

Economics and management Ekonomika ir vadyba

SAULĖS ENERGETIKOS PROJEKTŲ PLĖTROS TENDENCIJOS LIETUVOJE

Aurelija GUIGAITĖ ^{*}, Artūras JAKUBAVIČIUS 

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva

Gauta 2021 m. spalio 29 d.; priimta 2021 m. gruodžio 1 d.

Santrauka. Sparti atsinaujinančių energijos išteklių plėtra vyksta visame pasaulyje. Šiame straipsnyje aptariama vieno iš atsinaujinančių energijos išteklių – saulės energetikos – situacija pasaulyje bei Lietuvoje. Pastebima, jog saulės elektrinių projektų vystymas pastaraisiais metais smarkiai pasistūmėjo į priekį ir instaliuotoji suminė galia akivaizdžiai didėja. Šiuo straipsniu siekiama įvertinti, kokią įtaką saulės energetikos projektų plėtrai turi fotovoltinių technologijų pažanga bei taikomos finansavimo schemas, kuriomis siekiama sumažinti vartotojo finansinę naštą įsirengiant saulės elektrinę. Straipsnyje analizuojama saulės energetikos projektų samprata ir klasifikavimas, atliekama tendencijų apžvalga pasaulyje bei Lietuvoje, nagrinėjamas saulės elektrinių kainos kitimas. Taikant statistinių duomenų analizę bei koreliacinę regresinę analizę įvertinama aptartų veiksmų įtaka saulės elektrinių projektų plėtojimui ir atliekama saulės elektrinių projektų prognozė ateinantiems metams Lietuvoje.

Reikšminiai žodžiai: saulės energetika, atsinaujinančioji energetika, saulės elektrinės, saulės moduliai, prognozė, finansavimas.

Įvadas

Prognozuojama, kad nuo 2019 m. iki 2024 m. atsinaujinančių išteklių panaudojimas pasaulyje išaugs 50 %, o saulės energetika turėtų sudaryti 60 % šio pokyčio (International Energy Agency [IEA], 2019). Tai lemia ne tik ekologiniai aspektai, bet ir saulės energetikos technologijų, ypač saulės modulių, pažanga. Saulės energetikos ūkio plėtrą skatina ir vykdomos tarptautinės mokslinių tyrimų ir inovacijų finansavimo programos iš Europos Sąjungos lėšų (Europos Komisija, 2014).

Be įvardintos technologijų pažangos, saulės energetikos plėtrą skatina įvairios finansinės priemonės. Subsidijų įtaką saulės elektrinių plėtrai vertino Hughes ir Podolefsky (2015), kurie nustatė, jog finansavimas stipriai prisidėjo didinant fizinių asmenų elektrinių skaičių Kalifornijoje. Petrovich et al. (2021) savo straipsnyje nagrinėjo fizinių asmenų polinkį finansuoti į saulės elektrines, įrengiant jas savuose namuose. Šiandien Lietuvoje pagrindinis saulės projektų įgyvendinimo skatinimas yra dalies išlaidų kompensavimas. Asmenys finansavimą gali gauti iš Klimato kaitos fondo ar Europos Sąjungos investicijų lėšų (Lietuvos Respublikos energetikos ministerija, 2018).

Saulės energetikos projektų kainos mažėjimas bei finansavimo schemų taikymas nėra pastovios aplinkybės, juk kaina su laiku pivalo stabilizuotis. Taip pat ir finansavimo schemas nėra amžinos, o tik vykdomos tol, kol pa-

siekiami iš anksto numatyti tikslai, pavyzdžiui, tokie kaip suminė instaliuotoji galia, arba kol baigiasi finansavimui skirtos lėšos. Šio straipsnio tikslas yra įvertinti saulės energetikos projektų kainų kitimo tendencijas bei išsiaiškinti, kokią įtaką finansavimas turi saulės energetikos plėtrai. Taip pat siekiama pateikti prognozę, kaip situacija pasikeistų stabilizavusis technologijų kainai ar sumažinus arba iš viso nutraukus finansavimo schemų taikymą.

Tyrimo objektas – saulės energetikos projektų tendencijos Lietuvoje.

Tyrimo problema – netinkamas tendencijų vertinimas siekiant paspartinti saulės energetikos projektų plėtrą.

Tyrimo tikslas – išanalizavus saulės energetikos projektų plėtros tendencijas ir finansavimo įtaką jiems, pateikti projektų plėtros prognozę Lietuvoje.

Tyrimo uždaviniai:

1. Įvertinti Lietuvos bei kitų užsienio šalių saulės energetikos plėtros tendencijas.
2. Išnagrinėti projektų plėtros priklausomybę nuo technologijų kainos bei finansavimo galimybių.
3. Pateikti saulės energetikos projektų plėtros prognozę Lietuvoje įvertinus kainų sumažėjimą.

