



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS

PASTATŲ ENERGETIKOS KATEDRA

Kęstutis Kažukauskas

**VĖJO JĖGAINIŲ SAUSUMOJE IR JŪROJE PLĖTROS PERSPEKTYVOS IR
KLIŪTYS
(ONSHORE AND OFFSHORE WIND ENERGY DEVELOPMENT –
PROSPECTS AND OBSTACLES)**

Baigiamasis magistro darbas

Energetikos ir termoinžinerijos studijų programa, valstybinis kodas **62406T106**

Energetikos planavimo specializacija

Energetikos ir termoinžinerijos studijų kryptis

Vilnius, 2011

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS
PASTATŲ ENERGETIKOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(Parašas)

Vytautas Martinaitis

(Vardas, Pavardė)

(Data)

Kęstutis Kažukauskas

**VĖJO JĖGAINIŲ SAUSUMOJE IR JŪROJE PLĖTROS PERSPEKTYVOS IR
KLIŪTYS**
**(ONSHORE AND OFFSHORE WIND ENERGY DEVELOPMENT –
PROSPECTS AND OBSTACLES)**

Baigiamasis magistro darbas

Energetikos ir termoinžinerijos studijų programa, valstybinis kodas **62406T106**

Energetikos planavimo specializacija

Energetikos ir termoinžinerijos studijų kryptis

Vadovas prof. hab. dr. Vidmantas Jankauskas

(Moksl. laipsnis/pedag. Vardas, Pavardė)

(Parašas)

(Data)

Konsultantas lekt. Regina Žukienė

(Moksl. laipsnis/pedag. Vardas, Pavardė)

(Parašas)

(Data)

Vilnius, 2011

**VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS
PASTATŲ ENERGETIKOS KATEDRA**

Technologijos

mokslo sritis

Energetikos ir termoinžinerijos

mokslo kryptis

Energetikos

studijų kryptis

Energetikos ir termoinžinerijos

studijų programa, valstybinis kodas **62406T106**

Energetikos planavimo

specializacija

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(parašas)

Vytautas Martinaitis

(vardas, pavardė)

2011 gegužės mėn. 04 d.

**BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO
UŽDUOTIS**

.....Nr.

Vilnius

Studentui (ei) Kęstučiui Kažukauskui
(vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema **Vėjo jėginių sausumoje ir jūroje plėtros perspektyvos ir kliūtys**

Patvirtinta 2009 m. gruodžio 01 d.

Dekano įsakymu Nr. 369 ap

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas

2011 m. birželio mėn. 03 d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai: lekt. R. Žukienė
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

Vadovas
(parašas)

.....prof. hab. dr. Vidmantas Jankauskas
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

.....
(parašas)

.....
(vardas, pavardė)

.....
(data)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Aplinkos inžinerijos fakultetas

Pastatų energetikos katedra

ISBN ISSN

Egz. sk.

Data-....-....

Energetikos ir termoinžinerijos studijų programos baigiamasis magistro darbas

Pavadinimas **Vėjo jėgainių sausumoje ir jūroje plėtros perspektyvos ir kliūtys**

Autorius **Kęstutis Kažukauskas**

Vadovas prof. hab. dr. **Vidmantas Jankauskas**

Kalba

☐

lietuvių

☐

užsienio

Anotacija

Baigiamajame magistro darbe nagrinėjamos vėjo jėgainių galimybės Lietuvos teritorijoje, analizuojama, su kokiomis problemomis yra susiduriama, taip pat nagrinėjama užsienio šalių patirtis šioje srityje. Išnagrinėtos atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymas, pateikti pavyzdžiai bei palyginimai su kitomis valstybėmis, kurios labiau yra išplėtojusios vėjo energetiką. Atlikti ekonominiai skaičiavimai, padedantys įsivaizduoti, kokių išlaidų reikia vėjo energetikai plėtoti bei kurti tiek sausumoje, tiek ir jūroje.

Prasminiai žodžiai: vėjo energetika Lietuvoje, jūrinės vėjo jėgainės, kliūtys plėtojant vėjo energetiką.

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of Environmental Engineering
Department of Building Energetic

ISBN ISSN
Copies No.
Date-....-....

Energy and thermal engineering study programme bachelor (master) thesis.

Title: **Onshore and offshore wind energy development – prospects and obstacles**

Author **Kestutis Kazukauskas** Academic supervisor **prof. hab. Dr. Vidmantas Jančiauskas**

Thesis language

☐

Lithuanian

☐

Foreign (English)

Annotation:

Wind turbines prospects in the territory of Lithuania Republic are analyzed in this Master thesis, also the question what are the main problems Lithuania's Government face in order to develop new wind Turbines Park, there are examples provided what foreign countries experience in developing new wind energy on onshore and offshore. There are economical calculations done in this paper work, which help to review the possible expenditures – on creation of wind energy in Lithuania.

Keywords: wind energy in Lithuania, offshore wind turbines, obstacles for wind energy in Lithuania.

Turinys

1.	Paveikslėlių sąrašas	7
2.	Lentelių sąrašas	7
3.	Santrumpos.....	8
4.	Įvadas	9
5.	Atsinaujinančių energijos šaltinių panaudojimo planai Lietuvoje ir pasaulyje.....	12
6.	Atsinaujinančių energijos išteklių potencialo panaudojimas Lietuvoje.....	13
7.	Atsinaujinančių energijos išteklių skatinimas Lietuvos Respublikoje.....	16
8.	Kliūtytys plėtojant vėjo energetiką Lietuvoje	20
9.	Vėjo energetikos patirtis Danijoje ir Vokietijoje	22
10.	Jūrinių vėjo jėgainių trumpas aprašymas	26
11.	Ekonominiai skaičiavimai	29
	Jautrumo analizė:	35
12.	Išvados.....	38
13.	Naudota literatūra.....	40
14.	Priedai.....	43
	Elektros energijos supirkimo kaina sausumoje už 0,15 Lt/kWh:.....	43
	Elektros energijos supirkimo kaina sausumoje už 0,45 Lt/kWh:.....	44
	Jūrinių vėjo jėgainių pagamintos elektros energijos supirkimas už 0,37 Lt/kWh:	45
	Jūrinių vėjo jėgainių pagamintos elektros energijos supirkimas už 0,60 Lt/kWh:	46

1. Paveikslėlių sąrašas

1 pav. Jūrinės vėjo jėgainės [19]	13
2 pav. Elektros energijos galios poreikių tenkinimo būdų kaitos prognozė	15
3 pav. VJ pagamintos elektros energijos vidutinės supirkimo kainos ES šalyse [11]	17
4 pav. Lietuvos vėjų atlasas su pažymėtomis VJ įrengimo zonomis [18]	18
5 pav. Lietuvos tinkamumas vėjo energetikai [17]	19
6 pav. Galimos zonos VJ statybai Lietuvos Respublikos jūros teritorijoje [38].....	20
7 pav. Danijos vėjų atlasas [25]	23
8 pav. Danijos elektros tinklų jungtys su kitomis valstybėmis [31]	24
9 pav. Elektros energijos gamyba iš vėjo Danijoje [32]	24
10 pav. Vokietijos vėjo žemėlapis [37].....	25
11 pav. Įrengtosios VJ galios ir jose pagamintos elektros energijos kiekis Vokietijoje [34] ..	26
12 pav. Jūrinių jėgainių tipai [20]	27
13 pav. Jūrinių vėjo jėgainių skirtingi pamatų tipai giliems vandenims [21]	28
14 pav. Skirtingų jūrinių vėjo jėgainių pamatų kainos, priklausomai nuo vandens gylio [23] 29	
15 pav. Vienos vėjo jėgainės įrengimo kaina sausumoje ir jūroje	30
16 pav. 200 MW VJ parko sausumoje ir jūroje bendros investicijos	30
17 pav. Sausumos ir jūrinių vėjo jėgainių grynoji dabartinė vertė po 25 metų	31
18 pav. Paprastas ir tikras atsipirkimo laikotarpiai	34
19 pav. Vėjo jėgainės sausumoje atlikta jautrumo analizė	35
20 pav. Jūrinei VJ atlikta jautrumo analizė priklausomai nuo elektros supirkimo kainos.....	36
21 pav. Vėjo jėgainių sausumoje priklausomybė nuo diskonto normos.....	37
22 pav. Jūrinių vėjo jėgainių priklausomybė nuo diskonto normos	38

2. Lentelių sąrašas

1 lentelė. Prognozuojamos elektros energijos gamybos iš atsinaujinančių energijos išteklių apimtis 2010-2020 metais [7]:.....	14
2 lentelė. Duomenys apie vėjo jėgaines:	30
3 lentelė. Pajamos gautos už parduotą elektros energiją:.....	31
4 lentelė. Vėjo jėgainių išlaidos už priežiūrą ir aptarnavimą:	31
5 lentelė. Vėjo jėgainių sausumoje grynosios vertės nustatymas:	32
6 lentelė. Jūrinių vėjo jėgainių grynosios dabartinės vertės skaičiavimas:	33
7 lentelė. Skirtingų vėjo jėgainių tipų atsipirkimo bei vertės nustatymas:	34
8 lentelė. Jautrumo analizė vėjo jėgainėms sausumoje keičiant elektros supirkimo kainą:.....	35

9 lentelė. Jautrumo analizė jūrinėms vėjo jėgainėms, keičiant elektros energijos supirkimo kainą:	36
10 lentelė. VJ sausumoje lyginimas keičiant diskonto normą:	36
11 lentelė. Jautrumo analizė jūrinėms VJ keičiantis diskonto normai:	37

3. Santrumpos

VJ – vėjo jėgainė

LR – Lietuvos Respublika

JAV – Jungtinės Amerikos Valstijos

AEI – Atsinaujinantys energijos ištekliai

ES – Europos Sąjunga

LAIEA – Lietuvos atsinaujinančių išteklių energetikos asociacija

IAE – Ignalinos atominė elektrinė

NPV – grynoji dabartinė vertė

IRR – vidinė pelno norma

PO – tikrasis atsipirkimo laikas

PB – atsipirkimo laikas

4. Įvadas

Pasaulyje vis labiau kalbama ir skiriama daugiau dėmesio sprendžiant problemas, kaip žmonių energetiniams poreikiams geriau panaudoti atsinaujinančius ir alternatyvius energijos šaltinius. Taip pat yra kuriamos naujos technologijos, padedančios geriau panaudoti atsinaujinančius energijos išteklius.

Vakarų šalių prognozės rodo, jog atsinaujinantys energijos šaltiniai yra pajėgūs ateityje pakeisti iškastinį kurą bei branduolinę energetiką. Artėja laikas, kai atsinaujinanti energetika bus pajėgi „ateiti“ į energijos gamybos rinką bei lygiateisiškai konkuruoti su tradicinėmis technologijomis.

Vėjo jėgainių statyba yra sparčiai besivystanti pramonės šaka visame pasaulyje. Greitą augimą lemia augantys energijos išteklių poreikiai, didėjantis aplinkos apsaugos vaidmuo klimato kaitos procese ir technologijų tobulėjimas. Šie veiksniai lemia politinę paramą vėjo jėgainių plėtrai daugelyje pasaulio regionų. Todėl per paskutinius tris dešimtmečius įrengtų vėjo elektrinių galia pasaulyje išaugo keliasdešimt kartų.

Vienas pagrindinių atsinaujinančių energijos išteklių Lietuvoje yra vėjas [16], tačiau atsižvelgiant į potencialą ir šalies prisiimtus tarptautinius atsinaujinančios energetikos plėtros įsipareigojimus, vėjo energijos technologijų diegimas vyksta nepakankamai sparčiai.

2008 metais Lietuvoje iš viso veikė 37 vėjo jėgainės, iš jų 21 – vėjų jėgainių parkuose, kitos – pavieniui veikiančios į elektros tinklus įjungtos jėgainės. Bendra tuo metu veikiančių vėjo jėgainių galia siekė apie 55 MW [2]. 2011 metų pradžioje VJ jėgainių parkų bendra galia yra gerokai didesnė ir siekia apie 160 MW. Ir šis įrengtoji galia auga iš vėjo jėgainių kiekvienais metais auga.

Paskutiniai moksliniai tyrimai rodo, kad visoje Lietuvos teritorijoje (ne tik pajūryje) galima rasti vietų, tinkamų vėjo energetikai plėtoti, taip pat galima bandyti plėtoti vėjo energetiką ir jūroje, nes ten vėjo potencialas yra daug didesnis nei sausumoje.

Naujajame Atsinaujinančių išteklių energetikos įstatyme Lietuvos Respublika yra numčiusi iki 2020 metų įvykdyti šiuos tikslus:

- Vėjo elektrinių sausumoje, prijungtų prie elektros tinklų, įrengtąją galią padidinti ne mažiau kaip iki 550 MW, neįskaitant mažųjų elektrinių, kurių įrengtoji galia ne didesnė kaip 30 kW [1];
- Vėjo elektrinių jūroje, prijungtų prie elektros tinklų, įrengtąją galią padidinti ne mažiau kaip iki 300 MW [1].

Daugybė šalių pasaulyje, ypač Europos šalys daug dėmesio skiria kuriant jūrinius vėjo jėgainių parkus. Tačiau 2009 gale buvo instaliuota vos apie 577 MW jūrinių VJ. Vienos instaliuotos

vėjo jėgainės vidutinis galingumas buvo 2,9 MW. Projektuojant jūrines vėjo jėgainės reiktų atsižvelgti į tokius faktus kaip:

- Vėjo tankis – šis faktorius parodo vėjo greitį, vėjo sukuriama jėgą 1 kvadratinį metrą;
- Vandens gylys;
- Atstumas iki kranto;
- Tinklų pajungimo galimybės.

Pagal neseniai priimtą Atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymą jūrinių vėjo jėgainių statyba Lietuvos Respublikos teritorinėje jūroje ir Lietuvos Respublikos išskirtinėje ekonominėje zonoje Baltijos jūroje bus leidžiama, turint visus reikalingus dokumentus, atlikus akvatorijos strateginį pasekmių aplinkai vertinimą. Tačiau kol kas nėra konkrečiai apibrėžta, kuriose vietose būtų galima statyti jūrinių VJ parkus.

Kęstutis Kažukauskas

(autorius)

(parašas)

Vilniaus Gedimino technikos universiteto egzaminų
sesijų ir baigiamųjų darbų rengimo bei gynimo
organizavimo tvarkos aprašo 2010–2011 m. m.
6 priedas

(Baigiamojo darbo sąžiningumo deklaracijos forma)

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Kęstutis Kažukauskas, 20055669

(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)

Aplinkos Inžinerijos

(Fakultetas)

Energetikos ir termoinžinerijos, EPmf-09

(Studijų programa, akademinė grupė)

BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO)

SĄŽININGUMO DEKLARACIJA

2011 m. Birželio 05 d.

(Data)

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas (projektas) tema

Vėjo jėgainių sausumoje ir jūroje plėtros perspektyvos ir kliūtys

patvirtintas 20 m. d. dekanų potvarkiu Nr. , yra
savarankiškai parašytas. Šiame darbe (projekte) pateikta medžiaga nėra plagijuota. Tiesiogiai ar
netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos pažymėtos literatūros nuorodose.

Prenkant ir įvertinant medžiagą bei rengiant baigiamąjį darbą (projektą), mane konsultavo
mokslininkai ir specialistai: prof. hab. dr. Vidmantas Jankauskas, lekt. Regina Žukienė

Mano darbo (projekto) vadovas prof. hab. dr. Vidmantas Jankauskas

Kitų asmenų indėlio į parengtą baigiamąjį darbą (projektą) nėra. Jokių įstatymų nenumatytų
piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs(-usi).

KĘSTUTIS KAŽUKAUSKAS

(Parašas)

(Vardas ir pavardė)

5. Atsinaujinančių energijos šaltinių panaudojimo planai Lietuvoje ir pasaulyje

2009 m. balandžio 23 dieną buvo priimta Europos Parlamento ir Tarybos Direktyva 2009/28/EC dėl skatinimo naudoti atsinaujinančių išteklių energiją.

