



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**ELEKTROS IR ELEKTRONIKOS FAKULTETAS**

**Žilvinas Dragūnas**

**ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ TECHNOLOGIJŲ  
SKATINIMO SCHEMŲ KAŠTŲ IR NAUDOS ANALIZĖ**

Baigiamasis magistro projektas

Projekto vadovė:  
Doc. dr. I. Konstantinavičiūtė

**Kaunas, 2016**

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**ELEKTROS IR ELEKTRONIKOS FAKULTETAS**  
ELEKTROS ENERGETIKOS SISTEMŲ KATEDRA

**ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ TECHNOLOGIJŲ  
SKATINIMO SCHEMŲ KAŠTŲ IR NAUDOS ANALIZĖ**

Baigiamasis magistro projektas  
Elektros energetikos inžinerija (621H63003)

**Vadovas**  
Doc. dr. Inga Konstantinavičiūtė

**Recenzentas**  
Doc. dr. Almantas Bandza

**Projektą atliko:**  
EMEE – 04 grupės stud.  
Žilvinas Dragūnas

**Kaunas, 2016**



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Elektros ir elektronikos fakultetas

---

(Fakultetas)

Žilvinas Dragūnas

---

(Studento vardas, pavardė)

Elektros energetikos inžinerija, 621H63003

---

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

Baigiamojo projekto „*Atsinaujinančių energijos išteklių technologijų skatinimo schemų kaštų ir naudos analizė*“

**AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA**

2016 m.           Gegužės           20 d.  
  Kaunas          

Patvirtinu, kad mano, **Žilvino Dragūno**, baigiamasis projektas tema „*Atsinaujinančių energijos išteklių technologijų skatinimo schemų kaštų ir naudos analizė*“ yra parašytas visiškai savarankiškai, o visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

---

(vardas ir pavardė)

---

(parašas)

Dragūnas, Ž. Atsinaujinančių energijos išteklių technologijų skatinimo schemų kaštų ir naudos analizė. Magistro baigiamasis projektas / vadovė doc. dr. Inga Konstantinavičiūtė; Kauno technologijos universitetas, Elektros ir elektronikos fakultetas, Elektros energetikos sistemų katedra.

Kaunas, 2016. 85 psl.

## SANTRAUKA

Energijos gamybos skatinimas naudojant atsinaujinančius energijos šaltinius prasidėjo 2001 m. rugsėjį. 2009 m. Europos komisija nusprendė skatinti atsinaujinančios energijos panaudojimo plėtrą apibrėžiant privalomus kiekvienos šalies AEI panaudojimo įsipareigojimo tikslus 2020 m. Privalomų tikslų nustatymas buvo paremtas kiekvienos ES šalies BVP tenkančiu vienu šalis gyventojui. Tai nurodė aiškų kelią ir viziją atsinaujinančios energijos technologijų plėtrai vidutinės trukmės perspektyvai.

Visos ES valstybės narės naudoja skirtingas paramos strategijas siekiant padidinti AEI dalį bendrame galutinės energijos suvartojime. Siekiant įvertinti taikomų paramos priemonių efektyvumą ir veiksmingumą, darbe atlikta keturių šalių (Lietuvos, Danijos, Švedijos ir Vokietijos) lyginamoji analizė ir įvertintas paramos schemų poveikis AEI plėtros įtakai. Baigiamojo darbo pagrindinis tikslas išanalizuoti naudojamų paramos priemonių įtaką bei atlikti AEI panaudojimo kaštų ir naudos analizę 2010 - 2030 m. laikotarpiui.

*Reikšminiai žodžiai: atsinaujinantys energijos ištekliai, paramos schemas, imitacinis modeliavimas, kaštai ir nauda*

Dragūnas Ž. (2016) Cost and Benefit Analysis of Renewable Energy Technologies Support Schemes. Final Master's degree project / Supervisor doc. dr. Inga Konstantinavičiūtė. Faculty of Electrical and Electronics Engineering, Kaunas University of Technology.

Kaunas, 2016. 85 pp.

## SUMMARY

The support for electricity production from renewable energy sources policy was set in September 2001. The broader pathway for all renewables towards 2020 was set and accepted by the European Council, the European Commission and the European Parliament in April 2009. The related policy package, in particular the EU Directive on the support of energy from renewable sources (2009/28/EC), comprises the establishment of binding RES targets for each Member State. The calculation of the particular targets is based on the respective Member State's GDP per capita. This provides a clear framework and vision for renewable technologies in the mid-term perspective.

All EU MS are using different kind of support strategies to increase the share of RES in total gross energy production. In order to evaluate the performance and effectiveness of support policies, the comparative analysis and the impact assessment of support schemes for four countries (Lithuania, Denmark, Sweden, and Germany) have been analyzed. The aim of this thesis is to analyse the used support strategies and derive costs and benefits results from increased RES deployment in the 2010 and 2030 frameworks.

*Keywords: renewable energy, support schemes, simulation model, costs and benefits*

# TURINYS

SANTRAUKA .....	4
SUMMARY .....	5
LENTELIŲ SĄRAŠAS .....	8
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS .....	9
SANTRUMPOS.....	11
ĮVADAS.....	12
1. AEI technologijų skatinimo schemų kaštų ir naudos analizės svarba.....	14
2. Elektros energijos gamybos, naudojant AEI, paramos schemų analizė .....	16
2.1. ES direktyvos .....	16
2.2. Tiesioginiai ir netiesioginiai kainų rėmimo būdai.....	17
2.2.1. Supirkimo tarifai ir priemokos .....	18
2.2.2. Kvotų sistema pagrįsta „žaliaisiais“ sertifikatais .....	21
2.2.3. Netiesioginių kainų rėmimo būdai .....	22
2.3. AEI skatinimo priežastys ir paramos lygio nustatymo metodika.....	23
2.4. AEI technologijų prijungimas prie tinklų.....	30
3. EI paramos schemų poveikio vertinimas.....	30
3.1. Problemos esmė.....	30
3.2. Politikos tikslai.....	31
3.3. Poveikių vertinimas.....	32
3.4. AEI energetikos perspektyvos Lietuvoje .....	33
4. AEI elektrinių instaliuotų galių kitimo tendencijų ir paramos lygio analizė .....	34
4.1. Supirkimo tarifų vertinimas .....	34
4.1.1. Vėjo elektrinių plėtra Lietuvoje ir Vokietijoje .....	34
4.1.2. Hidroelektrinių plėtra Lietuvoje ir Vokietijoje.....	37
4.1.3. Saulės elektrinių plėtra Lietuvoje ir Vokietijoje .....	39
4.2. Kvotų sistemos, pagrįstos „žaliaisiais“ sertifikatais vertinimas.....	43
4.2.1. Vėjo, saulės ir hidroelektrinių plėtra Švedijoje .....	43
4.3. Priemokų sistemos vertinimas.....	46
4.3.1. Vėjo elektrinių plėtra Danijoje .....	46
4.3.2. Saulės elektrinių plėtra Danijoje .....	48
4.3.3. Hidroelektrinių plėtra Danijoje.....	49
4.4. Plėtros efektyvumo ir paramos lygio palyginamoji analizė .....	50
4.5. Ekonominio efektyvumo vertinimas .....	54
5. AEI technologijų kaštų ir naudos identifikavimas .....	57
6. Kaštų ir naudos analizės metodas.....	59

6.1. Trumpa Green-X modelio charakteristika.....	59
6.2. Pagrindiniai įvesties parametrai ir scenarijų prielaidos.....	61
6.3. Skirtingų skatinimo priemonių poveikio, kaštų ir naudos įvertinimas taikant Green-X modelį.....	63
6.3.1. Lietuvos AEI technologijų kaštų ir naudos vertinimas .....	64
6.3.2. Estijos AEI technologijų kaštų ir naudos vertinimas .....	67
6.3.3. Švedijos AEI technologijų kaštų ir naudos vertinimas.....	70
6.3.4. Danijos AEI technologijų kaštų ir naudos vertinimas.....	73
6.3.5. Vokietijos AEI technologijų kaštų ir naudos vertinimas.....	76
IŠVADOS .....	80
LITERATŪROS SARAŠAS .....	82

## LENTELIŲ SĄRAŠAS

Lentelė 1: Paramos instrumentų klasifikacija.....	17
Lentelė 2: Priemokų dydžių kaita Danijoje [30] .....	47
Lentelė 3: Pagrindiniai įvesties šaltiniai pasirinktiems scenarijų parametrams .....	61



## PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

Pav. 1: Paramos schemų tipai .....	19
Pav. 2: Investicinių kaštų kitimas priklausomai nuo pastatytų elektrinių skaičiaus.....	29
Pav. 3: Vėjo elektrinių instaliuotų galių kitimo tendencijos Lietuvoje .....	35
Pav. 4: Vėjo elektrinių instaliuotų galių kitimo tendencijos Vokietijoje [13].....	35
Pav. 5: Vėjo energijos supirkimo tarifai Lietuvoje ir Vokietijoje [15][16][17] .....	36
Pav. 6: Hidroelektrinių instaliuotos galios kitimo tendencijos Lietuvoje. (Į suminę galią neįtraukta Kruonio HAE) [18].....	37
Pav. 7: Hidroelektrinių instaliuotos galios kitimo tendencijos Vokietijoje [21]. .....	38
Pav. 8: Hidroenergijos supirkimo tarifai Lietuvoje ir Vokietijoje [16, 17, 22].....	39
Pav. 9: Saulės elektrinių instaliuotos galios kitimo tendencijos Lietuvoje. ....	40
Pav. 10: Saulės elektrinių instaliuotos galios kitimo tendencijos Vokietijoje.....	41
Pav. 11: Saulės energijos supirkimo tarifai Lietuvoje ir Vokietijoje [16, 17, 22].....	42
Pav. 12: AEI elektrinių instaliuotų galių kitimo tendencijos Švedijoje .....	44
Pav. 13: Žaliųjų sertifikatų kainų pasiskirstymas Švedijoje [27] .....	45
Pav. 14: Vėjo elektrinių instaliuotos galios kitimo tendencijos Danijoje.....	47
Pav. 15: Saulės elektrinių instaliuotos galios kitimo tendencijos Danijoje.....	49
Pav. 16: Hidroelektrinių instaliuotos galios kitimo tendencijos Danijoje .....	50
Pav. 17: Vėjo elektrinių plėtos efektyvumo priklausomybė nuo paramos lygio .....	51
Pav. 18: Hidroelektrinių plėtos efektyvumo priklausomybė nuo paramos lygio.....	52
Pav. 19: Saulės elektrinių plėtos efektyvumo priklausomybė nuo paramos lygio.....	53
Pav. 20: Vėjo elektros gamybos sąnaudų ir paramos lygio palyginimas [Šaltinis – Diacore.eu] .	55
Pav. 21: Saulės elektros gamybos sąnaudų ir paramos lygio palyginimas [Šaltinis – Diacore.eu] .....	56
Pav. 22: Mažųjų hidroelektrinių elektros gamybos sąnaudų ir paramos lygio palyginimas [Šaltinis – Diacore.eu] .....	57
Pav. 23: Pagrindinių poveikių kategorijos susijusios su AEI efektyviu panaudojimu.....	58
Pav. 24: Green-X modeliavimo įrankio apžvalga .....	60
Pav. 25: Analizuotų scenarijų apžvalga.....	63
Pav. 26: AEI dalis bendrame galutinės Lietuvos energijos suvartojime 2030 metais pagal visus įvertintus scenarijus .....	64
Pav. 27: Lietuvos AEI kaštų ir naudos vidutiniai metiniai vertinimo rodikliai 2021-2030 metų laikotarpyje .....	65

Pav. 28: Lietuvos AEI-E kaštų ir naudos vidutiniai metiniai vertinimo rodikliai 2021-2030 metų laikotarpyje .....	67
Pav. 29: AEI dalis bendrame galutinės Estijos energijos suvartojime 2030 metais pagal visus įvertintus scenarijus .....	68
Pav. 30: Estijos AEI kaštų ir naudos vidutiniai metiniai vertinimo rodikliai 2021-2030 metų laikotarpyje .....	69
Pav. 31: Estijos AEI-E kaštų ir naudos vidutiniai metiniai vertinimo rodikliai 2021-2030 metų laikotarpyje .....	70
Pav. 32: AEI dalis bendrame galutinės Švedijos energijos suvartojime 2030 metais pagal visus įvertintus scenarijus .....	71
Pav. 33: Švedijos AEI kaštų ir naudos vidutiniai metiniai vertinimo rodikliai 2021-2030 metų laikotarpyje .....	72
Pav. 34: Švedijos AEI-E kaštų ir naudos vidutiniai metiniai vertinimo rodikliai 2021-2030 metų laikotarpyje .....	73
Pav. 35: AEI dalis bendrame galutinės Danijos energijos suvartojime 2030 metais pagal visus įvertintus scenarijus .....	74
Pav. 36: Danijos AEI kaštų ir naudos vidutiniai metiniai vertinimo rodikliai 2021-2030 metų laikotarpyje .....	75
Pav. 37: Danijos AEI-E kaštų ir naudos vidutiniai metiniai vertinimo rodikliai 2021-2030 metų laikotarpyje .....	76
Pav. 38: AEI dalis bendrame galutinės Vokietijos energijos suvartojime 2030 metais pagal visus įvertintus scenarijus .....	77
Pav. 39: Vokietijos AEI kaštų ir naudos vidutiniai metiniai vertinimo rodikliai 2021-2030 metų laikotarpyje .....	78
Pav. 40: Vokietijos AEI-E kaštų ir naudos vidutiniai metiniai vertinimo rodikliai 2021-2030 metų laikotarpyje .....	79

## SANTRUMPOS

AEI – atsinaujinantys energijos ištekliai

AET – atsinaujinančios energijos technologijos

AEI-E – atsinaujinantys energijos ištekliai – elektros sektorius

BVP – bendras vidaus produktas

ES – Europos sąjunga

CO<sub>2</sub> – anglies dvideginis

SO<sub>2</sub> – sieros dioksidas

NO<sub>x</sub> – azoto oksidas

ŠESD – šiltnamio efektą sukeliančios dujos

kV – kilo voltas

MW – mega vatas

TWh – tera vatvalandė

UAB – uždaroji akcinė bendrovė

PSO – perdavimo sistemos operatorius

EEG – vok.k. *Erneuerbare Energien Gesetz*

DAS – dvipusės apskaitos sistema

VKEKK – valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija

SNP – sustiprinta nacionalinė politika

QUO-27 – kvotų sistema, kurioje 27 proc. energijos turi būti pagaminta iš AEI

TU – Viena EEG – Vienos technologijos universiteto energetikos ekonomistų grupė

## IVADAS

Atsinaujinantys energijos ištekliai (toliau – AEI) jau buvo žinomi senovėje, tačiau jų platesnis taikymas prasidėjo tik XX a. pabaigoje ir XXI a. pradžioje. Nuo 1950 m. pasaulyje sparčiai pradėjo augti populiacija, o tai lėmė staigų pramonės sektoriaus vystymąsi. Tokie veiksniai paskatino labai greitai plėstis elektros energijos, šilumos ir transporto sektorius, kad būtų patenkinti visi vartotojų poreikiai. To meto elektros energijos gamybos poreikius galėjo užtikrinti tik didelės elektrinės, kurios naudojo akmens anglies ir naftos produktus. Toks besaikis iškastinio kuro naudojimas padėjo pamatą sunkiai atstatomą žalą gamtai. Pradėjo tirpti ledynai, o kasmetinė oro temperatūra kasmet padidėja apytiksliai po 0,5 °C. Tad darėsi akivaizdu, kad toliau blogėjant klimato sąlygoms atmosfera nebegalės susidoroti su išskiriamu į aplinką dujų kiekiu. Siekiant kovoti su visuotiniu atšilimu, 1997 m. buvo pasirašytas Jungtinių Tautų bendrosios klimato kaitos konvencijos – Kyoto protokolas [1]. Įgyvendinant Kyoto protokolo susitarimą, Lietuva, Europa ir visos išsivysčiusios šalys pradėjo tobulinti ir diegti AEI technologijas.

Jau nuo 1990 m. Europoje ir visame pasaulyje pradėta skatinti AEI naudojimą. Globaliu mastu sudarytos specialios tyrimų institucijos ir organizacijos, kurios parengė naujus klimato kaitos ir energetikos sritis reglamentuojančių teisės aktų projektų paketus. Europos komisija rūpinasi, kad būtų užtikrinta darni AEI naudojimo plėtra, ieško ir siūlo būdus kaip skatinti tolimesnį naujų technologijų vystymąsi ir efektyvų panaudojimą. Ieško efektyvios konkurencijos, kurios lemtų mažesnes kainas elektros vartotojams. Pagrindinis Europos komisijos tikslas yra pasiekti, kad iki 2020 m. 20 proc. pagamintos energijos dalis būtų iš AEI, o 2030 metais AEI dalis padidėtų iki 27 proc. Šiuo metu Europoje skiriamos 5 pagrindinės AEI technologijos: hidroenergija, geoterminė, biomasės energija, saulės ir vėjo energija.

**Darbo aktualumas.** Maži iškastinio kuro elektrinių generuojamos energijos kaštai neleidžia AEI prasiskverbti į esamą energijos gamybos rinką. Nors atsinaujinančios energijos technologijos priskiriamos švarios energijos šaltiniams, kurie turi daug mažesnę poveikį aplinkai nei įprastos energijos technologijos, tačiau jų plėtra vis tiek susiduria su tam tikromis problemomis.

Siekiant padidinti žaliosios energijos gamybą Europos sąjungos (toliau – ES) komisija nubrėžė nacionalinius privalomuosius tikslus, kurių pagrindiniai uždaviniai ir reikalavimai yra integruoti AEI į energijos gamybą. Todėl norint užtikrinti mažiausius elektros energijos gamybos kaštus ir sudaryti konkurencingą rinką AEI-T, būtina atlikti AEI paramos priemonių analizę, išanalizuoti esamą rinkos situaciją ir atlikti kaštų ir naudos palyginamąją analizę. Šios analizės leistų įvertinti ir nubrėžti AEI efektyvaus panaudojimo gaires ilgalaikėje perspektyvoje.

**Darbo tikslas** – atlikti AEI technologijų skatinimo schemų kaštų ir naudos analizę.

Šiam tikslui pasiekti darbe nagrinėjami šie klausimai:

- išanalizuoti AEI skatinimo schemų veikimo principai, privalumai ir trūkumai;
- išanalizuota AEI paramos lygio nustatymui taikoma metodika;
- įvertintos AEI gamybos ir naudojimo tendencijos bei nustatytas paramos schemų efektyvumas atsižvelgiant į daromą poveikį AEI instaliuotų galių augimui;
- atlikta AEI technologijų kaštų ir naudos palyginamoji analizė;
- įvertinti elektros energijos gamybos, naudojant AEI technologijas, skirtingų skatinimo schemų kaštai ir nauda, taikant imitacinį GREEN-X modelį.

**Tyrimų metodika.** Duomenų analizė atlikta atsižvelgiant į mokslinio tyrimo svarbą ir baigiamojo darbo uždavinius. Taikyti svarbiausi duomenų šaltiniai: nacionaliniai įstatymai, Europos Sąjungos direktyvos ir reglamentai, tarptautiniai teisės aktai, moksliniai straipsniai ir žurnalai, oficiali statistika (EUROSTAT, Lietuvos statistikos departamento duomenų bazė), mokslinės publikacijos ir kiti dokumentai. AEI paramos priemonių plėtros ekonominio efektyvumo įvertinimas atliktas taikant statistinės analizės metodus. Paramos priemonių kaštų ir naudos analizė atlikta naudojant imitacinį GREEN-X modelį.

**Magistro darbo struktūra.** Magistrinis darbas susideda iš santraukos, turinio, lentelių ir paveikslų sąrašų, santrumpų, literatūros sąrašo ir pagrindinių 8 dalių: įvado, 6 dėstymo skyrių ir išvado. Darbą sudaro 85 puslapiai, 40 paveikslų ir 3 lentelės. Naudotos literatūros sąrašė yra 35 šaltiniai.

## 1. AEI technologijų skatinimo schemų kaštų ir naudos analizės svarba

Natūralios gamtos saugojimas, gamtinių išteklių tausojimas ir klimato kaitos problemos iškelia naujus iššūkius visai energetiniai sistemai. Šiandien AEI neginčijamai yra perspektyviausias sprendimas. Nors atsinaujinančios energijos panaudojimas nėra naujas reiškinys, tačiau ji tampa vis patrauklesnė dėl mažėjančių energijos gamybos sąnaudų, iškeltų žaliosios energijos panaudojimo tarptautinių reikalavimų ir iškastinio kuro bei naftos importo ar kainų nestabilumo. Kembridžo universiteto, Energijos instituto tyrėjas Steve Taub teigia, kad kylančios iškastinio kuro kainos atsinaujinančios energijos rūšį padaro konkurencingesnę energijos rinkoje. Reikšmingai sumažėjusios saulės energijos technologijų gamybos kainos vis dažniau minimos kaip puiki ekonominė alternatyva tiekiant elektros energiją konkurencingesnėmis kainomis (K.Brunker, M.Pathk, J.M.Pearce, 2011) [2]. Visos AET yra puiki alternatyva siekiant sumažinti išmetamo ŠESD kiekį (K. Bokenkamp, H. LaFlash, V. Singh, ir D. Bachrach Wang, 2005) [3] ir įvykdyti atsinaujinančios energijos tikslus mažiausiomis sąnaudomis, kurios atitenka vartotojams (R. Wisser and G. Barbose) [4]. Galima daryti prielaidą, kad didelio masto AET integracija į energetikos sistemą suteikia apčiuopiamos naudos, tačiau būtina įvertinti ir atsiradusius papildomus kaštus.

Kaštų ir naudos analizė yra ekonominės analizės metodas. Ši analizė yra paremta ekonomine gerove ir reikalauja, kad visi politikos veiksniai būtų nurodyti piniginiėmis išraiškomis. Kaštų ir naudos analizės rezultatai turi suteikti aiškų pagrindą sprendimus priimančioms institucijoms dėl tolimesnių veiksmų siekiant skatinti AEI naudojimą. Pagal Fraunhofer sistemų ir inovacinių tyrimų instituto tyrėjus M. Ragwitz, B. Breitschopf (toliau - Fraunhofer ISI), atliekant kaštų ir naudos analizę galima išskirti tris pagrindines kategorijas: energetinę sistemą, mikro- ir makroekonominę pakopas. Remiantis šiomis kategorijomis, Vienos technologijų universiteto Energijos ekonomistų grupės nariai M. Welisch, G. Resch (toliau – TU - Viena EEG) ir Fraunhofer ISI instituto M. Ragwitz, B. Breitschopf tyrėjai atliko kaštų ir naudos analizę AET Europoje iki 2030 m. Pateiktoje ataskaitoje tyrėjai analizuoja skirtingus galimus scenarijus skirtingoms paramos schemoms, kuriomis efektyviausiai būtų galima įgyvendinti AEI strategijas. Autoriai pateikė rodiklius vidutinėmis metinėmis išlaidomis ar sąnaudomis bei gauta nauda atsiradusius dėl naujai įdiegtų AEI technologijų (laikotarpyje nuo 2011 m. iki 2020 m.) ES lygmenyje, išreikštais absoliučiais skaičiais (milijardais €). Pagrindiniai įvertinti kaštų rodikliai yra paramos išlaidos ir papildomos gamybos kaštai, o įvertintos naudos rodikliai yra išvengtas iškastinio kuro ir CO<sub>2</sub> išmetamų dujų kiekis. Tuo tarpu kapitalo išlaidos priskiriamos ir prie kaštų, ir prie naudos kategorijos, kur pagrindinis rodiklis yra bendrasis vidaus produktas (toliau – BVP).

V. Duscha [5] ataskaitoje apie darnios energetikos įtaką užimtumui ir ekonomikos augimui Europoje teigia, kad atliekant AET kaštų ir naudos analizę būtina įtraukti visus galimus teigiamus ir neigiamus efektus. Pirmiausia yra įtraukiamas tradicinių energetikos technologijų panaudojimo išvengimo poveikis. Po to yra palyginami galimi poveikio efektai su AET efektyviu panaudojimu technologijų lygmenyje, energijos sektorių, rinkos ir energijos suvartojimo lygmenyse. Jeigu kaštų ir naudos analizėje yra pateikiami visų lygmenų palyginimas ir įvertinimas, būtina išskirti ekonomines ir neekonomines kliūtis panaudojant tradicines ir atsinaujinančias technologijas. Įvairios ekonominės ir neekonominės kliūtys gali sukelti papildomų išlaidų visiems AEI rinkos dalyviams ir mažinti AET plėtros efektyvumą.

Pagrindinė priežastis kodėl atliekama kaštų ir naudos analizė yra siekis padėti nustatyti efektyviausius AEI plėtros būdus kuo veiksmingiau panaudojant turimus išteklius t. y. didžiausia pasiekama nauda mažiausiomis sąnaudomis. Atsižvelgiant į naujausios mokslinės literatūros išvalgas magistro baigiamajame darbe analizuota skirtingų paramos schemų poveikis saulės, vėjo ir hidroelektrinių instaliuotų galių augimui. Taip pat atliekamas paramos lygio ir plėtros efektyvumo palyginimas pasirinktoms AEI technologijoms keturiose ES šalyse (t. y. Lietuvoje, Vokietijoje, Danijoje ir Švedijoje). Įvertinus ekonominio efektyvumo rezultatus ir pasinaudojant Green-X modeliavimo rezultatais, baigiamajame darbe identifikuojami penkių pasirinktų šalių AEI nauda ir kaštai (t. y. Lietuvos, Estijos, Vokietijos, Danijos ir Švedijos) siekiant įvykdyti atsinaujinančios energijos įsipareigojimą, kad 2030 metais 27 proc. visos pagamintos energijos dalis būtų iš AEI.

## **2. Elektros energijos gamybos, naudojant AEI, paramos schemų analizė**

### **2.1. ES direktyvos**

Atsinaujinančios energijos paramos schemos yra pagrindiniai instrumentai norint padidinti AEI konkurencingą integravimą į rinką. Įgyvendinant ES direktyvos reikalavimus galimi keli AEI paramos schemų tipai, kurie išanalizuoti identifikuojant jų privalumus ir trūkumus skirtingose ES šalių rinkose.

Didžiausia patirtis su AEI paramos schemomis yra elektros gamybos sektoriuje. Pagal ES direktyvą 2001/77/EC buvo reikalaujama, kad ES valstybių narės padidintų AEI gamybą naudojant nacionalines paramos schemas. Priešingai nei elektros sektoriuje, šildymo ir vėsumos sektoriuose nebuvo numatytos jokios teisinės struktūros iki 2009/28/EC direktyvos. Todėl po 2009 metų buvo numatyta griežta strategija Europos valstybėms narėms, kad elektros, šildymo ir vėsumos bei transporto sektoriuose visos suvartotos energijos pagaminta dalis iš AEI iki 2020 m. siektų 20 proc.

ES valstybės narės privalėjo įdiegti paramos schemas skatinančias gaminti elektros ir šilumos energiją iš AEI. AEI rinka turi būti pagrįsta instrumentais, kompensuojančias įvairias rinkos nesėkmes, kad atsinaujinančios energetikos sektorius neatsidurtų nepalankioje konkurencinėje padėtyje lyginant su iškastinio kuro energijos gamybos šaltiniais [6].

2009/28/EC direktyva sukuria bendrą AEI naudojimo ES sistemą, kurios tikslas - apriboti išmetamą šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) kiekį ir propaguoti švaresnį transportą. Tuo tikslu direktyva nustatomi visų ES šalių planiniai rodikliai ir bendras tikslas - pasiekti, kad 2020 m. AEI sudarytų 20 proc. ES energijos ir 10 proc. transporto sektoriuje sunaudojamos energijos kiekio.

Pagrindiniai direktyvos aspektai:

- Kiekviena ES šalis turi turėti parengtą 2020 m. nacionalinį veiksmų planą, kuriuo būtų siekiama įvykdyti įsipareigojimus transporto, šildymo ir elektros energijos gamybos sektoriuose.
- ES šalys, siekdamos ekonomiškai siekti planinių rodiklių, gali keistis AEI. ES šalys taip pat gali imti AEI iš ne ES šalių ir įskaičiuoti jos kiekį į savo nacionalinius planus, su sąlyga, kad energija yra vartojama ES ir pagaminta naudojant šiuolaikinius / efektyvius įrenginius.
- Kiekviena ES šalis privalo garantuoti elektros energijos, šildymo ir vėsinimo, pagamintų iš AEI, kilmę.
- ES šalys turi sukurti infrastruktūrą, reikalingą AEI naudojimui transporto sektoriuje.



- Biodegalai ir skystieji bioproductai turi būti gaminami tvariai, nenaudojant žaliavų, gautų iš labai didelės biologinės įvairovės žemių.

Šia direktyva nustatomas vienas iš 20-20-20 tikslų, išdėstytų ES 2020 m. klimato ir energetikos dokumentų rinkinyje. Kiti du tikslai yra iki 2020 m. 20 proc. sumažinti išmetamą šESD kiekį, palyginti su 1990 m. lygiu, ir 20 proc. padidinti energijos vartojimo efektyvumą.

## 2.2. Tiesioginiai ir netiesioginiai kainų rėmimo būdai

AEI panaudojimo lygis skirtingose ES narių valstybėse skiriasi. Išteklių naudojimo lygis priklauso nuo gamtinių sąlygų, nacionalinės energetikos politikos sprendimų ir kitų veiksnių. Postūmiai skatinant jų panaudojimą, atsižvelgiant į ES politiką, taip pat labai skiriasi, kaip ir priemonės, kuriomis valstybės narės skatina šių išteklių gamybos ir vartojimo augimą. Be to, realybėje vargu ar galima išskirti vieną konkretų tikslą, kuriame būtų galima parinkti vieną optimalią AEI skatinimo schemą, kadangi laikui bėgant, keičiasi prioritetai ar potencialo galimybės. Žvelgiant į ES šalių praktiką, skatinimo schemas yra adaptuojamos prie besikeičiančios rinkos ir vyraujančios politikos.

ES šalių narės, siekdamos skatinti AEI vartojimą energijos gamybai, taiko įvairius skatinimo būdus: tiesiogiai nustatytas supirkimo kainas ir kvotas, remia investicijas, taiko mokesčių lengvatas, vykdo mokslinius tyrimus ir kt. Pagrindiniai paramos instrumentų skatinimo būdai skirstomi į tiesioginio ir netiesioginio kainų rėmimo būdus. 1 lentelėje pateikiamos pagrindinės instrumentų priemonės, kuriomis skatinama AEI plėtra.

*Lentelė 1: Paramos instrumentų klasifikacija*

Paramos instrumentų klasifikavimas	Tiesioginiai instrumentai		Netiesioginiai instrumentai
	Kainų skatinimo mechanizmai	Kiekio/paklausos mechanizmai	
Orientuotos į investicijas	Investicijų subsidijos	Konkursų sistema	Aplinkosaugos mokesčiai;
	Mokesčių lengvatos		
Orientuotos į gamybą	Supirkimo tarifas	Konkursų sistema	Savanoriški susitarimai;
	Mokesčių lengvatos		
	Priemoka	Kvotų įsipareigojimas pagrįstas „žaliaisiais“ sertifikatais	Parama mokslo ir tiriamiesiems darbams

Paramos skatinimo schemas parenkamos, priklausomai nuo to, kokie yra pirminiai (aplinkosauginiai, ekonominiai ar politiniai) AEI plėtros tikslai. Pavyzdžiui, jei pagrindinis tikslas yra aplinkosauginis, didinti švarios energijos dalį ir mažinti CO<sub>2</sub> emisijas, tai tokiu atveju efektyvus sprendimas galėtų būti dalies kapitalinių išlaidų subsidijavimas ir patraukli švarios energijos pirkimo sutartis, suinteresuojant projekto plėtotoją galimu pelnu ir skatinant investuoti

optimaliu būdu. Tačiau jei tikslas yra ekonominis, tada galėtų būti parenkama kitokia skatinimo schema, pavyzdžiui rengiant konkursus, norintiems projektų vystytojams sudaryti pirkimo sutartis. Jei tikslas politinis ar socialinis-ekonominis, pavyzdžiui mažinti nedarbą, tuomet galėtų būti taikomos subsidijos.

### 2.2.1. Supirkimo tarifai ir priemokos

Viena iš labiausiai Europoje paplitusių tiesioginių skatinimo mechanizmų yra *supirkimo tarifas* (angl. *feed-in tariff*). Jis taikomas ne tik pažangiausiose šalyje kaip Vokietija, Prancūzija ar Ispanija, bet ir Lietuvoje bei kitose Baltijos šalyse. Lietuvoje supirkimo tarifo dydį reguliuoja valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija (toliau – VKEKK). VKEKK nustato, kokiomis kainomis elektros tiekėjai turi supirkti elektros energiją, pagamintą AEI naudojančiose elektrinėse. Ši kaina turi būti mokama *žaliosios* elektros energijos gamintojams. Paprastai superkama visa tokiose elektrinėse pagaminta elektra, nenustatant jokių kvotų ar ribų. Mokėjimo lygis siūlomas už kiekvieną pagamintą kilovatvalandę, kuris gali būti diferencijuojamas pagal rūšies technologiją, projekto dydį, išteklių kokybę, projekto įgyvendinimo vietą ar konkretaus projekto išlaidas. Politinių instrumentų rengėjai taip pat gali reguliuoti įvairių technologijų mokėjimo lygį vėlesniais metais.

Sėkminga supirkimo tarifų politika paprastai apima tris pagrindines nuostatas:

- užtikrina prioritetingą prieigą prie tinklo;
- stabilias, ilgalaikes energijos supirkimo sutartis (paprastai, 12-20 metų);
- mokėjimo lygis pagrįstas *žaliosios* energijos gamybos kaštais.

Pagrindiniai privalumai taikant supirkimo tarifų schemą:

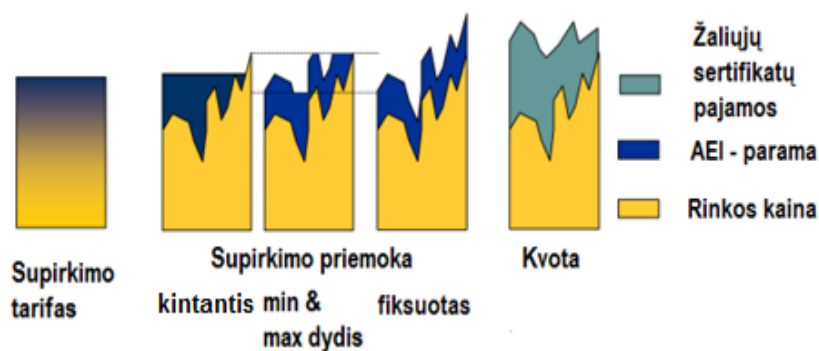
- saugi ir stabili rinka investuotojams;
- skatina vietinės pramonės ir darbo vietų kūrimo augimą;
- kaštų ir naudos plėtra teisingai paskirstoma visose geografinėse vietovėse;
- pagerina priėjimą prie rinkos investuotojams ir kitiems rinkos dalyviams.

Nepaisant visų privalumų išvelgiami ir keli trūkumai, t. y. supirkimo tarifai:

- gali sukelti elektros energijos kainų šuolį, ypač jeigu brangesnės technologijos integruojamos į tinklą;
- gali iškreipti didmeninės elektros energijos rinkos kainas;
- nėra orientuotas į rinką, nes siūlomas mokėjimo lygis dažnai nepriklauso nuo rinkos kainos signalų;
- neskatina tiesioginės kainų konkurencijos tarp projekto kūrėjų;

- neteisingai nustačius supirkimo tarifo dydį, gali būti užkrauta didelė našta energijos vartotojams;
- prievolė supirkti visą žaliąją elektros energiją gali sukelti tinklų balansavimo problemas ir padidinti tinklų sąnaudas [7].