Tyrimo metodai – mokslinių straipsnių sisteminė analizė, statistinių duomenų analizė, koreliacinė regresinė analizė.

*Autorius susirašinėti. El. paštas aurelija.guigaitė@stud.vilniustech.lt

1. Saulės energetikos projektų plėtros samprata ir saulės elektrinių klasifikavimas

Projektų plėtra suprantama kaip naujo projekto įgyvendinimas arba pats pirminis projekto etapas, kuriame siekiama įvertinti, ar projektas yra vertas įgyvendinimo (Xia et al., 2016). Remiantis literatūros šaltiniais buvo sudaryta 1 lentelė, kurioje pateiktos projektų plėtros sampratos. Apibendrinus šias sampratas, projektų plėtra yra struktūrintas procesas, apimantis išsamią esamos situacijos analizę, rizikos vertinimą bei didelės apimties dokumentacijos rengimą, įgyvendinimą ir derinimą, kurių rezultatas – ekonominė arba socialinė nauda, kurią sukuria užbaigtas projektas.

Saulės elektrinė – tai saulės energetikos projekto galutinis rezultatas – įrenginys, kuris saulės šviesą verčia elektros energija (Quaschnig, 2003). Išskiriami du pagrindiniai saulės elektrinių tipai – saulės šviesos, jos remiasi puslaidininkių technologija ir šviesą tiesiogiai verčia į elektros energiją, bei koncentruotos saulės energijos sistemos, kuriose elektra gaminama šviesą surinkus arba sufokusavus į vieną vietą. Surinkta saulės energija šildo vanduo arba gaminamas garas, kuris skirtas generatoriaus turbinai sukuti. Šiame straipsnyje nagrinėjama tik saulės šviesos energetikos projektų plėtra.

2. Saulės energetikos projektų tendencijos pasaulyje

2019 m. saulės elektrinių instaliuotoji galia pasaulyje pasiekė 627 GW ir nuo 2018 m. padidėjo 12 % (REN21, 2020) (žr. 1 pav.). Šalys, kurios per 2019 m. daugiausiai

investavo į saulės energetiką, yra Kinija, JAV, Indija, Japonija ir Vietnamas, o pagal instaliuotąją galią pirmąją taip pat Kinija, JAV, Japonija, Vokietija bei Indija (žr. 2 lentelę). Susumavus visas Europos Sąjungos šalis, ES atsidurtų antrąje vietoje pagal instaliuotąją galią.

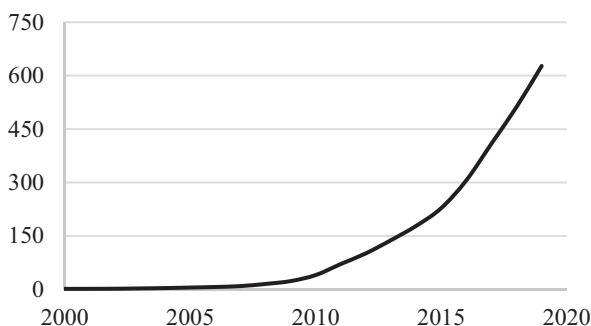
3. Saulės energetikos projektų tendencijos Lietuvoje

Pirmasis saulės energetikos plėtros etapas Lietuvoje prasidėjo 2009 m. rugsėjį, kada buvo patvirtintas aukštas saulės elektrinėse pagamintos elektros energijos supirkimo tarifas – 0,472 Eur/kWh (Bobinaite & Tarvydas, 2014; Valancius et al., 2018a). Palankus įstatymas galiojo iki 2013 m. pirmojo ketvirčio ir per šį laikotarpį įrengtų elektrinių galia Lietuvoje pasiekė 69 MW. Įsigaliojus AIE įstatymo pataisoms, kurios panaikino beveik visas lengvatas, ši plėtra sustojo (žr. 2 pav.). Antrasis etapas Lietuvoje prasidėjo 2015 m. (žr. 2 pav.), kada buvo patvirtintas gaminančio vartotojo statusas ir startavo dvipusė elektros energijos apskaitos schema (Lietuvos Respublikos energetikos ministerija, 2018).

Siekiant paskatinti saulės energetikos plėtrą Lietuvoje kuriamos ilgalaikės vizijos (Lietuvos Respublikos energetikos ministerija, 2020b), kuriomis siekiama palengvinti procesą vartotojams sumažinant administracinę ir finansinę naštą ir taip saulės energetiką padaryti labiau pasiekiamą visiems. Pastarųjų bei ateinančių metų esminiai pakeitimai, dėl kurių saulės elektrinės gaminantiems vartotojams tapo lengviau prieinamos, pateikti 3 lentelėje.

