

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
EKONOMIKOS IR VERSLO FAKULTETAS

Algirdas Stočkus

DARNIOS ELEKTROS ENERGETIKOS PERSPEKTYVŲ VAKARŲ
LIETUVOJE VERTINIMAS

MAGISTRO DARBAS

Darbo vadovė Prof. dr. Irena Pekarskienė

KAUNAS, 2017

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
EKONOMIKOS IR VERSLO FAKULTETAS**

**DARNIOS ELEKTROS ENERGETIKOS PERSPEKTYVŲ VAKARŲ
LIETUVOJE VERTINIMAS**

Verslo ekonomika (621L17001)

MAGISTRO DARBAS

Studentas.....

Algirdas Stočkus, VMGLVE-6 gr.

2017 m. gruodžio 08 d.

Vadovas.....

Prof. dr. Irena Pekarskienė

2017 m. gruodžio 08 d.

Recenzentas.....

Prof. dr. Daiva Dumčiuvienė

2017 m. gruodžio 08 d.

KAUNAS, 2017



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
Ekonomikos ir verslo fakultetas

Algirdas Stočkus

Verslo ekonomika, 621L17001

Baigiamojo magistro darbo „Darnios elektros energetikos perspektyvų Vakarų Lietuvoje vertinimas“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

2017 m. gruodžio 08 d.

Kaunas

Patvirtinu, kad mano **Algirdo Stočkaus** baigiamasis magistro darbas tema „Darnios elektros energetikos perspektyvų Vakarų Lietuvoje vertinimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai, o visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Algirdas Stočkus. Evaluation of Future Perspectives on Sustainable Electricity in Western Lithuania. Master's Final Thesis in Business Economics / supervisor prof. dr. I. Pekarskienė. The School of Economics and Business, Kaunas University of Technology.

Social Science: 04 S

Key words: sustainable energy; sustainable electricity; sustainable electrical energetics; Western Lithuania; sustainable development; evaluation of future perspectives on sustainable electricity in Western Lithuania; sustainable electricity in Western Lithuania.

Kaunas, 2017. 76 p.

SUMMARY

The relevance of the topic. Electrical energetics of Western Lithuania due to its geographical location, the majority of Lithuania's wind power resources concentrated in the region, the *NordBalt* power transmission link and the only deep-water country Klaipėda port is an important link in the Lithuanian sustainable energy sector, which influences the whole country's life. The unplanned development of sustainable electrical energetics in Western Lithuania can create economic, political, social and environmental problems throughout Lithuania.

The recency of research. Western Lithuania's sustainable electricity is usually considered as an integral part of sustainable energy development in Lithuania; however, this region is important and deserves separate analysis. In this master's thesis a PEST analysis and an analysis of economic, technical, legal information, statistical data, and scientific literature are performed; generalizations are made. In addition, economic evaluation of the perspective on sustainable electricity development in Western Lithuania (the electrical energy supply to ships in the port technology installation project in order to reduce air pollution) is performed.

The object of research. Sustainable electricity and its perspectives in Western Lithuania.

The purpose of the research – to analyze the sustainable electricity development in Western Lithuania, to predict and evaluate its perspectives.

The tasks of research:

1. To analyze sustainable electricity in Western Lithuania, identifying its problems and specificities. It will be considered in the light of the following principles of sustainable energy: reducing greenhouse gas emission by reducing emission, incineration of waste, use of energy from renewable sources, energy security and reliability of the grid.

2. To review theoretical aspects concerning sustainable electricity.

3. To perform the PEST analysis of sustainable electricity in Western Lithuania and assess its future development potential.

4. To make an economic assessment of the perspective of electrical energy supply to ships in the port technology installation.

The Master's thesis consists of four parts:

1. Sustainable electrical energy importance and problems in the World and Western Lithuania. This part contains chapters: Greenhouse effect reduction (supply of electrical energy to vessels in the port), waste incineration (*Fortum Klaipėda* cogeneration plant), renewable energy sources (wind power plants), energy security (*NordBalt* power connection) and electrical network reliability (a renewal of the electrical distribution network).

2. Theoretical aspects related to sustainable electricity development. This part consists of the chapters: strategies for sustainable electrical energy development, reducing Greenhouse effect by reducing gas emission, energy from renewable sources, security and reliability of electrical energy supply and evolution of regulation of sustainable electrical energy development.

3. Methodology for the study of sustainable electricity development and the evaluation of perspectives in Western Lithuania.

4. Result and discussion of the research on sustainable electricity development in Western Lithuania. In this part a PEST analysis and economic evaluation of the project on the sustainable electricity development perspective (the electrical energy supply to ships in the port in order to reduce air pollution) are performed.

Summarized conclusions and recommendations are submitted, references are indicated at the end of the thesis.

The thesis consists of 76 pages, 8 pictures and 15 tables, 83 references were used.

TURINYS

Lentelių sąrašas	6
Paveikslų sąrašas	7
ĮVADAS	8
1. DARNIOS ELEKTROS ENERGETIKOS SVARBA IR PROBLEMATIKA	9
1.1. Darni elektros energetika pasaulyje	9
1.2. Darnios elektros energetikos Vakarų Lietuvoje problematika	10
1.2.1. Šiltnamio efekto mažinimas – elektros energijos tiekimas laivams uoste.....	11
1.2.2. Atliekų deginimas – „Fortum Klaipėda“ kogeneracinė elektrinė	12
1.2.3. Atsinaujinantys energijos ištekliai – vėjo elektrinės	13
1.2.4. Energetinis saugumas – „NordBalt“ elektros perdavimo jungtis.....	15
1.2.5. Elektros tinklo patikimumas – skirstomojo elektros tinklo atnaujinimas.....	17
2. DARNIOS ELEKTROS ENERGETIKOS TEORINIAI ASPEKTAI.....	19
2.1. Darnios elektros energetikos vystymo strategijos	19
2.2. Šiltnamio efekto mažinimas ribojant išmetamųjų dujų emisiją	24
2.3. Elektros energija iš atsinaujinančių šaltinių.....	30
2.4. Elektros energijos tiekimo saugumas ir patikimumas	36
2.5. Darnios elektros energetikos vystymo reglamentavimo raida	40
3. TYRIMO METODOLOGIJA	44
4. DARNIOS ELEKTROS ENERGETIKOS PERSPEKTYVŲ VAKARŲ LIETUVOJE TYRIMO REZULTATAI IR DISKUSIJA	47
4.1. Darnios elektros energetikos perspektyvų Vakarų Lietuvoje PEST analizė.....	47
4.2. Elektros energijos tiekimo laivams uoste būtinumo prielaidos.....	50
4.2.1. Pagrindinių veiklų ir jų valdymo numatymas.....	52
4.2.2. Išteklių ir investicijų poreikio planavimas.....	56
4.2.3. Ekonominis vertinimas	61
IŠVADOS, REKOMENDACIJOS	67
LITERATŪROS SĄRAŠAS	70
PRIEDAI.....	77

Lentelių sąrašas

- 1 lentelė. Tarptautinės laivybos aktyvumas ir šiltnamio efektą didinančių dujų emisija Lietuvoje
- 2 lentelė. Investicijos į įrangą projekto techniniam aprūpinimui
- 3 lentelė. Sąnaudos darbuotojų mėnesio darbo užmokesčiui
- 4 lentelė. Projekto nuomos, kitos sąnaudos
- 5 lentelė. Planuojamos projekto rėmimo sąnaudos
- 6 lentelė. Planuojamos bendrosios projekto sąnaudos per vieno projekto įgyvendinimo laikotarpį
- 7 lentelė. Paslaugos pardavimo kainos nustatymas
- 8 lentelė. Planuojami pardavimai – pajamos trijų metų laikotarpyje
- 9 lentelė. Numatomas pelnas neatskaičius pelno mokesčio
- 10 lentelė. Paskutinių metų papildomi pinigų srautai
- 11 lentelė. Vieno projekto investicinio kapitalo struktūra ir kaina
- 12 lentelė. Duomenys projekto atsipirkimo periodui skaičiuoti
- 13 lentelė. Numatomas grynas pelnas
- 14 lentelė. Projekto rizikos įvertinimas jautrumo analizės metodu
- 15 lentelė. Scenarijų analizės rodikliai

Paveikslų sąrašas

- 1 paveikslas. Vakarų Lietuvos atsinaujinančios energijos šaltinių instaliuotos elektrinės galios žemėlapis
- 2 paveikslas. Investicijos į Lietuvos vėjo energetiką mln. EUR
- 3 paveikslas. Tyrimo loginė schema
- 4 paveikslas. Elektros energijos tiekimo laivams uoste technologijos įdiegimo darbų išskaidymo struktūra (angl. *Work Breakdown Structure*)
- 5 paveikslas. Elektros energijos tiekimo laivams uoste projekto vykdymo tvarkaraštis (angl. *Gantt chart*)
- 6 paveikslas. Rizikos įvertinimo matrica
- 7 paveikslas. Suinteresuotų šalių įvertinimas
- 8 paveikslas. Jautrumo analizės grafinis vaizdas

IVADAS

Temos aktualumas. Dėl pasaulyje augančio elektros energijos poreikio darni elektros energetika tampa svarbi siekiant sumažinti neigiamą šio augimo poveikį aplinkai. Naudojamos darnioje elektros energetikoje šiuolaikinės technologijos yra brangios ir siekiant jas integruoti į bendrą elektros energetikos sistemą reikalingas planavimas pasauliniu mastu tam, kad išvengtų ekonominių nuostolių, socialinės įtampos bei technogeninių avarių. Europos Sąjunga aktyviai įgyvendina darnios elektros energetikos politiką, todėl Lietuva, būdama ES nare ir suvokdama darnios plėtros svarbą, siekia neatsilikti šioje srityje. Darnios elektros energetikos plėtra apima visą Lietuvą, tačiau Vakarų Lietuvos elektros energetika dėl geografinės padėties, regione sukoncentruotos didžiosios dalies Lietuvos vėjo energetikos, „NordBalt“ elektros perdavimo jungties ir vienintelio giliavandens šalia Klaipėdos uosto, kuriame galima įdiegti elektros energijos tiekimo laivams uoste technologiją, siekiant sumažinti aplinkos taršą, yra svarbi Lietuvos darnios elektros energetikos grandis, daranti įtaką visos šalies gyvenimui ir vystymosi perspektyvoms.

Problema. Darnios elektros energetikos vystymas Lietuvoje yra kompleksinis procesas, tačiau dėl Vakarų Lietuvos unikalumo neplanuojamas darnios elektros energetikos vystymas šiame regione gali sukelti ekonomines, politines, socialines bei aplinkosaugines problemas visos šalies mastu.

Tyrimo objektas. Darni elektros energetika ir jos perspektyvos Vakarų Lietuvoje.

Tikslas. Išanalizuoti darnios elektros energetikos plėtrą Vakarų Lietuvoje, numatyti ir įvertinti jos perspektyvas.

Tyrimo uždaviniai:

1. Išanalizuoti darnios elektros energetikos problematiką ir jos specifiką Vakarų Lietuvoje;
2. Išanalizuoti darnios elektros energetikos plėtros teorinius aspektus;
3. Atlikti darnios elektros energetikos Vakarų Lietuvoje PEST analizę ir įvertinti jos ateities plėtros perspektyvas;
4. Atlikti elektros energijos tiekimo laivams uoste technologijos įdiegimo perspektyvos ekonominį vertinimą.

Tyrimo metodai. Mokslinių šaltinių, techninės ir teisinės informacijos, statistinių duomenų analizė ir apibendrinimai, PEST analizė, jautrumo analizė.

1. DARNIOS ELEKTROS ENERGETIKOS SVARBA IR PROBLEMATIKA

1.1. Darni elektros energetika pasaulyje

Per pastaruosius 120 metų vidutinė pasaulinė temperatūra pakilo 0,8 °C. Pastarųjų metų atšilimą daugiausiai įtakojo antropogeninės emisijos. Jei ši tendencija tęsis ir toliau, temperatūra iki 2100 m. gali padidėti iki 6,5–8 °C. Vien tik energetikos sektorius sudaro apie 40 % su energija susijusių išmetamųjų teršalų ir 25% visų išmetamųjų dujų kiekio, kurių bendrasis pėdsakas yra 520 gCO₂/kWh. [...] Todėl būtina imtis veiksmų siekiant pakeisti tokią tendenciją ir sumažinti galimas pasekmes. Šios problemos sprendimas – energijos vartojimo efektyvumo, biomasės naudojimo, anglies dioksido surinkimo ir saugojimo (angl. *Carbon Capture and Storage*) ir atsinaujinančiųjų energijos išteklių [AEI] derinys. [...] Per pastaruosius dešimt metų vėjo energetika vidutiniškai augo 22 % per metus, o saulės energetika – 46 %. Nepaisant to, šiuo metu jos sudaro tik apie 3,6 % ir 1,1 % viso pasaulio elektros energijos (24 100 TWh). Tikimasi, kad ateityje šios dvi technologijos labiausiai prisidės prie AEI dalies augimo (Blanco ir Faaij, 2017). Todėl darnus šiuolaikinės visuomenės vystymas yra neįmanomas be darnaus elektros energetikos vystymosi. Darnios elektros energetikos vystymo aspektus yra analizavę mokslininkai (Lund, 2007; Snieška, Šimkūnaitė, 2009; A. Evans, Strezov ir T. J. Evans, 2009; Kabouris ir Kanellos, 2009; Luderer, Krey, Calvin, Merrick, Mima, Pietzcker, Van Vliet ir Wada, 2014; Chang ir Wang, 2012; Maxim, 2014; Brand ir Missaoui, 2014; Bačauskas, 2015; Szabo, Kougiaris, Moner-Girona ir Bodis, 2015; Yoon ir Jang, 2015; Mölders, Khordakova, Gende ir Kramm, 2015; Štreimikienė, Šliogerienė ir Turskis, 2016; Al Garni, Kassem, Awasthi, Komljenovic ir Al-Haddad, 2016; Sciberras, Zahawi, Atkinson, Juando ir Sarasquete, 2016; Blanco ir Faaij, 2017; Inoue, Genchi ir Kudoh, 2017; Jordaan, Romo-Rabago, McLeary, Reidy, Nazari ir Herremans, 2017; Medjroubi, Müller, Scharf, Matke ir Kleinhans, 2017; Jing Hu, Harmsen, Crijns-Graus, Worrell ir Van den Broek, 2017 ir kt., praktikai (Jungtinės Tautos, Europos Parlamentas ir pan.).

Pagrindinės darnios elektros energetikos politikos įgyvendinimo pasaulyje kryptys:

šiltnamio efekto mažinimas mažinant išmetamųjų dujų emisiją;

energijos iš atsinaujinančių šaltinių (vėjas, saulė, biokuras) naudojimas;

energijos šaltinių prieinamumas;

energijos naudojimo efektyvumo didinimas (Europos Komisija, Jungtinės Tautos).

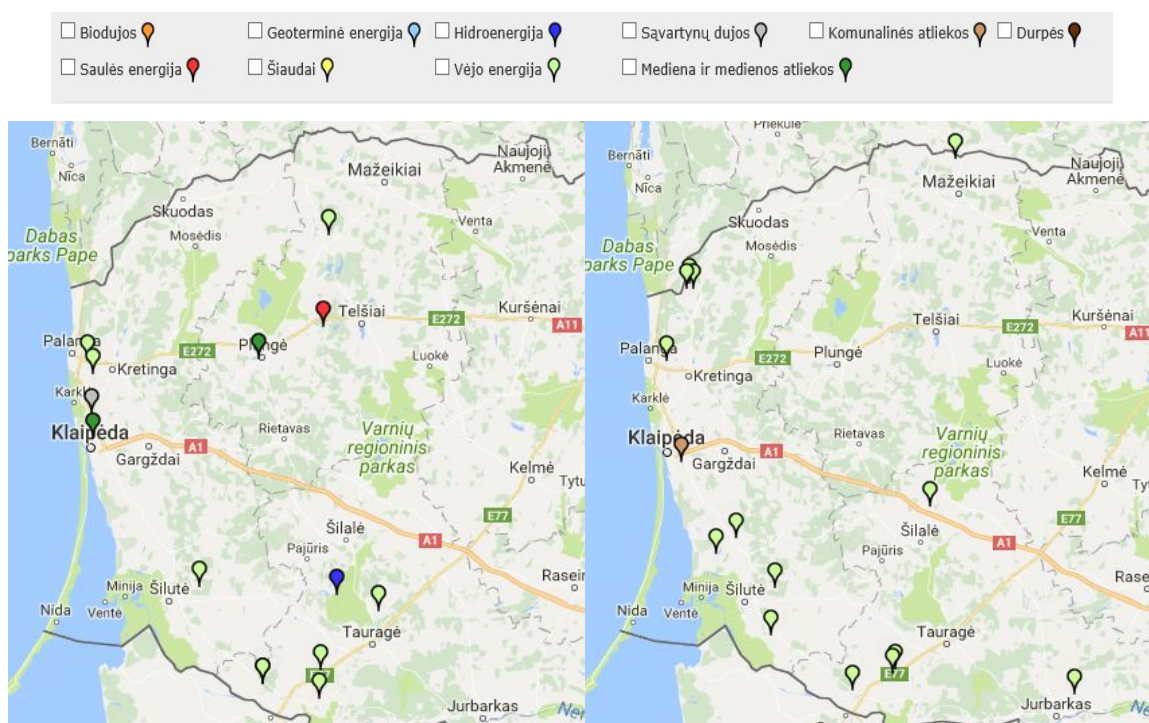
Europos Sąjungos ir Lietuvos Respublikos energetinė politika analogiška pasaulinei ir apima tokius tikslus: dujų sukeliančių šiltnamio efektą emisijos mažinimas, energijos efektyvaus naudojimo ir energijos iš atsinaujinančių šaltinių naudojimo bei energetinių jungčių tarp ES narių skatinimas, konkurencingumas – prieinamos kainos prasme energijos šaltinių rinkos vartotojams funkcionavimas, energijos tiekimo ES patikimumas, saugumas (Europos Parlamentas).

Tačiau netgi laikantis šių principų probleminė darnios elektros energetikos vystymo sritis

pasulyje, ES ir Lietuvoje yra jos integracija į bendrą elektros energetikos sistemą. „Visuotinai pripažįstama, kad periodiškai naudojamų energijos išteklių, kaip vėjo ir saulės energijos, integravimas į elektros energijos sistemą negali viršyti maždaug 20 % arba 25 % ribos“ (EWEA, 2005). Netgi pasiekus optimalią darnios elektros energetikos dalį energetinėje sistemoje būtina atsižvelgti į naujas galimybes mažinant aplinkos taršą (pvz., elektros energijos tiekimą laivams stovintiems uoste tam, kad jie galėtų išjungti elektros energijos generavimui skirtus dyzelinius variklius. Tai leistų sumažinti taršą uostus turinčiuose regionuose). Atsižvelgiant į anksčiau išdėstytus principus ir problemas toliau darbe apžvelgiami darnios elektros energetikos raida ir perspektyvos Lietuvoje ir Vakarų Lietuvoje.

1.2. Darnios elektros energetikos Vakarų Lietuvoje problematika

Šiuo metu suminė Vakarų Lietuvos (1 priedas) atsinaujinančios energijos šaltinių instaliuota elektrinė galia siekia 533 MW, iš kurių vėjo jėgainės sudaro 475 MW arba 89 %, „Fortum Klaipėda“ – 20 MW, saulės jėgainės 21,52 MW, iš kurių tik viena jėgainė Telšių rajone Brizgų k. siekia 1,99MW (kitos saulės jėgainės smulkios – po kelis šimtus kW) ir likusius 16,48 MW sudaro vandens, medienos atliekų, sąvartynų dujų elektrinių instaliuota elektros galia (Atsinaujinantys energijos ištekliai [AVEI], 2017) (1 pav.).



1 pav. Vakarų Lietuvos atsinaujinančios energijos šaltinių instaliuotos elektrinės galios žemėlapis: kairėje 1-10MW, dešinėje virš 10MW (sudaryta autoriaus remiantis Lietuvos atsinaujinantys energijos ištekliai, 2017)

1.2.1. Šiltnamio efekto mažinimas – elektros energijos tiekimas laivams uoste

„Laivų dyzeliu varomi generatoriai ne tik gamina energiją, bet ir sukelia gerokai aukštesnę sieros ir kitų sveikatai žalingų dalelių emisiją negu bet kuris kitas kuras, o laivų CO₂ emisija yra tokia pat didelė kaip ir oro transporto“ (Technologijos, 2008). Noreika ir Ozturhan (2013) teigia, jog apie 70 % laivų teršalų išmetama 400 km spinduliu nuo kranto. Pateikiamas pavyzdys (2 priedas) iliustruoja kaip svarbu yra neatidėliotinai spręsti oro taršos ir tuo pačiu šiltnamio efekto mažinimo pasaulio uostuose problemą. Elektros energijos tiekimo laivams nuo krantinių sprendimas yra labiausiai aktualus tiems pasaulio uostams, kurie patenka į taršos kiekio laivų išmetamose dujose ribojimo zonas, kurios yra nustatomos tarpvalstybinių susitarimų lygmenyje (3 priedas). Taigi elektros energijos tiekimas laivams uoste – vienas perspektyviausių taršos mažinimo bei aplinkosaugos uostuose gerinimo būdų. „Elektros energijos tiekimo sistema leistų uoste prisišvartavusiems laivams išjungti dyzeliu varomus generatorius ir prisijungus prie energijos tiekimo sistemos, naudotis elektrinių generuojama energija, užuot gaminus ją savarankiškai. Taip sprendžiama daugeliui uostamiesčių aktuali problema – uosto „smogas“. Laivams naudojantis elektros energija, tiekama iš kranto šaltiniu, jų generuojamo CO₂ kiekis turėtų sumažėti 35 proc., azoto oksidų kiekis – 95 proc., sveikatai žalingų dalelių koncentracija ore – apie 90 proc.“ (Technologijos, 2008). Be to, elektros energijos tiekimo laivams uoste sistema turi du esminius aspektus, kurie galėtų lemti uosto patrauklumą ir pranašumą: pirmiausia uostas taptų „žalasis“, nes būtų apribotas teršalų išmetimas į aplinką, [...] be to laivai, prisišvartuoti uostuose ir naudojantys elektros energiją, gali sutaupyti iki 50 % energijos sąnaudų. (Noreika ir Ozturhan, 2013). Nuo 2015 metų sausio 1 dienos įsigaliojo viena iš Švaraus kuro strategijos nuostatų mažinant sieros junginių išmetimą. „Baltijos jūra, Šiaurės jūra, Lamanšo sąsiauris ir kai kurie Šiaurės Amerikos vandenys pateko į specialų sieros dioksido išmetimo kontrolės rajonų sąrašą“ (LR Aplinkos Ministerija, 2015). Į šias zonas pateko ir Vakarų Lietuvoje esantis Klaipėdos uostas, vienintelis giliavandenis uostas šalyje su aktyvia tarptautine laivyba (4 priedas). „Nuo 2015 m. sausio 1 d. visi šiuose rajonuose plaukiojantys laivai turi naudoti jūrinį kurą, kuriame sieros kiekis neviršija 0,1 proc. Leistinas sieros kiekis sumažintas net 10 kartų, iki 2015 m. galiojo reikalavimas neviršyti 1 proc. sieros kiekio. Kituose regionuose kol kas taikomas reikalavimas neviršyti 3,5 proc. sieros kiekio. Nuo 2020 m. naudojamame jūriniame kure sieros kiekis negalės viršyti 0,5 proc.“ (LR Aplinkos ministerija, 2015). Įgyvendinant šią strategiją, nuo 2025 metų gruodžio 31 d. „visuose ES TEN-T (*Trans-European Transport Networks*) tinklo uostuose turės būti įrengtas autonominis elektros energijos tiekimas į uostą atplaukusiems laivams. [...] Tai reiškia, kad uostuose privalės būti išjungti pagalbiniai varikliai, kurie dabar veikia, kai atplaukęs laivas stovi prie krantinių.“ (Matutis, 2014). Energija tiekama „paprastu kištuko ir lizdo sujungimo principu: uoste prisišvartavusiems laivams tereikia kabeliu susijungti su krantinės energijos šaltiniu. Tokia technologija veikia 50 Hz dažniu, kaip ir visi uoste besišvartuojantys laivai. Tuo tarpu beveik du trečdaliai visų laivų pasaulyje turi 60 Hz dažniu

veikiančias sistemas, todėl norint Europoje tiekti laivams energiją iš kranto reikia suderinti jų dažnius“ (Technologijos, 2008). Kad išspręsti šią problemą, yra instaliuojami statiniai elektros srovės dažnio keitikliai, leidžiantys tiekti elektros energiją iš kranto į laivą nepaisant skirtingų abiejų dažnių (5 priedas). Tokia įranga automatiškai sinchronizuoja laivo ir kranto elektros bei automatikos sistemas, sudarydama sąlygas sklandžiam perėjimui prie elektros energijos tiekimo iš kranto.

Ankščiau minėta Švaraus kuro strategijos nuostata mažinant sieros junginių išmetimą jau galioja kituose Baltijos jūros uostuose, pavyzdžiui, elektros energijos tiekimo laivams technologija jau įdiegta Taline. Galima manyti, jog tokios technologijos naudojimas kartu su jau veikiančioms vėjo jėgainėmis sumažintų oro taršą regione, tačiau šiuo metu Vakarų Lietuvoje Klaipėdos uoste dar nėra įdiegtas kompleksinis elektros energijos tiekimo dideliems laivams sprendimas. Elektros energijos tiekimo laivams uoste projekto, kaip darnios energetikos vystymo Vakarų Lietuvoje perspektyvos, įgyvendinimo ekonominis vertinimas bus atliktas šio darbo tyrimo dalyje.

1.2.2. Atliekų deginimas – „Fortum Klaipėda“ kogeneracinė elektrinė

2013 m. Vakarų Lietuvoje buvo atidaryta pirmoji Baltijos šalyse Suomijos kapitalo termofikacinė kogeneracinė elektrinė „Fortum Klaipėda“, į kurią suomiai investavo 126 mln. EUR. Planuojama, jog per metus „elektrinė pagamins apie 140 GWh elektros energijos bei 400 GWh šiluminės energijos. Naujosios termofikacinės elektrinės katilinėje kasmet galima sudeginti 260 000 tonų atliekų ir biokuro. Jėgainės elektrinė galia – 20 MW, o šiluminė galia – 50 MW. Dalia Grybauskaitė, Lietuvos respublikos prezidentė, dalyvaudama pirmosios Baltijos šalyse Suomijos kapitalo termofikacinės elektrinės „Fortum Klaipėda“ atidaryme Klaipėdoje, akcentavo, jog Suomija Lietuvoje laukiama ne tik kaip investuotoja, bet ir skaidraus, atsakingo verslo pavyzdys. [...] Prezidentė tikisi, kad įmonė suteiks atvirą ir tikslią informaciją apie taršos lygius ir aplinkos įvertinimą, [...]“ (Vainorius, 2013). Tam, kad sumažinti visuomenėje vis dar esančius nuogastavimus dėl taršos, „Klaipėdos laisvojoje ekonominėje zonoje įsikūrusioje termofikacinėje UAB „Fortum Klaipėda“ jėgainėje buvo atlikti dioksinų ir furanų matavimai, kurie parodė, kad medžiagų išmetimai į aplinką neviršija leistinos normos“ (Aukštuolytė, 2013). Tokiu būdu įrodyta, jog „Klaipėdos termofikacinė jėgainė naudoja naujausias technologijas, užtikrinančias maksimalų kuro suvartojimo efektyvumą ir efektyvų išmetamųjų dujų valymą. „Fortum Klaipėda“ gamina [...] elektros energiją, kuri tiekama į Lietuvos Energijos tinklus“ (6 priedas) (Fortum, 2016).

Po sėkmingo „Fortum Klaipėda“ projekto buvo nuspręsta, „jog „Fortum“ ir „Lietuvos energija“ kurs bendrą įmonę, kuri statys atliekomis kūrenamą kogeneracinę jėgainę Kaune. Kogeneracinės jėgainės eksploataciją numatoma pradėti 2019 m. rudenį. Visos investicijos į jėgainę sudarys maždaug 147 milijonus eurų. UAB „Fortum Heat Lietuva“ valdys mažesniąją naujos bendros įmonės UAB „Kauno kogeneracinė jėgainė“ dalį ir turės 49 % akcijų. Naujoje 24 MW elektrinės galios ir 70 MW

šiluminio galingumo jėgainėje [...] per metus bus pagaminama maždaug 170 GWh elektros energijos. Numatoma, kad naujoji jėgainė sumažins CO₂ emisiją maždaug 65 000 tonų per metus [...] (Fortum, 2015). Sprendimu investuoti į elektrinę Kaune „Fortum“ neapsiribojo, bendrovės „Fortum Heat Lietuva“ ir „Lietuvos energija“ planuoja Vilniuje statyti ir eksploatuoti kogeneracinę jėgainę ir tuo tikslu 2012 m. pasirašė ketinimų protokolą. Planuojama, „kad naujoji jėgainė bus apie 90 MW elektrinio ir apie 230 MW šiluminio galingumo, naudos biomasę bei kitą vietinės kilmės kurą, šio „Fortum“ ir „Lietuvos energijos“ projekto vertė gali siekti apie 330 mln. eurų“ (Lietuvos energija, 2017). Tačiau investicijų procesas buvo pristabdytas LR Seimo, „kuris 2014 m. priėmė Lietuvos Respublikos atliekų tvarkymo įstatymo 4 straipsnio pakeitimo įstatymą. Priimtame įstatyme numatyta visus atliekų deginimo įrenginius, kuriuose energijai gauti kaip kuras naudojamos po rūšiavimo likusios ir perdirbti netinkamos energetinę vertę turinčios komunalinės atliekos, pripažinti valstybinės reikšmės atliekų tvarkymo objektais. Atliekas deginti galės tik valstybinės reikšmės objektais pripažintos įmonės, kurių kontrolinį 51 proc. akcijų paketą valdys valstybė. Tokios elektrinės turėtų iškilti Vilniuje ir Kaune. Dėl šio įstatymo pakeitimo atgaline data vyriausybei teko bendrovės „Fortum Klaipėda“ biokuro ir atliekų termofikacinę jėgainę pripažinti valstybinės reikšmės atliekų tvarkymo objektu [...] (Aukštuolytė ir Gudavičius, 2014). Taigi politiniu sprendimu tik „Fortum Klaipėda“ liko užsienio kapitalo valdoma kogeneracinė elektrinė, Kauno ir Vilniaus kogeneracines elektrines valdys Lietuvos valstybė.

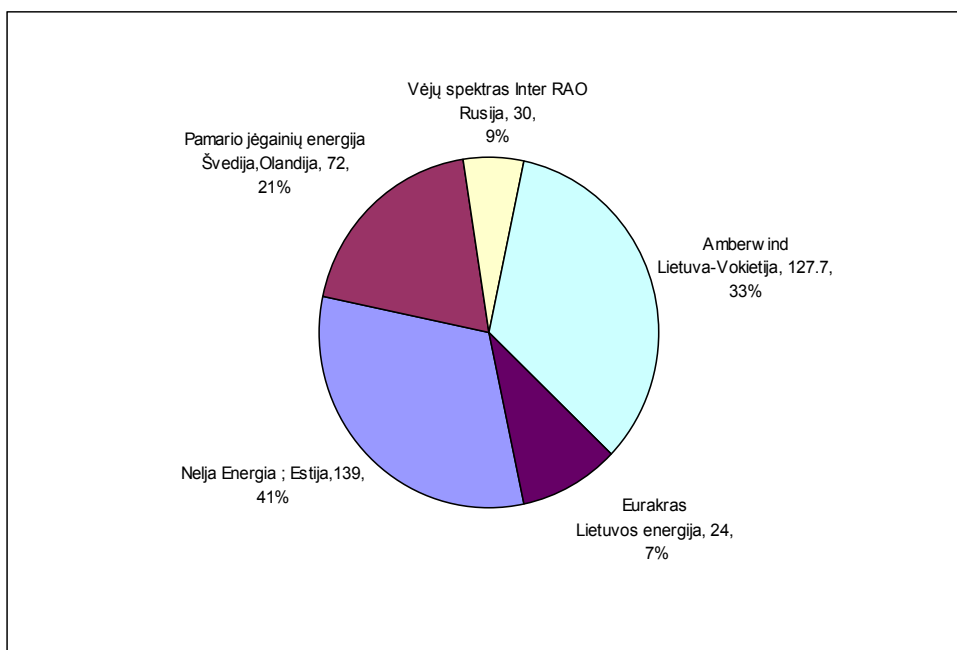
„Energijos gamyba iš komunalinių ir nepavojingų pramonės atliekų yra labai svarbi, siekiant panaudoti atliekas kaip vietinius išteklius bei sumažinti aplinkos taršą, kurią sukelia sąvartynų išskiriamos dujos“ (Fortum, 2016). „Fortum Klaipėda“ kogeneracinė elektrinė Vakarų Lietuvoje buvo pirma iš kogeneracinių elektrinių, kuriose įdiegta ši nauja šiukšlių deginimo elektros energijos ir šilumos gamybai technologija Lietuvoje. Šiuo metu ji vienintelė veikianti tokio tipo kogeneracinė elektrinė šalyje. Nors „Fortum Klaipėda“ liko valdoma užsienio investuotojo „Fortum“, šiuo atveju išryškėjo valstybės pozicija – griežtas užsienio investicijų apimties į šiukšlių deginimo elektros energijos ir šilumos gamybai sektorių ribojimas siekiant neprarasti jo kontrolės.