Kai kuriose ES šalyse yra nustatomas ne supirkimo tarifas, o tiesiog priemoka. Priemoka gali būti išreikšta kaip priedas prie rinkos kainos, kurią gauna *žaliosios* elektros gamintojai. Pagal *supirkimo priemokų* (angl. *feed-in premium*) schemą, elektros energija iš AEI paprastai parduodama elektros biržoje, o AEI gamintojai papildomai gauna priemoką už kiekvieną pagamintą kilovatvalandę. Supirkimo priemoka gali būti arba fiksuota (pvz. pastoviam lygyje nepriklausomai nuo rinkos kainos) arba kintanti (angl. - *sliding*) (t. y. skirtingų lygių, priklausomai nuo rinkos kainos kitimo). Fiksuota priemoka yra paprastesnė paramos schema, tačiau kyla permokos pavojus, kai rinkos kaina yra pakankamai aukšta ir nepakankamas kompensacijos dydis, kai rinkos kaina yra per žema. Tokios problemos sprendimas lėmė kintančios supirkimo priemokos schemos atsiradimą. Pavyzdžiui vienas kintančios priemokos tipas iš anksto nustato mažiausią ir didžiausią priemokos lygį (angl. *floor and cap*) arba vienodai kintantį fiksuotą lygį prie rinkos kainos. Kintančios priemokos dydis apskaičiuojamas įvertinus skirtumą tarp konkrečios technologijos rinkos kainos (apskaičiuojama vidutiniškai per tam tikrą laiką, pavyzdžiui, per vieną mėnesį) ir iš anksto nustatyto tarifo lygio (dažnai atitinkančio supirkimo tarifo dydį). Jeigu rinkos kaina yra didesnė nei numatytas tarifo dydis, supirkimo priemoka nėra išmokama.



*Pav. 1: Paramos schemų tipai*

ES komisija taip pat šioje paramos schemoje numato kainos garantiją. Tai reiškia, kad AEI-E technologijos galėtų konkuruoti rinkoje ir investicijos į AEI-E technologijas būtų patrauklesnės. Įprastai, tarifai diferencijuojami pagal naudojamas technologijas ir mažinami laikui bėgant, siekiant skatinti technologijų vystymą, kuris mažina gamybos išlaidas. Šalys pasirinkusios priemokos metodą garantuoja, kad prie elektros energijos gamintojo gautų pajamų už realiai parduotą elektros energiją jam bus sumokėta tam tikra papildoma suma. Įprastai vyriausybės

pasilieka valdymo teises sau, kuriomis gali prižiūrėti supirkimo kainas, įvertindama mažėjančius kaštus ir panašius veiksniai. Būtina paminėti, kad už pagamintą brangesnę „žaliąją“ elektros energija tiesiogiai sumoka visi vartotojai [8].

Supirkimo priemokos paramos būdas labiau orientuotas į rinką, nes sukuria iniciatyvą AEI elektrinių savininkams ieškoti rinkos savo gaminamai elektros energijai ir taip maksimizuoti gaunamą pelną. Skirtingų šalių patirtis atskleidžia pagrindinius privalumus ir trūkumus naudojant priemokų tarifus:

Privalumai:

- labiau orientuotos į rinką nei supirkimo tarifai, nes supirkimo tarifo mokėjimai priklauso nuo vyraujančių elektros rinkos kainų. Ši struktūra sukuria paskatas gaminti elektrą kai energijos paklausa yra didelė ir įdiegti naujas AEI technologijas vietovėse, kuriose vidutinės rinkos kainos yra didesnės;
- palaikomos įvairios (ne tik pigiausios ar labiausiai išplėtos) technologijos, taip pat skirtingos galios elektrinės (mažos elektrinės paprastai brangesnės);
- nustatomos aiškios ilgalaikės taisyklės, tuo būdu garantuojamos palankios sąlygos ilgalaikėms paskoloms, mokesčių pasikeitimas neturi didesnio poveikio, nes finansuojama ne iš šalies biudžeto;
- padidinama konkurencija tarp naujas technologijas taikančių gamintojų;
- skatina efektyvesnį tinklo valdymą. Tokia rinkos orientacija sumažina tinklo perkrovas, kurios galėtų padėti geriau numatyti papildomų paslaugų teikimą.

Pagrindiniai išvelgiami trūkumai:

- didesnės vidutinės išmokos už kWh. Priemokų kainų taikymas rinkoje parodė žemesnio lygio ekonominį efektyvumą, t. y. sukūrė didesnes vidutines išmokas už kilovatvalandę, nei supirkimo tarifai. Toks poveikis sukuria investuotojams didesnę riziką, dėl mažiau nuspėjamo pajamų srauto;
- nenustačius perskaičiavimo metodikos, įvertinančios technologijų kaitą, gali būti stabdomas naujų technologijų diegimas arba investuotojams duodami didžiuliai pelnai;
- padidina rizika be supirkimo garantijos. Priemokos kainų tarifo politika paprastai ne apima pirkimo garantijos. Gamintojai parduoda elektros energiją rinkoje ir gauna atitinkamą rinkos kainą su papildoma priemoka. Investuotojai tai išvelgia kaip papildomą riziką;

- atsižvelgiant į atliktas analizes, nustatyta, kad priemokų lygis didesnis nei supirkimo tarifų. Papildoma našta kompensuojama iš valstybės mokesčių mokėtojų ar energijos vartotojų.

### 2.2.2. Kvotų sistema pagrįsta „žaliaisiais“ sertifikatais

*Kvotų sistema* (angl. *Quota - Tradable Green Certificates*) įveda didelę konkurenciją tarp žaliąją elektros energiją gaminančių elektrinių. Paplitusios 2 rėmimo schemos: žaliųjų sertifikatų ir konkursinių kvotų sistemos. Taikant *žaliųjų sertifikatų* sistemą, elektra pagaminta AEI naudojančiose elektrinėse parduodama rinkos kainomis. Papildomai žaliosios elektros energijos gamybos kaštai atitenka tiekėjams ar vartotojams: norint finansuoti papildomą kainą už šios energijos gamybą ir garantuoti, kad norimas jos kiekis būtų pagamintas, visi vartotojai įsipareigojami pirkti tam tikrą kiekį žaliųjų sertifikatų iš elektros gamintojų, atsižvelgus į jų bendro elektros vartojimo fiksuotą procentą ar kvotą. Jei tiekėjai (ar vartotojai) nenuperka kvotoje nustatyto iš AEI pagamintos energijos kiekio, jie moka atitinkamas baudas.

Kadangi vartotojai stengiasi nupirkti šiuos sertifikatus kuo pigiau, vystosi antrinė žaliųjų sertifikatų rinka, kur žaliosios elektros energijos gamintojai konkuruoja tarpusavyje prekiaudami žaliaisiais sertifikatais (žr. 1 paveikslą). Rinką lemia įvairūs veiksniai: prievolės įsigyti kvotų dydis, rinkos dalyvių skaičius ir kt.

ES šalys, kurios naudoja *žaliuosius sertifikatus* deda tvirtus pagrindus besiplėtojančiai rinkai. Tokia rinka įgalintų ekonomiškai efektyvesnę atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimą. Atsinaujinantys ištekliai pirmiausia būtų naudojami tose šalyse, kur yra didžiausias išteklių potencialas bei mažiausios gamybos išlaidos. Šalys, kurios negalėtų įvykdyti žaliųjų sertifikatų kvotos, galėtų pirkti iš šalių, kuriose yra susidaręs perteklius. Tokia sistema sukurtų tarptautinę rinką, kurioje žaliuosius sertifikatus būtų galima įsigyti investuojant ar perkant, bei gauti pajamas juos parduodant.

Taikant konkursinių kvotų sistemą, vyriausybė institucija, ar vietos regioninė valdžia skelbia konkursus energijos gamybai naudojant AEI. Dalyviai siūlo kainą, kuri jiems reikalinga norint įgyvendinti projektą. Konkursai organizuojami dviem tipų: paslėptų kainų (angl. *sealed-bid pay-as-bid*), kai konkurso dalyviai nežino konkurentų siūlomų kainų ir atvirojo, mažiausios kainos aukcionas (angl. *descending clock auction*), kai visi dalyviai pasibaigus aukciono laikui priima mažiausią pasiūlytą kainą. Pasibaigus konkursui tiekėjai privalės pirkti elektros energiją iš konkurso laimėjusių gamintojų. Analizuojant kvotų schemas patirtį Italijoje, Rumunijoje, Jungtinėse Karalystėse, Lenkijoje ir Švedijoje galima išvystyti tokias pagrindines sistemos privalumus ir trūkumus.

Pranašumai:

- AEI politikos tikslai gali būti pasiekti labai ekonomiškai efektyviu būdu, nes sertifikatų kainos yra nustatomos pagal rinkos kainą;
- sumažina bendras paramos schemos išlaidas elektros energijos vartotojams;
- AEI politikos tikslai bus pasiekti, jei yra pakankamai aukšti baudų lygiai už neįvykdytus kvotų įsipareigojimus;
- nėra nekontroliuojamo AEI augimo rizika, nes nėra paskatos gaminti papildomos AEI elektros energijos, kai kvotos įsipareigojimas įvykdytas;
- kvotų sistema orientuota į rinką. Įnešą skaidrumą į rinką, kuri didina konkurencingumą tarp gamintojų.

Trūkumai:

- bendros administravimo išlaidos dažnai yra didesnės, lyginant su supirkimo tarifų paramos schema;
- kintanti žaliųjų sertifikatų kaina sąlygoja didesnę investuotojų riziką;
- AEI kvotų ir sertifikatų schemos mažiau tinkančios skatinti skirtingas energijos rūšis, taip pat technologijų plėtrą ir inovacijas, nes gamintojai nelinkę investuoti į brangesnes AEI technologijas;
- AEI kvotų ir sertifikatų schemos labiau palankios stambiems AEI elektros gamintojams, kurių gamybos kaštai mažiausi.

### 2.2.3. Netiesioginių kainų rėmimo būdai

Be tiesioginių paramos schemų, kurios remia tam tikras AEI technologijas, yra taikomos netiesioginės kainų rėmimo priemonės skatinančios AEI plėtrą. Pagrindinės strategijos:

- taršos mokesčiai, už kiekvieną energijos produktą ne iš AEI;
- CO<sub>2</sub> mokesčiai/leidimai;
- subsidijų panaikinimas ankščiau suteiktoms iškastinio kuro ar atominėms elektrinėms.

Išskiriami du būdai, kaip remti AEI-E gamybą įtraukiant energijos ir aplinkos apsaugos mokesčius:

- Atleidimas nuo mokesčių;
- Jei nėra suteiktų lengvatų ar privilegijų, mokesčiai dalinai gali būti gražinami.

Tokie veiksniai daro AEI rinką daug konkurencingesnę, taikant netiesioginį skatinimą tiek naujoms tiek senoms elektrinėms.

Į netiesioginės strategijos schemą įtraukiamos savanoriškos dvišalės sutartys. Tokios sutartys leidžia lengviau planuoti ir prijungti įrenginius prie tinklo, pakeisti žemės paskirties naudojimo funkciją, kurie leidžia išvengti nepagrįstų kliūčių draudžiančių AEI plėtrą.

Netiesioginės paramos strategijos taip pat įtraukia mokslo ir kitas švietimo institucijas. Galima tikėtis, kad mokslo ir technologijų pažanga sumažins AEI naudojančiose elektrinėse gaminamos elektros energijos gamybos kaštus, ir šios elektrinės taps konkurencinės, ypač augant iškastinio kuro kainoms. [9].

### 2.3. AEI skatinimo priežastys ir paramos lygio nustatymo metodika

Kalbant apie atsinaujinančios energijos skatinimo schemas, dažniausiai omenyje turimos priemonės, kuriomis gerinamas atitinkamo energijos gamybos būdo konkurencingumas. Atsinaujinanti energija paprastai pasižymi didelėmis įrangos įdiegimo investicijomis ir mažomis eksploataavimo išlaidomis. Ji visų pirma konkuruoja su gamyba, pagrįsta anglimi, nafta ir dujomis bei branduoline energija. Tarp šių išteklių anglis, nafta ir dujos pasižymi mažiausiomis įdiegimo investicijomis, trumpalaikėje rinkoje, o tai – privalumas. Priežastys, kodėl atsinaujinanti energija yra remiama, dažniausiai yra:

- aplinkos ir klimato aspektai;
- tiekimo ir priklausomybės nuo importo sumažinimas;
- pramoninė ir komercinė plėtra.

Iš esmės, visų tipų energija turi konkuruoti laisvomis energijos rinkos sąlygomis. Atsižvelgiant į ankščiau paminėtus AEI privalumus, AET technologijas kol kad dar reikia finansiškai skatinti siekiant užtikrinti jų konkurencingumą rinkoje. Žvelgiant nacionaliniame lygmenyje kiekviena šalis turi savitą metodiką, pagal kurią yra nustatomi paramos lygio dydžiai. Lietuvoje yra reglamentuojamas didžiausias fiksuotas tarifas elektros energijos aukcionuose dalyvaujantiems gamintojams bei atsinaujinančių išteklių ir perteklinės energijos gamintojams. Metodikos tikslas – nustatyti skaidrius, objektyvius ir nediskriminuojančius principus supirkimo tarifams. VKEKK nustatydamas supirkimo tarifus ir maksimalius tarifus, vadovaujasi ekonominio efektyvumo, technologinio atnaujinimo ir mažiausios finansinės naštos generavimo vartotojams principais. Tiek Europoje tiek Lietuvoje, labiausiai paplitęs būsimų pinigų dabartinės vertės (angl. *Net present value*, toliau – NPV) skaičiavimo būdas. Todėl VKEKK nustatinėdamas supirkimo tarifo dydį vadovaujasi tokia formule:

$$NPV_t = \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_t}{(1+r)^t} - \frac{|CF_0|}{(1+r)^1} = 0, Eur; \quad (1)$$

čia:

$NPV_t$  – elektros energijos elektrinės būsimųjų pinigų srautų grynoji dabartinė vertė, Eur;

$t$  – elektros energijos elektrinės skatinimo laikotarpis, metais;

$CF$  – pinigų srautas (neigiamas, metais iki skatinimo laikotarpio pradžios, arba teigiamas, skatinimo laikotarpio eigos metais), Eur;

$r$  – diskonto norma, išreikšta vieneto dalimis.

Elektros energijos gamybos sąnaudos ženkliai skiriasi atsižvelgiant į AEI technologiją, todėl supirkimo tarifai ar priemokos turi būti diferencijuojamos pagal technologijos tipą ar instaliuojamą galią. Siekiant nustatyti tarifo dydį skirtingoms technologijoms, Europoje dažniausiai paplitęs taip vadinamas elektros energijos gamybos svertinių kaštų metodas (angl. *levelised cost of electricity*) (toliau - LCOE). LCOE galima interpretuoti kaip esamąją vertę visų sąnaudų, kurių reikėjo statant ir vystant elektrinę per jos visą finansinį gyvavimo laikotarpį (grynoji dabartinė vertė – pinigų srautų modelis), konvertavus į lygių dalių metines išmokas. Tokiu būdu yra gaunamas ekonominis energijos gamybos sistemos sąnaudų vertinimas, įskaitant visas jos gyvavimo laikotarpio sąnaudas.

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t + M_t + F_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}} \quad (2)$$

Čia:

- LCOE = elektros energijos gamybos svertiniai kaštai;
- $I_t$  = investicinės išlaidos metuose  $t$ ;
- $M_t$  = eksploatacinės ir techninės priežiūros išlaidos metuose  $t$ ;
- $F_t$  = kuro sąnaudų išlaidos metuose  $t$ ;
- $E_t$  = elektros energijos gamyba metuose  $t$ ;
- $r$  = diskonto norma;
- $n$  = naudingo ekonominio veikimo laikotarpis;

Kiti veiksniai, kurie daro įtaką elektros energijos gamybos sąnaudoms ir gali būti įtraukti į tarifų lygio skaičiavimus, yra:

- papildomos išlaidos patirtos dėl licencijavimo procedūrų;
- infliacija;
- investuoto kapitalo palūkanų dydis;
- investuotojų pelno norma.

Nauji AET plėtros finansinio ar energetinio naudingumo sprendimai nėra paremti vien NPV ir LCOE skaičiavimo algoritmais. Tai pat labai svarbu apskaičiuoti ir įvertinti kitus investicinius rodiklius, kurie parodo ar vystomas strateginis objektas yra ekonomiškai naudingas. Todėl VKEKK nustatant supirkimo tarifų ir maksimalių tarifus naudojasi tokia metodika:

Apskaičiuojant investuotino kapitalo apimtį elektros energijos elektrinei įsteigti yra atsižvelgiama į vidutinius santykinius Lietuvos rinkoje steigiamų projektų investicinius poreikius



ir faktinius elektros tinklo operatoriaus pateiktus duomenis apie investicinius poreikius elektros energetikos objektams prijungti, kuriems naudojama tokia formulė:

$$K = k_r \cdot (k_{bc} \cdot K_I) + K_A \quad (3)$$

čia:

$K$  – investuotino kapitalo apimtis elektros energijos elektrinei įsteigti, Eur;

$K_I$  – investuotino kapitalo apimtis elektros energijos elektrinės gamybos įrenginiams, Eur;

$K_A$  – investuotino kapitalo apimtis elektros energijos elektrinei prijungti prie operatoriaus tinklo, Eur;

$k_{bc}$  – koeficientas, parodantis elektros energijos elektrinės galios elektros energijai gaminti ir bendros įrengtosios galios santykį. Laikoma, kad:

$k_{bc} = 1$ , jei elektros energijos elektrinėje gaminama tik elektros energija, t. y. visa įrengtoji galia yra skirta elektros energijai gaminti;

$k_r$  – koeficientas, parodantis investuotino kapitalo apimtį elektros energijos elektrinei įsteigti. Laikoma, kad:

$k_r = 0,6$ , jei steigiamos ar rekonstruojamos elektros energijos elektrinės, kurių įrengtoji galia didesnė nei 5000 kW.

$k_r = 1$ , jei steigiama nauja elektros energijos elektrinė.

Kitas supirkimo tarifų ir maksimalių tarifų nustatymo punktas yra apskaičiuoti investuotino kapitalo apimtį elektros energijos elektrinei prijungti prie operatoriaus tinklo kaip vidutinę elektros energetikos objektų (įrenginių), kurių įrengtoji galia yra didesnė nei 1 MW, prijungimo prie operatoriaus tinklo praėjusiais kalendoriniais metais sąmatą, kuri apskaičiuojama pagal formulę:

$$K_A = k_p \cdot \frac{K_{NB}}{N_{NB}} \quad (4)$$

čia:

$K_A$  – investuotino kapitalo apimtis elektros energijos elektrinei prijungti prie operatoriaus tinklo, Eur;

$K_{NB}$  – per 12 paskutinių mėnesių elektros energetikos objektų (įrenginių), kurių įrengtoji galia yra didesnė nei 1 MW, prijungimo prie operatoriaus tinklo lėšų suma, Eur;

$N_{NB}$  – per 12 paskutinių mėnesių prijungtų prie operatoriaus tinklo visų elektros energetikos objektų (įrenginių), kurių įrengtoji galia yra didesnė nei 1 MW, skaičius;

$k_p$  – prijungimo koeficientas, parodantis, kokią prijungimo prie operatoriaus tinklo lėšų dalį dengia gamintojas. Laikoma, kad:

$k_p = 0,2$ , jei prijungiamos elektros energijos elektrinės įrengtoji galia yra ne didesnė nei 350 kW;

$k_p = 0,4$ , jei prijungiamos elektros energijos elektrinės įrengtoji galia yra didesnė nei 350 kW.

Elektros energijos elektrinės pinigų srautą metais iki skatinimo laikotarpio pradžios, proporcingai priskyrusi investuotino kapitalo apimties elektros energijos elektrinei įsteigti dalį skatinimo laikotarpiui apskaičiuojamas pagal formulę:

$$CF_0 = \frac{t}{T} \cdot K \quad (5)$$

čia:

$CF_0$  – pinigų srautas metais iki skatinimo laikotarpio pradžios, Eur;

$K$  – investuotino kapitalo apimtis elektros energijos elektrinei įsteigti, Eur;

$t$  – elektros energijos elektrinės skatinimo laikotarpis, metai;

$T$  – elektros energijos elektrinės naudingo eksploatavimo laikotarpis pagal elektros energijos elektrinės technologinį tipą, metai.

Metinį elektros energijos elektrinės pinigų srautą skatinimo laikotarpiu, elektros energijos elektrinės laukiamas metines pajamas sumažinusi laukiamų metinių sąnaudų apimtimi yra nustatomas pagal formulę:

$$CF_i = P_i - (S_i \cdot k_c) - (Z_i \cdot k_c) \quad (6)$$

čia:

$CF_i$  – pinigų srautas skatinimo laikotarpio  $i$ -taisiais metais, Eur;

$i$  – skatinimo laikotarpio  $t$  metai,  $i = (1, \dots, 12)$ ;

$P_i$  – laukiamų pajamų už patiektą elektros energijos kiekį suma skatinimo laikotarpio  $i$ -taisiais metais, Eur;

$S_i$  – laukiamų elektros energijos elektrinės veiklos sąnaudų suma skatinimo laikotarpio  $i$ -taisiais metais, Eur;

$Z_i$  – laukiamų elektros energijos elektrinės kuro įsigijimo sąnaudoms prilyginamų sąnaudų suma skatinimo laikotarpio  $i$ -taisiais metais, Eur;

$k_c$  – koeficientas, atskiriantis veiklos sąnaudų ir kuro įsigijimo sąnaudoms prilyginamų sąnaudų kiekius, tenkančius elektros energijos gamybai ir šilumos energijos gamybai.

Laukiamų pajamų už į operatoriaus tinklus patiektą elektros energijos kiekį metinę apimtį kaip patiekto metinio kiekio ir atitinkamai perteklinės elektros energijos supirkimo tarifo arba maksimalaus tarifo sandaugą apskaičiuojama pagal formulę:

$$P_i = Q_i \cdot f \quad (7)$$

čia:

$P_i$  – laukiamų pajamų už į operatoriaus tinklus patiektą elektros energijos kiekį suma skatinimo laikotarpio  $i$ -taisiais metais, Eur;

$Q_i$  – elektros energijos elektrinėje pagamintas ir į operatoriaus tinklus patiektas elektros kiekis, kWh;

$f$  – atitinkamai perteklinės elektros energijos supirkimo tarifas arba maksimalus tarifas, užtikrinantis būsimų pinigų srautų grynąją dabartinę vertę, Eur/kWh;

$i$  – skatinimo laikotarpio  $t$  metai,  $i = (1, \dots, 12)$ .

Elektros energijos elektrinėje pagamintą ir patiektą elektros energijos kiekį, atsižvelgdama į Europos šalyse prieinamų efektyviausių technologijų elektrinių naudingumo koeficientą, bei Lietuvoje steigiamų ir veikiančių palyginamų elektrinių, naudingumo koeficientas randamas pagal formulę:

$$Q_i = 8760 \cdot \eta \cdot IG \quad (8)$$

čia:

$Q_i$  – elektros energijos elektrinėje per metus pagamintas ir patiektas elektros energijos kiekis, kWh;

$\eta$  – elektros energijos elektrinės naudingumo koeficientas;

$IG$  – elektros energijos elektrinės įrengtoji galia, kW;

$i$  – skatinimo laikotarpio  $t$  metai,  $i = (1, \dots, 12)$ .

Diskonto normą kaip vidutinę svertinę kapitalo kainą nustatoma pagal formulę:

$$r = WACC = R_d \cdot D \cdot R_e \cdot \frac{1}{1-m} \cdot E \quad (9)$$

čia:

$D$  – skolintas kapitalas (finansavimo skolintomis lėšomis dalis), vieneto dalimis;

$E$  – nuosavas kapitalas (finansavimo nuosavomis lėšomis dalis), vieneto dalimis;

$R_d$  – skolinto kapitalo kaina (palūkanų norma), proc.;

$R_e$  – nuosavo kapitalo grąža, proc.;

m – Lietuvoje taikomas pelno mokesčio tarifas, išreikštas vieneto dalimis.

Nuosavo kapitalo grąžai nustatyti naudojama formulė:

$$R_e = R_f \cdot \beta \cdot R_{erp} \quad (10)$$

čia:

$R_f$  – nerizikingų investicijų grąžos norma, proc.;

$R_{erp}$  – nuosavybės rizikos premija, proc.;

$\beta$  – santykinis rizikos matmuo, atspindintis ūkio šakos rizikingumo lygį, palyginti su bendru šalies ūkio rizikingumu.

AET elektrinių technologinio pajėgumo koeficientas nustatomas pagal formulę:

$$F = f \cdot k_g \quad (11)$$

čia:

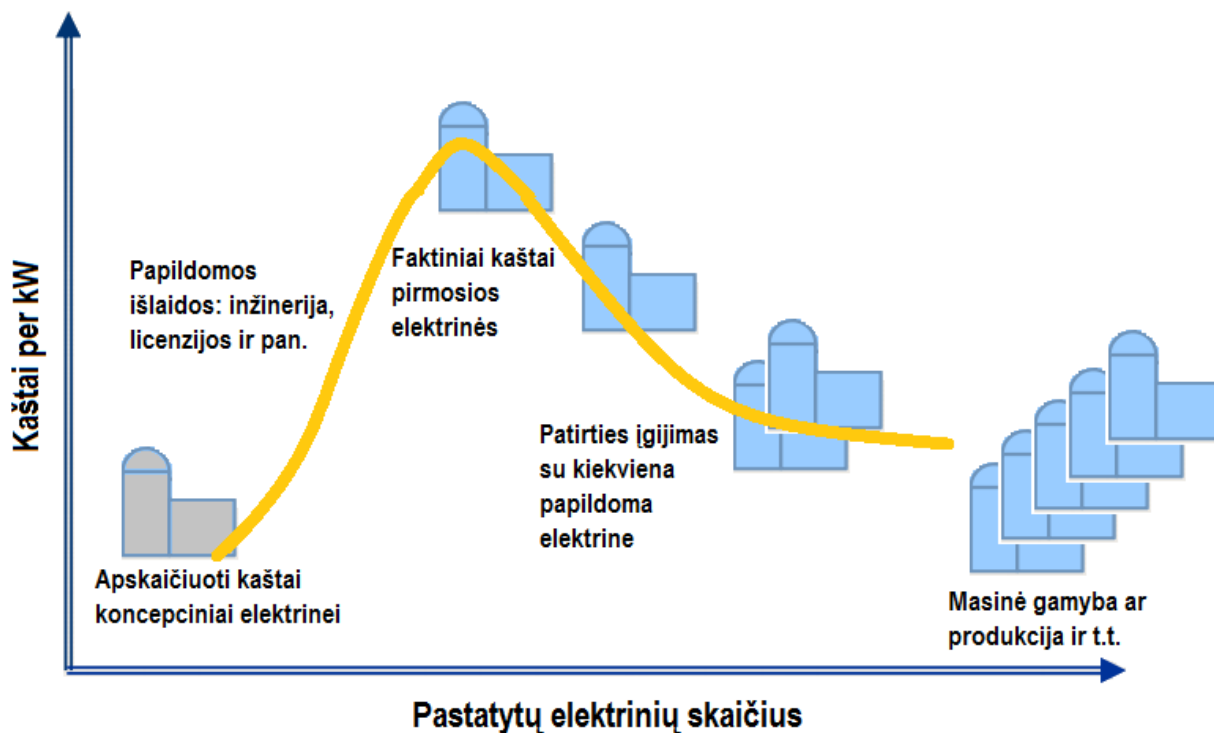
F – elektros energijos elektrinei taikomas diferencijuotas tarifas, Eur/kWh;

f – atitinkamai perteklinės elektros energijos supirkimo tarifas arba maksimalus tarifas, užtikrinantis būsimų pinigų srautų grynąją dabartinę vertę, Eur/kWh;

$k_g$  – technologinio pajėgumo koeficientas, kuris nustatomas atsižvelgiant į naujausius Europos Sąjungos šalyse taikomus fiksuotų tarifų dydžius pagal elektrinių įrengtąsias galias, nustatant procentinius tarifų kitimus nuo didžiausios elektrinės įrengtosios galios iki mažiausios. Visi gauti duomenys susistemunami ir iš jų nubrėžiamas standinis pasiskirstymas, pagal kurį, atsižvelgiant į technologinių pajėgumų, diferenciaciją, nustatomi atitinkami technologinio pajėgumo koeficientai. Koeficiento  $k_g$  reikšmė priklausomai nuo technologijos tipo ir instaliuojamos galios vyrauja nuo 1 iki 1,41.

Paramos schemų tikslai skiriasi, todėl skiriasi ir jų struktūra. Pagal kai kurias schemas pirmiausia dėmesys skiriamas naujai energijos gamybai per santykinai trumpą laiką. Parama vėjo energijai, kuri šiandien laikoma pakankamai išvystyta technologija, puikus to pavyzdys. Skiriant paramą pakankamai išvystytai technologijai, pirmieji nauji projektai, paleisti į eksploataciją iškart po sistemos iniciavimo, dažniausiai ekonomiškai yra pelningiausi. Vėlesni projektai dažnai yra mažiau pelningi, nors jie reikalauja ne ką mažesnių investicijų, tačiau (metinė) energijos gamyba yra mažesnė, o tai sukelia didesnę riziką projekto savininkui. Siekiant išlaikyti užtikrintą pelningumą investuotojui, būtina sustiprinti suteikiamos paramos dydi per visą elektrinės eksploataavimo laikotarpį. Jei statomos naujos koncepcijos elektrinės, investicijų dydis būna

didžiausias ir reikalaujantis daugiausiai kaštų. Laikui bėgant, kai modelis yra įsisavinamas, kaštai per instaliuotą galią mažėja, priklausomai nuo įgytos patirties, dokumentacijų įsigijimo ir tvarkymo paprastumo, saugumo reikalavimų ir pan.



*Pav. 2: Investicinių kaštų kitimas priklausomai nuo pastatytų elektrinių skaičiaus*

Kiti paramos tikslai gali būti suformuoti pagrindą naujai technologijai ir pramonės plėtrai, kuri savo ruožtu gali užtikrinti naujos energijos gamybą. Kai technologija nėra pakankamai išvystyta, o gamybos sąnaudos yra gerokai didesnės nei nustatyta teisingos rinkos vertė, reikia ženklios paramos, kuri paskatintų veiklą. Paramos lygiu turi būti siekiama stimuliuoti technologiją ir produkto plėtrą, taip pat pramoninės gamybos apimčių didinimą per ilgesnį laikotarpį. Tokiais atvejais pradžioje naudinga turėti santykinai didelę paramą. Technologijai vystantis ir pradėjus varžytis didesniai konkurentų skaičiui, kainos (vieneto kaina) nukrenta, o paramos poreikis sumažėja. Kai šalies vyriausybė nustato naujų susitarimų sąlygas arba pakoreguoja jau esamas (finansavimo lygio nustatymas, laiko sąnaudos ir kt.), iššūkis yra tai, kad tenka nustatyti lygmenį, kuris paskatintų veiklą, bet kartu nebūtų per daug brangus arba dosnus.

Daugelyje Europos šalių laisvose rinkose varžosi energijos technologijos ir šaltiniai. Nacionalinės valdžios institucijos iš esmės neturėtų daryti įtakos priemonėmis, kurios pirmenybę suteikia individualioms technologijoms. Jeigu kai kurie asmenys mano, kad reguliavimo veiksmai pakenkia laisvos konkurencijos principams, tuomet jie gali kreiptis į stebėjimo agentūras.

## **2.4. AEI technologijų prijungimas prie tinklų**

Remiantis patvirtinta ES direktyva 2009/28/EB reikalaujama, kad perdavimo ir skirstymo tinklo operatoriai teiktų pirmenybę elektrai, pagamintai naudojant AEI. Žinoma, prijungiant AEI yra atsižvelgiama į saugumo ir patikimumo reikalavimus t. y. sistema turi išlikti adekvati ir gyvybinga. Kitos prijungimo sąlygos nurodė, kad perdavimo ir skirstymo sistemų operatoriai prisiimtų (visiškai ar bent iš dalies) tokių elektrinių prijungimo prie tinklų sąnaudas bei tinklų stiprinimo, būtino integruojant šias elektrines į elektros sistemą, sąnaudas. Taip pat reikalaujama, kad perdavimo ir skirstymo įkainiai nediskriminuotų AEI naudojančių gamintojų.

Lietuvoje, elektros energijos operatorius parenka ir prijungimo sąlygose nustato gamintojo elektrinės prijungimo tašką. Operatorius privalo pirmumo teise prijungti gamintojo, gaminančio elektros energiją iš AEI, elektrinę prie operatoriaus valdomų elektros tinklų prijungimo taške, kuris atitinka reikiamą įtampos lygį ir yra arčiausiai gamintojo elektrinės, jeigu kiti elektros tinklai technologiniu ir ekonominiu požiūriu nėra tinkamesni gamintojo elektrinės prijungimo taškui. Gamintojas turi teisę pasirinkti kitą technologiniu ir ekonominiu požiūriu tinkamą elektrinės prijungimo tašką, atsižvelgdamas į operatoriaus nurodytą elektros tinklų pajėgumo lygį ir elektrinės įrengtąją galią. Gamintojo pasirinkto prijungimo taško atitiktį nustatytiems technologiniams ir ekonominiams kriterijams kiekvienu konkrečiu atveju įvertina operatorius. Jeigu prijungiant elektrinę gamintojo pasiūlytame prijungimo taške padidėja prijungimo sąnaudos, šias padidėjusias pagrįstas sąnaudas padengia gamintojas. Operatorius turi teisę savo nuožiūra paskirti ir kitą, ne pirminiame prijungimo sąlygų variante pasiūlytą, elektrinės prijungimo tašką, nepaisydamas gamintojo pasirinkto prijungimo taško. Dėl šio paskyrimo atsirandančias papildomas sąnaudas padengia operatorius.

Visoms AEI elektrinėms taikomos tokios prie elektros tinklų išlaidų kompensavimo sąlygos:

- kai elektrinės įrengtoji galia didesnė nei 350 kW, elektrinė prijungiama per 18 mėn. nuo sutarties sudarymo. AEI gamintojai padengia 40 procentų prijungimo prie elektros tinklų išlaidų, tinklų operatorius – 60 procentų;
- kai elektrinės įrengtoji galia yra ne didesnė kaip 350 kW, elektrinė prijungiama nedelsiant. AEI gamintojai padengia 20 procentų prijungimo prie elektros tinklų išlaidų, likusią dalį – tinklų operatorius [10].

## **3. EI paramos schemų poveikio vertinimas**

### **3.1. Problemos esmė**

Pastaruosius kelerius metus dėl masto ekonomijos ir technologijų tobulėjimo AEI naudojami vis intensyviau nei anksčiau tikėtasi. Tai geras rezultatas, rodantis, kad ES AEI politika duoda

naudos. Reaguodamos į tokias tendencijas ES valstybių narės didžia dalimi reformavo atsinaujinančiųjų išteklių rėmimo schemas, kad būtų užtikrinamas ekonominis efektyvumas ir spartus integravimas į rinką. Kartais tų reformų įgyvendinimo būdas neatitiko geriausios europinės praktikos ir sukėlė investuotojų nerimą visoje Europoje. Be to, dėl didesnės finansinės ir ekonominės krizės rizikos investuotojai atsargiau renkasi investuoti į kapitalui imlias energijos rinkas, ypač į AEI sektorių, kuris priklausomas nuo politikos.

Tokiomis aplinkybėmis darosi akivaizdu, kad 2020 m. ES tikslinių rodiklių gali savaime nepakakti norint paskatinti ilgalaikes investicijas, kurios sudarytų sąlygas toliau mažinti sąnaudas ir didinti AEI dalį po 2020 m. Investuotojams ir verslininkams vis aktualiau aiškiai žinoti būsimas ES politikos kryptis, kad jie šiandien galėtų priimti ilgalaikius sprendimus dėl investavimo į AEI.

AEI direktyvoje 2009/28/EB (toliau – Direktyva) Komisija įpareigoja tik 2018 m. pateikti AEI planą po 2020 m. atsižvelgiant į technologijų pažangą ir direktyvos įgyvendinimo patirtį. Be to, pagal direktyvą Komisija iki 2016 m. privalo persvarstyti tam tikras konkrečias direktyvos nuostatas (dėl naudojant biokurą ir skystuosius bioproduktus sumažinamo ŠESD kiekio išmetimo ribų, biokuro ir skystųjų bioproduktų priemonių ir poveikio, taip pat dėl vadinamųjų bendradarbiavimo mechanizmų).

