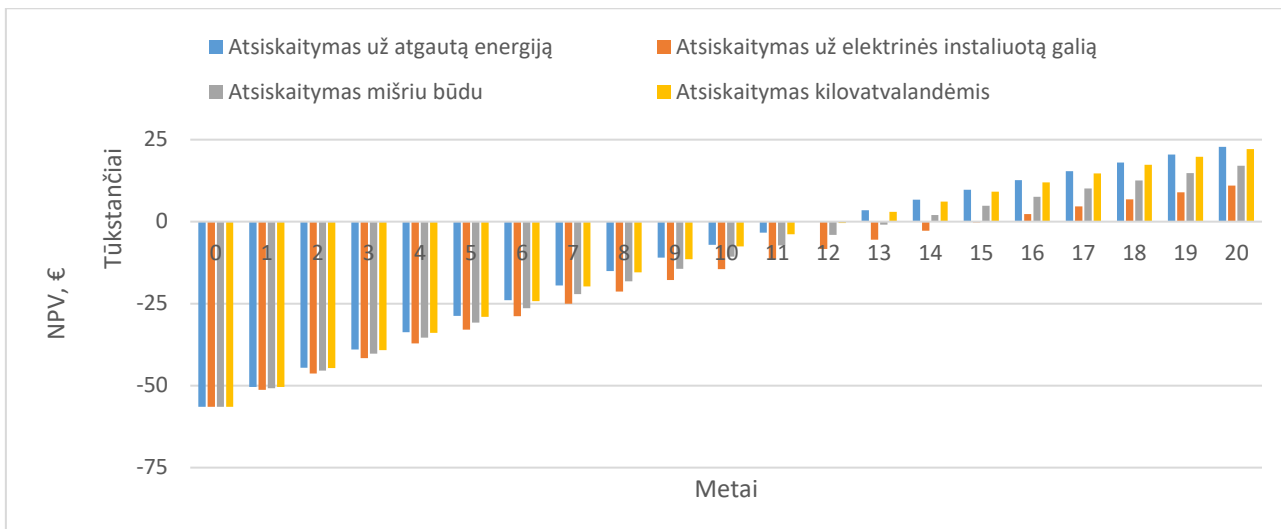
Data	Sugeneruota energija, kWh	Energijos suvartojimas, kWh	Atiduotos į tinklą elektros energijos kiekis, kWh	Trūkstamas elektros energijos kiekis, kWh
01/01/2019 00:00	0	14.922	0	-14.922
01/01/2019 01:00	0	16.3044	0	-16.3044
01/01/2019 02:00	0	14.49	0	-14.49
01/01/2019 03:00	0	15.9912	0	-15.9912
01/01/2019 04:00	0	15.7284	0	-15.7284
01/01/2019 05:00	0	21.0192	0	-21.0192
01/01/2019 06:00	0	18.8736	0	-18.8736
01/01/2019 07:00	0	19.878	0	-19.878
01/01/2019 08:00	0	15.4956	0	-15.4956
01/01/2019 09:00	0	15.6672	0	-15.6672
...
11/07/2019 10:00	24.674	31.032	0	-6.358
11/07/2019 11:00	37.791	33.0588	4.7322	0
11/07/2019 12:00	37.572	38.4288	0	-0.8568
11/07/2019 13:00	36.749	29.91	6.839	0
11/07/2019 14:00	30.518	27.5508	2.9672	0
11/07/2019 15:00	25.445	22.9416	2.5034	0
11/07/2019 16:00	9.8263	27.1908	0	-17.3645
11/07/2019 17:00	15.765	11.5236	4.2414	0
11/07/2019 18:00	12.28	8.6484	3.6316	0
11/07/2019 19:00	2.8122	11.7228	0	-8.9106
...
31/12/2019 13:00	3.0218	22.0956	0	-19.0738
31/12/2019 14:00	1.1911	22.8336	0	-21.6425
31/12/2019 15:00	0.3633	12.7392	0	-12.3759
31/12/2019 16:00	0	11.5824	0	-11.5824
31/12/2019 17:00	0	10.0932	0	-10.0932
31/12/2019 18:00	0	8.6604	0	-8.6604
31/12/2019 19:00	0	9.3504	0	-9.3504
31/12/2019 20:00	0	9.2028	0	-9.2028
31/12/2019 21:00	0	9.108	0	-9.108
31/12/2019 22:00	0	9.1572	0	-9.1572
31/12/2019 23:00	0	9.2256	0	-9.2256