1 lentelė. Projektų plėtros samprata (sudaryta autorių)
Table 1. The concept of project development (compiled by the authors)

Autorius, metai	Apibrėžimas
European Construction Institute, 2005	Projekto plėtra yra struktūrintas procesas, kuris reikalauja daug darbo, nuolatinių peržiūrų, analizių, įvairių šalių įsitraukimo bei sprendimų priėmimo
Chung, 2017	Projekto plėtrą reiškia numatyto projekto sukūrimas ir plėtojimas, kuris apima visą su tuo susijusį planavimą, leidimų gavimą, projektavimą, statybą, įrengimą
National Renewable Energy Laboratory, 2013	Projektų plėtra priskiriama prie daug nežinomųjų ir rizikos turinčios verslo veiklos, kuri reikalauja daug laiko, finansinių ir net politinių išteklių tam, jog projektai būtų įgyvendinti
Project Management for Development Organizations, 2015	Projekto plėtra – tai veiksmai, kuriais siekiama įgyvendinti tikslus, kurių rezultatas – tam tikros žmonių grupės ekonominių ir socialinių sąlygų pagerinimas

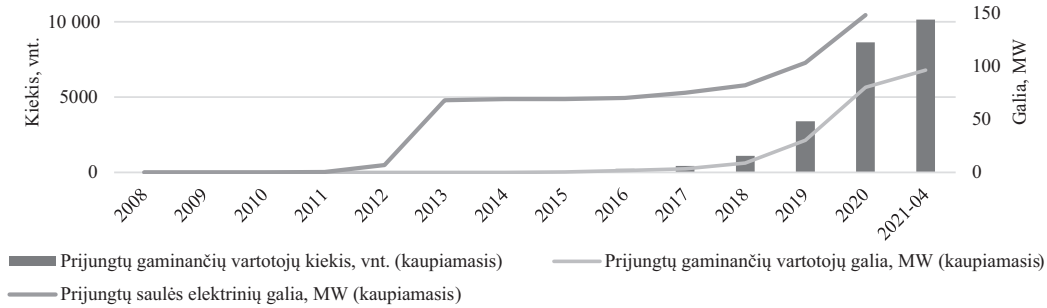


1 paveikslas. Suminė instaliuotoji saulės elektrinių galia, GW
Figure 1. Total installed capacity of solar power plants, GW

2 lentelė. Pirmaujančios šalys saulės energetikos srityje 2019 m. (IEA, 2020a, 2020b)

Table 2. Leading countries in the field of solar energy in 2019 (IEA, 2020a, 2020b)

2019 m. naujai instaliuota galia, GW			Suminė instaliuotoji galia, GW		
1	Kinija	30,1	1	Kinija	204,7
(2)	Europos Sąjunga	16,0	(2)	Europos Sąjunga	131,7
2	JAV	13,3	2	JAV	75,9
3	Indija	9,9	3	Japonija	63
4	Japonija	7,0	4	Vokietija	49,2
5	Vietnamas	4,8	5	Indija	42,8



2 paveikslas. Saulės elektrinių statistika Lietuvoje (International Renewable Energy Agency [IRENA], 2020, 2021; Lietuvos Respublikos energetikos ministerija, 2020a; Lietuvos energetikos agentūra, 2021; Valstybinė energetikos reguliavimo taryba, 2020)
 Figure 2. Statistics on solar power plants in Lithuania (International Renewable Energy Agency [IRENA], 2020, 2021; Ministry of Energy of the Republic of Lithuania, 2020a; Lithuanian Energy Agency, 2021; National Energy Regulatory Council, 2020)

3 lentelė. Valstybės sprendimai, skatinantys gaminančių vartotojų plėtrą Lietuvoje (Lietuvos Respublikos energetikos ministerija, 2018, 2020b)
 Table 3. State decisions promoting the development of producing consumers in Lithuania (Ministry of Energy of the Republic of Lithuania, 2018, 2020b)

Data	Pakeitimai, skatinantys gaminančių vartotojų plėtrą Lietuvoje
2015	Dvipusės apskaitos pradžia Lietuvoje
2017	Gaminančiais vartotojais gali tapti ir juridiniai asmenys; supaprastinta pridavimo tvarka elektrinėms iki 5 kW; gaminančio vartotojo galios apribojimas (100 kW – juridiniam asmeniui; 10 kW – fiziniam asmeniui)
2018	Keturi gaminančio vartotojo atsiskaitymo būdai už pasinaudojimą tinklais; fiksuota parama (3,3 mln. Eur) investicijoms už įrengtą elektrinės galią
2019	Skiriama fiksuota parama (17 mln. Eur) investicijoms už įrengtą elektrinės galią (nuolatinis kvietimas); gaminančio vartotojo galios apribojimas fiziniam asmeniui 30 kW; supaprastinta elektrinių pridavimo tvarka iki 30 kW; gaminančio vartotojo didžiausioji galia 500 kW; nutolusios saulės elektrinės gyventojams
2020	Nutolusios saulės elektrinės verslui; dviejų laiko zonos tarifų taikymas gaminantiems vartotojams
2021	Gaminančių vartotojų prijungimo prie tinklo kaštai yra 50 % visų kaštų (vietoj dabartinių 100 %); saulės elektrinėms supaprastintas žemės naudojimo paskirties keitimas
2022	Suteikti galimybę gaminantiems vartotojams dalytis savo sukaupta elektros energija su kitais gaminančiais ir (arba) elektros vartotojais bei priskirti generaciją iš kelių šaltinių