Siekiant kuo labiau integruoti AEI į bendrąją rinką, būtina atlikti AEI naudojimo poveikio aplinkai vertinimą, įvertinti plėtros ir ekonominio efektyvumo klausimus bei galimų sprendimų tikėtiną įtaką ekonomikai. Toliau taip pat atliekama palyginamoji analizė, kuri leidžia nustatyti, kokie sprendimai reikalingi po 2020 m., kad AEI dalis bendrame ES suvartojamos energijos kiekyje galėtų didėti.

### **3.2. Politikos tikslai**

Bendrasis AEI skatinimo politikos tikslas yra užtikrinti, kad atsinaujinančioji energija padėtų siekti energijos tiekimo saugumo ir energijos gamybos įvairovės, konkurencingumo, aplinkos apsaugos ir klimato kaitos mažinimo, o sykiu paremtų ekonomikos augimą, darbo vietų kūrimą, regioninę plėtrą ir inovacijas Europos Sąjungoje. Tuo tikslu siūlomi tokie konkretūs tikslai: i) mažinti investuotojų ir verslininkų netikrumą; ii) gerinti paramos schemų gyvybingumą ir ekonominį efektyvumą; iii) padidinti derėjimą su rinkos sistema; iv) tinkamai pritaikyti energijos infrastruktūrą; v) skatinti technologijų inovacijas ir plėtrą; vi) užtikrinti visuomenės pritarimą ir spręsti tvarumo klausimus.

### 3.3. Poveikių vertinimas

- *Ekonominis poveikis*

Bendras AEI dalies bendrame ES suvartojamos energijos kiekyje augimo ekonominis poveikis priklausys nuo daugelio tarpusavyje persipynusių ir vienas kitą atsveriančių mechanizmų. Pirma, atsinaujinančiųjų išteklių naudojimo plėtra skatina ekonominę veiklą. Antra, augant vietos atsinaujinančiųjų išteklių naudojimui mažėja iškastinio kuro importas, taigi didėja energijos tiekimo saugumas. Trečia, skatinamos energetikos inovacijos, kurios yra būtinas veiksnys užtikrinant pakankamai skirtingų technologijų plėtrą, sudarančią sąlygas ilgainiui ekonomiškai efektyviai sumažinti anglies dioksido išmetimą energetikos sektoriuje. Energetikos inovacijos svarbios ir ekonominiu požiūriu, nes suteikia konkurencinį pranašumą tarptautinėse rinkose ir su juo susijusias augimo ir eksporto galimybes. Kita vertus, AEI plėtra gali atitraukti investicijas nuo tradicinio sektoriaus (ir sumažinti jame užimtumą) ir sukelti su tuo susijusių neigiamų padarinių. Be to, finansinės paramos AEI sąnaudos gali lemti energijos kainų kilimą, dėl kurio gali išaugti energijos vartotojų sąskaitos ir sumažėti energijai imlių pramonės sektorių konkurencingumas.

- *Poveikis aplinkai*

Naudojant AEI galima žymiai sumažinti ŠESD išmetimą. Atlikti tyrimai rodo, kad 2050 m., palyginti su 1990 m., plėtojant AEI, ŠESD būtų išmetama 80 proc. mažiau, o su energija susijusio CO<sub>2</sub> – beveik 85 proc. mažiau. Su veiksmingomis prisitaikymo prie klimato kaitos priemonėmis visi alternatyvios energijos variantai turi potencialo pagerinti ES energetikos sistemos atsparumą klimato kaitai. Bendrą tinklo ir sistemos pažeidžiamumą su klimatu susijusių katastrofų atveju mažinti ypač padeda elektros energijos gamybos decentralizavimas. Atsinaujinančiosios energijos infrastruktūra veikiausiai tiesiogiai ir netiesiogiai paveiks vietinę biologinę įvairovę. Poveikis gali būti didelis, nes reikės pastatyti daugiau elektros energijos tiekimo orinių linijų, kurios sujungtų geriausias gamybos vietas, įskaitant trečiosiose šalyse, su vartojimo centrais. Tačiau šių galimai neigiamų padarinių gali būti išvengta, jei infrastruktūros plėtra būtų vykdoma laikantis gerai įtvirtintų aplinkos apsaugos taisyklių.

Norint, kad po 2020 m. AEI dalis didėtų, reikės daugiau gaminti biomasės gamybos žaliavos ir dėl to gali didėti tiesioginio ir netiesioginio žemės naudojimo paskirties keitimo poveikio grėsmė. Tačiau analizė rodo, kad siekiant tenkinti energijos ir kitus poreikius iki 2030 m. tvarios biomasės turėtų pakakti. Riziką būtų galima sumažinti visoms biomasės naudojimo paskirtims nustatant patikimus tvarumo kriterijus, kurie būtų parengti pagal dabar biodegalams ir skystiesiems bioproduktams taikomus privalomus kriterijus (tik dar labiau sugriežinti). Be to, riziką būtų galima dar labiau sumažinti sudarant sąlygas reikšmingai ir tvariai pagerinti žemės ūkio



ir miškininkystės našumą, taip pat remiant tarptautinius veiksmus, kuriais būtų stabdomas miškų naikinimas ir nykimas.

- *Socialinis poveikis*

Didinant AEI dalį atsiranda potencialas sukurti daug geresnių darbo vietų. 2014 m. pabaigoje ES atsinaujinančiosios energijos sektoriuje dirbo daugiau nei 1,3 mln. asmenų. Nors atsinaujinančiosios energijos augimas taip pat skatina sektorių pertvarką, tyrimai rodo, kad AEI politikos poveikis užimtumui visgi teigiamas. Ypač svarbu išlaikyti ir gerinti Europos AET įrenginių gamintojų konkurencinę poziciją užtikrinant ir stabilią vidaus paklausą, ir priėjimą prie išorės rinkų.

### **3.4. AEI energetikos perspektyvos Lietuvoje**

Lietuvos energetikos sektoriaus situacija per pastarąjį dešimtmetį labai stipriai pasikeitė. Uždarę Ignalinos atominę elektrinę, elektrą perkame iš kaimyninių šalių, tačiau dažnai pamirštame, kad kiekvienoje valstybėje elektros energija vartojama masiškai, o mūsų kaimynai, deja, elektros pertekliumi negali pasigirti. Be to, energetinė priklausomybė gali palaužti ir mūsų valstybės ekonomiką.

Pastaraisiais metais kilo vis daugiau kalbų ir diskusijų, raginančių plėtoti ne atominę energetiką, o atsinaujinančius išteklius – t. y. nugręžę žvilgsnį nuo Visagino atominės elektrinės kūrimo planų turėtume pasižiūrėti į energetiką, kurią mums siūlo pati gamta – alternatyvioji energetika yra ekonomiškai naudingesnis ir pigesnis būdas gauti elektrą.

Lietuva yra pasiryžusi iki 2020 metų padidinti atsinaujinančios energijos vartojimą – planuose numatyta, kad energija iš atsinaujinančių išteklių turėtų sudaryti ne mažiau nei 23 proc. visos Lietuvoje suvartojamos energijos, apimant elektros energijos ir šilumos ūkius. Įvairios apklausos, atliekamos jau kelerius metus iš eilės, tik patvirtina, kad didžioji dalis Lietuvos gyventojų (maždaug 70 – 80 proc.) mano, kad alternatyvioji energetika ir šios energetikos plėtotė būtų naudinga mūsų valstybei. Iškastinio kuro ir branduolinė energetika visuomet kainuoja daug brangiau lyginant su AEI. Be to, nereiktų pamiršti, kad alternatyvioji energetika užtikrina ir ekologišką energijos gamybos būdą (kuro ir branduolinės energetikos plėtojimas kelia daug pavojų ne tik gamtai, bet ir žmonių sveikatai – kasmet aplinkos tarša sukelia vis daugiau nelaimių).

Teigiama, kad naujos atominės elektrinės statybų planai Lietuvai yra per brangūs. Be to, kitų šalių pavyzdžiai rodo, kad pradėjus statyti atominę elektrinę, numatytos išlaidos paprastai padidėja dar 20 – 50 proc. Jei palygintume išlaidas, kurias Europa skyrė atominių elektrinių statyboms per pastaruosius dešimt metų, pamatytume, kad šios statybos nuolatos brangsta, o tuo metu atsinaujinančios energetikos, pvz., saulės energijos sistemų, kaina vienai įrengtai MW laipsniškai mažėja. Prieš dešimt metų saulės energijos kilovatvalandės kaina buvo gerokai (beveik

dvigubai) didesnė. Tikėtina, kad ateityje energijos kaina tik dar labiau mažės. Tačiau svarbiausia, kad alternatyviosios energetikos efektyvumas laikui bėgant tik didėtų. Šiandien atsinaujinančios energijos supirkimo tarifas yra nustatomas tik tam tikram atsipirkimo laikotarpiui. Vėliau elektros energijos kaina mažėtų, nes visos skolos būtų padengtos, o už vėją ar saulę mokėti nereiktų. Dabartinėmis sąlygomis visos investicijos skirtos vėjo elektrinėms, atsipirkimų maždaug per 8 – 15 metų, o biomasės dar greičiau. Praėjus šiam laikotarpiui, elektros energijos gamyba taptų itin pigi. Dar vienas neabejotinas atsinaujinančios energetikos privalumas yra decentralizacija. Alternatyvioji energetika iš atsinaujinančių šaltinių gali būti gaminama daugelyje vietų, o tai leistų ženkliai sumažinti skirstymo ir perdavimo kaštus. Be to, elektrinių statybos suteiktų daug gerai apmokamų darbo vietų aukštos kvalifikacijos specialistams, kurie galėtų realizuoti savo gebėjimus.

Siekiant ekonominės naudos, atsinaujinančiai energetikai turėtų būti skiriamas itin didelis dėmesys. Deja, Lietuvoje vietiniams AEI beveik neskiriama jokių lėšų. Todėl būtina atlikti išsamesnę analizę palyginant Lietuvos ir kitų Europos šalių AEI paramos schemų veiksmingumą ir ekonominį efektyvumą.

#### **4. AEI elektrinių instaliuotų galių kitimo tendencijų ir paramos lygio analizė**

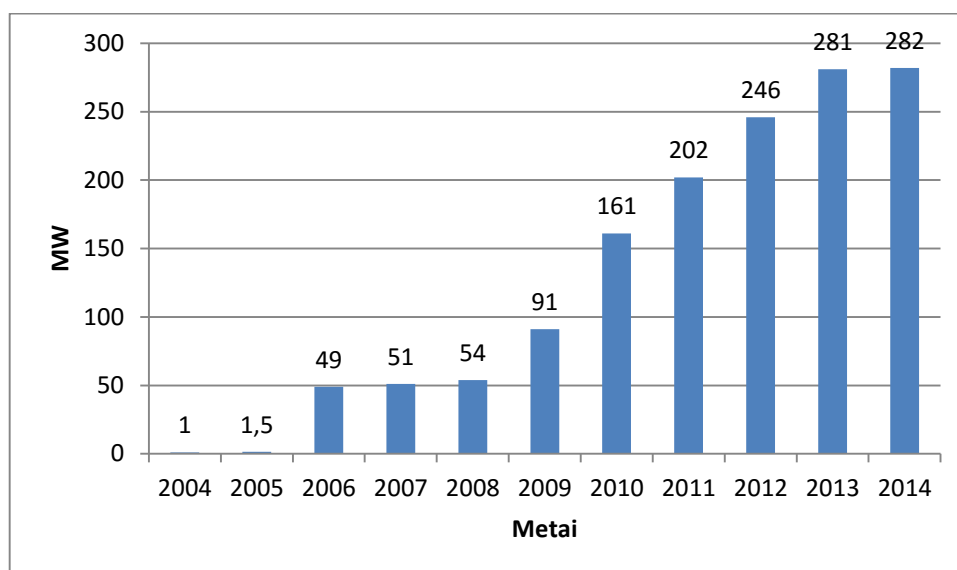
Lietuvai įstojus į ES tenka vykdyti ir prisiimtus bendrus energetikos politikos vystymo tikslus, tame tarpe ir AEI naudojimo išipareigojimus. Šių tikslų įgyvendinimui skiriama tiek finansinė parama, tiek ir taikomos AEI skatinimo schemos, kurios leido sparčiau ir efektyviau integruoti AEI į energetikos sistemą. Toliau darbe atliktas vėjo, saulės ir hidroelektrinių plėtros bei skatinimo schemų ekonominio efektyvumo palyginimas Lietuvoje ir kitose ES valstybėse per pastarąjį dešimtmetį.

##### **4.1. Supirkimo tarifų vertinimas**

###### **4.1.1. Vėjo elektrinių plėtra Lietuvoje ir Vokietijoje**

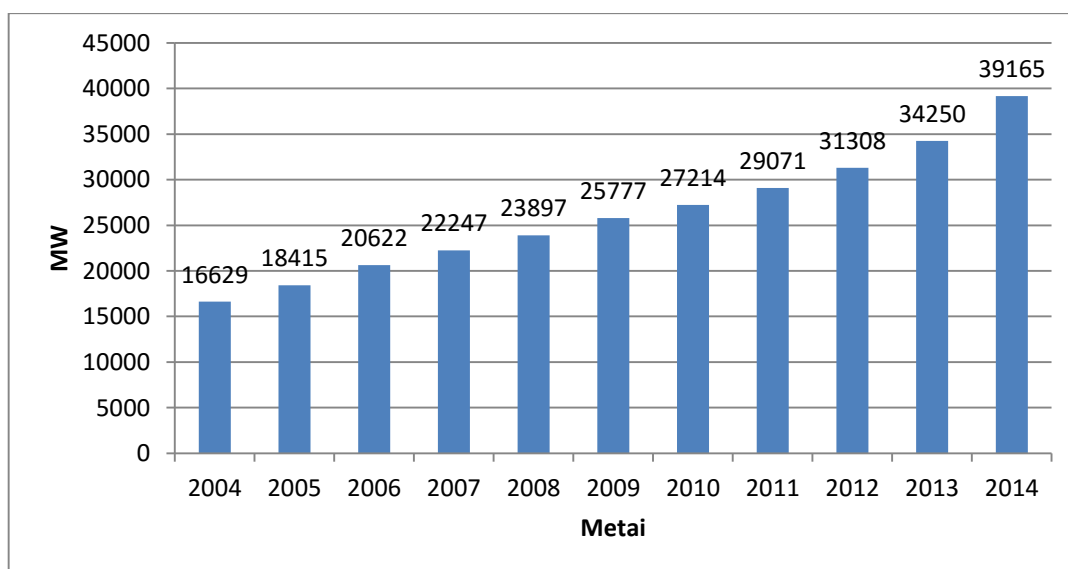
Vėjo energetikos raida Lietuvoje prasidėjo nuo 2004 m., nes dar 2003 m. Skuodo rajone pastatyta vėjo elektrinė dėl pastovių techninių kliūčių neveikė. 2006 m. spalio 11 d. į Lietuvos energetikos sistemos 110 kV perdavimo tinklo atkarpą Palanga–Šventoji buvo įjungta pirmoji iš 15 UAB „Vėjų spektras“ parko „E-70“ tipo vėjo elektrinių [11]. 2008 – 2009 m. instaliuota galia padidėjo dvigubai, o nuo 2010 m. kasmet buvo instaliuojama apie 40 MW. Šiuo metu bendras vėjo elektrinių galingumas siekia 282 MW. Vėjo elektrinių instaliuotos galios kitimo tendencijos Lietuvoje per pastarąjį dešimtmetį pateiktos 1 paveiksle. Nuo 2013 m. matyti, vėjo energijos plėtra sustojo. Tokią susidariusią situaciją būtų galima įvardinti, kad sparčiai augęs sektorius jau 2012m.

pasiekė 500 MW suminės galios kvotos „lubas“. Aukcionuose išdalyti visi sausumos vėjo elektrinių statybos leidimai, kuriuos buvo numatyta išduoti iki 2020 metų [12].



*Pav. 3: Vėjo elektrinių instaliuotų galių kitimo tendencijos Lietuvoje*

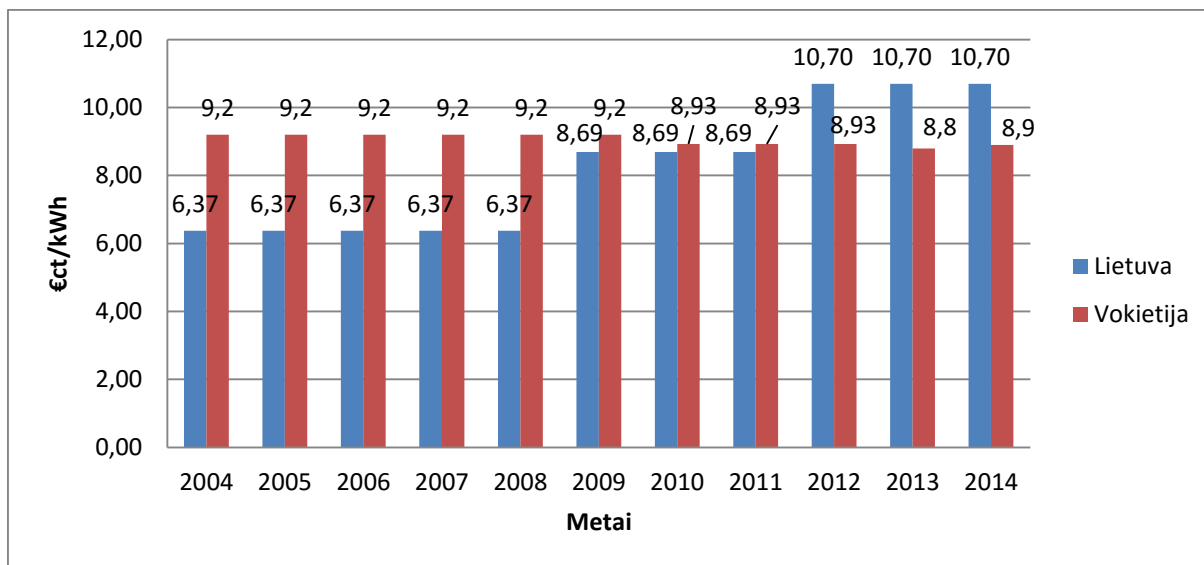
Vokietijoje spartus AEI vystymasis prasidėjo 1990 metais, kuomet buvo pasirašytas elektros energijos supirkimo iš AEI aktas 1990 m. gruodžio 7 d. Šituo aktu Vokietija priėmė įstatymą, kad elektros tiekimo įmonės privalo supirkti elektros energiją iš AEI ir garantuotų elektros energijos gamintojams minimalius tarifus. Iš 2 paveikslo matyti, vėjo elektrinių įrengta nominalioji galia Vokietijoje nuo 2004 m. Po pradinio spartaus šuolio, augimas tendenciškai didėjo apie 2000 MW per metus. Pastaraisiais metais instaliuota galia padidėjo kone dvigubai - apie 4000 MW per metus. Dabar bendras vėjo energijos gamybos pajėgumas siekia 39,165 MW.



*Pav. 4: Vėjo elektrinių instaliuotų galių kitimo tendencijos Vokietijoje [13]*

Atsinaujinančiosios energetikos plėtotei postūmį davė Vokietijos vyriausybė. Vokietijos AEI įstatymu užtikrinamos finansinės paskatos ir garantijos investuotojams: kainos, kuriomis superkama iš atsinaujinančių išteklių pagaminta elektros energija, yra fiksuojamos 20 metų.

Palyginus Lietuvos ir Vokietijos vėjo elektrinių duomenis pastebimas ryškus instaliuotų galių augimas abejuose šalyse. Tokį didelį vėjo elektrinių augimą lėmė įvairūs veiksmi. Visoje ES buvo priimtose direktyvos 2003/30/EB ir 2009/28/EB, pagal kurias visos ES narės įsipareigoja didinti energijos gamybos efektyvumą, mažinti išmetamųjų ŠESD kieki, skatinti energijos tiekimo saugumą, technologijų plėtrą, naujoves ir užtikrinti užimtumo bei regioninės plėtros galimybes, ypač kaimo ir atskirtose vietovėse [14]. Todėl visoje Europoje buvo pradėtos naudoti įvairios AEI paramos schemos. Pagrindinė taikytina paramos schema ir Lietuvoje, ir Vokietijoje skatinanti AEI naudojimą buvo supirkimo tarifas.



*Pav. 5: Vėjo energijos supirkimo tarifai Lietuvoje ir Vokietijoje [15][16][17]*

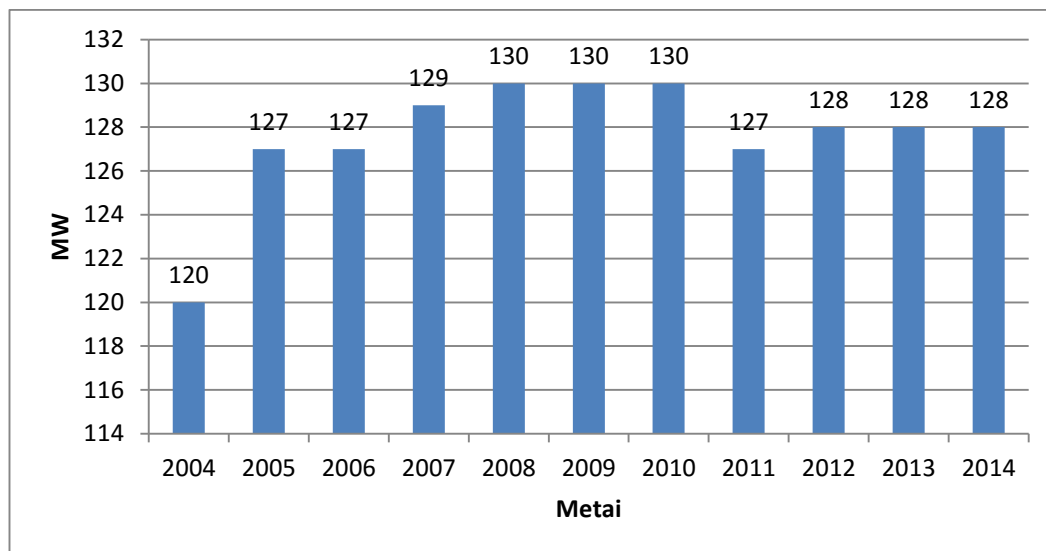
Lietuvoje nuo 2004 m. supirkimo tarifas vėjo elektrinėms buvo 6,37 €centai/kWh. Iki 2008 m. instaliuota galia tesiekė 54 MW. Didesni instaliuotos galios šuoliai įvyko 2009 m. ir 2012 m., kai buvo padidinti vėjo supirkimo tarifai atitinkamai 8,69 €centai/kWh ir 10,7 €centai/kWh. Skirtingai nei Lietuvoje, supirkimo tarifas Vokietijoje palaipsniui mažėjo nuo 9,2 €centai/kWh iki 8,9 €centai/kWh. Vokietija tokiu laipsnišku supirkimo kainų mažėjimų tolesnėje perspektyvoje skatina toliau kurti ir plėtoti naujas technologijas. Pagrindinis supirkimo tarifo skirtumas Vokietijoje yra tarifo dydžio diferencijavimas priklausomai nuo taikytinos technologijos, vėjo elektrinės pastatymo vietos ir tame regione vyraujančio vėjo greičio.

Lietuvoje supirkimo tarifo diferencijavimo funkcija paremta atsižvelgiant į kitų ES šalių sukurtais paramos schemomis (ar įgyta patirtimi). Visų pirma buvo pradėta riboti skatinimo laikotarpio trukmė arba elektros gamybos visa galia valandų skaičius. Kitas kartais taikomas ribojimo būdas – tarifų diferencijavimas konkrečioms vietovėms pagal vėjo energijos išteklių gausumą arba faktinį gaminamos elektros kiekį. Tačiau pastaraisiais metais dėl staigios vėjo elektrinių plėtros supirkimo tarifas buvo peržiūrimas ir atitinkamai mažinamas arba paliekamas nepakeistas nuo instaliuotų galių augimo per einamąjį metų ketvirtį.

Be to, valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija (toliau - VKEKK) supirkimo tarifą nustato atsižvelgdama į savikainą lemiančius veiksnius t. y. finansavimo ar investavimo kainą, atsipirkimo laiką, eksploatacijos kaštus ar elektrinės generuojamas pajamas.

#### 4.1.2. Hidroelektrinių plėtra Lietuvoje ir Vokietijoje

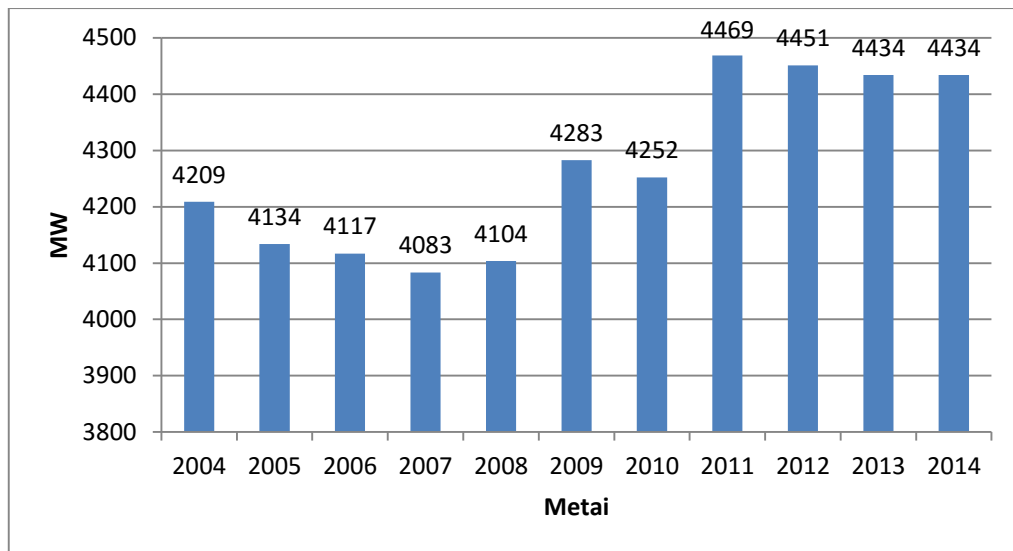
Visos ES šalys priėmė AEI naudojimo didinimo įsipareigojimą, tačiau skiriasi tiek atskirų šalių bendro progreso greitis, tiek kiekvienoje šalyje naudojamų AEI pasiskirstymas pagal rūšį. Bendrai visoje ES didžiausia dalis žaliosios elektros energijos yra pagaminama naudojant hidroenergiją.



*Pav. 6: Hidroelektrinių instaliuotos galios kitimo tendencijos Lietuvoje. (Į suminę galią neįtraukta Kruonio HAE) [18].*

Naudojant hidroenergijos rezervus Lietuvoje galima pagaminti apie 1,9 TWh elektros energijos per metus, taigi mūsų šalis iš savo hidroenergijos išteklių gali patenkinti iki 20 procentų elektros energijos poreikio. Palyginimui 2008 m. hidroelektrinės pagamino 0,388 TWh panaudotas 21 proc. hidroenergetikos rezervo. Po hidroenergetikos įstatymų pakeitimų, patvirtinus ekologiniu ir kultūriniu požiūriu vertingų upių ar jų ruožtu sąrašą, hidro energetikams leidžiama savo poreikiams papildomai panaudoti tik 0,082 TWh potencialą. Dėl šio sprendimo (ir pateikto 4 paveikslo duomenų grafiko), galime drąsiai teigti, kad mažųjų upių hidroenergijos rezervų potencialas Lietuvoje sumažėjo. Tokius veiksmus lėmė padidinti žuvininkystės, aplinkos ir vandens apsaugos įstatymai, kurie smarkiai apribojo hidroelektrinių plėtrą.

Elektros energijos gamyba naudojant vandens galią yra turbūt labiausiai išsivysčiusių atsinaujinančios energijos sektoriuje Vokietijoje. Dabartinis potencialas jau buvo pasiektas 1995 metais. Todėl jokios naujos hidroelektrinės Vokietijoje nenumatomos [19, 20].



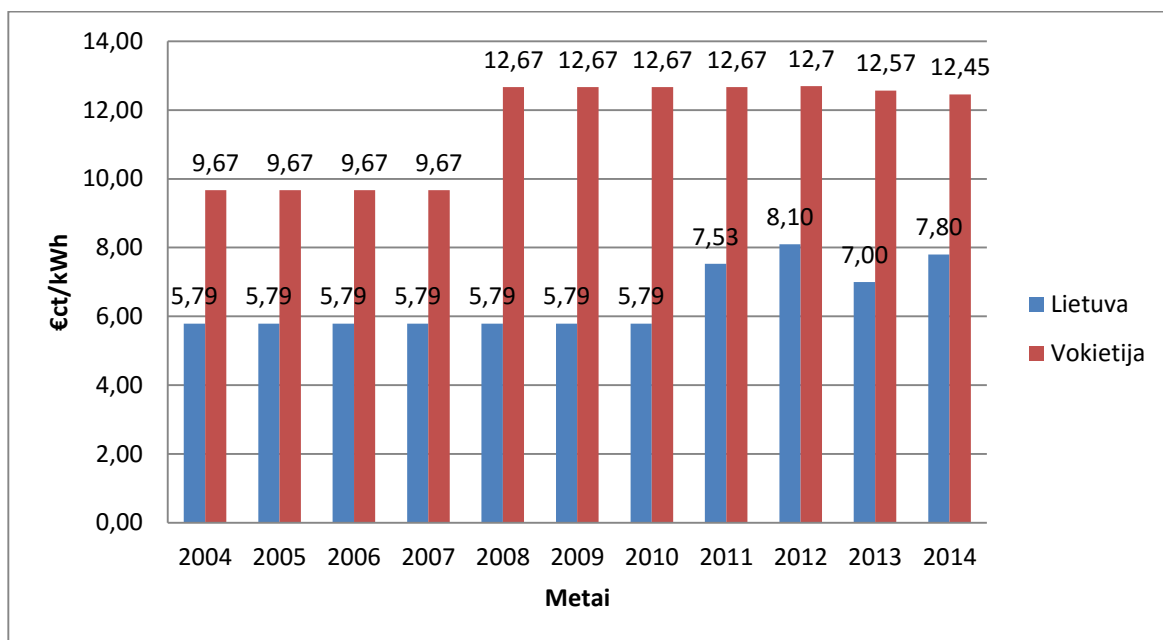
*Pav. 7: Hidroelektrinių instaliuotos galios kitimo tendencijos Vokietijoje [21].*

Šiandien hidroenergijos sektoriuje daugiausia dėmesio yra skiriama efektyvumo ir ekologiškumo gerinimui (pvz. įrengiant žuvų pralaidas). Šiuo metu Vokietijoje yra 146 hidroenergijos ir vandens saugojimo elektrinės. Kasmet hidroenergetikos produkcija pagamina apie 20 mlrd. kWh (įskaitant didelės galios elektrines). Apie ketvirtadalis jų yra mažos galios elektrinės, kurių galia mažesnė nei 5 MW. Didžiausias elektrinės turi apie 1,060 MW galios turbinas ir yra laikomi kaip elektros rezervavimo įrenginiai. Lietuvoje tokio tipo saugykla yra laikoma Kruonio HAE, kurios galia siekia 900 MW.

Elektros energijos Lietuvoje, kuriai gaminti naudojami atsinaujinantys ir atliekų išteklių, pirkimo skatinimo tvarka (2001 m.): *elektros energija iš atsinaujinančių išteklių superkama skatinančiais tarifais, kuriuos tvirtina Valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija*. 2002 m. vasario 11 d. patvirtintais tarifais, elektros energija, pagaminta naudojant hidroenergiją, superkama po 5,79 €ct/kWh (taikoma tik hidroelektrinėms, kurių galia mažesnė kaip 10 MW). Ši kaina garantuojama iki 2020 m. gruodžio 31-osios. Nuo 2021 m. elektros energijos, kuriai gaminti naudojami AEI, pirkimas bus skatinamas įvedant vadinamąjį „žaliųjų sertifikatų“ sistemą. Taip pat numato elektrines prie veikiančių energetikos įmonių tinklų prijungti taikant 40 proc. prijungimo mokesčio nuolaidą. Įvertinus tai, kad valstybė įstatymais garantuoja aukštą hidroelektrinėse pagamintos energijos supirkimo kainą, prisijungimo prie elektros tinklų lengvatas, ir vanduo, sukantis turbinas praktiškai nieko nekainuoja – atrodo, kad hidroenergetika tampa patrauklaus ir pelningo verslo objektu.

Nuo 2001 m. elektros energijos supirkimo tarifas Lietuvoje ilgą laiką siekė 5,79 €centai/kWh. Tačiau kai 2011 m. mažų hidroelektrinių akumuliuojama galia pradėjo mažėti, dėl nepatrauklių investavimo ir eksploatavimo sąlygų, supirkimo tarifas buvo persvarstytas ir pradėtas didinti. Tais pačiais 2011 m. supirkimo tarifas padidintas iki 7,53 €centai/kWh, o 2012 m. – 8,10

€centai/kWh. Kitais metais hidroenergijos tarifai buvo persvarstyti, tačiau tai hidroenergijos plėtrai nepadarė jokio poveikio, nes instaliuota galia nuo 2012 m. Lietuvoje nesikeitė.



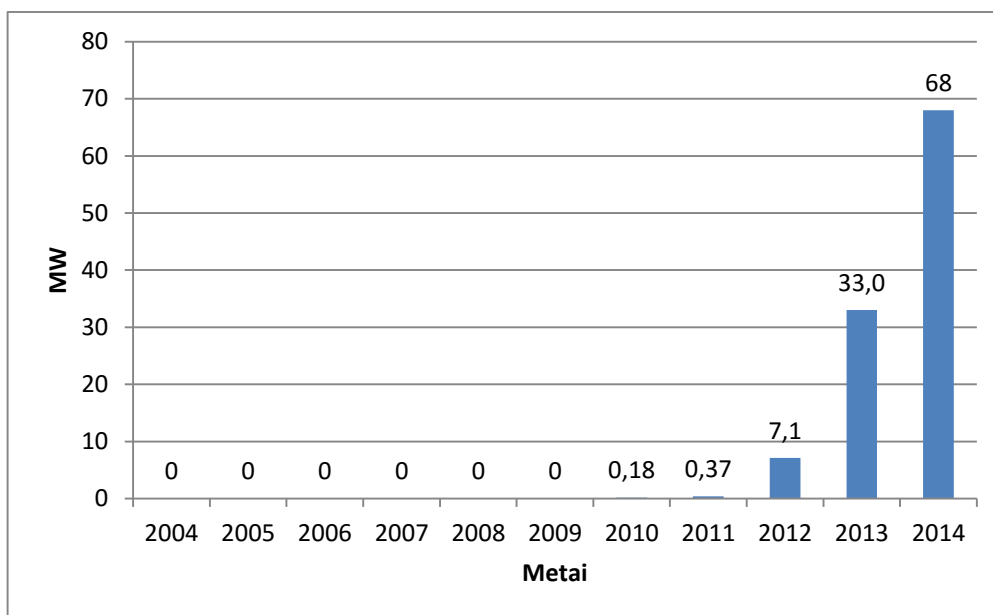
*Pav. 8: Hidroenergijos supirkimo tarifai Lietuvoje ir Vokietijoje [16, 17, 22]*

EEG (vok. *Erneuerbare Energien Gesetz*) pakeitimų aktas 2004 m. įpareigojęs Vokietiją padidinti atsinaujinančios energijos dalį visos šalies elektros energijos tiekime iki 12,5 proc. - 2010 m. ir ne mažesnė dalis kaip 20 proc. iki 2020 m. Iš esmės EEG priimtas aktas didelio poveikio hidro energetikai neturėjo. Supirkimo tarifas išliko pastovus iki 2007 m. Žinoma, supirkimo tarifų dydis jau nuo 2004 m. buvo perskaičiuojamas kasmet. Mažėjimo lygis priklausė nuo AEI rūšies, pastatymo datos ar naudojimo technologijos. Mažiausias supirkimo tarifo mažinimo (angl. *digression*) laipsnis pritaikytas hidroenergijai apie 1 proc. Kadangi hidroenergijos potencialas buvo senai nusistovėjęs, EEG 2008 m. išleido naują aktą, kuriuo buvo padidintas hidroenergijos supirkimo tarifas. Tačiau tokiu sprendimu Vokietija neskatinu statyti ir plėtoti naujas elektrines. Pagrindinis tikslas buvo renovuoti ir didinti efektyvumą esančioms hidroelektrinėms. Pateiktame 8 paveiksle pavaizduotos supirkimo tarifo reikšmės yra hidroelektrinėms iki 500 kW galios. Pastarųjų supirkimo tarifas yra aukščiausias. Didėjant galiiai atitinkamai supirkimo tarifas yra mažinamas. Pavyzdžiui elektrinėms kurių instaliuota galia siekia iki 5 MW supirkimo tarifo dydis 2010 m. buvo 7,6 €/kWh. Taip pat kaip ir vėjo elektrinėms pritaikytas supirkimo tarifo mažinimo lygis skatina tobulinti technologijas ir didinti jų efektyvumą.