2 priedas. Individualaus namo suvartojimas ir 3 kWp saulės elektrinės metinė valandinė generacija

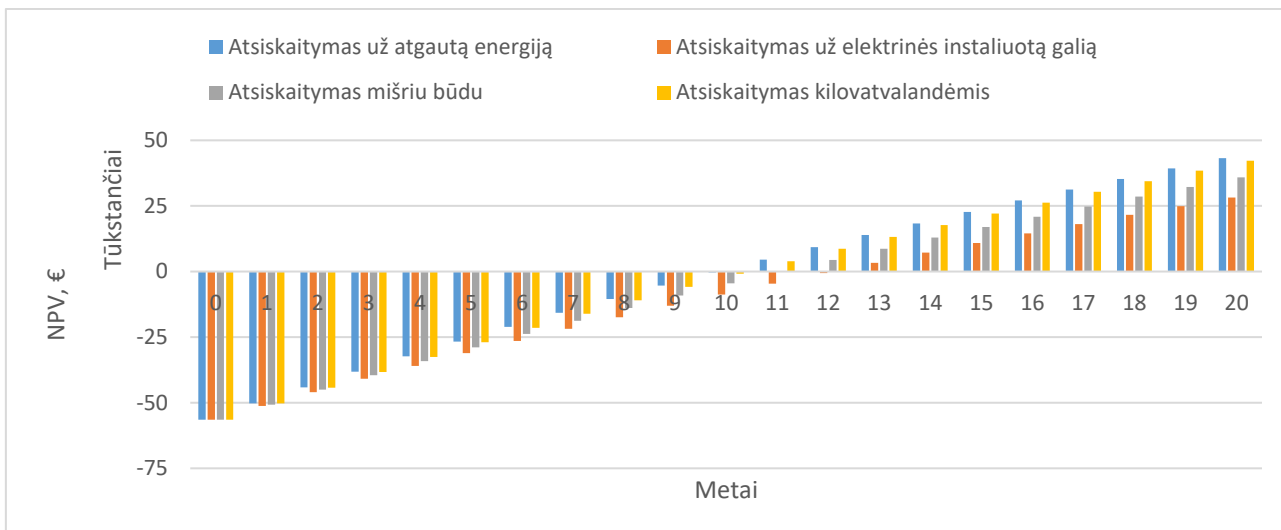
2 lentelė. Individualaus namo suvartojimas ir 3 kWp saulės elektrinės metinė valandinė generacija

Data	Sugeneruota energija, kWh	Energijos suvartojimas, kWh	Atiduotos į tinkle elektros energijos kiekis, kWh	Trūkstamas elektros energijos kiekis, kWh
01/01/2019 00:00	0	0.3536	0	-0.3536
01/01/2019 01:00	0	0.3646	0	-0.3646
01/01/2019 02:00	0	0.2182	0	-0.2182
01/01/2019 03:00	0	0.2028	0	-0.2028
01/01/2019 04:00	0	0.2004	0	-0.2004
01/01/2019 05:00	0	0.195	0	-0.195
01/01/2019 06:00	0	0.2574	0	-0.2574
01/01/2019 07:00	0	0.2424	0	-0.2424
01/01/2019 08:00	0	0.206	0	-0.206
01/01/2019 09:00	0	0.0188	0	-0.0188
...
11/07/2019 10:00	1.4685	0.2126	1.2559	0
11/07/2019 11:00	2.2912	0.0498	2.2414	0
11/07/2019 12:00	2.2798	0.0004	2.2794	0
11/07/2019 13:00	2.229	0.0004	2.2286	0
11/07/2019 14:00	1.836	0.0004	1.8356	0
11/07/2019 15:00	1.5184	0.137	1.3814	0
11/07/2019 16:00	0.5564	0.0236	0.5328	0
11/07/2019 17:00	0.8843	0.0552	0.8291	0
11/07/2019 18:00	0.5607	0.0878	0.4729	0
11/07/2019 19:00	0.1142	0.4746	0	-0.3604
...
31/12/2019 13:00	0.1831	1.4804	0	-1.2973
31/12/2019 14:00	0.0578	0.209	0	-0.1512
31/12/2019 15:00	0.0058	0.3624	0	-0.3566
31/12/2019 16:00	0	7.3006	0	-7.3006
31/12/2019 17:00	0	13.5386	0	-13.5386
31/12/2019 18:00	0	7.1412	0	-7.1412
31/12/2019 19:00	0	1.1588	0	-1.1588
31/12/2019 20:00	0	1.1616	0	-1.1616
31/12/2019 21:00	0	1.1158	0	-1.1158
31/12/2019 22:00	0	1.0202	0	-1.0202
31/12/2019 23:00	0	0.8008	0	-0.8008