1.2.3. Atsinaujinantys energijos ištekliai – vėjo elektrinės

Dominuojanti darnios energetikos sritis Vakarų Lietuvoje – elektros energijos gamyba vėjo elektrinėse. Pažymėtina, jog šiuo metu beveik visa Lietuvos vėjo energetika dėl šalies vėjingumo sąlygų yra sukoncentruota Vakarų Lietuvoje, 90 % arba 475 MW iš 526 MW (AVEI, 2017) Lietuvos vėjo elektrinių instaliuotos elektrinės galios instaliuota Vakarų Lietuvoje. Be to, pažymėtina, jog Lietuvoje, palyginti su kitomis Baltijos šalimis, valstybės energetikos politika yra palankiausia: „nustatytas aiškus tikslas pasiekti 500 MW vėjo parką, fiksuotas 12 metų skatinimo tarifas. Palyginti su kitais atsinaujinančios energetikos reguliavimo mechanizmais, pvz., saulės energetikos, vėjo

energijos reguliavimo sistema yra nusistovėjusi, aiški ir skaidri. Taip pat pasibaigus skatinimo tarifui vėjo parkai elektrą galės dar gaminti 10–12 metų už labai konkurencingą kainą. [...] Stebėdami rinkos tendencijas galime manyti, kad vėjo energetika ir toliau turėtų sparčiai pigti. Tai didele dalimi lems naujos, tobulesnės technologijos. Šiuo metu vėjingiausios vietovės – esančios arčiau pakrančių ar aukštikalnėse – dažnai jau būna užimtos, jose norint įkurti naujus vėjo parkus reikia labai didelių investicijų. Dėl šių priežasčių vėjo jėgainių infrastruktūra plečiasi į žemyninę dalį. Vėjo turbinos statomos ant aukštesnių bokštų nei anksčiau (aukštesnių nei 110 m), montuojami platesni vėjo rotorai, tad turbinos efektyviai veikia net ir esant silpnesniam vėjui. Nors tokių turbinų kaina yra didesnė, tačiau jos yra efektyvesnės, tad vieno MWh kaina yra žemesnė nei anksčiau“ (Čičelis, 2016). Tokiu būdu valstybės kvotų ir skatinimo tarifo politika, bei tobulesnių technologijų poreikis sudaro palankias sąlygas užsienio investicijoms. Jeigu analizuotume Lietuvos vėjo energetikos plėtrą detaliau, matytume, jog užsienio investicijos, atsižvelgiant į anksčiau minėtas priežastis, palaipsniui užėmė dominuojančią poziciją. 2004 metais prasidėjus vėjo jėgainių statybai Lietuvoje, „pirmoji parodomoji UAB „Dalis gero“ 600 kW instaliuotos galios Vydmantų vėjo elektrinė buvo įvesta į eksploataciją 2004 m. pavasarį ir iki metų pabaigos pagamino 1,2 MWh elektros energijos. [...] Po to palaipsniui buvo įdiegti UAB „Energopliusas“, UAB „Energogrupė“, du UAB „Vėjo gūsis“ parkai, UAB „Vėjo vatas“, UAB „Gemba“ vėjo elektrinių parkai. 2010 m. pabaigoje pradėtas eksploatuoti vienas didžiausių asociacijos nariams – UAB „Renerga“ – priklausantis objektas – 34 MW galios vėjo elektrinių parkas „Benaičiai – 1“. [...] Vėjo elektrinių įrangą UAB „Renerga“ įsigijo iš šios srities įrengimų gamybos lyderės Vokietijos įmonės „Enercon“, kurios gaminamos vėjo elektrinės yra vienos moderniausių ir galingiausių Europoje ir visame pasaulyje. Nuo veiklos pradžios asociacijos narių vėjo elektrinės pagamino apie 2,5 mlrd. kWh elektros energijos. Tokiam kiekiui elektros energijos pagaminti reikėtų sudeginti apie 450 mln. m³ gamtinių dujų. Sudeginus tokį kiekį gamtinių dujų, į atmosferą būtų išmesta 1,7 mln. t CO₂“ (Lietuvos vėjo elektrinių asociacija [LVEA], 2016). „Per pirmuosius šešerius 2016 m. mėnesius elektros energijos iš vėjo gamyba Lietuvoje, lyginant su tuo pačiu praėjusių metų laikotarpiu, išaugo 53,5 proc., o palyginti su 2014 m. pirmu pusmečiu – net 70 proc., rodo „Litgrid“ duomenys. [...] Iki 2016 liepos 1 d. Lietuvos vėjo elektrinėse pagaminta elektros energija sudarė beveik pusę (49,5 %) visos šalyje pagamintos elektros. Siekiant, kad tvari vėjo energetikos plėtra (7 priedas) nesustotų, šalies įstatymuose turėtų būti numatyta aukštesnė maksimali leistina galia“ (Technologijos, 2016). Taigi vėjo energetiniame sektoriuje susiklostė situacija, kai valstybei nekontroliuojant investuojamo užsienio kapitalo apimčių ir galbūt neteikus šiam sektoriui reikiamo dėmesio, jame šiuo metu dominuoja užsienio investicijos (2 pav.). Pažymėtina, jog „didžiausią rinkos dalį šiuo metu turi Estijos įmonė „Nelja Energia“, Lietuvoje vystanti 5 vėjo jėgainių parkus, kurių bendra galia sieks 139 megavatus. [...] 24 MW galios parką Jurbarke plėtotojo bendrovė „Eurakras“, bendra projekto vertė siekia apie 36 mln. eurų, į įmonę apie 10 mln. eurų investavo

„BaltCap“ valdomas rizikos kapitalo fondas ir bendrovė Renagro“ (BNS, 2015). 2016 m. „Lietuvos energija“ įsigijo 75 proc. šios bendrovės akcijų (Lietuvos Energija, 2016). Įvertinusi susiklosčiusią padėtį, jog prarandamos pajamos, valstybė per energetikos įmonių holdingą „Lietuvos energija“ „investuoja į vėjo elektrinių parkus ir pradžioje norėtų valdyti bent 50 megavatų pajėgumą, arba 10 proc. rinkos. [...] Grupės strategiją atitinkantys įsigijimai išplečia ir diversifikuoja veiklą, didins grupės vertę bei valstybei mokamus dividendus“ (Lietuvos Energija, 2016).



2 pav. Investicijos į Lietuvos vėjo energetiką mln. EUR (sudaryta autoriaus remiantis BNS, 2015)

Užsienio investicijos leido Vakarų Lietuvos vėjo energetikoje įdiegti naujas modernias vėjo energetikos technologijas, kurios savo ruožtu padeda vykdyti Lietuvos darnaus vystymo politiką. Valstybės užimta pozicija – remti šį energetikos sektorių, neribojant užsienio investicijų į jį, vis dėlto neturint aiškios vizijos ir strategijos dėl vėjo energetikos vietos valstybės energetikos sistemoje. Dėl šio sprendimo valstybinei įmonei „Lietuvos energija“ tenka pirkti jau pastatytus vėjo parkus siekiant sumažinti išvežamą į užsienį pelną ir sukurti valstybinės energetikos kompleksą, apimančią elektros energijos gamybą balansavimą, perdavimą ir paskirstymą.

1.2.4. Energetinis saugumas – „NordBalt“ elektros perdavimo jungtis

2015 metais Lietuvos Respublikos Prezidentūroje vykusio tarptautinių elektros perdavimo jungčių simbolinio įjungimo ceremonijos metu šalies vadovė pasakė kalbą; jos teigimu „700 MW galios jungtis su Švedija ir 500 MW elektros tiltas su Lenkija įkūnija dar vieną labai svarbų valstybės laimėjimą siekiant energetinio, ekonominio ir politinio saugumo. „Nutiesę jungtis, stipriname stabilumą ir solidarumą, naikiname priklausomybę nuo vienintelio tiekėjo. Tarpame Vakarų Europos

energijos rinkos dalimi. Tai strateginis ir istorinis mūsų regiono pasiekimas. Šiandien kuriame tai, kas yra strategiškai svarbu Baltijos šalims ir visai Europos Sąjungai“,- sakė Prezidentė (Lietuvos Respublikos Prezidentūra, 2015). 450 km ilgio „NordBalt“ jungtį (8 priedas), kurią Lietuvoje statė ir inžineriją atliko ABB energetikos ir automatikos technologijų bendrovė bei vietiniai rangovai, „sudaro aukštos įtampos nuolatinės srovės keitikliai Lietuvoje ir Švedijoje, transformatorių pastotės, jūrinis ir sausumos kabeliai, valdymo, rėlinės apsaugos, automatikos ir kitos sistemos. Sudėtingiausias ir daugiausiai problemų keliantis „NordBalt“ techninis ypatumas – jūrinis kabelis jungiantis Švediją su Lietuva (Verslo žinios, 2014).

Vis dėlto kaip rodo pasaulinė praktika, tokio lygio projektai neapsieina be juos lydinčių technologinių problemų. „Nuo darbo bandomuoju režimu pradžios dėl gedimų Lietuvos ir Švedijos elektros jungtis „NordBalt“ iš viso atsijungė keturis kartus. Šiaurės Europoje veikiančių aukštos įtampos nuolatinės srovės elektros jungčių atsijungimo statistika rodo, kad kiekviena iš jungčių vidutiniškai atsijungia 9,8 karto per metus. Kelis pirmuosius jungties eksploatacijos metus atsijungimų būna ypač daug, vėliau jų vis mažėja. Sklandžiam darbui ar „įsivažiavimui“ elektros jungtims, kaip ir kiekvienam naujam ir sudėtingam įrenginiui, užtrunka laiko. Ruošdamiesi jungčių eksploatacijai žinojome, kad laukia pažintis su Lietuvoje visiškai nauja technologija. [...] Jūrinė jungtis dar turi ir tą specifiką, kad jos „smegenys“ – srovės keitikliai išsidėstę 450 km atstumu, tad jei gedimas ne ant kranto esančioje įrangoje, gedimo vietos ir priežasties nustatymas gali pareikalauti ir daugiau laiko.[...] Informaciją apie jungčių darbą ar atsijungimą, kaip ir apie fizinį elektros srautą kiekvieną minutę galime nuolatos stebėti „Litgrid“ interneto svetainėje, – sakė D. Virbickas“ (VE, 2016). Taigi Lietuva su Švedija sujungta naudojant aukštos įtampos nuolatinę srovę, tai nauja technologija šalies elektros energetinei sistemai. „Ši technologija suderina asinchroniškai veikiančias elektros sistemas, sudaro galimybę kontroliuoti elektros srautus ir leidžia perduoti elektros energiją dideliu atstumu be didesnių nuostolių. Anot elektros perdavimo sistemos operatoriaus „Litgrid“ valdybos pirmininko ir generalinio direktoriaus D. Virbicko, „NordBalt“ panaikino esmines infrastruktūrines kliūtis Baltijos jūros regione, ir dabar visos jėgos gali būti telkiamos į naujus tikslus – bendrus elektros rinkos projektus ir Baltijos šalių sinchronizaciją su Vakarų Europos elektros sistema“ (Lietuvos elektros energetikos asociacija [LEEA], 2015). Be to, pradėjus veikti elektros jungtims su Švedija ir Lenkija, Lietuva turi ypač patrauklias sąlygas vėjo energetikos plėtrai, pažymi „Euromonitor International“. Elektros perdavimo sistemos operatorė „Litgrid“ įspėja, kad planuoti vėjo jėgainių parkų plėtrą reikia apgalvotai, nes kitokios vietinės gamybos neturinti Lietuva taptų priklausoma nuo šalių kaimynių. „Išplėtus elektros jungtis su gretimomis šalimis ir esant galimybei kompensuoti atsinaujinančiosios energijos gamybos netolygumus, Lietuvoje atsiranda visos galimybės plėtoti elektros energijos gamybą iš atsinaujinančiųjų šaltinių“ (Verslo žinios, 2014).

Galima teigti, jog energetinio saugumo ir naujų galimybių vėjo ir kitų atsinaujinančiųjų šaltinių

energetikos plėtrai ir balansavimui Lietuvoje požiūriu „NordBalt“ jungtis Vakarų Lietuvoje buvo svarbus ir reikalingas politinis ir ekonominis sprendimas.

1.2.5. Elektros tinklo patikimumas – skirstomojo elektros tinklo atnaujinimas

Pagrindinė Lietuvos, kaip ir Vakarų Lietuvos, elektros tinklo dalis statyta 1960–1980 metais Lietuvos elektrifikacijos metu, tada buvo nutiesta bei pastatyta didžioji dalis elektros perdavimo linijų ir didžioji dalis transformatorių. Tuo metu Tarybų Sąjungoje elektros tinklo įranga buvo tiekama centralizuotai, Lietuvos TSR ir jos vakarinei daliai taip pat. Todėl, TSRS laikais suformuotam elektros tinklui moraliai ir fiziškai pasenus, siekiant atitikti ES keliamus reikalavimus elektros tinklo patikimumui, energetikos įmonių grupės „Lietuvos energija“ valdoma elektros skirstymo bendrovė ESO, kuri „valdo 121,698 tūkst. kilometrų elektros linijų: 78,7 proc. jų sudaro elektros oro linijos, o 21,3 proc. – elektros kabeliai, per artimiausią dešimtmetį planuoja iš esmės šį skirstomąjį tinklą modernizuoti. Siekdama užtikrinti patikimas, saugias ir išmaniai valdomas paslaugas, bendrovė į tinklo modernizavimą ir atnaujinimą iki 2025 metų numato investuoti 1,7 mlrd. eurų. Daugiausia – 511 mln. eurų – bendrovė ketina investuoti į tinklo atsparumo klimato reiškiniams didinimą. [...] 426 mln. eurų ketinama investuoti į programą „Saugus ir patikimas tinklas“. Programos metu nesaugūs transformatoriai, kabelių linijos ir skirstomieji įrenginiai bus keičiami modernia, šiuolaikinius standartus atitinkančia įranga“ (Elektros skirstymo operatorius [ESO], 2015). Vien tik investicijomis į kabelius ir transformatorius apsiriboti neketinama. „132 mln. eurų numatoma investuoti į elektros įtampos kokybės gerinimą. Į išmaniojo tinklo projektus ESO ketina investuoti 34 mln. eurų. Iki 2025 metų ketinama įgyvendinti septynis projektus, tarp jų – tinklo automatizavimo, išmaniųjų skaitiklių bandomieji projektai, vieningo dispečerinio centro ir skirstomojo tinklo valdymo sistemos įdiegimas. Likusios investicijos bus skirtos naujų vartotojų prijungimui, investicijoms į IT sistemas ir kitas priemones. ESO investicijas sieks įgyvendinti palaipsniui tam, kad jų įtaka elektros tarifui būtų minimali. Bendrovės investicijos turės teigiamą poveikį šalies ekonomikai. Investicijas bendrovė numato finansuoti surenkamomis lėšomis už elektros skirstymą ir skolintomis lėšomis“ (ESO, 2015). Siekiant žengti sekantį žingsnį visuomenės informavimo link, „pagal numatytą Lietuvos elektros tinklo atnaujinimo planą elektros ir dujų skirstymo bendrovė „Energijos skirstymo operatorius“ (ESO) sukūrė planuojamų atnaujinti elektros skirstymo tinklo objektų žemėlapi. Interaktyviame Lietuvos žemėlapyje pateikiama informacija apie 2017 metais planuojamus įgyvendinti investicijų projektus. ESO investicijos į elektros skirstomojo tinklo atnaujinimą Vakarų Lietuvoje (9 priedas) [...] (ESO, 2016). Reikėtų atkreipti dėmesį, jog dabar Vakarų Lietuvoje „110 kV perdavimo tinklo galimybės pajūryje faktiškai išnaudotos – norint ten toliau plėtoti vėjo energetiką, reikėtų skaičiuoti investicijas į tinklo infrastruktūrą“ (Technologijos, 2016).

Kadangi skirstomasis elektros tinklas 1960–1980 metais buvo formuojamas kaip vientisa

sistema, atnaujinimo darbai taip pat vykdomi kompleksiskai visoje Lietuvoje. Tačiau tik 2010 metais, pastačius Bitėnų 330 kV elektros skirstomąjį punktą ir tokiu būdu nutraukus elektros energijos tiekimą iš Kaliningrado srities į Klaipėdos kraštą, jį nukreipiant per mūsų šalies teritoriją, Vakarų Lietuvos skirstomasis elektros tinklas tapo neatsiejama Lietuvos skirstomojo elektros tinklo dalimi. Todėl galima teigti, jog regiono plėtra elektros tinklo patikimumo aspektu yra analogiška visos šalies plėtra, tačiau, atsižvelgiant į vėjo energetikos koncentraciją ir potencialą Vakarų Lietuvoje, skirstomasis elektros tinklas čia turėtų būti papildomai plėtojamas, kadangi techninių galimybių prijungti naujas vėjo jėgaines šiuo metu jau nebeužtenka.

2. DARNIOS ELEKTROS ENERGETIKOS TEORINIAI ASPEKTAI

2.1. Darnios elektros energetikos vystymo strategijos

Egzistuoja daug įvairių pasaulinių, nacionalinių ir regioninių teorinių darnios elektros energetikos kompleksinio vystymo strategijų. „Atsinaujinančios energijos (AE) technologijos yra švarus ir neišsemiamas energijos šaltinis, manoma, kad tokios technologijos yra svarbios šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos mažinimui ir darniam vystymuisi. Pastaraisiais metais visuotinis AE naudojimas labai išaugo. Tikėtina, kad tai bus daroma ir toliau dėl neseniai priimto 2015 m. Paryžiaus susitarimo. Tarp įvairių AE šaltinių vėjo ir saulės energijos šaltiniai yra klasifikuojami kaip kintamieji atsinaujinančiosios energijos [KAE] šaltiniai. KAE negali išsaugoti savo energijos, jų sukuriama galia negalima kontroliuoti, ji kinta priklausomai nuo vietos oro sąlygų. Siekiant išvengti dažnio elektros tinkle svyravimų, kurie gali kilti dėl elektros energijos tiekimo ir paklausos pusiausvyros sutrikimų, KAE resursų didinimas reikalauja įdiegti technologijas, kurios galėtų subalansuoti elektros perdavimo tinklą ir jų kintančią elektros energijos gamybą. Apkrovos elektros tinkle balansavimas gali būti atliekamas elektros gamyba (paprastai termofikacinėse jėgainėse) ir elektros energijos saugojimu saugyklose. Energijos gamyba iš KAE šaltinių gali būti sumažinta, jeigu jos pasiūla yra didesnė nei paklausa, kai nėra galimybės nukreipti perteklinės pasiūlos į baterijas saugojimui arba sumažinti elektros energijos tiekimą iš kitų gamybos šaltinių. Japonijos salose, kuriose yra izoliuotų energetinių tinklų, reikalingas lokalus tinklų balansavimas. Pagrindiniai energijos šaltiniai šiuose izoliuotuose tinkluose paprastai yra šiluminės elektrinės (daugiausiai dyzeliniai generatoriai), KAE dalis juose ribota. Tačiau 2012 m. liepos mėn. įgyvendinus žaliųjų energijos supirkimo tarifų (angl. *Feed-In Tariffs*) schemą, KAE, ypač saulės energijos, diegimas sparčiai augo izoliuotose ir centralizuotose tinkluose. Todėl kai kurie izoliuotų tinklų operatoriai buvo priversti apriboti energiją iš KAE šaltinių saulėtomis dienomis, kai pasiūla viršijo paklausą. Pavyzdžiui, 2015 m. gegužės mėn. „Kyushu Electric Power Company“ nurodė KAE operatoriumi Tanegašima saloje sumažinti elektros energijos gamybą iš saulės jėgainių. [...] Nors KAE jėgainių statyba reikalauja planavimo, kad užtikrinti stabilų elektros tinklo darbą, tai patraukli galimybė atokioms Japonijos saloms, kadangi: a) padidėjusi KAE dalis gali sumažinti salų priklausomybę nuo iš žemyninės šalies dalies importuojamo kuro ir elektros energijos kainos; b) KAE gali padidinti tinklų galią tiekti energiją gaivalinių nelaimių atveju; c) tai suderinama su Japonijos pasaulinio atšilimo pasekmių mažinimo įstatymu, kuris ragina nacionalines vyriausybes įgyvendinti vietiniu mastu pritaikytas programas, skirtas apriboti šiltnamio efektą skatinančių dujų [ŠESD] išmetimą“ (Inoue, Genchi ir Kudoh, 2017). Vis dėlto „KAE šaltinių trūkumas yra jų svyravimai laiko ir erdvės sąlygomis su susijusiais nepastovumo (ypač vėjo energetikoje) ir mažesnio pajėgumo veiksniais, lyginant su tradicinėmis technologijomis. Esama įvairių priemonių, kad būtų galima reaguoti į šiuos svyravimus ir patenkinti elektros energijos paklausą bet kuriuo momentu.

Atsižvelgiant į laiko faktorių, saugykla skirta šios energijos saugojimui, yra viena iš jų. Taupant energiją saugojimo apimtis gali būti didėjanti arba mažėjanti, atitinkamai, kai yra perteklinė energijos gamyba arba mažesnė jos paklausa. Yra įvairių funkcijų, kurias gali atlikti elektros energijos saugojimas atsižvelgiant į laiko diapazoną (nuo milisekundžių iki mėnesių). Vis dėlto šiuo metu nėra didelių alternatyvų sezoniniam elektros energijos saugojimui. Labiausiai tinkama būtų hidroakumuliacinė elektrinė, nors jos panaudojimas yra ribojamas tam tikromis geografinėmis vietovėmis, ji naudoja didelį vandens kiekį ir paprastai energija saugojama mažiau nei vieną savaitę. Alternatyva galėtų tapti besivystanti technologija „Galia į dujas“ (angl. *Power to Gas*), kuri apima galios konvertavimą į vandenilį elektrolizės būdu, su galimybe į tolesnį sujungimą su CO₂, kad išgauti metaną. Tokia technologija šiuo metu yra ankstyvojoje stadijoje ir yra brangi, be to, jos žemas efektyvumas, kadangi esama technologinių apribojimų. Tačiau manoma, kad norint pasiekti 100 % AE scenarijų (su didele KAE dalimi) reikės naudoti „Galia į dujas“ technologiją. Šis derinys leidžia suderinti bendrą trumpalaikį elektros energijos saugyklos naudojimą ir ilgalaikį balansavimą su KAE svyravimais. [...] Buvo atlikta daugiau nei 60 energijos ir energijos modelių tyrimų (ir daugiau kaip 65 „Galia į dujas“ technologijos tyrimų), pagrįstų modeliavimu ir optimizavimu. Remiantis gautais duomenimis, energijos sistemų, kuriose yra iki 95 % atsinaujinančių energijos šaltinių, elektros energijos atsargų dydis yra mažesnis nei 1,5 % metinės energijos paklausos požiūriu, 100 % energijos iš atsinaujinančių energijos šaltinių turinčiose sistemose energijos atsargų kiekis gali būti mažesnis nei 6 % metinės energijos paklausos. Sektorių derinimas ir elektros energijos gamybos perkėlimas į kitą sektorių gali labai prisidėti prie saugojimo dydžio mažinimo. Iš potencialių alternatyvų, kad patenkinti šią paklausą, nepakanka perpumpuoto hidrosaugojimo (angl. *Pumped Hydro Storage*), todėl reikia naujų technologijų, turinčių didesnę energijos tankį. Vandenilis, kurio energijos tankis yra daugiau nei 250 kartų didesnis negu perpumpuoto hidrosaugojimo technologijos, yra potenciali galimybė patenkinti saugojimo poreikį. Tačiau infrastruktūros pokyčiai, reikalingi didelio vandenilio kiekio druskinguose urvuose laikymui, gali riboti šios technologijos naudojimą. „Galia į dujas“ technologija galėtų tapti galima alternatyva įrenginių ir energijos tankio problemų sprendimui. [...] Kuo daugiau galimybių optimaliai panaudoti energijos šaltinius, tuo mažesnis bus saugojimo poreikis. Todėl būsimose studijose, skirtose kiekybiškai įvertinti saugojimo poreikius, daugiausia dėmesio reikėtų skirti visai energetikos sistemai, įskaitant technologines perdavimo sistemas (pvz., „Galia į šilumą“, „Skystis“, „Dujos“, „Chemikalai“), kad būtų išvengta reikalingo energijos saugojimo kiekio pervertinimo“ (Blanco ir Faaij, 2017). Kitų darnios elektros energijos vystymo galimybių, naudojant elektros energijos saugojimui baterijas, tyrimų rezultate „sukurtas modelis, kuris optimizuoja energijos tiekimą paklausai patenkinti, kad būtų įvertintos KAE šaltinių įdiegimo galimybės, atsižvelgiant į valandinį tinklo balansą ir apkrovos dažnio kontrolės apribojimus. Šis modelis buvo taikomas nutolusios Japonijos salos energetinės sistemos atvejo tyrimui, kuri buvo priklausoma nuo šiluminės

energijos gamybos. Modelis buvo optimizuotas siekiant sumažinti visas energijos sąnaudas ir bendrą su energijos gamyba susijusį išmetamo CO₂ kiekį. Modeliavimo rezultatai rodo, kad KAE pajėgumą galima padidinti nuo pradinės vertės 1,8 MW vėjo energijos ir 0,4 MW saulės energijos. Tai, kiek ekonomiškai buvo naudojama KAE, priklauso nuo to ar buvo naudojama elektros energijos saugykla-baterija. Iš sąnaudų optimizavimo modelio apskaičiuota, kad, jeigu saugojimo nėra (2 atvejis), vėjo jėgainių pajėgumas galėtų būti išaugęs 1,7 karto. Tačiau jis išaugtų 15,8 karto, jeigu būtų įrengta 73 MWh baterija (3 atvejis). Dėl šios priežasties bendros išlaidos buvo 2 % ir 24 % mažesnės nei pradinės normos, o bendrasis išmetamųjų CO₂ dujų kiekis sumažėjo 3 % ir 52 % atitinkamai 2 ir 3 atvejais. Saulės energijos pajėgumas sąnaudų optimizavimo modelyje nepasikeitė, kadangi modelis atpigo dėl vėjo energijos panaudojimo. [...] Suvestinių scenarijų optimizavimas, siekiant sumažinti bendrą išmetamo CO₂ kiekį, parodė, kad 307 MWh baterijų elektros energijos saugojimui įrengimas leistų sumažinti CO₂ emisiją, kuri buvo 21 % baziniu atveju, nors bendros išlaidos padidėtų 40 %. [...] Taip pat reikia atsižvelgti į išorinius veiksnius, kurie čia nėra modeliuojami, pvz., gyventojų skaičiaus pasikeitimo įtaka energijos paklausai“ (Inoue, Genchi ir Kudoh, 2017).

Luderer, Krey, Calvin, Merrick, Mima, Pietzcker, Van Vliet ir Wada (2014) analizuoti Energijos modeliavimo forumo EMF 27 (angl. *Energy Modeling Forum*) scenarijai, skirti ištirti atsinaujinančios energijos (AE) vaidmenį mažinant klimato kaitą. Šiuo metu AE sudaro beveik 20 proc. pasaulinės elektros energijos paklausos. Beveik visi EMF 27 mažinimo scenarijai rodo, kad atsinaujinančios energijos gamyba smarkiai išaugo, o energijos gamyba iš vėjo ir saulės šaltinių išaugo labiausiai. Daugeliu atvejų atsinaujinantys energijos šaltiniai yra svarbiausia ilgalaikė elektros energijos tiekimo galimybė. Vėjo energija konkurencinga net ir be klimato kaitos švelninimo politikos, saulės energijos perspektyvos labai priklauso nuo klimato kaitos švelninimo politikos ambicingumo. Bioenergija yra svarbus ir universalus energijos šaltinis. Tačiau, [...] alternatyvios atsinaujinančios energijos šaltiniai, išskyrus biomasę, skirti ne elektros energijos gamybai. Nepaisant svarbaus vėjo ir saulės energijos vaidmens klimato kaitos švelninimo scenarijuose, kuriuose naudojamos visos technologijos, jų panaudojimo apribojimas sąlyginai mažai įtakoja klimato kaitos švelninimo kaštus, jeigu atominė energetika ir anglies dioksido surinkimas ir saugojimas (angl. *Carbon Capture and Storage*) [...] yra prieinami. Priešingai, ribotas bioenergijos prieinamumas kartu su ribotu vėjo ir saulės energijos poveikiu iš esmės padidina švelninimo kaštus. Nors yra daugybė tyrimų, atsinaujinančios energijos diegimo lygių rezultatai įvairiuose modeliuose labai skiriasi. Išsami EMF 27 pogrupio analizė atskleidžia esminius modeliavimo metodų ir parametrų prielaidų skirtumus. Tam tikru mastu modelio rezultatų skirtumai gali būti susiję su skirtingomis prielaidomis apie technologinių sąnaudų, išteklių potencialo ir sistemų integraciją.

Kitokią darnios energetikos vystymo strategiją šalies mastu pateikia Štreimikienė, Šliogerienė ir Turskis (2016), jie atliko elektros energijos gamybos technologijų įvertinimą, analizuodami Lietuvos

energetikos sektoriaus duomenis ir naudodami tokius daugiakriterius matematinius metodus kaip AHP (*Analytic Hierarchy Process*) ir ARAS (*Additive Ratio Assessment method*). Išnagrinėjus aplinkos poveikį, buvo parengtas elektros energijos gamybos technologijų vertinimo kriterijų rinkinys. Kokybinių ir kiekybinių kriterijų analizė padėjo įvertinti elektros energijos gamybos technologijas, atsižvelgiant į jų ekonominius, technologinius, aplinkosauginius, socialinius ir politinius aspektus ir nustatyti prioritetas. Autorių nuomone išvestiniai rezultatai rodo, kad Lietuvos atveju yra perspektyvu svarstyti tolesnę branduolinės energijos gamybos pajėgumo plėtrą. Tarp elektros energijos gamybos technologijų, susijusių su atsinaujinančiais energijos šaltiniais, pirmenybė teikiama biomasės technologijoms. Kaip jau buvo minėta, Vakarų Lietuvoje dėl geografinių ir klimatinių sąlygų šiuo metu dominuoja vėjo energetika, todėl biomasės energetikos perspektyva darbe nebus nagrinėjama.

Lund (2007) aptaria atsinaujinančios elektros energijos (vėjo, saulės, bangų ir biomasės) perspektyvas rengiant darnaus vystymosi strategijas. Tokios strategijos paprastai apima tris pagrindinius technologinius pokyčius: energijos taupymą paklausos pusėje, energijos gamybos efektyvumo didinimą ir iškastinio kuro pakeitimą įvairiomis atsinaujinančios energijos šaltiniais. Todėl didelio masto atsinaujinančios energijos įgyvendinimo planuose turi būti įtrauktos strategijos, skirtos atsinaujinančių šaltinių integracijai į suderintas energijos sistemas, kurioms įtakos turi energijos taupymas ir efektyvumo priemonės. Atsižvelgiant į Danijos atvejį, aptariama dabartinių energetikos sistemų pavertimo į 100 % atsinaujinančios energijos sistemas problemos ir perspektyvos. Išvados rodo, jog tokia plėtra yra įmanoma. Būtinai atsinaujinančių energijos šaltiniai yra, o jei bus pasiekta tolesnių technologinių patobulinimų energetikos sistemoje, bus galima sukurti atsinaujinančios energijos sistemą. Ypač svarbios transporto sektoriaus pertvarkymo technologijos ir lanksčiųjų energetikos sistemų įdiegimo technologijos.

Sekanti darnios elektros energetikos vystymo strategijos teorija į pirmą vietą iškelia hidroenergją. „Siekiant išspręsti aplinkos degradacijos problemą dėl pasaulio energijos paklausos augimo, reikia subalansuoto požiūrio. [...] visapusiškai įvertinti daugybę elektros energijos gamybos technologijų, atsižvelgiant į jų suderinamumą su tvaria pramonės plėtra. Tyrimas pagrįstas 10 tvarumo rodiklių, kurių pagalba atlikta jėgainių gyvavimo ciklo analizė. Technologijos buvo suskirstytos naudojant svertinį daugybinį atributų metodą. Indikatoriaus svoriai buvo nustatyti per 62 mokslininkų iš energetikos ir aplinkos mokslo srities apklausą. Mūsų rezultatai rodo, kad dideli hidroelektriniai projektai yra tvariausias technologijos tipas, po kurio seka vandens, sausumos vėjo ir saulės elektros energetiniai projektai. Mes teigiame, kad įgyvendinant tvarios energetikos politiką politiniai lyderiai turėtų turėti labiau struktūrizuotą ir strateginį požiūrį, tokio pobūdžio tyrimai gali pateikti argumentus tokiems sprendimams paremti“ (Maxim, 2014). Kadangi hidroenergjios išteklių Vakarų Lietuvoje riboti, šios energijos naudojimo perspektyvos nebus aptariamoms darbe.

Tuo metu Al Garni, Kassem, Awasthi, Komljenovic ir Al-Haddad (2016) nuomone

atsinaujinantys energijos šaltiniai laikomi potencialiomis alternatyvomis ateities energijos gamybai ir iškastinio kuro suvartojimui. Siūloma daugiakriterė sprendimų priėmimo metodika, pagrįsta analitine hierarchija, įvertinant penkis atsinaujinančios energijos šaltinius: saulės fotoelektros, koncentruotos saulės energijos, vėjo energijos, biomasės ir geoterminės energijos. Naudojami kriterijai gali būti priskiriami techniniams, socialiniams, politiniams, ekonominiams ir aplinkos apsaugos kriterijams. Saudo Arabija yra naftos gamintojas ir pasaulinis jos tiekėjas. Tyrimo rezultatai rodo, kad saulės fotoelektros ir koncentruotos saulės energijos sritys yra palankiausios technologijos, po jų seka vėjo energija. Pateikiamas kiekvieno atsinaujinančio energijos šaltinio našumo įvertinimas pagal kiekvieno galutinio rodiklio kriterijus ir atliekama jautrumo analizė, siekiant nustatyti, kaip bendri alternatyvų reitingai kinta atsižvelgiant į kiekvieno kriterijaus prioritetinius svorius. Įgyvendindama energijos pasirinkimo strategiją, Saudo Arabija gali išsaugoti savo galutinius energijos išteklius ateičiai, kad būtų išlaikytas pramonės ir visos ekonomikos augimas. Taigi Saudo Arabijos atveju dėl klimatinė šalies sąlygų siūlomoje darnios elektros energetikos strategijoje dominuoja saulės energija ir vėjo energija. Tuo metu Tuniso darnios elektros energetikos vystymo strategija autorių nuomone turėtų būti siejama su gamtinėmis dujomis, kadangi jos sudaro 96 proc. pirminės energijos elektros energijos gamybai, tačiau dėl sumažėjusių vidaus dujų atsargų ir sparčiai augančios elektros paklausos skubiai reikalaujama alternatyvių kuro strategijų. Šiuo metu aptariamos įvairinimo galimybės apima anglies ir atominių elektrinių įvedimą ir (arba) atsinaujinančiųjų išteklių naudojimą. [...] Sujungus elektros energijos rinkos modelį su daugiakriterė sprendimų analize (angl. *Multi-Criteria Decision Analysis*) vertinti penki energijos sąveikos scenarijai, susiję su energijos gamybos sąnaudomis, taip pat su neekonominiais aspektais, tokiais kaip energetinis saugumas, poveikis aplinkai ir socialinis poveikis. Remiantis kriterijais, įvertintais konsultacijose su Tuniso suinteresuotosiomis šalimis, iki 2030 m. buvo pasirinktas galutinis, geriausiai įvertintas elektros energetikos vystymo strategijos scenarijus, kurį sudarytų 15 % vėjo, 15 % saulės ir 70 % iš gamtinių dujų pagaminama elektros energija Brand ir Missaoui (2014).