4. Saulės energetikos projektų plėtros vertinimas

Šioje straipsnio dalyje bus nagrinėjama projektų plėtros priklausomybė nuo išlaidų, reikalingų saulės energetikos projektui įgyvendinti, kitimo bei finansavimo galimybių. Bus taikomas kokybinis metodas – Spirmeno koreliacinė regresinė analizė siekiant nustatyti rodiklių – saulės elektrinių suminės instaliuotosios galios didėjimo bei kainos kitimo – priklausomumą tarpusavyje.

Saulės energetikos plėtros didėjimui įtaką turi sparčiai mažėjančios įrengimui reikalingos išlaidos. Remiantis JAV statistika, saulės elektrinės įrengimo kaina per pastarąjį dešimtmetį sumažėjo daugiau nei 70 % (Perea et al., 2020). Mažos galios (iki 10 kW) saulės elektrinės kaina privačiam asmeniui JAV 2010 m. buvo apie 33 000 Eur, o šiandien apie 16 500 Eur. Remiantis Vokietijos pavyzdžiu, kaina nuo 1990 m. iki 2016 m. krito nuo 14 000 Eur/kW iki 1270 Eur (Valancius et al., 2018b). 2020 m. antrojo ketvirčio duomenimis, kainos yra žemiausios istorijoje. Lietuvoje saulės elektrinių įrengimas per dešimtmetį atpigio 50 % ir dabar vieno elektrinės kilovato kaina nebesiekia

net 1100 Eur mažos galios saulės elektrinei (Valancius et al., 2018a).

4.1. Saulės energetikos projektų plėtros priklausomybė nuo finansavimo dydžio

Sparčią saulės energetikos plėtrą JAV skatina nuo 2006 m. taikomas mokesčių kreditas (angl. *Solar Investment Tax Credit*) įsirengiantiems saulės elektrines (Solar Energy Industries Association, 2020). Nuo šios finansavimo schemos pradžios JAV saulės energetikos sektorius padidėjo daugiau nei 10 000 % ir į šalies biudžetą pritraukė milijardus dolerių. Pagal šią sistemą iki 2019 m. įsirengiant saulės elektrinę buvo galima susigrąžinti 30 % nuo visos sumos, 2020 m. – 26 %, 2021 m. numatyta padengti 22 %. Nuo 2022 m. fiziniams asmenims finansavimas nebus skiriamas – jis išliks tik įrengiant didelio masto arba komercinės saulės elektrines, tačiau ir šiems sektoriams finansavimas bus sumažintas iki 10 %.

Lietuvoje nuo 2019 m. buvo pradėta taikyti nuolatinių kvietimų finansavimo schema (Elektros energijos iš

4 lentelė. Finansavimo priemonės (sudaryta remiantis Lietuvos Respublikos finansų ministerija, 2014)
Table 4. Financing instruments (created by the Ministry of Finance of the Republic of Lithuania, 2014)

Priemonė	Skirtas finansavimas €	Išmokėtas finansavimas €
AIE namų ūkiams	8 000 000	1 200 000
Atsinaujinantys energijos ištekliai pramonei LT+	33 663 100,31	17 038 224,29
Elektros energijos iš atsinaujinančių išteklių gamybos įrenginių įrengimas namų ūkiuose	32 830 206	13 250 984,45
Atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimas privačių juridinių asmenų visuomeninės, gamybinės paskirties pastatuose, kitos paskirties inžineriniuose statiniuose, pakeičiant iškastinio kuro naudojimą	14 000 000	Nėra duomenų
Atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimas visuomeninės ir gyvenamosios paskirties pastatuose, kurie nuosavybės teise priklauso valstybei, savivaldybėms, tradicinėms religinėms bendruomenėms, religinėms bendrijoms ar centrams	15 000 000	Nėra duomenų

atsinaujinančių išteklių gamybos įrenginių įrengimas namų ūkiuose). 2019 m. pastebėtas įrengtų elektrinių kiekio šuolis (žr. 2 pav.) leidžia suprasti, jog jautriausia vieta įsirengiant saulės elektrinę yra pati elektrinės kaina. Lietuvoje šiuo metu vykdomos finansavimo priemonės bei jų skiriamų lėšų dydžiai pateikti 4 lentelėje.