#### **4.1.3. Saulės elektrinių plėtra Lietuvoje ir Vokietijoje**

Saulės energetika ES yra sparčiausiai plėtojama AEI rūšis. Palyginus 2004 m. kai saulės energija Europoje tesiekė apie 2 GW, tai 2014 m. saulės instaliuota galia siekė jau 86 GW. Saulės elektrinių instaliuotų galių augimo tendencijos ir tobulėjančios technologijos rodo, kad saulės energetika gali būti plėtojama ne tik Europoje bet ir Lietuvoje. Saulės šviesa Lietuvą pasiekia tarp

1700 – 1900 val. per metus. Lietuvos saulės energetikos asociacijos specialistų nuomone, net neskyrus žemės plotų saulės elektrinėms įrengti, o įrengus jas ant esamų stogų, Lietuvoje būtų galima pagaminti 22,5 TWh foto elektros energijos per metus (2,5 karto daugiau, negu reikia Lietuvai) [23].



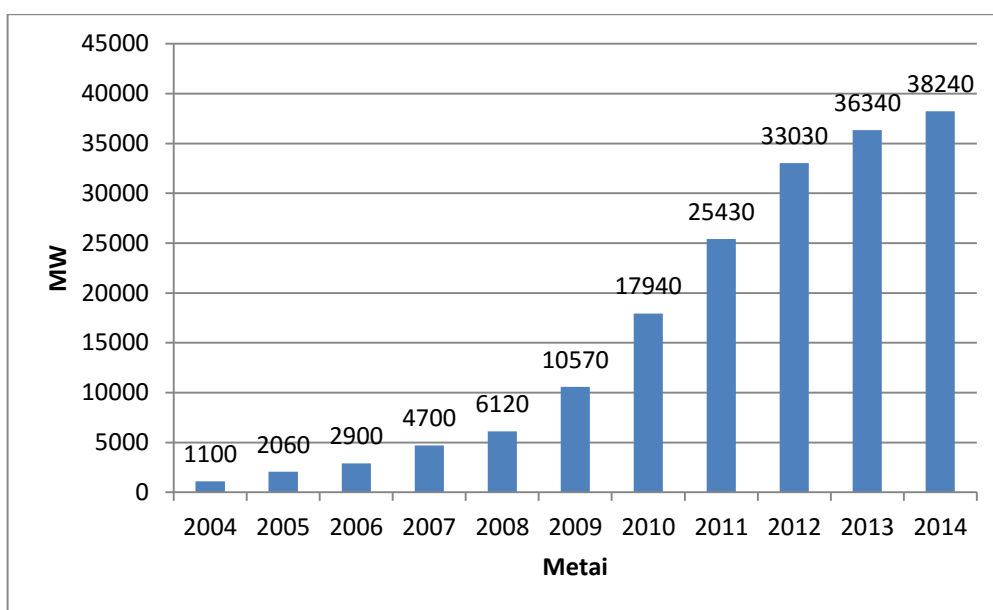
*Pav. 9: Saulės elektrinių instaliuotos galios kitimo tendencijos Lietuvoje.*

Iš pateikto 9 paveikslo matyti, saulės energijos raida Lietuvoje prasidėjo tik 2010 m., kuomet buvo instaliuotos pirmosios saulės elektrinės. Tokią vėlyvą plėtrą sąlygojo keletas priežasčių. Esminė problema buvo ta, kad saulės energijos technologijos nebuvo išbulintose, o jų investavimo kaštai buvo labai dideli. Vadinasi, tokio projekto atsiperkamumo laikotarpis gana ilgas, o investavimo patrauklumas labai žemas. Tačiau Europos sąjungos iniciatyvomis, saulės energija buvo smarkiai skatinama įvairiomis paramos schemomis. Prasidėjo saulės energijos bumai per kurį daugumoje ES šalių, tarp kurių ir Lietuvoje, elektros supirkimo tarifas tapo didžiausiu iš visų AEI.

Daugiau nei prieš dešimtmetį, Vokietija pradėjo vykdyti neregėto masto atsinaujinančios energijos planą. *Bundestago* parlamentas, priėmė įstatymą, įpareigojantį elektros tiekimo sektorius supirkti žaliąją energiją aukštomis kainomis – apie 50 €/kWh. Tuo metu Vokietijos elektros energijos rinkos kaina, daugiausia pagaminta anglies ir atominėse elektrinėse, buvo apie 12 €/kWh. Supirkimo tarifų strategijos idėja buvo ta, kad kiekvienas tam pajėgus asmuo ar organizacija galėtų pastatyti atsinaujinančios energijos elektrinę ar įsirengti ant stogo saulės kolektorių. Jiems taip pat būtų garantuoti prognozuojami pelnai atiduodant energiją į tinklą, kuriame elektros tiekėjai supirktą energiją nustatytomis kainomis, o susidariusias išlaidas paskirstytos mokesčių mokėtojams. Tokia AEI politikos strategija paskatino didžiulę saulės elektrinių plėtrą šalyje.



Vokietijos saulės energetikos programą sudaro supirkimo tarifų rinkinys priklausomai nuo saulės elektrinės instaliuotos galios. Supirkimo tarifo lygiai dar diferencijuojami ir pagal tai, kurioje vietoje ar kokio tipo elektrinės yra įrengiamos. Paramos schema garantuoja fiksuotą supirkimo tarifą už elektros energiją, pagaminta iš saulės elektrinių, 20 metų laikotarpyje. EEG institucijos sukurta programa reikalauja, kad perdavimo sistemos operatoriai (toliau - PSO) supirktų visą saulės modulių sistemomis pagamintą energiją. Skirstomojo tinklo operatorius savo ruožtu turi parduoti elektrą didmeninės rinkos kainomis. Taikant šią programą, saulės įrenginių skaičius nuo 2004 m. dramatiškai išaugo ir pasiekė bendrą instaliuotą galią, kuri viršijo 38 GW 2014 m. metų pabaigoje.

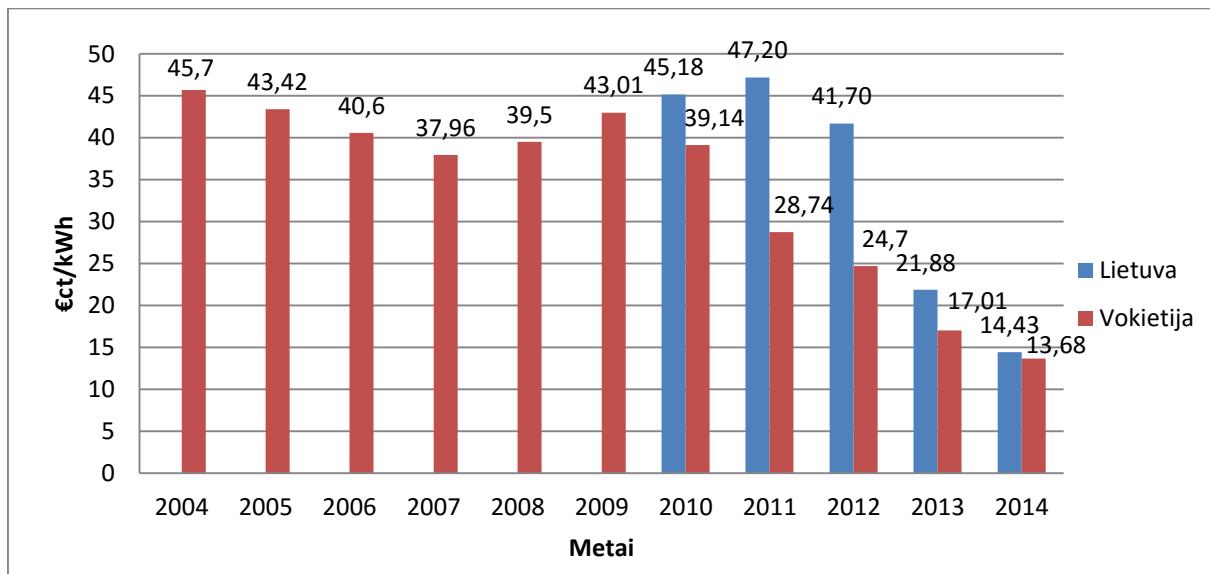


*Pav. 10: Saulės elektrinių instaliuotos galios kitimo tendencijos Vokietijoje*

Kadangi nuo 2004 m. instaliuota galia foto elektros sektoriuje išaugo nuo 1,07 GW iki 36GW 2013 m., todėl 2012 m. Vokietijos vyriausybė nustatė saulės elektrinių instaliuotų galių ribojančias apimtis, apribojant instaliuojamos galios dydį nuo 2,5 GW iki 3,5 GW per metus. Taip pat sumažinamas supirkimo tarifų dydis mažoms elektrinėms įrengtoms ant gyvenamųjų namų stogų, kurių galia iki 10 kW – nuo 24,43 ct/kWh iki 19,5 ct/kWh. Toks saulės elektrinių tarifo mažinimo lygis yra didžiausias iš visų AEI rūšių. Paramos dydis diferencijuojamas laikui bėgant, o mažėjimas gali būti pritaikomas net kas mėnesį iki 0,5 proc. Kuomet 2010 m. Vokietijoje įvyko saulės energetikos bumas, supirkimo tarifo dydis buvo persvarstytas net 3 kartus, o mažėjimo lygis tais metais pasiekė net 13 proc.

Lietuvoje 2010 m. ir 2011 m. saulės energijos supirkimo tarifas siekė atitinkamai 45,18 centus/kWh ir 47,20 centus/kWh. Deja, staigus saulės energijos instaliuotų galių šuolis privertė peržiūrėti galiojančius supirkimo tarifus. Kaip matome iš pateikto 11 paveikslo, supirkimo tarifas Lietuvoje per kelerius metus sumažėjo kone 3 kartus ir dabar tesiekia apie 14,43 centų/kWh.

Tokie dideli tarifo pokyčiai nutiko ne tik Lietuvoje, bet ir kitose ES šalyse, pvz. Ispanijoje, Čekijos Respublikoje ir kt. Todėl nutarta supirkimo tarifą peržiūrėti atsižvelgiant į instaliuojamos galios per metus dydį. Vis dėl to, nors šiandien saulės energijos supirkimo tarifas yra gana žemas, tačiau ženkliai kritusių saulės elektrinių įrangos kaina, toliau leidžia sėkmingai investuoti į saulės energetiką.



*Pav. 11: Saulės energijos supirkimo tarifai Lietuvoje ir Vokietijoje [16, 17, 22].*

Palyginus saulės energijos supirkimo tarifus Lietuvoje ir Vokietijoje galime įžvelgti panašias tendencijas. Kol saulės elektrinių instaliuojama galia sąlyginai buvo maža, supirkimo tarifų dydis siekė net iki 45 €/kWh. Sparčiai krentant įrangos kainoms, saulės elektrinių instaliuota galia augo sparčiau nei tikėtasi ir viršijo visus nustatytus limitus. Kadangi elektros energija pagaminta naudojant AEI turi prioritetą atidavimui į tinklą, tai žymiai padidino elektros rinkos kainą. Taip pat elektros tinkluose atsirado pajėgumo pralaidumo ar įprastinių elektrinių veikimo ir valdymo problema. Stabdant tokį AEI bumą tiek Lietuva, tiek Vokietija išleido paramos schemų pataisas, kurios apribojo saulės elektrinių integraciją į tinklą ir sumažino supirkimo tarifų dydžius. Iš pateikto 11 grafiko matoma, kad supirkimo tarifas abejuose šalyse 2014 m. buvo labai panašus.

Vokietijos atsinaujinančios energetikos paramos programa (įskaitant saulės elektrines) iš tiesų buvo neįtikėtina, didesnė nei tikėtasi. Programos sėkmė smarkiai paskatino AEI skvarbą į rinką ir iš esmės ženkliai paveikė bendrą elektros energetikos rinką. Atidžiau pažvelgus į Vokietijos saulės paramos programą ir jos poveikį, matome, kad AEI programos strategija buvo labai sėkminga, nors ir turėjo įvairių trūkumų. Nepaisant sunkumų, patirtos pamokos Vokietijoje įrodė, kad supirkimo tarifo taikymas yra efektyvi priemonė norint skatinanti ne tik saulės energijos augimą bet ir kitus AEI.

## **4.2. Kvotų sistemos, pagrįstos „žaliaisiais“ sertifikatais vertinimas**

### **4.2.1. Vėjo, saulės ir hidroelektrinių plėtra Švedijoje**

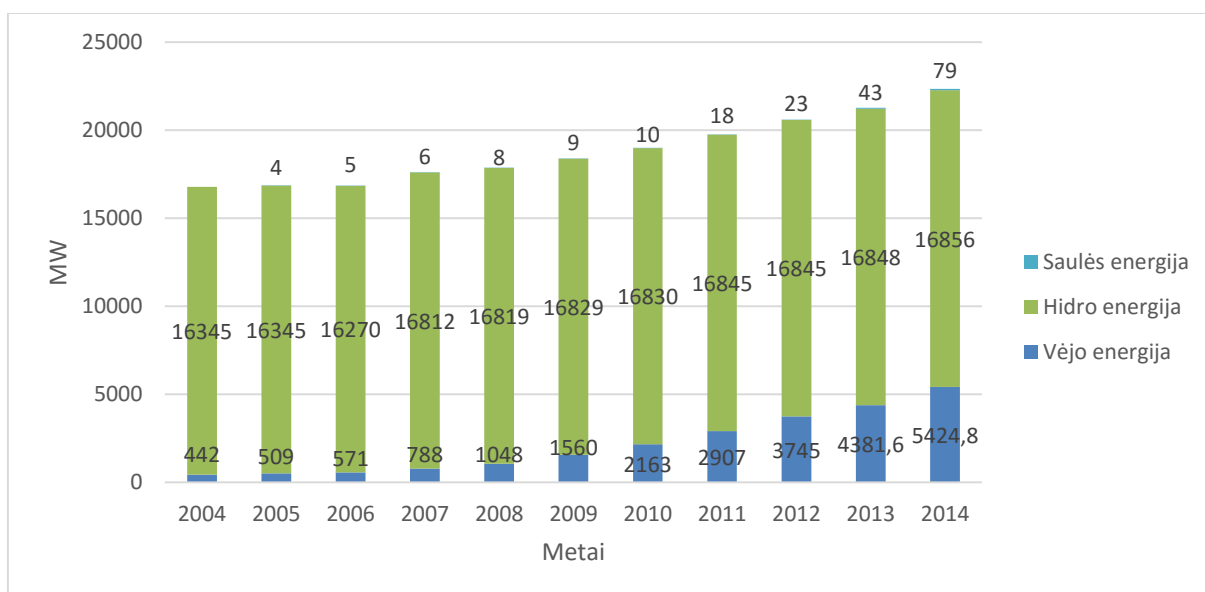
Kvotų sistema yra konkurenciją skatinanti paramos schema, pagrįsta žaliaisiais sertifikatais, ir labiau orientuota į rinką. Žalieji sertifikatai kaip reguliavimo mechanizmas užtikrina, kad tikslai būtų pasiekti ekonomiškai. Skirtingai nei fiksuoti tarifai, ši skatinimo priemonė eliminuoja poreikį vyriausybei teikti tiesioginę paramą elektros energijos iš AEI gamintojams [24]. Elektros energijos žaliųjų sertifikatų paklausą apibrėžia valstybės nustatytos kvotos. Gamintojai sertifikatus gauna nemokamai, atsižvelgiant į pagamintą elektros energijos kiekį. Paprastai 1 sertifikatas atitinka 1 MWh pagamintos elektros energijos. Gamintojai toliau šiuos sertifikatus parduoda tiekėjams, o šie, savo ruožtu, galutiniams vartotojams. Tiekėjas, be elektros energijos parduotos rinkoje, gauna papildomų pajamų iš parduotų sertifikatų, kas leidžia pelningai investuoti į naujas AEI technologijas [25].

Šios sistemos esmė ta, kad didmeniniai/mažmeniniai tiekėjai, skirstymo įmonės yra įpareigojamos tiekti (išigyti) nustatytą procentinę dalį elektros energijos, pagamintos iš AEI. Įgaliota institucija išleidžia žaliuosius sertifikatus, juos užregistruoja ir nemokamai išdalina gamintojams. Gamintojai, gaminantys elektros energiją iš AEI, gauna žaliųjų sertifikatų proporcingai pagamintam kiekiui. Gamintojai elektros energiją parduoda rinkos kaina, o pelną gauna sertifikatų rinkoje parduodami turimus sertifikatus, kuriuos privalomai išigyja elektros energijos tiekėjai, skirstymo įmonės. Išigyjamų žaliųjų sertifikatų kiekis kiekvienam tiekėjui nustatomas kasmet proporcingai jo parduodamam elektros energijos kiekiui (pvz.: Švedijoje tiekėjai turi nusipirkti iki 3 proc. žaliųjų sertifikatų nuo bendro parduotos ir sunaudotos elektros energijos kiekio). Nustatytą dieną tiekėjai turi pateikti reikiamą skaičių žaliųjų sertifikatų, kad įrodytų, jog įvykdė nustatytos procentinės dalies reikalavimą. Neįvykdęs savo įsipareigojimo tiekėjas moka baudą. Vėjo elektrinių plėtros galimybių studijoje pabrėžiama, kad žaliųjų sertifikatų sistemą finansuoja visi elektros energijos vartotojai, kadangi elektros tiekėjai, išsigiję nustatytą kiekį žaliųjų sertifikatų, patirtas sąnaudas paskirsto elektros energijos vartotojams [26].

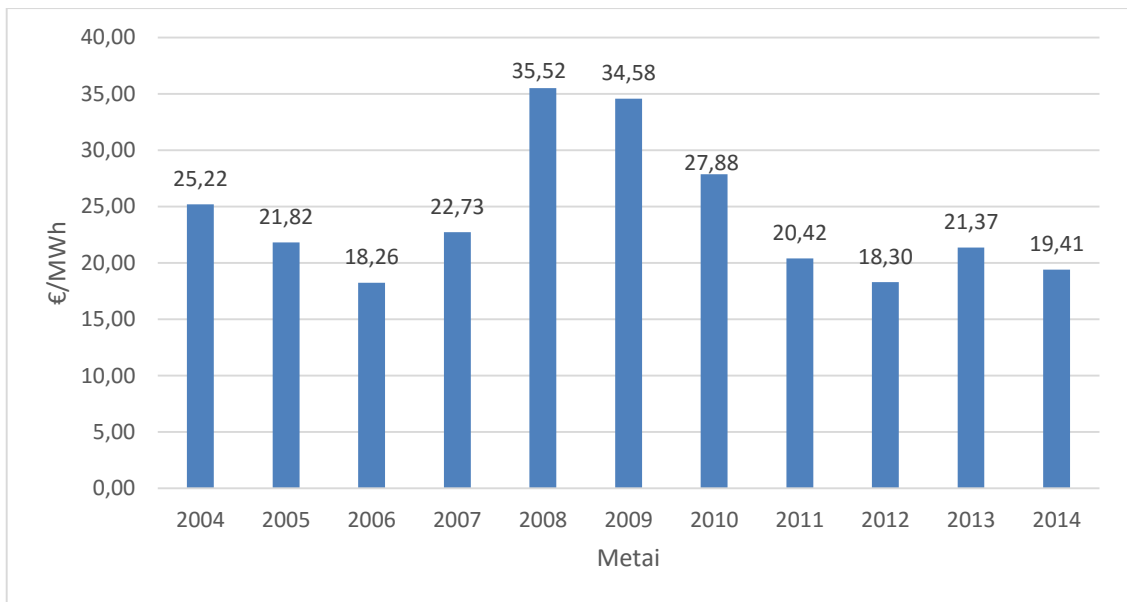
Švedijoje parduodamų žaliųjų sertifikatų rinka prasidėjo 2003 metais. Nauja skatinimo schema buvo siekiama paskatinti investicijas į elektros energijos gamybą remiantis AEI, nenaudojant tiesioginių vyriausybės subsidijų. Pagrindinis tikslas buvo sukurti rinką, kurioje skirtingų rūšių atsinaujinančios elektros energijos gamintojai galėtų konkuruoti vienodomis sąlygomis, taip išvengiant tiesioginio vyriausybės ir valstybinių įstaigų dalyvavimo priimant elektros pramonės investicinius sprendimus.

Švedijoje po 2003 m. per pirmuosius du apskaitos laikotarpius, baudų lygis buvo mažesnis (2003 m.) arba labai panašus į sertifikato kainos dydį (2004 m.), todėl kvotų sistemos lygis 2003

m. įvykdytas tik 77 proc. Taigi, nuo 2004-2005 m., baudų mokėjimo dydis buvo nustatytas ties 150 proc. sertifikato kainos riba. Kitas įstatymo pakeitimas priimtas 2006 m., kuris apibrėžė sertifikatų galiojimo pratęsimą nuo 2010 m. iki 2030 m., siekiant pagerinti ilgalaikį investicijų saugumą. Nuo 2012 m. įvesta bendra sertifikatų rinka tarp Švedijos ir Norvegijos, kurių AEI gamintojai gauna sertifikatus laikotarpiui iki 15 metų. Per pastaruosius kelerius metus, sertifikatų kainos svyravo tarp 15 € ir 40 €/MWh. Švedijos AEI kvotų sistema padidino AEI elektros dalį bendrame elektros sektoriaus suvartojime nuo 51,2 proc. - 2004 m. iki 60 proc. - 2012 m. Per pirmuosius sistemos įsigaliojimo metus, daugiausia biomasės elektrines (ir mažesnės galios hidroelektrinės) pasinaudojo kvotų sistema, o pastaraisiais metais, nuolat didėjo vėjo energijos dalis. Anksčiau 10 - 15 proc. sertifikatų buvo suteiktos esamų AEI elektrinėms, kurios buvo pastatytos prieš pradedamos kvotų schemos pradžią 2003 metais, kas daugeliu atveju lėmė kvotų permokas. Nuo 2013 - 2014 m. šioms elektrinėms tokios permokos nebėra taikomos. Dėmesio centre atsiradusios mažiausių sąnaudų AEI technologijos, kartu didinančios nepanaudotų sertifikatų kiekį pastaraisiais metais yra pagrindinės priežastys, kurios lėmė žemas sertifikatų kainas. Taigi subalansuota rinka, tinkamai nustatyti baudų dydžiai lėmė, kad jau nuo 2004 m. kvotų išpildymas Švedijoje atitiko 100 proc. Vis dėl to, kvotų tikslai Švedijoje kartais buvo kritikuojami dėl per mažo ambicijų lygio.



*Pav. 12: AEI elektrinių instaliuotų galių kitimo tendencijos Švedijoje*



*Pav. 13: Žaliųjų sertifikatų kainų<sup>1</sup> pasiskirstymas Švedijoje [27]*

Palyginus AEI naudojimą Švedijoje, matome, kad didžiausias pokytis nuo 2004 m. įvyko vėjo energetikoje, kuomet instaliuota galia padidėjo daugiau nei 10 kartų t. y. nuo 442 MW iki 5424 MW. Tokie sparčiai didėjantys pajėgumai atsirado dėl augančių žaliųjų sertifikatų kainų. Tačiau paradoksas įvyko jau 2009 m., kuomet Švedija ir Norvegija susitarė sujungti dviejų šalių žaliųjų sertifikatų rinkas į vieną nuo 2012 m. sausio mėn. Susijungimo tikslas buvo žaliosios energijos skatinimas, ypač Norvegijoje plėtojant vėjo energetiką. Tokia sutartis Švedijoje lėmė žaliųjų sertifikatų kainų mažėjimą nuo tų pačių 2009 m., tačiau instaliuojama galia vis tiek augo. Taigi nepaisant mažėjančios žaliųjų sertifikatų kainos, vėjo energija buvo stipriai skatinama ir integruojama į dviejų šalių sistemą.

Saulės elektrinių instaliuota galia kito labai nežymiai, pokytis nuo 4 MW iki 79 MW. To priežastis galėtų būti Švedijos geografinės padėtis. Nors saulės apšviesta siekia 1000 kWh/m<sup>2</sup> per metus, tačiau ten vyrauja žemesnės oro temperatūros, ilgesnės žiemos ir didesnis sniego kritulių kiekis, kuris uždengia saulės modulius. Tačiau šiandien Švedijos vyriausybė kuria įvairias skatinimo schemas, kurios leistų paprastiems vartotojams statyti saulės kolektorius ir mažos galios saulės modulius gyvenamuosiuose rajonuose.

Hidroenergetika Švedijoje yra labai išplėtota. Ji pagamina 47 proc. visos šalyje suvartojamos elektros energijos. Šalyje vyrauja daugybė mažos ir didelės galios hidroelektrinių, kurių raida per paskutinį dešimtmetį buvo labai įdomi. Iš pateikto 12 grafiko matoma, kad 2006 m. hidroelektrinių instaliuota galia sumažėjo apie 75 MW. Tokie rodikliai atsirado dėl Švedijos paskelbtų įstatymų, kad AEI gaminama elektros energija turi būti efektyvesnė. Taip pat 2007 m. buvo pradėti vykdyti tyrimai, kurie turėjo nustatyti ir paskelbti paprastesnes ir efektyvesnes sąlygas besiplėtojant

<sup>1</sup> Kainos iš SEK į € konvertuota 2015.12.29 dienos kursu

hidroenergijai. Tai paskatino renovuoti senas hidroturbinas, ieškoti naujų resursų ir prijungti naujas hidroenergijos elektrines prie tinklo. Taigi, po priimtų įstatymų 2007 m. hidroelektrinių instaliuojama galia Švedijoje kasmet po truputį didėjo [28].

Toks Švedijos pavyzdys rodo, kad žalieji sertifikatai sukuria tikrą rinką tarp atskirtų gamintojų ir tiekėjų. Vis dėl to, tokiai rinkai atsirasti vyriausybė turi skirti didelį dėmesį visoms AEI rūšims, priimti teisinę bazę, atidžiai sekti AEI plėtros tendencijas ir laiku koreguoti teisinę bazę, kad visos AEI rūšys būtų sparčiai plėtojamos ir integruojamos šalyje.

### **4.3. Priemokų sistemos vertinimas**

#### **4.3.1. Vėjo elektrinių plėtra Danijoje**

Vėjo energijos plėtra Danijoje puikiai atspindi kokią svarbą paramos schema daro energetikos sistemai. Supirkimo tarifų sistema buvo įvesta 1993 m. kaip skatinamasis stimulas vėjo elektrinių plitimui šalyje. Visi vėjo energijos kūrėjai ir plėtotojai buvo garantuoti, kad turės prioritetinę prieigą prie jungimosi į tinklą, o taip pat net 85 proc. supirkimo tarifo kainos bus apmokamos galutinių vartotojų. Kadangi rinka tuo metu nebuvo liberalizuota, elektros kaina buvo gana stabili ir supirkimo tarifo lygis siekė apie 80 €/MWh. Supirkimo tarifas buvo puikus postūmis vėjo pramonei, kuris padėjo Danijai tapti viena iš pirmaujančių šalių šioje srityje.

2000 m. Danijos politikai apsvarstė galimybę pakeisti supirkimo tarifų sistemą į žaliųjų sertifikatų sistemą. Politinė pirmenybė tuo metu buvo skiriama žaliesiems sertifikatams. Tačiau planas buvo atidėtas 2000 m., kuomet buvo nustatyta, kad pramonė buvo nepasiruošusi priimti naują schemą. 2002 metais pasiūlymas buvo atidėtas neribotam laikui, o politinė pirmenybė vėl buvo suteikta supirkimo tarifų sistemai. Danijos vyriausybė priėmė sprendimą, kad sertifikatų rinkos artimiausioje ateityje Danijoje nebus įmanoma įgyvendinti.

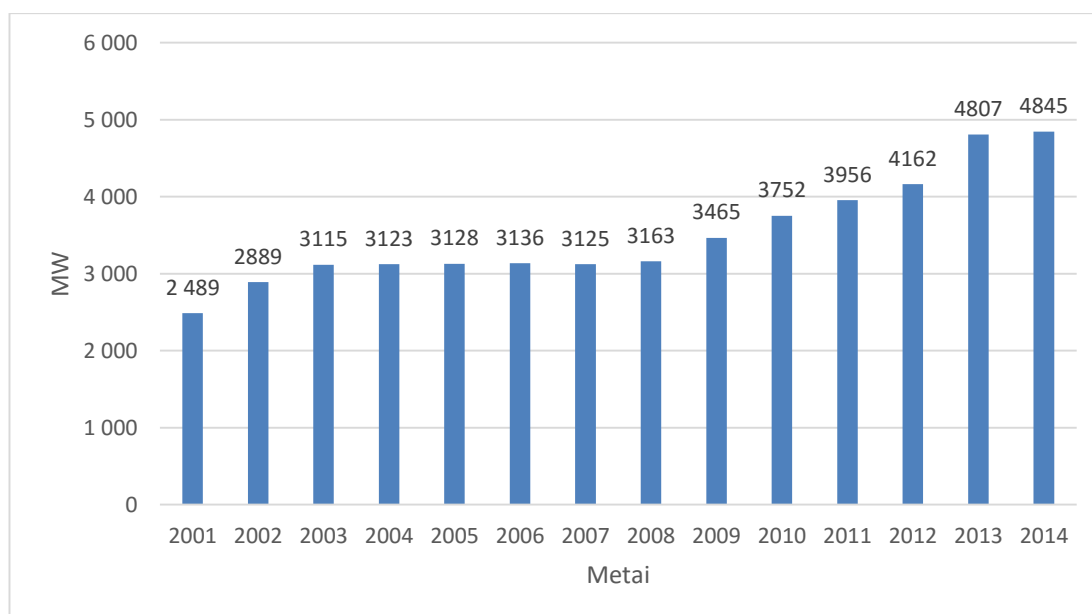
Vietoj to, 2001 metais buvo priimta supirkimo priemokų politika vykdant Danijos elektros ūkio reformą, kuria buvo siekiama liberalizuoti atsinaujinančios energetikos rinką. Pertvarkytoje strategijoje paramos lygis buvo žymiai sumažintas. Naujai pastatytos vėjo elektrinės nebegavo fiksuoto supirkimo tarifo. Vietoj to, jie turėjo parduoti elektrą rinkos kaina, o kompensuojama dalis tebuvo priemoka, kuri tuo metu siekė apie 13 €/MWh [29]. Tačiau senosioms jėgainėms vis dar buvo taikomos 80,5 €/MWh tarifas ateinantiems 10 metų. Naujas kompensacijos lygis buvo laikomas per mažas ir jis negalėjo išlaikyti bei skatinti vėjo pramonės plėtrą. Pramonė beveik nepadarė jokios pažangos po pereinamojo laikotarpio 2002 m. 2003 - 2008 metais naujų instaliuotų pajėgumo galia padidėjo 48 MW, kuri sudarė apie 0,7 proc. visos pramonės mastu. Rinkos dalyviai išliko ramūs, įrodydami, kad naujoji politika nebuvo tinkama pramonei. Buvo per anksti tikėtis, kad vėjo pramonė gali būti ekonomiškai konkurencinga.

**Lentelė 2: Priemokų dydžių kaita Danijoje [30]**

Įsigaliojimo data	Subsidijos forma	Suteikiama subsidija €/kWh		Subsidijos laikotarpis
Iki gruodžio 31d. 2002 m.	Subsidijos dydis koreguojamas pagal nustatytą didžiausią rinkos kainos sumą ir subsidijos kainą	8,05	8,05	10 metų - iki 2012m.
Tarp gruodžio 31d. 2002 m. ir sausio 1d. 2005 m.	Subsidijos kaina + balansavimo mokestis + maksimali rinkos kainos suma ir subsidijos kaina	1,34 + 0,31; 4,83	4,83	20 metų
Tarp sausio 1d. 2005 m. ir vasario 20d. 2008 m.	Subsidijos kaina + balansavimo mokestis	1,34 + 0,31	1,65	20 metų
Po vasario 20d. 2008 m.	Subsidijos kaina + balansavimo mokestis + žaliasis fondas*	3,36 + 0,31 + 0,05	3,72	Pirmoms 22000 pilnos apkrovos valandoms

\* - Žaliasis fondas (angl. green fund). Įkurtas Danijos vyriausybės, su tikslu pritraukti privačius investuotojus, mažinti energijos suvartojimą ir remti AEI projektus.

2009 m. politikai nusprendė padidinti paramos lygį. Priemoka buvo padidinta iki 34 € už pirmąsias 22000 pilnos apkrovos valandas (angl. *Full load hours*) vėjo elektrinėms. 22000 pilnos apkrovos valandos yra apie 2,5 metų. Atsižvelgiant į pralaidumo koeficiento faktorių - 25 proc., bendras apskaičiuotas kompensacijos laikotarpis nustatytas 10 metų. Ši priemoka buvo mokama papildomai prie rinkos kainos. Supirkimo priemokų didėjimas paskatino pramonės atsigavimą. 2009 m. tapo lūžis vėjo pramonei ir bendra instaliuota galia padidėjo 10 proc. Žemiau pateikiama bendra instaliuota galia nuo 2001 iki 2014 m.



**Pav. 14: Vėjo elektrinių instaliuotos galios kitimo tendencijos Danijoje**

Pagrindinis skirtumas tarp supirkimo priemokų Danijoje ir supirkimo schemos Lietuvoje ar Vokietijoje yra tai, kad pirmasis yra mokamas papildomai prie rinkos kainos. Iš to seka, kad vėjo energijos gamintojams Danijoje reikia prisitaikyti prie rinkos kainų kitimo ir reguliuoti gamybą,

atsižvelgiant į rinkos paklausos ir pasiūlos svyravimus. Ji taip pat sukuria didesnę konkurenciją tarp vėjo gamintojų, nes jie yra atsakingi už savo elektros rinką, kurioje būtina teikti kuo didesnę kokybę ir patikimumą. Toks supirkimo priemokų pavyzdys gali būti laikomas kaip pažangesnio lygio supirkimo tarifų sistema, labiau orientuota į rinką, kurioje AEI technologijos yra labiau subrendusios. Sistema įveda tam tikrų netikrumų, tačiau numato paskatas vėjo energijos gamintojams geriau prisitaikyti prie rinkos ir taip padidinti bendrą efektyvumą.

Taigi atsinaujinančios energijos plėtojimas ir efektyvumo didinimas buvo pagrindinės priežastys kuriant Danijos energijos strategijas paskutiniuose dviejuose dešimtmečiuose. Todėl šiandien Danijoje 46 proc. elektros energijos pagaminama naudojant AEI. Net 39,1 proc. visos Danijoje suvartojamos elektros energijos padengiama vėjo elektrinėmis pagaminta elektra [31]. Likusią dalį pagamina kitų AEI rūšių, kaip saulės, hidro ar biomasės elektrinėse.