Dar vienas darnios elektros energetikos vystymo strategijos pavyzdys su elektros jungties panaudojimu – Malta, nedidelė sala, ES dalis, kurioje aukšti BVP vertė ir elektros energijos suvartojimas vienam gyventojui. Tuo pačiu metu Maltoje gaminama labai nedaug elektros energijos iš AEI. 100 km elektros jungtis su Sicilija buvo pradėta eksploatuoti 2015 m., ši elektros linija padidino turimą šalies elektros galios pajėgumą 200 MW. Elektros energetikos optimizavimo modelis sutapo su saulės energetikos plėtra Maltoje. Iškastinio kuro pagrindu sudaryta elektros energijos gamyba išlieka beveik pastoviam lygyje. Dinamiškas AEI dalies augimas rodo, jog ši alternatyva yra ekonomiškai efektyvus būdas diversifikuoti elektros energijos gamybą vieno dominuojančio šaltinio energetiką keičiant į darnią energetiką Szabo, Kougias, Moner-Girona ir Bodis, (2015).

Apžvelgus įvairias teorines pasaulines, nacionalines ir regionines darnios elektros energetikos

kompleksinio vystymo strategijas galima pastebėti, jog jos susijusios su geografine padėtimi (pvz. Maltoje į strategiją įtraukta energetinė jungtis su Italija), klimatu (pvz., Saudo Arabijoje prioritentinė AE – saulės energija), iškastinio kuro atsargomis (pvz. Tuniso energetinėje strategijoje didžioji dalis elektros energijos išgaunama deginant dujas) ir technologiniu šalies išsivystymo lygiu (pvz., Japonijos strategijose numatomas baterijų elektros energijos saugojimui naudojimas). Todėl galima teigti, jog siekiant darnią elektros energetikos plėtrą vystyti remiantis elektros energijos tiekimo saugumo patikimumo ir AEI naudojimo principais Lietuvoje ir tuo pačiu Vakarų Lietuvoje yra panaudoti optimalūs ES rekomenduojamo modelio darnios energetikos plėtrai elementai labiausiai atitinkantys šalies ir regiono geografines, klimatinės, gamtos ir technologinių resursų sąlygas – „NordBalt“ elektros energetinė jungtis ir AEI vėjo energetika. Apžvelgus darnios elektros energetikos kompleksinio vystymo strategijų teorinius aspektus toliau darbe bus aptariami teoriniai aspektai susiję su šiais darnios energetikos vystymo strategijos principais pasaulyje, ES, Lietuvoje: šiltnamio efekto mažinimas ribojant išmetamųjų dujų emisija, elektros energija iš atsinaujinančių šaltinių, elektros energijos tiekimo patikimumas, saugumas.

2.2. Šiltnamio efekto mažinimas ribojant išmetamųjų dujų emisiją

Norint suprasti „energijos technologijų naujovių įtaką šalies šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos mažinimui, reikia įvertinti esamą sistemą. Kanados atveju buvo atliekama išsami duomenų analizė apie galimus finansavimo mechanizmus ir vyriausybės bei pramonės investicijas, kartu su organizuota egzistuojančia tarptautine, federaline ir regionine klimato politika, kuri skatina naujoves. Rezultatai parodė, kad investicijos iš ankstyvųjų mokslinių tyrimų ir plėtros buvo nukreiptos iškastinio kuro naudojimo strategijoms kurti. Nors federalinės valdžios pastangos įvykdyti tarptautinius įsipareigojimus buvo nesėkmingos, regionai, įgyvendindami laipsnišką anglies dioksido emisijos mažinimą, atsinaujinančių išteklių portfelio standartų įdiegimą ir įvedę energijos tarifus sėkmingai sumažino teršalų kiekį. Švarios energetikos projektų finansavimas yra lengvai prieinamas; tačiau nėra jokios pilnos duomenų bazės, leidžiančios investuotojams atrasti šias galimybes. Siekdami pagerinti švarios energijos naujoves Kanadoje ir sudaryti sąlygas sėkmingai mažinti išmetamųjų teršalų kiekį, mes siūlome, kad investicijos (nuo mokslinių tyrimų ir taikomosios veiklos iki kapitalo išlaidų) ir regioninės politikos turėtų būti suderintos su federaliniais įsipareigojimais, taip pat aiškiai nurodoma turima finansavimo dalis, skirta pritraukti švarios energijos investuotojus. Toks požiūris į sistemingą peržiūrą plačiai taikomas kitiems regionams, kuriuose siekiama suprasti ir pagerinti inovacijų vaidmenį mažinant šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisiją, ypač šalyse, turinčiose federalines politines sistemas ir didelius iškastinio kuro išteklius. Taigi, klimato kaita yra viena iš neatidėliotinių energetikos politikos problemų, kadangi klimato mokslai prognozuoja didėjančią pavojų žmogaus ir gamtos sistemoms, [...]. Kaip teigė tarpvyriausybė klimato kaitos komisija: „žmogaus įtaka klimato

sistamai yra aiški, o antropogeninė šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisija yra didžiausia istorijoje.“ Energijos technologijų naujovių vaidmuo, mažinant išmetamų teršalų kiekį, tampa vis labiau pripažįstamas pereinant prie tvaresnės, mažesnės anglies dvideginio energijos. Šio pereinamojo laikotarpio metu buvo skatinama atlikti mokslinius tyrimus, siekiant pagerinti inovacijų ir inovacinių sistemų vaidmenį. Tuo pat metu, kai švari energija tapo svarbiu politikos aspektu, pripažinta, kad reikia sukurti jos paklausą, vykdant politiką kartu su strateginėmis investicijomis į mokslinius tyrimus, plėtrą, demonstravimą ir diegimą. Klimato politika, investicijos ir finansavimas turėtų būti suderinti su mintimi apie tai, kokį vaidmenį energetikos technologijų inovacijos gali atlikti mažinant išmetamų teršalų kiekį“ (Jordaan, Romo-Rabago, McLeary, Reidy, Nazari ir Herremans, 2017).

Tuo metu ES viena didžiausių kliūčių šiltnamio efekto mažinimui įgyvendinti yra Lenkijos nacionalinė politika anglių pramonės srityje. „Pasaulio anglių asociacijos duomenimis, Lenkija yra dešimta pagal dydį anglies vartotoja pasaulyje, 92 proc. elektros energijos ji gamina iš akmens anglių. Nepaisant Europos Sąjungos tikslų mažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį, Lenkija spaudžia pakeisti senus anglies vartojimo planus naujais, didesniais. Tai nėra itin suderinama su Europos išmetamo CO₂ kiekio mažimo planais. Europos Sąjungos šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimo leidimų prekybos sistema (ES ŠESD ILPS) – viena svarbiausių kovos su klimato kaita priemonių. Šių leidimų poreikis didėja, tad anglies kaina turėtų dar labiau išaugti. Tačiau Lenkija kovoja prieš taršos leidimų pabranginimą ir prieš ambicingus planus sumažinti išmetamo anglies dioksido kiekį. Varšuva taip pat padidino spaudimą, siekdama gauti papildomų leidimų naujiems ir esamiems įrenginiams. Lenkija yra vetavusi naujų šiltnamio efektą sukeliančių dujų mažinimo priemonės. Lenkai stengiasi pergudrauti šią sistemą, kaip ir pakeisti prekybos išmetamųjų teršalų leidimais sistemos darbą. Sistema siekia laipsniškai sumažinti anglies dioksido išmetimą, tad leidimai taptų vis brangesni. Dabar už toną anglies dioksido emisijos reikia mokėti 7,13 euro. Tokių susivienijusių su Lenkija šioje situacijoje yra ir daugiau, tai ne tik politikai, bet ir didelės bendrovės, naftos kompanijos, įskaitant „Shell“, visos jos siekia, kad išmetimų apribojimas būtų trumpalaikis. Lenkija teigia, kad pasiūlymas iš dalies pakeisti šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimo leidimų prekybos sistemą, per ateinančius septynerius metus šaliai kainuotų daugiau nei milijardą eurų. Esą sistema neturėtų būti keičiama. Mažai tikėtina, kad Lenkijai ilgai pavyks atidėlioti savo problemų sprendimą. Nors šiandien CO₂ emisija atsiekia pigiai, kaina ateityje neabejotinai didės. Dabartinė situacija, kuri remiasi sovietinių, akmens anglimis kūrenamų ir pigiai eksploatuojamų elektrinių naudojimu, negalės tęstis neribotą laiką. Dujų gavimas Lenkijai yra gana sudėtingas. Europa jas perka iš Rusijos, o lenkai istoriškai jais nepasitiki. Lenkai siekia patys išvystyti skalūninių dujų pramonę. Kol kas vienintelė Lenkijos energetinė strategija – nuo anglių priklausoma pramonė. [...] Per ateinančius aštuonerius metus lenkai į anglimi kūrenamas elektrines ketina investuoti 24 mlrd. eurų, kurių dauguma skirti vienuolikai 300 MW galingumo anglies elektrinėms statyti“ (Stonington, 2012). Kalbant apie padėtį LR – „Lietuvos padėtis nėra itin

bloga, bent jau geresnė nei piečiau esančių valstybių. „Miestų oro taršos padėtis labai priklauso nuo daugelio faktorių. Pirmiausia esame nedėkingoje geografinėje padėtyje – 60 proc. laiko Lietuvoje vyrauja pietvakarių vėjai, vadinasi visus Vokietijos, Čekijos ir Lenkijos teršalus jie atneša mums. [...] Lietuvą taip pat paveikė ir dvi globalios sąlygos. Uždarius atominę elektrinę, smarkiai pabrango elektra, dėl to žmonės nustojo šildytis elektra ir perėjo prie kitų šildymo būdų, kurie paprastai daugiau teršia, tai dujos, kietasis kuras ir t.t. Antra, Lietuvoje vyrauja dujų monopolis. Dujos brangsta, todėl privačių namų savininkai masiškai perėjo prie kietojo kuro katilų naudojimo“ (Technologijos, 2012). Taigi, Vakarų Lietuva dėl vyraujančių vėjų taip pat yra veikiamą užteršto oro, patenkančio iš Europos pramoninių rajonų ir turi papildomą į uostą atplaukiančių laivų sukeltą oro taršos problemą. „ES kovai su oro užterštumu uostuose numatytas privalomas laivų „bunkeravimo“ suskystintomis gamtinėmis dujomis vietų įrengimas TEN-T uostuose. Vykdyti šią nuostatą planuojama pasirengti iki 2025 metų gruodžio 31 dienos. [...] Tam rekomenduojama pasinaudoti 2014–2020 metų ES parama. Klaipėdos uoste neturėtų kilti problemų, kaip įdiegti laivų aprūpinimo dujomis sistemas. Patačius Suskystintųjų gamtinių dujų terminalą, kitas logiškas žingsnis būtų kurti laivų „bunkeravimo“ dujomis sistemą“ (Technologijos, 2008).

Tačiau egzistuoja ir kita darnios elektros energetikos perspektyva, leisianti išspręsti laivų išmetamųjų dujų taršos problemą Klaipėdos uoste. Sciberras, Zahawi ir Atkinson (2015) teigia, jog elektros energijos tiekimas laivams uoste suteikia alternatyvą be išmetamųjų teršalų sprendimą, kai laivai įjungiami į kranto elektros tinklą, tokiu būdu, kad elektros energijos poreikis laivui būtų tiekiamas iš kranto. Elektriniu požiūriu yra įmanoma keletas skirtingų pakrančių tinklo konfigūracijų, suteikiančių įvairias infrastruktūros galimybes tiekti energiją į keletą prieplaukų. Chang, Wang (2012) teigia, jog naudojant antžeminės elektros energijos tiekimo laivams uoste sistemą, išmetamo CO₂ kiekis galėtų sumažėti 57,16 proc., o kietųjų dalelių – 39,4 proc. Kotrikla, Lilas ir Nikitakos (2017) nuomone laivų, esančių uoste, ore išmetamas teršalų kiekis sudaro nedidelę bendro laivų išmetamųjų teršalų dalį, tačiau jie yra sutelkti į mažą plotą. Graikijoje Mitilėnės uostas yra miesto ribose, dėl to susidaro oro tarša, grūstis ir triukšmas, ypač turizmo sezono metu. Autorių atlikto tyrimo tikslas – įvertinti Mitilėnės uoste esančių laivų išmetamųjų kietųjų dalelių kiekį ir išmetamą CO₂ kiekį bei ištirti kranto pusės elektros energijos tiekimo potencialą, siekiant sumažinti išmetamųjų teršalų kiekį. Išmetamųjų teršalų kiekis buvo apskaičiuotas naudojant „iš apačios į viršų“ metodiką, pagrįstą laivų veikla uoste (laivyba, manevravimas). Atsinaujinančių energijos šaltinių modeliavimas buvo atliekamas naudojant „Homer Energy“ modeliavimo programinę įrangą. Rezultatai parodė, kad nuo 2012 m. rugpjūčio 10 d. iki 20 d. Mitilėnės uoste buvo 40 keleivinių laivų, tanklaivių ir biriųjų krovinių laivų, skleidžiančių 441 kg kietųjų dalelių ir 282 metrinės tonas CO₂. Maždaug 63 % kietųjų dalelių ir 77 % CO₂ išsiskyrė laivams esant prie prieplaukos, o likusieji manevravimo metu. Šių išmetamųjų teršalų kiekis galėtų būti sumažintas tiekiant elektros energiją laivams iš hibridinės

atsinaujinančios energijos sistemos su vėjo jėgainėmis ir fotoelektros elementais, prijungtais prie tinklo. Modeliavimo rezultatai parodė, kad visam Mitilėnės uosto laivų energijos poreikiui patenkinti pakaktų keturių 1,5 MW vėjo jėgainių kartu su 5 MW fotoelektros elementais. Dėl tokios konfigūracijos atsinaujinanti energija turėtų viršyti laivų elektros energijos poreikius, kad nebūtų perkrautos kranto elektros jėgainės. Energijos perviršis gali būti tiekiamas į salų tinklą, tokiu atveju brangiai kainuojanti baterijų saugojimo sistema nėra reikalinga elektros energijai saugoti. Taigi, laivams esant uoste, smarkiai sumažės išmetamo CO₂ ir kietųjų dalelių kiekis, suteikiamas perspektyvus švaresnės ir sveikesnės aplinkos sprendimas. Tęsiant elektros energijos tiekimo uoste perspektyvų numatymą, – „rezultatai rodo, kad žymiai sumažinti išmetamųjų dujų emisiją yra įmanoma lyginant su dabartiniais tradiciniais laivuose naudojamais metodais. Galimi įvairūs išmetamųjų dujų emisijos mažinimo laipsniai, nagrinėjant vieną iš scenarijų, CO₂ emisija sumažėjo maždaug 42 % , kai elektros energijos tiekimas iš kranto (angl. *Cold Ironing*) yra vienintelis laivo energijos šaltinis ir tiekimas yra centralizuotas (su centriniu dažnio konverteriu). Ši technologija buvo identifikuota kaip labiausiai tinkamas sprendimas. Esant galimybei gaminti elektros energiją krante naudojant suskystintas gamtines dujas [SGD] kaip kurą, sumažinama CO₂ emisija, o SO₂ išmetimai praktiškai sumažinami iki nulio. Ši alternatyva sudaro labiau rentabilias galimybes, ypač ją naudojant hibridinėje sistemoje, kuri apjungia elektros energijos tiekimą iš kranto ir pakrančių elektros energijos gamybą naudojant SGD kaip kurą. Reikalingos didelės investicijos kranto ir laivų elektros energijos tiekimo infrastruktūros įrengimui. Tokių sistemų faktinis ekonominis efektyvumas reikalauja išsamaus veiklos tyrimo atsižvelgiant į laivų dydį, dažnumą ir trukmę apsilankant tam tikrame uoste. Atsižvelgiant į kompromisus tarp elektros energijos tiekimo iš kranto sistemų sąnaudų ir teršalų emisijos mažinimo rezultatų, galima nustatyti optimalius kompromisinius sprendimus, [...]. Su kranto elektros energijos tiekimo šaltiniu išmetamųjų dujų kiekis uostuose gali būti sumažintas, jeigu ne visiškai pašalintas“ (Sciberas, Zahawi, Atkinson, Juando ir Sarasquete, 2016).

„Galima pastebėti, kad su elektros energijos tiekimu iš kranto susijusi nauda aplinkai – NO₂, SO₂ ir kietųjų dalelių kiekio sumažinimas, kadangi ši technologija pašalina ar žymiai sumažina visų šių teršalų emisiją, išjungus laivo pagalbinį variklį. Palyginti su kitais išmetamųjų teršalų mažinimo būdais, elektros energijos tiekimas iš kranto taip pat visiškai pašalina triukšmą, kurį sukelia laivų varikliai jiems stovint uoste. Technologija, leidžianti naudoti gamtines dujas kaip kurą laivų varikliuose, kriogeninių šaldytuvų-konteinerių naudojimas ir selektyvios katalizinės redukcijos (angl. *Selective Catalytic Reduction*) sistema kartu su mažą sieros kiekį turinčių degalų naudojimu gali būti labai efektyvi elektros energijos tiekimo iš kranto laivams uoste alternatyva. Elektros energijos tiekimo iš kranto įrangos instaliavimas ir eksploatavimas, palyginti su kitomis alternatyvomis, yra imlus kapitalui; šios išlaidos skiriasi priklausomai nuo uosto, todėl sunku nustatyti faktinį šios technologijos ekonominį efektyvumą. Kita vertus, tokia technologija yra vienintelis išmetamųjų teršalų mažinimo

metodas, įrengiamas uosto teritorijoje, kai kitos alternatyvos reikalauja didelių infrastruktūros išlaidų iš uostų, tai turi tiesioginį poveikį uostų valdymui ir veiklai. Elektros energijos tiekimo laivams iš kranto technologijos poveikis uostuose gali būti laikomas neigiamu (ekonominiu požiūriu) dėl dabartinės didelės montavimo kainos ir beveik jokios investicijų grąžos. Tokia situacija gali susiklostyti dėl mažesnių išlaidų, naudojant laivų pagalbinius variklius elektros energijos gaminimui, palyginti su iš kranto tiekiamos elektros energijos naudojimu tam pačiam tikslui. Tyrimas rodo, kad šiuo metu tokią technologiją yra įmanoma techniškai įrengti daugumoje uostų, vis dėlto uostai negali visiškai finansuoti jos įrengimą. Tačiau elektros energijos tiekimo laivams iš kranto techninis sprendimas gali tapti ekonomiškai gyvybingu, jeigu valstybė suteiktų mokesčių lengvatas laivams, kurie naudojami kranto energija uostuose. Tai galėtų tapti paskata laivų operatoriams pereiti prie šios technologijos naudojimo (tokį sprendimą yra priėmusi Švedijos vyriausybė). Kita alternatyva – kai jūrinio kuro kainos išauga tiek, kad jo naudojimas elektros energijai gaminti laivuose tampa neekonomiškas, palyginti su elektros energijos tiekimu iš kranto. [...] Jei bet kuris iš šių dviejų scenarijų taptų realybe, tada uostai gali pradėti rinkti paslaugų mokesčius iš laivų, naudojančių šią technologiją, kad gautų pakankamai pajamų susigrąžinti savo eksploatavimo ir priežiūros išlaidas bei galbūt visiškai padengti savo investicijas. [...] Dauguma uostų taip pat pripažįsta su elektros energijos tiekimu laivams iš kranto susijusią naudą aplinkai, tačiau nenori investuoti į tokį objektą dėl didelių sąnaudų investicijoms ir beveik nesančios jų grąžos. Ilgas laiko periodas, siekiant visiškai įdiegti elektros energijos tiekimo iš kranto įrenginį, gali turėti įtakos uosto operacijoms, kadangi prieplaukos turėtų būti uždarytos ilgą laiką, o tai neigiamai paveiktų uosto pajamas. Transformatorių įrengimas uosto teritorijoje taip pat apriboja uosto galimybes, kadangi šią teritoriją būtų galima panaudoti konteinerių ar kitų krovinių saugojimui. Uosto darbuotojų ir laivų saugos užtikrinimui didelė teritorijos dalis, naudojama sumontuotiems transformatoriams, yra aptveriamą. Atsižvelgiant į tai, kad nėra investicijų grąžos, uostai neturėtų skubėti investuoti net ir tuo atveju, jei 100 % laivų, besinaudojančių savo įrenginiais, atitiktų alternatyvios jūrinės galios (angl. *Alternative Maritime Power*) reikalavimus. Uostai taip pat turėtų labai atidžiai vertinti subsidijas teikiamas miestų savivaldybių, prieš pradėdami jas investuoti į elektros energijos tiekimo iš kranto technologiją, atsižvelgdami į aplinkosauginę naudą, kurią teikia laivai, naudojantys kranto elektros energiją. Tačiau uostai gali atsižvelgti į didžiųjų laivų operatorių, kurie lankosi reguliariai uoste, prašymus, pasirašydami sutartis, kuriomis laivybos kompanijos įsipareigoja visada naudotis energijos tiekimo iš kranto įrenginiais, kai jų laivai yra uoste ir yra pasirengusios mokėti mokesčius už paslaugas, kurie savo ruožtu gali sudaryti uostui galimybę susigrąžinti savo investicijas, kaip tai yra Geteborgo uoste. Uostai taip pat galėtų investuoti į energijos tiekimo iš kranto infrastruktūros objektus, jei jiems siūloma finansinė parama iš miesto savivaldos ar valstybės teikiant dotaciją arba paskola be palūkanų su lanksčiomis mokėjimo sąlygomis. Taip pat uostai turėtų atsižvelgti į aplinkosauginę ir socialinę naudą, kurią gautų kartu su laivų prijungimu prie

kranto elektros energijos šaltinio, kai jie stovi uoste. Be to, uostai turėtų būti pasirengę padaryti tam tikras finansines nuolaidas, kaip socialines atsakomybės išraišką geros miesto gyventojų sveikatos vardan, apmokestindami lavų savininkus, kad būtų pakankamai lėšų išlaikyti energijos tiekimo iš kranto įrenginius arba blogiausiu atveju patirti metinį 10 % nuostolį iš pajamų už elektros energijos tiekimą laivams iš kranto“ (Fiadomor, 2009).

Visuomenė suvokia vėjo energiją ir (arba) kitas tvarias energijas senovinėse ir (arba) saugomose teritorijose kaip atsakingą elgesį. Taigi, daugelis turizmo ekonomikos bendruomenių turi didelių interesų aplinkos apsaugos ir vėjo energijos gamybos srityse. Lygiame reljefe tokio tipo energijos gamybos vietos tinkamumas paprastai vertinamas remiantis vienerių metų vėjo stebėjimų rodikliais, kurių matavimo aukštis yra nuo 80 iki 100 m arba naudojant ilgalaikius stebėjimus 10 m aukštyje. Pastaruoju atveju vėjo greičių skaičiavimas atliekamas taikant mikrometeorologinius-empirinius santykius. Kai kalnuotame reljefe vėjo jėgainės negali būti statomos ant aukščiausių kalnų priimtinu atstumu iki elektros energijos paklausos zonos, jos turi būti įrengtos žemiau slėniuose. Esant tokioms sąlygoms, bet koks vėjo energijos potencialo įvertinimas tampa sudėtingas. Deja, ši situacija egzistuoja daugelyje kalnų kurortų ir fiordų kraštovaizdžių, kuriuose yra ledynai. [...] Mūsų tyrimo tikslas buvo iširti neapibrėžtumą prognozuojant galimą vėjo energijos gamybą tokiomis sąlygomis. Džunas, Aliaska tarnavo kaip bandymų vieta. Dažnos audros, siaučiančios Aliaskos įlankoje, lemia Džuno klimata. Esantis aplink fiordą, kuris priklauso Tongasų nacionaliniam miškui, reljefas daro didelį poveikį vėjo greičiui. Džuną supa kalnai, kuriuose yra apie 30 ledynų, sudarančių Džuno ledyną. Taigi, bet kokia vėjo jėgainių statyba ant kalnų yra vargu ar pagrįsta. [...] Sudėtingas reljefas leidžia įrengti vėjo jėgainę žemesniame aukštyje, kur fiordas plečiasi ir jungiasi prie kitų fiordų. Džune kruizinių laivų turizmas yra pagrindinė ekonomika. Šiame uoste daugelis kruizinių laivų sustoja plaukdami per „Inside Passage“ ir (arba) į įvairius nacionalinius parkus, tarp kurių – „Glacier Bay“ nacionalinį parką. Uoste kruizinių laivų pagalbiniai varikliai gamina elektros energiją, reikalingą laivų sistemų funkcionavimui. Dėl šios elektros energijos gamybos kruiziniai laivai yra didžiausi šio rajono taršos šaltiniai. Fiorduose, esant inversijai, išmetami teršalai gali sukelti [...] net smogą, kai santykinis oro drėgnumas yra pakankamai aukštas. Taigi, Džunas susiduria su turizmo paradigma, kai bet koks šios ekonomikos augimas gali pakenkti priešasčiai, dėl kurios turistai atvyksta į šią vietą, senoviniam kraštovaizdžiui ir galimybei pamatyti laukinę gamtą. Kruizinių laivų kompanijos, vietos gyventojai ir turistai yra susirūpinę dėl kruizinių laivų išmetamų teršalų. Džune „Princess Cruise“ pastatė pirmąją elektros energijos tiekimą laivams iš kranto įrangą (angl. *Cold Ironing*) pasaulyje. Iki 2002 m. turizmo sezono metu penkiuose kruiziniuose laivuose Džuno mieste buvo naudojama kranto energija. 2005 m. penki kruiziniai laivai iš viso panaudojo įrenginį 93 kartus. Tai reiškia, kad 16 % visų 586 kruizinių laivų naudojo elektros energijos tiekimą iš kranto. Visiems kruiziniams laivams, atvykstantiems į Džuną, kad naudoti elektros energijos tiekimą iš kranto reikės: a) pakankamai didelės apimties elektros

energijos tiekimo įrenginio; b) kruizinių laivų modernizavimo kranto elektros energijai; c) energijos tiekimo saugumo užtikrinimo. Džune potvynių-atoslūgių lygio svyravimas vidutiniškai yra 5 metrai, tai pagrindas hidroenergijos panaudojimui; tuo metu su iškastiniu kuru arba gamtinėmis dujomis kūrenamos elektrinės yra atsarginis variantas. Žemo sieringumo degalus deginančios jėgainės išmetamųjų teršalų kiekis, išreikštas kWh, yra mažesnis, nei tas, kuris išmetamas bet kokio pagalbinio laivo variklio, veikiančio esant mažai apkrovai. Tačiau aplinkosaugininkai teigia, kad iškastinį kurą naudojančios elektrinės išmetimai pasireikštų labai švariame regione, šalia Džuno. Daugelis bendruomenių, kurių pagrindinė veikla priklauso nuo turizmo, mano, kad vėjo energija yra švarus energijos šaltinis, siekiant patenkinti papildomos turizmo sezono energijos paklausą. Šios bendruomenės susiduria su turizmo paradigma, kai sezoninio turizmo didėjimas reiškia sezoninį energijos paklausos augimą, tačiau jos gamyba iš iškastinių išteklių daro įtaką turistus pritraukiančiam kraštovaizdžiui“ (Mölders, Khordakova, Gende ir Kramm, 2015).

Apibendrinat teorinius tyrimus, elektros energijos tiekimas laivams uoste leistu sumažinti CO₂ ir kietųjų dalelių emisiją mažiausiai apie 40 %, be to tai leistų sumažinti laivų keliamo triukšmo uoste lygį, todėl tokios technologijos diegimas Vakarų Lietuvoje Klaipėdos uoste būtų perspektyvus žingsnis, leisiantis sumažinti taršą Lietuvoje ir regione. Kaip rodo darbe pateikiamas Džuno uosto pavyzdys, Vakarų Lietuvoje, turinčioje vėjo energetikos išteklių, galima būtų juos panaudoti elektros energijos tiekimui laivams uoste sukuriant kombinuotą darnios elektros energetikos sistemą regione. Dėl šių priežasčių ekonominis elektros energijos tiekimo uoste technologijos įdiegimo projekto vertinimas pateikiamas darbo tiriamojoje dalyje.

2.3. Elektros energija iš atsinaujinančių šaltinių

A. Evans, Strezov ir T. J. Evans (2009) atsinaujinančios energijos technologijas vertino pagal kiekvieną rodiklį, darydami prielaidą, kad rodikliai yra vienodai svarbūs darniai plėtrai. Nustatyta, kad vėjo energija yra tvariausia, po to – hidroenergija, sekanti – saulės ir paskutinėje vietoje – geoterminė energija. Taip pat buvo nustatyta, jog vėjo jėgainė turi žemiausią santykinį šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį, reikalauja mažiausio vandens suvartojimo ir jos pats palankiausias socialinis poveikis lyginant su kitomis technologijomis, tačiau ši technologija reikalauja didesnio žemės ploto ir didelių santykinų kapitalo sąnaudų. „Kintamoji atsinaujinančioji energija, kuri yra elektros energijos gamyba iš stochastinių energijos srautų (pvz., vėjo ir saulės), vaidina nepakeičiamą vaidmenį pakeičiant iškastinio kuro elektrą, kuri šalia klimato pokyčių gali sukelti ir kitų neigiamų išorinių padarinių, įskaitant oro taršą ir energetinį nesaugumą. Pagal Tarptautinės energetikos agentūros (angl. *International Energy Agency*) 2 °C scenarijų KAE indėlis į pasaulinį elektros tiekimą turi padidėti nuo 4 % 2013 m. iki 25 % 2040 m. Tokie skaičiai yra ir dėl Europos Sąjungos (ES) politikos, kuri iki 2014 m. turėtų padidinti elektros energijos gamybos iš atsinaujinančių energijos šaltinių dalį nuo 11 % 2014

m. iki mažiausiai 36 % iki 2050 m. siekdama prisidėti prie ilgalaikio išmetamųjų teršalų mažinimo tikslo. Tačiau KAE, pasižyminti kintamumu, neapibrėžtumu ir vietine priklausomybe, sąveikauja su energetikos sistemos ne KAE dalimi (toliau vadinama liekamąja sistema). Dėl to susiduriama su technologinėmis, institucinėmis ir valdymo problemomis, susijusiomis su tinklo veikimu, pvz., padidėjęs lanksčių išteklių poreikis: jėgainės, saugojimas, reakcija į paklausą, tinklo infrastruktūra ir galios kokybės kontrolė, geresnis tarpregioninis koordinavimas ir modernūs metodai rezervo dydžiui nustatyti. Šie veiksniai dažnai sukelia papildomas operacines ir investicines sąnaudas likutinėje sistemoje, kad ji atitiktų KAE sistemos dalį. Tokios sąnaudos dažnai vadinamos integravimo išlaidomis, kurios didėja didėjant KAE skvarbai. Jos neišvengiamai tampa pastebimos, kai KAE skvarba pasiekia 10 %. Įvairūs šaltiniai rodo, kad 10 % skvarbos integravimo išlaidos yra 9–13 €/MWh vėjo energijai sausumoje ir 26,5–32 €/MWh saulės energijai. Integracijos išlaidos gali tapti ekonomine kliūtimi nuolatiniam KAE augimui. Šiandieninės energetikos politikos darbotvarkėje integracijos išlaidų mažinimas tampa vis svarbesnis. Nepaisant to, kad ES oficialių planų „Perėjimas prie konkurencingos mažai anglies dvideginio į aplinką išskiriančios ekonomikos“ ir „Tvarios energetikos sąjunga su perspektyvia klimato kaitos politika“ pagrindu yra taikomos strategijos „kaštų efektyvumas“ ir „kaštų ekonomiškas“, politikos formuotojai ir reguliavimo institucijos nesiėmė pakankamų priemonių sumažinti integracijos išlaidas. Daugelyje pasaulio dalių (įskaitant ES) buvo sukurtos liberalizuotos elektros energijos rinkos siekiant palengvinti prekybą elektros energija ir didinti ekonominį efektyvumą. Gerai veikianti konkurencinga elektros energijos rinka teoriškai gali riboti integracijos išlaidas, susijusias su tam tikra KAE skvarba. Tai tas atvejis, kai egzistuoja teorinė ilgalaikė pusiausvyra, siekiant užtikrinti pigiausią liekamąją sistemą, kuri atitinkamai sumažina integracijos išlaidas. Elektros rinka gerai funkcionuoja, jeigu jos kainų lygis palaiko efektyvų trumpalaikį jos veikimą ir suteikia pakankamai investicinių galimybių visam reikalingam energijos gamybos pajėgumui. Tai reiškia, kad ji turėtų turėti pakankamai kapitalo padengti sąnaudoms ir investicijoms. Norint pasiekti 2 °C klimato kaitos švelninimo tikslą, elektros energijos gamybos iš kintamųjų atsinaujinančių energijos šaltinių augimas elektros energetikos sektoriuje turėtų tęstis. [...] KAE integravimas į gerai veikiančią elektros rinką gali sumažinti integracijos išlaidas, skatinti investicijas į KAE ir papildomus lanksčius išteklius. Tačiau šiuo metu sukurta Europos Sąjungos (ES) elektros rinka vis dėlto negali pasiekti šio tikslo. Taigi, dabartinei ES elektros energijos rinkai reikalinga pertvarka, kad būtų pašalintos visos nustatytos kliūtys. Pirma, kad apriboti integracijos išlaidas, turėtų būti įdiegti: atskira aukciono dienos rinka, balansavimo maržinė kainų rinka, disbalanso dviejų kainų atsiskaitymas ir centrinės kainodaros vietinis maržinis kainų nustatymo mechanizmas. Antra, siekiant paremti KAE verslo ir papildomų lanksčių išteklių elektros energijos rinkoje galimybes, turėtų būti nustatytos vienodos sąlygos ir kainų riba turėtų būti pakelta iki prarastos apkrovos vertės (angl. *Value of Lost Load*). [...] Galiausiai šiuo metu plačiai naudojamos KAE

investicijoms skirtos paramos schemas gali būti nesuderinamos su rinkos integracija, kadangi jos didina integracijos išlaidas ir daro investicijas priklausomas nuo subsidijų“ (Jing Hu, Harmsen, Crijns-Graus, Worrell ir Van den Broek, 2017).