Direktyvoje (2009/28/EB) reikalaujama, kad kiekviena valstybė narė patvirtintų nacionalinį atsinaujinančių išteklių energijos veiksmų planą. Šiuose planuose nustatomi valstybių narių energijos iš atsinaujinančių šaltinių dalių 2020 m. planiniai rodikliai transporto elektros energijos, šildymo ir aušinimo sektoriuje [3].

Vėjo energetika yra sparčiai plėtojama ne tik Lietuvoje, bet ir visame pasaulyje. Nors VJ daugiausiai yra ES, net apie 73 % [8]. Europoje pagal instaliuota VJ elektrinę galią pirmauja Vokietija – 23903 MW, Ispanija – 16740 MW [11]. Lietuva pagal 2008 metais pateiktus duomenis yra tik 20 vietoje iš ES šalių. Lietuvoje tais metais buvo instaliuota tik 54 MW galios elektros energijos [11].

Taip pat ir JAV turi didelių planų plėsti vėjo energetiką, nes JAV energetikos departamentas numato, kad 2030 metais net 20 % elektros energijos gamins VJ (šiuo metu tik apie 1,5 %). Plečiant vėjo energetiką JAV buvo įdarbinta virš 85000 žmonių, o ES kelis kartus daugiau. Kinija taip pat numato iki 2020 m. turėti 100 GW elektros energijos iš VJ, statydama po 8 GW kasmet [8].

Indija iki 2012 metų planuoja įrengti dar papildomai apie 6000 MW elektros galios iš VJ. Per penkerius metus nuo 2002 – 2007 Indija įrengė 5426 MW elektros galios iš VJ ir per tuos penkis metus Indiją beveik įvykdė savo užsibrėžtą tikslą. Pagal instaliuotos elektros energijos galią, pagaminta vėjo jėgainėse, Indija yra ketvirtoje vietoje pasaulyje. [12].

Šiuo metu pasaulyje yra pradedama plėtoti jūrinė vėjo energetika [1]. Prie Norvegijos krantų pradėjo veikti pirmoji pasaulyje plūduriuojanti vėjo elektrinė, pavadinta Hywind. Ji sumontuota atviroje jūroje 10 km nuo Karmoey salos. Bendras jos svoris – 5300 tonos. Plūduriuojanti 2,3 MW galingumo elektrinė yra gerokai brangesnė už stacionarias, tačiau vienas iš „StatoilHydro“ tikslų – pasiekti, kad jos kaina taptų maždaug tokia pat, kaip ir stacionariųjų jūrinių vėjo elektrinių [15]. Jūrinės VJ jėgainės vaizdas pateikiamas 1 pav.



1 pav. Jūrinės vėjo jėgainės [19]

Taip pat Vokietija pradėjo statyti pirmąją didelį komercinį jūrinių vėjo jėgainių parką Baltijos jūroje ir yra planuojama, kad Baltijos jūra gali tapti 1 GW jūrinių jėgainių namais, ir tai būtų didžiausias parkas Baltijos jūroje [15].

Vokietijos Vyriausybė kol kas yra suteikusi 23 leidimus statyti jūrinius VJ parkus Šiaurės jūroje ir 3 Baltijos jūroje, tačiau sulaukė daugybės pasiūlymų ir dėl šios priežasties Šiaurės jūroje norima dar papildomai pasatyti 56 jūrinių VJ parkus ir 15 Baltijos jūroje [15].

6. Atsinaujinančių energijos išteklių potencialo panaudojimas Lietuvoje

Europos Komisija dabartiniu metu 20 % rodiklį laiko pagrindiniu, nustatydamą šalims narėms siektinus atsinaujinančių energijos išteklių plėtros tikslus. Nepaisant diskutuotinų šio rodiklio nustatymo principų, jo kitimo tendencija atspindi realaus atsinaujinančių energijos išteklių indėlio į galutinės energijos balanso pokyčius [14].

Lietuvos vakarinėje dalyje, kur vidutinis metinis vėjo greitis didžiausias ir vėjaračių ašies aukštyje (80 m) siekia iki 7,5 m/s, geriausios sąlygos plėtoti vėjo energetiką. Čia numatytos penkios zonos Skuodo, Plungės, Kretingos, Klaipėdos, Šilutės ir Tauragės rajonuose bei šešta zona – Vilkaviškio ir Marijampolės rajonuose [2].

Todėl natūralu planuoti, kad elektros, pagamintos iš atsinaujinančių energijos išteklių (AEI), dalis elektros gamybos balanse jau 2015 m. gali padidėti iki 12 – 15 %. Dėl aukščiau minėtų

aplinkybių ypač palankios sąlygos ženkliai padidinti biokurą naudojamą centralizuoto šilumos tiekimo įmonėse atitinkamai mažinant gamtinių dujų dalį. Sudarius palankias prielaidas, iki 2020 m. biokuro ir kitų atsinaujinančių energijos išteklių dalis šalies šilumos ūkio įmonių kuro balanse galėtų padidėti iki 60 %. Realizavus šiuos siekius, biokuro, sunaudojama elektros energijai ir šilumai pagaminti, kiekis 2008 – 2020 m. padidėtų apie tris kartus ir sudarytų 540 – 580 tūkst. tne [5].

AEI naudojimo įvertinimas remiasi prognozuojamais perspektyvių energijos poreikių duomenimis ir Europos Komisijos Lietuvai keliamais įsipareigojimais – pasiekti, kad 2020 m. AEI dalis nuo galutiniam vartotojui tinkamos energijos sudarytų ne mažiau kaip 23 %. Maksimaliai panaudojant AEI, potencialiai bendras jų kiekis galėtų padidėti 2,4 karto – nuo 812 tūkst. tne. 2007 m. iki 1949 tūkst. tne. 2020 m.

Pagal pateiktą lentelėje AEI poreikių įvertinimą matyti, kad maksimaliai panaudojant turimą atsinaujinančių energijos išteklių potencialą, sparčiausiai didėtų (21,9 karto) vėjo jėgainėse pagaminta elektros energija. Duomenys pateikiami 1 lentelėje.

Šiomis dienomis VJ parkų vystymasis vis dar yra techninis ir organizacinis iššūkis, pradedant planavimu, konstravimu iki galutinio užbaigimo ir integravimo į energetinę sistemą. Lietuvoje VJ statymas vis dar naujovė. Pramonė yra tokioje stadijoje, kai vis dar yra mokomasi iš užsienio šalių projektų. Visas procesas yra ilgas ir rizikingas kelias, todėl naudinga išanalizuoti vieną iš Lietuvoje įgyvendintų projektų bei mokytis iš ankstesnių užsienio projektų apie technines ir organizacines silpnybes, bet ir trūkumus, siekiant sumažinti riziką [16].

1 lentelė. Prognozuojamos elektros energijos gamybos iš atsinaujinančių energijos išteklių apimtis 2010-2020 metais [7]:

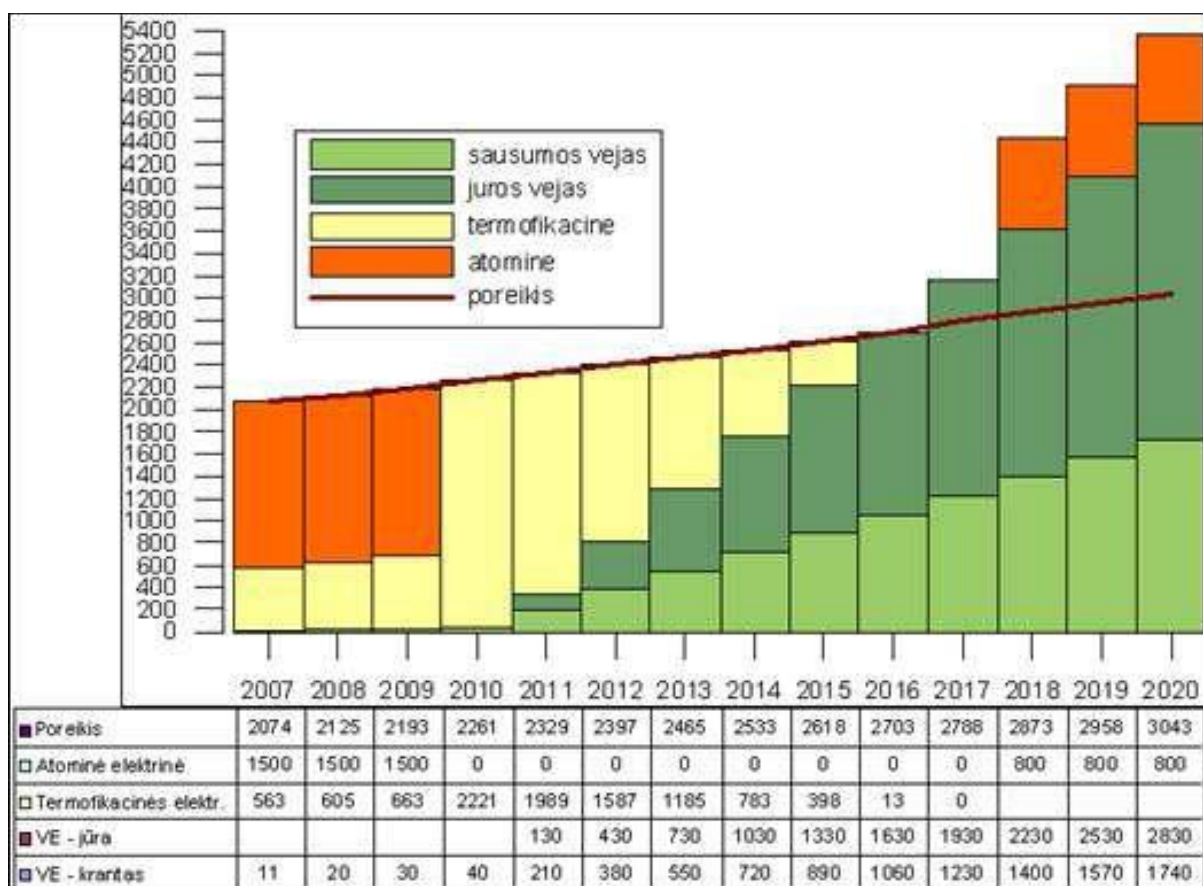
	2008 metais	2010 metais	2011 metais	2012 metais	2013 metais	2014 metais	2015 metais	2016 metais	2017 metais	2018 metais	2019 metais	2020 metais
HIDROELEKTRINĖS												
Įrengtoji galia (< 10 MW), MW	26	26	26	27	29	30	32	33	33	36	38	40
Pagamintas elektros energijos kiekis, GWh	73	79	79	80	84	89	93	98	99	104	111	117
Įrengtoji galia (> 10 MW), MW	100,8	100,8	100,8	100,8	100,8	100,8	100,8	100,8	100,8	100,8	100,8	100,8
Pagamintas elektros energijos kiekis, GWh	329	353	353	353	353	353	353	353	353	353	353	353
Iš viso												
Įrengtoji galia, MW	127	127	127	128	130	131	133	134	134	137	139	141
Pagamintas elektros energijos kiekis, GWh	402	432	432	433	437	441	446	450	452	456	464	470
SAULĖS ELEKTRINĖS												
Įrengtoji galia (MW)	0	1	2	3	5	8	10	10	10	10	10	10
Pagamintas elektros energijos kiekis, GWh	0	0	2	3	6	9	13	15	15	15	15	15
VĖJO ELEKTRINĖS												
Įrengtoji galia, MW	68	179	200	250	300	350	389	500	500	500	500	500
Pagamintas elektros energijos kiekis, GWh	131	297	473	563	688	813	924	1111	1250	1250	1250	1250
BIOMASĖS ELEKTRINĖS												
Įrengtoji galia (kietoji biomasė), MW	17	22	24	40	68	98	115	135	162	162	162	162
Pagamintas elektros energijos kiekis, GWh	60	98	115	161	271	416	533	626	743	810	810	810
Įrengtoji galia (biodujos), MW	4	12	17	19	26	30	35	40	45	50	56	62
Pagamintas elektros energijos kiekis, GWh	9	50	87	108	159	196	228	263	298	333	371	413
Iš viso												
Įrengtoji galia, MW	21	34	41	59	94	128	150	175	207	212	218	224
Pagamintas elektros energijos kiekis, GWh	69	147	202	268	429	612	761	888	1040	1143	1181	1223
IŠ VISO												
Įrengtoji galia, MW	215	341	369	440	529	616	682	819	851	859	867	875
Pagamintas elektros energijos kiekis, GWh	602	876	1109	1267	1560	1875	2143	2465	2757	2864	2910	2958
Pagamintas elektros energijos kiekis, GWh	628	865	1071	1235	1523	1838	2120	2443	2736	2854	2898	2945

„*Elektros energijos kiekis perskaičiuotas, taikant Direktyvos 2009/28/EB II priede pateiktas normalizavimo taisykles iš hidroenergijos ir vėjo energijos pagamintai elektros energijai apskaičiuoti“.

Kol kas nėra oficialiai patvirtintos vėjo energijos naudojimo galimybės sausumoje ir jūroje. Tai, kad per pastaruosius kelerius metus buvo instaliuota beveik 40 MW elektros gamybos galia, tai yra gan maži skaičiai, ir norint pasiekti užsibrėžtų tikslų – vėjo energetika reikalauja reikiamo dėmesio ir paramos. Pagal decentralizuotos energetikos plėtojimo strateginį scenarijų, sausumoje įrengtos VJ teoriškai galėtų 2015 m. tenkinti iki 35 % šalies elektros energijos suvartojimo poreikio. Panašų energijos kiekį teoriškai galėtų gaminti ir jūroje įrengtos vėjo elektrinės (2 pav.). Tada termofikacinėse elektrinėse gaminamos elektros energijos dalis sumažėtų iki trečdaliao [14].

Tačiau 2 pav. nėra labai tikroviškas, nes jame yra įvertinama tai, kad Lietuvos teritorijoje vėjas pūs ištisai ir sugebės sukurti reikiamą elektros energijos kiekį, bet Lietuvos teritorijoje vėjai pučia nepastoviai ir ne visada reguliariai, ne taip kaip kitose ES valstybėse, kur yra didelės atviros bei aukštai esančios vietos ar vyrauja daugiausia jūriniai vėjai. Šis grafikas yra naudingas vėjo energetikos įmonėms, nes joms toks scenarijus būtų labai naudingas.

Todėl Lietuvoje būtų geriausia turėti dar ir papildomų elektros gamybos būdų, tarkime daugiau statyti kogeneracinių jėgainių, kurios gamintų ir šilumą ir elektrą.



2 pav. Elektros energijos galios poreikių tenkinimo būdų kaitos prognozė

7. Atsinaujinančių energijos išteklių skatinimas Lietuvos Respublikoje

Remiantis įstatymais yra nustatomos lėšos įvairioms skatinimo priemonėms, tarp jų visuomenės informavimui apie AEI panaudojimo energijos gamybai galimybes, mokslo tiriamajam darbui ir programų rengimui.

LR energetikos ir elektros įstatymų pagrindu, ankstesniame Elektros energetikos įstatyme buvo nustatyta parama AEI, tačiau priėmus naują Atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymą VJ veiklą reglamentuoja du poįstatyminiai aktai:

1. Elektros energijos, kurią gaminti naudojami AEI gamybos ir pirkimo skatinimo tvarka;
2. VJ prijungimo prie Lietuvos elektros energetikos sistemos techninės taisyklės.

Lietuvos Respublikoje iš AEI gaminamos elektros energijos supirkimo tarifai yra panašūs kaip ir kitose ES šalyse taikomus tarifus [11]. Supirkimo kainos pateikiamos 3 pav.