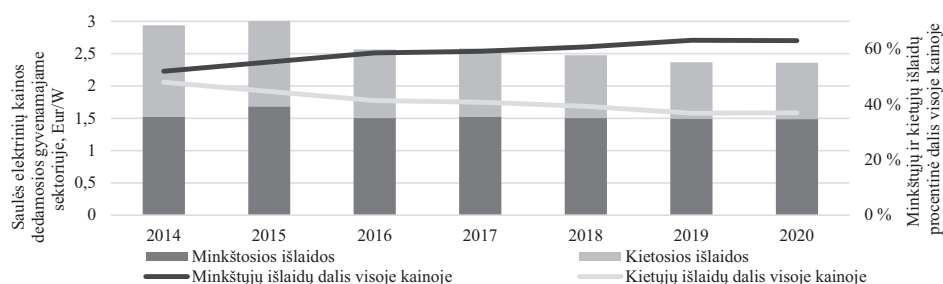
4.2. Saulės energetikos projektų plėtros priklausomybė nuo modulių kainos

Saulės energetikos projekto kainą galima išskirti į dvi dėdamašias (žr. 3 pav.) – kietąsias ir minkštąsias išlaidas (angl. *hard and soft costs*) (Solar Energy Industries Association, 2019). Kietąsias išlaidas sudaro saulės moduliai, inverteriai, montavimo sistema, medžiagos elektros instaliacijai. Minkštąsias išlaidas sudaro montavimo darbai, projektavimas, įvairūs leidimai, inspekcijų patikrinimai, prijungimo mokesčiai, pirkimo bei transportavimo išlaidos, projekto valdymas.

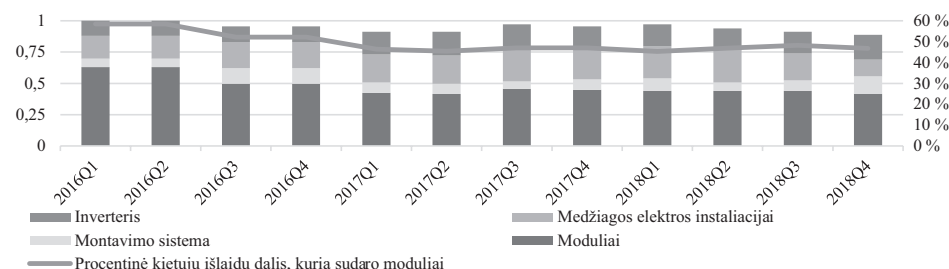
Nors fizinių asmenų saulės elektrinių kainos per pastarąjį dešimtmetį sumažėjo daugiau nei 65 %, 3 paveiksle matyti, jog didžiąją dalį kainos kritimo sudarė kietųjų išlaidų mažėjimas, t. y. pigo technologijos ir pati įranga. Minkštosios išlaidos beveik nekito (Perea et al., 2020). Kadangi minkštųjų išlaidų dalis priklauso nuo šalies ir joje galiojančių įstatymų, bendrai analizuojant saulės elektrinės kainų kitimą, minkštosios išlaidos nebuvo vertintos.

Iš saulės elektrinę sudarančios įrangos didžiausiąją dalį sudaro fotovoltinių modulių kaina. 4 paveiksle matoma, kad moduliai šiuo metu sudaro apie 45 % kietųjų išlaidų sumos ir tai yra pati didžiausia dėdamašoji. Remiantis pasauline statistika (Our World in Data, 2019), saulės modulių kaina nuo saulės energetikos pradžios itin sumažėjo – 1976 m. modulio kaina siekė 87,5 Eur/W, o 2019 m. tik 0,31 Eur/W (žr. 5 pav.).

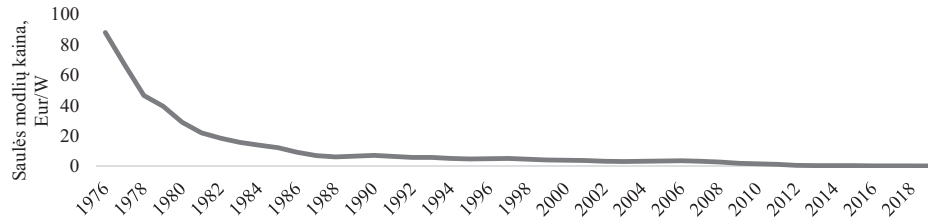
Tiriant koreliaciją tarp saulės elektrinių plėtros bei modulių kainos kitimo kintamieji yra suminė insta-



3 paveikslas. Saulės elektrinių kietųjų ir minkštųjų išlaidų kitimas fizinių asmenų elektrinėse (Perea et al., 2020)
Figure 3. Changes in the hard and soft costs of solar power plants in power plants of natural persons (Perea et al., 2020)



4 paveikslas. Saulės elektrinių gyvenamajame sektoriuje kietųjų išlaidų dėdamašios (sudaryta remiantis Perea et al., 2020)
Figure 4. Fixed cost components of solar power plants in the residential sector (based on Perea et al., 2020)



5 paveikslas. Saulės modulių kainos kitimas (Our World in Data, 2019)
Figure 5. Price change of solar modules (Our World in Data, 2019)

liuotų saulės elektrinių galia pasaulyje, JAV ir Lietuvoje bei fotovoltinių modulių kaina. Nagrinėjami duomenys 2000–2019 m. laikotarpiu. Duomenys tyrimui atlikti yra gauti iš antrinių šaltinių (IRENA, 2020; Our World in Data, 2019).