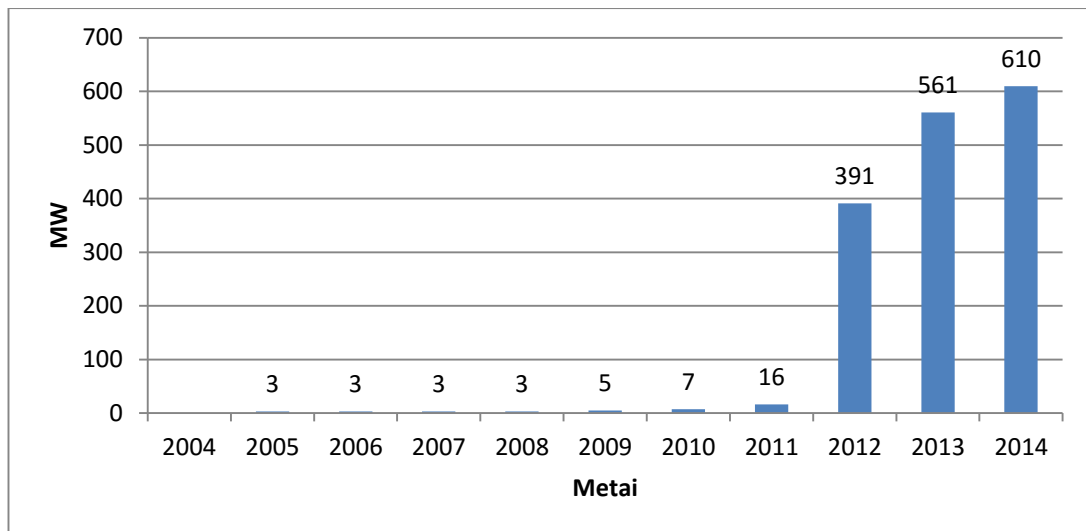
#### **4.3.2. Saulės elektrinių plėtra Danijoje**

Danijos saulės energijos vystymosi raida žymiai trumpesnė lyginant su vėjo energetika. Pirmosios saulės elektrinės pradėjo veikti tik 2005 m., o jų galia tesiekė 3 MW. Tokia tendencija išliko iki 2010 m. Skirtingai nei vėjo energijai, 2008 m. priimti įstatymai nebuvo taikomi nei saulės, nei bangų energijai, todėl ir priemokos nebuvo mokamos. Danijos valdžia teigė, kad pastarosios technologijos nėra pakankamai išvystytos, todėl sukūrė rėmimo fondą. Specialus fondas skirdavo 25 mln. Danijos kronų (apytiksliai 3,35 mln. €) per metus, keturis metus iš eilės, šių technologijų mokslinei plėtrai ir jų vystymui [32].

Saulės, bangų energijai ar kuro elementams buvo pritaikytas supirkimo tarifas - 8 €centai/kWh. Tačiau toks supirkimo tarifas buvo mokamas tik saulės moduliams, kurių bendra įrengtoji galia buvo didesnė nei 6 kW. Saulės energijos gamintojai, kurių elektrinės įrengtoji galia buvo mažesnė nei 6 kW, o elektrinė prijungta prie tinklo, supirkimo tarifas nebuvo taikomas. Tačiau tokie gamintojai buvo atleidžiami nuo elektros mokesčių.

Po 2010 m. saulės energijos plėtros tendencijos neįtikėtinais pasikeitė. Tai lėmė priimtas įstatymas, leidžiantis įdiegti dvipusės apskaitos sistemą (toliau - DAS; angl. *net metering*). DAS suteikia privatiems namų ūkiams ir viešosioms institucijoms "saugoti-laikyti" perteklinę produkciją skirstomajame ar perdavimo tinkle. Kitaip sakant gamintojai galėjo pagamintą elektros energiją naudoti savosioms reikmėms, perteklinę dalį atiduoti į tinklą, o esant trūkumui nemokamai vartoti iš tinklo. Po priimtų sprendimų saulės energija tapo žymiai patrauklesnė investicija.



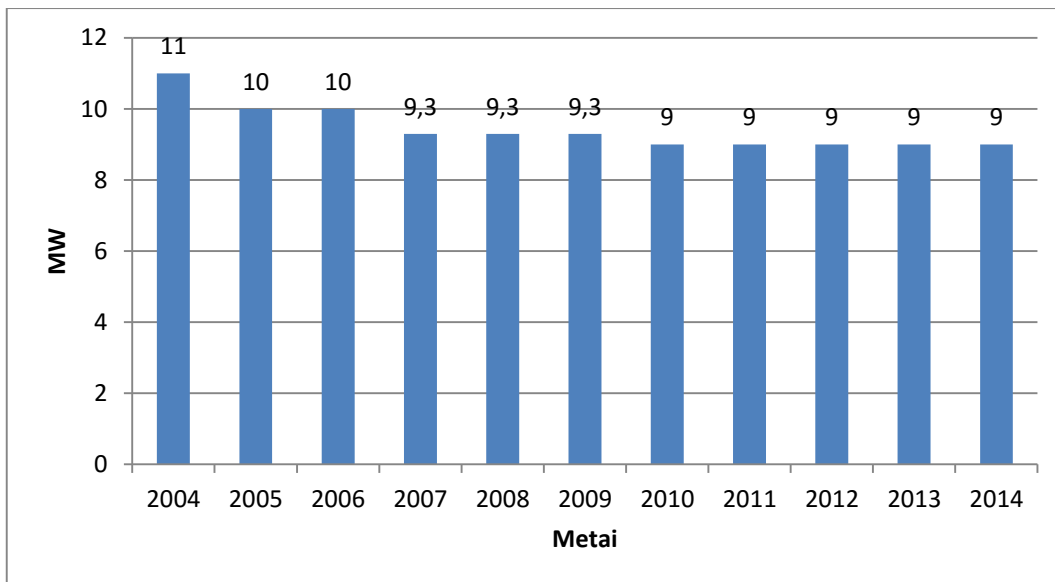


*Pav. 15: Saulės elektrinių instaliuotos galios kitimo tendencijos Danijoje*

Saulės energijos plėtros bumą įvyko 2012 m. Mažėjančios foto modulių kainos, skirtingų mokesčių mažinimo pritaikymas ir dvipusės apskaitos sistemos įdiegimas (angl. *net settlement scheme*) davė palankias sąlygas diegti naujas elektrines ir investuoti į besivystančią saulės energiją. Iš pateikto paveikslo matyti, 2012 m. instaliuota galia palyginus su 2011 m. išaugo 24 kartus t. y. atitinkamai nuo 16 MW iki 391 MW. Tačiau teisės aktų ir subsidijų schemų pakeitimai 2012 metų pabaigoje, lėmė mažiau reikšmingą foto elektros elektrinių instaliuotos galios kitimo tendencijos padidėjimą 2013 m. ir 2014 m. Pastaraisiais metais saulės energijos instaliuotos galios pokytis tesiekė 49 MW. Taip pat kaip ir Lietuvoje saulės energijos proveržis buvo stabdomas sumažinus paramą atsinaujinančiai energijai. Danijos valdžia, norėdama išvengti tokio ne proporcingumo ateityje, skyrė papildomas investicijas specialiems tyrimams, kad būtų sukurtas tinkamas modelis leidžiantis nustatyti tinkamą subsidijos lygį atitinkamai instaliuotai galiai [33].

#### **4.3.3. Hidroelektrinių plėtra Danijoje**

Hidroenergijos paplitimas Danijoje yra labai žemo lygio. Šalyje instaliuota apie 38 mažos galios hidroelektrinės. Iš visos suvartojamos energijos hidro generuojama dalis padengia tik 0,1 proc. Skaičius yra labai mažas, nes hidro instaliuota galia tesiekia apie 9,3 MW. Iš pateikto 16 paveikslo matyti, hidro instaliuojama galia per pastarąjį dešimtmetį beveik nepasikeitė.



*Pav. 16: Hidroelektrinių instaliuotos galios kitimo tendencijos Danijoje*

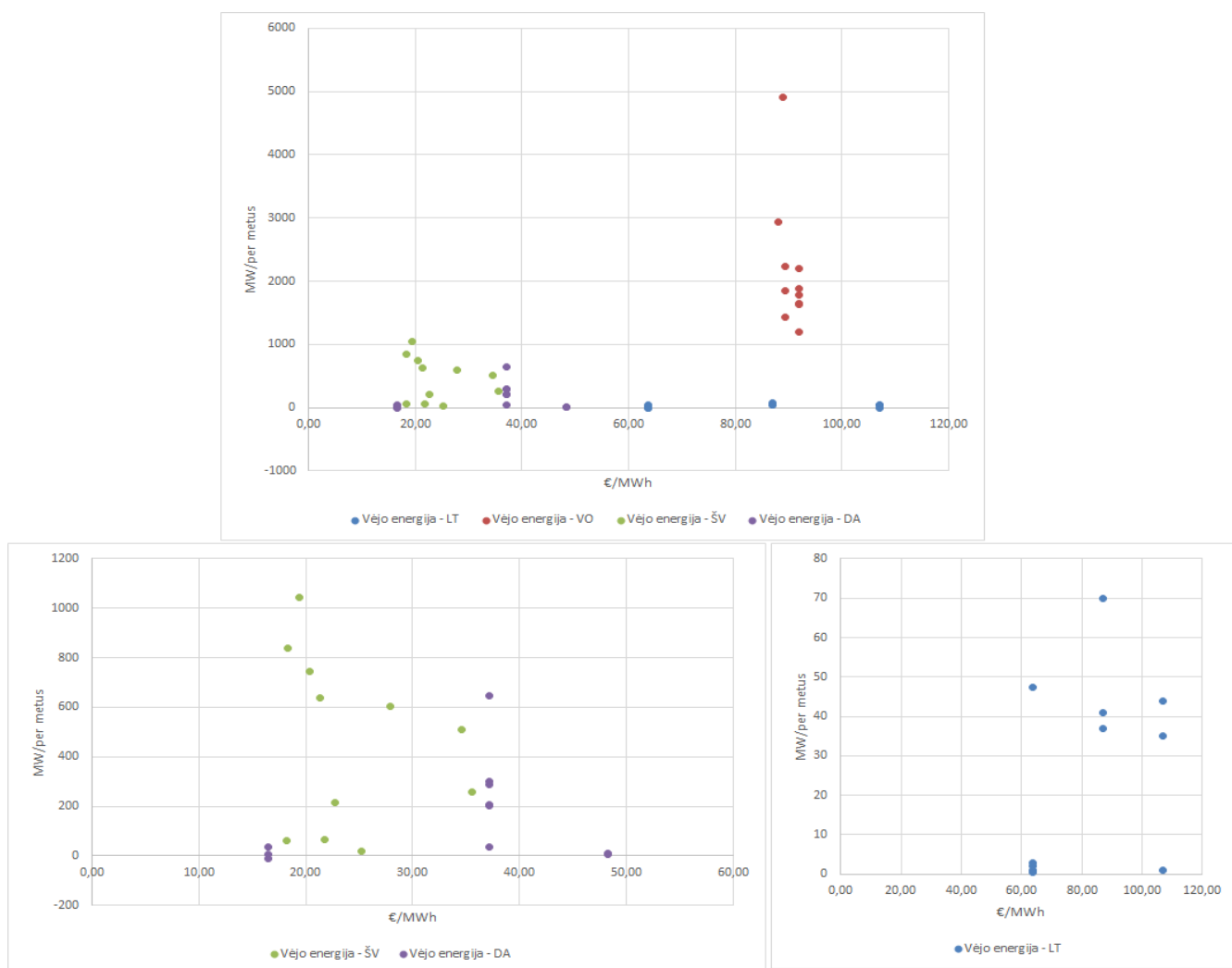
Iki 2008 m. valdžia neskyrė jokių paramos priemonių hidroenergijai. Instaliuota galia per analizuojamą laikotarpį, nors ir keliais MW, tačiau vis tiek sumažėjo. Vis dėl to, norint įvykdytą Europos AEI strategijos planus iki 2020 m., Danijos vyriausybė 2008 m. išleido įstatymą, pagal kurį numato skirti paramą hidroelektrinėms, kurių instaliuota galia mažesnė nei 10 MW [34]. Mažų galių hidroelektrinių paramos schema tapo supirkimo tarifas, o jos dydis panašus kaip saulės elektrinėms 8 €centai/kWh. Nepaisant sukurtos paramos schemos, hidroelektrinių instaliuotos galios kitimo tendencijos ir toliau išlieka nepakitusios.

#### **4.4. Plėtros efektyvumo ir paramos lygio palyginamoji analizė**

Didėjančią AEI dalį elektros energijos gamybos sektoriuje sąlygoja Europos energetikos strategijų įgyvendinimas. ES jau nuo 1990 m. užsibrėžė ambicingus AEI plėtros planus, kuriuos ES narės privalo įvykdyti. Siekiant palengvinti AEI-E proveržį būtina įveikti ekonomines, institucines, politines, teisine, socialines ir aplinkos kliūtis. Tačiau norint įvykdyti prisiimtus įsipareigojimus, vis dėl to svarbiausia įveikti ekonominius barjerus. Todėl toliau analizuojamas AEI technologijų plėtros efektyvumo palyginimas esant atitinkamai paramos schemai analizuotose keturiose ES šalyse.

Pagrindinis AEI plėtros įvertinimo rodiklis yra paramos schemos veiksmingumas. Veiksmingumo rodiklis parodo, kaip pritaikyta paramos strategija skatina žaliosios elektros energijos gamybą. Norint atlikti tokį įvertinimą būtina turėti palyginimo atskaitos kriterijus. Visų pirma, tai pritaikytos analogiškos paramų schemos turi egzistuoti keliose šalyse, kurių AEI potencialas ir energetikos sistema yra nors dalinai panaši. Kitas svarbus kriterijus yra taikytinos

paramos sistemos laikotarpis. Esant ilgam istoriniam laikotarpiui, galima įvertinti naudotos schemos padarinius.

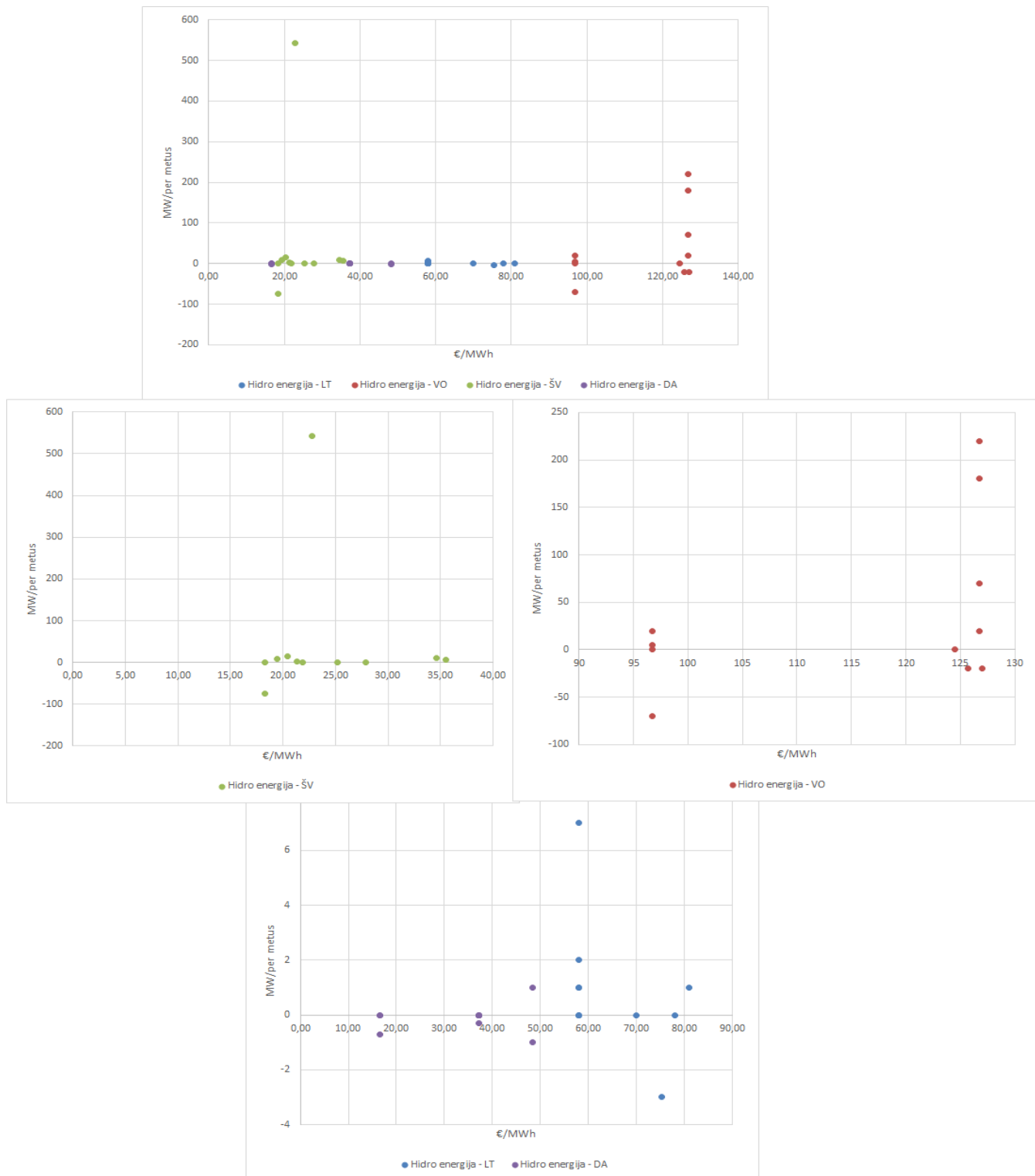


**Pav. 17: Vėjo elektrinių plėtros efektyvumo priklausomybė nuo paramos lygio**

Pateiktame paveiksle pavaizduoti 4 ES šalių vėjo elektrinių plėtros efektyvumo rodikliai. Iš visų analizuotų šalių labiausiai išsiskiria Vokietijos vėjo energetika. Vokietijoje taikomas supirkimo tarifų dydis vienas didžiausių lyginant su kitomis paramos schemomis, o vėjo elektrinių plėtra ženkliai didesnė. Tokį plėtros efektyvumą lėmė galiojantys supirkimo tarifai, užtikrinantys mažą investicijų riziką ir atitinkantys užsibrėžtus šalies tikslus padidinti elektros energijos gamybą iš AEI.

Lietuvos vėjo elektrinių plėtros efektyvumas mažesnis, nors paramos lygis Lietuvoje ir Vokietijoje buvo labai panašus. Vadinasi, vėjo energetikos teisinė bazė nėra tinkamai paruošta bei egzistuoja įvairios administracinės kliūtys. Vėjo elektrinių statytojams tenka susidurti biurokratinėmis kliūtimis: pertekliniai reikalavimai rengiant technines sąlygas, gaunant statybos leidimus, keičiant žemės paskirtį, prisijungiant prie tinklų ir t.t. Todėl norint sėkmingai didinti vėjo elektrinių efektyvumą būtina peržiūrėti teisinę bei administracinę bazę.

Švedijoje ir Danijoje vėjo energijos plėtra labai panaši, nors taikytinos skirtingos paramos schemos. Danijos ir Švedijos ekonomika gerai išsivysčiusios, o vyriausybės palankūs įstatymai leidžia puikiai investuoti į vėjo energetiką, nors paramos lygis yra vienas mažiausių Europoje. Vadinasi, taikytinos kvotų ir priemokų schemos gali puikiai skatinti energetikos plėtra esant tinkamoms rinkos sąlygoms.



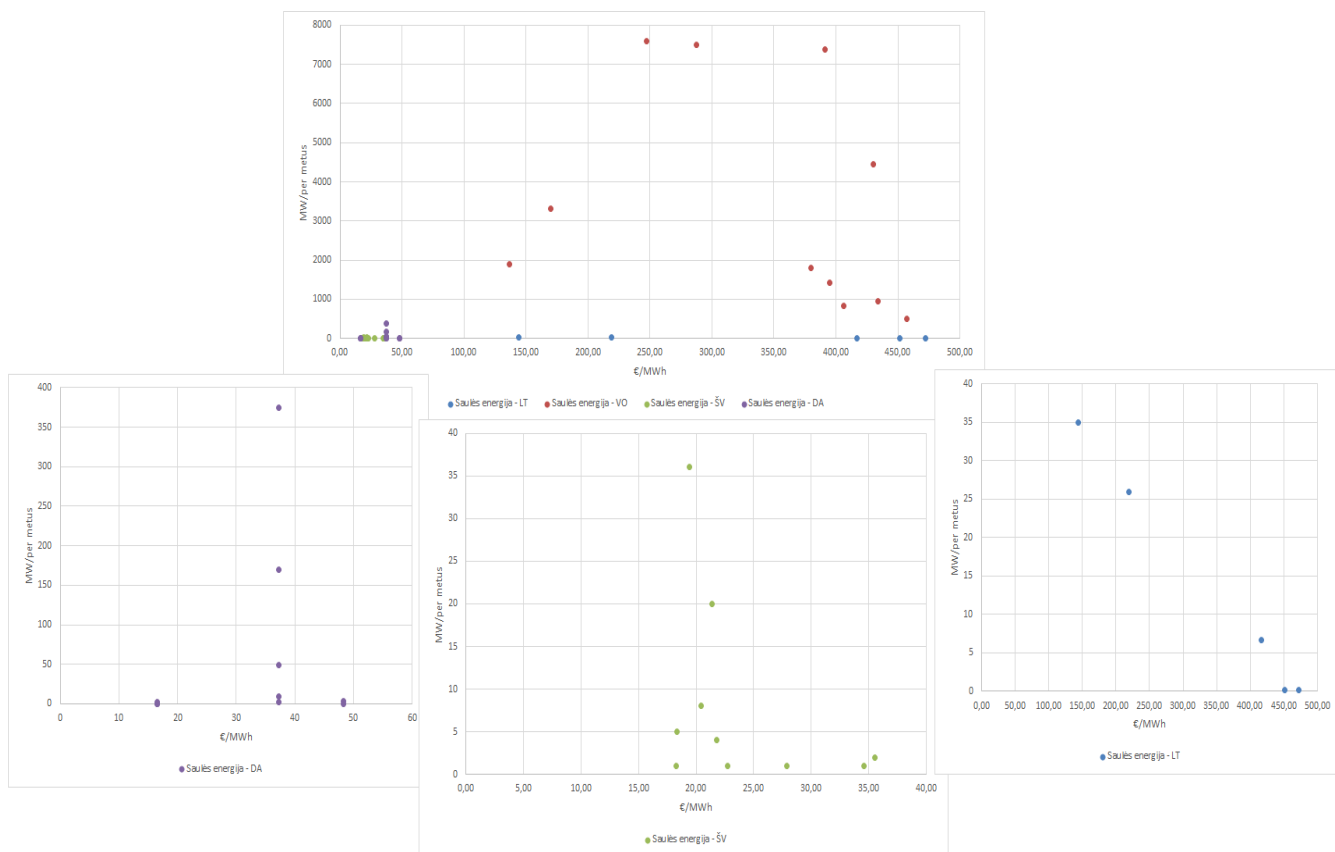
**Pav. 18: Hidroelektrinių plėtros efektyvumo priklausomybė nuo paramos lygio**

Analizuojant hidroenergią keturiose šalyse būtina išskirti vandens lygio potencialą. Švedijos geografinė padėtis lemia, kad joje vyrauja labai daug sraunių upių. Todėl jos hidroenergijos potencialas kelis kartus didesnis nei kitose ES šalyse, o tai puikiai leidžia konkuruoti su kitomis AEI technologijomis ar įprastomis elektrinėmis. Švedijoje hidroenergijos efektyvumas pasiektas jau prieš daugiau nei dešimtmetį ir nauja plėtra nenumatoma. Todėl žaliųjų sertifikatų kainos €/MWh taip pat sąlyginai mažos lyginant su kitomis ES šalių.

Vokietijoje hidroenergijos potencialas panašiai kaip Švedijoje jau seniai pasiektas. Tačiau vykdant ES įsipareigojimus, supirkimo tarifas hidroelektrinėms buvo padidintas, skatinantis mažųjų hidroelektrinių plėtrą ir efektyvumo gerinimui.

Lietuvoje taikomas supirkimo tarifas hidroenergjai yra pakankamai žemas. Todėl investicijų patrauklumas nėra labai aukštas. Be to, aplinkos ministerija priėmė aplinkosauginius įstatymus ribojančius hidroelektrinių plėtrą. Todėl net padidintas supirkimo tarifas neužtikrino mažųjų hidroelektrinių plėtros.

Danijos vyriausybės politikoje ilgą laiką nebuvo numatyta jokių paramos schemų hidroenergjai. Todėl naujų HE nebuvo įrengta, tačiau ir ateityje didelių pokyčių negalima tikėtis, nes hidroenergijos potencialas šalyje yra labai mažas. Siekiant įvykdyti AEI panaudojimo strateginius tikslus, priemonių dydis buvo padidintas, leidžiantis ir skatinantis statyti ar renovuoti labai mažos galios hidroelektrines.



Pav. 19: Saulės elektrinių plėtros efektyvumo priklausomybė nuo paramos lygio

Siekiant įvykdyti ES įsipareigojimus visos šalys privalėjo padidinti energijos suvartojimą naudojant AEI. Tuo metu Lietuvoje, Švedijoje ir Danijoje saulės elektros energijos pagaminta dalis bendrame elektros suvartojime sudarė mažą procentinę dalį. Todėl visos šalys įteisino paramos schemas, užtikrinančias palankias sąlygas saulės elektrinių plėtrai. Kaip matome iš pateikto 19 paveikslo, Lietuvoje nustatytas didelis saulės energijos supirkimo tarifas sąlygojo sparčią saulės elektrinių plėtrą. Tačiau staigus saulės elektrinių galių augimas lėmė elektros energijos kainos vartotojams augimą ir privertė VKEKK peržiūrėti supirkimo tarifus. Nuo 2012 m. supirkimo tarifas kasmet buvo mažinamas, o 2014 m. paramos lygis tapo panašus į Vokietijos supirkimo tarifo dydį.

Danijos saulės elektrinių plėtra taip pat nėra labai efektyvi. Intensyvesnė plėtra prasidėjo tik padidinus supirkimo tarifų ir subsidijų priemokas mažos galios elektrinėms. Be to, sukurta tinkama teisinė bazė lėmė palankias sąlygas individualių namų gyventojams ir pramonės sektoriaus atstovams sėkmingai plėtoti saulės energiją. Todėl nuo 2012 m. saulės energijos plėtros efektyvumas pradėjo didėti, nors paramos lygis lieka vienas mažiausių Europoje.

Iš pateikto 19 paveikslo matoma, kad Švedijos saulės energijos plėtra labai menka. Tai lėmė, kad AEI biomasės, vėjo ir hidroenergijos dalis bendrame elektros energijos suvartojime viršija 55 proc. Švedijos vyriausybės sukurta strategija neskatino didelio plėtros efektyvumo. Pavyzdžiui 2009 m. subsidijos dydis visoms saulės elektrinių projektams siekė tik 0,19 mln. €. Taip pat suteikiamos paramos dydis negali viršyti 60 proc. reikalavimus atitinkančių išlaidų. Taigi, iš pateikto 19 paveikslo duomenų, galime teigti, kad paramos lygis saulės elektrinių plėtrai Švedijoje yra per žemas.

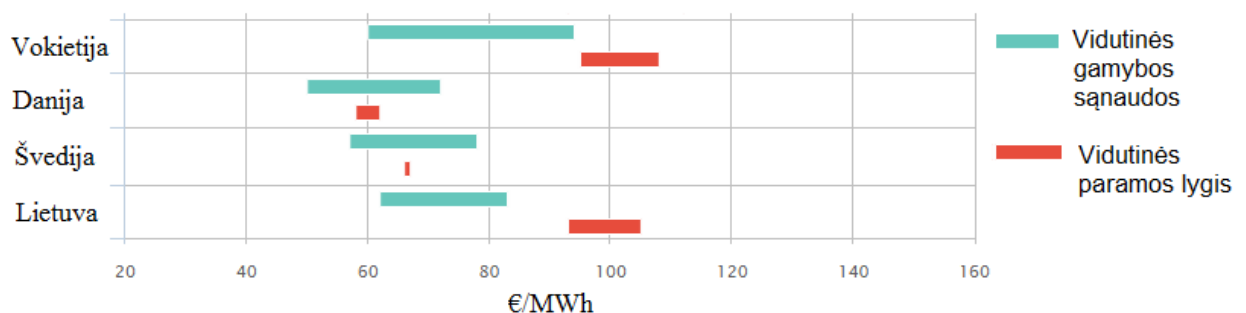
Vokietijos saulės elektrinių instaliuota galia labai didelė. Tai galima paaiškinti dėl šalyje vyraujančios AEI politikos. Vokietija užsibrėžė įgyvendinti aukštus AEI tikslus iki 2020 m. Todėl saulės energijos supirkimo tarifas tapo aukščiausias visoje Europoje. Dėl staigus saulės energijos augimo, panašiai kaip ir Lietuvoje, paramos lygis buvo sumažintas. Šiandien supirkimo tarifas vienai MW yra palyginamai žemas. Nepaisant to, saulės elektrinių instaliuotų galių augimas nesustojo, nes plėtros efektyvumas yra skatinamas kitais paramos instrumentais kaip mažomis palūkanų normomis, lengvatinais mokesčiais ar paskolomis.

#### **4.5. Ekonominio efektyvumo vertinimas**

Paramos instrumentai turi būti veiksmingi norint padidinti AEI skverbimąsi į rinką ir efektyvūs siekiant sumažinti vartotojams tenkančių kaštų dydį tam tikrame laikotarpyje. Taikomų paramos schemų ekonominio efektyvumo vertinimas atliekamas remiantis šiais kriterijais:

- sumažinti gamybos sąnaudas. Šis tikslas yra įvykdytas, jei yra pasiektos minimalios gamybos sąnaudos naudojant AEI technologijas. Kitaip tariant, sistema turėtų skatinti investuotojus pasirinkti technologijas, elektrinių galingumo dydžius ir vietas, kurios lemtų mažiausias gamybos sąnaudas.
- apriboti gamintojų pelną iki tinkamo lygio, taip sumažinant elektros energijos vartotojams tenkančių kaštų dydį. Vadinasi, supirkimo tarifai, investicinės subsidijos ar AEI kvotų sistema turėtų būti sudarytos taip, kad vartotojams tektų minimalūs kaštai. Tai reiškia, kad turi būti siekiama sumažinti gamybos sąnaudas ir gamintojų viršpelinį.

Atsižvelgiant į tai, kad kiekviena AEI technologija pasižymi skirtingais gamybos kaštais, taikomos diferencijuotos paramos priemonės atskiroms AEI technologijoms. Tačiau elektros energijos gamybos kaštus sąlygoja ir kiti įvairūs veiksniai, todėl net ir taikant tą pačią AEI technologiją gamybos kaštai gali būti skirtingi priklausomai nuo elektrinės galios, naudojamo kuro rūšies, geografinių ir ar klimatologinių sąlygų (pvz., vėjo stiprumo ar saulės energijos intensyvumo). Paveiksle 20 pateiktos 4 šalių, kuriose taikomos skirtingos paramos schemas, gamybos sąnaudų ir paramos lygių vėjo elektrinėms palyginimas.



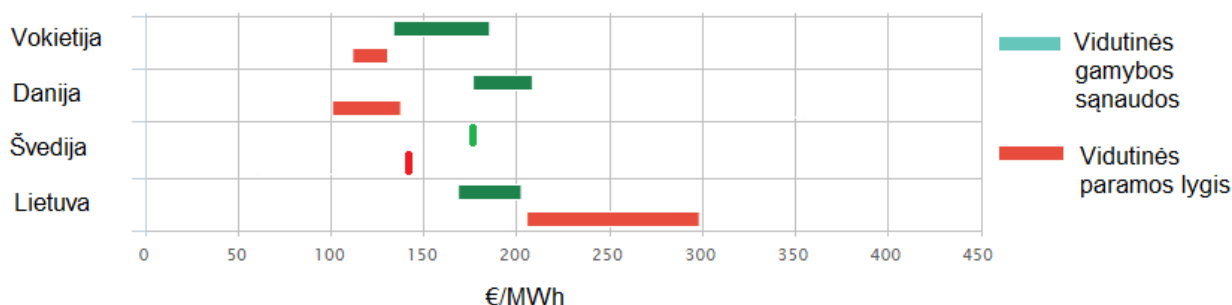
*Pav. 20: Vėjo elektros gamybos sąnaudų ir paramos lygio palyginimas [Šaltinis – Diacore.eu<sup>2</sup>]*

Visose šalyse vėjo elektrinių gamybos sąnaudos yra labai panašios. Mažiausios elektros energijos gamybos sąnaudos vyrauja Danijoje nuo 50 €/MWh, o didžiausios – Vokietijoje, kurios siekia iki 94 €/MWh. Kaip matome iš 20 paveikslo, didžiausias vidutinės paramos lygis apie 100 €/MWh yra Vokietijoje ir Lietuvoje. Aukštas paramos lygis leidžia gamintojams investuoti į vėjo elektrinių parkus su mažesne rizika ir didesne grąža bei trumpesniu atsipirkimo laikotarpiu. Pavyzdžiui, Lietuvoje, gamybos sąnaudos yra pakankamai žemos, o vidutinis paramos lygis gana aukštas, todėl gamintojų viršpelnis gali būti kur kas didesnis nei Švedijoje ar Danijoje. Pavyzdžiui, investuotojams Lietuvoje yra labai palankios sąlygos investicijoms į vėjo elektrines, nes esamas supirkimo tarifas sumažina rizikas ir užtikrina pakankamai greitą vėjo elektrinių atsipirkimą. Be

<sup>2</sup> Internetinė svetainė - [http://diacore.eu/?option=com\\_content&view=article&id=9](http://diacore.eu/?option=com_content&view=article&id=9)

to, aukštas paramos lygis taip pat leidžia gamintojams plėtoti vėjo elektrines, kur geografinės sąlygos yra mažiau palankios ar vėjo parkų statyba daug sudėtingesnė (pvz. vėjo elektrinių parkai jūroje). Todėl aukštas paramos lygis yra puikus stimulus didinti vėjo elektrinių plėtros efektyvumą ir užtikrinti investuotojų saugumą.

Danijoje ir Švedijoje vyrauja pakankamai žemi vidutinės paramos lygiai lyginant su kitomis ES šalimis. Tačiau minėtuose šalyse gamybos sąnaudos taip pat yra žemiausios. Iš 20 paveikslo galime teigti, kad vidutinės paramos lygis Danijoje ir Švedijoje yra pakankamas, nes instaliuotos galios per paskutinį dešimtmetį tendenciškai augo. Tokia vyraujančią situaciją lėmė tinkamai priimti plėtros efektyvumo baziniai teisės aktai. Danija ir Švedija skatina didelį vėjo elektrinių konkurencingumą. Todėl vėjo energijos gamintojai yra suinteresuoti didinti elektrinių darbo efektyvumą ir tobulinti naujas technologijas nepaisant žemo paramos lygio.

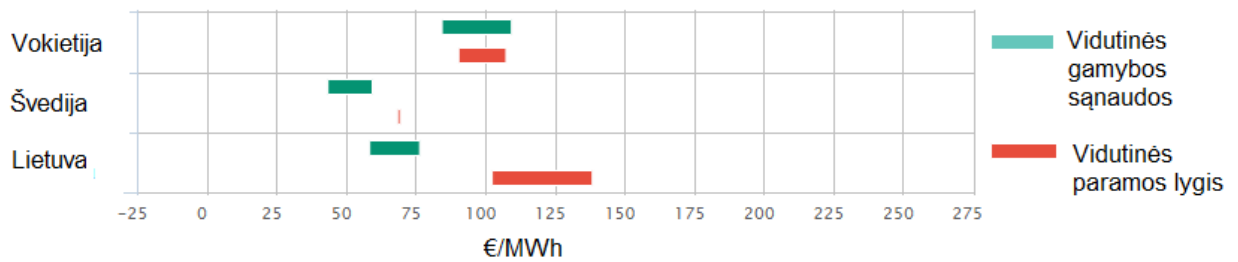


*Pav. 21: Saulės elektros gamybos sąnaudų ir paramos lygio palyginimas [Šaltinis – Diacore.eu]*

Paveiksle 21 pateiktos elektros energijos gamybos sąnaudų ir paramos lygių charakteristika saulės elektrinėms. Ekonominių paskatų ir gamybos sąnaudų palyginimas saulės elektrinėms skirtingose ES šalyse aiškiai parodo vyraujančius skirtumus tarp paramos lygių ir gamybos sąnaudų. Nors pastaraisiais metais saulės energijos plėtrai buvo būdingas didelis paramos lygis, kai kuriose ES valstybėse paramos lygis buvo gerokai sumažintas ar net visai panaikintas, kaip tai atsitiko Ispanijoje, Čekijoje ir Latvijoje. Pavyzdžiui, Vokietija įdiegė paramos lygio stebėjimo kontrolę, kuri atitinkamai mažino PV tarifus didėjant instaliuotai galiai, o tuo tarpu Italija turėjo visai nutraukti saulės elektrinių paramą dėl šalies biudžeto trūkumo. Pateiktas 21 paveikslas taip pat rodo, kad šiuo metu Vokietijoje paramos lygis saulės elektrinėms yra labai žemas. Tokia priežastis atsirado dėl staigaus saulės elektrinių bumo ir galimos per didelės plėtros ateityje. Tuo tarpu paramos lygis Danijoje ir Švedijoje 2014 m. buvo ir toliau išlieka nepakankamas norint papildomai skatinti efektyvesnę saulės elektrinių plėtrą. Tai reiškia, kad šalys ne

skatina saulės elektrinių plėtros papildomomis subsidijomis ar padidintomis paramos schemomis, kurios garantuoja gamintojams užtikrintą viršpelinį. Pavyzdžiui, Lietuvoje paramos lygis buvo adekvačiai sumažintas, tačiau išlikęs pakankamai didelis vidutinės paramos lygis leidžia gamintojams toliau investuoti į saulės elektrinių plėtrą užsitikrinant tam tikrą pelną.