Member state	Windpower 'On-shore'	Wind power 'Off-shore'
Austria	0.073	0.073
Belgium	n/a	n/a
Bulgaria	0.07 - 0.09	0.07 - 0.09
Cyprus	0.166	0.166
Czech Republic	0.108	0.108
Denmark	0.035	n/a
Estonia	0.051	0.051
Finland	n/a	n/a
France	0.082	0.31 - 0.58
Germany	0.05 - 0.09	0.13 - 0.15
Greece	0.07 - 0.09	0.07 - 0.09
Hungary	n/a	n/a
Ireland	0.059	0.059
Italy	0.3	0.3
Latvia	0.11	0.11
Lithuania	0.10	0.10
Luxembourg	0.08 - 0.10	0.08 - 0.10
Malta	n/a	n/a
Netherlands	0.118	0.186
Poland	n/a	n/a
Portugal	0.074	0.074
Romania	n/a	n/a
Slovakia	0.05- 0.09	0.05- 0.09
Slovenia	0.087 - 0.094	0.087 - 0.095
Spain	0.073	0.073
Sweden	n/a	n/a
United Kingdom	0.31	n/a

3 pav. VJ pagamintos elektros energijos vidutinės supirkimo kainos ES šalyse [11]

Pagal LR Ūkio ministerijos užsakymą buvo parengta VJ statybos Lietuvoje zonavimo schema, kuriose įvertinta vėjo energijos potencialas, prisijungimo prie elektros perdavimo tinklų techninės galimybės ir aplinkosaugos reikalavimai, nustatant kiekvienai zonai ekonomiškai pagrįstas VJ sumines galias. Vėjo zonavimas pateikiamas 4 pav.

2006 metų viduryje dar nebuvo įrengta nė viena zonavimo tvarka, numatanti įrengti VJ tam tikrose vietovėse [14]. Tačiau jau šiomis dienomis yra parengti įstatymai, numatantys galimybes prisijunkti prie tinklų, tai yra numatoma Lietuvos Respublikos Atsinaujinančių išteklių energetikos įstatyme, kuris yra neseniai priimtas. Ir šiame įstatyme yra numatytos net nuobaudos, jei tinklų savininkas nesutinka prijunkti elektros iš atsinaujinančių energijos šaltinių.

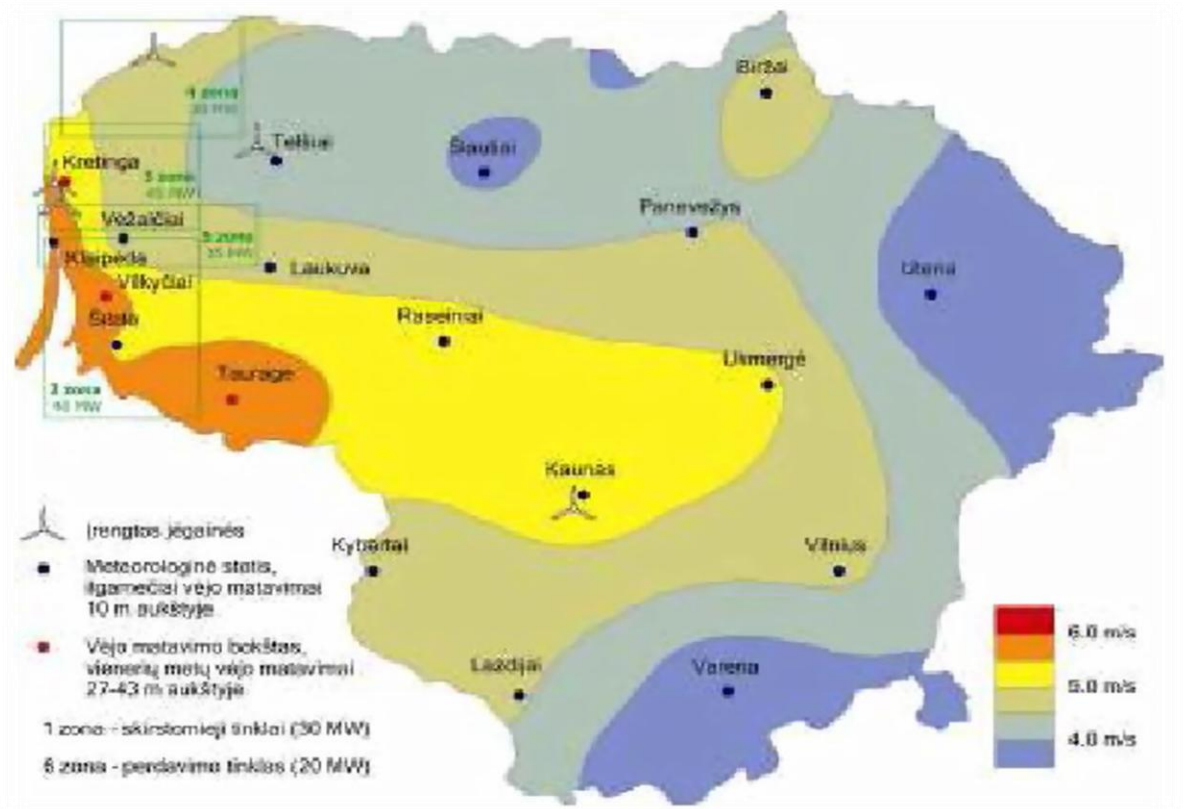
Kita vertus, valstybės skiriama VJ pagamintos elektros energijos 58 % kainos priemoka sąlygoja labai didelių investicijų pritraukimą, o tai apskritai yra vienas iš pagrindinių šalies ekonomikos augimo svertų. Sunku rasti kitą tokią ūkio šaką su tokia didžiule investicijų pasiūla. Investicijų pritraukimo efektyvumas taip pat yra labai didelis.

Pasirinkta vėjo energetikos skatinimo sistema pagrįsta tradiciniu vėjo energetikos modeliu, kurį sudaro gamybos ir vartojimo veiklos, tai nėra labai gerai Lietuvai, nes ji susieta su valstybės dotacijų skyrimu užsienio investuotojams įrengusiems VJ.

Patvirtinta vėjo energetikos skatinimo tvarka nederą su ES regioninės plėtros principais, kuriais siekiama išlyginti skirtumus tarp ES šalių. Šiuos skirtumus pavyks išlyginti tik formuojant Lietuvoje tokią pat visuminę vėjo energetikos veiklų sistemą, kokia yra pirmaujančiose šios energetikos požiūriu šalyse [4].

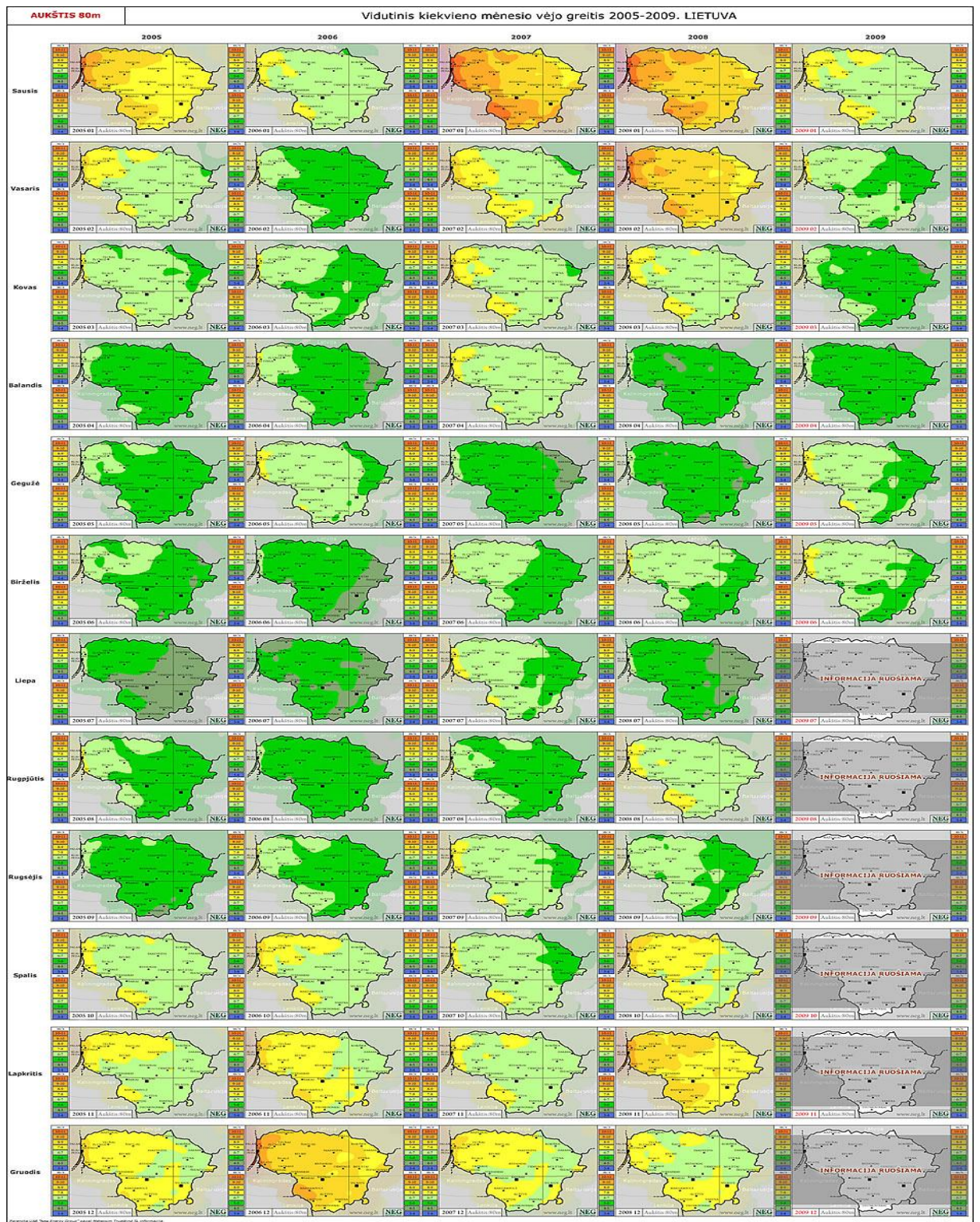
Remdamiesi Danijos patirtimi, jie siūlė dengti investicijų dalį į vėjo energetikos veiklas, taikyti mokestines lengvatas, kurti kooperatyvus, kad į vėjo energetiką galėtų investuoti kuo daugiau šalies gyventojų. Nei praėjusio, nei ateinančio 2007-2013 m. laikotarpio strategijoje nenumatytas vėjo energetikos veiklų rėmimas. Visa parama orientuota energijos vartojimui gerinti [14].

Pagal atliktus tyrimus parodyta, kad 100 m aukštyje didesnėje Lietuvos teritorijos dalyje vyrauja 6–7 m/s vėjo greičio zonos, tinkamos vėjo energetikai plėtoti [4].



4 pav. Lietuvos vėjų atlasas su pažymėtomis VJ įrengimo zonomis [18]

4 pav. parodo vidutinį vėjo greitį 50 m aukštyje LR teritorijoje. Galime matyti, kad vakarinėje Lietuvos dalyje vidutinis vėjo greitis yra daugiau nei 5 m/s dėl šios priežasties šioje dalyje ir yra įrengta beveik visi VJ parkai, tačiau nors rytinėje dalyje vėjo greitis yra tik apie 4 m/s, bet šis vėjo greitis taip pat yra tinkamas vėjo jėgainių statybai šioje dalyje. Ir kaip matyti pagal 5 pav. vėjo greitis visoje Lietuvos teritorijoje yra daugiaž tinkantis vėjo energetikai. Nors rytinė Lietuvos dalyje yra tankiau apgyvendinta, bet šioje dalyje yra gan didelių kalvų, kur vidutinis vėjo greitis būna didesnis nei vakarinėje LR dalyje.



5 pav. Lietuvos tinkamumas vėjo energetikai [17]



6 pav. Galimos zonos VJ statybai Lietuvos Respublikos jūros teritorijoje [38]

6 pav. preliminariai parodo galimas vietas, kuriose galima būtų plėtoti jūrinę vėjo energetiką LR laisvojoje ekonominėje zonoje, tai yra Baltijos jūroje, kurios dalis priklauso Lietuvai. Kaip matyti paveiksle, šių laisvų ekonominių zonų jūroje Lietuva turi gan nedaug [38].

8. Kliūtys plėtojant vėjo energetiką Lietuvoje

Neabejotina, kad Lietuvoje, kaip ir daugelyje kitų valstybių, vėjo energetikos plėtrą lemia galiojanti valstybinio reguliavimo tvarka, kurioje galima išvelgti tiek ribojimo, tiek ir skatinimo bruožų. Žvelgiant į iš vėjo energijos pagamintos elektros supirkimo kainų retrospektyvą, būtų galima teigti, kad Lietuvoje yra sukurta efektyvi skatinimo sistema. Jau 2002 metais pareiškusių ketinimus statyti VJ verslininkų planuose buvo siūloma įrengti per 800 MW galios VJ, net nesant paruoštoms tam teisinės bazės. Atitinkamų valstybės institucijų specialistams teko susirūpinti dėl nevaldomo investicijų antplūdžio masto, biudžeto ir elektros tinklų techninių galimybių. Tai ryškiai atsispindėjo tuo metu rengiamuose įstatymų lydimuosiuose teisės aktuose [14].

Tačiau plėtojant vėjo energetiką susiduriama ir su kai kuriomis problemomis. Kraštovaizdį keičiančios vėjo jėgainės kelia ir jų kaimynystės bijančių gyventojų nepasitenkinimą, todėl vėjo energetikos projektuose turi būti nustatytas jėgainių vizualinis poveikis, jų įtaka kraštovaizdžiui, biologinei įvairovei, triukšmo lygiui. Taip pat reikia įvertinti ir tai, kad kol kas vėjo elektrinių gaminama elektros energija yra viena iš brangesnių negu pagaminta šiluminėse elektrinėse. Supirkimo kaina šiluminėse elektrinėse yra nuo 16 – 31 ct už kWh [39], supirkimo kaina labai priklauso nuo naudojamo kuro tose elektrinėse. Be to, dėl vėjo jėgainių darbo elektros tinkle būtinas galios rezervas ir reikalingos dirbančios kito tipo elektrinės, galinčios keisti savo galią – tai priklauso nuo vėjo kitimo. Atsižvelgiant į tai, kad pajūrio zona tinkamiausia vėjo jėgainių parkų statybai, gana siaura, iki 2010 metų Lietuvoje buvo numatoma pastatyti vėjo jėgainių, kurių instaliuota galia sieks 200 MW (Žin., 2005, Nr. 77 - 2651). Toks vėjo jėgainių kiekis nesukeltų didesnių problemų elektros sistemos režimams valdyti, sistemos galiai ir energijai balansuoti bei rezervuoti [2].

Vertinant pagrindines kliūtis AEI plėtrai Lietuvoje buvo atlikta energijos iš AEI gamintojų asociacijų apklausa. Asociacijų buvo prašoma nurodyti, su kokiomis pagrindinėmis kliūtimis susiduriama įrengiant elektrines, naudojančios AEI [4].

Galima būtų išskirti šias pagrindines kliūtis AEI naudojančių elektrinių plėtrai:

1. Administracinės:

- Ilgos teritorijų planavimo procedūros (nuo 1 iki 2 metų);
- Derinimo su visuomene procedūros detaliojo planavimo metu yra palanki tarpė kaimyninių sklypų savininkams ir naudotojams reikalauti atlygio už parašą;
- Vietos savivaldos institucijų nesuinteresuotumas ir abejingumas AEI plėtros projektams;
- Nepakankamai skaidri skatinamųjų supirkimo tarifų nustatymo tvarka;
- Zonų nustatymas ir konkurso procedūros apriboja vėjo elektrinių projektų skaičių, tačiau tai negarantuoja, kad planuojamas kiekis elektrinių bus pastatytas.

2. Technologinės:

- Vėjo elektrinių išskyrimas iki ir daugiau kaip 250 kW galios, neatitinka rinkai siūlomų vėjo elektrinių technologijų.

Su administracinėmis kliūtimis yra susiduriama visuose AEI projektų įgyvendinimo etapuose, pradedant privalomųjų projektavimo dokumentų rengimu, baigiant eksploatavimu. Ypatingai projektinių dokumentų rengimo procesą lėtina detaliųjų planų rengimas, derinimo su visuomene procedūros, poveikio aplinkai ir žmonių sveikatai vertinimas. Sprendžiant šias problemas siūloma

vėjo elektrinių statybai skirtų žemės sklypų paskirtį keisti specialiojo teritorijų planavimo langelyje. Tam yra reikalinga parengti Vėjo elektrinių specialiųjų planų rengimo taisyklės [4].