„Vienas iš pagrindinių ES tikslų Europoje yra didelio masto AEI skvarba. Tai ir gamtinių dujų iš iškastinio kuro dalis padidėjimas yra svarbiausios priemonės siekiant laikytis Kioto protokolo įsipareigojimų. ES nustatė plataus užmojo tikslus, kad iki 2020 m. atsinaujinančių energijos išteklių dalis būtų 20 proc. galutinėje energijos paklausoje. Graikijos siekiamas tikslas yra iki 2020 m. padidinti atsinaujinančių išteklių energijos dalį galutiniame energijos suvartojime iki 18 %. Tikėtina, kad tarp turimų AEI technologijų vėjo jėgainių dalis bus didžiausia. [...] Kadangi AE technologijos dar nėra ekonomiškai konkurencingos tradicinei šilumos gamybai, kelios Europos šalys neįtraukia AE technologijų į konkurencingą rinką, suteikdamos joms pirmenybę. Be to, beveik visose ES valstybėse narėse AEI skatinama pasinaudojant didelėmis subsidijomis, tokiomis kaip žalieji energijos supirkimo tarifai (pavyzdžiui, Vokietijoje, Ispanijoje, Danijoje, Graikijoje ir t.t.), ilgalaikės sutartys. Šios skatinio priemonės buvo sėkmingos, daugelyje Europos šalių (ypač Vokietijoje, Danijoje ir Ispanijoje) pastatytas didelis kiekis vėjo jėgainių. [...]. Didelė vėjo energijos skvarba įtakoja ES tiek techniniu, tiek ekonominiu požiūriu. Techniniu požiūriu ES susiduria su įvairiomis problemomis ir sunkumais, pvz., dažnio ir įtampos elektros tinkle reguliavimu, turimu perdavimo tinklų pajėgumu, kad atitiktų AEI įrenginius, energijos kokybės problemomis, energijos valdymo sistemų stebėjimu ir kontrole [...]. Šias problemas sprendžia ES perdavimo sistemų operatoriai. Kalbant apie elektros energijos ekonomiką, didelė AEI skvarba turės įtakos teršalų emisijai, energijos balansams ir generavimo deriniui, elektros energijos rinkoms ir t. t. AE pakeis generavimo derinį palyginti su tradicine šilumos generacija (pagrindinė apkrova tenka generatoriams) ir proporcingai sumažins jų rinkos dalį. Toks poveikis gali būti reikšmingas naujiems rinkos dalyviams (pagrindinė apkrova tektų gamtinių dujų kombinuoto ciklo generatoriams). Šiuo požiūriu atrodytų, kad rinkos atvėrimo ir didelio masto AEI skvarbos tikslai gali vienas kitam prieštarauti; todėl politika ir reglamentai tiek tradiciniuose, tiek AE sektoriuose yra labai svarbūs minėtų tikslų pasiekimui ir turėtų būti kruopščiai planuojami. [...]. Didelė vėjo jėgainių skvarba daugeliu aspektų daro įtaką energetikos sistemoms ir kelia techninių iššūkių perdavimo sistemos operatoriams, vėjo turbinų generatorių konstruktoriams. Jau buvo svarstomi kai kurie svarbūs technologiniai patobulinimai dėl kurių būtų galima kurti daugiau tinklui tinkamus vėjo turbinų generatorius. Gali būti teikiamos papildomos paslaugos, susijusios su dažnio ir įtampos reguliavimu. Gedimų atlaikymo (angl. *Fault Ride Through*) pajėgumo reikalavimai taps įprasta praktika, siekiant išvengti masinio vėjo turbinų atjungimo sistemos gedimų atveju. Be to, dažnio elektros tinkle valdymas yra pagrindinė techninė problema sistemose, kuriose yra didelė vėjo energijos dalis. Kalbant apie dažnio reguliavimą, šiuolaikiniai vėjo turbinų generatoriai galėtų suteikti tam tikrų atsargų, reguliuojant jų galingumą [...] (keletą sek.) arba laikinu elektros energijos saugojimu. Vėjas

sukuria nedidelį papildomą instaliuotą pajėgumą planavimo ir atsargų aspektu, todėl vėjo parkų modeliavimas yra labai svarbus vėjo parkų, tinklų sujungimo ir planavimo tyrimams atlikti. [...] Be techninių problemų vėjo energetikos skvarba turės didelę įtaką ES ekonomikai ir įtakos kitus rinkos dalyvius. Svarbūs klausimai, kuriuos reikia nuodugniai išnagrinėti, yra energijos balansas ir elektros energijos sąnaudos, prekyba elektros energija tarp operatorių, tiekimo patikimumas ir saugumas, įtaka gamybos grandinei ir elektros energijos rinkai. Todėl norint užtikrinti tiekimo saugumą (tiek sistemos saugumo, tiek elektros energijos gamybos pajėgumo pakankamumo požiūriu) ypatingas dėmesys turėtų būti skiriamas reguliuojančių institucijų kruopščiam tinklų projektavimui ir rinkos taisyklių nustatymui“ (Kabouris ir Kanellos, 2009).

Pažymėtina, jog ES išlieka „AEI energijos aukšta kaina – Vokietija, norėdama padidinti elektros gamybą iš atsinaujinančių energijos išteklių, turėjo investuoti per 180 mlrd. eurų. Todėl Vokietijos ir Danijos gyventojams elektra yra brangiausia Europoje – vidutiniškai apie tris kartus brangesnė nei JAV gyventojams. [...] Daugumoje šalių vėjo ir saulės jėgainių elektros gamyba yra subsidijuojama. Todėl, kaip pabrėžia Suomijos bedrovės „Fingrid“ prezidentas J. Ruusunen, elektros energijos rinkoje jų padėtis nėra tapati su tradiciniais elektros gamintojais. Vėjo ir saulės elektrinių jėgainių gaminamą elektrą privalo supirkti, kai pučia vėjas ar šviečia saulė, bet vėjo ir saulės elektros gamintojai neturi jokių įpareigojimų užtikrinant energetikos sistemos balansą. Vėjo ir saulės elektros gamyba nesukelia kintamų elektros gamybos sąnaudų, todėl tokios elektros pardavimas prasmingas ir visada galimas. Tokios sąlygos diskriminuoja tradicinius elektros energijos gamintojus, kurių kintanti elektros gamyba sudaro papildomas gamybos sąnaudas, nepaisant to, jie privalo užtikrinti ir patikimą energetikos sistemos veikimą. Todėl bendroje elektros gamyboje didėjant subsidijuojamų vėjo ir saulės jėgainių elektros gamybos daliai, kyla grėsmė ne tik energetikos sistemos veikimui, bet ir elektros energijos rinkai. J. Ruusunen mano, kad Europos energetikos politikoje reikia rasti tvarų balansą tarp anglies dvideginio mažinimo, elektros tiekimo patikimumo ir Europos konkurencingumo. Jei elektros gamyba bus subsidijuojama, neveiks rinkos mechanizmas, ir Europos ekonomika smuks, kadangi negalima priversti, kad kas nors gamintų elektrą, jei tai nebus pelningas verslas. J. Ruusunen rūpestį keliančiu pavyzdžiu vadina Vokietijoje taikomas subsidijas iš atsinaujinančių energijos išteklių gaminamai elektrai, kadangi vartotojams tai brangiai kainuoja. Vokietijos elektros rinkoje kartais didmeninė elektros kaina tampa neigiama, nes reikia supirkti ne tik vėjo ir saulės jėgainių elektrą, bet ir tų šiluminių elektrinių, kurios turi dirbti, kad užtikrintų energetikos sistemos stabilumą. Tik subsidijos tada padengia elektros gamintojų išlaidas, nes atsinaujinančių energijos išteklių elektrinės neturi prievolių elektros rinkai. Tai elektros vartotojams kainuoja milijonus eurų. Todėl Europos konkurencingumas kenčia nuo tokio Vokietijos elektros energijos rinkos modelio. Reikia subtilių pokyčių subsidijavimo politikoje, kad vėjo ir saulės jėgainių elektros gamintojai taptų normaliais

rinkos dalyviais. J. Ruusunen nuomone, Vokietijos vėjo ir saulės elektrinės jau galėtų būti pelningos ir be subsidijų“ (Bačauskas, 2015).

Kalbant apie Lietuvą, Galinio (2015) nuomone situacija analogiška aptartai ES, energija iš AEI yra subsidijuojama valstybės, o „silpna vieta“, tai, kad Lietuva yra pažeidžiama dėl importuojamų energijos išteklių kainų šuolių, o Lietuvos elektrinės dėl aukštos elektros energijos savikainos yra nekonkurencingos elektros rinkoje. Šiuo metu daugelį energetikos projektų Lietuvoje finansuoja bankai, kurie palankiai vertina ir nori dalyvauti įgyvendinant strateginius projektus. „Tačiau finansiniai įsipareigojimai reiškia įmonių skolą. Kadangi ne visi projektai iš karto sukuria teigiamus finansinius srautus ir finansinę grąžą, skolos dydis gali turėti dar didesnę įtaką įmonės veiklos rodikliams. Todėl norėtusi, kad Lietuvos energetikos įmonės perimtų panašių užsienio bendrovių patirtį, plėstų savo finansavimo galimybes ir daugiau pritrauktų privataus kapitalo. Šiuo metu biržoje akcijomis prekiauja penkios Lietuvos energetikos bendrovės. Daugumos jų akcijų, kuriomis prekiaujama laisvai, dalis yra itin maža – nuo 3 iki 5 procentų. [...]. Vis tik situacija galėtų pasikeisti iš esmės, jeigu rinkoje akcijų, kuriomis būtų prekiaujama laisvai, dalis padidėtų. Jeigu energetikos bendrovės padidintų tokių akcijų dalį nors iki 33 proc., mūsų skaičiavimais, jos galėtų pritraukti daugiau kaip 500 mln. eurų naujo kapitalo. Jį būtų galima investuoti į strateginius projektus ir šalies energetinės nepriklausomybės didinimą“ (Čičelis, 2016). Pažymėtina, jog pritraukiant kapitalą LR vis dėlto reiktų išvengti tokių kaip „Fortum“ investicijų į Kauno kogeneracinės jėgainės statybas situacijų, priimant sprendimus dėl valstybinės energetikos objektų kontrolės prieš užsienio investuotojams investuojant į tokio pobūdžio objektus. Nepaisant išskylančių sunkumų dabar yra palankus metas lėšų pritraukimui į Lietuvos energetinį sektorių. „2012–2016 metais Europos šalių energetikos įmonės kapitalo rinkose pritraukė daugiau kaip 5 mlrd. eurų kapitalo. [...] Investuotojai šiuo metu dairosi naujų galimybių ir domisi perspektyviomis įmonėmis bei jų projektais. Todėl aplinkybės mūsų energetikos įmonėms pritraukti kapitalo išskirtinėmis sąlygomis yra itin palankios. Pastebima, kad privatūs investuotojai ir jų indėlis turi ne tik teigiamą įtaką valstybinių energetikos įmonių valdymui, veiklos skaidrumui, bet ir padeda pagerinti įmonių efektyvumą ir grąžos rodiklius. Tenka pripažinti, kad šiuo metu Lietuvos valstybinių įmonių grąžos rodikliai yra vieni mažiausių Europos Sąjungoje. Privatus kapitalas gali lemti įmonių vertės augimą rinkoje, tai savo ruožtu didintų šalies patrauklumą tarp užsienio investuotojų“ (Čičelis, 2016). Pritrauktos tiesioginės užsienio investicijos – „(angl. *Foreign Direct Investments*) – vienos šalies rezidentų (tiesioginių investuotojų) ilgalaikės naudos įsigijimas iš kitos šalies įmonės rezidentės (įmonės su tiesioginėmis investicijomis).[...] – tai investicijos į įmones, žemę, materialines atsargas, kapitalines prekes, kuriose yra ir kapitalas, ir valdymas“ (Bernatonytė, 2010). „Tiesioginės užsienio investicijos į Lietuvos elektros energetiką yra investicijos į šalies infrastruktūrą, kuri apibrėžiama kaip fizinė infrastruktūra, kurią sudaro transporto, vandentiekio ir kanalizacijos, telekomunikacijų bei energijos sektorių infrastruktūra“ (Snieska ir Šimkūnaitė, 2009). „Užsienio investicijos turi tiek

teigiamų, tiek neigiamų bruožų, tačiau visuotinai pripažįstama, kad teigiami nusveria neigiamus“ (Dudzevičiūtė, 2015). Todaro ir Smith (2012) apibrėžia pozityvias ir negatyvias tarptautinių investicijų ir pagalbos puses remdamiesi skirtumų „užpildymo“ metodu (angl. *Filling Savings, Foreign-Exchange, Revenue, and Management Gaps*), kurio pozityvios dedamosios – užsienio investicijos ir pagalba „užpildo“ arba kompensuoja valstybėje esančių santaupų, užsienio valiutos, valstybės pajamų bei valdymo skirtumus ir tuo pačiu negatyvios dedamosios (angl. *Widening Gaps*) – valstybėje lokalsios santaupos pakeičiamos užsienio finansinėmis lėšomis, užsienio valiutos balansas ilgoje perspektyvoje gali pablogėti dėl išvežamo į užsienį pelno, valstybės pajamos iš užsienio investuotojų sumokamų mokesčių sumažėti dėl valstybinių lengvatų ir korupcijos, teigiamos valdymo bei verslo praktikos gali nesivystyti ir tokiu būdu neturėti didelio teigiamo poveikio valstybei dėl užsienio investuotojų dominavimo ir to pasekmėje vietinio verslo plėtros blokavimo. Su užsienio investicijomis „ateinančių“ naujų technologijų diegimas ir kvalifikuotų specialistų ruošimas yra minimas kaip vienas iš pozityvių šio proceso aspektų. Tiesioginės užsienio investicijos užima svarbią vietą Vakarų Lietuvos darnios energetikos raidoje (pvz., „Fortum Klaipėda“, „Nelja energija“). Be to, toks sprendimas leistų pritraukti ne tik užsienio, bet ir vietinį kapitalą. „Didėnis valstybinių energetikos įmonių aktyvumas kapitalo rinkose būtų naudingas ir dar dėl vienos priežasties – tai padėtų pritraukti daugiau Baltijos šalių pensijų fondų investicijų. Šiuo metu Baltijos šalių pensijų fondai valdo apie 7 mlrd., o Lietuvos pensijų fondai – apie 2 mlrd. eurų turto. Tačiau į Lietuvos akcijų rinką šie fondai yra investavę tik apie 0,1 proc. visų lėšų (apie 7 mln. eurų). Vadinas, Lietuvos pensijų fondų lėšos šiuo metu iš esmės yra investuojamos ne Baltijos šalyse ir net ne Lietuvoje, nors galėtų likti vidaus rinkoje ir būti svarbus investicinių projektų finansų šaltinis. Tai, žinoma, turėtų teigiamą įtaką ir visai ekonomikai, darbo rinkai, verslumo aplinkai. Tad belieka palinkėti Lietuvos energetikos sektoriui drąsiau vertinti savo galimybes kapitalo rinkose ir plačiau atverti duris potencialiems investuotojams“ (Čičelis, 2016). Taip pat pažymėtina, jog Lietuvos valstybė aiškios politikos vėjo energetikos vystymo strategijoje vis dėlto dar neturi. 2016 m. du „Vyriausybės nariai priešingai vertino vėjo energetikos plėtrą šalyje. Valstybinių energijos tiekimo, skirstymo ir gamybos bendrovių akcijas valdančios Finansų ministerijos vadovė manė, jog valstybės investicijų į vėjo parkus naudą pajus visi šalies gyventojai. Tuo metu Energetikos ministerijos, kuriai priklauso valstybinės energetikos infrastruktūros ir prekybos įmonės, vadovas buvo įsitikinęs, jog vėjo energetikos plėtra stumia Lietuvą į priklausomybę nuo Rusijos“ (Jockus, 2016). Tokie kardinaliai priešingi aukščiausių valstybės pareigūnų požiūriai rodo aiškios energetinės strategijos nebuvimą šalyje [...]. „Vėjo energetika yra neatsiejama ir labai svarbi Lietuvos energetinės nepriklausomybės dalis. Įsigijusi šį vėjo parką „Lietuvos energija“ ne tik išplės atsinaujinančių energijos šaltinių rinką, bet ir padidins bendrovės gaunamą pelną, kuris dividendų pavidalu pagausins ir valstybės biudžetą. Todėl mūsų valstybinių įmonių sėkmė yra ir mūsų visų sėkmė“, – teigė R. Budbergytė. Visiškai priešingą nuomonę dėl vėjo energetikos plėtros [...] viešai paskelbė energetikos ministras R. Masiulis.

Jo teigimu, vėjo ir saulės energetikos plėtra Lietuvoje dabartinėmis sąlygomis vis labiau susieja Lietuvos elektros energetikos sistemą su Rusija. „Europos Sąjunga padengia dalį sąnaudų, vėjo energetika padengiant sąnaudas yra konkurencinga rinka. Bet šiuo metu didžiąją dalį rezervų sisteminių paslaugų gauname iš Baltarusijos, per ją – iš Rusijos. Jei norime sisteminės paslaugas perkelti į kitas linijas, turime energetines jungtis stiprinti pirmiausia su Lenkija. Jei manęs paklaustų, koks didžiausias darbas dabar yra energetikoje, tai atsakyčiau, kad antra jungtis su Lenkija ir sinchronizacija su žemynine Europa. Tokiu būdu išsprūstume iš Rusijos glėbio ir jau patys galėtume savo energetiką tvarkyti 100 proc. bei plėtoti žaliąją energetiką, kuri kuo toliau, tuo labiau bus konkurencinga. Bet dabar kiekvienas mūsų pastatytas vėjo malūnas teoriškai didina mūsų priklausomybę nuo Rusijos“, – konferencijoje kalbėjo R. Masiulis (Jockus, 2016). Žvelgiant iš verslo perspektyvos „UAB „4Energia“ vadovas Lietuvoje Tadas Navickas mano, kad ministro R. Masiulio žodžiai buvo ištraukti iš konteksto. „Taip, vėjo energetiką reikia balansuoti. [...]. Balansuoti galime pasirinkdami skirtingus šaltinius: pirkti elektrą iš Rusijos, Latvijos, Švedijos, Lenkijos ar iš vietinių šaltinių. [...]. Bet šiuo atveju nėra jokios priklausomybės, nes elektrą balansavimui galime pirkti ir iš kitų šaltinių“ (Jockus, 2016).

Dėl vėjo energetikos koncentracijos Vakarų Lietuvoje ir planuojamos plėtros ateityje šio AEI efektyvus naudojimas regione ir šalyje reikalauja kiek galima greičiau Lietuvai spręsti balansavimo ir sinchronizacijos su ES elektros tinklų dažniu problemas. Šiam tikslui galima pritraukti užsienio investicijas, tačiau reikia atsižvelgti į nacionalinius interesus, valstybei neprarandant tam tikrų strateginių energetikos sričių kontrolės.

2.4. Elektros energijos tiekimo saugumas ir patikimumas

Jeigu energetikos sistemoje didelę dalį sudaro vėjo ir saulės elektrinės, „kyla grėsmė elektros tiekimo patikimumui. Skatinant daugiau elektros gaminti vėjo ir saulės elektrinėse, neužtenka tik prašyti elektros vartotojų daugiau mokėti už švarią elektrą. Reikia juos įtikinti sutikti kartais kęsti elektros energetikos sistemos veikimo sutrikimus (angl. *blackouts*) – kai gęsta elektrinės, o didelė dalis elektros sistemos vartotojų lieka be elektros kelioms ar keliolikai valandų. Lietuvoje tokių sutrikimų nėra buvę, tačiau JAV šiaurės rytuose, Kanadoje, Italijoje, Danijoje jų pasitaikė, nors ne vėjo elektrinių darbas buvo to priežastis. Prieš dešimt metų, 2003 m. vasaros pabaigoje, ten milijonai gyventojų buvo likę be elektros. Tiesa, Danijoje vėjo elektrinės buvo šiek tiek apsunkinusios elektros tiekimo atkūrimą. O štai 2006 m. lapkričio 6 d. daug vartotojų Vokietijoje, Prancūzijoje, Ispanijoje taip pat buvo likę be elektros dėl elektros energetikos sistemos veiklos sutrikimo, prie kurio nemažai prisidėjo ir vėjo elektrinės Vokietijoje. Negalima nei lengvai, nei pigiai sukaupti didelių elektros energijos atsargų. Dauguma vartotojų supranta, kad kiekvienu akimirksniu elektros reikia gaminti tiek, kiek tuo metu jos reikia. Deja, ne visi žino, kaip praktiškai tai pasiekama. Elektros energetikos sistemoje

milijonai elektros vartotojų nuolat įjungia ar išjungia savo elektros prietaisus, įrenginius, be to, gali atsijungti elektros generatoriai, elektros linijos, o energetikos sistemos operatorius nuolatos turi užtikrinti elektros paklausos ir pasiūlos pusiausvyrą (balansą), kad tinkamos įtampos ir dažnio elektra iš elektrinių laidais pasiektų vartotojus ir nesusidarytų grėsmės elektros tiekimo stabilumui. Energetikos sistemos operatoriai pagal laukiamą bazinę apkrovą planuoja bazinių elektrinių – atominių, anglies, termofikacinių – elektros gamybą, o kintančiais apkrovai kompensuoti yra planuojamas manevringų elektrinių – hidroelektrinių, dujų turbinų ir pan. darbas“ (Bačauskas, 2015).

„Vėjo energija, kaip atsinaujinančios energijos šaltinis, yra naudinga tiek ekonominiu, tiek aplinkosaugos požiūriu. Šis teigiamas efektas sustiprėjo žymiai sumažinus vėjo jėgainių generatorių sąnaudas. Vėliau kelios šalys, tokios kaip Vokietija, JAV ir Kinija, skatina vėjo energetiką, kad padidėtų jos skvarba bendroje energetinėje sistemoje. Naujų vėjo jėgainių Europoje skaičius nuolat didėjo, o bendra instaliuota elektrinė galia 2013 m. viršijo 32 % (117 GW) viso elektros energijos gamybos pajėgumo. Vėjo jėgainių įrengimo augimas JAV taip pat yra ženklus, o bendras vėjo jėgainių pajėgumas siekė 61 GW. Pvz., 2014 m. vėjo energetikos integracijos lygis Teksase siekė 25 %. Tokio tipo vėjo jėgainių skvarbos greitis yra didelis tose regionuose ir šalyse, kuriose yra energetinės jungtys su kitomis didelio masto energetikos sistemomis, pvz., Danijoje ir Teksase. Tačiau vėjo jėgainių išteklių kintamumas ir kontrolė elektros energijos sistemos operatoriams sukelia problemų, kai planuojamas energijos perdavimas arba kuriama tinklo eksploatacijos strategija, siekiant išlaikyti galios pusiausvyrą sistemoje. Dėl šios priežasties ypač sudėtinga panaudoti vėjo energiją mažose izoliuotose energetinėse sistemose. Visame pasaulyje mokslinių tyrimų institutai yra paskelbę įvairias technines ataskaitas skirtas šiai temai. Danijos Riso nacionalinė laboratorija paskelbė vėjo energijos įdiegimo į atskiras energetikos sistemas įgyvendinimo gaires, įdiegdama operatyvinius inžinerijos projektavimo ir vertinimo metodus. JAV nacionalinė atsinaujinančios energijos laboratorija (NREL) paruošė tyrimą apie pramonės struktūros įtaką dideliame vėjo energijos skvarbos potencialui ir vėjo jėgainių pranašumus bei trūkumus, be to, buvo atlikti vėjo energetikos skvarbos skatinimo tyrimai. Elektros elektronikos inžinierių institute (angl. *Institute of Electrical and Electronics Engineers*), energetikos ir energijos visuomenėje aptariamoms problemoms, susijusios su vėjo energetikos skvarba, poveikiu energetinei sistemai ir vėjo greičio prognozavimu. [...] Buvo pristatyti vėjo jėgainių galios apribojimai salų energetinėse sistemose, naudojant energijos suvartojimo įvertinimą. Elektros sistemos požiūriu, McGill universiteto atliktas dažnio nuokrypio ir galios kokybės įvertinimas pagal vėjo energijos įtaką. Be to, buvo tiriamas ekonominis metodas, modeliuojant šiluminės jėgainės darbo ir vėjo jėgos kreives, siekiant nustatyti optimalų vėjo energijos gamybos pajėgumą. [...] Stengiamasi išspręsti vėjo jėgos svyravimo problemą sistemos veikimo ar valdymo strategijomis. Sprendimu gali tapti vėjo jėgainių sujungimas su stabilia elektros energetikos sistema. Vėjo jėgainių kintamumas ir nekontroliuojamas jų pobūdis padidina elektros energijos sistemos operatorių sunkumus įgyvendinant

vėjo energetikos politiką esant dideliame skvarbos greičiui. Tai svarbūs veiksniai, kuriuos reikia įvertinti mažose ir izoliuotose energetinėse sistemose, kadangi jose yra mažai eksploatacinių atsargų ir inercijos, kad būtų užtikrinti dažnis ir įtampa tinkle. Tokias problemas gali sumažinti elektros jungtis su kita stabilia elektros energetine sistema, naudojant valdomą elektros energijos perdavimo sistemą, pvz., aukštos įtampos nuolatinę srovę (HVDC) (angl. *High-Voltage Direct Current*). Tačiau energetinės sistemos patikimumo ir stabilumo apribojimai turi būti įvertinami atsižvelgiant į aukštos įtampos nuolatinės srovės sistemos įdiegimą“ (Yoon ir Jang, 2015).

Pasak Galinio (2015) Lietuva turi dar vieną energetinio saugumo problemą – jos elektros tinklai neintegruoti į Vakarų Europos energetikos sistemas, šalies elektros energetinė sistema vis dar sinchronizuota su Rusijos energetine sistema. Nors Lietuva jau turi elektros energijos tiekimo jungtis su Švedija ir Lenkija, sinchronizacijos su Europa problema neišnyko ir netgi atsirado naujų šios problemos aspektų. „Elektros kabelis į Lietuvą – nėra itin dažna tema Švedijos žiniasklaidoje. Tačiau didžiausias šalies dienraštis „Svenska Dagbladet“ neseniai išspausdino publikaciją pavadinimu „Švedija rizikuoja vėl nuvilti Baltijos šalis“. Jos autorius, žinomas energetikos konsultantas, elektros rinkos pokyčius fiksuojančios svetainės „elstatistik.se“ įkūrėjas H. Klompas primena, kad Švedija yra nusprendusi uždaryti atominės elektrinės, tad Lietuva gali būti nuvilta, nes tikisi gauti pigesnės elektros. Energetikos specialistas pastebi, kad sprendimas uždaryti atominius reaktorius padarytas tada, kai pradėtas tiesti „NordBalt“ kabelis. Vietoje pigesnės elektros, Švedijai kabelio gali prireikti elektros importui iš Rusijos ir Baltarusijos. Uždarius atominės elektrinės, Švedijos pietinė pusė, iš kurios ir ketina tekėti elektra, gali susidurti su energijos deficitu. Pasak H.Klombo žiemos periodu pietinė Švedijos dalis, iš kurios ir drieksis kabelis, susiduria su elektros deficitu, siekiančiu 6 GW. Nėgana to, kai Danijoje nustoja suktis vėjo jėgainės, o taip kartais būna, toje šalyje taip pat susidaro deficitas. Iš Pietų į Šiaurės Švediją gali nutekėti 6,5 GW elektros energijos. Ir šis deficitas kelia elektros kainas Pietų Švedijoje, iš kurios ir tikisi Lietuva gauti pigesnę elektrą. Be to, atominės elektrinės „EON“ ir „Vattenfall“ nusprendė uždaryti 3 GW reaktorius, o tai deficitą padidins dar iki 9 GW, taigi Švedija turės importuoti, o ne eksportuoti elektrą. Importas per „NordBalt“ kabelį Švedijai gali būti gera išeitis šį deficitą panaikinti. Švedija šiaurinėje, o ne pietinėje dalyje turi kalnus, kuriuose pagaminama 80 procentų hidroenergijos ir ji atominius reaktorius uždaro todėl, kad auga mokesčiai. Vyriausybė Švedijoje jau rugpjūtį padidino mokesčius atominės elektrinės valdančioms bendrovėms. Ši jungtis Lietuvai būtų priėjimas prie pigią elektrą gaminančių Švedijos ir Danijos vėjo jėgainių tada, kai pūs stiprūs vėjai. Tačiau visa tai gali pasikeisti, jei Švedijoje bus nuspręsta sumažinti mokesčius atominėms elektrinėms, tada jų veikla būtų pratęsta dar 10–20 metų“ (Jokūbaitis, 2015). „Pastovus atsinaujinančios energijos šaltinių dalies padidėjimas Europos energijos rinkose reiškia energetikos sistemos struktūros ir veikimo pertvarkymą. Šią pertvarką tiesiogiai skatina perėjimas nuo centrinės iki decentralizuotos energijos gamybos ir nuo vienkrypčio iki dvikrypčio energijos srautų. Vokietijoje

energijos pereinamojo laikotarpio tikslai yra 40–50 % atsinaujinančios energijos gamybos dalis iki 2025 m., o 2035 m. 50–60 %. Europos tikslas – 86 % atsinaujinančios energijos dalis. Šie ambicingi tikslai reikalauja patikimų ir šiuolaikiškų elektros tinklų, kurie turėtų modernizuoti ir plėsti dabartinį elektros energijos tinklą. ES skiria perdavimo tinklo infrastruktūrai daugiau kaip 50 milijardų eurų investicijas, tai reiškia esminius elektros energijos tinklo pokyčius. Elektros tinklo plėtra turi tiesioginį politinį, ekonominį, socialinį ir kultūrinį poveikį bei poveikį aplinkai. Vidutinės trukmės ir ilguoju laikotarpiu ji taip pat gali turėti įtakos sprendimams dėl investicijų esamose ir būsimose gamybos įmonėse. Atsižvelgiant į šiuos veiksnius, elektros tinklų plėtra papildomai reikalauja viešo pripažinimo“ (Medjroubi, Müller, Scharf, Matke ir Kleinhans, 2017). 2013 m. buvo „atlikta Baltijos elektros perdavimo sistemų operatorių ir Švedijos konsultacijų bendrovės „Gothia Power AB“ Baltijos valstybių integracijos į Europos Sąjungos vidaus elektros energijos rinką iki 2020 m. galimybių studija. Remiantis elektros srautų pasiskirstymo skaičiavimais ir atsižvelgiant į galimas linijų perkrovas bei tinklo plėtrą ir atnaujinimą, buvo nustatyta, kad Baltijos šalių elektros energijos sistemos sinchronizavimas su europine sistema iki 2020 m. yra įmanomas.[...]. Iš didžiųjų darbų liko tik Baltijos šalių energetikos sistemos nepriklausomo veikimo bandymas ir vieno – dviejų nuolatinės srovės konverterių ties Rusija ir Baltarusija įrengimas. [...] Tačiau, kaip minėta, politinėje plotmėje reikalai nėra nė kiek pasistūmėję į priekį. Vis labiau aiškėja, kad Lenkija nėra linkusi tiesti antrosios sinchronizavimui reikalingos linijos. Ši nuostata nepasikeitė ir po Seimo rinkimų Lenkijoje – ji gal net sustiprėjo naujai Vyriausybei įsipareigojus ginti šalies elektros rinką ir anglies pramonę. Savo ruožtu Rusija viešai deklaravo, kad susitarimas dėl Baltijos šalių desinchronizavimo įmanomas tik tuo atveju, jei iš Karaliaučiaus srities būtų tiesiamos papildomos linijos į Lietuvą ir Lenkiją, kurios užtikrintų patikimą „Baltijskaja“ AE įjungimą į elektros tinklą ir jau reikalingą rezervinį pajėgumą. Nėra abejonių, kad tokia sąlyga keliama tik dėl to, kad būtų aiškiai parodyta, jog Rusija nėra neketina derėtis dėl Karaliaučiaus srities ateities ir sutikti su Baltijos šalių desinchronizavimu. Tad visiškai akivaizdu, kad jei Europoje tebėra išlikusi nuostata, kad iki tinklų sinchronizavimo su Vakarų Europa turime susitarti su Rusija, tai sinchronizavimo nebus ne tik 2020 ar 2025 m., bet apskritai niekada. Čia vertėtų pastebėti, kad prieš keletą metų kilo diskusijų banga dėl Estijos pasiūlymo, kad sinchronizacija galėtų būti vykdoma ne tik per Lenkiją, kaip buvo manoma iki tol, bet ir per Suomiją. Dėl šių skirtingų pasiūlymų ir idėjų egzistavimo, buvo nuspręsta atlikti dar vieną studiją. Jos ne per seniausiai pateiktose išvadose prioritetine tvarka buvo pateikti trys Baltijos šalių sinchronizacijos su Vakarų kontinentiniais tinklais variantai. Pirmasis variantas – Baltijos šalys sinchronizuojasi su Vakarais per Lenkiją, tam reikalui pastatoma „LitPolLink 2“ jungtis. Tai aukščiausiu prioritetu įvertintas variantas, kuris Europos Komisijos ekspertams pasirodė tinkamiausias. Antroje prioritėtų vietoje – Baltijos šalių sinchronizacija su Šiaurės šalimis per Suomiją. Galiausiai – trečioje prioritėtų vietoje rikiuojasi vadinamasis Baltijos šalių nepriklausomas veikimas, remiamas esamos jungties su Lenkija („LitPolLink“ pirmoji jungtis,

nestatant antrosios). [...]. Arba pasiekiame, kad Europoje būtų atsisakyta išankstinės politinės sąlygos susitarti su Rusija ir nutiesiama antroji jungtis su Lenkija. Tai būtų itin varginantis, ilgai trunkantis kelias, bet Europos sąjungos finansiškai remiamas kelias. Arba padarę visus reikiamus darbus per jau esamą dvigrandę liniją tiesiog sinchroniškai sujungime Lietuvos ir Lenkijos elektros sistemas (dėl to reikalingas susitarimas su Lenkija). Jei sinchroniškai su Lenkija susijungti nepavyktų, galbūt užtektų, jei Baltijos šalių energetikos sistema veiktų savarankiškai, tačiau būtų sutarta su Lenkija, kad prireikus iš jos bet kada būtų galima gauti reikiamo dydžio pirminį rezervą. Tai greitesnis kelias, viską galima atlikti iki 2020 m., dar iki Astravo elektrinės įjungimo. Arba renkamės estiškąjį kelią ir sinchronizuojamės su Šiaurės šalimis per Suomiją. Šis kelias politiškai būtų priimtinausias ir keliantis mažiausiai nesutarimų. Tačiau liktų abejonių dėl techninių sprendimų, kainos ir projekto įgyvendinimo trukmės. Šis pasirinkimas, nors iš pirmo žvilgsnio gali atrodyti keistokas, tačiau atrodo vis patrauklesnis. Esame prisijungę prie „NordPool“ elektros energijos rinkos. Tai sudaro pamatą mums orientuotis būtent į sinchronizaciją su Šiaurės šalimis. Be to, su Šiaure Baltijos šalis jungia ne tik Estijos jungtis, bet ir „NordBalt“ elektros tiltas. [...] Iš pateiktų galimybių matyti, kad sinchronizuotis su Vakarų Europa tomis sąlygomis, kuriomis buvo numatoma iki šiol, vargu ar artimiausioje ateityje pavyks“ (Kreivys, 2017).