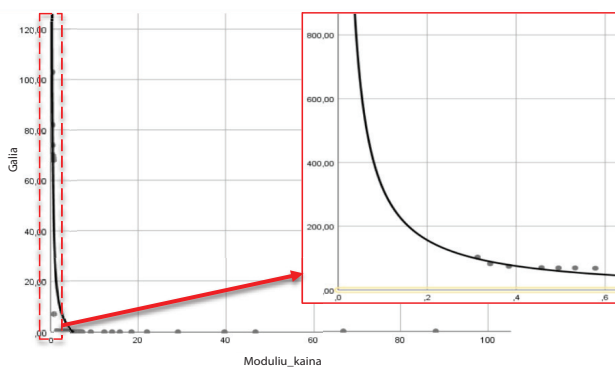
Duomenų skirstinys nėra normalusis, todėl koreliacijos koeficiento ryšiu tarp instaliuotosios suminės galios ir kainos nustatyti buvo panaudotas Spirmeno koreliacijos koeficientas, kuris patvirtino, jog suminė instaliuotoji elektrinių galia pasaulyje su instaliuotąja galia Lietuvoje koreliuoja labai stipriai ir koreliacija yra reikšminga (koreliacijos koeficientas 0,966). Tuo remiantis atlikta regresinė analizė tarp suminės saulės elektrinių instaliuotosios galios Lietuvoje ir modulių kainos. Įvertinus regresijos tinkamumą ($R^2 = 0,926 > 0,25$), pasirinktas atvirkštinės (angl. *inverse*) regresijos modelis. Pagal gautus regresijos koeficientus sudaryta regresijos kreivės lygtis:

$$y = -6,264 + \frac{32,527}{x}, \quad (1)$$

čia y – suminė saulės elektrinių galia Lietuvoje, W; x – saulės modulių kaina, Eur/W.

Pagal gautą lygtį brėžiama regresijos kreivė (6 pav.).

Pagal gautą (1) lygtį ir kreivę (6 pav.) galima spėti, kokia būtų prognozuojama suminė saulės elektrinių galia Lietuvoje ir toliau mažėjant saulės modulių kainai.



6 paveikslas. Regresijos kreivė
Figure 6. Regression curve

5. Saulės energetikos projektų Lietuvoje analizė bei prognozė

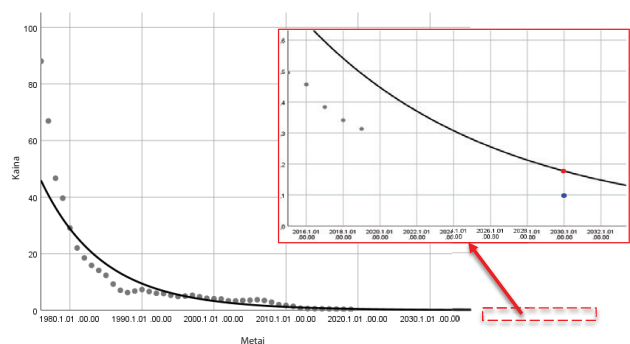
Pagal 6 paveikslo duomenis naudojantis SPSS programa, buvo atlikta saulės modulių kainos prognozė iki 2030 metų. Prognozei buvo parinktas S aproksimacijos modelis (žr. 7 pav.), kuris parodė, jog modulių kaina 2030 m. galimai nukris iki 0,17 Eur/W (raudonas taškas kreivėje).

Modulių kainai nukritus iki 0,17 Eur/W, pagal (1) formulę galima apskaičiuoti, kokia prognozuojama suminė saulės elektrinių galia Lietuvoje 2030 m.:

$$y = -6,264 + \frac{32,527}{0,17} = 185,07 \text{ MW}. \quad (2)$$

Pagal gautą prognozę apskaičiuota, jei ir toliau, iki 2030 m. bus vykdomas dabar esančios finansavimo programos saulės energetikos projektams, modulių kaina mažės, suminė saulės elektrinių galia iki 2030 m. turėtų pasiekti apie 185,07 MW. Tačiau 7 pav. kreivėje matyti, jog faktinė modulių galia yra šiek tiek mažesnė nei pagal S metodą modeliuojama, tad galima daryti prielaidą, jog modulių kaina iki 2030 m. gali nukristi netgi iki 0,1 Eur/W (mėlynas taškas kreivėje). Tokiu atveju suminė saulės elektrinių galia, skaičiuojant pagal (1) formulę, Lietuvoje išaugtų iki 319 MW.