Taigi, pagal galiojančius teisės aktus vėjo ir kitus AEI naudojančias elektrines galima statyti tik kitos paskirties žemėje, kurios naudojimo būdas – inžinerinės infrastruktūros teritorijos (Žemės įstatymas, 24 str.). Pagal galiojančią praktiką, žemės paskirties keitimas, šiuo atveju, yra atliekamas rengiant detaliuosius planus.

Detaliųjų planų rengimas yra kliūtis AEI projektų plėtrai, kurios susidaro dėl procedūrų vilkinimo savivaldybių administracijose ir dėl viešinimo procedūrų pobūdžio. Net ir parengus detalų planą bei atlikus visas reikalingas poveikio aplinkai ir visuomenei procedūras projekto vystytojas nėra tikras, kad detalusis planas bus suderintas ir patvirtintas [4].

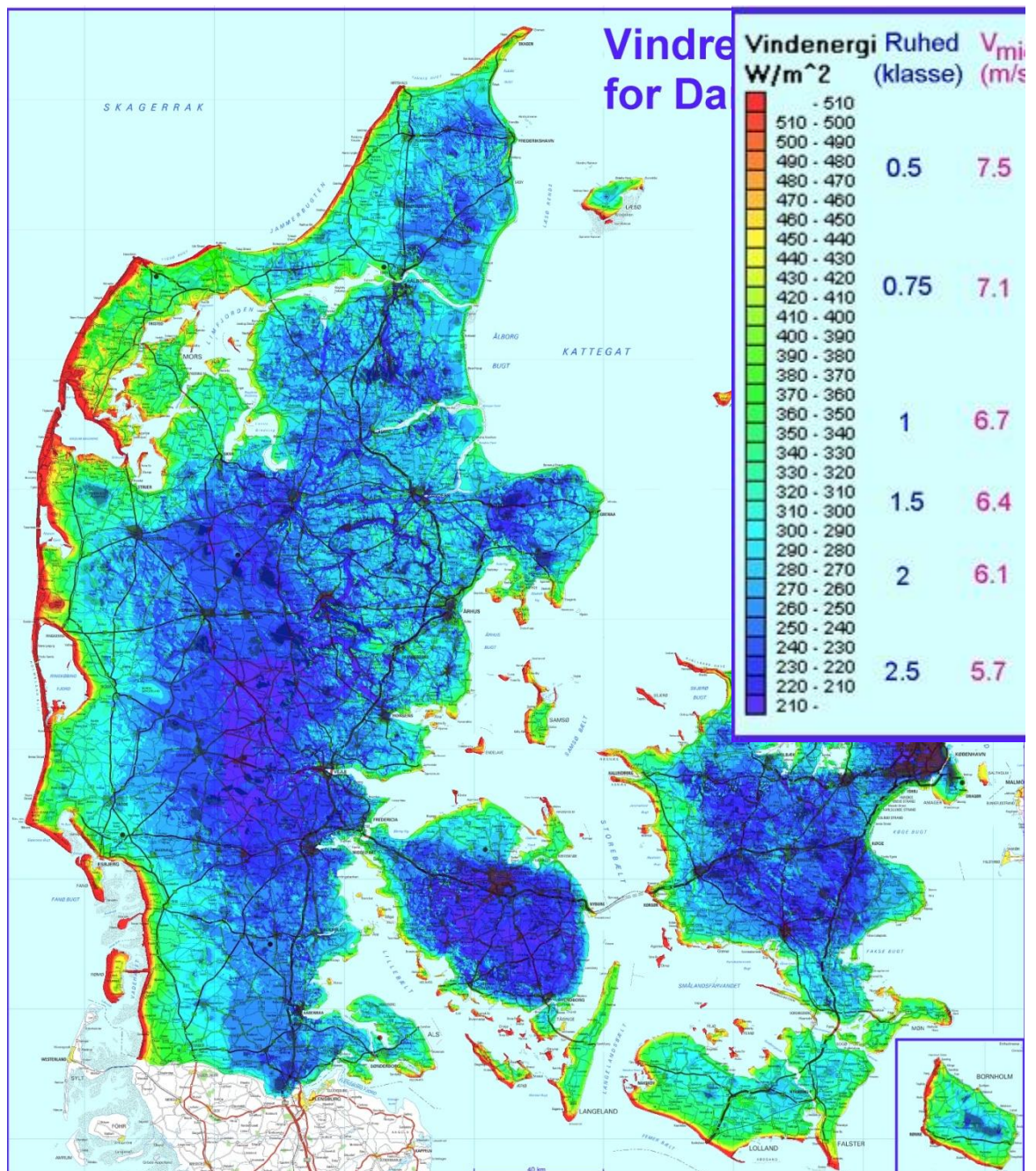
9. Vėjo energetikos patirtis Danijoje ir Vokietijoje

Danija viena pirmųjų pasaulyje pradėjo gaminti didelio tipo vėjo jėgaines nuo 1970 metų ir šiandien daugiau nei pusė visų pagamintų vėjo jėgainių pasaulyje yra pagamintos Danijos įmonių, tokių kaip „VESTAS“ ir „Siemens Wind Power“.

Danijoje alternatyvioji energetika yra saikingai skatinama, dotuojant įrengimų montavimą ir minimaliai primokant už kiekvieną pagamintą kilovatvalandę, todėl AEI plėtra vyksta sklandžiai.

Vėjo energetika Danijoje yra labai skatinama, ir patys gyventojai labiau vertina „žaliąją“ energetiką. Taip pat Danijos vyriausybė skiria dideles subsidijas naujų VJ statybai, taip pat yra suteikiamos geros sąlygos piliečiams pasistatyti nuosavas VJ. Tai galime matyti iš paveikslų esančių žemiau.

Danijoje vidutinis vėjo greitis dešimties metrų aukštyje yra apie 4,9 – 5,6 m/s ir didžiausias greitis yra užfiksuotas vakarinėje šalies dalyje, nes ši dalis yra gan retai apgyvendinta ir vietovė yra daug atviresnė. Taip pat šalis turi daug jūrinio vėjo ir aplink Daniją yra labai daug negilių vandenių (5 – 15 m), kuriuose šiandien yra sparčiai statomos ir vystomos jūrinės vėjo jėgainės. Šiose teritorijose vidutinis vėjo greitis yra gerokai didesnis nei sausumoje (8,5 – 9,0 m/s).

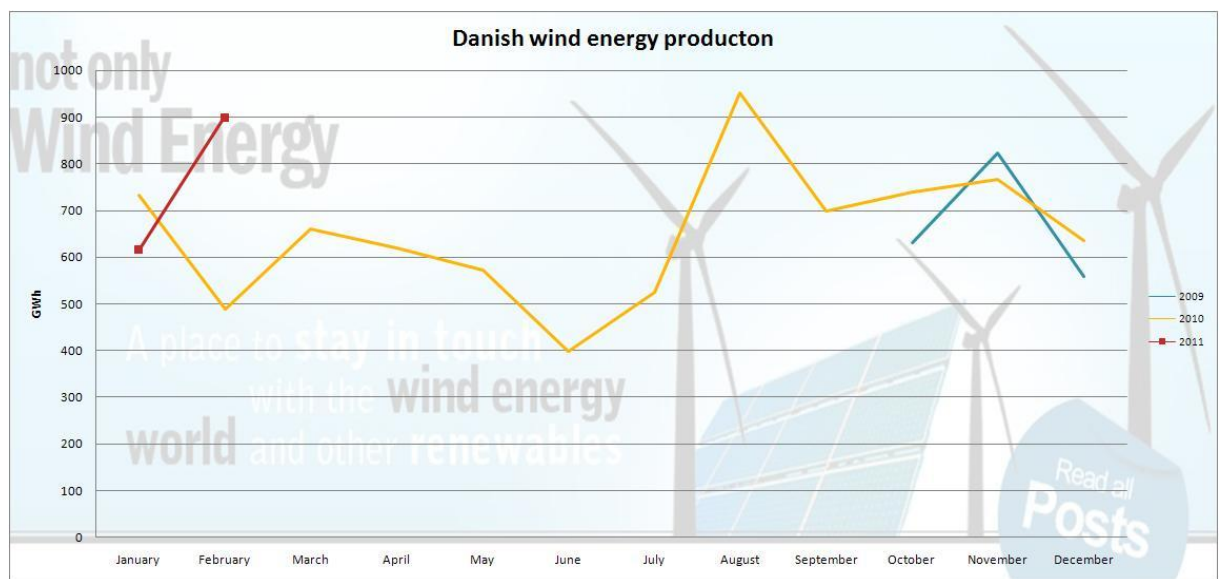


7 pav. Danijos vėjų atlasas [25]

Danija yra sujungta elektros perdavimo linijomis su kitomis didžiosiomis Europos valstybėmis. Dėl šios priežasties yra lengvai keičiamasi pagaminta elektros energija tarp šalių, ir jei viena šalis pagamina daugiau elektros energijos tai ta šalis tos energijos nekaupia, o tiesiog tinklų pagalba perduoda kaimynėms.

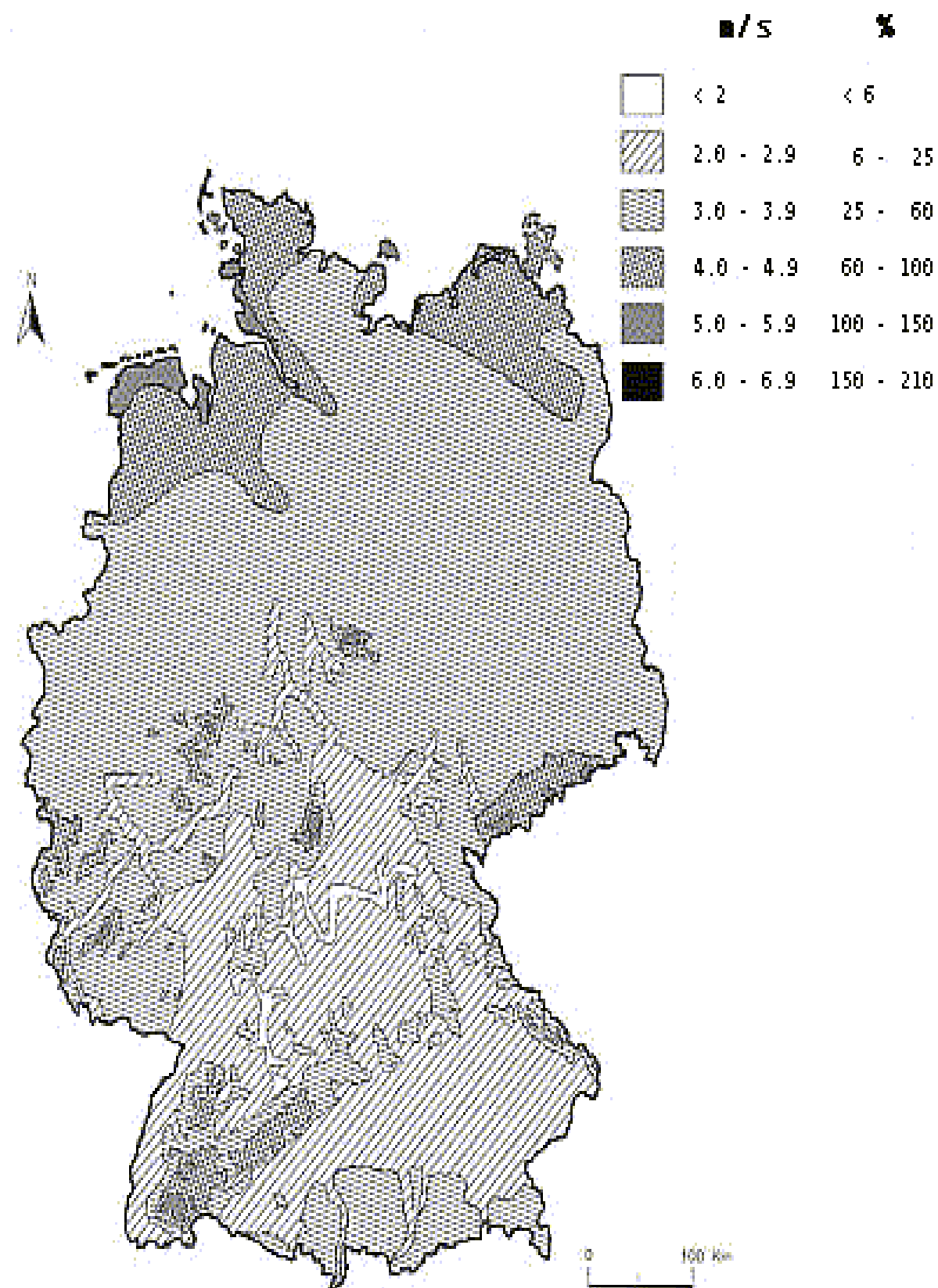


8 pav. Danijos elektros tinklų jungtys su kitomis valstybėmis [31]

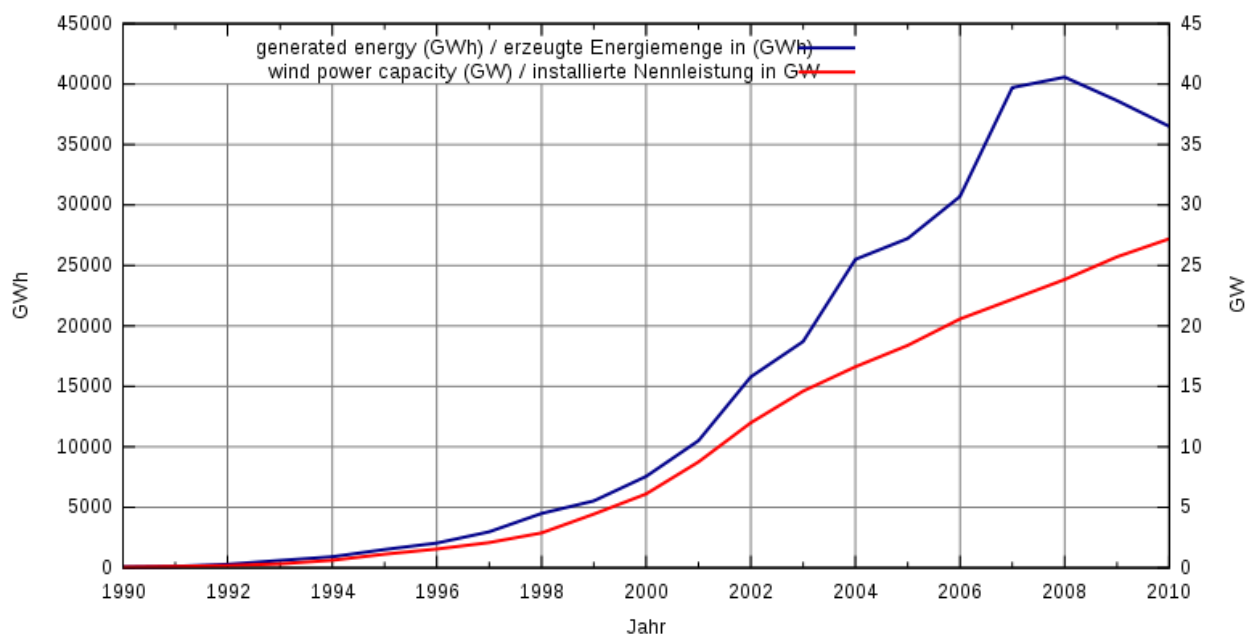


9 pav. Elektros energijos gamyba iš vėjo Danijoje [32]

Vėjo energetika Vokietijoje yra plačiai plėtojama. 2010 metais Vokietijoje jau buvo pastatyta apie 21 tūkstantį vėjo jėgainių, kurių bendra galia yra 25700 MW [33]. Pagal pateiktus duomenis Vokietija 2009 metais pagamino apie 38 TWh elektros energijos [33].



10 pav. Vokietijos vėjo žemėlapis [37]



11 pav. Įrengtosios VJ galios ir jose pagamintos elektros energijos kiekis Vokietijoje [34]

11 pav. rodo, kad VJ skaičius Vokietijoje kiekvienais metais auga ir laikui bėgant šis skaičius tik augs.