Kaip rodo darbe aptariamai atlikti tyrimai, šiuo metu nėra pigių elektros energijos saugojimo technologijų. Pasaulyje susiklostė situacija, kai AEI technologijos lenkia elektros energijos saugojimo technologijas, todėl elektros perdavimo jungtys yra labai svarbios Lietuvos energetinei nepriklausomybei. Tik jų pagalba yra įmanoma Lietuvos elektros tinklo dažnio sinchronizacija su Europos Sąjungos tinklų dažniu, be to „NordBalt“ ir „LitPolLink“ atlieka AEI vėjo jėgainių balansavimo funkciją, o tai sudaro sąlygas nenaudoti elektros energijos gamybai šiluminių elektrinių (pvz., Lietuvos elektrinėje Elektrėnuose) tokiu būdu mažinant išmetamųjų dujų emisiją šalyje ir Vakarų Lietuvos regione.

2.5. Darnios elektros energetikos vystymo reglamentavimo raida

Kadangi darni elektros energetika neatsiejama nuo kovos su pasauline klimato kaita, šią sritį reglamentuojantys dokumentai pasaulyje, ES ir Lietuvoje yra glaudžiai susiję tarpusavyje. JT iniciatyvos klimato kaitos stabdyme atsispindi ES darnaus vystymosi direktyvose, kurios atitinkamai harmonizuotos su LR teisiniais aktais, Lietuvos Respublika taip pat yra ratifikavusi Jungtinių Tautų priimtas konvencijas. Toliau pateikiami darnią elektros energetiką reglamentuojantys dokumentai atspindi šios srities pastarųjų dešimtmečių raidą ir turėtų būti nagrinėjami kaip kompleksinis priemonių ją įgyvendinti rinkinys pasaulio, ES bei Lietuvos Respublikos lygmenyse.

Pasauliniu mastu

1992 m. Jungtinių Tautų bendros klimato kaitos konvencija Rio de Žaneire, kurią ratifikavo ir Lietuva;

konvencijoje įsipareigota derinti energetikos planus, efektyviai ir aplinkosauginiu požiūriu tinkamai naudoti energiją bei taip pat naudoti energiją iš atsinaujinančių šaltinių.

1997 m. Jungtinių Tautų Kioto Bendrosios klimato kaitos protokolas, jo tikslas – iki 2008–2012 m. nemažiau, kaip 5 % sumažinti išmetamų į atmosferą šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį (Lietuva šį protokolą ratifikavo 2002 m.).

2002 m. JT Johanesburgo darnaus vystymosi susitikimas, kuriame tarp kitų aptartas siekis integruoti energijos taupymo, prieinamumo problemas į ekonomines, socialines programas ir naujų energetikos technologijų vystymo būtinumas.

2005 m. JT Monrealio Klimato kaitos konferencija; šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekio mažinimo tikslų po 2012 m. nustatymas.

2012 m. RIO + 20 Jungtinių Tautų darnaus vystymosi konferencija, kurioje nutarta siekti energijos šaltinių prieinamumo, padvigubinti energijos vartojimo efektyvumą, padidinti energijos iš atsinaujinančių šaltinių kiekį dvigubai pasaulinėje energetikoje iki 2030 m.

2015 m. Niujorko darnaus vystymosi forumas, kuriame priimta darnaus vystymosi darbotvarkė iki 2030 metų, vienas iš tikslų užtikrinti priėjimą prie pigios, modernios, tvarios energijos.

2015 m. JT Paryžiaus klimato kaitos konferencija; siekis yra atsinaujinančių energijos išteklių kitaip tariant „švarios“ energijos, mažo anglies dioksido kiekį išskiriančių, didelio energetinio efektyvumo technologijų diegimas tam, kad vidutinė pasaulio temperatūra kiltų ne daugiau nei 2 laipsniais lyginant su priešindustriniu laikotarpiu.

2016 m. JT Marakešo klimato kaitos konferencija skirta vandens trūkumo ir vandens švaros problemoms besivystančiose šalyse bei šiltnamio efekto sumažinimo ir mažo anglies dioksido kiekį išskiriančių energijos šaltinių naudojimui (LR Aplinkos ministerija).

Europos Sąjungos mastu

1997 m. *EU „White Paper“*. „Energija ateičiai: atsinaujinantys energijos šaltiniai“.

2001 m. *EU Directive 2001/77/EC*. „Energijos gamybos iš atsinaujinančių energijos šaltinių skatinimas vidaus rinkoje“.

2001 m. *EU Directive 2001/80/EC*. „Didelių kurą deginančių įrenginių išmetamų į atmosferą tam tikrų teršalų nacionalinių limitų (SO₂, NO₂) nustatymo direktyva“, sietina su elektrinių ir katilinių taršos ribojimu.

2003 m. *EU Directive 2003/30/EC* dėl biokuro ir kitų AEI naudojimo transporte skatinimo, biodegalai turi sudaryti 20 % viso transporto suvartojamo kuro 2020 metais.

2005 m. ES įsigalioja Kioto protokolas.

2006 m. *EU „Green Paper: A European strategy for sustainable, competitive and secure energy“*. „Žalioji knyga: Europos Sąjungos tausios, konkurencingos ir saugios energetikos strategija“, siekis sutaupyti 20 % energijos 2020 metais lyginant su 2005 m.

2007 m. *EU Treaty of Lisbon*. Lisabonos sutartis – energijos tiekimo saugumas per atsinaujinančius išteklius ir naudojimo efektyvumą.

2009 m. *EU Directive 2009/28/EC „Energy and Climate Package 20-20-20“*; atsinaujinančių išteklių naudojimo skatinimas – 2020 metais 20 % visos energijos turi būti gaunama iš atsinaujinančių energijos šaltinių, Lietuva pagal šią direktyvą yra įsipareigojusi, jog energijos iš AEI dalis bendrame energijos suvartojime 2020 metais turės būti 23 %.

2010 m. „*Europe 2020 strategy*“; tvarios ir saugios energijos tiekimo ir energijos vartojimo strategija 2020 metams.

2011 m. *EU „Energy roadmap 2050“*; ES siekis 80–95 % sumažinti išmetamų į atmosferą šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį iki 2050 metų nuo 1990 m. lygio.

2011 m. *EU „Horizon 2020“*, ES mokslinių tyrimų ir inovacijų programa, susijusi su darnios energetikos technologijų vystymu.

2012 m. *EU Directive 2012/27/EC „Energy Efficiency Directive“*; energijos vartojimo efektyvumo skatinimas visoje ES.

2014 m. *EU „2030 Climate and Energy Framework“*; iškelti energijos taupymo tikslai ES 2030 m. – energijos efektyvumo didinimo tikslas 27 % arba daugiau.

2016 m. ES Komisija publikavo pasiūlymus pagal kuriuos 2009/28/EC atsinaujinančios energijos direktyvoje atsirastų nuostata, jog 27 % viso energijos suvartojimo ES iki 2030 metų būtų iš atsinaujinančios energijos šaltinių (Europos Parlamentas).

Lietuvos mastu

2002 m. LR Energetikos įstatymas; viena iš svarbiausių kryptų – atsinaujinančių ir vietinių energijos išteklių vartojimo skatinimas.

2003 m. Šilumos ūkio įstatymas, kuriame įtvirtinta nuostata gaminant šilumą labiau naudoti vietinį kurą, biokurą ir atsinaujinančiuosius energijos išteklius.

2009 m. Nacionalinė darnaus vystymosi strategija, numatanti šalies viziją iki 2020 metų, kurioje svarbus vaidmuo tenka švariai energijos gamybai ir neenergetiniam efektyvumui – energija iš AIE turi sudaryti 23 % visos suvartojamos energijos iki 2020 metų.

2010 m. Nacionalinė Atsinaujinančių energijos išteklių plėtros strategija; siekis – atsisakyti importuojamo taršaus iškastinio kuro, naudoti vidaus išteklius, atsinaujinančios energijos dalis bendrame energijos suvartojime 2020 metais turės būti 23 %.

2011 m. Atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymas; siekis – garantuoti šalies aprūpinimą energija, skatinti darnios energetikos technologijų diegimą, iškastinių išteklių tausojimą atsižvelgiant į aplinkosaugos interesus.

2012 m. Nacionalinė energetinės nepriklausomybės strategija; pagrindiniai tikslai: energetinė nepriklausomybė, darnios energetikos plėtra, naujų technologijų diegimas, elektros energijos

gamyba iš atsinaujinančių šaltinių ne mažesnė negu 20 % 2020 metais nuo galutinio elektros energijos suvartojimo (LR Aplinkos ministerija).

ES ir Lietuvos elektros energetinės politikos tikslai yra įgyvendinami „remiantis ES direktyvomis, LR nacionalinėmis strategijomis bei kitais teisiniais aktais.

Šiltnamio efekto mažinimas

2001 m. ES direktyva 2001/80/EC dėl tam tikrų teršalų limitų reikalavimų;

2009 m. Nacionalinė darnaus vystymosi strategija.

AEI naudojimo energijos gamybai skatinimas

2001 m. ES Direktyva 2001/77/EC dėl elektros pagamintos iš AEI skatinimo;

2003 m. ES Direktyva 2003/30/EC dėl biokuro ir kitų AEI naudojimo transporte skatinimo;

2010 m. Nacionalinė atsinaujinančių energijos išteklių plėtros strategija;

2012 m. Lietuvos Nacionalinė energetikos strategija.

Elektros energijos tiekimo saugumas, patikimumas

2006 m. EK Žalioji knyga;

2010 m. Nacionalinė atsinaujinančių energijos išteklių plėtros strategija;

2012 m. Lietuvos Nacionalinė energetikos strategija.

Elektros energijos naudojimo efektyvumo didinimas

2006 m. EK Žalioji knyga;

2009 m. Nacionalinė darnaus vystymosi strategija;

2012 m. ES direktyva 2012/27/EC dėl energijos vartojimo efektyvumo;

2012 m. Nacionalinė energetikos strategija;

2016 m. Rekomendacijos dėl pagrindinių Lietuvos energetikos strategijos kryptų;

2017 m. Nacionalinės energetinės nepriklausomybės strategijos projektas (LR Aplinkos ministerija).

Apžvelgus teorinius darnios elektros energetikos raidos ir perspektyvų, reglamentavimo raidos aspektus, tam, kad įsitikinti alternatyvios darnios energetikos plėtros Vakarų Lietuvoje perspektyva – elektros energijos tiekimo laivams uoste, siekiant sumažinti aplinkos taršą, būtinumu, darbe bus atliktas tokios technologijos įdiegimo projekto ekonominis vertinimas.

3. TYRIMO METODOLOGIJA

Dėl Vakarų Lietuvos klimatinių ir geografinių sąlygų bei infrastruktūros ypatybių vandens, saulės, medienos atliekų, sąvartynų dujų energijos šaltiniai sudaro neesminę 7 % regiono atsinaujinančių šaltinių instaliuotos elektros galios dalį, todėl aptariami nebus Kaip jau buvo minėta 1 darbo dalyje (žr. 1.2.3 poskyrį), jog šiuo metu 90 % Lietuvos vėjo energetikos yra sukoncentruota Vakarų Lietuvoje, vėjo elektrinės sudaro 89 % atsinaujinančių energijos šaltinių instaliuotos elektrinės galios šiame regione, „Fortum Klaipėda“ vienintelė kol kas veikianti šalies atliekų deginimo kogeneracinė elektrinė, „NordBalt“ vienintelė jūrinė elektros energijos perdavimo jungtis. Todėl galima teigti, jog darnios elektros energetikos vystymas regione apima energijos iš atsinaujinančių šaltinių, atliekų deginimo, elektros energijos tiekimo saugumo ir patikimumo principus. Tačiau šiltnamio efekto mažinimo principas dar nėra visiškai įgyvendintas, kadangi egzistuoja Klaipėdos uoste apsilankančių laivų sukeltos taršos regione problema. Tam, kad ją išspręsti, išlieka neišnaudota elektros energijos tiekimo laivams uoste galimybė – darnios elektros energetikos vystymo perspektyva šiltnamio efekto mažinimui Vakarų Lietuvoje. Manytina, jog tokios darnios elektros energetikos technologijos įdiegimas Klaipėdos uoste kartu su jau veikiančioms Vakarų Lietuvoje vėjo jėgainėmis duotų pozityvų efektą, – remiantis tyrimais, pateikiamais darbo teorinėje dalyje, elektros energijos tiekimas laivams Klaipėdos uoste leistų sumažinti CO₂ ir kietųjų dalelių emisiją mažiausiai apie 40 % bei sumažintų laivų keliamo triukšmo lygį uoste. Įvertinus anksčiau išdėstytus faktus, manytina, jog šios perspektyvos įdiegimo būtinumo įvertinimui yra reikalingas tyrimas.

Tyrimo tikslas. Įvertinti elektros energijos tiekimo laivams technologijos įdiegimo Vakarų Lietuvoje perspektyvas.

Tyrimo uždaviniai:

1. Atlikti darnios elektros energetikos ir jos perspektyvų Vakarų Lietuvoje PEST analizę, įvertinant šio proceso poveikį visos šalies mastu. Pateikti pozityvius ir negatyvius pokyčius politiniu, ekonominiu, socialiniu, technologiniu aspektais ir ateities perspektyvų Lietuvoje ir Vakarų Lietuvoje vertinimą.
2. Atlikti darnios energetikos vystymo Vakarų Lietuvoje perspektyvos – elektros energijos tiekimo laivams technologijos įdiegimo uoste ekonominį vertinimą.

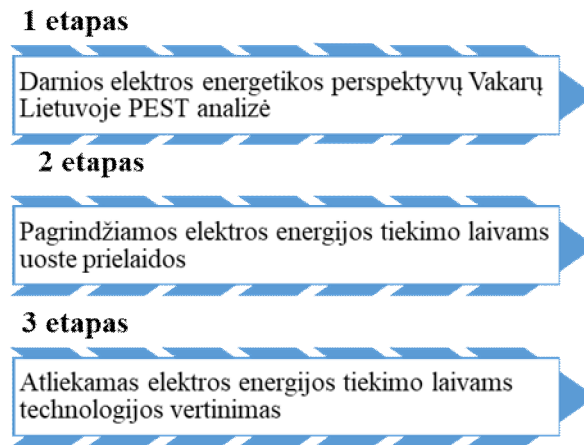
Tyrimo duomenų rinkimas ir atranka. Kadangi ši technologija nauja, tokios darnios elektros energetikos vystymo perspektyvos Vakarų Lietuvoje įvertinimui ir projekto tyrimų metodų, strategijų parinkimui naudotasi ne tik moksliniais, statistiniais, ekonominiais, teisinės, techninės informacijos šaltiniais, bet remtasi ir praktine patirtimi.

1. Tyrimo metu PEST analizei atlikti naudoti 2004–2017 m. duomenys susiję su darnios elektros energetikos plėtra ir perspektyvomis Vakarų Lietuvoje.

2. Darnios energetikos vystymo Vakarų Lietuvoje perspektyvos – elektros energijos tiekimo laivams technologijos įdiegimo uoste ekonominiam vertinimui numatytas trijų metų laikotarpis. Toks jis pasirinktas dėl to, kad šiame sektoriuje situacija šiuo metu keičiasi labai sparčiai ir tolesnės prognozės būtų netikslingos.

Tyrimo proceso etapai.

Tyrimo loginė schema atspindi 3 paveiksle.



3 pav. Tyrimo loginė schema (sudaryta autoriaus)

Pirmas etapas. Šiame etape atliekama elektros energetikos ir jos perspektyvų Vakarų Lietuvoje PEST analizė ir numatomos darnios elektros energetikos plėtos perspektyvos.

Antras etapas. Siekiant sumažinti užterštumą, kurį sukelia uoste veikiančiais varikliais stovintys laivai, siūloma uoste stovintiems laivams tiekti elektros energiją. Šiame etape yra pagrindžiama tokios technologijos būtinybė ir prielaidos.

Trečias etapas. Šiame etape atliekamas elektros energijos tiekimo laivams technologijos diegimo vertinimas. Vertinimas bus atliekamas šiais žingsniais: 1) darnios elektros energetikos technologijos „Elektros energijos tiekimas laivams uoste“ įdiegimo vykdymo plano paruošimas. Siekiant sėkmingai vykdyti tokios elektros energijos tiekimo uoste technologinės inovacijos diegimo strategiją dėl savo efektyvumo pasitelktas klasikinis rinkodaros modelis *4P's* (angl. *Product, Price, Place, Promotion* arba *kaina, vieta, produktas, rėmimas*) (Kotler ir Keller, 2012); 2) išteklių ir investicijų poreikio nustatymas; 3) siūlomos technologijos įdiegimo projekto ekonominis vertinimas.

Tyrimo metu naudoti metodai.

Ekonominės, techninės, teisinės informacijos, statistinių duomenų, mokslinės literatūros, praktinės patirties analizė, apibendrinimai, PEST analizė (aplinkos analizė politiniu, ekonominiu, socialiniu ir technologiniu požiūriu).

Įgyvendinimo rizikų įvertinimas:

rizikos įvertinimo matricos metodu (grafinis poveikio, kuris gali būti kritinis, reikšmingas, vidutinis, nežymus, nereikšmingas ir tikimybės, kuri gali būti labai tikėtina, gana tikėtina, tikėtina, nelabai tikėtina, mažai tikėtina, santykio atvaizdavimas);

suaugusių šalių įvertinimo metodu (grafinis poveikio, kuris gali būti mažas ir didelis ir susidomėjimo, kuris gali būti mažas ir didelis, santykio atvaizdavimas).

Investicijų efektyvumo įvertinimas:

diskontuoto atsipirkimo periodo (DPP) (angl. *Discounted Payback Period*), t. y. laikotarpio, per kurį, diskontuojant pinigų srautus, projektas tampa pelningas, metodu;

grynosios dabartinės vertės (NPV) (angl. *Net Present Value*), kuri yra esamoji bendra visų pinigų srautų ir pradinės investicijos vertė, metodu;

vidinės grąžos normos (IRR) (angl. *Internal Rate of Return*), kuri parodo, kokiai diskonto normai esant projekto pinigų srautai būtų lygūs pradinėms investicijoms, metodu.

Projekto rizikos įvertinimas:

jautrumo analizės metodu darant prielaidą, jog projekto pajamos, sąnaudos ir diskonto norma gali 10 % sumažėti arba 10 % padidėti;

scenarijų metodu darant prielaidą, jog pesimistinio scenarijaus atveju, projekto sąnaudos galėtų padidėti 10 %, optimistinio scenarijaus atveju projekto pajamos galėtų padidėti 10 %.

4. DARNIOS ELEKTROS ENERGETIKOS PERSPEKTYVŲ VAKARŲ LIETUVOJE TYRIMO REZULTATAI IR DISKUSIJA

4.1. Darnios elektros energetikos perspektyvų Vakarų Lietuvoje PEST analizė

Atsižvelgiant į darbe pateiktą statistiką, kuri rodo, jog šiuo metu 90 % Lietuvos vėjo energetikos yra sukoncentruota Vakarų Lietuvoje, „Fortum Klaipėda“ vienintelė šiuo metu veikianti atliekų deginimo kogeneracinė elektrinė Lietuvoje, o „NordBalt“ vienintelė jūrinė elektros jungtis, galima teigti, jog darnios elektros energetikos raida Vakarų Lietuvoje į Lietuvą atnešė **pozityvių** pokyčių.

Politinių

Lietuva laikosi JT, ES keliamų darnios elektros energetikos vystymo tikslų dalyvaudama JT, EK veikloje bei harmonizuodama ES direktyvas, ratifikuodama JT konvencijas susijusias su darnios elektros energetikos vystymu principais: šiltnamio efekto mažinimas ribojat išmetamų dujų emisiją, atliekų deginimas, energijos iš atsinaujinančių šaltinių naudojimas, energetinis saugumas, elektros tinklo patikimumas ir sėkmingai įgyvendina šiuos tikslus praktikoje. Vienas iš tokios politikos energetinio saugumo srityje pavyzdžių yra pažangių energetinių technologijų diegimas Vakarų Lietuvoje (pvz., „NordBalt“ elektros perdavimo jungtis), kuris sudaro prielaidas šalies politinei nepriklausomybei – galimybę nepriklausyti nuo Rusijos valios, kuri kaip politinio spaudimo priemonę dažnai naudoja elektros energetiką.

Ekonominių

Užsienio investuotojų kapitalas į „Fortum Klaipėda“ kogeneracinę elektrinę ir vėjo energetiką Vakarų Lietuvoje leido Lietuvos Respublikai laimėti laiko, panaudoti finansines lėšas kitoms svarbioms valstybės funkcionavimui priemonėms ar projektams įgyvendinti (pvz., elektros skirstomajam tinklui atnaujinti).

Lietuvoje lieka užsienio investuotojų įkurtų mūsų šalyje dukterinių įmonių ir jų darbuotojų sumokami į valstybės biudžetą mokesčiai ir jų išleidžiamos perkant paslaugas bei prekes vietinėje rinkoje lėšos.

Socialinių

Paruošti nacionaliniai specialistai, gebantys valdyti ir aptarnauti esamą kogeneracinę elektrinę Klaipėdoje, jau sumontuotas vėjo jėgaines bei dalyvauti naujų elektrinių Kaune ir Vilniuje, vėjo jėgainių statybose. Be to, nacionaliniai specialistai gali, esant reikalui, atlikti inžinerijos paslaugas ir prisidėti prie kitų elektros energetinio ūkio sričių vystymo.

Technologinių

Lietuvos elektros energetikos sektorius dėl tarptautinių technologijos mainų diegia šiuolaikines technologijas iš viso pasaulio. Vakarų Lietuvoje įdiegtos ir numatomos diegti toliau naujos, ekologiškos technologijos: atliekų deginimo elektros energijos ir šilumos gamybai technologija (pvz.,

„Fortum Klaipėda“ kogeneracinė jėgainė), moderni vėjo energetikos technologija (pvz., Vokietijos įmonės „Enercon“ gaminamos vėjo jėgainės).

Aukštos įtampos nuolatinės srovės (HVDC) technologijos panaudojimas tarptautinėse elektros perdavimo jungtyse su Švedija ir Lenkija sudarė sąlygas energetiniam saugumui, vėjo ir kitų atsinaujinančiųjų šaltinių energetikos plėtrai ir balansavimui Lietuvoje. Šiuo požiūriu „NordBalt“ jungtis Vakarų Lietuvoje buvo svarbus ir reikalingas politinis bei ekonominis sprendimas. Galima teigti, jog tai sekantis žingsnis energetinės nepriklausomybės nuo Rusijos link, kadangi ši elektros jungtis gali būti panaudota viename iš galimų variantų sinchronizuojant Lietuvos ir ES Šiaurės šalių elektros tinklų dažnius.

Europos Sąjungos įgyvendinamas elektros energijos patikimumo principas ir jos skatinamas energijos efektyvaus vartojimo technologijų diegimas Vakarų Lietuvoje vyksta sėkmingai, vienas iš pavyzdžių – darbe minimas ESO atliekamas elektros skirstomųjų tinklų įrangos bei valdymo sistemos atnaujinimas regione.

Be pozityvaus poveikio galime išskirti ir **negatyvius** pokyčius.

Politinis

Investuoti į elektros gamybą ir vėjo energetiką galėjo ir gali pati Lietuvos valstybė, tačiau dėl aiškios energetinės politikos nebuvimo ji tai daro pasirinktinai (pvz., kogeneracinės elektrinės išskyrus „Fortum Klaipėda“ valdomos valstybės tokiu būdu ribojant užsienio investicijų apimtį į elektros energijos gamybos sektorių siekiant neprarasti jo kontrolės, o vėjo energetikoje dominuoja užsienio investicijos). Dėl pastarosios priežasties šiuo metu vėjo energetikoje dominuojant užsienio investicijoms tenka pirkti jau pastatytus vėjo parkus siekiant sumažinti išvežamą į užsienį pelną ir sukurti valstybinės energetikos kompleksą, apimančią elektros energijos gamybą, balansavimą, perdavimą bei paskirstymą.

Atsinaujinančių energijos išteklių elektros energetika Lietuvoje sparčiai vystoma naujausių technologijų pagrindu (pvz., darbe aptariama vėjo energetikos raida Vakarų Lietuvoje). Ši plėtra parodė, kad būtų įgyvendintas ES konkurencingos energijos principas, būtinas šalies energetinio ūkio kompleksinis planavimas, siekiant optimalaus energijos iš AEI ir ne iš AEI balanso norint pasiekti stabilų techninį sistemos veikimą bei minimizuoti energijos savikainą; šiuo metu planavimo procesas nėra iki galo suderintas su atsinaujinančios elektros energetikos plėtra.

Tarptautinės energetinės jungtys su Švedija ir Lenkija bei Suskystintųjų gamtinių dujų terminalas yra svarbios Lietuvos energetinės nepriklausomybės dedamosios, tačiau ES energijos saugumo principas Lietuvoje neveiks tol, kol nebus išspręsta elektros tinklų desinchronizacijos su Rusijos elektros perdavimo sistema ir sinchronizacijos su ES elektros tinklų dažniu problema. Techniškai tai padaryti įmanoma, tačiau manytina, jog šiai problemai spręsti yra labiau reikalingi ES ir Lietuvos Respublikos politinė valia, mūsų šalies ir kaimynių ES narių tarpusavio sutarimas, kadangi Lietuvai

jungiantis prie Vakarų Europos elektros tinklų jos taip pat turėtų išlaidų naujų elektros perdavimo linijų statybai, elektros pastočių įrengimui ir t. t.

Ekonominius

Pelnas iš vėjo jėgainių, kuris susidaro dėl Lietuvos valstybės skatinimo politikos kompensuojant dalį elektros energijos gamybos kainos bei iš kogeneracinės elektrinės elektros ir šilumos gamybos susidarantis pelnas yra išvežami į užsienį tik iš dalies investuojant į plėtrą Lietuvoje.

Socialinius

Naujų technologijų aptarnavimas nereikalauja daug naujų darbo vietų, todėl vietiniai gyventojai, neturėdami galimybės įsidarbinti tokio pobūdžio įmonėse, dažnai vertina vėjo jėgaines ar kogeneracines elektrines neigiamai – tik kaip taršos šaltinį.

Technologinius

Technologinė priklausomybė – įdiegtos Lietuvoje technologijos gali būti vystomos ir daugeliu atvejų aptarnaujamos tik su užsienio specialistų pagalba. Kaip pavyzdį galima įvardyti vėjo jėgainių Vakarų Lietuvoje statybas: jėgainės atvežamos iš užsienio, montavimo darbus atlieka užsieniečiai, Lietuvos rangovams tenka tik jų prijungimo prie elektros tinklo infrastruktūros darbai ir privažiavimo kelių įrengimas. Taigi, sudėtingos materializuotos užsienio technologijos pardavimas kartu su projektavimo, statybos, technologijų, techninės priežiūros inžinerija būdingi Lietuvos elektros energetikos sektoriui. Šiuo metu savų technologinių resursų garantuoti mūsų šaliai sklandų jo funkcionavimą nepakaktų, tačiau siekiant energetinės nepriklausomybės reikėtų atsižvelgti į tai, jog Lietuva yra globalios rinkos ekonomikos dalis ir kiekvienu atveju, esant elektros energetikos technologijų poreikiui, reikėtų nuspręsti kas būtų efektyviau – gamyba šalies viduje ar materializuotų technologijų ir inžinerijos pirkimas iš užsienio.

Ateities perspektyvos

Nors darnios elektros energetikos vystyme Vakarų Lietuva yra toli pažengusi (pvz., regione išvystyta vėjo energetika, yra tarptautinė elektros perdavimo jungtis), tačiau darnios elektros energetikos požiūriu neišspręstas oro taršos klausimas, šiuo metu Vakarų Lietuvoje Klaipėdos uoste dar nėra įdiegtas kompleksinis elektros energijos tiekimo laivams sprendimas, vis dėlto manytina, jog remiantis pasauline praktika, tokios darnios elektros energetikos technologijos panaudojimas kartu su jau veikiančiomis Vakarų Lietuvoje vėjo jėgainėmis duotų pozityvų efektą – sumažintų oro taršą regione mažiausiai 40 % bei laivų keliamo triukšmo lygį uoste. Taip pat tokios darnios elektros energetikos plėtros Vakarų Lietuvoje perspektyvos svarstymui turi įtakos ir regione esanti „NordBalt“ elektros jungtis su Švedija, kuri sudaro galimybes spręsti vėjo energetikos balansavimo problemas. Prie šios darnios elektros energetikos vystymo perspektyvos spartesnio įgyvendinimo galėtų prisidėti valstybė bei miesto savivaldybė suteikdamos mokesčių lengvatas ar paramą uostui, uosto, elektros tinklų operatoriams, jeigu jie įdiegtų elektros energijos tiekimo laivams uoste technologiją ir laivybos

bendrovėms, kurios pageidautų, jog joms priklausantys laivai naudotų šios technologijos pagalba tiekiamą elektros energiją stovėjimo uoste metu.

4.2. Elektros energijos tiekimo laivams uoste būtinumo prielaidos

2015 tarptautinės laivybos CO₂ emisija Lietuvoje sudarė 240,7 tūkst. t (Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerija, 2017). Jeigu pažvelgtume į tarptautinės laivybos aktyvumo ir šiltnamio efektą didinančių dujų emisijos Lietuvoje statistiką nuo 1990 metų (1 lentelė) matytume, jog tarša mažėja, tačiau išlieka didelė ir gali išaugti padidėjus laivų apsilankymų skaičiui Klaipėdos uoste (pvz., įvedus naujas tarptautines keltų linijas).

1 lentelė. Tarptautinės laivybos aktyvumas ir šiltnamio efektą didinančių dujų emisija Lietuvoje (šaltinis Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerija, 2017)

Metai	Aktyvumas, TJ	CO ₂ , tūkst. t	CH ₄ , tūkst. t	N ₂ O, tūkst. t
1990	3,894	302,2	0,027	0,008
1995	5,780	448,5	0,040	0,012
2000	3,828	292,6	0,027	0,008
2005	5,933	456,8	0,042	0,012
2010	5,781	445,0	0,040	0,012
2011	5,883	452,4	0,041	0,012
2012	5,006	384,5	0,035	0,010
2013	3,626	278,7	0,025	0,007
2014	477	35,4	0,003	0,001
2015	3,196	240,7	0,022	0,006

Kadangi tarptautinė laivyba Lietuvoje daugiausiai sietina su Klaipėdos uostu ir jo prieigomis, remiantis tyrimais, pateikiamais darbo teorinėje dalyje, elektros energijos tiekimas laivams Klaipėdos uoste leistu sumažinti CO₂ ir kietųjų dalelių emisiją mažiausiai apie 40 % ir sumažintų laivų keliamo triukšmo lygį uoste, todėl tokios technologijos diegimas Vakarų Lietuvoje Klaipėdos uoste būtų perspektyvus žingsnis, leisiantis sumažinti taršą Lietuvoje ir regione. Kaip rodo darbe pateikiamas Džuno uosto JAV pavyzdys, Vakarų Lietuvoje, turinčioje vėjo energetikos išteklių, galima būtų juos panaudoti elektros energijos tiekimui laivams uoste sukuriant kombinuotą darnios elektros energetikos sistemą regione. Taip pat tokios darnios elektros energetikos plėtros Vakarų Lietuvoje perspektyvos svarstymui turi įtakos ir regione esanti „NordBalt“ elektros jungtis su Švedija, kuri sudaro galimybes spręsti vėjo energetikos balansavimo problemas. Taigi, siekiant, kad ši darnios elektros energijos

tiekimu laivams stovintiems prie krantinių uoste technologija, kuri tuo pačiu yra ir inovacija, pasiektų savo klientų segmentą reikėtų naudoti strategiją, kuri labiausiai tinka konkrečiam klientui-uostui. Kaip žinoma, „egzistuoja keletas inovacinių sprendimų įdiegimo strategijų:

1. Puolimo inovacinė strategija – būdinga įmonėms, kurios sukuria naują produktą ir pirmos su juo pasirodo rinkoje;

2. Gynybinė inovacinė strategija – skirta įmonės pozicijoms išlaikyti rinkoje [...];

3. Imitacinė inovacinė strategija – būdinga įmonėms, modifikuojančioms rinkoje pateikiamą produktą“ (LIC, 2016).

Mūsų atveju būtų naudojama puolimo inovacinė strategija, kadangi kompleksinės elektros energijos tiekimo laivams sistemos Klaipėdos uoste dar nėra. Papildoma priežastis naudoti puolimo strategiją yra ta, jog Vakarų Lietuvoje sukoncentruota Lietuvos vėjo energetika, kurią kombinuojant su elektros tiekimu laivams uoste būtų sudarytos sąlygos perspektyvoje sumažinti taršą regione. Ši strategija apima produkto, kainos, vietos ir rėmimo faktorius.