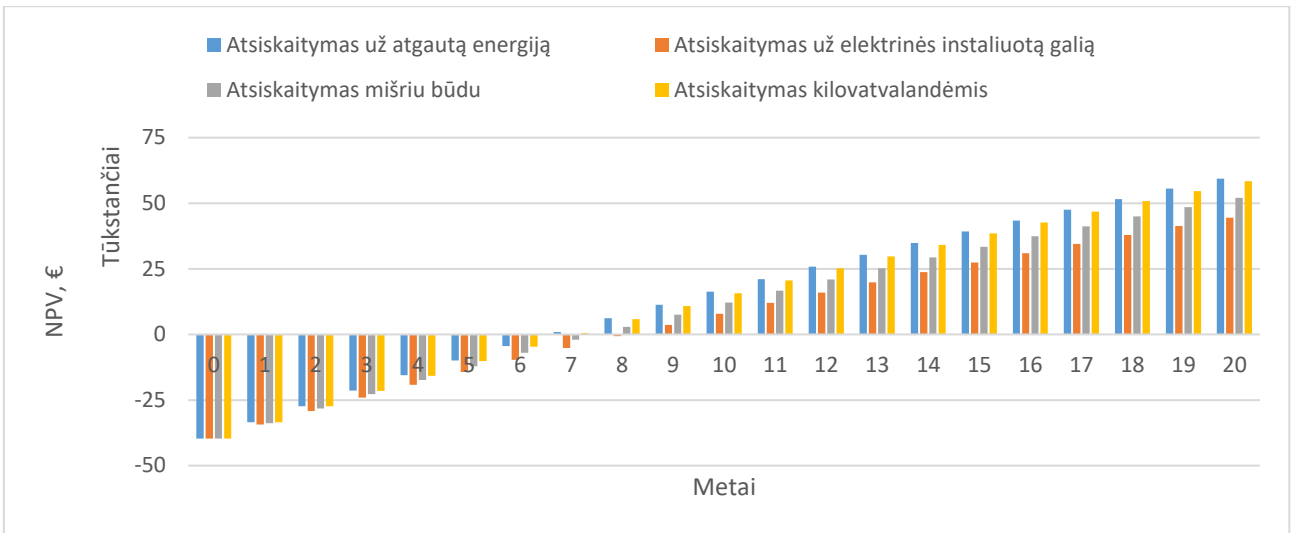
3 priedas. 50 kWp saulės elektrinės grynujų pinigų balansai