*Pav. 22: Mažųjų hidroelektrinių elektros gamybos sąnaudų ir paramos lygio palyginimas [Šaltinis – Diacore.eu]*

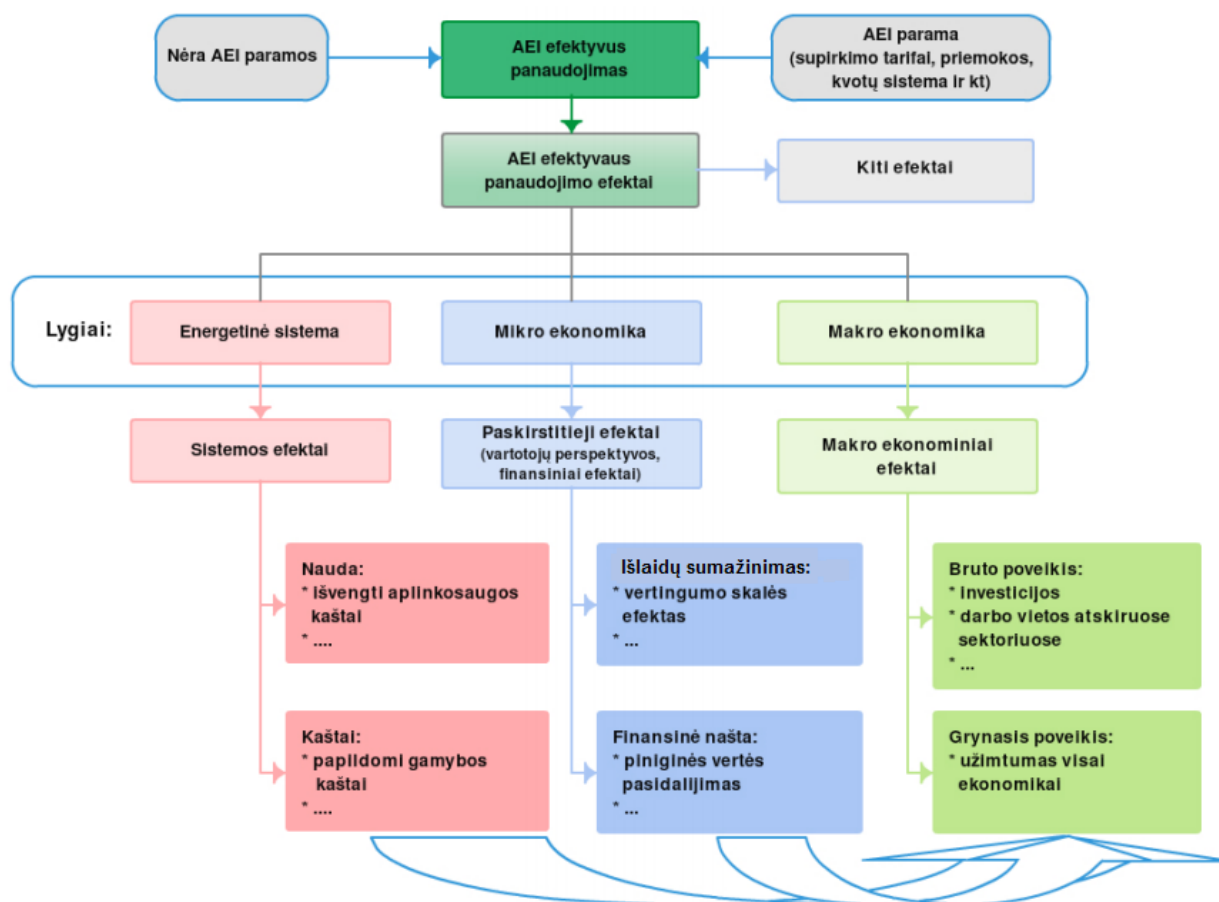
Daugelyje ES valstybių hidroelektrinių potencialas yra ribotas. Todėl, bendroji instaliuota galia nuo 2010 iki 2014 išaugo tik 3 proc. atitinkamai nuo 13,3 GW iki 13,7 GW. Kai kuriose ES šalyse, pavyzdžiui Danijoje, hidroelektrinių potencialas yra ypač žemas, todėl jų ekonominis efektyvumas nėra vertinamas.

Lyginant paramos lygius ar šaliai būdingas elektros energijos gamybos sąnaudas mažos galios hidroelektrinių iki 10 MW, pastebime labai didelius skirtumus (žr. 22 paveikslą). Paramos lygis viršija elektros energijos gamybos sąnaudas mažos galios hidroelektrinėms Lietuvoje ir Švedijoje. Tačiau kitose šalyse tarp kurių ir Vokietija, paramos lygis yra pakankami žemas arba visai nepakankamas. Vertinant Vokietijos paramos schemas politiką, galime teigti kad šalyje nėra skatinama naujų hidroelektrinių statyba. Tačiau Vokietijos vyriausybė skiria paramą senųjų hidroelektrinių rekonstrukcijoms ir elektrinių veikimo naudingumo rodikliams gerinti.

## **5. AEI technologijų kaštų ir naudos identifikavimas**

Didėjantis AEI technologijų panaudojimas visose energijos gamybos srityse skatina intensyviai diskusijas apie patiriamas papildomas išlaidas ir suteikiamą naudą. Identifikuojant AET panaudojimo kaštus ir naudos mastus, būtinas išsamesnis detalizavimas ir teigiamų bei neigiamų efektų atvaizdavimas naudojant atsinaujinančias technologijas. Norint tinkamai įvertinti AET efektyvaus panaudojimo poveikį, vertinimo sistemos ribos turi būti deramai apibrėžtos pasirenkant nagrinėjamo laiko periodą ir pagrindinius analizės rodiklius. Analizės metu svarbu apibrėžti ar nagrinėjami tik ekonominiai aspektai ar taip pat turi būti įtraukiami technologiniai, socialiai ir aplinkosauginiai efektai. Pavyzdžiui, paskirstant išlaidas skatinamoms AEI technologijoms ar iškastinį kurą naudojančioms sistemoms, ne visada aišku ar išlaidos paskirstytos tik šilumos ar ir elektros energijos sektoriams. Todėl atliekant analizę būtina išskirti nagrinėjamas technologijas ir jų panaudojimo sistemas (pvz. elektros ar šilumos). Taip pat svarbu išskirti kokioje geografinėje vietovėje atliekama analizė, o taipogi turi būti atsižvelgiama ir į energetikos sektorius ir į kitus bendrus ekonominius aspektus. Žvelgiant į AEI efektyvaus

panaudojimo tikėtinius poveikius, galima identifikuoti tris pagrindinius kaštų ir naudos lygius (žr. 23 paveikslą).



Pav. 23: Pagrindinių poveikių kategorijos susijusios su AEI efektyviu panaudojimu

*Su energetikos sistema susiję efektai* apima visus tiesioginius ir netiesioginius kaštus bei naudą efektyviai panaudojant AEI. Nors tiesioginės išlaidos yra tiesiogiai susijusios su elektros energijos ar šilumos gamyba, netiesioginės išlaidos atsiranda integruojant AEI technologijas į esamą energijos gamybos infrastruktūros sistemą. O naudos rezultatas, integruojant AEI, suprantamas, kaip ŠESD ir oro taršos išvengimas arba sumažinimas. Su sistema susijusių kaštų ir naudos poveikio pagrindinės charakteristikos yra, kad jie išreiškiami papildomomis AEI gamybos išlaidomis ar nauda, lyginant su įprastine sistema, kuri grindžiama branduoline energetika ir iškastiniu kuru.

*Paskirstytieji efektai* sutelkiami ties išlaidomis, kurie per tam tikrą laiką susikaupia tam tikrose ūkio subjektuose ar grupėse, žvelgiant iš mikroekonominės perspektyvos. Jie rodo, kad skirtingi ūkio subjektai turi padengti papildomas atitinkamos apimties išlaidas ar pasinaudoti papildoma teigiamo poveikio nauda - kas sumoka už efektyvaus AEI panaudojimą ir kas gauna iš to pajamas.

*Makroekonominis poveikis* yra matuojamas makroekonomikos lygmenyje ir apima bendrąjį bei grynąjį poveikį ekonomikai. *Bendrasis poveikis ekonomikai* parodo efektus visose pramonės šakose, kurios yra tiesiogiai susijusios su AEI sektoriaus veikla (pavyzdžiui gamybos, eksploatavimo, statybos, mokslinių tyrimų, ir t.t.), tačiau neapima netiesioginių efektų. Tiesioginiai efektai teikia informaciją apie investicijų poveikį, išvengtus ar patirtus importo dydžius, bendrąjį užimtumą ar ignoroja galimus neigiamus padarinius nesusijusius su AEI pramone. Norint įvertinti AET efektyvaus panaudojimo *grynąjį poveikį ekonomikai*, turi būti atsižvelgiama ir į teigiamus (tokie pat efektai kaip ir bendrajame poveikyje) ir į neigiamus efektus. Pastarąjį efektą apima iškastinio kuro pakeitimas AET, kuris sukelia energijos kainų pokytį ir pajamų dydį visuose sektoriuose. Apibendrintai, makroekonomikos poveikio AET efektyvaus panaudojimo vertinimas visuose sektoriuose išreiškiamas darbo užimtumu ir BVP. Norint tai įvertinti, būtinas makroekonomikos modeliavimas, kuriame būtų įtraukti visi su energetikos sistema susiję kaštai ir nauda bei paskirstytieji efektai ir palyginami su pasirinkta atskaitos situacija (scenarijumi ar sistema) neįtraukiant AEI panaudojimo.

## 6. Kaštų ir naudos analizės metodas

Kaštų ir naudos analizei atlikti šiame darbe naudota Vienos technologijos universitete sukurta energetikos sistemos modeliavimo programa **Green-X**. Šis matematinis modelis leidžia atlikti kiekybinį vertinimą, nustatant galimas skirtingas atsinaujinančios energetikos plėtros galimybes iki 2030 metų siekiant įvykdyti ES direktyvos nustatytus tikslus, kad mažiausiai 27 proc. energijos būtų pagaminta iš AEI. Pasirinkti scenarijai leidžia įvertinti atsinaujinančios energijos efektyvų panaudojimą atskiruose sektoriuose, šalyse ir kiekvienos skirtingos technologijos lygmenyje. Modeliavimo rezultatai leidžia atlikti AEI technologijų panaudojimo kaštų ir naudos vertinimą.

### 6.1. Trumpa Green-X modelio charakteristika

Green-X modelis buvo sukurtas TU – Viena EEG pagal ES mokslinių tyrimų vykdomą projektą "Green-X optimaliausios skatinimo strategijos siekiant padidinti AEI-E dalį dinamiškoje Europos elektros rinkoje". Pirmiausia buvo orientuotasi į elektros energijos sektorių, tačiau lanksti modeliavimo priemonė, ir esama duomenų bazė bei didėjantis atsinaujinančios energijos panaudojimas ir kaštai, paskatino modelį išplėsti apimant visus energetikos sektorius, kuriuose naudojami AEI, t. y. elektros energijos, šilumos ir transporto.

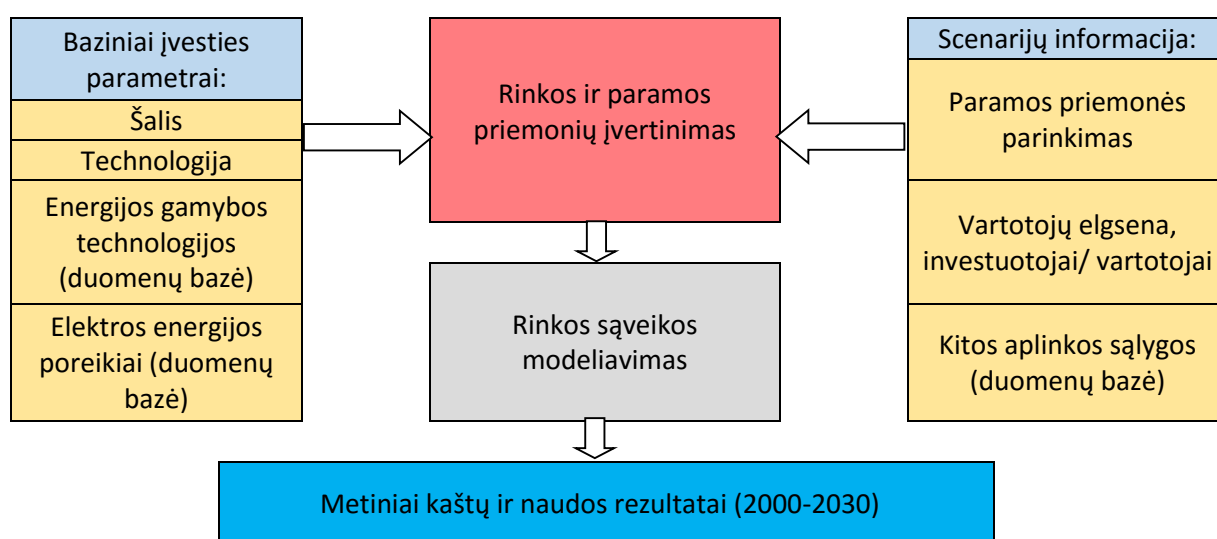
Green-X modelis apima 27 ES nares ir gali būti išplėstas įtraukiant kitas šalis, pavyzdžiui Turkiją, Kroatiją ir Norvegiją. Programa leidžia analizuoti ne tik efektyvų AEI panaudojimą ateityje, bet taip pat atlikti kaštų (įskaitant kapitalo išlaidas, papildomos gamybos kainą iš AEI

lyginant su įprastiniais būdais, vartotojų išlaidas, atsirandančios dėl taikomos paramos politikos) ir naudos analizę (pavyzdžiui išvengto iškastinio kuro ar CO<sub>2</sub> išmetamųjų dujų kiekį). Modeliavimo rezultatai kiekvieniems metams gali būti pateikiami tiek šalies, tiek atskirų technologijų lygmenyje. Atliekant išsamų vertinimą laiko periodas siekia iki 2030 metų. Green-X modelis pagrįstas atskirų ES šalių narių dinaminėmis kaštų išteklių kreivėmis<sup>3</sup> visoms pagrindinėms AEI technologijoms: biodujos, biomasė, komunalinių atliekų energija, vėjo energija sausumoje ir jūroje, didelės ir mažos galios hidroenergija, saulės šiluma gauta elektros energija, foto elektra, potvynių, atoslūgių ir bangų energija bei geoterminė elektros energija. Be AEI potencialo ir technologijų išlaidų aprašymo, Green-X modelis vertina ir dinaminius aspektus, tokius kaip technologijų apsimokymas (angl. *technological learning*) ar technologijų sklaidą.

Green-X modelis leidžia atlikti skirtingų skatinimo priemonių arba jų grupių (pavyzdžiui, kvotų įpareigojimą pagrįstą žaliaisiais sertifikatais / kilmės garantijomis, priemokas, supirkimo tarifus, mokesčių lengvatas, investavimo paskatas, ar taršos leidimų prekybos sistema pagrįstomis energijos kainomis) poveikio vertinimą šalies ar visos Europos lygmenyje. Taikant Green-X modelį galima atlikti jautrumo analizę atsižvelgiant į neekonominės kliūtis (lemiančias technologijų sklaidą), tradicinių energijos išteklių kainas, energijos poreikio pokyčius ar technologinę pažangą (technologijų apsimokymą).

Taikomo modelio analizės apribojimai:

- Nagrinėjamas laikotarpis: rezultatai pateikiami kiekvieniems 2010-2030 m.
- Geografinė apimtis: pasirinktos ES šalys, kurių pradiniai duomenys surinkti 2013 m.
- Technologijų apimtis: pasirinktos AEI technologijos.



Pav. 24: Green-X modeliavimo įrankio apžvalga

<sup>3</sup> Dinaminė kaštų-išteklių kreivė pateikia informaciją apie esamas gamybos sąnaudas ir galimą elektros energijos gamybos potencialą modeliuojant su įvairiomis technologijomis pasirinktiname laikotarpyje [35].

## 6.2. Pagrindiniai įvesties parametrai ir scenarijų prielaidos

Siekiant užtikrinti maksimalų suderinamumą su esamais ES scenarijais ir prognozėmis pagrindiniai įvesties parametrai yra paremti PRIMES<sup>4</sup> ir Green-X modelio duomenų bazėmis atsižvelgiant į jų AEI technologijų potencialą ir sąnaudas (žr. 3 lentelę).

Lentelė 3: Pagrindiniai įvesties šaltiniai pasirinktiems scenarijų parametrams

PRIMES modelio duomenų bazė	Green-X modelio duomenų bazė
Pirminių energijos išteklių kainos	AET ekonominiai rodikliai (investicijos, eksploatacinės išlaidos ir t.t.)
Tradicinių energijos išteklių tiekimo struktūra ir energijos vartojimo efektyvumas	Atsinaujančių energijos išteklių potencialas
CO <sub>2</sub> intensyvumas atskiruose ūkio sektoriuose	Technologijų sklaida / neekonominės kliūtys
Energijos poreikių dydis atskiruose ūkio sektoriuose	Technologijų apsimokymo tempai
	Rinkos vertė

Siekiant atlikti kaštų ir naudos analizę buvo sudaryti skirtingi scenarijai atsižvelgiant į AEI technologijų efektyvų panaudojimą bei AEI paramos priemones ES šalyse iki 2030 m. Atsinaujančios energijos politikos gairės iki 2020 metų buvo apibrėžtos vadovaujantis 2009/28/EB direktyva. Tačiau nagrinėjant atsinaujančios energijos plėtrą po 2020 m. susiduriama su didesniais neapibrėžtumais - tiek susijusiais su politikos sprendimais, tiek ir atsižvelgiant į potencialų ir AEI technologijų išlaidas. Todėl pasirinktų scenarijų tikslas atlikti išsamesnę kaštų ir naudos analizę ilgalaikiai perspektyvai iki 2030 metų.

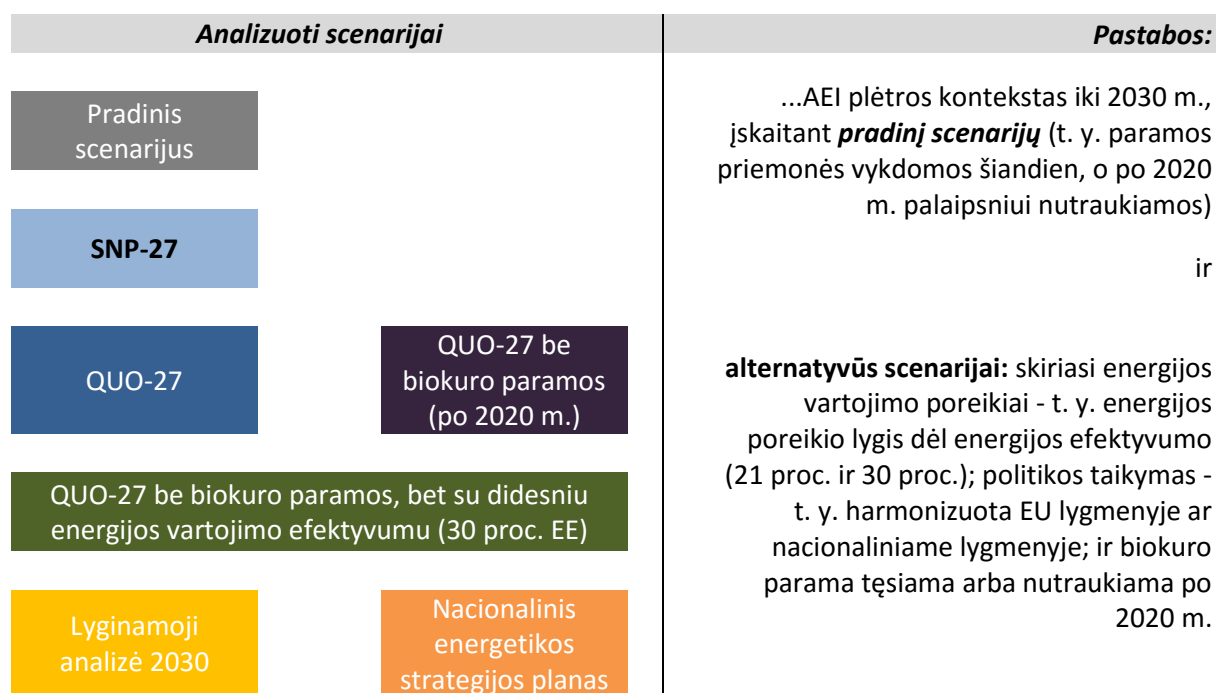
Analizuojami scenarijai sujungia dvi skirtingas charakteristikas: skirtingas paramos priemonės iki ir po 2020 metų. Taip pat įvertinami kiti susiję poveikiai: vienu atveju kai parama biokurui po 2020 metų nėra skiriama, kitu kai parama yra skiriama. Kaip atskaitos taškas visiems analizuotiems scenarijams, sudarytas *pradinis scenarijus*. *Pradinis scenarijus* sudarytas darant prielaidą, kad taikomos AEI paramos priemonės yra tokios, kokios egzistuoja šiandien ir yra įgyvendintos šiuo metu (be jokių pakeitimų) iki 2020 m., o po 2020 metų AEI paramos atnaujinamas nėra vykdomas ir palaipsniui nutraukiamas. Be to, *pradiniame scenarijuje* daroma prielaida, kad ne ekonominės kliūtys išliks, o visų kitų scenarijų atvejais tos kliūtys bus sumažinamos ar visai panaikinamos.

<sup>4</sup> PRIMES – Graikų universitete sukurtas energetikos modelis, kuris modeliuoja visos Europos energetikos sistemą ir atskiras šalių rinkas.  
[http://www.e3mlab.ntua.gr/e3mlab/index.php?option=com\\_content&view=category&id=35&Itemid=80&lang=en](http://www.e3mlab.ntua.gr/e3mlab/index.php?option=com_content&view=category&id=35&Itemid=80&lang=en)

Kitų analizuotų scenarijų alternatyvos sudarytos atsižvelgiant į pagrindines vyraujančias energetikos politikos tendencijas:

- **"Sustiprintos nacionalinės politikos"** be biokuro paramos (toliau – SNP-B) scenarijuje (kuris nurodo, kad AEI sudarys 27 proc. iki 2030 m.) daroma prielaida, kad dabartinės paramos priemonės su nacionaliniais AEI tikslais (iki ir po 2020 m.) bus tęsiamos toliau. Kiekviena šalis naudoja nacionalines paramos priemones, visuose AEI naudojimo sektoriuose, siekiant įgyvendinti užsibrėžtus atsinaujinančios energijos strateginius tikslus. Parama teikiama visoms AEI technologijoms atsižvelgiant į įvairių technologijų skirtumus pagal rinkos brandą ir patiriamas išlaidas.
- **Harmonizuotos kvotų sistema (toliau - QUO-27)**. Šiuo scenarijaus atveju, kvotų sistema harmonizuota ES mastu nustatant bendrą kainą visam AEI technologijų portfeliui atsižvelgiant į elektros energetikos sektoriaus ribinės kainos technologiją. Kvotų sistemoje atsirandančios sąnaudos apskaičiuojamos padauginus sertifikato kainą iš AEI gamybos. Visoje ES bet kokio tipo vartotojas moka toki pat papildomą mokestį už suvartotos elektros energijos vienetą.
- **Harmonizuotos kvotų sistema QUO-27 be biokuro paramos** (toliau - QUO-27-B) scenarijuje laikoma, kad po 2020 metų parama biokurui nėra teikiama. Taip pat kaip ir QUO-27 scenarijuje, parama skiriama visiems AEI sektoriams. Pagal harmonizuotą Europos kvotų sistemą, AEI būtų plėtojami ir diegiami šalyse, kuriose išteklių potencialas yra pigiausias.
- **QUO-27 be biokuro paramos, bet įvertinant didesnę energijos vartojimo efektyvumą** (toliau – QUO-27-B-EE) yra kitas alternatyvus scenarijus. Šioje paramos schemoje įvedamas papildomas energijos vartojimo išskirtinumas. Daroma prielaida, kad augantis energijos vartojimo efektyvumas ženkliai sumažins energijos poreikius. Įvertinant šio scenarijaus kaštus ir naudą, būtina atsižvelgti į sumažėjusį gamybos poreikį. Pagal ekonomikos teorijos principus sumažėjusi paklausa lemia didesnes energijos pasiūlos kainas. Vadinasi, elektros rinkos kaina, importo kaina, išmetamųjų dujų CO<sub>2</sub> mokesčio dydis ir kiti veiksniai ekonomiškai susiję su mažesnės paklausos rodikliais paveiks šio scenarijaus rezultatus.
- **Lyginamoji analizė 2030** (toliau – LA 2030) yra grindžiama tuo pačiu paskirstymo metodu, kuris naudojamas nustatant AEI tikslus 2020 m. paskirstytus tarp ES valstybių narių. Šis paskirstymo metodas apjungia vienodo tarifo (angl. *flat rate*) padidėjimą. Kiekviena ES narė turi padidinti savo AEI dalį tuo pačiu vienodu tarifu

tik procentine išraiška. Padidėjimas įvertinamas remiantis valstybės ekonominio stiprumo rodikliu t. y. įvertinant BVP tenkančio vienam gyventojui. Taigi, LA- 2030 scenarijus sudarytas remiantis AEI iškeltais tikslais 2020 m., kuriame nustatyta, kad AEI dalis sudarys 20 proc. Lyginamojoje analizėje apibrėžta, kad AEI dalis turi būti padidinta 7 proc. ir galutinis energijos suvartojimo poreikis sudarytų 27 proc. Šiame scenarijuje 7 proc. prieaugis išskirstytas į du rodiklius. Pirmasis rodiklis - 3,5 proc. yra paskirstytas tarp visų ES valstybių narių. Kiti 3,5 proc. sudaro antrąjį rodiklį, kuris apskaičiuojamas padauginus 3,5 proc. iš nacionalinio BVP tenkančio vienam gyventojui ir padalintas iš Europos BVP tenkančio vienam gyventojui).

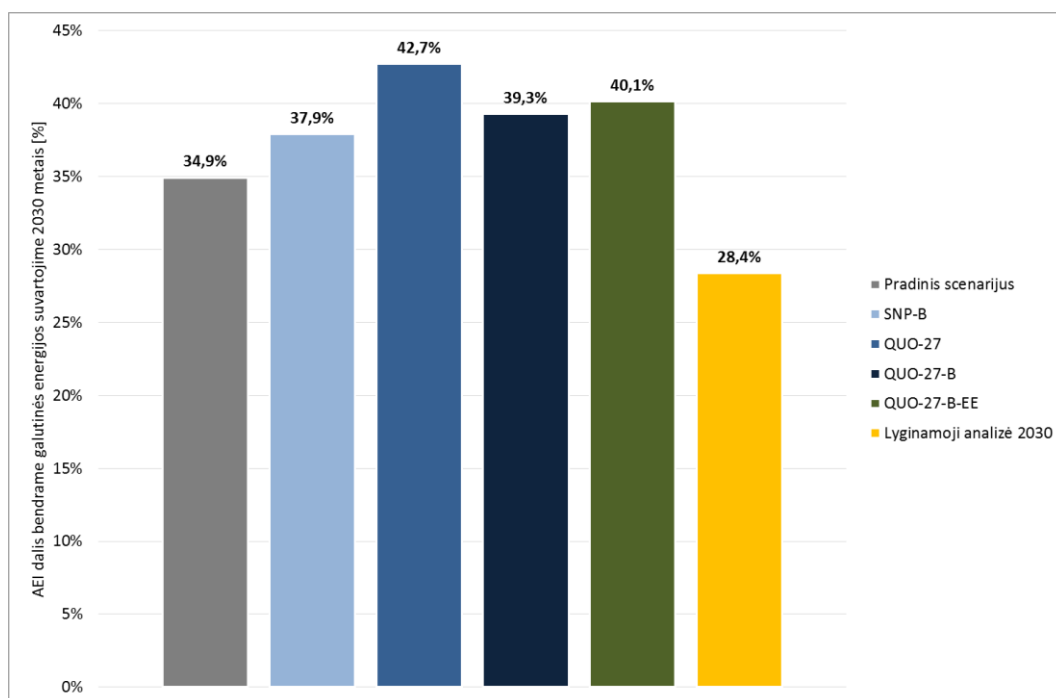


*Pav. 25: Analizuotų scenarijų apžvalga*

### 6.3. Skirtingų skatinimo priemonių poveikio, kaštų ir naudos įvertinimas taikant Green-X modelį

AEI efektyvaus panaudojimo plėtros su skirtingomis skatinimo priemonėmis scenarijų analizė atlikta taikant imitacinį Green-X modelį ir šio bei PRIMES modelio duomenų bazes. Vertinant skirtingų skatinimo priemonių įtaką analizuoti 6 scenarijai. Pirmųjų 5 scenarijų rezultatai gauti taikant Green-X modelį. Papildomas scenarijus - **lyginamoji analizė 2030** yra sudaryta pagal 2014 m. ES komisijos priimtą strategiją „Energetikos ir klimato kaitos strategija 2030“. Lyginant skirtingus paramos priemonių scenarijus atlikta kaštų ir naudos vertinimo analizė Lietuvai, Estijai, Švedijai, Danijai ir Vokietijai.

### 6.3.1. Lietuvos AEI technologijų kaštų ir naudos vertinimas



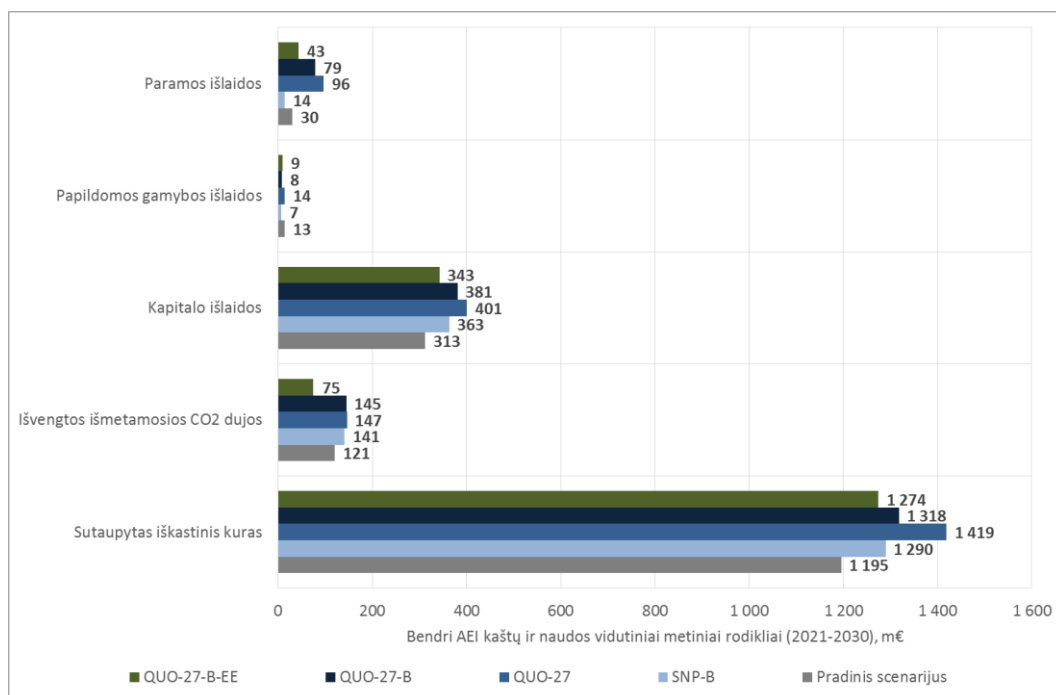
*Pav. 26: AEI dalis bendrame galutinės Lietuvos energijos suvartojime 2030 metais pagal visus įvertintus scenarijus*

26 paveiksle pateikta AEI dalis bendrame galutinės Lietuvos energijos suvartojime 2030 metams. Dideli skirtumai aiškiai matomi 2030 metų perspektyvoje tarp pradinio ir visų alternatyvių AEI politikos scenarijų. Pavyzdžiui, pradiniame scenarijuje, kuriame paramos priemonės yra nutraukiamos iki 2030, AEI dalis bendrame galutinės energijos suvartojime siekia 34,9 proc. ir yra daug didesnė nei Europos LA 2030, kurios AEI dalis sudaro 28,4 proc. Tai gali būti paaiškinama tuo, kad Lietuva jau pasiekė savo AEI užsibrėžtus 2020 m. tikslus (t. y. AEI dalis bendrame galutiniame energijos suvartojimo poreikyje sudarytų 23 proc.) 2015 metais, o LA 2030 scenarijus yra grindžiamas 2020 m. duomenimis.

Lyginant pradinio scenarijaus rezultatus su SNP-B ar QUO-27 scenarijais, akivaizdu, kad visuose kituose alternatyviuose scenarijuose AEI dalis 2030 metams yra didesnė. To priežastys yra sustiprinta AEI parama ir greitas vyraujančių neekonominių kliūčių sumažinimas (t. y. prieiga prie tinklo, administravimo procedūros ir kt.). Nors pagal pradinį scenarijų AEI dalis bendrame galutiniame energijos suvartojime siekia 34,9 proc., kitų įvertintų scenarijai rezultatai rodo žymiai didesnę dalį nuo 37,9 proc. iki 42,7 proc. Mažesnė AEI dalis SNP-B scenarijuje nei QUO-27 scenarijuje parodo, kad Lietuvoje vyrauja pigesnis AEI potencialas nei Europoje. Pagal harmonizuotą Europos kvotų sistemą AEI būtų plėtojami šalyse, kuriose AEI potencialas yra pigiausias. Tuo tarpu SNP-B atveju, AEI turi būti naudojami atitinkamose ES šalyse nepriklausomai nuo galimų išlaidų norint įgyvendinti EU direktyvos įsipareigojimus. Šis palyginimas rodo, kad pagal suderintą Europos kvotų sistemą, būtų užtikrintas ekonomiškiausias



kelias norint pasiekti 2030 metų tikslus. Pagal QUO-27 scenarijaus politika AEI diegimas būtų didesnis Lietuvoje ir mažesnės kitose Europos valstybėse.