Produktas

Elektros energijos tiekimas laivams uoste yra kompleksinis sprendimas apimantis materializuotos technologijos bei inžinerijos pardavimą:

„Materializuota technologija (angl. *Embodied Technology*). Tai mokslinė-techninė dokumentacija, nauji įrengimai, prietaisai, mašinos. Tai konkretūs subjektai, kurie perduodami komerciniu tikslu;

Inžinerija (angl. *Engineering*). Tai prekyba inžinerinėmis – techninėmis paslaugomis, taikomojo pobūdžio tiriamieji ir konstravimo darbai, ekonominio pobūdžio tyrimai, eksperimentai, konsultacijos ir t. t. Inžinerija – tai komercinio sandėrio objektas, jis gali būti skirstomas pagal rūšis į valdymo, statybos, technologijų, projektavimo inžineriją“ (Navickas, 2011).

Kaina

Kaina yra lemiantis veiksnys, tačiau ne svarbiausias, kadangi dėl kompleksinės tiekimo apimties apimančios įrangą, jos instaliavimą ir priežiūrą turėtų būti akcentuojamas įrangos patikimumo faktorius, kadangi tai savo ruožtu potencialiems klientams mažintų galimus nuostolius, susijusius su laivų elektros įrangos gedimais, prastovomis dėl netinkamo elektros tiekimo įrangos krante darbo ir prailgintų įrangos funkcionavimo laiko; tai savo ruožtu mažintų išlaidas remontui bei aptarnavimui.

Vieta

Dėl globalios rinkos, išankstinio planavimo bei užsakymo įgyvendinimo laiko, kuris paprastai po užsakymo pateikimo yra nuo 6 iki 12 mėnesių ir apima projektavimą, įrangos gamybą bei instaliavimą, užsakovo-uosto geografinė vieta turi įtaką tik logistiniams kaštams.

Rėmimas

Informacija apie elektros energijos tiekimo laivams technologiją turėtų būti skleidžiama pasitelkiant internetinį tinklą, dalyvaujant specializuotose su uostų veikla susijusiose parodose,

susitinkant su uostų vadovais ir per žiniasklaidą. Įgyvendinus projektą turėtų būti siūlomas tolesnis techninis aptarnavimas, esant reikalui, dalių tiekimas ir konsultacijos dėl esamos įrangos modernizacijos.

4.2.1. Pagrindinių veiklų ir jų valdymo numatymas

Įrengimų poreikis

Elektros energijos tiekimui laivams uoste reikalinga įranga (10 priedas):

- 50/60 Hz statinė dažnio keitimo įranga;
- vidutinės ir žemos įtampos elektros skirstymo įranga;
- elektros, automatikos skydai;
- elektriniai galios transformatoriai;
- kontrolės bei apsaugos įranga;
- elektros galios kabeliai;
- kranto prijungimo įranga;
- kabelių prijungimo prie laivo sistema;
- konteineris, kuriame gali būti instaliuota minima aukščiau elektros įranga.

Minėtos aukščiau įrangos poreikis ir kiekis gali būti konfigūruojami priklausomai nuo projekto pobūdžio, pvz., jeigu užsakovas jau turi įdiegtą 10 kV vidutinės įtampos elektros tinklą, tokios įtampos įranga netiekiami, o instaliuojami tik žemos įtampos įrengimai ir t. t.

Galimas scenarijus, kai užsakovas neturi pakankamai elektros galios reikalingos elektros energijos tiekimui laivams. Tokiu atveju uostas kreipiasi į elektros tinklų operatorių, kad šis suteiktų reikalingą galią atvesdamas papildomus kabelius ir pastatydamas naujas elektros pastotes. Tai didina išlaidas reikalingas elektros energijos tiekimo laivams uoste technologijos įdiegimui, tačiau užsakovas ir elektros tinklų operatorius gali susigrąžinti investuotas lėšas iš laivininkystės bendrovių, kurioms priklauso laivai, mokamų mokesčių už tiekiamą uoste elektros energiją.

Papildomų paslaugų poreikis

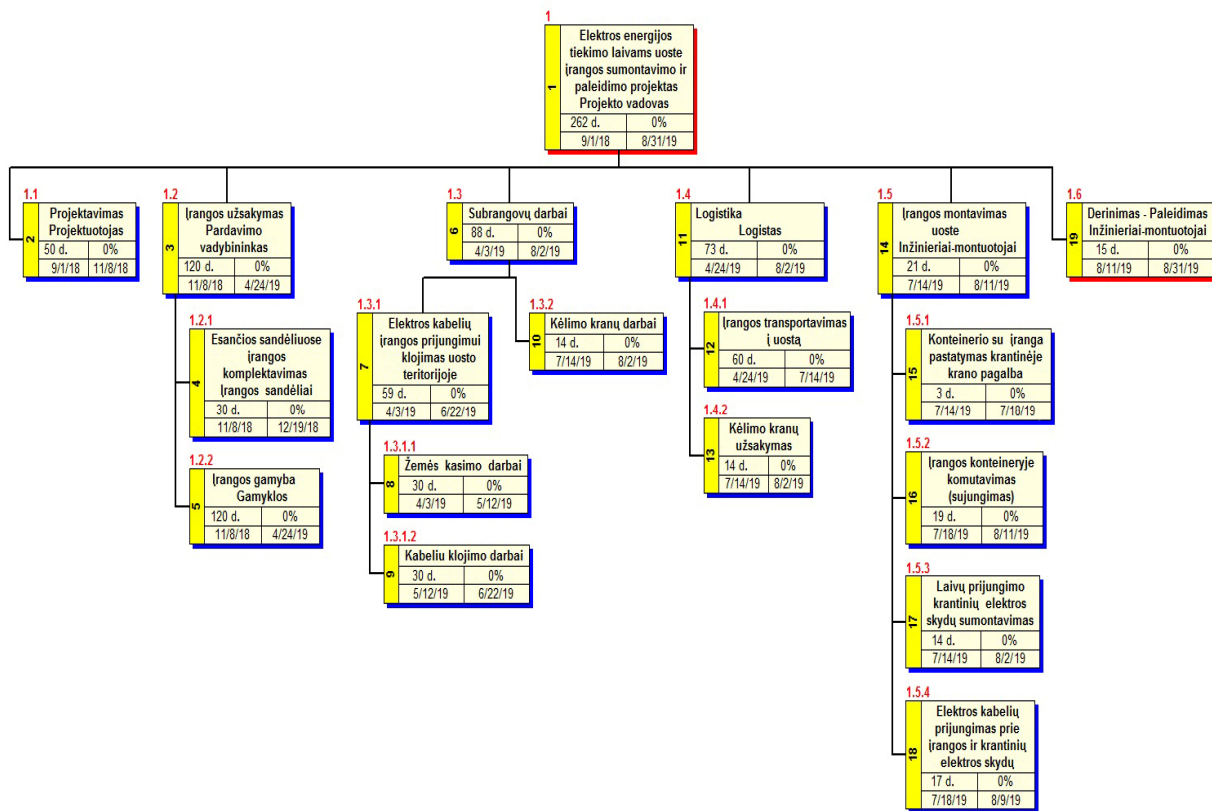
Papildomos paslaugos gali būti teikiamos, jeigu užsakovas-uostas neatlieka tokių darbų pats. Pavyzdžiui, tai gali būti statybos bei žemės kasimo darbai paruošiant infrastruktūrą elektros įrangos instaliavimui (jeigu nenaudojamas minėtas aukščiau konteinerinis elektros įrangos instaliavimo variantas). Taip pat gali prireikti įrangos transportavimo ir krano jai iškelti bei pastatyti į numatytą vietą. Šioms paslaugoms atlikti samdomi subrangovai.

Žmogiškųjų išteklių poreikis

Tokio pobūdžio projektams įgyvendinti yra sudaroma grupė iš projekto vadovo, projektuotojų, logistų, inžinierių, kurių kiekis priklauso nuo projekto apimties (dažniausiai minimalus kiekis yra du inžinieriai) bei pardavimo vadybininko ar vadybininkų, taip pat priklausomai nuo projekto apimties.

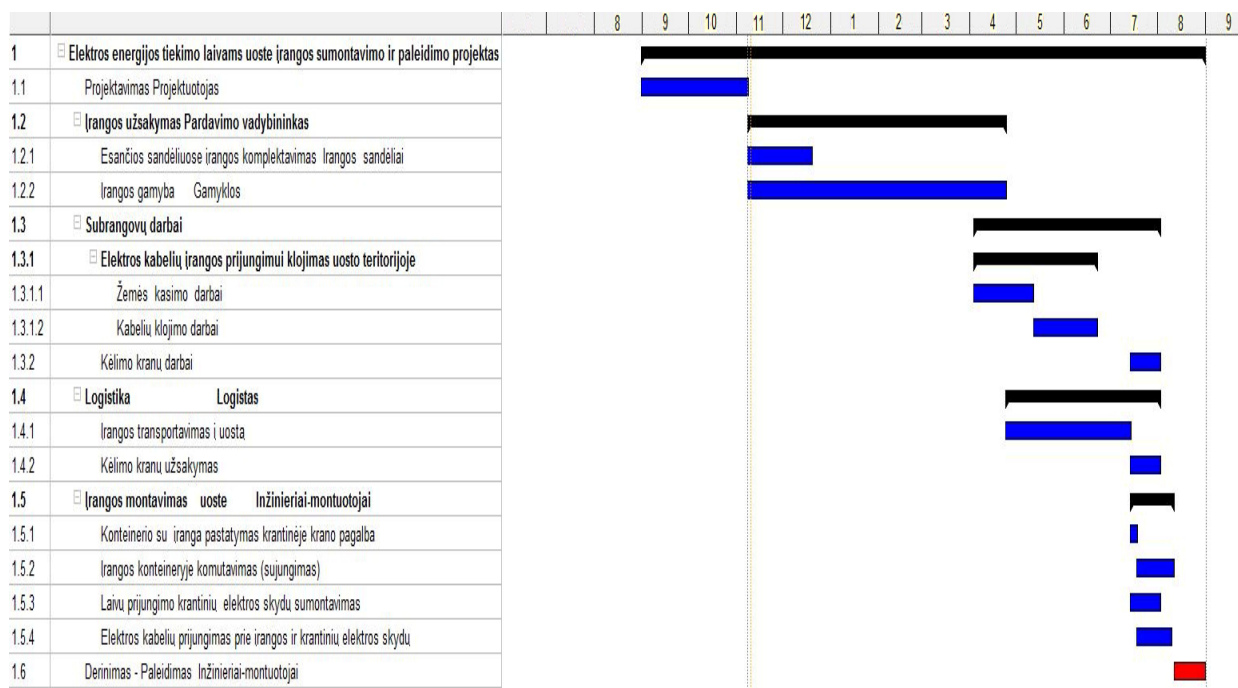
Pažymėtina, kad, projektuotojai, logistai, pardavimo vadybininkai dažniausiai dirba keliuose paraleliai vykstančiuose projektuose, garantuodami nepertraukiamą veiklą, tuo tarpu projekto vadovas ir inžinieriai yra labiau „pririšami“ prie vieno projekto, t. y. baigę vieną pradeda kitą, tačiau visi darbuotojai nėra priimami tik vienam projektui įgyvendinti, kadangi tokioje veikloje yra labai svarbios patirtis ir praktinės žinios.

Tipinis elektros energijos tiekimo laivams uoste technologijos įdiegimo procesas yra vykdomas pagal nustatytą tvarką, kai pardavimo vadovas, atsakingas už globalius elektros energijos tiekimo laivams uoste sprendimo pardavimus, gavęs informaciją, susisieikia su užsakovu-uostu ir aptaria su jo vadovybe galimybes įdiegti tokią technologiją. Toliau yra ruošiamas sprendimo įgyvendinimo projektas; čia galimi du variantai – uostas parengia projektą pats pasitelkęs projektuotojus arba užsako projektą elektros energijos tiekimo uoste sprendimą siūlančioje kompanijoje. Pagal parengtą projektą pardavimo vadovas vienas arba su pardavimo vadybininkų komanda ruošia komercinį pasiūlymą. Šis komercinis pasiūlymas tampa pagrindu tolesnėms deryboms, kuriose dalyvauja siūlančios kompanijos pardavimų vadovas, kiti atsakingi vadovai bei uosto vadovybė. Jeigu pasiūlymas tinkamas, jo pagrindu uosto pirkimų skyrius parengia užsakymą, kuriuo remiantis yra pasirašoma elektros energijos tiekimo laivams uoste sprendimo įdiegimo sutartis ir yra paskiriamas projekto vadovas, atsakingas už tokio pobūdžio projekto įgyvendinimą.



4 pav. Elektros energijos tiekimo laivams uoste technologijos įdiegimo darbų išskaidymo struktūra (angl. *Work Breakdown Structure*) (sudaryta autoriaus remiantis WBS Chart Pro)

Atsakingi pardavimo vadybininkai užsako reikalingas medžiagas ir kartu su logistais suderina medžiagų tiekimo grafiką, pagal kurį projekto vadovas sudaro darbų išsklaidymo struktūros planą (WBS) (angl. *Work Breakdown Structure*) (4 pav.) bei suderina darbų grafiką (angl. *Gantt chart*) (5 pav.). Darbų išsklaidymo struktūroje pateikiama detali informacija apie darbus (darbai pateikiami kaip struktūra, kurioje kompleksiniai darbai suskaidyti į smulkesnius darbus), kuriuos reikia atlikti norint įgyvendinti projektą, atsakingus už šių darbų atlikimą darbuotojus ir laiką, skirtą darbų atlikimui. Tokios struktūros pagrindu yra sudaromas darbų grafikas, kuriame yra sužymėti darbai, kuriuos reikia atlikti siekiant įgyvendinti projektą bei laikas per kurį tai turėtų būti atlikta. Laikas tvarkaraštyje nurodytas mėnesiais, projekto pradžia rugsėjo mėnuo, projekto pabaiga – rugpjūčio mėnuo, trukmė – vieni metai. Juoda spalva pažymėti kompleksiniai darbai (pvz., įrangos užsakymas), mėlyna spalva pažymėti darbai, kurie yra jų sudedamosios dalys (pvz., įrangos užsakymo sudedamoji dalis yra įrangos gamyba gamykloje). Raudona spalva grafike pažymėtas laikas, kuris yra skirtas įdiegtos elektros energijos tiekimo laivams uoste įrangos paleidimui ir derinimui. Pažymėtina, jog tokio pobūdžio projektuose daugiausiai laiko užima įrangos gamyba bei transportavimas į uostą, kuriame ji turi būti sumontuota.



5 pav. Elektros energijos tiekimo laivams uoste projekto vykdymo tvarkaraštis (angl. *Gantt chart*) (sudaryta autoriaus remiantis WBS Chart Pro)

Be to, projekto vadovas turi įvertinti projekto vykdymo proceso rizikas (6 pav.). Didžiausią riziką projekto vykdymui kelia galimos problemos susijusios su įrangos gamyba ir jos derinimu-paleidimu po sumontavimo uoste prieš perduodant užsakovui. Matricoje tokio pobūdžio rizika vaizduojama raudona spalva. Geltona spalva matricoje vaizduojama vidutinio poveikio vykdymo

procesui rizika, kurios priežastimi gali būti logistika, subrangovų atliekami darbai, įrangos montavimas uoste, jos komplektavimas sandėliuose. Tikėtina, jog problemų atliekant šiuo darbus gali kilti ir kaip rodo praktika jų kyla, tačiau jos nėra kritinės. Žalia spalva pažymėti projektavimo ir įrangos užsakymo darbai, problemų atliekant juos tikimybė yra maža ir poveikis projekto vykdymo procesui nereikšmingas.

		Tikimybė				
		Labai tikėtina	Gana tikėtina	Tikėtina	Nelabai tikėtina	Mažai tikėtina
Poveikis	Kritinis			1.2.2 Įrangos gamyba		1.6 Derinimas paleidimas
	Reikšmingas			1.4 Logistika	1.5 Įrangos montavimas uoste	
	Vidutinis			1.3 Subrangovo darbai	1.2.1 Įrangos komplektavimas sandėliuose	
	Nežymus					
	Nereikšmingas				1.1 Projektavimas	1.2 Įrangos užsakymas

6 pav. Rizikos įvertinimo matrica (sudaryta autoriaus remiantis NTU Risk Matrix)

Taip pat projekto vadovas turi atlikti suinteresuotų šalių įvertinimą, šiuo atveju projekto suinteresuotos šalys: užsakovas-uostas, projekto įgyvendinimo komandos nariai, įrangos tiekėjai-gamyklos, logistinės įmonės, įmonės-subrangovai. Sudarome grafinį suinteresuotų šalių susidomėjimo projektu ir poveikio projekto įgyvendinimui santykio vaizdą (7 pav.). Didelį susidomėjimą projektu ir poveikį projekto įgyvendinimui turi užsakovas-uostas, projekto įgyvendinimo komandos nariai, įrangos tiekėjai-gamyklos. Kaip rodo praktika, negalima išskirti kuri iš šių suinteresuotų šalių daro didžiausią poveikį. Tai priklauso nuo projekto vietos, pobūdžio, įrangos gamyklų apkrovos, kadangi šios gamyklos nėra apkrautos tolygiai. Todėl projekto įgyvendinimas gali nukrypti nuo numatyto darbų grafiko dėl vėluojančios gamybos, užsakovui-uostui keičiant savo planus, komplektuojančių įrengimų pristatymo vėlavimo dėl klaidingai darbuotojų atliktų užsakymų ir t. t. Tuo metu logistinių

įmonių ir subrangovų susidomėjimas projektu yra didelis, tačiau poveikis jo įgyvendinimui yra žemas, kadangi šios suinteresuotos šalys siekia gauti užsakymą darbams atlikti, tačiau joms nesilaikant nustatyto projekto įgyvendinimo grafiko, gali būti pakeistos kitomis kompanijomis.

Poveikis	Didelis		Užsakovas-uostas Projekto įgyvendinimo komandos nariai Įrangos tiekėjai-gamyklos
	Mažas		Logistinės įmonės Įmonės subrangovai
		Mažas	Didelis
	Susidomėjimas		

7 pav. Suinteresuotų šalių įvertinimas (sudaryta autoriaus)

Dažniausiai užsakovas-uostas taip pat paskiria įgaliotą darbuotoją prižiūrėti projekto vykdymą. Projekto vykdymo metu projekto darbus atlieka jam „priskirti“ inžinieriai, jei reikia, pasitelkdami subrangovus. Sklandų medžiagų tiekimo bei instaliavimo procesą koreguoja projekto vadovas. Sąskaitas išrašo atsakingas pardavimų vadybininkas projekto vykdymo metu arba jį baigus, išbandžius ir perdavus užsakovui (pasirašius perdavimo aktą) elektros energijos tiekimo laivams uoste sistemą. Atitinkamai, atsižvelgiant į tai koks mokėjimo grafikas numatytas sutartyje, šias sąskaitas uostas-užsakovas apmoka.

4.2.2. Išteklių ir investicijų poreikio planavimas

Šiame darbo skyriuje yra pateikiamas projekto įgyvendinimui reikalingų investicijų planas bei pajamų ir sąnaudų prognozė.

Investicijų planavimas

Poskyryje yra pateikiamas poreikis investicijoms į elektros įrangą, kurią reikia sumontuoti, kad būtų galima tiekti elektros energiją laivams stovintiems prie krantinių uoste (2 lentelė). Įranga gali būti komplektuojama įvairiais variantais, tai priklauso nuo užsakovo-uosto, kuriame ji bus instaliuota

pageidavimų, laivybos uoste intensyvumo pokyčių ir ten esančių techninių sąlygų. Šiuo atveju ji parinkta atsižvelgiant į dažniausiai pasitaikantį elektros energijos tiekimo laivams uoste technologijos įdiegimo modelį.

2 lentelė. Investicijos į įrangą projekto techniniam aprūpinimui (sudaryta autoriaus)

Ei l. Nr .	Įranga	Vieneto kaina, EUR	Kiekis	Kaina, EUR	Šaltinis
1.	10 kV elektros skirstymo įranga	50000	1	50000	Sudaryta autoriaus
2.	Elektros skydai	10000	4	40000	Sudaryta autoriaus
3.	Kompiuterine valdymo sistema	40000	1	40000	Sudaryta autoriaus
4.	10/0,4 kV transformatoriai	70000	2	140000	Sudaryta autoriaus
5.	Kranto prijungimo skydai	3000	6	18000	Sudaryta autoriaus
6.	Statiniai 50/60 Hz dažnio konverteriai	70000	2	140000	Sudaryta autoriaus
7.	Konteineris įrangos sumontavimui	3 000	2	6000	Sudaryta autoriaus
Iš viso, EUR:		434000			

Sąnaudų planavimas

Poskyryje sudaromas projekto sąnaudų planas, kuris apima darbuotojų, dalyvaujančių elektros energijos tiekimo laivams uoste technologijos įdiegimo projekte darbo užmokesčio (3 lentelė), nuomos ir kitas sąnaudas, reikalingas projektui įgyvendinti (4 lentelė) bei rėmimo sąnaudas (5 lentelė).

3 lentelė. Sąnaudos darbuotojų mėnesio darbo užmokesčiui (sudaryta autoriaus, remiantis tax.lt)

Darbuotojas	Skaičius	Atlyginimas, EUR	Mokestis SODRAI (31,18 %), EUR	Mokesčių iš viso, EUR	Darbo vietos kaštai, EUR
Projektuotojas	1	850	348,72	348,72	1198,72
Pardavimų vadybininkas	1	800	328,22	328,22	1128,22
Logistas	1	750	307,69	307,69	1057,69
Projekto vadovas	1	1200	492,32	492,32	1692,32
Inžinierius-montuotojas	2	900	369,24	738,48	2538,48
Iš viso EUR:					7615,43

Kadangi pagal įmonės darbo metodiką reikalingi darbo organizavimui automobiliai, įrankiai

įrangos montavimui, prietaisai ir kitos priemonės yra nuomojami – patiriamos nuomos sąnaudos, nusidėvėjimo sąnaudų nepatiriama. Kitos sąnaudos – buhalterinės apskaitos paslaugų pirkimas ir kt.

4 lentelė. Projekto nuomos, kitos sąnaudos (sudaryta autoriaus)

Sąnaudų tipas	Kaina, EUR	Viso projektui, EUR
Automobilio nuoma + kuras (mėnesiui)	600	7200
Įrankių, prietaisų nuoma(mėnesiui)	300	3600
Ryšio paslaugos(mėnesiui)	100	1200
Mokėjimų subrangovams sąnaudos (visam projektui)	4700	4700
Kitos sąnaudos (visam projektui)	2000	2000
Iš viso, EUR:		18700

Rėmimo sąnaudos yra skirtos vienam projektui, sekantiems projektams lėšos, skirtos rėmimui, gali kisti priklausomai nuo situacijos rinkoje, vykdomų projektų kiekio, darbo apkrovos, technologinių naujovių, tačiau paprastai tokio pobūdžio sąnaudos išlieka vidutiniškai tokio paties dydžio.

5 lentelė. Planuojamos projekto rėmimo sąnaudos (sudaryta autoriaus)

Sąnaudų tipas	Kaina, EUR	Iš viso, EUR
Susitikimai-techninio sprendimo pristatymai klientams	500	500
Dalyvavimas parodose	1000	1000
Internetinio informacinio puslapio palaikymas	100	100
Iš viso, EUR:		1600

Planuojamos bendrosios projekto sąnaudos, į kurias įtrauktos darbo užmokesčio, nuomos, projekto rėmimo, kitos sąnaudos, pateikiamos 6 lentelėje.

6 lentelė. Planuojamos bendrosios projekto sąnaudos per vieno projekto įgyvendinimo laikotarpį (sudaryta autoriaus)

Sąnaudų tipas	Kaina, EUR	Trukmė	Viso, EUR
Darbo užmokesčio sąnaudos per mėnesį	7615,43	12mėn	91385,16
Nuomos, kitos sąnaudos	18700	Visam projektui	18700
Projekto rėmimo sąnaudos	1600	Visam projektui	1600
Iš viso, EUR:			111685,16

Pajamų planavimas

Dėl reikalingų tokio pobūdžio projektams įgyvendinti sudėtingų technologijų ir didelės lėšų sumos yra tik keletas kompanijų, galinčių juos įgyvendinti, todėl, taip pat ir įvertinus technologines rizikas, elektros energijos tiekimo laivams uoste technologinio sprendimo pardavimo kaina nustatoma taikant 50 % antkainį (7 lentelė).

7 lentelė. Paslaugos pardavimo kainos nustatymas (sudaryta autoriaus)

Paslaugos tipas	Aprašymas	Kaina, EUR
Elektros energijos laivams uoste techninis sprendimas	Įranga ir montavimo bei paleidimo darbai	818528

Tam, kad galima būtų atlikti šio sprendimo ekonominį vertinimą, prognozuojame, kad per sekančius tris metus bus atlikti tris analogiški pagal savo apimtis (6 pav.) projektai, po vieną per metus (8 lentelė).

8 lentelė. Planuojami pardavimai-pajamos trijų metų laikotarpyje (sudaryta autoriaus)

Metai	Viso, EUR
2019	818528
2020	818528
2021	818528
Iš viso, EUR:	2455584

Atsižvelgiant į nustatytą antkainį numatomas pelnas trijų metų laikotarpyje neatskaičius pelno mokesčio (9 lentelė).

9 lentelė. Numatomas pelnas neatskaičius pelno mokesčio (sudaryta autoriaus)

Metai	Viso, EUR
2019	272842,84
2020	272842,84
2021	272842,84
Iš viso, EUR:	818528,52

Kadangi projekto darbams atlikti reikalinga įranga ir technika yra nuomojamos, nesusidaro papildomi pinigų srautai susiję su naudotos projekto įgyvendinimui technikos pardavimu, tačiau įvertinus tai, kad praktikoje dėl neparuoštos infrastruktūros tam, kad prijungti elektros tiekimo laivams stovintiems uoste įrangą gali būti reikalingi papildomi darbai, juos numatome. Sukuriami papildomi pinigų srautai pateikti 10 lentelėje.

10 lentelė. Paskutinių metų papildomi pinigų srautai (sudaryta autoriaus)

Eil. nr.	Pozicija	Suma, EUR
1.	Neįtraukti į projektą uosto elektros įrangos tvarkymo darbai	1500
2.	Subrangovų neįtraukti į projektą papildomi darbai	500
3.	Įplaukos iš uosto už papildomus darbus	3000
4.	Pelnas už papildomus darbus	1000
5.	Pelno mokestis 15 %	150
	Papildomi pinigų srautai	850

Partneriai ir finansavimo galimybės

Praktikoje pasitaiko atvejų, kai kompanijos, neturėdamos pakankamai technologinių, žmogiškųjų resursų arba esant situacijai, kai nėra galimybės laikytis nustatyto technologijos įdiegimo projekto grafiko (pvz., dėl vėluojančios įrangos gamybos ar tiekimo), bendradarbiauja su kitomis kompanijomis, taip pat dirbančiomis elektros energetikos sprendimų srityje, apimančioje komponentų gamybą, technologijų vystymą, diegimą ir kitas susijusias veiklas. Vienas iš galimų tokio bendradarbiavimo pavyzdžių – tam, kad pilnai sukomplektuoti elektros energijos tiekimo įrangą, pasirinkti partneriai gali tiekti trūkstamus komponentus. Techniškai tai yra įmanoma, kadangi daugeliu atvejų elektros įranga tarpusavyje yra suderinama, yra galimybė vieno gamintojo komponentus pakeisti kito gamintojo komponentais (pvz., taip gali būti keičiami elektros grandinės apsaugos automatiniai jungikliai).

Mūsų nagrinėjamu atveju elektros energijos tiekimo laivams uoste technologijos įdiegimas įmonei nėra pagrindinis verslas, tačiau yra traktuojamas kaip perspektyvus. Jo įgyvendinimui reikalingos investicijos įmonės mastu nėra didelės, projektas yra inovacinio pobūdžio, todėl jam

taikoma nuostata, kad šios technologijos vystymas bus finansuojamas iš įmonės nuosavo kapitalo. Siekiama, kad tokio pobūdžio elektros energijos tiekimo laivams uoste technologijos įdiegimas taptų įmonės technologijos naujove, praktine patirtimi (angl. *know-how*), todėl partneriai šios technologijos įdiegimui nebus pasitelkiami.

4.2.3. Ekonominis vertinimas

Kaštų struktūra

Kaip jau minėta, akcininkų sprendimu elektros energijos tiekimo laivams uoste technologijos įdiegimo projektas bus finansuojamas iš įmonės nuosavo kapitalo (11 lentelė).

11 lentelė. Vieno projekto investicinio kapitalo struktūra ir kaina (sudaryta autoriaus)

Eil. nr.	Kapitalo šaltinis	Suma, EUR	Dalis kapitale, proc.	Kaina, proc.
1.	Nuosavas kapitalas	434000	100	0,8

Nuosavo kapitalo kaina yra grąža, kurios tikisi projektą įgyvendinančios įmonės akcininkai, jų pasirinktas 0,8 proc. pageidaujamas investicijų pelningumas.

Projekto generuojamų pinigų srautų įvertinimui bus naudojama diskonto norma, lygi įmonės akcininkų pageidaujamos kapitalo kainos ir prognozuojamos 2018 m. infliacijos sumai (Lietuvos Bankas, 2017), taigi $0,8 + 2,2 = 3\%$

Pajamų srautų formavimas

Apskaičiuojami pinigų srautai:

$$2019 \text{ m. } 818528 - 111685,16 - 434000 - (272842,84 \times 15\%) = 231916,42$$

(Pajamos – sąnaudos – įrangos pirkimas – pelno mokestis);

$$2020 \text{ m. } 818528 - 111685,16 - 434000 - (272842,84 \times 15\%) = 231916,42$$

(Pajamos – sąnaudos – įrangos pirkimas – pelno mokestis);

$$2021 \text{ m. } 818528 - 111685,16 - 434000 - (272842,84 \times 15\%) + 850 = 232766,42$$

(Pajamos – sąnaudos – įrangos pirkimas – pelno mokestis + paskutinių metų papildomi pinigų srautai).

Gauti pinigų srautų duomenys pateikti 12 lentelėje.

12 lentelė. Duomenys projekto atsipirkimo periodui skaičiuoti (sudaryta autoriaus)

Metai	Pinigų srautai, EUR	Diskontuoti pinigų srautai, EUR	Suminiai diskontuoti pinigų srautai, EUR
2018	-434000		-434000
2019	231916,42	225160,69	-208839,31
2020	231916,42	218604,47	9765,16
2021	232766,42	21313,86	222779,02

Ekonominio naudingumo vertinimas

Projektą įgyvendinsiančios įmonės ekonominis naudingumas – kasmetinis grynasis pelnas dėl šios technologijos įgyvendinimo padidėjo, duomenys pateikiami 13 lentelėje.

13 lentelė. Numatomas grynasis pelnas (sudaryta autoriaus)

Metai	Viso, EUR
2019	231916,42
2020	231916,42
2021	232766,42

Investicijų efektyvumo įvertinimas

Šiame poskyryje bus vertinamas elektros energijos tiekimo laivams uoste technologijos įdiegimo projekto investicijų efektyvumas:

- diskontuoto atsipirkimo periodo (DPP) metodu;
- grynosios dabartinės vertės (NPV) metodu;
- vidinės pelno normos (IRR) metodu (Bartkus, 2014).

Investicijų efektyvumo įvertinimas diskontuoto atsipirkimo periodo metodu (DPP)

Prieš pradėdant įgyvendinti projektą būtina išsiaiškinti per kokį laikotarpį projektas atsipirks diskontuojant būsimus pinigų srautus. Tam naudojamas diskontuoto atsipirkimo periodo metodas (angl. *Discounted Payback Period*). 12 lentelėje pateikiami projekto atsipirkimo periodo skaičiavimui reikalingi duomenys.

$$\mathbf{DPP} = 1 + 208839,31 / 218604,47 = 1 + 0,95 = 1,95 \text{ metų.}$$

Projekto investicijos atsipirks per 1 metus ir 11,4 mėnesių, skaičiuojant atsipirkimo periodą diskontuotų pinigų srautų metodu.

Investicijų efektyvumo įvertinimas grynosios dabartinės vertės metodu (NPV)

Projekto grynoji dabartinė vertė (angl. *Net Present Value*) parodo ar projekto pinigų srautai leis projekto įgyvendintojui susigrąžinti investuotas lėšas ir gauti iš projekto pelną. NPV apskaičiavimui susumuojami diskontuoti pinigų srautai iš 12 lentelės.

$$\text{NPV} = -434000 + 225160,69 + 218604,47 + 213013,86 = 222779,02 \text{ EUR}$$

Projekto grynoji dabartinė vertė NPV yra lygi 222779,02 EUR. Ši suma rodo grynąjį įmonės pelną iš projekto įgyvendinimo, kadangi ji didesnė už 0, projektą įgyvendinti naudinga.

Investicijų efektyvumo įvertinimas vidinės grąžos normos metodu (IRR)

Projekto vidinė pelno norma (angl. *Internal Rate of Return*) parodo, kokiai diskonto normai esant projekto pinigų srautai būtų lygūs pradinėms investicijoms, t. y. IRR yra palūkanų norma, kuriai esant NPV= 0.

$$\text{IRR} = 28 \%$$

IRR skaičiavimai atlikti programa „Excel“.