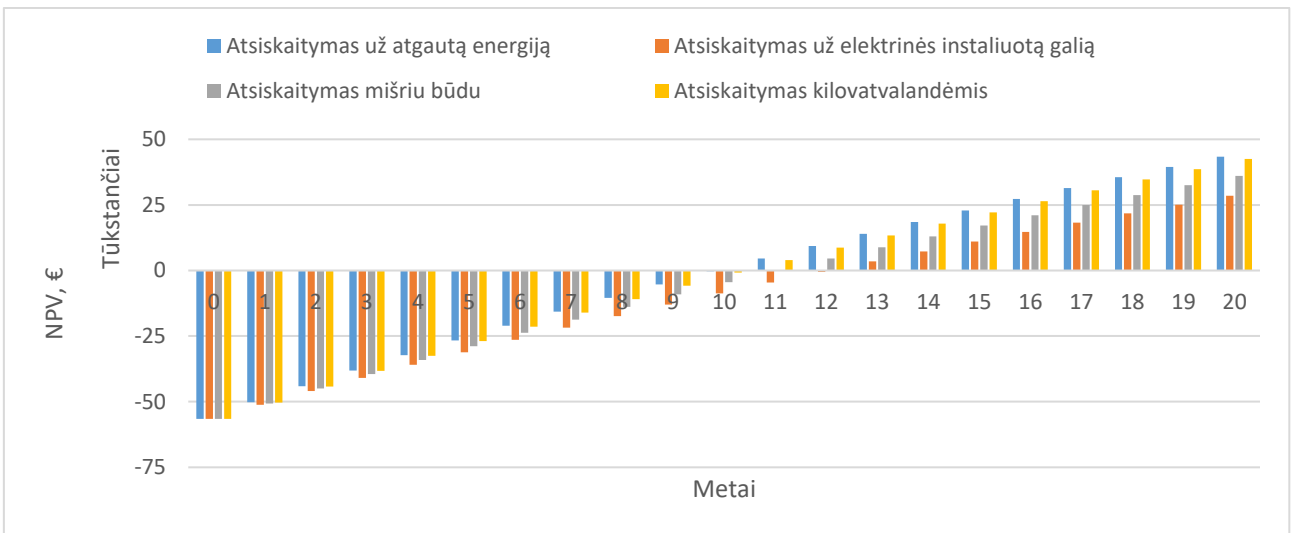
1 pav. 50 kWp saulės elektrinės grynujų pinigų balansai taikant įprastinės banko paskolos finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams



2 pav. 50 kWp saulės elektrinės grynujų pinigų balansai taikant Lietuvos aplinkos apsaugos fondo finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams

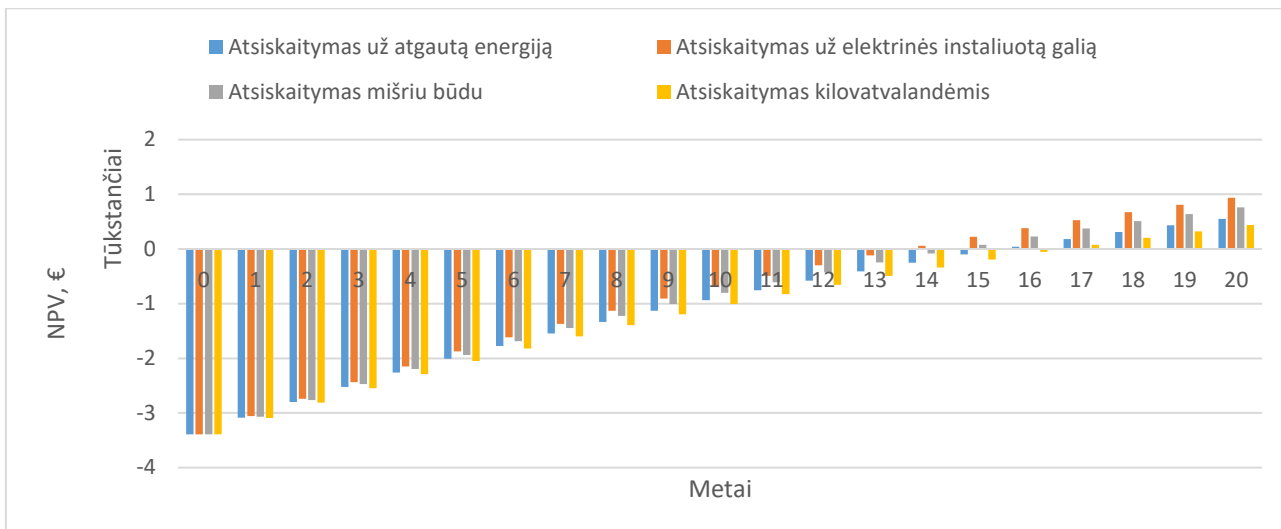


3 pav. 50 kWp saulės elektrinės grynųjų pinigų balansai taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams

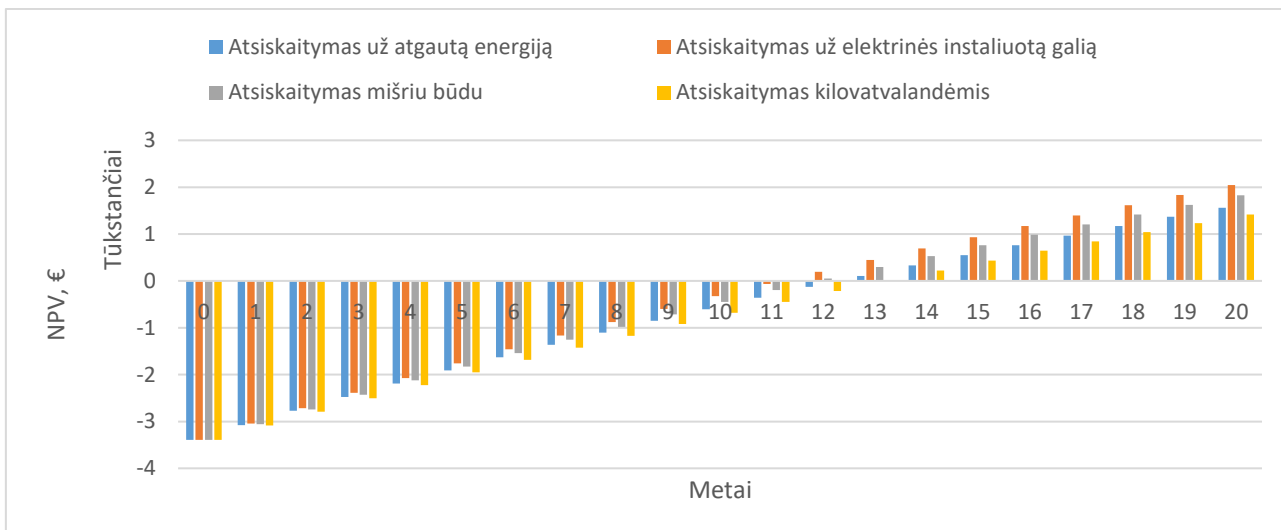


4 pav. 50 kWp saulės elektrinės grynųjų pinigų balansai taikant JESSICA finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams

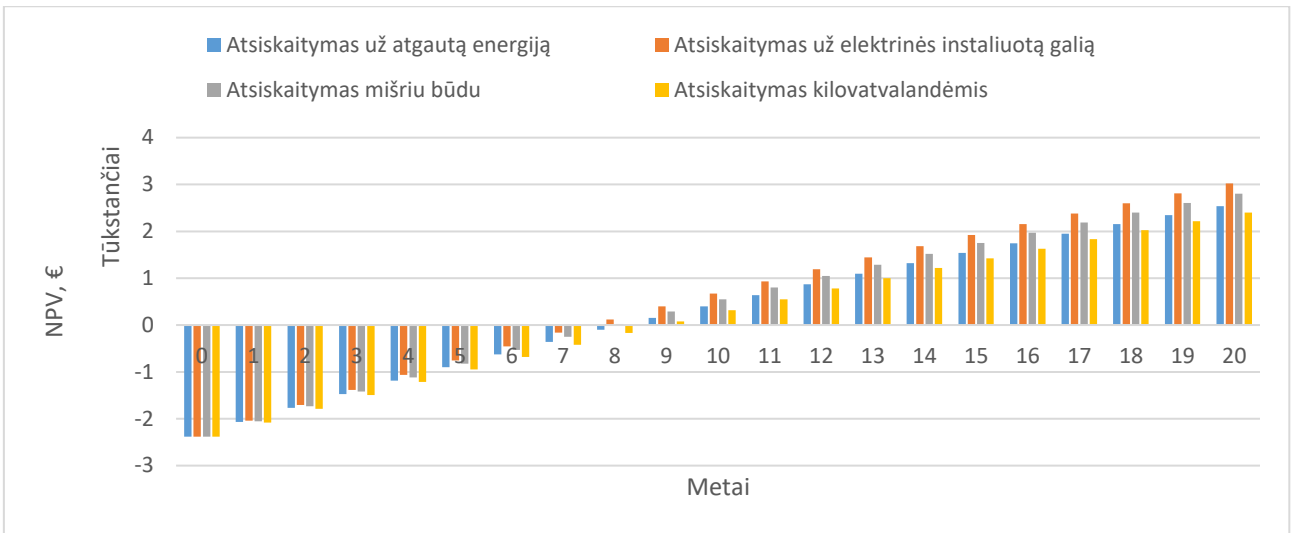
4 priedas. 3 kWp saulės elektrinės grynųjų pinigų balansai