*Pav. 27: Lietuvos AEI kaštų ir naudos vidutiniai metiniai vertinimo rodikliai 2021-2030 metų laikotarpyje*

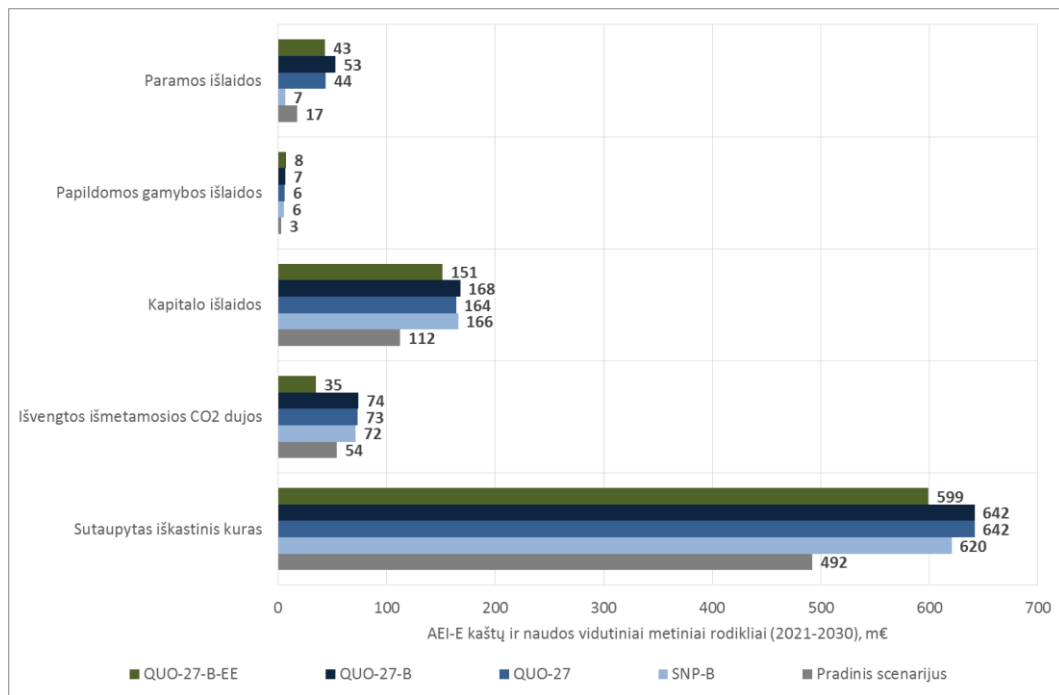
27 paveiksle pateikti kaštai, kapitalo išlaidos ir nauda gaunama efektyviai panaudojant AEI 2021 - 2030 m. laikotarpyje. Šiame paveiksle pavaizduoti rodikliai, kurie išreiškia penkių įvertintų scenarijų investicinius poreikius ir susijusias išlaidas, t. y. papildomos gamybos sąnaudos ir paramos išlaidas. Be to, parodyta pridedamoji vertė, kuri atsiranda dėl energijos tiekimo saugumo padidrinimo (t. y. iškastinio kuro importo sumažinimo) ir klimato kaitos sumažinimo (išvengtas išmetamųjų CO<sub>2</sub> dujų kiekis). Nustatyta, kad tikėtina CO<sub>2</sub> kaina Lietuvoje vidutiniškai yra apie 18.69 €/tCO<sub>2</sub> visame analizuotame laikotarpyje visiems scenarijams.

Toliau išsamiau aptariamas kiekvienas scenarijaus atskirai:

- Pradinio scenarijaus atveju, paramos išlaidos būtų 51,7 proc. didesnės nei SNP-B scenarijuje. Papildomos gamybos išlaidos taip pat 49,3 proc. didesnės nei SNP-B scenarijuje. Vadinasi, net jei parama palaipsniui nutraukiama, vidutinės metinės išlaidos vis tiek yra didesnės, o AEI dalis bendrame galutinės energijos suvartojime su 34,9 proc. yra mažesnė nei SNP-B scenarijuje – 37,9 proc. Tačiau pradinio scenarijaus atveju, sutaupyto iškastinio kuro dalis 1 195 m€ būtų mažiausia. Išvengtos CO<sub>2</sub> emisijos išreikštos pinigine išraiška taip pat sudarytų mažiausią dalį išskyrus QUO-27-B-EE scenarijų.
- SNP-B scenarijaus atveju paramos išlaidos sudaro 14 m€ ir papildomos gamybos išlaidos - 7 m€ būtų mažiausios palyginus su visais alternatyviais scenarijais. Ši

mažesnė išlaidų dalis kyla dėl sumažintų neekonominių kliūčių, kurios sumažina AEI įrenginių diegimo sąnaudas. Tačiau kapitalo išlaidos sudaro 363 m€, kurios yra didesnės nei pradiniam ar QUO-27-B-EE scenarijuje.

- QUO-27 scenarijaus atveju, kaštų rodikliai yra didžiausi, tačiau tai leistų pasiekti didžiausią AEI dalį bendrame galutinės energijos suvartojime. Pavyzdžiui, kasmetinės kapitalo išlaidos 401 m€ sudarytų 1,04 proc. šalies BVP, tuo tarpu Europos vidurkis būtų 0,38 proc. Be to, nepaisant didžiausių išlaidų, suteikiama nauda taip pat būtų svaresnė, t. y. išmetamų CO<sub>2</sub> dujų kiekis (147 m€) ir sutaupytas iškastinio kuro importo dydis (1419 m€) išreikštas pinigine išraiška būtų didžiausias.
- Scenarijus QUO-27-B rezultatai labai panašūs į QUO-27 scenarijų. Visi AEI kaštų ir naudos vidutiniai metiniai vertinimo rodikliai yra šiek tiek mažesni nei QUO-27 scenarijuje. QUO-27-B scenarijaus atveju, AEI dalis bendrame galutinės energijos suvartojime (39,3 proc.) taip pat yra mažesnis nei QUO-27 (42,7 proc.). Vadinasi, biokuro parama Lietuvoje sudarytų didelį pokytį galutiniame energijos suvartojime.
- Energijos efektyvumo didinimas lemia mažesnę energijos vartojimo poreikį, ypač elektros ir šildymo sektoriuose. Atitinkamai mažesnė AEI plėtra būtų reikalinga norint pasiekti nustatytą AEI tikslą bendrame galutinės energijos suvartojime. Tačiau tai lemtų menkesnius naudos rodiklius: iškastinio kuro sutaupymas būtų mažiausias (išskyrus pradinį scenarijų), o išvengtos CO<sub>2</sub> emisijos būtų mažiausias palyginus su visais kitais scenarijais. Todėl energijos strategijos planų rengėjams patariama lyginti paramos išlaidas su potencialiai galimomis išlaidomis norint pasiekti energijos taupymo efektyvumą.

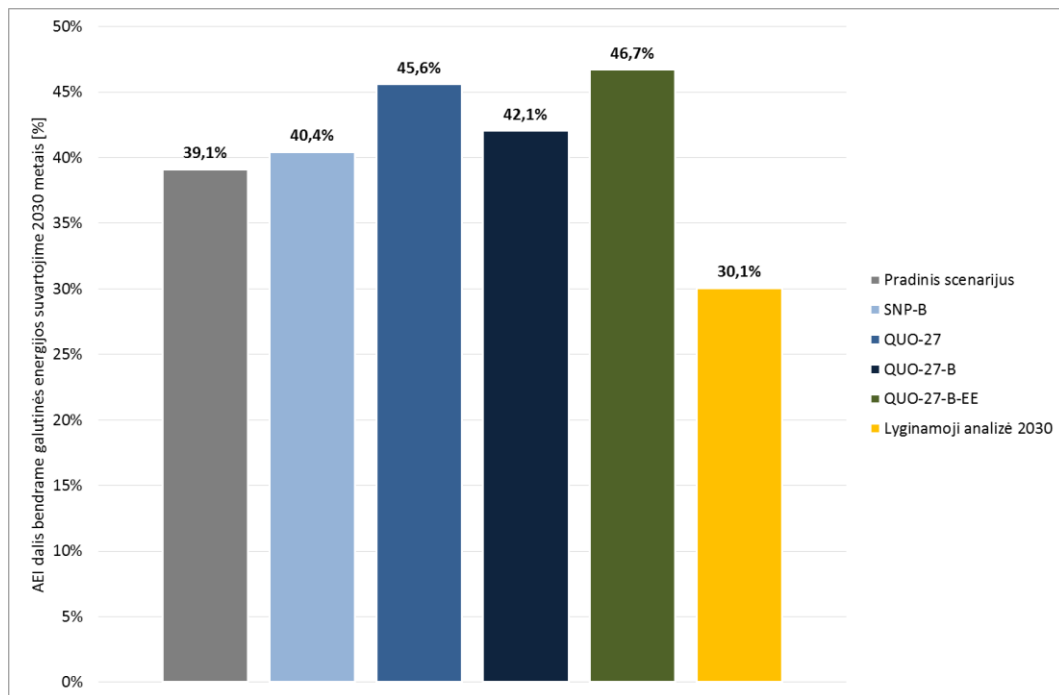


**Pav. 28: Lietuvos AEI-E kaštų ir naudos vidutiniai metiniai vertinimo rodikliai 2021-2030 metų laikotarpyje**

Palyginus 27 paveiksle pavaizduotus Lietuvos AEI kaštų ir naudos rodiklius su 28 paveiksle pateiktais AEI-E energijos sektoriaus duomenimis, galime teigti, kad didžioji dalis paramos išlaidų būtų skiriama elektros sektoriui. Pavyzdžiui, QUO-27-B-EE scenarijaus atveju, visos paramos išlaidos, kurios sudaro 43 m€ būtų skirtos elektros sektoriui. Palyginus visus kitus kaštų ir naudos vertinimo rodiklius, tai pat pastebime, kad elektros sektorius sudaro net iki 45 proc. visų kaštų ir naudos.

### 6.3.2. Estijos AEI technologijų kaštų ir naudos vertinimas

Estija yra pirmoji šalis, kuri jau 2011 m. įvykdė ES direktyvoje nurodytą 2020 m. tikslą, kad 25 proc. visos suvartotos energijos būtų pagamintas iš AEI. Didžiausią AEI dalį sudaro šildymo ir vėsinimo sektorius, o elektros energijos sektoriaus dalis yra gerokai mažesnė. Tai būtų galima paaikškinti, kad didžiausia elektros energijos gamybos dalis buvo gaminama elektrinėse, kurios naudoja skalūninius naftos produktus.

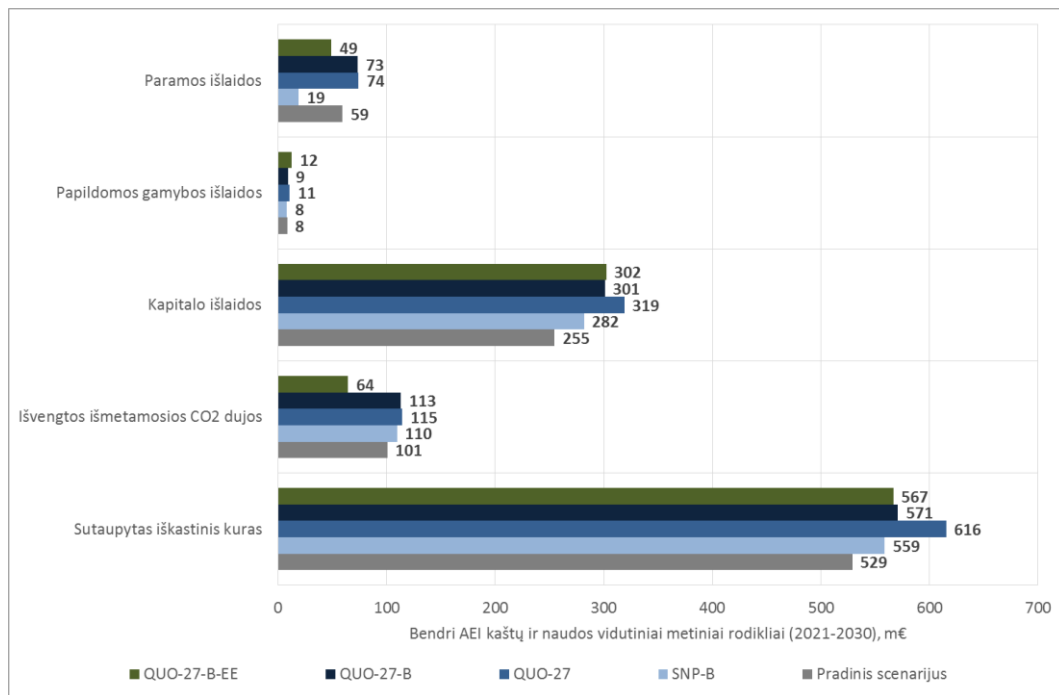


**Pav. 29: AEI dalis bendrame galutinės Estijos energijos suvartojime 2030 metais pagal visus įvertintus scenarijus**

Lyginant pradinį scenarijų su LA 2030, matome, kad AEI dalis bendrame galutinės energijos suvartojime yra žymiai didesnė. Taip yra todėl, kad LA 2030 scenarijus yra paremtas 2020 metų pradinio scenarijaus rezultatais, o Estijos energetikos sektorius įvykdė šiuos įsipareigojimus jau 2011 metais.

29 paveiksle matyti nedidelis skirtumas tarp pradinio ir SNP-B scenarijų. Nedidelis skirtumas reiškia, kad Estijoje ne ekonominės kliūtys yra labai mažos. Pavyzdžiui, Estijos PSO stato naujas ir stiprina senas perdavimo linijas, prie kurių galima prijungti didesnio pajėgumo vėjo ar saulės elektrines. Be to, perdavimo tinklas turi stiprias elektros jungtis su kaimyninėmis šalimis. Taigi, pakankamai galingas elektros tinklas užtikrina nediskriminacinį AEI elektrinių prijungimą prie tinklų.

Lyginant SNP-B ir QUO-27 rezultatus, matome didesnę skirtumą tarp visų alternatyvių scenarijų. Taip pat kaip ir Lietuvos atveju, tai gali būti paaiškinama, kad AEI potencialo panaudojimo išlaidos yra mažesnės Estijoje nei kitose ES šalyse.

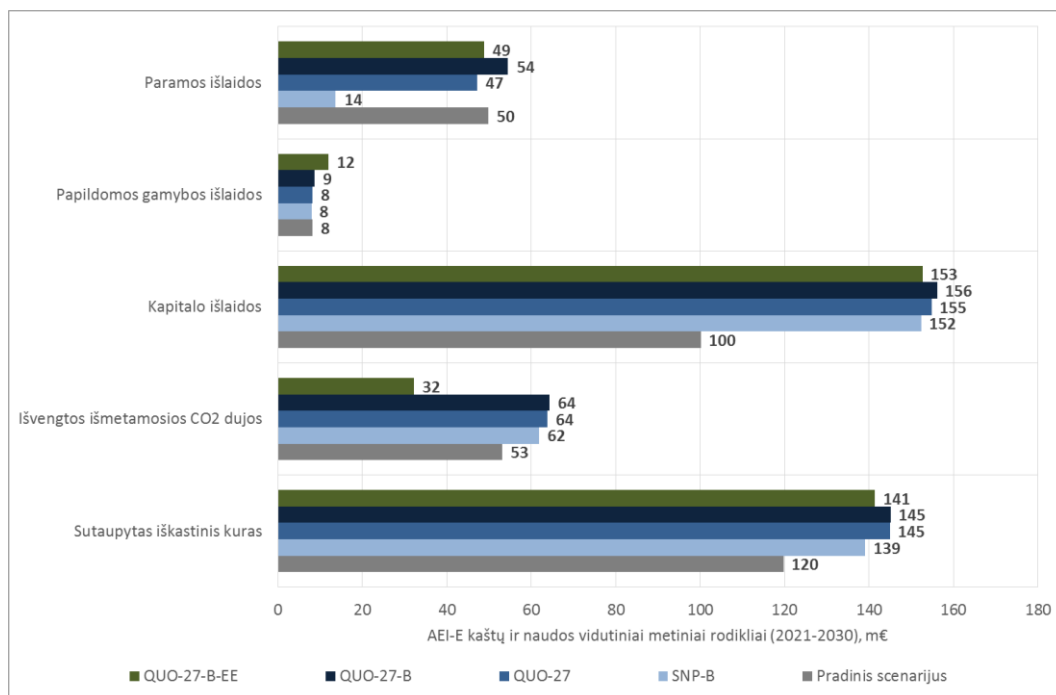


**Pav. 30: Estijos AEI kaštų ir naudos vidutiniai metiniai vertinimo rodikliai 2021-2030 metų laikotarpyje**

30 paveikslas apibendrinta kaštų ir naudos rodiklius, kurie susidaro dėl AEI panaudojimo plėtros po 2020 m. Vertinant vidutinius metinius kaštų ir naudos rodiklius gauti tokie rezultatai:

- Pradinio scenarijaus atveju AEI dalis bendrame galutinės energijos suvartojime yra beveik tokia pati kaip SNP-B scenarijuje, tačiau vidutinės kasmetinės paramos išlaidos yra 40 m€ didesnės, kurios sudaro apie 0,29 proc. BVP. Kiti kaštų ir naudos vertinimo rodikliai yra beveik 27,8 proc. mažesni.
- SNP-B scenarijaus atveju, kuriame parama yra tęsiama iki 2030 metų, Estijos paramos išlaidos galėtų sumažėti iki 3 kartų lyginant su visais kitais scenarijais. Be to, SNP-B scenarijaus atveju išvengtų išmetamųjų CO<sub>2</sub> dujų kiekis ir sutaupyto iškastinio kuro kiekis būtų didesnis nei pradiniame scenarijuje.
- AEI dalis bendrame galutinės energijos suvartojime ženkliai skiriasi lyginant QUO-27 ir QUO-27-B scenarijus. Tačiau vidutiniai metiniai kaštų rodikliai labai panašūs. Pavyzdžiui, paramos išlaidos skiriasi tik 1 proc., papildomos gamybos išlaidos skiriasi 16 proc., o kapitalo išlaidos skiriasi 6 proc. Galima daryti prielaidą, kad Estijoje taikant QUO-27 scenarijų, kuriame parama biokurui išlieka iki 2030 metų, leistų pasiekti kur kas didesnę AEI dalį bendrame galutinės energijos suvartojime.
- Pagal QUO-27-B-EE scenarijų, AEI dalis bendrame galutinės suvartojime būtų didžiausia lyginant su visais kitais scenarijais. Šį rezultatą galima būtų paaiškinti tuo, kad didesnio energijos vartojimo efektyvumo atveju, energijos poreikis yra mažesnis. Taigi, QUO-27-B-EE atveju paramos išlaidos būtų maždaug 49 m€, o tai

sudarytų 0,22 proc. Estijos BVP. Tačiau papildomos gamybos išlaidos 12 m€ kiekvienais metais būtų didžiausios. Kapitalo išlaidos sudarytų 302 m€, o tai pareikalautų 1,37 proc. Estijos BVP, kol tuo tarpu ES vidurkis yra 0,30 proc. Be to, išvengtų CO<sub>2</sub> emisijų kiekis būtų mažiausias ir sudarytų 64 m€, išreiškiant pinigine išraiška.

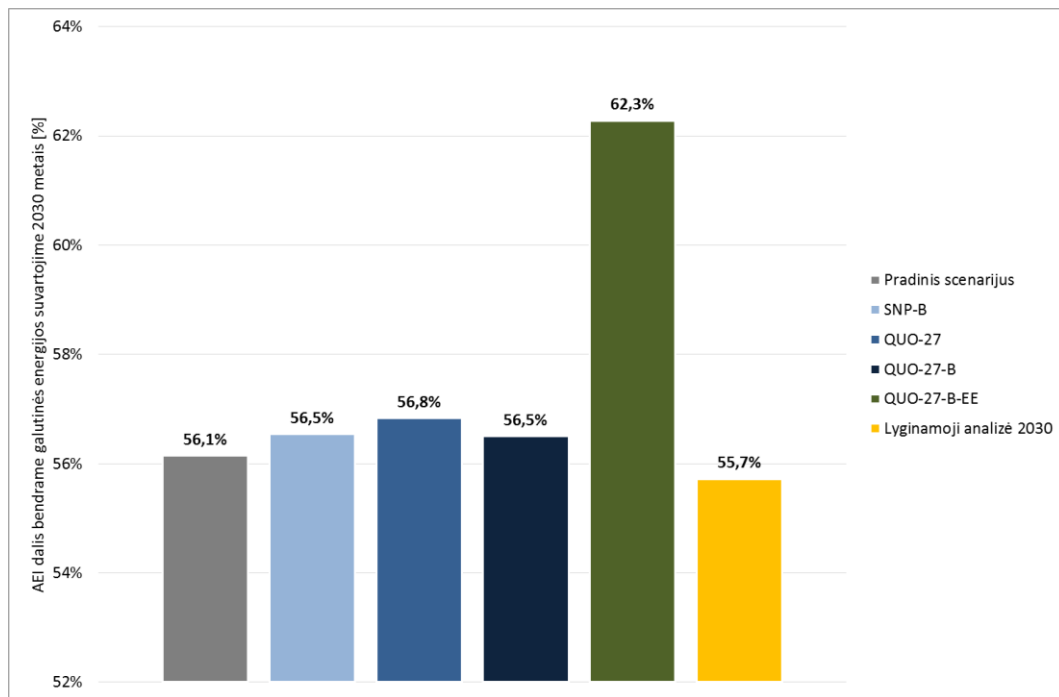


*Pav. 31: Estijos AEI-E kaštų ir naudos vidutiniai metiniai vertinimo rodikliai 2021-2030 metų laikotarpyje*

Analizuojant modeliavimo rezultatus (30 pav., 31 pav.), pastebima, kad didžioji dalis paramos išlaidų būtų skiriama elektros energijos sektoriui. Beveik visos papildomos gamybos išlaidos kyla dėl elektros sektoriaus visuose scenarijuose. Plėtojant AEI naudojimą elektros energijos sektoriuje, kapitalo išlaidos sudarytų beveik pusę visų AEI naudojimo kaštų. Tačiau sutaupyto kuro dalis sudarytų tik vieną penktadalį. Galima daryti prielaidą, kad šildymo ir vėsinimo bei transporto sektoriai lemią didžiausią iškastinio kuro importo dalį Estijoje.

### 6.3.3. Švedijos AEI technologijų kaštų ir naudos vertinimas

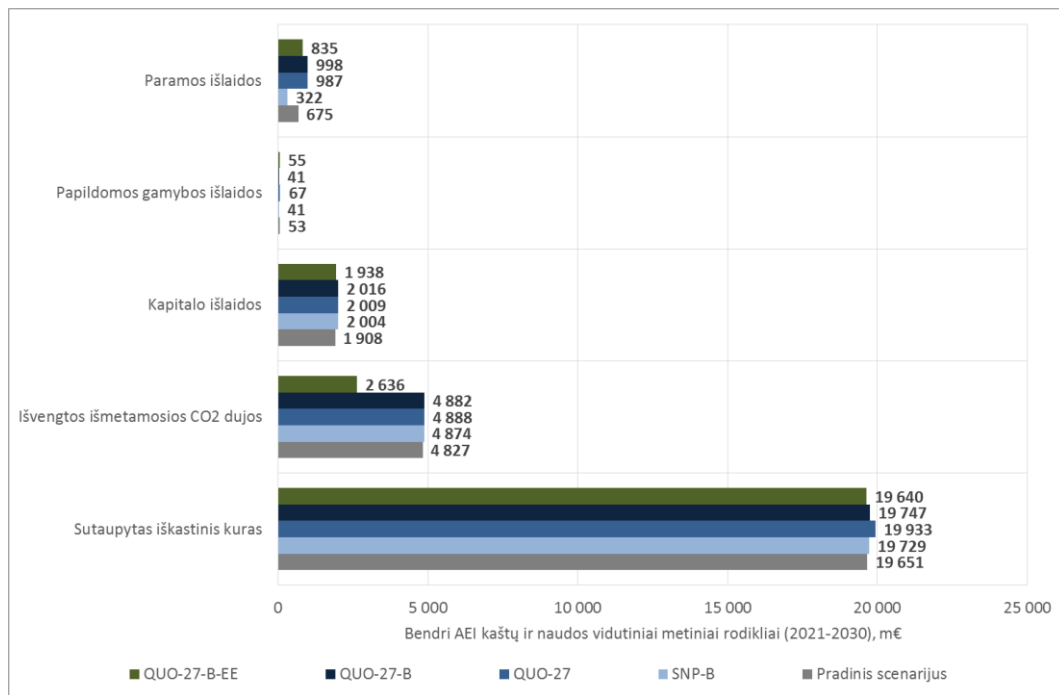
Švedija, kurios AEI dalis 2015 m. sudarė daugiau kaip 52 proc., pasiekė didžiausią AEI dalį bendrame galutinės energijos suvartojime lyginant su kitomis ES valstybėmis. Švedijoje vyrauja pastovi AEI plėtros augimo tendencija. Nuolat auga vėjo energijos gamyba ir biokuro dalis transporto sektoriuje. Pavyzdžiui, spartų AEI naudojimo augimą 2013-2015 m. sąlygojo sparčiai sumažėjęs bendras energijos poreikis dėl išaugusio energijos vartojimo efektyvumo. Be to, svarbu paminėti, kad Švedija eksportuojamą AEI dalį neįtraukia į bendrą galutinės energijos suvartojimą (pvz., 2014 m. neįtraukta eksportuotos elektros energijos dalis sudarė 2578 GWh).



**Pav. 32: AEI dalis bendrame galutinės Švedijos energijos suvartojime 2030 metais pagal visus įvertintus scenarijus**

Iš 32 paveikslo matoma, kad visi vertinami scenarijai turi beveik tokią pačią AEI dalį bendrame galutinės energijos suvartojime. Tik QUO-27-B-EE scenarijus sudaro ženkliai didesnę dalį - 62,3 proc. Tai sąlygoja šiuo metu Švedijoje naudojamas didelis kiekis AEI. Nepriklausomai nuo pasirinktos politikos strategijos, didesnė AEI dalis galėtų būti pasiekta tik QUO-27-B-EE scenarijaus atveju. Šiame scenarijuje laikoma, kad didesnis energijos vartojimo efektyvumo rodiklis sumažina energijos poreikį.

Lyginant visus alternatyvius scenarijus su pagrindiniu scenarijumi matyti, AEI dalis bendrame galutinės energijos suvartojime yra labai panašus. Galima daryti prielaidą, kad Švedijoje ne ekonominės kliūtys yra labai mažos arba vyraujančios kliūtys yra sumažinamos per likusį laikotarpį iki 2030 m. Tokiu atveju, norint parinkti tinkamiausią AEI strategiją, politikos leidėjai turėtų remtis kaštų ir naudos analizės palyginimu.



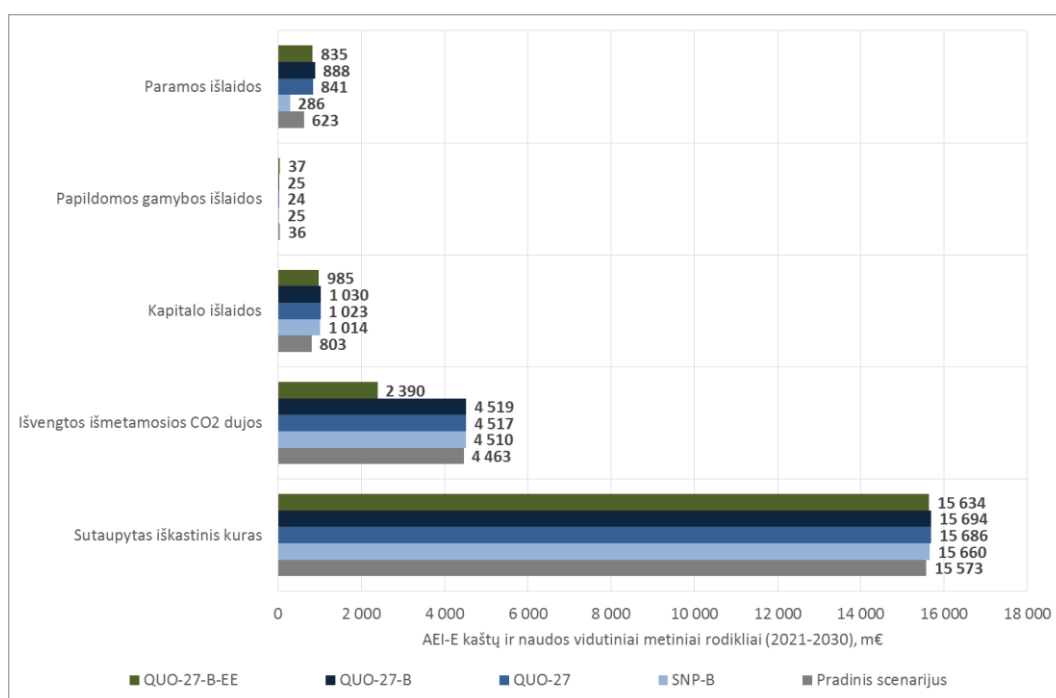
**Pav. 33: Švedijos AEI kaštų ir naudos vidutiniai metiniai vertinimo rodikliai 2021-2030 metų laikotarpyje**

- Pagal SNP-B scenarijų Švedijoje, būtų užtikrintos mažiausios paramos ir papildomas gamybos išlaidos lyginant su kitais scenarijais. Paramos išlaidos būtų iki 210 proc. mažesnės nei alternatyviuose scenarijuose, o tai sudarytų 0,07 proc. reikalingo BVP. Papildomos gamybos sąnaudos būtų mažesnės 12 m€ kiekvienais metais lyginti su pagrindiniu scenarijumi. Kapitalo išlaidos visuose scenarijuose būtų labai panašios, kurios sudarytų apie 0,42 proc. šalies BVP. Kalbant apie AEI plėtros naudą, išvengtas išmetamųjų CO<sub>2</sub> dujų kiekis visuose scenarijuose būtų beveik vienodas apie 4,8 mlrd. €, išskyrus QUO-27-B-EE scenarijaus atveju. Be to, sutaupyto iškastinio kuro kiekis leistų sumažinti kaštus apie 19 mlrd. € kiekvienais metais, nepaisant kuris scenarijus būtų pasirinktas.
- QUO-27 ir QUO-27-B scenarijų rezultatai yra labai panašūs. Abiejuose scenarijuose paramos išlaidos 310 m€ didesnės nei pradiniame scenarijuje. Tai sudaro maždaug 0,21 proc. šalies BVP, norint pasiekti 2030 metų tikslus. Kitas rodiklis, kapitalo išlaidos apytiksliai būtų apie 2 mlrd. €, kurios sudarytų 0,43 proc. Švedijos BVP ir prilygtu vidutiniam ES lygiui - 0,43 proc. Kita vertus, šie du scenarijai rodo skirtingas papildomos gamybos išlaidų rodiklius. Naudojant QUO-27 scenarijų, papildomos gamybos išlaidos būtų apie 67 m€ per metus. Tuo tarpu QUO-27-B scenarijuje - 41 m€. Galime teigti, kad Švedijos ambicingas siekis turėti visiškai nuo iškastinio kuro nepriklausomą transporto sektorių iki 2030 metų lemtų daug didesnes papildomas gamybos išlaidas QUO-27 scenarijuje. Tačiau, šis scenarijus leistų



išvengti didžiausią iškastinio kuro ir išmetamų CO<sub>2</sub> dujų kiekį lyginant su kitais scenarijais.

- Vienintelis QUO-27-B-EE scenarijus Švedijoje, kuris parodo aukštesnę AEI dalį bendrame galutinės energijos suvartojimo poreikyje. Šio scenarijaus atveju paramos išlaidos būtų 160 m€ didesnės, o kapitalo išlaidos 30 m€ didesnės lyginant su pradiniu scenarijumi. Tai sudarytų atitinkamai 0,41 proc. ir 0,18 proc. šalies BVP. Kita vertus, QUO-27-B-EE atveju, AEI plėtra būtų mažesnė dėl energijos efektyvumo didinimo. Todėl išvengtas išmetamųjų CO<sub>2</sub> dujų kiekis būtų 45 proc. mažesnis ir sudarytų 2636 m€ per metus lyginant su kitais scenarijais.



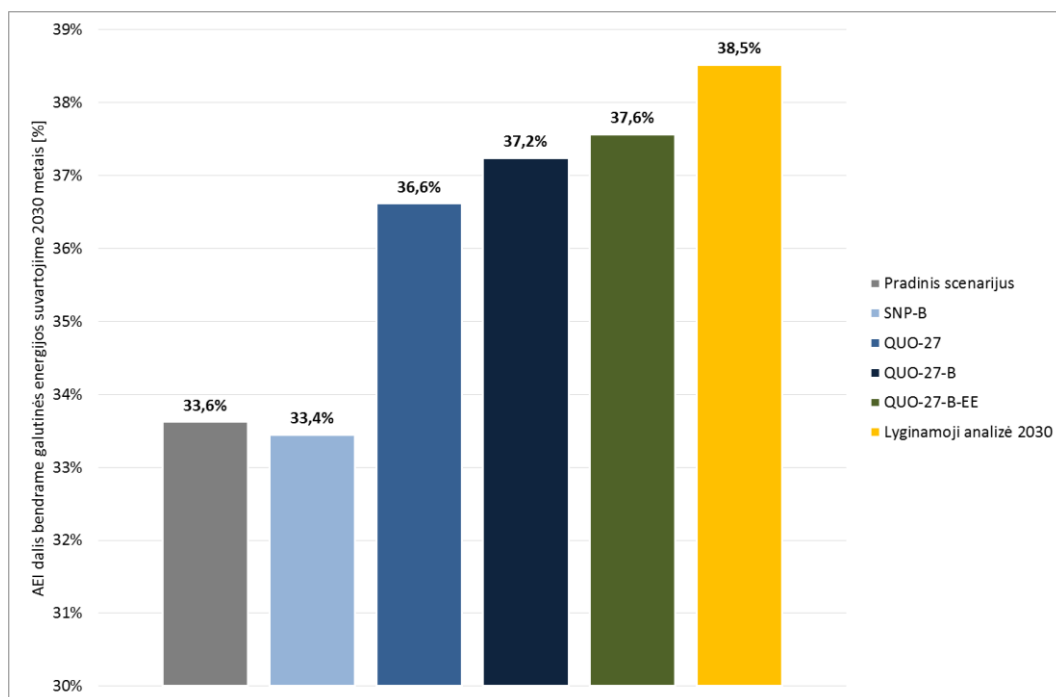
Pav. 34: Švedijos AEI-E kaštų ir naudos vidutiniai metiniai vertinimo rodikliai 2021-2030 metų laikotarpyje

Kaip iš 34 paveikslo matyti, didžioji dalis paramos išlaidų ir papildomos gamybos išlaidų būtų skirta elektros energijos sektoriui. Kapitalo išlaidos skirtos elektros sektoriui sudarytų apie 50 proc. visų išlaidų. Kalbant apie atsinaujinančios energijos naudą, Švedijoje išvengtas CO<sub>2</sub> emisijų kiekis ir sutaupyto iškastinio kuro kiekis būtų didžiausias elektros sektoriuje ir sudarytų atitinkamai 94 proc. ir 75 proc. Galime daryti prielaidą, kad didžioji atsinaujinančios energijos dalis Švedijoje atsiranda dėl elektros sektoriaus plėtros, energijos efektyvumo didinimo šilumos sektoriuje ir biokuro dalies didinimo transporto sektoriuje.

#### 6.3.4. Danijos AEI technologijų kaštų ir naudos vertinimas

Danija, kurios AEI dalis 2015 m. sudarė 29 proc., beveik įvykdė ES direktyvos įsipareigojimus, kurioje nurodama, kad AEI dalis bendrame galutinės energijos suvartojime sudarytų 30 %. Danijos energetikos agentūra (angl. *Danish energy agency*) teigia, kad energijos

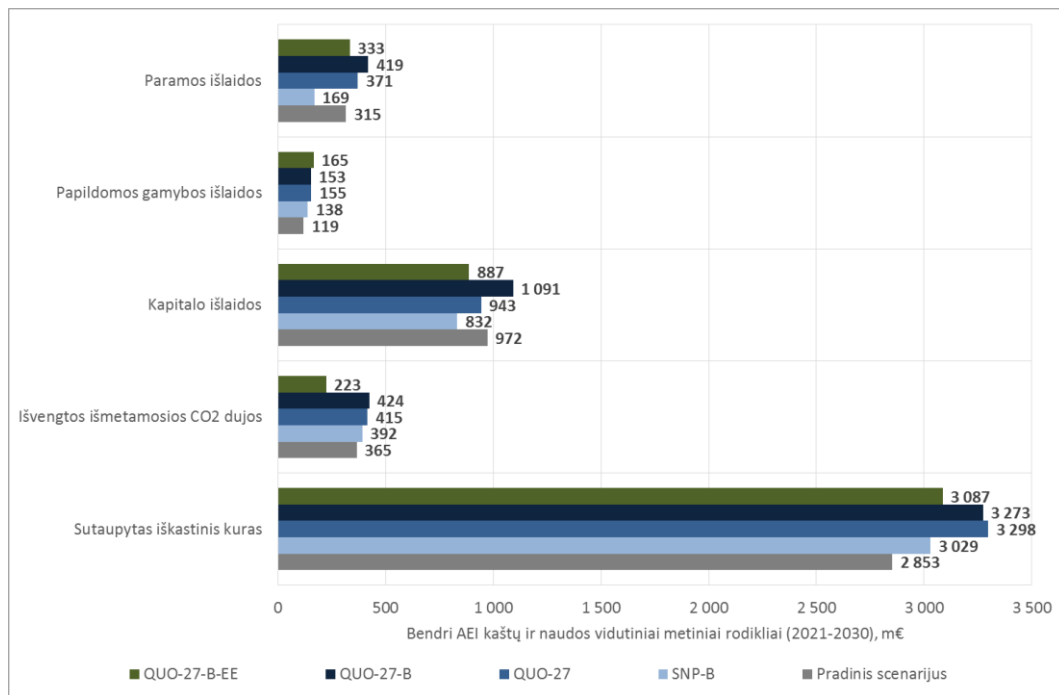
poreikis nuolatos mažėja dėl energijos vartojimo efektyvumo didinimo (pvz., pirminės energijos intensyvumas 2000 – 2013 m. sumažėjo 15,9 proc.).