Pagal Vokietijos įstatymus siekiama VJ statyti toliau nei pusantro kilometro nuo gyvenamųjų vietų. Taip pat yra sudarytos sąlygos patiems gyventojams investuoti į vėjo jėgainių statybą.

10. Jūrinių vėjo jėgainių trumpas aprašymas

Yra keletas pagrindinių faktorių skatinančių vystyti jūrinę vėjo energetiką. Vėjo ištekliai yra labai dideli, energijos kaina yra žemesnė nei kitų AEI, nelyginant energijos kainos su sausumos vėjo jėgainėmis. Dauguma žmonių sutinka, kad VJ yra naudingos, tačiau jie yra nepatenkinti matydami jas netoli savo gyvenamosios vietos. Pastatytos VJ jūroje sumažintų tokias bėdas kaip planavimo iššūkiai bei vizualinis poveikis.

- Didesnis atstumas nuo sausumos leidžia sumažinti vizualinį poveikį teritorijai;
- Didelės galimybės naujoms technologijoms;
- Orientavimasis ir žuvininkystė turėtų pagerėti tose vietovėse, kur yra įrengtos jūrinės vėjo jėgainės;

Tačiau jūrinė vėjo energetika turi ir šiokių tokių minusų tokių kaip: brangus įrengimas, kol kas vėjas yra neprognozuojamas jūroje, tai gali sukelti didelių padarinių jūrinėms VJ. Taip pat gan didelės priežiūros išlaidos.

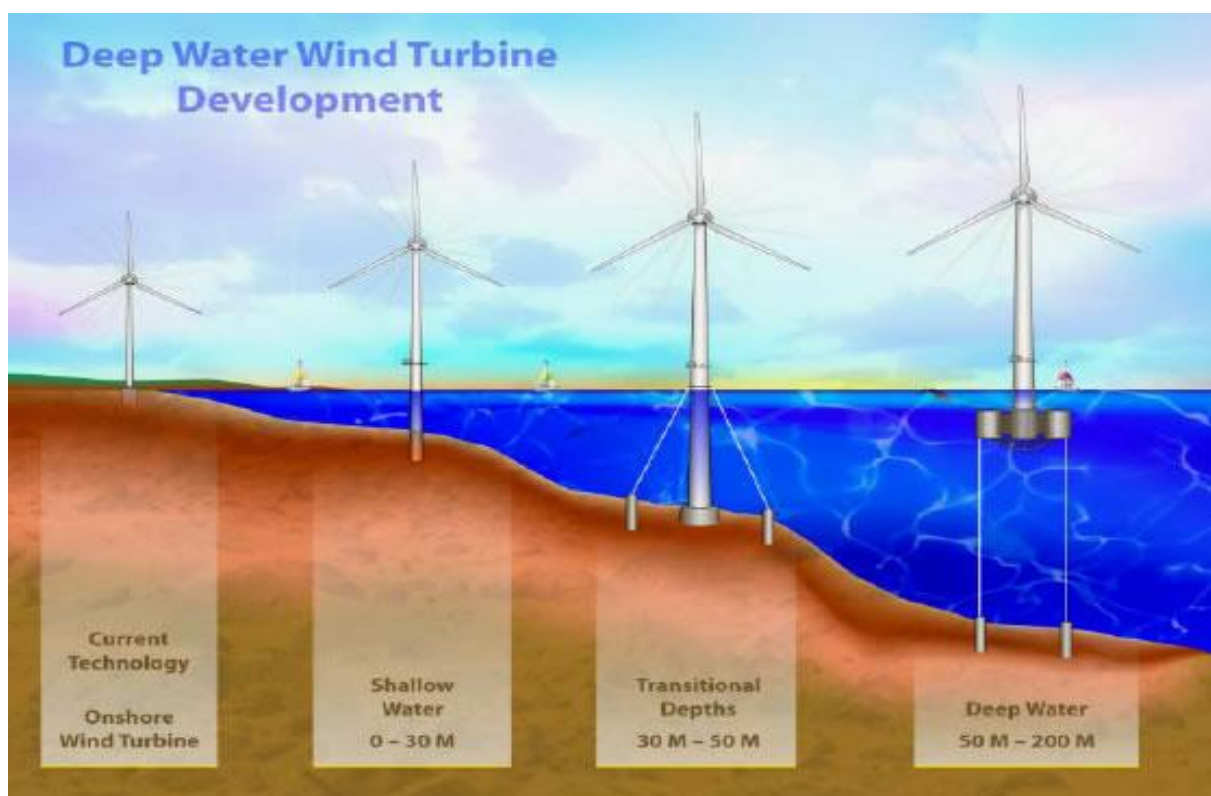
Tikimasi, kad ateityje dominuos jūrinė vėjo energetika, bent jau Europoje. Pirmasis didžiulis jūrinių jėgainių parkas yra planavimo stadijoje, kurį planuoja kelios ES šalių (Danija, Vokietija,

Norvegija). Tikimasi, kad didesnis pagamintos energijos kiekis leis sumažinti jūrinių VJ statybos kaštus bei elektros supirkimo kainą.

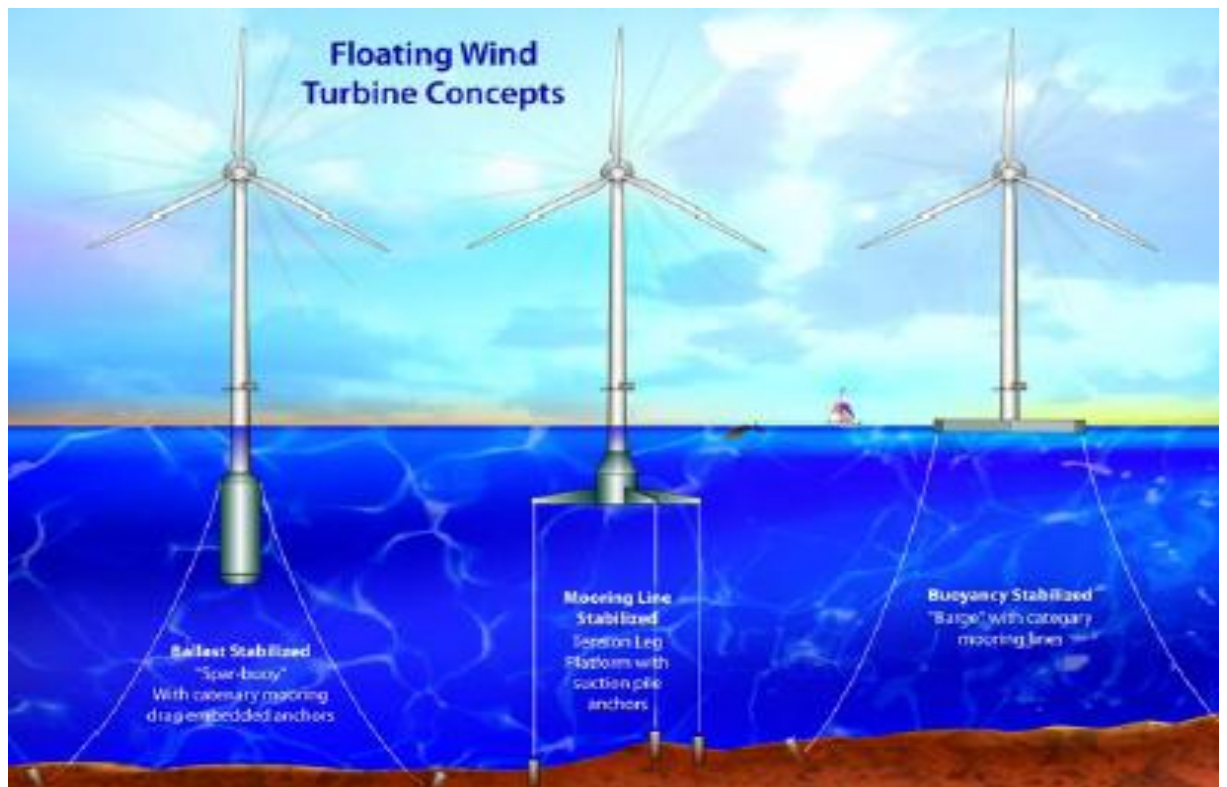
Taip pat poveikis aplinkai bei žmonėms yra mažesnis nei sausumos vėjo jėgainių, nes jūrinės VJ būtų statomos gerokai toliau nuo krantų, dėl to nebūtų keliamo nemalonaus triukšmo ir šios vėjo jėgainės nedarytų šešėlių, kurie erzina žmones nuo sausumos vėjo jėgainių.

Taip pat šiomis dienomis dažniausiai jūroje vėjo jėgainės stengiamasi pastatyti kuo didesnio galingumo tarkim 5 MW, kai sausumoje yra iki 2,5 MW, šis skirtumas yra todėl, kad jūroje vėjo potencialas yra didesnis bei stabilesnis, dėl to stengiamasi gauti daugiau elektros energijos iš vėjo jėgainių.

Dabartiniais paskaičiavimais yra nustatyta, kad jūrinių vėjo jėgainių statybos išlaidos yra 30-50% didesnės nei įrengti VJ sausumoje, nes yra gan naujas dalykas ir visas transportavimas bei įrengimas sudaro labai didelę dalį investicijų, tačiau yra tikimasi, kad tobulėjant technologijom ir jūrinių VJ paklausai šis kainų skirtumas sumažės ir bus labiau priimtinas valstybėms [27].



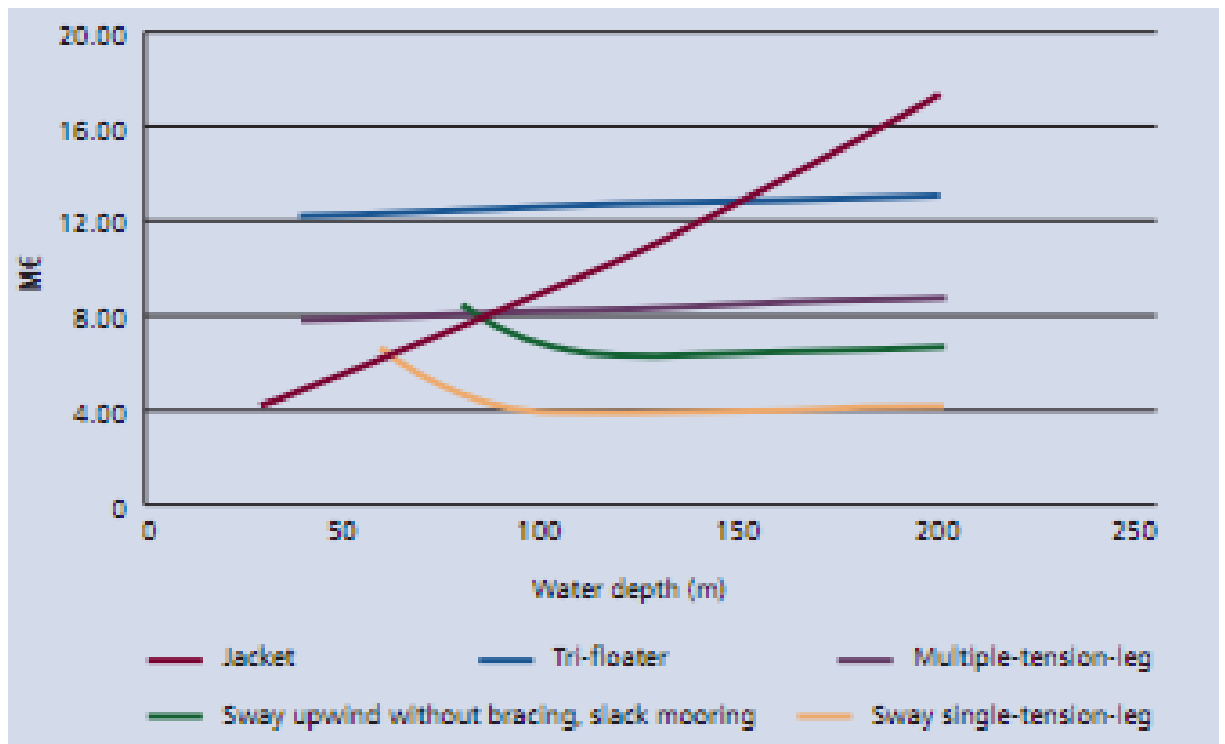
12 pav. Jūrinių jėgainių tipai [20]



13 pav. Jūrinių vėjo jėginių skirtingi pamatų tipai giliems vandenims [21]

Šiomis dienomis jūrinės VJ būna montuojamos su nejudamu pamatu, kuris yra tvirtinamas prie jūros dugno. Šie pamatai tinka negiliems vandenims, tokių VJ turi gana nemažai Danija, o naujo tipo jūrinės vėjo jėgainės yra plūduriuojamosios ir yra naudojami pirmojo tipo pamatai jūrinėms vėjo jėgainėms (14 pav.), nes šis tipas yra stabiliausias ir tinkantis ypač giliems vandenims, kurių gylis gali būtų ir apie kilometrą [22].

Tačiau kuo vandenys yra gilesni, tuo pamatų kaina labiau auga, nes pačios vėjo jėgainės kaina išlieka maždaug tokia pati kaip ir sausumos, tik jūrinėms dar papildomai turi būti apsauga nuo korozijos, kurią sukelia sūrus jūros vanduo (15 pav.).



14 pav. Skirtingų jūrinių vėjo jėgainių pamatų kainos, priklausomai nuo vandens gylio [23]

Taip pat yra sukurtos tam tikros sistemos, kurios pakeičia paukščių skridimo trajektoriją ir dėl šios priežasties jūrinės vėjo jėgainės bus montuojamos su šia sistema, kuri gerokai sumažins žūstančių paukščių skaičių. Šios sistemos skleistų specialų ultragarsą, kuris būtų girdimas paukščiams ir dėl to jie pakeistų savo skridimo kelius. Taip pat aplink visą jūrinių vėjo jėgainių parką būtų sukuriamas ultragarsinis laukas, kuris jau ištolo būtų girdimas paukščiams [29].

11. Ekonominiai skaičiavimai

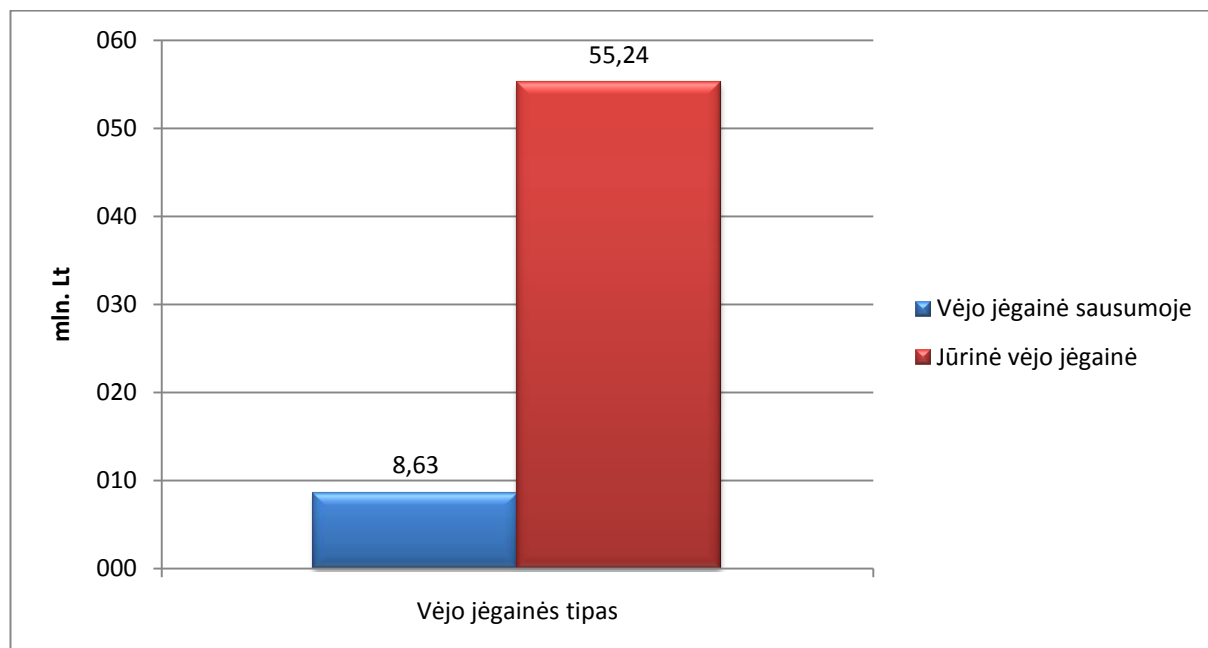
Šioje dalyje pateikiau vėjo jėgainių ir jūrinių jėgainių ekonominius palyginimus ir pagal skaičiavimus nustačiau, kurias įrengti vertėtų labiau. Taip pat atlikau jautrumo analizę abiejų tipų VJ.