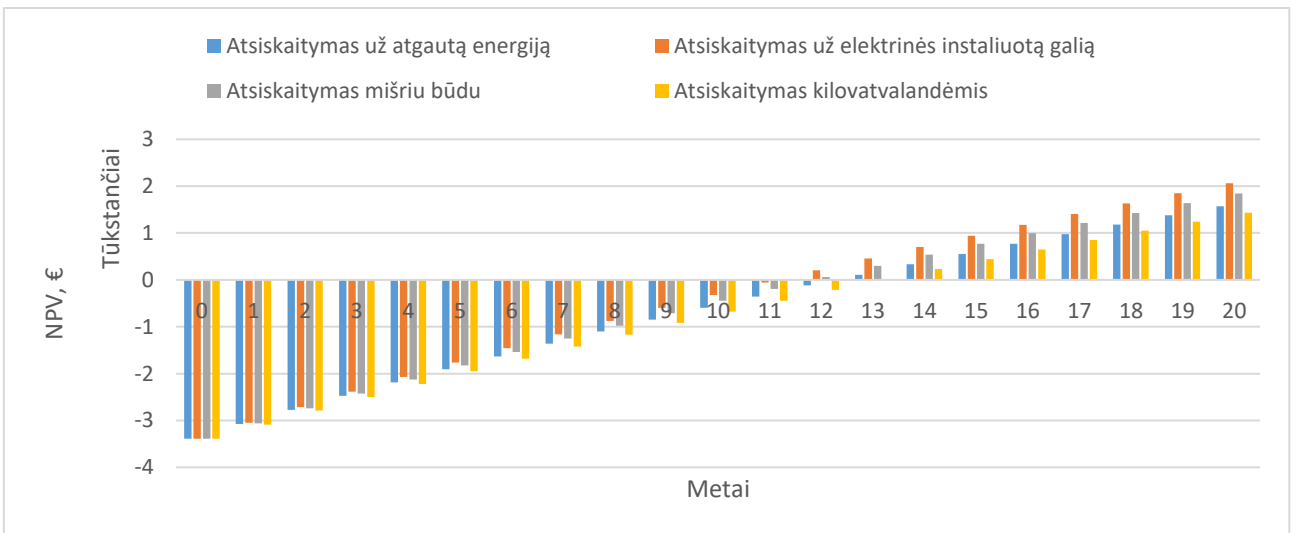
1 pav. 3 kWp saulės elektrinės grynųjų pinigų balansai taikant įprastinės banko paskolos finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams



2 pav. 3 kWp saulės elektrinės grynųjų pinigų balansai taikant Lietuvos aplinkos apsaugos finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams



3 pav. 3 kWp saulės elektrinės grynujų pinigų balansai taikant fiksuoto dydžio subsidijos finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams



4 pav. 3 kWp saulės elektrinės grynujų pinigų balansai taikant JESSICA finansavimą ir esant skirtingiems verslo modeliams