Skaičiavimai parodė, kad elektros energijos tiekimo laivams uoste technologijos įdiegimo investicijos atsipirktų, tačiau neduotų pelno esant 28% diskonto normai. Kadangi projekto diskonto norma, įvertinus kapitalo kainą ir infliaciją, yra 3 %, tai skirtumas tarp IRR ir diskonto normos parodo projekto pelningumą, kuris yra 25 %.

Rizikos įvertinimas

Poskyryje jautrumo analizės ir scenarijų metodais (Bartkus, 2014) tiriamas elektros energijos tiekimo laivams uoste technologijos įdiegimo projekto rizikingumas.

Rizikos įvertinimas jautrumo analizės metodu

Toks projekto vertinimo metodas padeda numatyti projekto pelningumo pokyčio lygį, kintant kapitalo kainos, pajamų, sąnaudų rodikliams, t. y. parodo, kurio veiksnio pokyčiams projektas yra jautriausias.

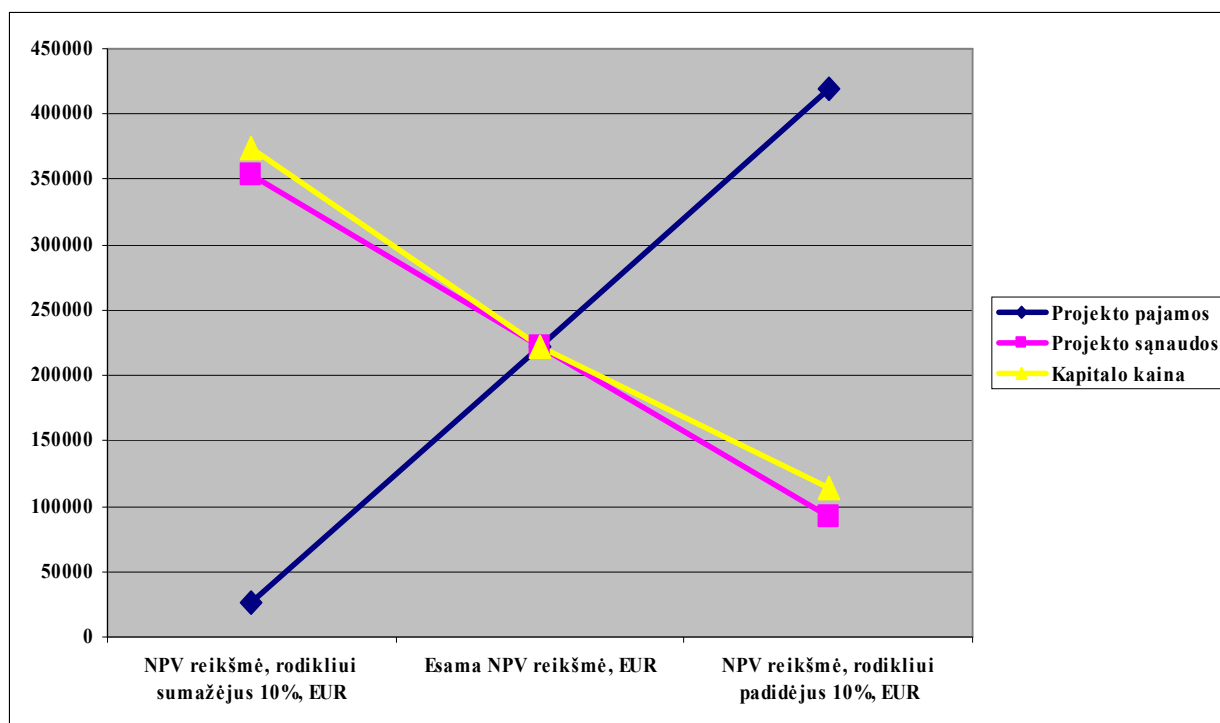
Siekiant įvertinti, kuris iš veiksnių daro didžiausią įtaką projekto grynajai dabartinei vertei (NPV) darome prielaidą, kad projekto pajamos, sąnaudos ir diskonto norma gali 10 % sumažėti, arba 10 % padidėti.

Detalūs skaičiavimai nepateikiami, kadangi atliekant jautrumo analizės skaičiavimams buvo naudota „Excel“ programa. Duomenys, gauti jautrumo analizės skaičiavimų metu, pateikiami 14 lentelėje.

14 lentelė. Rizikos įvertinimas jautrumo analizės metodu (sudaryta autoriaus)

Rodiklis	NPV reikšmė, rodikliui sumažėjus 10 %, EUR	Esama NPV reikšmė, EUR	NPV reikšmė, rodikliui padidėjus 10 %, EUR
Projekto pajamos	25978,76	222779,02	419579,16
Projekto sąnaudos	353979,05	222779,02	91578,86
Kapitalo kaina	374131,60	222779,02	114180,85

Grafinis jautrumo analizės vaizdas leidžia įvertinti kokiems pokyčiams projektas yra jautriausias (8 pav.) Iš pateikto projekto jautrumo analizės grafinio vaizdo galime teigti, jog labiausiai investicijų į projekto įgyvendinimą efektyvumas priklauso nuo pajamų pokyčio, o mažiausiai jautrus – kapitalo kainos pasikeitimams. Praktikoje pajamų pokytis yra mažai tikėtinas, kadangi uostai daugiausia valstybinės įmonės ir elektros energijos tiekimo laivams uoste technologijos įdiegimo projektai dėl politinių sprendimų, tarptautinių įsipareigojimų, nesustojančios uosto veiklos yra prioritetingi, todėl lėšos jiems skiriamos pirmiausiai.



8 pav. Jautrumo analizės grafinis vaizdas (sudaryta autoriaus)

Rizikos įvertinimas scenarijų metodu

Projekto jautrumo analizė turi trūkumą, ji įvertina tik vieno rodiklio pokytį. Kadangi dažniausiai kinta keli rodikliai, būtina elektros energijos tiekimo laivams uoste technologijos įdiegimo projekto finansinę riziką įvertinti taip pat ir scenarijų metodu. Galima manyti, jog pesimistinio scenarijaus atveju, yra tikimybė, kad projekto sąnaudos galėtų padidėti 10 %, tuo metu optimistinio scenarijaus atveju yra tikimybė, jog projekto pajamos galėtų padidėti 10 %. Siekiant apskaičiuoti variacijos koeficientą ir maksimaliai įvertinti riziką, reikia priskirti po tokią tikimybę kiekvienam iš scenarijų. Tikimybė, kad projektas vyks pagal planą yra 50 %. Optimistinis scenarijus – tikimybė, jog projekto pajamos padidės 10 % daugiau nei tikimasi yra nedidelė dėl užsakovo-uosto siekio sumažinti elektros energijos tiekimo laivams uoste technologijos įdiegimo kainą, todėl jo tikimybė yra 10 %. Situacija, jog išsipildys pesimistinis scenarijus ir projekto sąnaudos dėl logistinių ar gamybos problemų padidės 10 % yra labiau tikėtina (praktikoje tokio pobūdžio situacija, kai dėl logistikos (pvz., vėluojantis įrangos komplektinių dalių pristatymas, kai trūksta smulkios detalės, tačiau sumontuoti įrangą nėra galimybės) ar gamybinių problemų projekto įgyvendinimo sąnaudos padidėja, yra dažniausiai pasitaikanti). Dėl šios priežasties parinkta tikimybė yra 40 % (15 lentelė).

15 lentelė. Scenarijų analizės rodikliai (sudaryta autoriaus)

Scenarijus	Pastaba	Tikimybė, %	NPV, EUR
Pesimistinis	Projekto sąnaudos padidės 10 %	40	91578,86
Bazinis	Apskaičiuotoji situacija	50	222779,02
Optimistinis	Projekto pajamos padidės 10 %	10	419579,16

Suskaičiuojama vidutinė laukiama projekto grynoji esamoji vertė NPV_{vid} , ji bus reikalinga variacijos koeficientui rasti.

$$NPV_{vid} = 189978,97 \text{ EUR}$$

Tam, kad apskaičiuoti variacijos koeficientą yra suskaičiuojamas standartinis nuokrypis (σ) (angl. *Standart Deviation*), kuris parodo reikšmių sklaidą vidutinės reikšmės atžvilgiu.

$$\sigma = 98400,10 \text{ EUR}$$

Apskaičiavus standartinį nuokrypį, nustatoma kokiame diapazone gali kisti projekto NPV. Taigi,

grynoji dabartinė vertė (NPV) nuo 222779,02 EUR gali sumažėti iki 124378,92 EUR arba padidėti iki 321179,12 EUR.

Apskaičiuojamas variacijos koeficientas (CV) (angl. *Coefficient of Variation*), kuris parodo projekto rizikingumą.

$$CV = 98400,10 \text{ EUR} / 222779,02 \text{ EUR} = 0,4417$$

Gautas variacijos koeficientas (0,4417) yra mažesnis už 1, tai rodo nedidelį elektros energijos tiekimo laivams uoste technologijos įdiegimo projekto rizikingumą.

Manytina, jog pelningumas ir nedidelis rizikingumas paskatins kompanijas, kurios specializuojasi elektros energijos tiekimo laivams uoste technologijos diegime dalyvauti tokio pobūdžio projektuose Klaipėdos uoste, kadangi esant didelei rizikai, būtų sudėtinga rasti rangovų šios technologijos įdiegimui.

IŠVADOS, REKOMENDACIJOS

Nors Lietuva viena iš labiausiai ES sumažinusių dujų emisijų šalių, Vakarų Lietuvos Klaipėdos uoste laivų sukeltos taršos problema išlieka aktuali. Šios problemos sprendimo perspektyva darnios elektros energetikos vystymo atžvilgiu yra darbe aptartas elektros energijos tiekimas laivams uoste. Vis dėlto oro taršos Lietuvoje ir Vakarų Lietuvoje neįmanoma sumažinti ES lygmeniu neišsprendus anglimi kūrenamų elektrinių šiltnamio efektą sukeliančios dujų emisijos ribojimo problemos Lenkijoje, kadangi dėl dominuojančių vėjų šių elektrinių sukelta oro tarša daro poveikį ir Lietuvai.

„Fortum Klaipėda“ kogeneracinė elektrinė sudarė sąlygas kogeneracinių elektrinių, kuriose įdiegta šiukšlių deginimo elektros energijos ir šilumos gamybai technologija, tolesnėms statyboms Lietuvoje. Šiuo metu ji vienintelė veikianti tokio tipo kogeneracinė elektrinė šalyje. Nors UAB „Fortum Klaipėda“ ir toliau priklauso užsienio investuotojui „Fortum“, jos atveju išryškėjo valstybės pozicija – griežtas užsienio investicijų apimtį į šiukšlių deginimo elektros energijos ir šilumos gamybai sektorių ribojimas siekiant neprarasti jo kontrolės.

Vakarų Lietuvoje sukoncentruota 90 % (475 MW iš 526 MW) Lietuvos vėjo elektrinių instaliuotos elektrinės galios. Bendra atsinaujinančios energijos šaltinių instaliuota elektrinė galia Vakarų Lietuvoje siekia 533 MW, iš kurių vėjo jėgainės sudaro 475 MW arba 89 %, taigi vėjo energetika dėl geografinių ir klimatinių sąlygų dominuoja tarp regiono AEI.

Lietuvoje, palyginus su kitomis Baltijos šalimis, valstybės energetikos politika yra palankiausia: nustatyta 500 MW riba vėjo jėgainių parkų plėtrai, fiksuotas 12 metų skatinimo tarifas. Tokia valstybės kvotų ir skatinimo tarifo politika ir tobulesnių, daug investicijų reikalaujančių technologijų poreikis tolesniam vėjo jėgainių infrastruktūros vystymui mažiau vėjingose teritorijose sudarė palankias sąlygas užsienio investicijoms, kurios šiuo metu dominuoja Lietuvos vėjo energetikoje. Vienas iš pavyzdžių – Estijos įmonės „Nelja Energia“ valdomai didžiausiai Lietuvos vėjo jėgainių parkų grupei „4 Energia“ priklauso 41 % visos vėjo jėgainių instaliuotos elektrinės galios Lietuvoje (139 MW), įmonė investavo Lietuvoje apie 120 mln. eurų. Todėl šiuo metu vėjo energetikoje dominuojant užsienio investicijoms valstybei tenka pirkti jau pastatytus vėjo parkus siekiant sumažinti išvežamą į užsienį pelną ir sukurti valstybinės energetikos kompleksą, apimantį elektros energijos gamybą, balansavimą, perdavimą bei paskirstymą.

Dėl vėjo energetikos koncentracijos Vakarų Lietuvoje ir planuojamos plėtros ateityje šio AEI efektyvus naudojimas regione ir šalyje reikalauja kiek galima greičiau spręsti balansavimo ir sinchronizacijos su ES elektros tinklo dažniu problemas. Šiam tikslui galima pritraukti užsienio investicijas, tačiau reikia atsižvelgti į nacionalinius interesus, valstybei neprarandant tam tikrų strateginių energetikos sričių kontrolės. Svarbu Lietuvos elektros generavimo ir perdavimo tinklą vystyti kompleksiskai, kadangi nepamatuotas energijos pajėgumo iš AEI vystymas (Vakarų Lietuvoje – vėjo energetikos) gali sukelti nestabilių elektros perdavimo tinklo darbą ir ženkliai pakelti elektros

energijos kainas, kurias tektų kompensuoti iš biudžeto.

Kaip rodo darbe aptariami atlikti tyrimai, šiuo metu nėra pigių elektros energijos saugojimo technologijų. Pasaulyje susiklostė situacija, kai AEI technologijos lenkia elektros energijos saugojimo technologijas, todėl tarptautinės elektros perdavimo jungtys yra labai svarbios Lietuvos energetinei nepriklausomybei, kadangi Lietuvos elektros tinklo dažnis vis dar sinchronizuotas su Rusijos elektros tinklo dažniu. Tik jų pagalba yra įmanoma Lietuvos elektros tinklo dažnio sinchronizacija su Europos Sąjungos tinklų dažniu, be to „NordBalt“ ir „LitPolLink“ atlieka AEI vėjo jėgainių balansavimo funkciją, tai sudaro sąlygas nenaudoti elektros energijos gamybai šiluminių elektrinių (pvz., Lietuvos elektrinės) tokiu būdu mažinant išmetamųjų dujų emisiją šalyje ir Vakarų Lietuvos regione. Atjungti Lietuvos elektros energetikos sistemą nuo Rusijos elektros energijos perdavimo sistemos šiuolaikiniame politiniame kontekste yra kaip niekada svarbu, kadangi kol tai nebus padaryta, energetinė nepriklausomybė ir energijos tiekimo saugumas negali būti užtikrinti.

2010 metais, pastačius Bitėnų 330 kV elektros skirstomąjį punktą ir tokiu būdu nutraukus elektros energijos tiekimą iš Kaliningrado srities į Klaipėdos kraštą jį nukreipiant per mūsų šalies teritoriją, Vakarų Lietuvos skirstomasis elektros tinklas tapo neatsiejama LR skirstomojo elektros tinklo dalimi. Todėl galima teigti, jog šiuo metu regiono raida elektros tinklo patikimumo požiūriu yra analogiška visos šalies raidai, tačiau atsižvelgiant į vėjo energetikos koncentraciją ir potencialą Vakarų Lietuvoje, skirstomasis elektros tinklas turėtų būti papildomai plėtojamas, kadangi techninių galimybių prijungti naujas vėjo jėgaines šiuo metu jau nebeužtenka.

Apžvelgus įvairias teorines pasaulines, nacionalines ir regionines darnios elektros energetikos kompleksinio vystymo strategijas galima pastebėti, jog jos susijusios su geografine padėtimi (pvz. Maltoje į strategiją įtraukta energetinė jungtis su Italija), klimatu (pvz., Saudo Arabijoje prioritentinė AE – saulės energija), iškastinio kuro atsargomis (pvz. Tuniso energetinėje strategijoje didžioji dalis elektros energijos išgaunama deginant dujas) ir technologiniu šalies išsivystymo lygiu (pvz., Japonijoje strategijose numatomas baterijų elektros energijos saugojimui naudojimas). Todėl galima teigti, jog siekiant darnią elektros energetikos plėtrą vystyti remiantis elektros energijos tiekimo saugumo, patikimumo ir AEI naudojimo principais Lietuvoje ir tuo pačiu Vakarų Lietuvoje yra panaudoti labiausiai atitinkantys šalies ir regiono geografines, klimatinės, gamtos ir technologinių resursų sąlygas optimalūs ES rekomenduojamo modelio darnios energetikos plėtrai elementai: atliekų deginimas kogeneracinė elektrinėje, vėjo jėgainės, elektros jungtys, elektros skirstomojo tinklo atnaujinimas.

Lietuvos valstybės pozicija – griežtas užsienio investicijų apimties į elektros energijos gamybos sektorių ribojimas siekiant neprarasti kontrolės („Fortum“ pavyzdys) ir tuo pačiu metu vėjo energetikos sektoriaus rėmimas (90 % šalies vėjo energetikos sukonzentruota Vakarų Lietuvoje), neribojant užsienio investicijų į jį, tačiau neturint aiškios vizijos ir strategijos dėl vėjo energetikos vietos valstybinėje energetikos sistemoje. Todėl reikėtų paruošti aiškia ir investicine prasme pagrįstą

Lietuvos energetinę strategiją, kurioje būtų nurodytos vystymosi gairės bent penkiems metams į priekį, kad ateityje būtų išvengta bereikalingo valstybės lėšų švaistymo.

Šiuo metu sąlygos elektros energijos tiekimo laivams uoste inovacinės technologijos diegimui yra palankios dėl darnios elektros energetikos vystymo skatinimo politikos pasaulyje, ES, Lietuvoje ir palyginti nedidelės konkurencijos rinkoje. Atlikus tyrimą ir įvertinus projektų generuojamus pinigų srautus bei investicijas buvo atliktos ekonominio naudingumo, efektyvumo ir rizikingumo analizės, kurios parodė, kad projekto ekonominis naudingumas – projektą įgyvendinsiančios įmonės kasmetinis grynasis pelnas dėl šios technologijos įgyvendinimo padidėjo. Investicijų rizikingumas patikrintas jautrumo analizės metodu parodė, kad projektas mažiausiai jautriai reaguoja į kapitalo kainos pokytį, tuo metu jautriausiai jis reaguoja į pajamų pokytį. Jautriausia reakcija pasižymėjęs punktas – 10 proc. metinių pajamų sumažėjimas – grynąją dabartinę vertę (NPV) sumažino 8,6 kartus. Vis dėlto praktikoje tokio pobūdžio pajamų sumažėjimas yra mažai tikėtinas, kadangi uostai daugiausia valstybinės įmonės ir tokie projektai dėl politinių sprendimų, tarptautinių išipareigojimų, nesustojančios uosto veiklos yra prioritetiniai, todėl lėšos jiems skiriamos pirmiausiai. Taip pat investicijų rizikingumas buvo ištirtas scenarijų metodu. Sudarius scenarijų, kurio atveju maža tikimybė, kad 10 % padidės pajamos ir didelė tikimybė, kad 10 % išaugs sąnaudos, gautas standartinis nuokrypis 98400,10 EUR, variacijos koeficientas yra 0,4417, tai rodo nedidelį projekto rizikingumą. Taigi, atliktos elektros energijos tiekimo laivams uoste technologijos įdiegimo projekto ekonominio naudingumo, investicijų efektyvumo ir rizikingumo analizės įrodė, jog projektas yra potencialiai pelningas, todėl įgyvendintinas. Manytina, jog pelningumas ir nedidelis rizikingumas ir paskatins kompanijas, kurios specializuojasi elektros energijos tiekimo laivams uoste technologijos diegime dalyvauti tokio pobūdžio projektuose Klaipėdos uoste.

Kaip rodo darbe pateikiamas Džuno uosto JAV pavyzdys, Vakarų Lietuvoje, turinčioje vėjo energetikos išteklių, galima būtų juos panaudoti elektros energijos tiekimui laivams uoste sukuriant kombinuotą darnios elektros energetikos sistemą regione. Pažymėtina, jog tokios darnios elektros energetikos plėtros Vakarų Lietuvoje perspektyvos svarstymui turi įtakos ir regione esanti „NordBalt“ elektros jungtis su Švedija, kuri sudaro galimybes spręsti vėjo energetikos balansavimo problemas.

Remiantis teoriniais tyrimais, pateikiamais darbe, elektros energijos tiekimas laivams uoste leistų sumažinti CO₂ ir kietųjų dalelių emisiją mažiausiai apie 40 % bei sumažintų laivų keliamo triukšmo lygį uoste, todėl tokios technologijos įdiegimas Vakarų Lietuvoje Klaipėdos uoste būtų perspektyvus žingsnis, leisiantis sumažinti taršą regione ir Lietuvoje.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

- ABB Group. *Infographic - Shore-to-ship*. [žiūrėta 2016 11 10]. Prieiga per internetą <http://www.abb.com/industries/ap/db0003db004335/33F79A1DEC6B95CAC1257909002DFFA1.aspx>
- ABB Group. *Shore to ship power. An effective solution for port emissions reduction*. [žiūrėta 2016 11 19] Prieiga per internetą <https://library.e.abb.com/public/33e21b90a7f8b453c1257b2300687884/Shore-to-ship%20-%20Brochure.pdf>
- ABB Group. *Shore-to-ship power solutions. Making ports greener*. [žiūrėta 2016 11 10]. Prieiga per internetą <http://www.abb.com/search.aspx?q=shore+to+ship>
- Al Garni, H., Kassem, A., Awasthi, A., Komljenovic, D., Al-Haddad, K. (2016). A multicriteria decision making approach for evaluating renewable power generation sources in Saudi Arabia [Abstract]. *Sustain. Energy Technol. Assess.* 16, 137–150. doi.org/10.1016/j.seta.2016.05.006
- Ancevičė, M. (2016, Gegužės 4). „Fortum Klaipėda“ didins deginamų atliekų kiekį. *Verslo žinios*. [žiūrėta 2016 11 11]. Prieiga per internetą <http://www.vz.lt/sectoriai/energetika/2016/05/04/fortum-klaipeda-didins-deginamu-atlieku-kieki>
- Aukštuolytė, R. (2013, Birželio 3). „Fortum Klaipėda“ jėgainė atitinka taršos reikalavimus. *Verslo žinios*. [žiūrėta 2016 11 10]. Prieiga per internetą <http://www.vz.lt/article/20130603/Article/306039971>
- Aukštuolytė, R., Gudavičius, S. (2014, Gruodžio 23). „Fortum“ jėgainė Klaipėdoje tapo valstybinės reikšmės objektu. *Verslo žinios*. [žiūrėta 2016 11 19]. Prieiga per internetą: <http://vz.lt/article/20141223/Article/312239993>
- Bačauskas, A. (2015, Gegužės 28). Vėjo ir saulės energija – ir džiaugsmas ir bėdos. *Nacionalinė elektros technikos verslo asociacija*. [žiūrėta 2016 10 31]. Prieiga per internetą <http://neta.lt/energetika/vejo-ir-saules-energija-dziaugsmas-bedos>
- Bartkus, E. V. (2014). *Inovacijų valdymas ir ekonominis vertinimas*. Klaipėda: KU.
- Bernatonytė, D. (2010). *Tarptautinės ekonomikos modeliai*. Kaunas.
- Blanco, H., Faaij, A. (2017). A review at the role of storage in energy systems with a focus on Power to Gas and long-term storage [Abstract]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews Volume 81, Part 1, 1049-1086*. doi.org/10.1016/j.rser.2017.07.062.,
- Brand, B., Missaoui, R (2014). Multi-criteria analysis of electricity generation mix scenarios in Tunisia [Abstract]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews Volume 39, 251-261*. doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.069
- Bortelienė, V. (2011, Gruodžio 5). Laivų taršai mažinti siūlo išeitį. *Lietuvos žinios*. [žiūrėta 2016 11 10] Prieiga per internetą <http://lzinios.lt/lzinios/Ekonomika/laivu-tarsai-mazinti-siulo-iseiti/27024>
- Chang, C.-C., Wang, C.-M. (2012). Evaluating the Effects of Green Port policy: Case Study of Kaohsiung Harbor in Taiwan [Abstract]. *Transportation Research Part D: Transport and*

Environment, 17, 185-189. doi.org/10.1016/j.trd.2011.11.006

- Čičelis, A. (2016). Kaip Lietuvos energetika galėtų pritraukti daugiau kaip 500 mln. eurų? žiūrėta .SEB.[2016 11 09].Prieiga per internetą <https://www.seb.lt/infobankas/verslui/kaip-lietuvos-energetika-galetu-pritraukti-daugiau-kaip-500-mln-euru>
- Critical tools, Inc. *WBS Chart Pro*. [žiūrėta 2016 10 01]. Prieiga per internetą <http://www.criticaltools.com/wbschartprosoftware.htm>
- D. Misiūnas: Lietuvos energija ketina investuoti į vėjo jėgaines. (2015). *BNS*. [žiūrėta 2016 11 10]. Prieiga per internetą <http://www.bns.lt/topic/1912/news/48043646/>
- Dudzevičiūtė, G. (2015). *Ekonomikos plėtros pagrindai*. Vilnius
- Elektros jungtys su Švedija ir Lenkija istorinis pasiekimas.(2015). *Lietuvos Respublikos Prezidentūra*. [žiūrėta 2016 10 11] . Prieiga per internetą <https://www.lrp.lt/lt/spaudos-centras/pranesimai-spaudai/elektros-jungtys-su-svedija-ir-lenkija-istorinis-pasiekimas/24378>
- Elektros skirstymo tinklo investicijų planai kaip ant delno. (2017). *AB Energijos skirstymo operatorius ESO*. [žiūrėta 2017 07 30]. Prieiga per internetą <http://www.eso.lt/lt/ziniasklaida/elektros-skirstymo-tinklo-investiciju-planai-kaip-ant-delno.html>
- Evans, A., Strezov, V., Evans, T. J. (2009). Assessment of sustainability indicators for renewable energy technologies [Abstract]. *Renew. Sustain. Energy Rev.*13, 1082–1088. doi.org/10.1016/j.rser.2008.03.008
- European Commission. *Energy Strategy*. [žiūrėta 2016 10 28]. Prieiga per internetą <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy>
- Europos miestai paskendę smoge, Lietuvos miestų padėtis žymiai geresnė(2012, Spalio 12) *Technologijos*. [žiūrėta 2016 10 31] .Prieiga per internetą http://www.technologijos.lt/n/mokslas/gamta_ir_biologija/S-28820/straipsnis/Europos-miestai-paskende-smoge-Lietuvos-miestu-padetis-zymiai-geresne
- Fiadomor, R. (2009). Assessment of alternative maritime power (cold ironing) and its impact on port management and operations. *World Maritime University Dissertations*. 277.
- Fortum ketina investuoti į atliekomis kūrenamą kogeneracinę jėgainę Lietuvoje. (2015). *Fortum Corporation*. [žiūrėta 2016 10 14]. Prieiga per internetą <https://www.fortum.com/countries/lt/mediainfo/m-pranesimai-spaudai/pages/„fortum“-ketina-investuoti-i-atliekomis-kūrenamą-kogeneracinę-jėgainę-lietuvoje.aspx>
- Galinis, A. (2015). Lietuvos energetikos sektoriaus plėtros tyrimas. *Lietuvos energetikos institutas*. [žiūrėta 2016 10 30].Prieiga per internetą http://www.lei.lt/_img/_up/File/atvir/2016/NES/1-Lietuvos_energetikos_pletros_tyrimo_santrauka-2015.11.16.pdf
- Inoue, M., Genci, Y., Kudoh, Y. (2017). Evaluating the Potential of Variable Renewable Energy for a Balanced Isolated Grid: A Japanese Case Study. *Sustainability*, 9(1), 119; doi:10.3390/su9010119

- Inovacijų strategijos ir jų samprata. *Lietuvos inovacijų centras*. [žiūrėta 2016 10 24]. Prieiga per internetą <http://lic.lt/projektai/vykdomi/spaceolymp/lt/ismanymas/tag/strategijos/index.html>
- Yoon, M., Yoon, Y-T. ir Jang G. (2015). A Study on Maximum Wind Power Penetration Limit in Island Power System Considering High-Voltage Direct Current Interconnections. *Energies*, 8(12), 14244-14259; doi:10.3390/en81212425
- Jing Hu, J., Harmsen, R., Crijns-Graus, W., Worrell, E., Van den Broek, M. (2017). Identifying barriers to large-scale integration of variable renewable electricity into the electricity market. A literature review of market design. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.028
- Jockus, A.(2016, Rugsėjo 14). Politinis skersvėjis vėjo jėgainėse.*Lietuvos žinios* [žiūrėta 2016 11 15]. prieiga per internetą <http://lzinios.lt/lzinios/Ekonomika/politinis-skersvejis-vejo-jeg-ain-ese-/229325>
- Jokūbaitis, M.(2015, Spalio 10). Švedijos energetikas apie NordBalt kabelis labiau pravers ne Lietuvai o Švedijai perkant elektrą is Rusijos. *Technologijos*. [žiūrėta 2016 10 18].Prieiga per internetą http://www.technologijos.lt/n/technologijos/energija_ir_energetika/S-50635/straipsnis/Svedijos-energetikas-apie-NordBalt-kabelis-labiau-pravers-ne-Lietuvai-o-Svedijai-perkant-elektra-is-Rusijos
- Jordaan, S. M., Romo-Rabago, E., McLeary, R., Reidy, L., Nazari J., Herremans, I. M. (2017). The role of energy technology innovation in reducing greenhouse gas emissions: A case study of Canada . *Renewable and Sustainable Energy Reviews Volume 78, 1397-1409*. doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.162
- Kabouris, J. ir Kanellos, F.D. (2009). Impacts of Large Scale Wind Penetration on Energy Supply Industry. *Energies*, 2(4), 1031-1041; doi:10.3390/en20401031
- Klaipėdoje. (2016). *Fortum Corporation*. [žiūrėta 2017 07 20].Prieiga per internetą <https://www.fortum.com/countries/lt/c-f-about/c-f-gam-tiekimas/c-f-gam-tiekimas-f-klp/pages/default.aspx>
- Klaipėdos valstybinio jūrų uostas.(2017). *Uosto statistika*. [[žiūrėta 20170730].Prieiga per internetą <http://www.portofklaipeda.lt/uosto-statistika>
- Kotler, P., Keller, K.L.(2012) *Marketing management* (14th ed.) New Jersey: Pearson Hall.
- Kotrikla, A.M., Lilas, T., Nikitakos, N. (2017). Abatement of air pollution at an Aegean island port utilizing shore side electricity and renewable energy [Abstract]. *Marine Policy Volume 75, 238-248*. doi.org/10.1016/j.marpol.2016.01.026
- Kreivys, D. (2017, Balandžio 24). Lietuvos sinchronizacija su Vakarais – pasaka be galo. *Tėvynės Sąjungos-Lietuvos krikščionių demokratų partija*. [žiūrėta 2017 06 15]. Prieiga per internetą <http://tsajunga.lt/rinkimai/aktualijos/lietuvos-sinchronizacija-su-vakarais-pasaka-be-galo/>
- Laivų kurui – 10 kartų griežtesni aplinkosauginiai reikalavimai. (2015). *Lietuvos Respublikos Aplinkos*

- ministerija*. [žiūrėta 2016 10 29]. Prieiga per internetą http://www.am.lt/VI/article.php3?article_id=15458
- Large-scale integration of wind energy in the European power supply: analysis, issues and recommendations.(2005). *European Wind Energy Association EWEA*. [žiūrėta 2016 10 09]. Prieiga per internetą https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2005_ewea_large_scale_integration.pdf
- Lietuvos atsinaujinančių energijos išteklių interneto svetainė. *Energijos išteklių žemėlapis*. [žiūrėta 2017 08 12]. Prieiga per internetą <http://www.avei.lt/lt/energijos-istekliai>
- Lietuvos ekonomikos apžvalga 2017 m. birželis. (2017). *Lietuvos Bankas*. [žiūrėta 2017 07 30]. Prieiga per internetą <https://www.lb.lt/lt/leidiniai/lietuvas-ekonomikos-apzvalga-2017-m-birzelis>
- Lietuvos energija savo veiklą plečia dviem vėjo elektrinių parkais.(2016). *Lietuvos energija*. [žiūrėta 2017 06 30]. Prieiga per internetą <http://www.le.lt/index.php/naujienos/pranesimai-spaudai/lietuvas-energija-savo-veikla-plecia-dviem-vejo-elektriniu-parkais/1965>
- Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerija. *Kiti tarptautiniai darnaus vystymosi dokumentai*. [žiūrėta 2016 10 29]. Prieiga per internetą <http://www.am.lt/VI/index.php#r/919>
- Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerija. *Lithuania's Greenhouse Gas Inventory Report 2017*. [žiūrėta 2017 10 25]. Prieiga per internetą http://klimatas.gamta.lt/files/LT_NIR_20170315_FINAL.pdf
- Lietuvos Respublikos Energetikos Ministerija.(2012). *LR energetikos ministro įsakymas Dėl "NordBalt" jungties statybos Klaipėdos apskrityje specialiojo plano patvirtinimo* (2012 balandžio 27d. Nr.1-79).[žiūrėta 2017 07 30]. Prieiga per internetą <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.5B9F7AE96978>
- Lietuvos Respublikos oficialios statistikos portalas. *Atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimas*. [žiūrėta 2017 05 14]. Prieiga per internetą <https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize?theme=all#/>
- Lietuvos Respublikos oficialios statistikos portalas. *Teritorijos administracinis suskirstymas*. [žiūrėta 2017 07 20]. Prieiga per internetą https://osp.stat.gov.lt/documents/10180/3329771/%20administracine_lt_n.png/d2591cad-0738-444a-bc9d-f440307eaa3c?t=1429861309810
- Lietuvos Respublikos Vyriausybės tinklapis. *Bendrieji energetikos strateginiai dokumentai*. [žiūrėta 2017 08 04]. Prieiga per internetą <http://enmin.lrv.lt/lt/apie-ministerija/strateginis-planavimas/bendrieji-energetikos-strateginiai-dokumentai-1-1>
- Litgrid paaiškino, kodėl Lietuvoje negalima turėti daugiau vėjo jėgainių. (2016 Gruodžio 29). *Technologijos*. [žiūrėta 2017 08 25]. Prieiga per internetą http://www.technologijos.lt/n/technologijos/energija_ir_energetika/S-58985/straipsnis/Litgrid-paaiskino-kodel-Lietuvoje-negalima-tureti-daugiau-vejo-jegainiu