**Pav. 35: AEI dalis bendrame galutinės Danijos energijos suvartojime 2030 metais pagal visus įvertintus scenarijus**

Iš 35 paveikslo matyti, pradiniam scenarijuje AEI dalis galutinės energijos suvartojime (33,6 proc.) yra didesnė nei SNP-B scenarijaus atveju (33,4 proc.), tačiau ženkliai mažesnė nei LA-2030 (38,5 proc.) scenarijuje. Vadinasi, jei Danijos vyriausybė nutrauktų AEI paramos strategiją, šalis negalėtų pasiekti LA – 2030 scenarijaus lygio. Iš SNP-B scenarijaus rezultatų matyti, biokuro paramos nutraukimas visuose kituose scenarijuose leistų ženkliai padidinti AEI dalį bendrame galutinės energijos suvartojime.

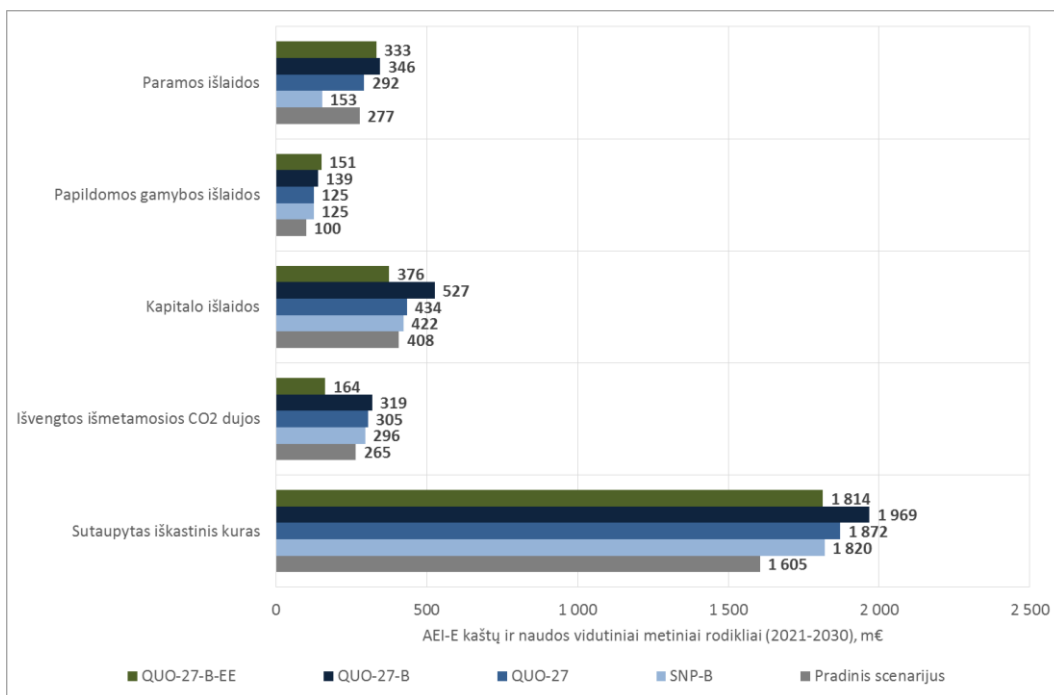
Visuose harmonizuotos QUO-27 scenarijuose AEI dalis bendrame galutinės energijos suvartojime būtų didžiausia. Tai reiškia, kad AEI potencialas yra santykinai pigesnis nei kitose ES valstybėse. Danijoje, didžioji dalis elektros energijos (t.y. maždaug. 42 proc.) yra pagaminama vėjo elektrinėse. Paminėtina, kad naujai diegiamos vėjo elektrinių galios tolygiai pasiskirstytų sausumoje ir jūroje. Tai rodo didėjančią vėjo elektrinių, statomų jūroje, konkurencingumą, kuris atsiranda dėl technologijų apsimokymo ir sumažėjusių vėjo elektrinių įrengimo išlaidų.



**Pav. 36: Danijos AEI kaštų ir naudos vidutiniai metiniai vertinimo rodikliai 2021-2030 metų laikotarpyje**

- Pagal SNP-B scenarijų Danijoje, paramos ir papildomas gamybos išlaidos lyginant su kitais scenarijais būtų mažiausios. Paramos išlaidos būtų iki 46,3 proc. mažesnės, o kapitalo išlaidos būtų iki 14,3 proc. mažesnės nei visuose kituose scenarijuose. Kalbant apie AEI plėtros naudą, išvengtas CO<sub>2</sub> dujų emisijos kiekis siektų 392 m€. Be to, sutaupyto iškastinio kuro kiekis leistų sumažinti kaštus apie 3 mlrd. € kiekvienais metais.
- QUO-27 scenarijuje paramos išlaidos siektų 371 m€, o tai sudarytų 0,13 proc. šalies BVP. Kapitalo išlaidos būtų 29 m€ mažesnės nei pradiniame scenarijuje, kuriame parama AEI laikui bėgant yra nutraukiama. QUO-27 scenarijaus atveju, sutaupyto iškastinio kuro kiekis 3298 m€ būtų didžiausias lyginant su kitais scenarijais. Sutaupyto kuro kiekis galėtų būti dar didesnis, nes Danija beveik patenkina savo iškastinio kuro energijos poreikius išgaudama pakankamą kiekį naftos ir dujų produktų.
- QUO-27-B scenarijus Danijoje atveju, paramos išlaidos sudarytų 419 m€, o kapitalo išlaidos - 1091 m€, kurios būtų didžiausios lyginant su kitais scenarijais. Tai sudarytų atitinkamai 0,14 proc. ir 0,37 proc. šalies BVP. Kita vertus, QUO-27-B atveju išvengtas išmetamųjų CO<sub>2</sub> dujų kiekis būtų didžiausias ir sudarytų 424 m€ per metus.
- Jei Danija pasirinktų QUO-27-B-EE scenarijų, papildomos gamybos išlaidos sudarytų 165 m€ ir būtų iki 38,5 proc. didesnės lyginant su kitais scenarijais. Kapitalo išlaidos būtų 8,8 proc. mažesnės nei pradiniame scenarijuje. Tai sudarytų 0,30 proc.

šalies BVP ir būtų lygus ES vidurkiui. Jei energijos efektyvumo lygis būtų padidintas iki 27 proc., bendras energijos suvartojimas būtų mažesnis. Todėl norint pasiekti didesnę AEI dalį bendrame galutinės energijos suvartojime reikėtų mažesnės AEI efektyvaus panaudojimo plėtros. Iš 36 paveikslo matyti, išmetamųjų CO<sub>2</sub> dujų kiekis būtų iki 38,8 proc. mažesnis nei kituose scenarijuose, tai sudarytų 223 m€ per metus.

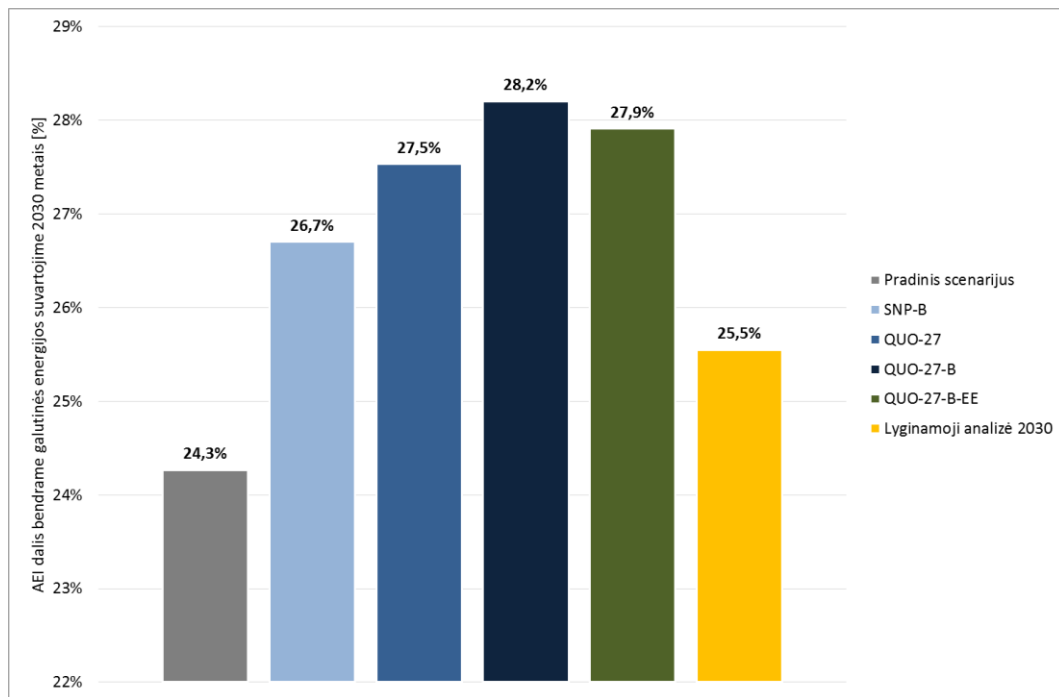


**Pav. 37: Danijos AEI-E kaštų ir naudos vidutiniai metiniai vertinimo rodikliai 2021-2030 metų laikotarpyje**

Kaip iš 37 paveikslo matyti, didžioji dalis paramos išlaidų ir papildomos gamybos išlaidų būtų skirta elektros energijos sektoriui (37 pav.). Kapitalo išlaidos skirtos elektros sektoriui sudarytų beveik 50 proc. visų patiriamų išlaidų. Kalbant apie atsinaujinančios energijos naudą, Danijoje išvengtas CO<sub>2</sub> emisijų kiekis ir sutaupyto iškastinio kuro kiekis būtų didžiausias elektros sektoriuje ir sudarytų atitinkamai 75,5 proc. ir 60 proc. Galime daryti prielaidą, kad didžioji atsinaujinančios energijos dalis Danijoje atsiranda dėl elektros sektoriaus plėtros, energijos efektyvumo didinimo šilumos sektoriuje.

### 6.3.5. Vokietijos AEI technologijų kaštų ir naudos vertinimas

Vokietija jau turi labai ambicingus atsinaujinančios energijos ir energijos vartojimo efektyvumo didinimo planus, taip pat, ŠESD išmetimo mažinimo tikslus. Vokietijoje AEI instaliuotos galios pajėgumai yra didžiausi Europoje ir tai yra šalis turinti didžiausią AEI dalį pirminės energijos balanse 2011 m. Vokietijos vyriausybė priėmė *Energiewende*, kuriuo įsipareigoja pasiekti, kad AEI dalis galutinės energijos suvartojime turėtų būti ne mažesnė kaip 30 proc. – 2030 m. ir 60 proc. - 2050 m.

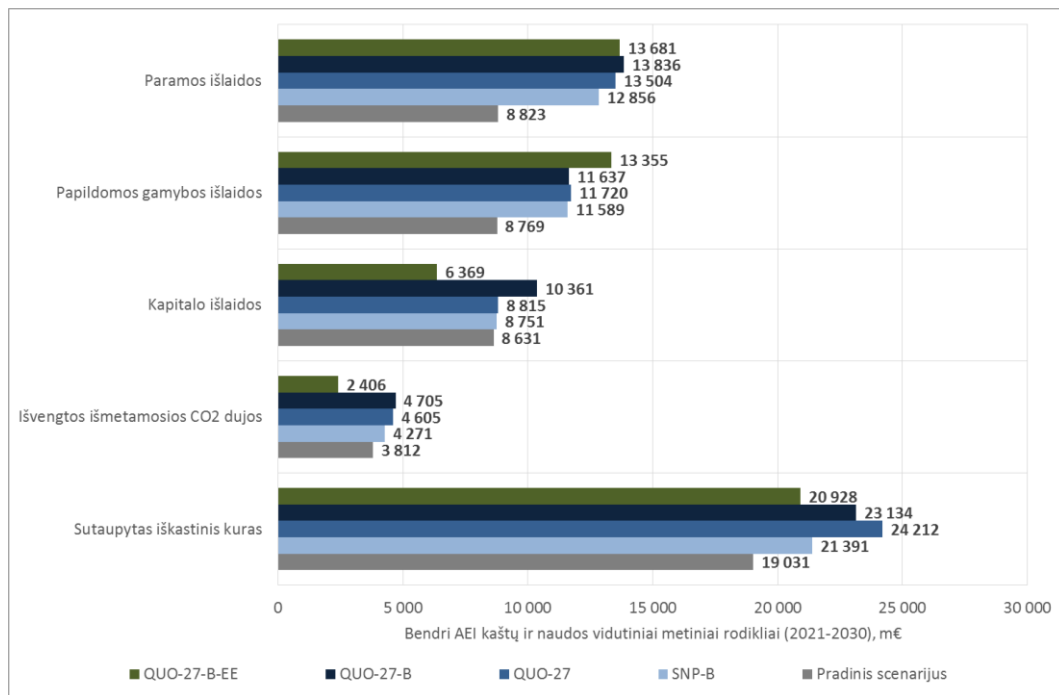


**Pav. 38: AEI dalis bendrame galutinės Vokietijos energijos suvartojime 2030 metais pagal visus įvertintus scenarijus**

Kaip matyti iš 38 paveikslo, pradinio scenarijaus atveju, Vokietija pasiektų mažiausią AEI dalį bendrame energijos suvartojime. Tai gali būti paaiškinama tuo, kad paramos lygis skirtas AEI plėtros skatinimui būtų palaipsniui nutraukiamas. Todėl norint padidinti naujas AEI technologijų atėjimą į rinką reikės papildomų paskatų. Kitas faktas lemiantis žemą AEI dalį bendrame galutinės energijos suvartojime 2030 m. yra tai, kad didelė vėjo elektrinių dalis pasiekia savo eksploataavimo laikotarpio pabaigą. Dėl to, senosios vėjo elektrinės turės būti rekonstruojamos arba pakeistos naujomis norint pasiekti didesnę AEI dalį.

Lyginant LA 2030 scenarijų su pradiniu scenarijumi, matyti šiek tiek didesnę AEI dalis bendrame galutinės energijos suvartojime. Vokietijos ekonomikos lygis yra santykinai didesnis nei visų kitų ES valstybių vidurkis. Tai įpareigoja Vokietiją pakelti didesnę AEI našą diegiant ir plėtojant naujas AEI technologijas.

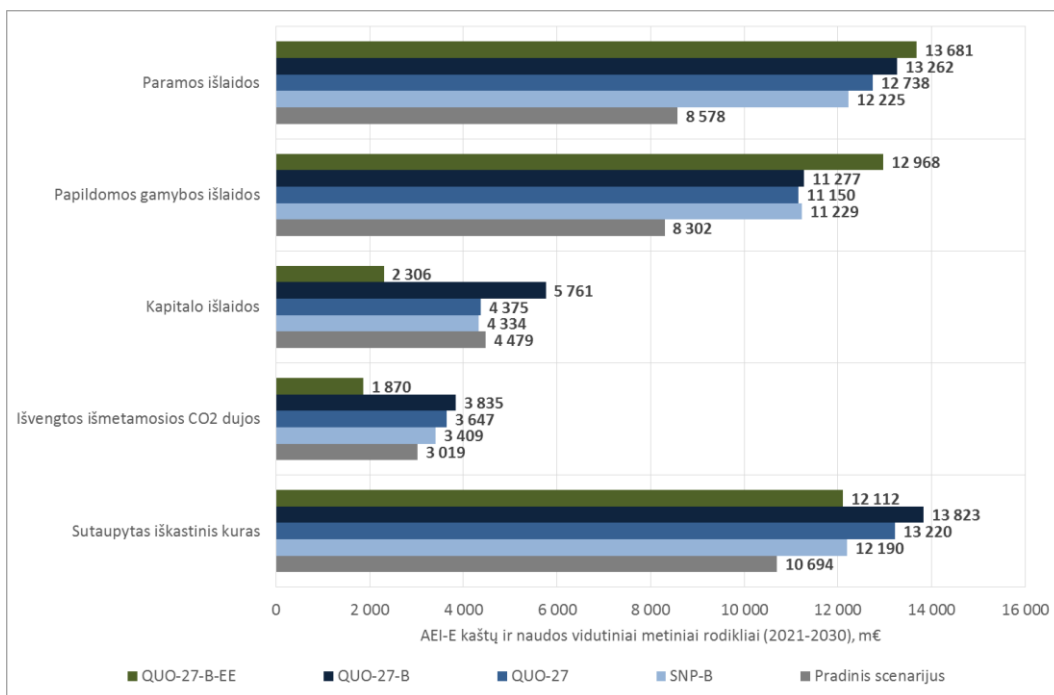
Lyginant SNP-B ir QUO-27 scenarijų rezultatus, matyti gana panaši AEI dalis bendrame galutinės energijos suvartojime. Didžiausia AEI dalis būtų pasiekta QUO-27-B scenarijuje, o mažiausia dalis – SNP-B scenarijuje. Galime daryti išvadą, kad ES harmonizuota kvotų sistema Vokietijoje sukurtų didesnę AEI dalį QUO-27 scenarijuose nei SNP-B atveju. Kita vertus, didžiausia AEI dalis nereiškia, kad tai yra naudingiausias ar efektyviausias variantas. Todėl būtina palyginti kaštų ir naudos rodiklius tarp skirtingų scenarijų.



**Pav. 39: Vokietijos AEI kaštų ir naudos vidutiniai metiniai vertinimo rodikliai 2021-2030 metų laikotarpyje**

- Pradiniame ir SNP-B scenarijuose AEI dalis yra mažiausia (39 pav.), tačiau kaštai taip pat yra mažesni nei kituose scenarijuose. Visuose QUO-27 scenarijuose AEI dalis būtų didžiausia, tačiau kaštai ir nauda skiriasi priklausomai nuo vertinamo rodiklio.
- QUO-27 scenarijuje, paramos išlaidos sudarytų 13,504 m€, o tai yra 4,682 m€ didesnės nei pradiniame scenarijuje. Tai sudarytų 0,46 proc. nacionalinio BVP, tuo tarpu ES vidurkis būtų 0,30 proc. Papildomos gamybos sąnaudos siektų 11,720 m€ ir sudarytų 0,40 proc. šalies BVP, kai ES vidurkis būtų tik 0,16 proc. Tačiau kalbant apie naudą, išvengtas iškastinio kuro kiekis būtų didžiausias lyginant su kitais scenarijais. Tai būtų 5,181 m€ didesnė nauda nei pradiniame scenarijuje.
- QUO-27-B scenarijuje AEI dalis bendram galutinės energijos suvartojime būtų didžiausia lyginant su visais kitais scenarijais. Pavyzdžiui paramos išlaidos būtų 13,836 m€ (kurios sudaro 0,48 proc. šalies BVP), o kapitalo išlaidos būtų 10,361 m€ (kurios sudarytų 0,36 proc. šalies BVP). Tačiau šio scenarijaus atveju išvengtas išmetamųjų CO<sub>2</sub> dujų kiekis būtų iki 44 proc. didesnis lyginant su visais kitais scenarijais.
- Jei Vokietija pasirinktų QUO-27-B-EE politikos scenarijų, vyriausybė turėtų iki 3 proc. mažesnes paramos išlaidas, kurios kasmet sudarytų apie 400 m€ lyginant su pradiniu scenarijumi. Be to, kapitalo išlaidos būtų 27 proc. mažesnės nei visuose kituose scenarijuose. Kita vertus, papildomos gamybos sąnaudos būtų 15 proc. didesnės (maždaug 1,500 m€ per metus) nei pradiniame scenarijuje. Išreiškiant BVP rodikliu, tai sudarytų apie 0,46 proc., tuo tarpu ES vidurkis būtų 0,17 proc. QUO-27-B-EE atveju, tikimasi teigiamo

poveikio dėl klimato kaitos, oro taršos ir mažesnės priklausomybės nuo importuojamo iškastinio kuro. Pagal QUO-27-B-EE politiką, Vokietija išvengtų išmetamųjų CO<sub>2</sub> dujų kiekį, kurios vertė siektų apie 1,400 m€ per metus (darant prielaidą, kad vidutinė išmetamųjų CO<sub>2</sub> dujų kaina 2021-2030 būtų 18,65 €/tCO<sub>2</sub>). Tačiau, iškastinio kuro sąnaudos būtų 10 proc. didesnės lyginant su pradiniu scenarijumi, bet 14 proc. mažesnės nei kituose alternatyviuose scenarijuose.



**Pav. 40: Vokietijos AEI-E kaštų ir naudos vidutiniai metiniai vertinimo rodikliai 2021-2030 metų laikotarpyje**

Didžiąją dalį kaštų ir naudos vidutinių metinių rodiklių sudaro elektros sektorius (40 pav.). Nepaisant koks scenarijus būtų pasirinktas, beveik visos paramos išlaidos būtų skirtos elektros sektoriui. Panaši situacija vyrauja ir papildomoms gamybos išlaidoms. Elektros sektorius sudarytų iki 97 proc. visų papildomų gamybos išlaidų. Kapitalo išlaidos būtų labiau paskirstytos tarp skirtingų sektorių. Priklausomai nuo pasirinkto scenarijaus elektros sektorius sudarytų iki 50 proc. visų kapitalo išlaidų. Kalbant apie AEI teikiamą naudą, išvengtas išmetamųjų CO<sub>2</sub> dujų kiekis iki 85 proc. kyla dėl elektros sektoriaus eksploatavimo. Tačiau sutaupyto iškastinio kuro kiekis labiau priklauso nuo šildymo – vėsinimo ir transporto sektorių, todėl elektros sektorius sukuria iki 50 proc. naudos, panaudojant AEI.

## IŠVADOS

1. Atlikta analizė parodė, kad šiuo metu vyrauja trys pagrindinės AEI tiesioginio rėmimo priemonės: supirkimo tarifai, priemokos ir kvotų sistema pagrįsta žaliaisiais sertifikatais. Europoje taip pat taikomas netiesioginis AEI rėmimas (investicijų subsidijos, mokesčių lengvatos ir kt.). Visos taikomos AEI paramos priemonės turi savo privalumų ir trūkumų. Supirkimo tarifai – sąlygoja mažiausią investuotojų riziką, todėl labiausiai skatina AEI integraciją į rinką. Priemokos – labiau laisvos rinkos principus užtikrinanti bei apribojanti AEI gamintojų viršpelni priemonė. Kvotų sistema – užtikrina konkurencingą rinką elektros energijos gamintojams, tačiau ši paramos schema neskatina sparčios AEI plėtros.
2. Atlikta AEI paramos schemų analizė parodė, kad skiriasi ne tik supirkimo tarifų lygiai ir galiojimo terminas, bet ir tarifo struktūra bei tarifo nustatymo metodika. Lietuvoje elektros energijos, pagamintos naudojant AEI, tarifų lygiai nustatomi taikant elektros energijos gamybos kaštų metodiką.
3. Atlikus palyginamąją atskirų šalių AEI panaudojimo elektros energijos gamyboje ir paramos lygio analizę nustatyta, kad plėtros efektyvumas yra didesnis šalyse, kuriose taikomas supirkimo tarifas. Mažiausias paramos schemų efektyvumas yra šalyse, kurios taiko kvotų sistemą. Galime daryti išvadą, kad kvotų sistemą taikančiose šalyse elektros energijos gamintojai susiduria su didesne investavimo rizika, kuri neskatina efektyvesnės AEI panaudojimo plėtros.
4. AEI kaštų ir naudos vertinimas atliktas taikant imitacinį Green-X modelį. Šis imitacinis modelis leidžia atlikti detalų AEI panaudojimo ekonominį vertinimą tiek atskirų sektorių, tiek šalių ir technologijų lygyje.
5. Taikant Green-X modelį ir analizuojant skirtingus AEI skatinimo scenarijus penkiose ES valstybėse nustatyta, kad didžiausia AEI dalis (62 proc.) bendrame galutinės energijos suvartojime būtų pasiekta naudojant ES mastu harmonizuotą kvotų sistemą. Mažesnė AEI dalis (26,7 proc.) būtų pasiekta, jei visos šalys ir toliau taikytų šiuo metu galiojančias paramos schemas iki 2030 m. Šiuo metu taikomų paramos schemų atsisakymas sąlygotų mažiausią prognozuojamą AEI dalį (24 proc.) bendrame galutinės energijos suvartojime iki 2030 m.
6. Atliktos kaštų ir naudos analizės rezultatai parodė, kad skirtingos paramos schemas kiekvienoje šalyje sukurtų skirtingo dydžio kaštus ir naudas. Kadangi kiekvienos šalies ekonominės gerovės lygmuo skiriasi, todėl palyginamasis poveikio vertinimas atliktas lyginant kaštų ir naudos įtaką šalies BVP. Pvz., didžiausios paramos išlaidos būtų



Vokietijoje ir sudarytų nuo 0,3 proc. iki 0,47 proc. šalies BVP (Lietuvoje: 0,04 – 0,25 proc.), tuo metu ES vidurkis vyrauja nuo 0,2 proc. iki 0,31 proc. Didžiausios kapitalo išlaidos Estijoje pareikalautų nuo 1,15 proc. iki 1,45 proc. šalies BVP (Lietuvoje: 0,8 – 1,04 proc.), kai ES vidurkis vyrauja tarp 0,29 proc. - 0,46 proc. priklausomai nuo naudojamos paramos schemas. Didžiausios gamybos išlaidos būtų Vokietijoje, kurios pareikalautų nuo 0,30 proc. iki 0,45 proc. šalies BVP (Lietuvoje: 0,2 – 0,4 proc.), tuo tarpu ES vidurkis siekia 0,17 proc.

7. Naudos vertinimo rezultatai rodo, kad visų analizuotų scenarijų atveju, AEI skatinimas leistų ženkliai sumažinti išmetamą CO<sub>2</sub> emisiją (pvz., nuo 75 m€ Lietuvos atveju iki 4,7 mlrd.€ Vokietijos atveju) ir priklausomybę nuo iškastinio kuro importo (pvz., nuo 1,2 mlrd.€ Lietuvos atveju iki 24 mlrd.€ Vokietijos atveju). Būtina paminėti, neekonominių kliūčių pašalinimas leistų ženkliai padidinti AEI dalį bendrame galutinės energijos suvartojime (pvz. Lietuvos atveju nuo 34,9 proc. iki 42,7 proc.).

## LITERATŪROS SARAŠAS

1. United nations. Framework Conention on Climate Change. Kyoto Protocol.  
[http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.ph](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.ph)
2. K. Branker, M. Pathak, and J. M. Pearce, “A review of solar photovoltaic levelized cost of electricity,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 15, no. 9, pp. 4470–4482, 2011.  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2016-03-03]  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032111003492>
3. K. Bokenkamp, H. LaFlash, V. Singh, and D. Bachrach Wang, “Hedging carbon risk: Protecting customers and shareholders from the financial risk associated with carbon dioxide emissions,” *Elect. J.*, vol. 18, no. 6, pp. 11–24, 2005.  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2016-03-03]  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1040619005000631>
4. R. Wiser and G. Barbose, “Renewables portfolio standards in the United States,” LBNL, Berkeley, CA, USA, Tech. Rep. LBLN-154E, 2008  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2016-03-03]  
<https://emp.lbl.gov/sites/all/files/presentation-lbnl-154e-ppt-revised.pdf>
5. Employment and growth effects of sustainable energies in the European Union FINAL REPORT Contract no.: ENER/C1/428-2012. Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2016-03-07]  
[https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/EmployRES-IIproc.20finalproc.20report\\_0.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/EmployRES-IIproc.20finalproc.20report_0.pdf)
6. Haas R., Eichhammer W., How to promote renewable energy systems successfully an effectively. *Energy Policy* 32 (2004).
7. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2004/8/EB dėl termofikacijos skatinimo, remiantis naudingosios šilumos paklausa vidaus energetikos rinkoje. 2004m. vasario 11d.  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2015-05-23]  
[http://www3.lrs.lt/pls/inter1/dokpaieska.showdoc\\_l?p\\_id=46621&p\\_query=&p\\_tr2=2](http://www3.lrs.lt/pls/inter1/dokpaieska.showdoc_l?p_id=46621&p_query=&p_tr2=2)
8. ENERGIJOS GAMYBOS APIMČIŲ IŠ ATSINAUJINANČIŲ ENERGIJOS IŠTEKLIŲ 2008–2025 m. STUDIJOS PARENGIMAS.  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2015-05-24]  
[http://www.ena.lt/Ataskaitos/AEI\\_studija.pdf](http://www.ena.lt/Ataskaitos/AEI_studija.pdf)
9. Lietuvos respublikos ataskaita apie pažangą skatinant ir naudojant atsinaujinančius energijos išteklius, 2013 m.  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2015-12-10]  
[http://www.ena.lt/pdfai/Ataskaita\\_AIE\\_2013.pdf](http://www.ena.lt/pdfai/Ataskaita_AIE_2013.pdf)

10. LIETUVOS RESPUBLIKOS ATSINAUJINANČIŲ IŠTEKLIŲ ENERGETIKOS ĮSTATYMAS 2011 m. gegužės 12 d. Nr. XI-1375, Vilnius  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2016-02-09]  
<https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.FC7AB69BE291/cuoepMXSBz>
11. Trutnevis V. 2006 m. Vėjo energetika Lietuvoje. Konferencijos pranešimas.
12. Lietuvos respublikos vyriausybė. Nutarimas. Dėl atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo elektros energijai gaminti skatinimo kvotų ir aukcionų regionų patvirtinimo 2012 m. liepos 4 d. Nr. 810. Vilnius.  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2015-12-23]  
<https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalActPrint?documentId=TAR.5E1ED8CA379C>
13. Net installed electricity generation capacity in Germany.  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2015-12-15]  
[https://www.energy-charts.de/power\\_inst.htm](https://www.energy-charts.de/power_inst.htm)
14. EUROPOS PARLAMENTO IR TARYBOS DIREKTYVA. 2009/28/EB 2009m. balandžio 23 d. Dėl skatinimo naudoti atsinaujinančių išteklių energiją, iš dalies keičianti bei vėliau panaikinanti Direktyvas 2001/77/EB ir 2003/30/EB  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2015-12-22]  
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/HTML/?uri=CELEX:02009L0028-20130701&from=LT>.
15. The German feed – in tariff. Recent policy changes. September 2012.  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2015-12-19]  
[https://www.db.com/cr/en/docs/German\\_FIT\\_Update\\_2012.pdf](https://www.db.com/cr/en/docs/German_FIT_Update_2012.pdf)
16. Germany energy blog 2009-2014.  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2015-12-21]  
[http://www.germanenergyblog.de/?page\\_id=14068](http://www.germanenergyblog.de/?page_id=14068)
17. Valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija. Atsinaujinantys ištekliai.  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2015-12-22]  
<http://www.regula.lt/atsinaujinantys-istekliai/Puslapiai/tarifai.aspx>
18. Mapping the way forward for the hydro sector in the European Union.  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2015-12-14] <http://www.streammap.esha.be/14.0.html>
19. Is 100 proc. Renewable Energy possible for Germany by 2020? August 2011.  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2016-01-10]  
[http://www.geni.org/globalenergy/research/renewable-energy-potential-of-germany/Germany\\_Final\\_PBMfinal.pdf](http://www.geni.org/globalenergy/research/renewable-energy-potential-of-germany/Germany_Final_PBMfinal.pdf)
20. Germany's Experience: How Effective Are Renewables, Really?

- Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2016-01-10]  
<http://www.spiegel.de/international/germany/germany-s-experience-how-effective-are-renewables-really-a-667443-5.html>
21. Eurostat duomenų bazė.  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2016-01-10]  
<http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>
22. EEG – THE RENEWABLE ENERGY SOURCES ACT. The success story of sustainable policies for Germany, 2007.  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2016-01-10]  
[http://www.ontario-sea.org/Storage/28/1947\\_The\\_Renewable\\_Energy\\_Sources\\_Act\\_Brochure.pdf](http://www.ontario-sea.org/Storage/28/1947_The_Renewable_Energy_Sources_Act_Brochure.pdf)
23. Lietuvos respublikos valstybės kontrolė valstybinio audito ataskaita atsinaujinančių energijos išteklių potencialo naudojimas Lietuvoje 2010 m. sausio 15 d. Nr. VA-P-20-2-1 Vilnius.  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2016-01-07] <https://www.vkontrole.lt/failas.aspx?id=2021>
24. Currier, M. K. A regulatory adjustment process for the determination of the optimal percentage requirement in an electricity market with Tradable Green Certificates.  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2016-01-07]  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421513006757>
25. Jaraminienė, E., Siniak, N. Atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimo elektros energijos gamyboje apimčių analizė ir rekomendacijų dėl elektros energijos, kuriai gaminti naudojami atsinaujinantys energijos ištekliai, gamybos ir supirkimo skatinimo 2010–2020 m. parengimas, 2008, 56.  
Prieiga per internetą:  
[http://www.lvea.lt/public/gallery/C\\_Documentsproc.20andproc.20Settings\\_Aiste\\_Local\\_proc.20Settings\\_Applicationproc.20Data\\_Opera\\_Opera\\_profile\\_cache4\\_opr077B7.pdf](http://www.lvea.lt/public/gallery/C_Documentsproc.20andproc.20Settings_Aiste_Local_proc.20Settings_Applicationproc.20Data_Opera_Opera_profile_cache4_opr077B7.pdf)
26. Lietuvos energetikos institutas. Vėjo elektrinių plėtros galimybių analizė, 2009.  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2016-01-06]  
[http://www.ena.lt/doc\\_atsti/VEPG\\_1\\_dalis.pdf](http://www.ena.lt/doc_atsti/VEPG_1_dalis.pdf)
27. SKM Elcertificate prices.  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2016-01-08] <http://www.skm.se/elcert.php>
28. Sweden's Evolving Hydropower Sector: Renovation, Restoration and Concession Change.

- Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2016-01-08] <https://www.sei-international.org/mediamanager/documents/Publications/SEI-ProjectReport-Rudberg-SwedensEvolvingHydropowerSector-2013.pdf>
29. Lipp J., 2007 m. Lessons for effective renewable electricity policy from Denmark, Germany and the United Kingdom. Energy Policy 35 (2007) 5481-5495.  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2016-01-09]  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421507002091>
30. Sperling K., Hvelpund F., Mathiesen B.V., 2010m. Evaluation of wind power planning in Denmark – Towards an integrated perspective  
Prieiga per internetą:  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544210003622>
31. Climate and Environment. Electricity news.  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2016-01-09]  
<http://www.energinet.dk/EN/EI/Nyheder/Sider/Vindmoeller-slog-rekord-i-2014.aspx>
32. Energy Policies of IEA Countries 2011 Review.  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2016-01-09]  
[http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/politik/dansk-klima-energipolitik/denmark2011\\_unsecured-3.pdf](http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/politik/dansk-klima-energipolitik/denmark2011_unsecured-3.pdf)
33. Solar power. The electricity generation from photovoltaic cells corresponds to approx. 2 per cent of the total electricity consumption in Denmark.  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2016-01-09]  
<http://www.energinet.dk/EN/KLIMA-OG-MILJOE/Miljoerapportering/VE-produktion/Sider/Sol.aspx>
34. Renewable Energy Act (2008). Promotion of Renewable Energy Act. no. 1392 of 27 December 2008.  
Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2016-01-10]  
<http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/supply/renewable-energy/wind-power/onshore-wind-power/Promotionproc.20ofproc.20Renewableproc.20Energyproc.20Actproc.20proc.20extract.pdf>
35. Green-X programos oficialus internetinis puslapis. Prieiga per internetą: [žiūrėta: 2016-02-29]  
[http://www.green-x.at/GXproc.20viewerproc.20proc.20data/GXviewer\\_framework.htm#db\\_dcc](http://www.green-x.at/GXproc.20viewerproc.20proc.20data/GXviewer_framework.htm#db_dcc)