Vertinant situaciją, jog iki 2030 m. Lietuvoje finansavimo programos nekis, o saulės modulių kaina ir toliau



7 paveikslas. Saulės modulių kainos prognozė iki 2030 m.
Figure 7. Price forecast for solar modules until 2030

mažės, kaip prognozuojama, realu, jog 2030 m. suminė galia ir pasieks 319 MW galią. Tačiau, jei modulių kaina kris lėčiau, nei prognozuota, arba bus panaikintos finansavimo programos, tuomet iki 2030 m. galima tikėtis, jog suminė galia bus tik šiek tiek didesnė nei 185 MW.

Išvados

1. Pasaulyje saulės energetikos srityje pirmaujančios šalys yra Kinija, JAV bei Japonija. 2019 m. suminė saulės elektrinių instaliuotoji galia pasaulyje pasiekė 627 GW, o Lietuvoje tik 103 MW. Pirmuoju saulės energetikos plėtros etapu Lietuvoje laikomas 2009–2013 m. laikotarpis, kai plėtrą skatino aukštas pagamintos elektros energijos supirkimo tarifas, leidęs 2013 m. pasiekti 69 MW suminę instaliuotąją galią. Antrasis saulės energetikos plėtros etapas Lietuvoje yra nuo 2015 m., kai buvo patvirtintas gaminančio vartotojo statusas, dėl kurio 2020 m. pabaigoje gaminančių vartotojų suminė galia išaugo iki 74,2 MW.
2. Saulės energetikos projektų plėtra yra atvirksčiai proporcinga saulės modulių, kurie sudaro apie 17 % visos saulės elektrinės sąmatos, kainai. Atlikta regresinė analizė patvirtina, jog ir toliau mažėjanti saulės modulių kaina prognozuoja vis spartesnę saulės elektrinių plėtrą. Nepaisant kainos kritimo, siekiant sumažinti finansinę našą įgyvendintiems saulės energetikos projektams, galima pasinaudoti ir viena iš keturių finansavimo priemonių, taikomų Lietuvoje, kurios fiziniams asmenims gali padengti apie 30 % patirtų išlaidų, o organizacijoms net iki 80 %.
3. Atsižvelgus į daugiamečių saulės modulių kainų mažėjimą prognozuojama, jog nepasikeitus saulės energetikos projektams įgyvendinti skirtoms finansavimo schemoms Lietuvoje, 2030 m. suminė saulės elektrinių galia gali pasiekti 319 MW. Kitu atveju, jeigu modulių kaina nemažės, kaip prognozuojama, arba finansavimai bus panaikinti, iki 2030 m. galima tikėtis, jog Lietuvoje suminė saulės elektrinių galia bus lygi 185 MW.