Kadangi tikslių duomenų nėra apie VJ įrengimo kaštus bei aptarnavimą, tai šiuos duomenis vadovaudamasis užsienio šalių patirtimi bei įvykdytais dideliais VJ parkų projektų kainomis priėmiau, kad LR pastatyti didelius VJ parkus išlaidos būtų panašios kaip ir kitose valstybėse.

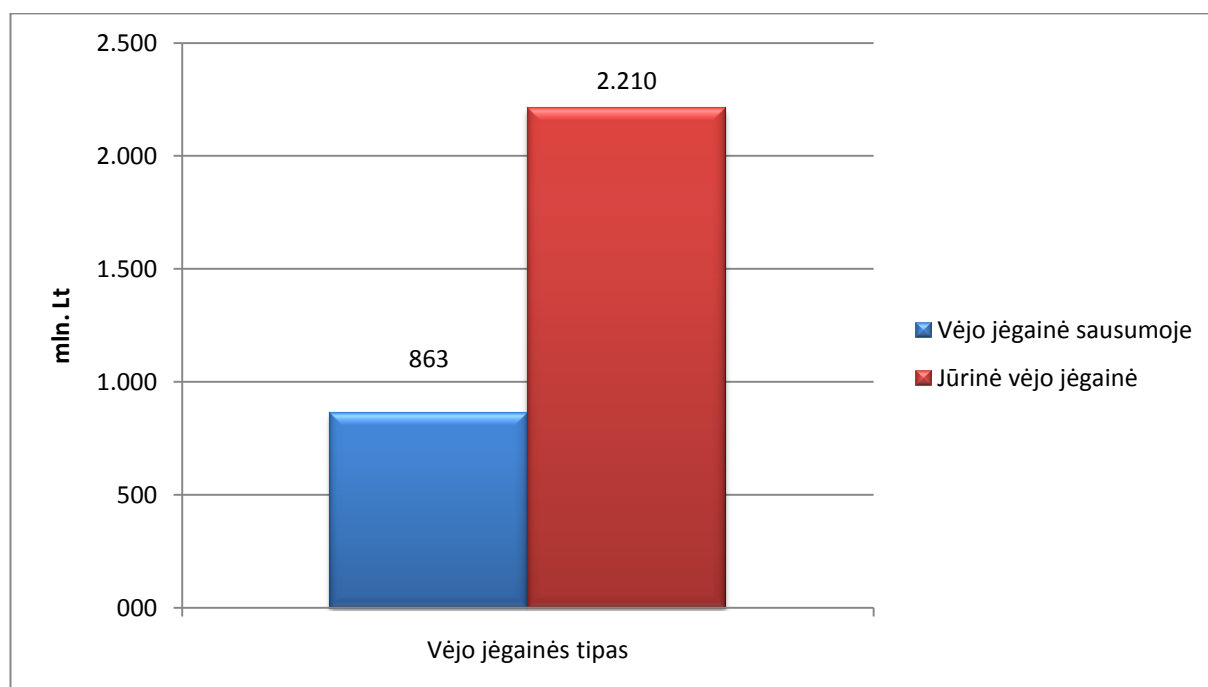
Visiškai įrengti vieną vėjo jėgainę sausumoje kainuoja apie 2,5 milijonus eurų (2 MW vėjo jėgainė), o tuo tarpu jūroje įrengti vėjo jėgainę (5 MW vėjo jėgainė) kainuoja apie 16 milijonų eurų, kaina labai priklauso nuo pamato tipo bei atstumo iki kranto. Skaičiuojant 1 įrengtajam MW jūrinę jėgainę yra apie 2.5 karto brangesnė nei sausumoje.

2 lentelė. Duomenys apie vėjo jėgaines:

<i>Vėjo jėgainės tipas</i>	<i>VJ galia (MW)</i>	<i>VJ įrengimo kaina (mln. Lt)</i>	<i>200 MW VJ parko statyba</i>	<i>Bendros viso parko investicijos (mln. Lt)</i>
Vėjo jėgainė sausumoje	2,00	8,63	100,00	863,20
Jūrinė vėjo jėgainė	5,00	55,24	40,00	2209,79



15 pav. Vienos vėjo jėgainės įrengimo kaina sausumoje ir jūroje



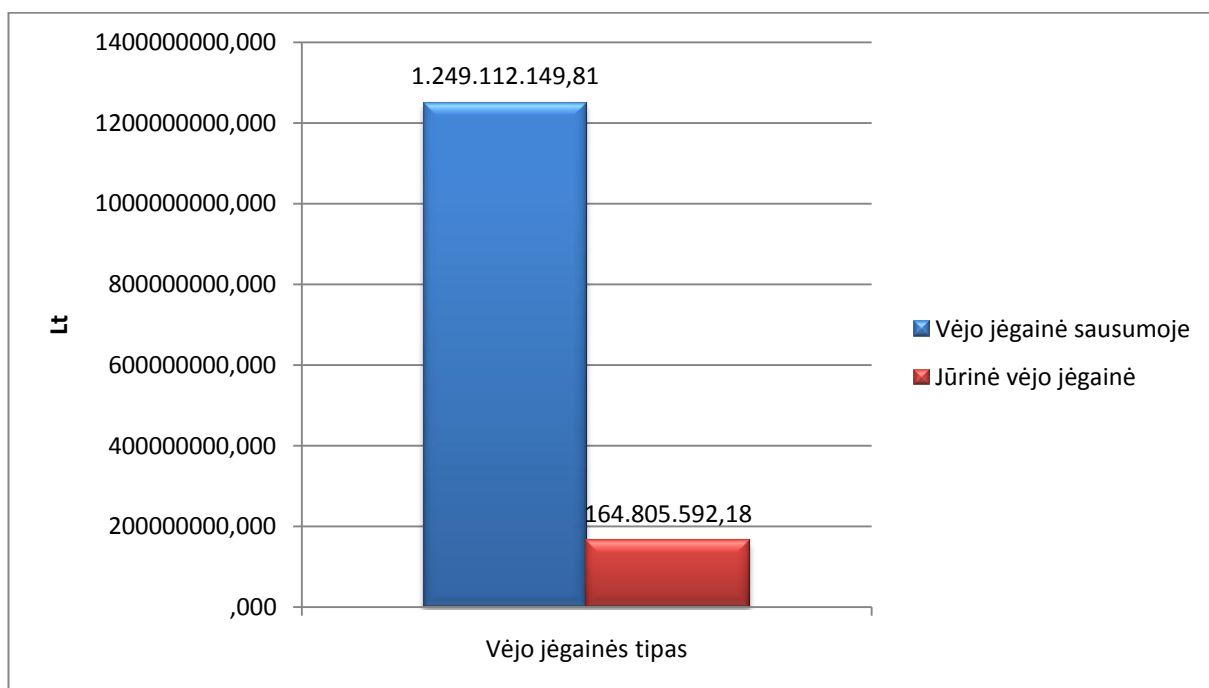
16 pav. 200 MW VJ parko sausumoje ir jūroje bendros investicijos

3 lentelė. Pajamos gautos už parduotą elektros energiją:

<i>Vėjo jėgainės tipas</i>	<i>Elektros supirkimo kaina (Lt/kWh)</i>	<i>VJ apkrovimas per metus (h)</i>	<i>Pagamintos elektros energijos kiekis per metus (GWh)</i>	<i>Gautos pajamos už parduotą elektros energiją (mln. Lt)</i>
Vėjo jėgainė sausumoje	0,30	2628,00	525,60	157,68
Jūrinė vėjo jėgainė	0,45 ¹	3679,20	735,84	331,13

4 lentelė. Vėjo jėgainių išlaidos už priežiūrą ir aptarnavimą:

<i>Vėjo jėgainės tipas</i>	<i>Išlaidos VJ aptarnavimui per metus (mln. Lt)</i>	<i>Išlaidos VJ tinklų priežiūrai per metus (mln. Lt)</i>	<i>Išlaidos VJ pamatų priežiūrai per metus (mln. Lt)</i>	<i>Bendros išlaidos per metus (mln. Lt)</i>
Vėjo jėgainė sausumoje	25,90	4,32	0,00	30,21
Jūrinė vėjo jėgainė	132,59	27,62	27,62	187,83



17 pav. Sausumos ir jūrinių vėjo jėgainių grynoji dabartinė vertė po 25 metų

Grynoji dabartinė vertė (net present value – NPV) parodo visų pinigų, įskaitant ir padinę investiciją, vertę. Grynoji dabartinė vertė yra apskaičiuojama pagal formulę:

¹ Ši kaina yra nustatyta, remiantis Vokietijos patirtimi, nes jie elektros energiją pagamintą jūrinėse VJ superka po 0,13-0,15 €/kWh [11]. Todėl priėmiau, kad LR elektrą galėtų supirkinėti maždaug už panašią kainą.

$$NPV = CF_0 + CF_1 / (1+i)^1 + CF_2 / (1+i)^2 + \dots + CF_n / (1+i)^n [Lt] \quad (1)$$

Čia:

$CF_0, \dots, CF_n$ – pinigų srautai, pradedant pradine investicija ir baigiant paskutiniais pinigų srautais.

i – kapitalo kaina (diskontavimo norma).

Jei pagal skaičiavimus NPV yra didesnė nei 0, tai projektas yra pasirenkamas, jei mažiau – atmetamas, o jei NPV yra lygi 0 tai projektu neturėtų būti domimasi. Skaičiavimai pateikiami 5 ir 6 lentelėje.

Taip pat skaičiavimuose nustaciau vidinę pelno normą (internal rate of return – IRR). Pagal šią normą taip pat galima spręsti ar pasirinkti projektą ar ne, tai priklauso nuo diskonto normos, jei IRR yra didesnis nei diskonto norma tada projektas pasirenkamas, jei mažesnis – nepasirenkamas.

5 lentelė. Vėjo jėgainių sausumoje grynosios vertės nustatymas:

Metai	Projekto metai	Diskonto norma	Sutaupymai Lt	Sutaupymai, taikant diskonto normą Lt	Diskontuotas atsipirkimo laikas Lt	Paprastas atsipirkimo laikas Lt
0	2011	1,0000	-863.200.000	-863.200.000	-863.200.000	-863.200.000
1	2012	0,9667	127.468.000	123.217.013	-739.982.987	-735.732.000
2	2013	0,9344	127.468.000	119.107.794	-620.875.193	-608.264.000
3	2014	0,9033	127.468.000	115.135.615	-505.739.577	-480.796.000
4	2015	0,8731	127.468.000	111.295.907	-394.443.671	-353.328.000
5	2016	0,8440	127.468.000	107.584.250	-286.859.421	-225.860.000
6	2017	0,8159	127.468.000	103.996.375	-182.863.046	-98.392.000
7	2018	0,7887	127.468.000	100.528.154	-82.334.892	29.076.000
8	2019	0,7624	127.468.000	97.175.596	14.840.704	156.544.000
9	2020	0,7369	127.468.000	93.934.844	108.775.547	284.012.000
10	2021	0,7124	127.468.000	90.802.169	199.577.716	411.480.000
11	2022	0,6886	127.468.000	87.773.967	287.351.683	538.948.000
12	2023	0,6656	127.468.000	84.846.754	372.198.437	666.416.000
13	2024	0,6434	127.468.000	82.017.162	454.215.599	793.884.000
14	2025	0,6220	127.468.000	79.281.935	533.497.534	921.352.000
15	2026	0,6012	127.468.000	76.637.927	610.135.461	1.048.820.000
16	2027	0,5812	127.468.000	74.082.094	684.217.555	1.176.288.000
17	2028	0,5618	127.468.000	71.611.498	755.829.053	1.303.756.000
18	2029	0,5431	127.468.000	69.223.294	825.052.347	1.431.224.000
19	2030	0,5250	127.468.000	66.914.736	891.967.082	1.558.692.000
20	2031	0,5074	127.468.000	64.683.166	956.650.249	1.686.160.000
21	2032	0,4905	127.468.000	62.526.019	1.019.176.268	1.813.628.000
22	2033	0,4742	127.468.000	60.440.811	1.079.617.078	1.941.096.000
23	2034	0,4584	127.468.000	58.425.143	1.138.042.222	2.068.564.000
24	2035	0,4431	127.468.000	56.476.697	1.194.518.919	2.196.032.000
25	2036	0,4283	127.468.000	54.593.231	1.249.112.150	2.323.500.000
			GDV	1.249.112.150		

Diskonto normos skaičiavimas:

$$i = \frac{1}{(1+i')^t} [\%] \quad (2)$$

Čia:

i' – banko nustatyta diskonto norma, %.

t – metai.

6 lentelė. Jūrinių vėjo jėgainių grynosios dabartinės vertės skaičiavimas:

<i>Metai</i>	<i>Projekto metai</i>	<i>Diskonto norma</i>	<i>Sutaupymai Lt</i>	<i>Sutaupymai, taikant diskonto normą Lt</i>	<i>Diskontuotas atsipirkimo laikas Lt</i>	<i>Paprastas atsipirkimo laikas Lt</i>
0	2011	1,0000	-2.209.792.000	-2.209.792.000	-2.209.792.000	-2.209.792.000
1	2012	0,9667	143.295.680	138.516.849	-2.071.275.151	-2.066.496.320
2	2013	0,9344	143.295.680	133.897.389	-1.937.377.762	-1.923.200.640
3	2014	0,9033	143.295.680	129.431.985	-1.807.945.777	-1.779.904.960
4	2015	0,8731	143.295.680	125.115.501	-1.682.830.277	-1.636.609.280
5	2016	0,8440	143.295.680	120.942.968	-1.561.887.308	-1.493.313.600
6	2017	0,8159	143.295.680	116.909.587	-1.444.977.721	-1.350.017.920
7	2018	0,7887	143.295.680	113.010.718	-1.331.967.003	-1.206.722.240
8	2019	0,7624	143.295.680	109.241.873	-1.222.725.130	-1.063.426.560
9	2020	0,7369	143.295.680	105.598.717	-1.117.126.413	-920.130.880
10	2021	0,7124	143.295.680	102.077.059	-1.015.049.354	-776.835.200
11	2022	0,6886	143.295.680	98.672.846	-916.376.509	-633.539.520
12	2023	0,6656	143.295.680	95.382.161	-820.994.348	-490.243.840
13	2024	0,6434	143.295.680	92.201.219	-728.793.129	-346.948.160
14	2025	0,6220	143.295.680	89.126.360	-639.666.769	-203.652.480
15	2026	0,6012	143.295.680	86.154.045	-553.512.724	-60.356.800
16	2027	0,5812	143.295.680	83.280.855	-470.231.869	82.938.880
17	2028	0,5618	143.295.680	80.503.485	-389.728.384	226.234.560
18	2029	0,5431	143.295.680	77.818.739	-311.909.645	369.530.240
19	2030	0,5250	143.295.680	75.223.527	-236.686.118	512.825.920
20	2031	0,5074	143.295.680	72.714.864	-163.971.254	656.121.600
21	2032	0,4905	143.295.680	70.289.864	-93.681.390	799.417.280
22	2033	0,4742	143.295.680	67.945.736	-25.735.654	942.712.960
23	2034	0,4584	143.295.680	65.679.784	39.944.130	1.086.008.640
24	2035	0,4431	143.295.680	63.489.399	103.433.529	1.229.304.320
25	2036	0,4283	143.295.680	61.372.063	164.805.592	1.372.600.000
			NPV	164.805.592		