- Luderer, G., Krey, V., Calvin, K., Merrick, J., Mima, S., Pietzcker, R., van Vliet, J., Wada, K. (2014). The role of renewable energy in climate stabilization: Results from the EMF 27 scenarios [Abstract]. *Climate Change*. 123, 427–441. doi: 10.1007/s10584-013-0924-z
- Lund, H. (2007). Renewable energy strategies for sustainable development [Abstract]. *Energy*, 32, 912–919. doi.org/10.1016/j.energy.2006.10.017
- Markevičienė, E. (2015, Lapkričio 10). Naujos jungtys leidžia daugiau investuoti i veją. *Verslo žinios* [žiūrėta 2016 10 12]. Prieiga per internetą <http://vz.lt/sectoriai/energetika/2015/11/10/7324/naujos-jungtys-leidzia-daugiau-investuoti-i-veja#ixzz4K2e1MfyA>
- Matutis, J. (2014, Balandžio 28). Uostuose – privalomas elektros ir dujų tiekimas. *Jūra*. [žiūrėta 2016 11 11]. Prieiga per internetą <http://www.jura24.lt/lt/naujienos/uostas/uostuose-privalomas-elektros-ir-duju-tiekimas-506090>
- Maxim, A. (2014). Sustainability assessment of electricity generation technologies using weighted multi-criteria decision analysis [Abstract]. *Energy Policy* 65, 284–297. doi.org/10.1016/j.enpol.2013.09.059
- Medjroubi, W., Philipp Müller, U. P., Scharf, M., Matke, C., Kleinhans, D. (2017). Open Data in Power Grid Modelling: New Approaches Towards Transparent Grid Models. *Energy Reports Volume 3*, 14-21. doi.org/10.1016/j.egyr.2016.12.001
- Mokesčių ir buhalterinės apskaitos portalas. *Atlyginimo ir mokesčių skaičiuoklė*. [žiūrėta 2016 11 11]. Prieiga per internetą https://www.tax.lt/skaiciuokles/atlyginimo_ir_mokesciu_skaiciuokle
- Mölders, N., Khordakova, D., Gende, S., Kramm G. (2015). Uncertainty of Wind Power Usage in Complex Terrain — A Case Study. *Atmospheric and Climate Sciences Vol.05 No.03*, Article ID : 57285, 16 pages 10.4236/acs.2015.53017
- Naujienos investuotojams dėl 2015-2025 Lesto investicijų plano. (2015). *AB Energijos skirstymo operatorius ESO*. [žiūrėta 2017 07 30]. Prieiga per internetą <http://www.eso.lt/lt/investuotojams/naujienos-investuotojams/del-2015-2025-m.-lesto-investiciju-plano.html>
- Naujos jungtys atveria Baltijos šalims elektros kelius į Europą. (2015, Gruodžio 14). *Lietuvos elektros energetikos asociacija*. [žiūrėta 2016 10 12]. Prieiga per internetą <http://www.leea.lt/naujienos/naujos-jungtys-atveria-baltijos-salims-elektros-kelius-i-europa/>
- Navickas, V. (2011). *Europos Sąjungos rinkų ypatumai*. Trečioji papildyta ir pataisyta laida. Kaunas: Technologija.
- NordBalt darbas bandomuoju režimu-kaip iš vadovėlio. (2016, Balandžio 7). *Vakarų ekspresas / Ekonomika*. [žiūrėta 2016 09 30]. Prieiga per internetą <http://www.ve.lt/naujienos/ekonomika/ekonomikos-naujienos/nordbalt-darbas-bandomuoju-rezimu---kaip-is-vadovelio-1451592/>
- NordBalt – projektas, kurio niekas nekritikuoja. (2014, Balandžio 15). *Verslo žinios*. [žiūrėta 2016 10

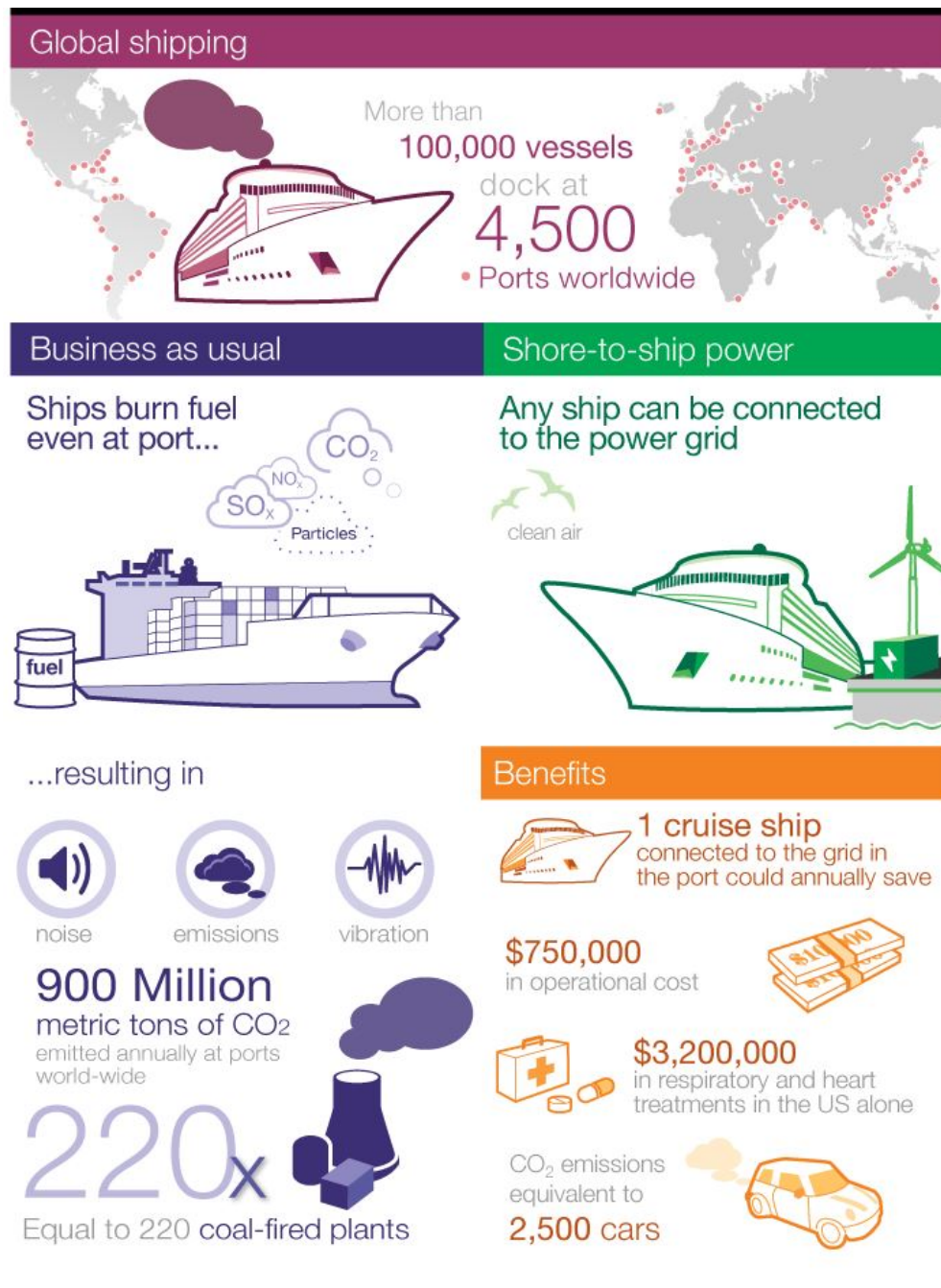
- 12]. Prieiga per internetą <http://laikrastis.vz.lt/index.php?act=mprasa&sub=article&id=73859>
- Noreika, M., Ozturhan, I. (2013, Birželio 29). Aplinkai palanki laivyba: ruošiasi ir uostai. *Verslo žinios*. [žiūrėta 2016 11 11]. Prieiga per internetą <http://vz.lt/article/20130629/Article/306299993>
- Nanyang Technological University. *Risk Matrix*. [žiūrėta 2016 10 01]. Prieiga per internetą http://www1.spms.ntu.edu.sg/~maths/Safety/Safety_Doc/RA%20SPMS%20180512.xls
- Paris climate conference (COP21). (2015). *European Commission*. [žiūrėta 2016 10 27]. Prieiga per internetą https://ec.europa.eu/commission/priorities/energy-union-and-climate/climate-action-decarbonising-economy/cop21-un-climate-change-conference-paris_en
- Pasirašytos Vilniaus kogeneracinės jėgainės statybos darbų sutartys. (2016). *Lietuvos energija*. [žiūrėta 2017.07.30]. Prieiga per internetą <http://www.le.lt/index.php/naujienos/pranesimai-spaudai/pasirasytos-vilniaus-kogeneracines-jegaines-statybos-darbu-sutartys/2730>
- RIO+20. (2012). *Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerija*. [žiūrėta 2016 10 29]. Prieiga per internetą http://www.am.lt/VI/rubric.php3?rubric_id=1535
- Sciberras, E.A., Zahawi, B., Atkinson, D.J., Juando, A., Sarasquete, A. (2016). Cold ironing and onshore generation for airborne emission reductions in ports. *Proc IMechE Part M: J Engineering for the Maritime Environment*, Vol. 230(1), 67–82. doi.org/10.1177/1475090214532451
- Sciberras, E.A., Zahawi, B., Atkinson, D.J. (2015). Electrical characteristics of cold ironing energy supply for berthed ships. [Abstract] *Transportation Research Part D: Transport and Environment Volume 39, Pages 31-43*. doi.org/10.1016/j.trd.2015.05.007
- Snieška, V., Šimkūnaitė, I. (2009). Socio-Economic Impact of Infrastructure Investments. *Engineering Economics*, 25
- Stoerring, D. (2017). *European Parliament/Energy policy: general principles*. [žiūrėta 2016 10 27]. Prieiga per internetą http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/en/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.7.1.html
- Stonington, J. (2012, Gruodžio 21). 'Coal-aholics' Poland Wages War on Efforts to Save the Climate. *Spiegel*. [žiūrėta 2016 10 31]. Prieiga per internetą <http://www.spiegel.de/international/europe/poland-stands-in-the-way-of-european-global-warming-efforts-a-874344.html>
- Štreimikienė, D., Šliogerienė, J., Turskis, Z. (2016). Multi-criteria analysis of electricity generation technologies in Lithuania [Abstract]. *Renew. Energy* 85, 148–156. doi.org/10.1016/j.renene.2015.06.032
- Suskaičiavo dabartinius Lietuvos vėjo jėgainių pajėgumus: įspūdingi skaičiai. (2016, Liepos 30). *Technologijos*. [žiūrėta 2016 10 12]. Prieiga per internetą http://www.technologijos.lt/n/technologijos/energija_ir_energetika/S-56207/straipsnis/Suskaiciavo-dabartinius-Lietuvos-vejo-jegainiu-pajegumus-ispudingi-skaiciai
- Szabo, S., Kougiyas, I., Moner-Girona, M. ir Bodis, K. (2015). Sustainable Energy Portfolios for Small

- Island States [Abstract]. *Sustainability*,7, 12340-12358; doi:10.3390/su70912340
- Todaro, M. P., Smith, S. C. (2012). *Economic development*. Boston.
- UN Sustainable Energy for All. *Our Objectives*. [žiūrėta 2016 10 27]. Prieiga per internetą http://www.se4all.org/our-vision_our-objectives
- Uoste laivai naudos švarią energiją. (2008, Spalio 16). *Technologijos*. [žiūrėta 2016 11 10]. Prieiga per internetą <http://m.technologijos.lt/cat/1/article/straipsnis-5194%20>
- Vainorius, M. (2015, Gegužės 15). Atliekų deginimo jėgainei-oficialus startas. *Vakarų ekspresas*. [žiūrėta 2017 06 30]. Prieiga per internetą <http://www.ve.lt/naujienos/lietuva/vakaru-lietuva/atlieku-deginimo-jegainei---oficialus-startas1-978449/>
- Valstybės įmonės Energetikos agentūra. *Energetinės strategijos ir jų įgyvendinimas*. [žiūrėta per internetą 2016 10 30]. Prieiga per internetą <http://www.ena.lt/strategija.htm>
- Vėjo elektrinių parkai. (2016). *Lietuvos vėjo elektrinių asociacija*. [žiūrėta 2016 10 12]. Prieiga per internetą <http://www.lvea.lt/index.php/lt/p/asociacija/vejo-elektriniu-parkai>

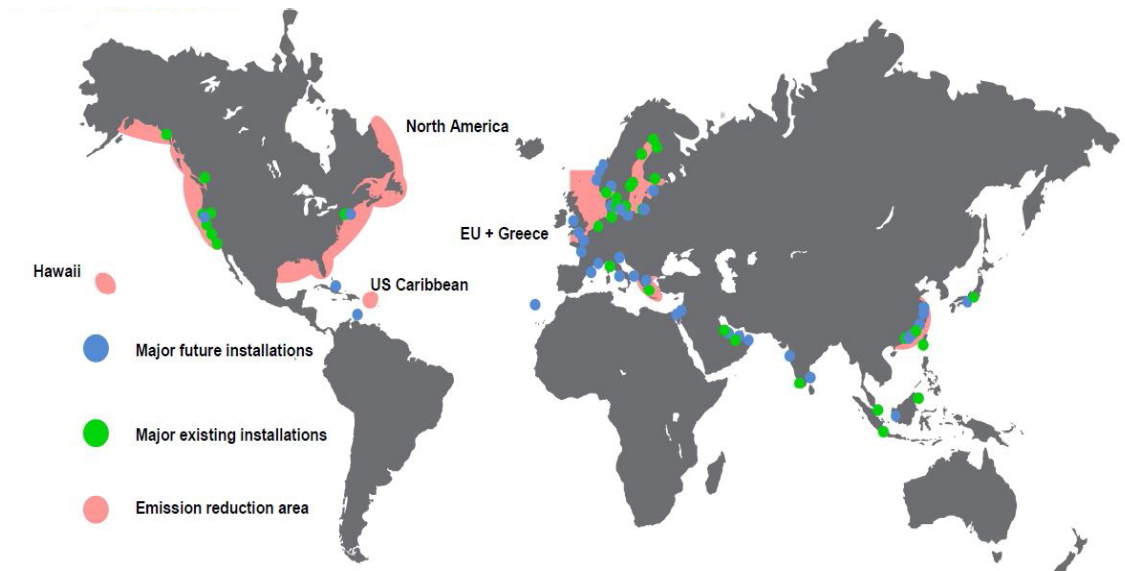
1 PRIEDAS. VAKARŲ LIETUVOS ADMINISTRACINIS ŽEMĖLAPIS (PAŽYMĖTOS BALTA SPALVA KLAIPĖDOS, TELŠIŲ, TAURAGĖS APSKRITYS) (SUDARYTA AUTORIAUS REMIANTIS LIETUVOS RESPUBLIKOS STATISTIKOS DEPARTAMENTU)



2 PRIEDAS. GLOBALI LAIVININKYSTĖ, DYZELINIŲ VARIKLIŲ NAUDOJIMO ELEKTROS GENERAVIMUI UOSTUOSE TRŪKUMAI IR ELEKTROS ENERGIJOS TIEKIMO LAIVAMS UOSTUOSE PRIVALUMAI (ABB)

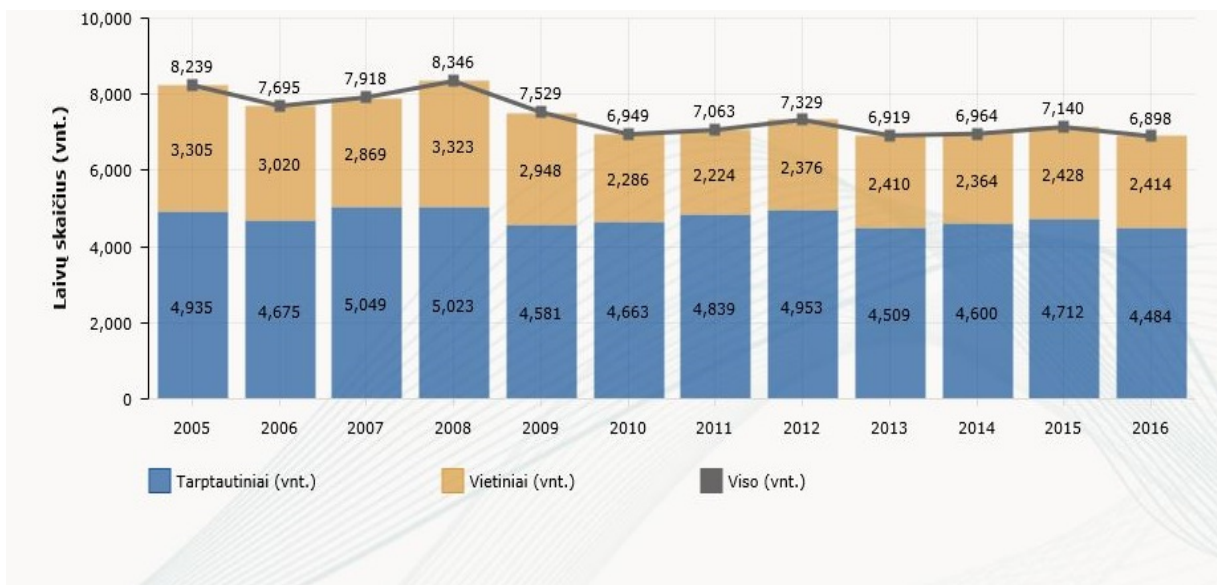


3 PRIEDAS. POTENCIALIOS RINKOS ELEKTROS ENERGIJOS TIEKIMO LAIVAMS UOSTE ŽEMĖLAPIS (ABB)

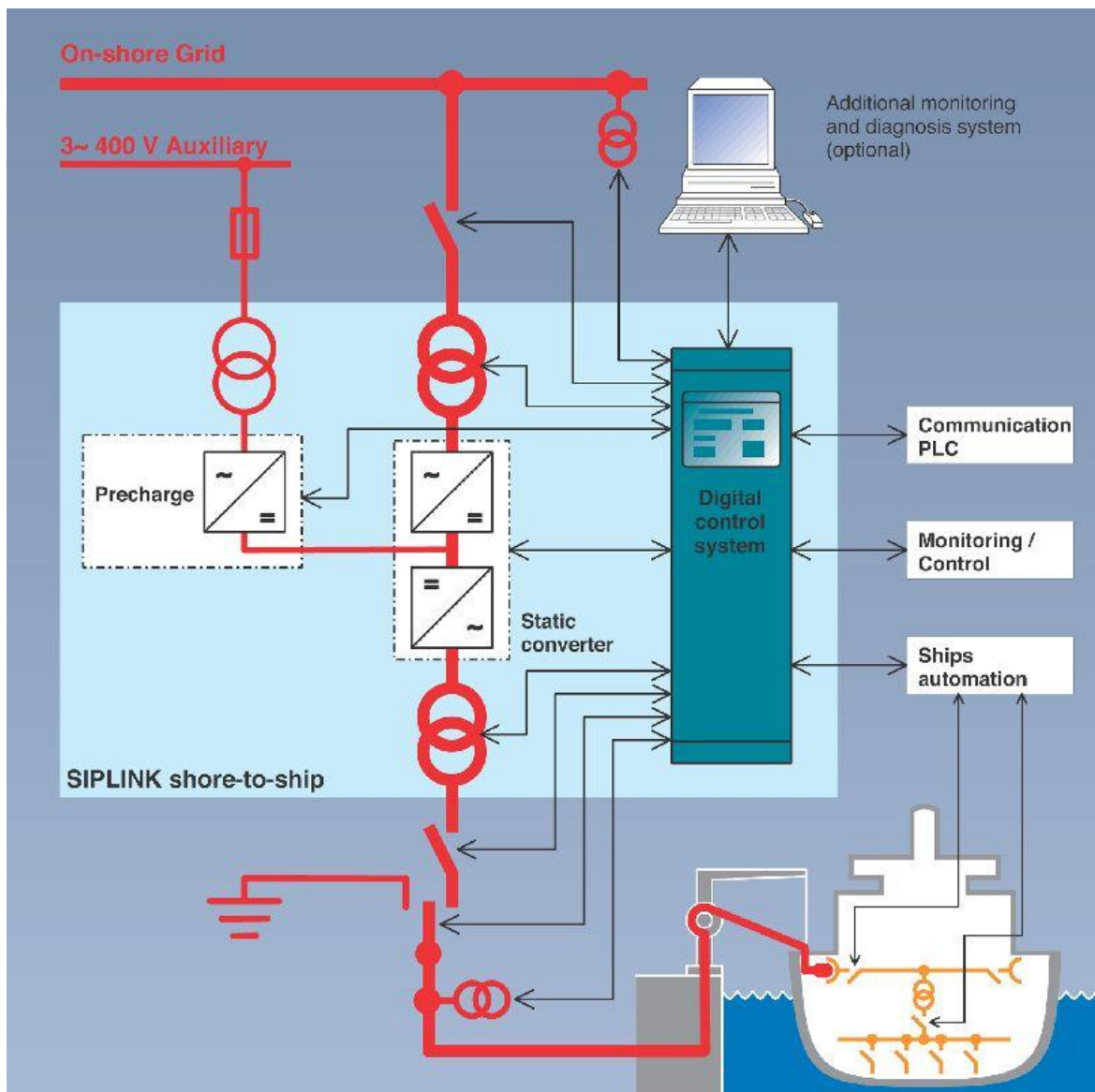


Level	Entity	Parameter	Parameter	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Regional ECA legislation	EU	Ports outside ECA*	SO2, %	0.1							
	North America including Hawaii, Puerto Rico and US Caribbean	Ports inside ECA	SO2, %	1		0.1					
Local legislation	California	Reduced Onboard Power Generation or Shore power Option	Shore powered visits %	NA	50			70		80	
		Equivalent emission reduction option	NOx, PM, %	25	50			70		80	
	China	National and key regions (19 provinces) target emission reduction	NOx, %	7-13				New 5 year China national plan			
			SO2, %	10-12							
			PM, %	5-10							
Ports with shore power demonstration projects			Tianjin, Shanghai, Nanjing, Ningbo, Guanzhou and Qingdao								

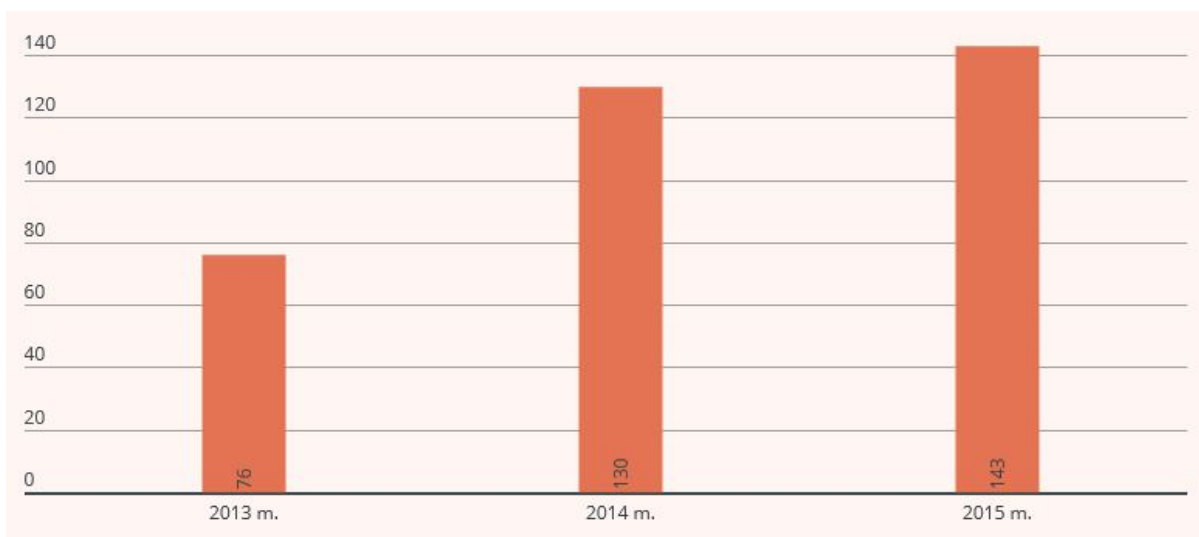
4 PRIEDAS. LAIVŲ APSILANKYMŲ SKAIČIUS KLAIPĖDOS UOSTE (KLAIPĖDOS VALSTYBINIS JŪRŲ UOSTAS, 2016)



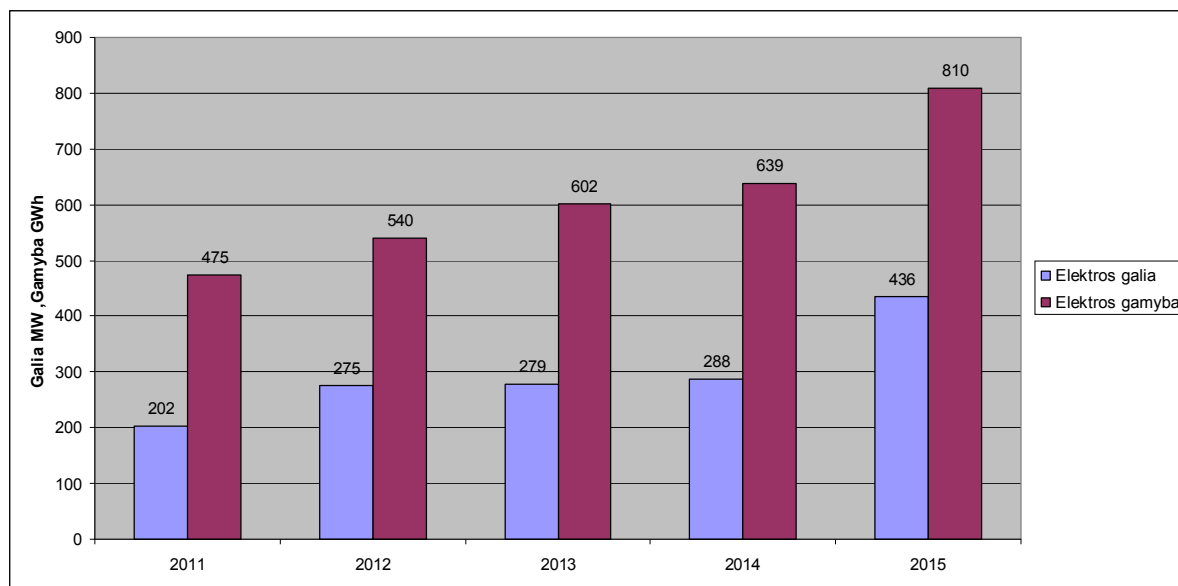
5 PRIEDAS. ELEKTROS ENERGIJOS TIEKIMO LAIVAMS UOSTE SCHEMA (SIEMENS)



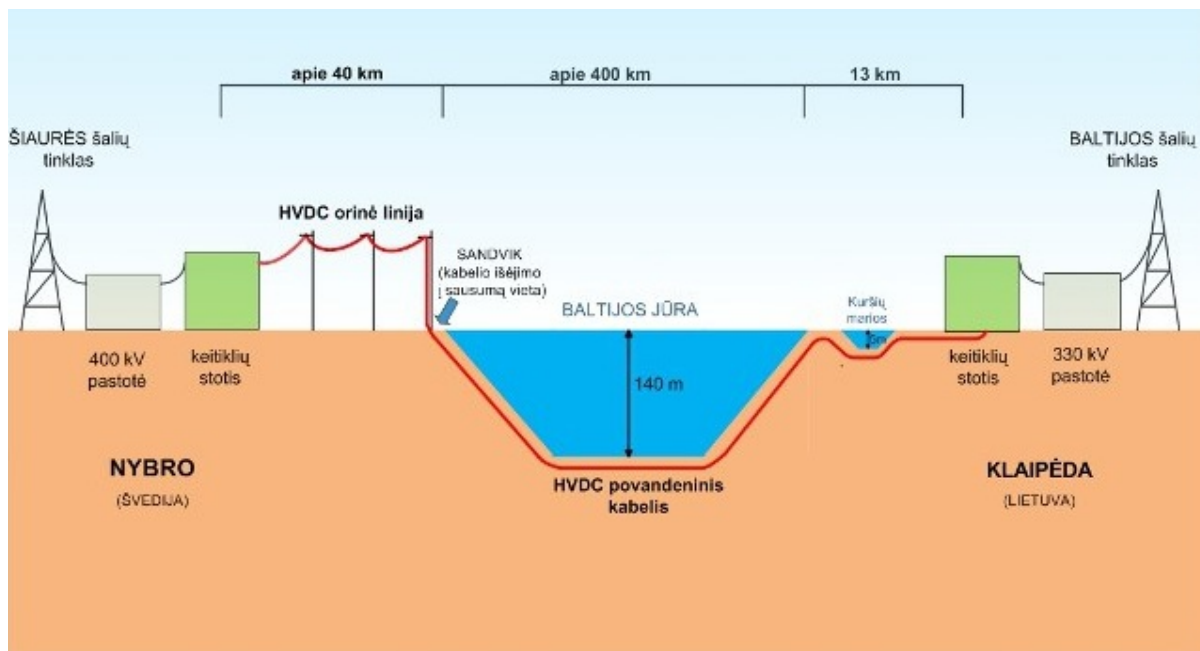
**6 PRIEDAS. UAB „FORTUM KLAIPĖDA“ PAGAMINAMA ELEKTROS ENERGIJA GWh
(VERSLO ŽINIOS, 2015)**



**7 PRIEDAS. VĖJO ENERGETIKOS PLĖTRA VAKARŲ LIETUVOJE (SUDARYTA
AUTORIAUS REMIANTIS LR OFICIALIOS STATISTIKOS PORTALU, 2015)**



8 PRIEDAS. PRINCIPINĖ „NORDBALT“ SCHEMA (LR ENERGETIKOS MINISTERIJA, 2012)



Kabelio „NordBalt“ techniniai parametrai:

Aukštos įtampos nuolatinės srovės (HVDC) povandeninis kabelis. Visas kabelio ilgis: apie 400 km;

Aukštos įtampos nuolatinės srovės (HVDC) požeminis kabelis Lietuvos pusėje. Kabelio ilgis: 13 km;

Aukštos įtampos nuolatinės srovės (HVDC) požeminis kabelis Švedijos pusėje. Kabelio ilgis: 40 km;

Jungties galia: 700 MW;

Jungties įtampa: 300 kV;

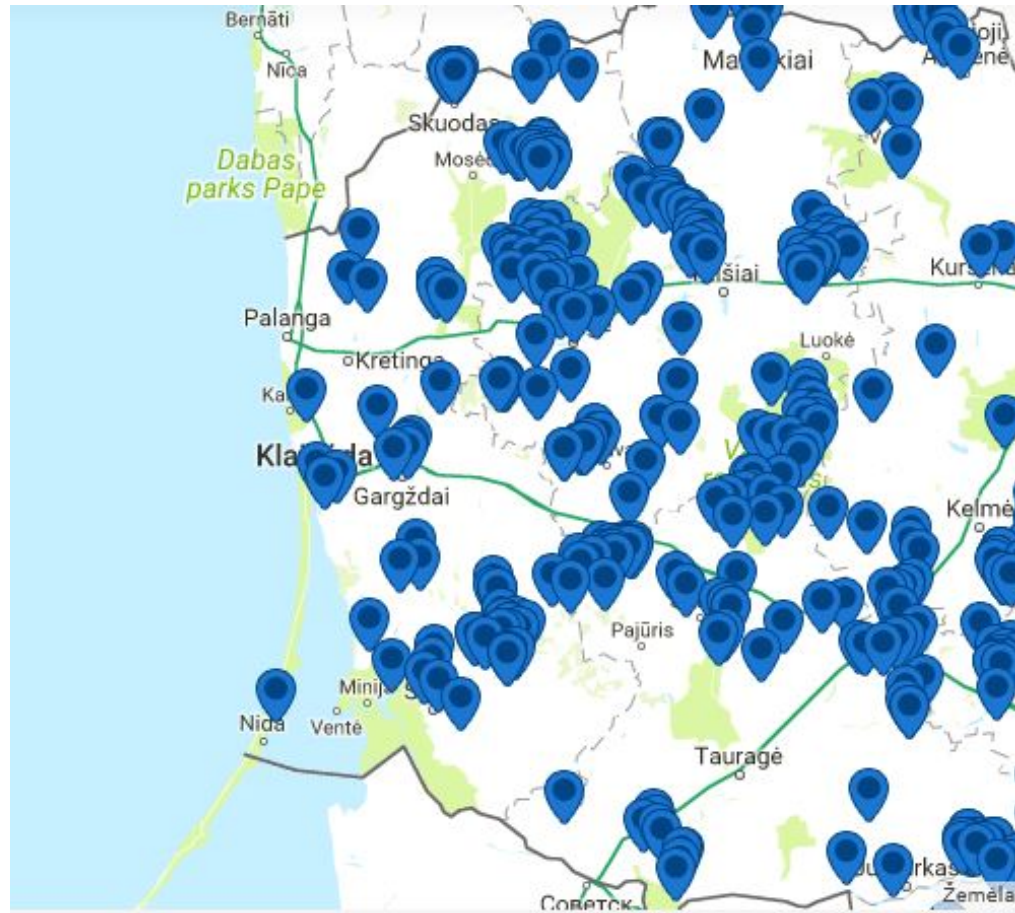
Numatoma jungties naudojimo trukmė: 30 metų;

Pirminė projekto kaina: 0,55 mlrd. EUR;

Prijungimo vieta Lietuvoje – Klaipėdos 330 kV pastotė;

Prijungimo vieta Švedijoje – Nybro 400 kV pastotė.

**9 PRIEDAS. ESO INVESTICIJOS ĮSKIRSTOMOJO ELEKTROS TINKLO ATNAUJINIMĄ
VAKARŲ LIETUVOJE (SUDARYTA AUTORIAUS REMIANTIS ESO, 2017)**



10 PRIEDAS. ELEKTROS ENERGIJOS TIEKIMUI LAIVAMS UOSTE REIKALINGA ĮRANGA (ABB)