Literatūra

- Bobinaite, V., & Tarvydas, D. (2014). Financing instruments and channels for the increasing production and consumption of renewable energy: Lithuanian case. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 38, 259–276. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.05.039>
- Chung, E. (2017). *PMP basics: Project vs operation*. <https://edward-designer.com/web/project-vs-operation-for-pmp-exam/>
- European Construction Institute. (2005). *Project development and definition*. <http://www.eci-online.org/wp-content/uploads/2015/12/ECI-PM2-Project-Development-and-Definition1.pdf>
- Europos Komisija. (2014). *Horizon 2020: trumpai apie programą – ES bendroji mokslinių tyrimų ir inovacijų programa*. https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/default/files/H2020_LT_KI0213413LVN.pdf
- Hughes, J. E., & Podolefsky, M. (2015). Getting green with solar subsidies: Evidence from the California solar initiative. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 2(2), 235–275. <https://doi.org/10.1086/681131>
- International Energy Agency. (2019). *Renewables 2019*. <https://www.iea.org/reports/renewables-2019>
- International Energy Agency. (2020a). *Data and statistics*. <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Electricity and heat&indicator=ElecGenByFuel>
- International Energy Agency. (2020b). *Snapshot of global PV markets 2020*. https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2020/04/IEA_PVPS_Snapshot_2020.pdf
- International Renewable Energy Agency. (2020). *Renewable energy statistics 2020*. <https://www.irena.org/publications/2020/Jul/Renewable-energy-statistics-2020>
- International Renewable Energy Agency. (2021). *Renewable capacity statistics 2021*. <https://www.irena.org/publications/2021/March/Renewable-Capacity-Statistics-2021>
- Lietuvos energetikos agentūra. (2021). *Gaminantys vartotojai*. <https://www.ena.lt/gaminantys-vartotojai-2/>
- Lietuvos Respublikos energetikos ministerija. (2018). *Gaminantys vartotojai Lietuvoje: ilgalaikė vizija*. https://enmin.lrv.lt/uploads/enmin/documents/files/ENMIN_gaminantys_vartotojai_vizija.pdf
- Lietuvos Respublikos energetikos ministerija. (2020a). *Elektros energiją gaminantys vartotojai*. <https://enmin.lrv.lt/lt/veiklos-sritys-3/atsinaujinantys-energijos-istekliai/elektros-energija-gaminantys-vartotojai>
- Lietuvos Respublikos energetikos ministerija. (2020b). *Gaminantys vartotojai Lietuvoje: ilgalaikė vizija*. https://enmin.lrv.lt/uploads/enmin/documents/files/Gaminantys_vartotojai.pdf
- Lietuvos Respublikos finansų ministerija. (2014). *Patvirtintos priemonės*. <https://www.esinvesticijos.lt/lt/finansavimas/patvirtintos-priemonės>
- National Renewable Energy Laboratory. (2013). *A framework for project development in the renewable energy sector*. <https://www.nrel.gov/docs/fy13osti/57963.pdf>
- Our World in Data. (2019). *Solar PV module prices*. <https://ourworldindata.org/grapher/solar-pv-prices?tab=chart&stackMode=absolute&time=1976..latest®ion=World>
- Perea, A., Smith, C., Davis, M., Sun, X., White, B., Cox, M., & Curtin, G. (2020). *U.S. solar market insight: Executive summary*. https://www.powermag.com/wp-content/uploads/2020/03/ussmi_2019_yir_es.pdf
- Petrovich, B., Carattini, S., & Wüstenhagen, R. (2021). The price of risk in residential solar investments. *Ecological Economics*, 180, 106856. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106856>
- Project Management for Development Organizations. (2015). *Development project management*. <https://www.pm4dev.com/resources/free-e-books/130-development-project-management/file.html>
- Quaschnig, V. (2003). Technology fundamentals: Solar thermal power plants. *Renewable Energy World*, 6, 109–113. <https://www.volker-quaschnig.de/articles/fundamentals2/index.php>
- REN21. (2020). *Renewables 2020 global status report*. <https://www.ren21.net/gsr-2020/>
- Solar Energy Industries Association. (2019). *Solar soft costs*. <https://www.seia.org/sites/default/files/2019-07/Solar-Soft-Costs-Factsheet.pdf>
- Solar Energy Industries Association. (2020). *Solar Investment Tax Credit*. <https://www.seia.org/initiatives/solar-investment-tax-credit-itc>
- Valancius, R., Cerneckiene, J., Vaiciunas, J., Jurelionis, A., & Fokaides, P. (2018a). Solar thermal systems vs. photovoltaic systems. Case study: Single family building in Lithuania. In *EuroSun 2018 / ISES Conference Proceedings* (pp. 1–6), Kaunas, Lietuva. <https://doi.org/10.18086/eurosun2018.01.11>
- Valancius, R., Mutiari, A., Singh, A., Alexander, C., Arteta De La Cruz, D., & del Pozo Jr, F. E. (2018b). Solar photovoltaic systems in the built environment: Today trends and future chal-

lenges. *Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering*, 23(2), 25–38. <https://doi.org/10.5755/j01.sace.23.2.21268>

Valstybinė energetikos reguliavimo taryba. (2020). *Toliau auga elektros energiją gaminančių vartotojų skaičius*. <https://www.vert.lt/Puslapiai/naujienos/2020-metai/2020-rugsejis/vertoliau-auga-elektra-gaminanciu-vartotoju-skaicius-.aspx>

Xia, B., Xiong, B., Skitmore, M., Wu, P., & Hu, F. (2016). Investigating the impact of project definition clarity on project performance: structural equation modeling study. *Journal of Management in Engineering*, 32(1). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000386](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000386)

TRENDS IN SOLAR ENERGY DEVELOPMENT PROJECTS IN LITHUANIA

A. Guigaitė, A. Jakubavičius

Abstract

The rapid development of renewable resources is seen around the world. This article provides recent statistics on the solar power sector worldwide and in Lithuania. It is known that the development of solar energy power plants has advanced significantly in recent years, and the total installed capacity continues to grow. The purpose of this article is to assess the impact upon the development of solar power plants of the progress in solar photovoltaic technologies and the applicable financing schemes intended to reduce the financial burden on the consumer when installing a solar power plant. The article analyzes the concept and classification of solar energy projects, provides an overview of trends worldwide and in Lithuania, and examines the change in the price of solar power plants. The influence of the mentioned factors on the development of solar power plants is evaluated using statistical data analysis and correlation regression analysis. After the analysis of statistical data, the forecast for the development of solar power plant projects in Lithuania in the coming years is made.

Keywords: solar energy, renewable energy, solar power plants, solar modules, forecast, funding.