Paprastojo atsipirkimo laiko nustatymas:

$$PB = \frac{IC}{P_k} [\text{metai}] \quad (3)$$

Tikrojo atsipirkimo skaičiavimas:

$$PO = \frac{-\ln \cdot \left(1 - \frac{IC}{P_k} \cdot i\right)}{\ln \cdot (1 + i)} [\text{metai}] \quad (4)$$

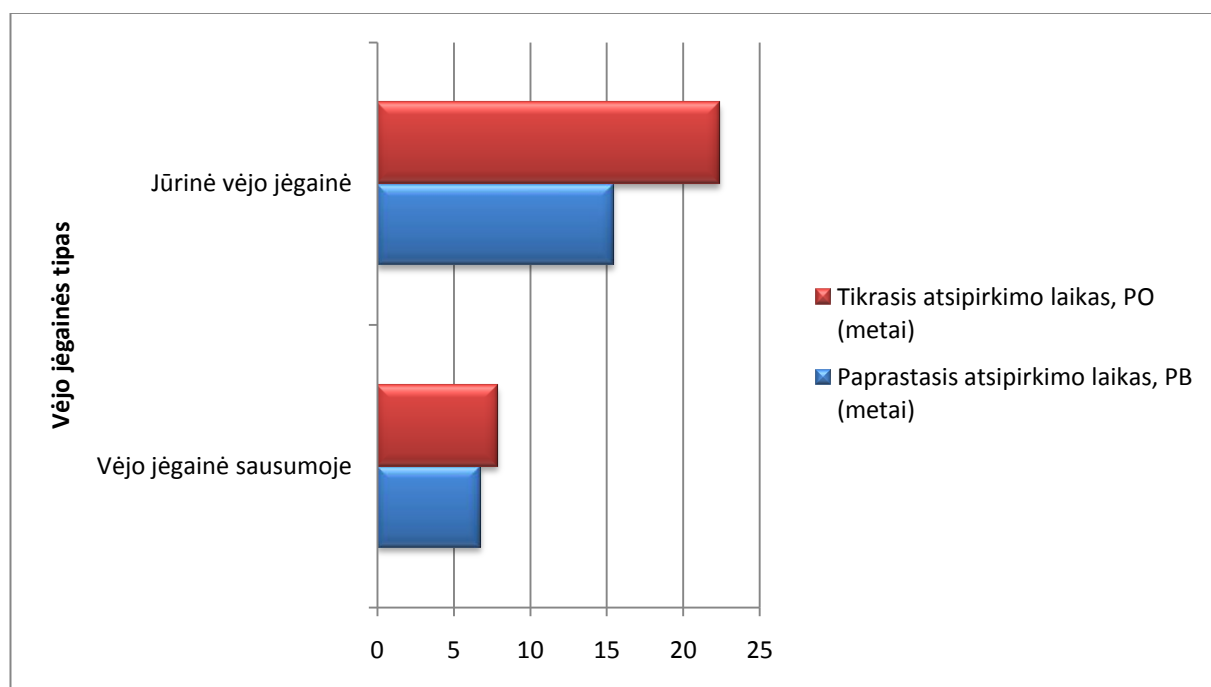
Čia:

IC – pradinės investicijos.

P_k – kasmetiniai sutaupymai.

7 lentelė. Skirtingų vėjo jėgainių tipų atsipirkimo bei vertės nustatymas:

<i>Vėjo jėgainės tipas</i>	<i>Paprastasis atsipirkimo laikas, PB (metai)</i>	<i>Tikrasis atsipirkimo laikas, PO (metai)</i>	<i>Grynoji dabartinė vertė (Lt)</i>	<i>Vidinė pelno norma (%)</i>
Vėjo jėgainė sausumoje	6,77	7,85	1.249.112.149,81	10,43%
Jūrinė vėjo jėgainė	15,42	22,39	164.805.592,18	0,65%



18 pav. Paprastasis ir tikrasis atsipirkimo laikotarpiai

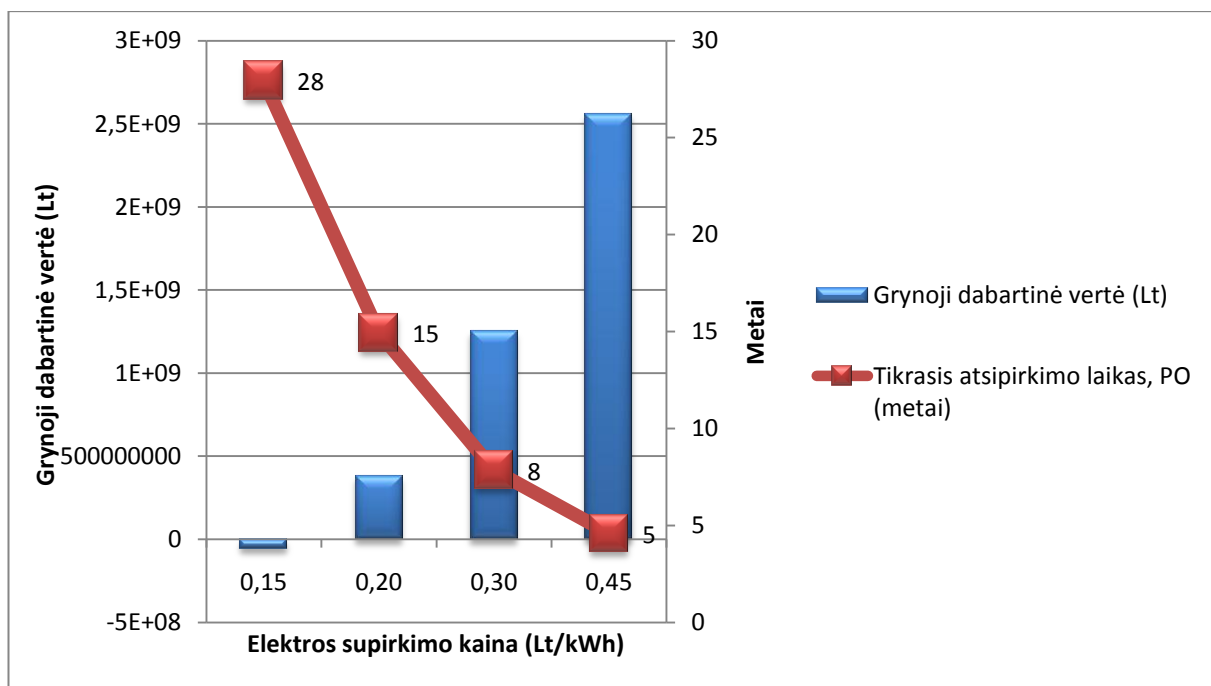
Jautrumo analizė:

Atliekant jautrumo analizę, galime pamatyti kaip kinta tikrasis atsipirkimo laikas bei grynoji dabartinė vertė, keičiant kelis faktorius. Taip pat pagal jautrumo analizę galime nustatyti kokie turėtų būti tam tikri dydžiai, kad projektas būtų naudingas, t.y. ar verta pradėti kurti tokius projektus, ar tiesiog bus per daug nuostolingas ir įmonė patirs didelius nuostolius.

Pradžioje jautrumo analizę atlikau keisdamas elektros energijos supirkimo kainas ir gavau kad didėjant supirkimo kainoms vėjo jėgainės greičiau atsiperka, bei grynoji dabartinė vertė labiau didėja. Taip pat parodžiau kaip atsipirkimo laikas ir grynoji dabartinė vertė priklauso nuo diskonto normos. Didėjant diskonto normai atsipirkimo laikas ilgėja, nes didėjanti diskonto norma parodo pinigų nuvertėjimą laike.

8 lentelė. Jautrumo analizė vėjo jėgainėms sausumoje keičiant elektros supirkimo kainą:

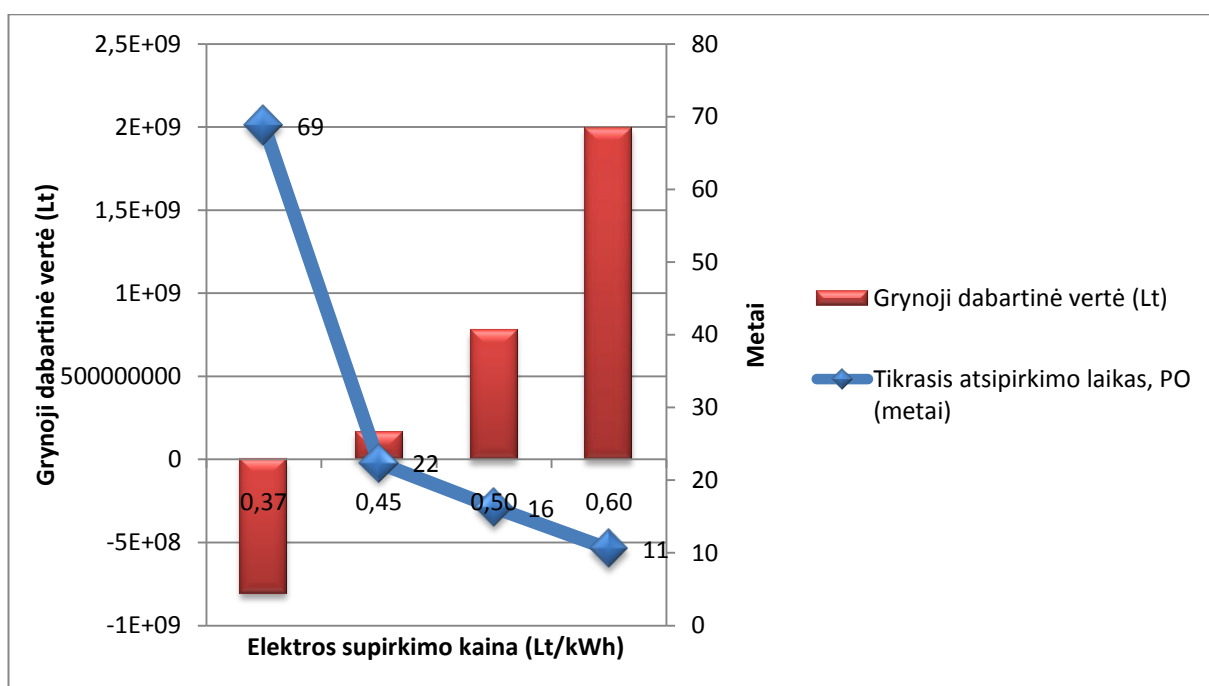
<i>Vėjo jėgainė sausumoje</i>						
<i>Elektros supirkimo kaina (Lt/kWh)</i>	<i>Gautos pajamos už parduotą elektros energiją (mln. Lt)</i>	<i>Bendras pelnas per metus (mln. Lt)</i>	<i>Paprastasis atsipirkimo laikas, PB (metai)</i>	<i>Tikrasis atsipirkimo laikas, PO (metai)</i>	<i>Grynoji dabartinė vertė (Lt)</i>	<i>Vidinė pelno norma (%)</i>
0,15	78,84	48,63	17,75	27,94	-57.370.182,15	-0,60%
0,20	105,12	74,91	11,52	14,94	378.123.928,50	3,55%
0,30	157,68	127,47	6,77	7,85	1.249.112.149,81	10,43%
0,45	236,52	206,31	4,18	4,60	2.555.594.481,78	19,66%



19 pav. Vėjo jėgainės sausumoje atlikta jautrumo analizė

9 lentelė. Jautrumo analizė jūrinėms vėjo jėgainėms, keičiant elektros energijos supirkimo kainą:

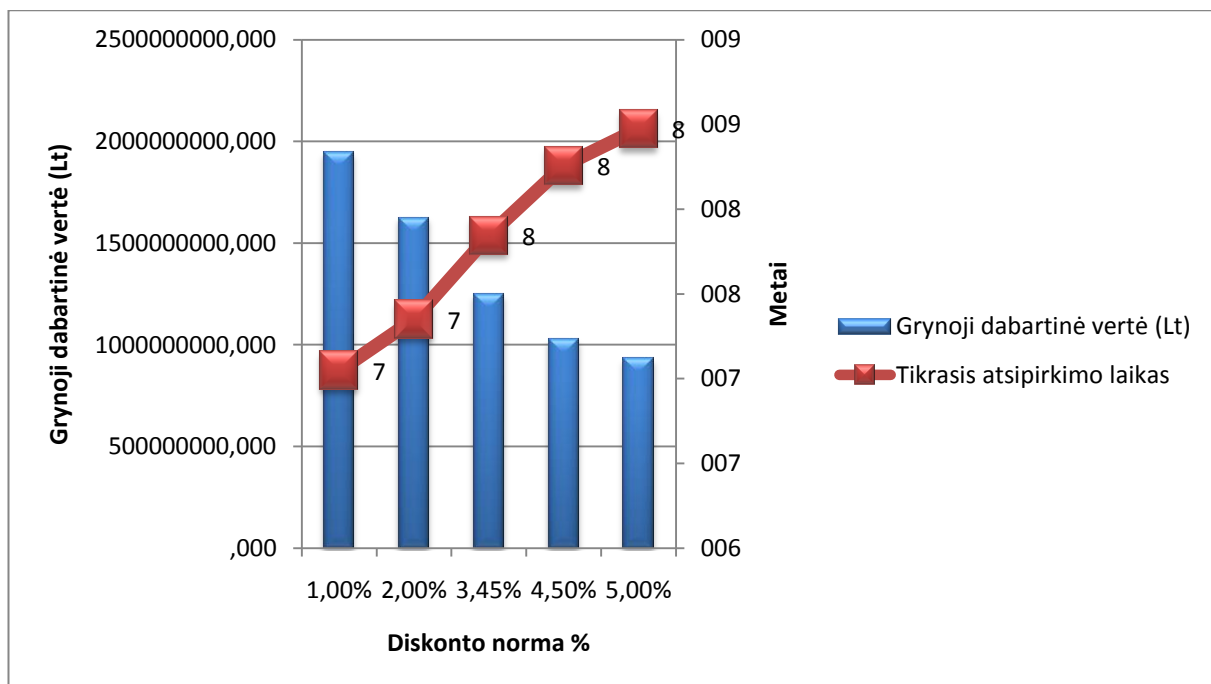
<i>Jūrinė vėjo jėgainė</i>						
<i>Elektros supirkimo kaina (Lt/kWh)</i>	<i>Gautos pajamos už parduotą elektros energiją (mln. Lt)</i>	<i>Bendras pelnas per metus (mln. Lt)</i>	<i>Paprastasis atsipirkimo laikas, PB (metai)</i>	<i>Tikrasis atsipirkimo laikas, PO (metai)</i>	<i>Grynoji dabartinė vertė (Lt)</i>	<i>Vidinė pelno norma (%)</i>
0,37	272,26	84,43	26,17	68,78	-810.701.215,69	-3,67%
0,45	331,13	143,30	15,42	22,39	164.805.592,18	0,65%
0,50	367,92	180,09	12,27	16,23	774.497.347,10	2,89%
0,60	441,50	253,67	8,71	10,54	1.993.880.856,93	6,86%



20 pav. Jūrinei VJ atlikta jautrumo analizė priklausomai nuo elektros supirkimo kainos

10 lentelė. VJ sausumoje lyginimas keičiant diskonto normą:

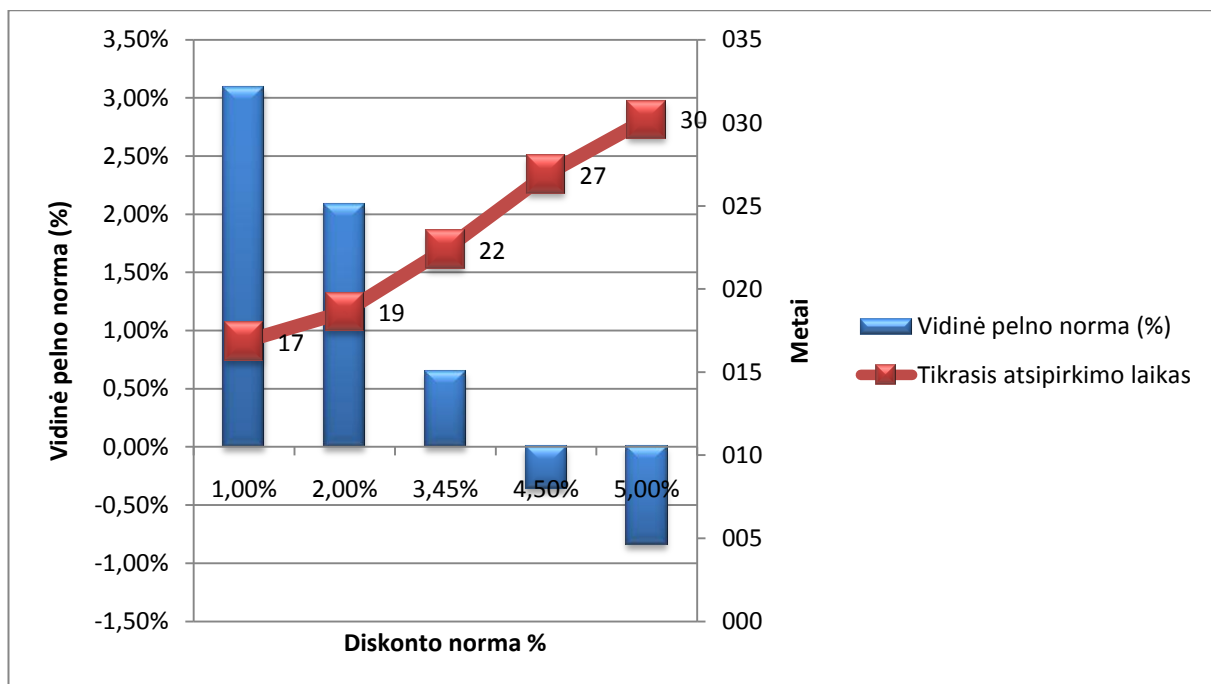
<i>Vėjo jėgainė sausumoje</i>				
<i>Diskonto norma %</i>	<i>Paprastasis atsipirkimo laikas</i>	<i>Tikrasis atsipirkimo laikas</i>	<i>Grynoji dabartinė vertė (Lt)</i>	<i>Vidinė pelno norma (%)</i>
1,00%	6,77	7,05	1.944.047.610,85	13,11%
2,00%	6,77	7,35	1.625.415.949,78	12,00%
3,45%	6,77	7,85	1.249.112.149,81	10,43%
4,50%	6,77	8,26	1.026.922.140,06	9,32%
5,00%	6,77	8,47	933.326.925,94	8,80%



21 pav. Vėjo jėgainių sausumoje priklausomybė nuo diskonto normos

11 lentelė. Jautrumo analizė jūrinėms VJ keičiantis diskonto normai:

<i>Jūrinė vėjo jėgainė</i>				
<i>Diskonto norma %</i>	<i>Paprastasis atsipirkimo laikas</i>	<i>Tikrasis atsipirkimo laikas</i>	<i>Grynoji dabartinė vertė (Lt)</i>	<i>Vidinė pelno norma (%)</i>
1,00%	15,42	16,83	946.031.071,87	3,09%
2,00%	15,42	18,62	587.834.971,33	2,08%
3,45%	15,42	22,39	164.805.592,18	0,65%
4,50%	15,42	26,90	-84.973.713,51	-0,36%
5,00%	15,42	30,22	-190.190.629,53	-0,84%



22 pav. Jūrinių vėjo jėgainių priklausomybė nuo diskonto normos

12. Išvados

Atlikus visą literatūros apžvalgą, ekonominius skaičiavimus, buvo gauta išvada, kad Lietuvoje priėmus naują Atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymą, turėtų būti labiau plėtojami atsinaujinantys energijos ištekliai. Taip pat turėtų būti skiriamos tam tikros subsidijos žmonėms ar įmonėms, kurios norėtų plėtoti atsinaujinančius energijos išteklius. Tačiau yra daug problemų teisės aktuose dėl žemės, norint įrengti VJ parkus.

Norint pasiekti užsibrėžtų tikslų reikia labiau skatinti AEI plėtrą, kurti reklamas, kurios padėtų gyventojams suvokti, jog AEI yra mūsų elektros energijos ateitis. Stengtis pakeisti žemės įstatymą, kad dėl VJ būtų atliekamas specialusis planas, o ne detalusis žemės planas, nes pastarasis užtrunka daug ilgiau, kartais net būna vilkinamas, kad tik projektas būtų neįgyvendintas.

VJ reikia steigti visos šalies ribose, tačiau yra susiduriama su tam tikromis problemomis, kaip pavyzdžiui, visoje Lietuvos Respublikos teritorijoje yra gan daug parkų, kuriuose yra uždrausta bet kokia statyba, taip pat rytinė dalis yra tankiau apgyvendinta ir tai gali sukelti tam tikrų kliūčių VJ plėtrai. Ir dažnai žmonės nenori įsileisti į savo kaimynystę vėjo jėgainių.

Taip pat reiktų kurti didelius VJ parkus ne tik sausumoje, bet ir jūroje, bet tam reikia pritraukti gerų investuotojų iš užsienio.

Kuriant naujas VJ Lietuvoje, būtų geriausia ir realiausia šalia kurti ir kitus atsinaujinančius energijos šaltinius, nes vėjas Lietuvoje yra ne pastovus, ir kartais jo ilgai gali ir nebūti. Jei VJ stovėtų, tai jos taptų nebe naudingos ir negamintų elektros energijos. Todėl manau, kad vasaros

metu dar reiktų išnaudoti ir saulės energiją, deginti šiukšles. Taip pat valstybė turėtų labiau palaikyti kogeneracinių jėgainių statybas, nes žiemos metu jos užtikrintų šilumos tiekimą gyventojams, bei nenutrūkstamą elektros gamybą.

Pagal atliktus skaičiavimus buvo gauta, kad norint įkurti 200 MW parką sausumoje reikėtų investuoti apie 900 milijonų Litų, kad projektas taptų realus ir jai supirkimo kainą liktų pastovi t.y. 0,30 Lt/kWh tai VJ parkas sausumoje atsipirktų po beveik aštuonerių metų ir nuo tada pradėtų duoti įmonei ar valstybei. Ir pagal atliktus skaičiavimus, po 25 metų jau būtų galima už uždirbtus pinigus tą patį parką atnaujinti ir praplėsti arba tiesiog sukurti naują VJ parką. O jei norint įrengti taip pat 200 MW VJ parką jūroje, tai tokio parko pradinės investicijos siektų porą milijardų litų ir tokio parko atsipirkimas prasidėtų tik po 22 metų, tai reiškia, kad nors ir vėjas yra daug geresnis ir pastovesnis jūroje, tačiau tokio parko atsipirkimas prasidėtų labai vėlai arba išvis būtų labai nenaudingas LR toks projektas. Norit kad jūrinių vėjo jėgainių parkas atsipirktų greičiau, reiktų nustatyti konkrečius elektros energijos supirkimo tarifus iš atsinaujinančių energijos išteklių jūroje ir šis supirkimo tarifas turėtų būti gerokai didesnis nei tarifas superkant iš sausumos, taip pat diskonto norma turėtų būti gan maža t.y. apie 1 %, tada toks parkas atsipirktų greičiau nei per 20 metų.

Atlikus jautrumo analizę, buvo nustatyta, kokie dydžiai būtų geriausi abiejų tipų VJ parkams. Geriausia, kad būtų gan didelė supirkimo kaina bei maža diskonto norma.

Akivaizdu, kad LR Vyriausybė turėtų sukurti daugiau galimų vietų tiek sausumoje tiek jūroje VJ statybai, ir kai bus sukurtos tinkamos sąlygos ir tada bus lengviau pritraukti investuotojus iš užsienio šalių, kurie būtų suinteresuoti plėtoti atsinaujinančių išteklių energetiką Lietuvos Respublikos teritorijoje.

Pagal atliktus skaičiavimus VJ parką būtų geriausia statyti sausumoje, kur nors netoli jūros, bet toje vietovėje yra labai daug saugomų teritorijų, dėl šios priežasties turėtų būti sukuriamos tam tikros išimtys, kad saugomose teritorijose būtų leista plėtoti atsinaujinančius energijos išteklius.

13. Naudota literatūra

1. Lietuvos Respublikos Atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymas. Projektas XIP-1749(5), 2011-04-19.
2. Lietuvos Respublikos ministerija. *Efektyvaus atsinaujinančių energijos išteklių naudojimas: šalyje įgyvendinti projektai*. Vilnius, 2008. 61 p.
3. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2009/28/EB dėl skatinimo naudoti atsinaujinančių išteklių energiją. 2009. 47 p. Galioja nuo 2009-04-23.
4. E. Jaraminienė, N. Siniak. *Atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimo elektros energijos gamyboje apimčių analizė ir rekomendacijų dėl elektros energijos, kuriai gaminti naudojami atsinaujinantys energijos ištekliai, gamybos ir supirkimo skatinimo 2010-2020 m. parengimas*. Vilnius, 2009. 108 p.
5. Elektros energijos, pagamintos naudojant atsinaujinančius energijos išteklius, kilmės garantijų teikimo taisyklės. Vilnius, 2005. 6 p. Galioja nuo 2005-10-07.
6. Lietuvos Respublikos energetikos įstatymas. Vilnius, 2002. 17 p. Valstybės žinios:2002-06-07 Nr. 56-2224.
7. Lietuvos Respublikos Vyriausybė. Nutarimas *Dėl nacionalinės atsinaujinančių energijos išteklių plėtros strategijos patvirtinimo*. 2010 m. birželio 21 d. Nr. 789, Vilnius.
8. Jankauskas V. *Atsinaujinantys energijos ištekliai ir jų vartojimo skatinimas. 3 paskaita*. Energetikos ekonomikos paskaitos.
9. Naujienos – Atsinaujinančių išteklių energetikos asociacija. www.vtv.lt, prieigos data: 2010-01-08.
10. Lietuvos energetikos institutas. *Nacionalinė energetikos strategija*. Vilnius, 2008. 64 p. Valstybės žinios: 2007-01-26 Nr.11-431.
11. Europe's Energy Portal – Gas and electricity. www.energy.eu, prieigos data: 2011-05-17.
12. World of Wind energy. www.worldofwindenergy.com, prieigos data: 2011-05-01.
13. Vėjo energetikos plėtra. www.nefas.eu, prieigos data: 2011-05-02.
14. Lietuvos biomasės energetikos asociacija LITBIOMA. *Lietuvos atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo skatinimo veiksmų planas 2010-2020 m*. Ataskaita. Vilnius, 2008. 215 p.
15. Lietuvos vėjo energetikos asociacija. www.lwea.lt, prieigos data: 2011-05-02.
16. Jurgita Krivickaitė. *Vėjo jėgainių Antkalniškėse darbo rezultatų analizė ir perspektyvos*. Baigiamasis magistro darbas. Vilnius, 2008. 95 p.
17. Lietuvos tinkamumas vėjo energetikai. <http://neg.lt/index.php/lt/vjo-energija/lietuvos-tinkamumas-vjo-energetikai>, prieigos data: 2011-05-02.

18. TASSA BALTIC – Vėjo jėgainės. <http://www.tassabaltic.lt/apieveja.html>, prieigos data: 2011-05-02.
19. First offshore wind farm. <http://www.planethopia.info/energy/first-offshore-wind-farm/>, prieigos data: 2011-05-02.
20. Offshore wind turbine foundation. http://offshorewind.net/Other_Pages/Turbine-Foundations.html, prieigos data: 2011-05-03.
21. Generating a new idea: floating wind turbines. http://www.isa.org/InTechTemplate.cfm?Section=Industry_News&template=/ContentManagement/ContentDisplay.cfm&ContentID=56612, prieigos data: 2011-05-03.
22. Butterfield S., Musial W. and Jonkman J. “*Engineering challenges for floating offshore wind turbines*”. Offshore wind conference, Denmark.
23. http://www.sway.no/publish_files/Borgen_2010.pdf, prieigos data: 2011-05-03.
24. http://www.technologijos.lt/n/technologijos/energija_ir_energetika/S-14096/straipsnis?name=S-14096&l=2&p=1, prieigos data: 2011-05-03.
25. <http://www.emd.dk/windres:>, prieigos data: 2011-05-06.
26. Winds of change. <http://www.windsofchange.dk/>, prieigos data 2011-05-06.
27. Offshore wind energy/offshore wind farms. <http://www.oceanenergycouncil.com/index.php/Offshore-Wind/Offshore-Wind-Energy.html>, prieigos data 2011-05-10.
28. Wind industry: Danish wind industry association. <http://www.windpower.org/>, prieigos data 2011-05-10.
29. Massive offshore wind turbines safe for birds. <http://www.technologyreview.com/Energy/18167/>, prieigos data 2011-05-10.
30. Offshore wind farms. <http://www.offshorecenter.dk/offshorewindfarms.asp>, prieigos data 2011-05-10.
31. Danish wind power and electricity export. <http://www.claverton-energy.com/danish-wind-power-and-electricity-export-in-2007.html>, prieigos data 2011-05-23.
32. Not only wind energy. <http://www.notonlywindenergy.com/2011/03/wind-energy-production-in-spain-denmark.html>, prieigos data 2011-05-23.
33. Wind energy in Germany. <http://www.wind-energie.de/en/wind-energy-in-germany/>, prieigos data 2011-05-23.
34. <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/41/Windenergygermany.svg>, prieigos data 2011-05-23.

35. Germany: The world's first major renewable energy economy. <http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2009/04/germany-the-worlds-first-major-renewable-energy-economy>, prieigos data 2011-05-23.
36. Renewable energy policy in Germany. <http://www.globalchange.umd.edu/energytrends/germany/6/>, prieigos data 2011-05-23.
37. Renewable energy resources. <http://www.geni.org/globalenergy/library/renewable-energy-resources/world/europe/wind-europe/wind-germany.shtml>, prieigos data 2011-05-23.
38. J. Abromas. Vėjo jėgainių plėtra vakarų Lietuvoje. Klaipėda, 2010. 20.
39. Lietuvos žinios. www.lzinios.lt/lt/2011-01-19/pirmas_puslapis/milijonu_derybos_pagal_korupcine_schema.html?print, prieigos data 2011-05-30.

14. Priedai

Elektros energijos supirkimo kaina sausumoje už 0,15 Lt/kWh:

<i>Vėjo jėgainės sausumoje</i>						
<i>Metai</i>	<i>Projekto metai</i>	<i>Diskonto norma</i>	<i>Sutaupymai Lt</i>	<i>Sutaupymai, taikant diskonto normą Lt</i>	<i>Diskontuotas atsipirkimo laikas Lt</i>	<i>Paprastas atsipirkimo laikas Lt</i>
0	2011	1,0000	-863.200.000	-863.200.000	-863.200.000	-863.200.000
1	2012	0,9667	48.628.000	47.006.283	-816.193.717	-814.572.000
2	2013	0,9344	48.628.000	45.438.650	-770.755.067	-765.944.000
3	2014	0,9033	48.628.000	43.923.296	-726.831.771	-717.316.000
4	2015	0,8731	48.628.000	42.458.479	-684.373.292	-668.688.000
5	2016	0,8440	48.628.000	41.042.512	-643.330.780	-620.060.000
6	2017	0,8159	48.628.000	39.673.767	-603.657.013	-571.432.000
7	2018	0,7887	48.628.000	38.350.669	-565.306.345	-522.804.000
8	2019	0,7624	48.628.000	37.071.695	-528.234.649	-474.176.000
9	2020	0,7369	48.628.000	35.835.375	-492.399.274	-425.548.000
10	2021	0,7124	48.628.000	34.640.285	-457.758.989	-376.920.000
11	2022	0,6886	48.628.000	33.485.051	-424.273.938	-328.292.000
12	2023	0,6656	48.628.000	32.368.343	-391.905.595	-279.664.000
13	2024	0,6434	48.628.000	31.288.877	-360.616.718	-231.036.000
14	2025	0,6220	48.628.000	30.245.410	-330.371.308	-182.408.000
15	2026	0,6012	48.628.000	29.236.743	-301.134.566	-133.780.000
16	2027	0,5812	48.628.000	28.261.713	-272.872.852	-85.152.000
17	2028	0,5618	48.628.000	27.319.201	-245.553.651	-36.524.000
18	2029	0,5431	48.628.000	26.408.121	-219.145.531	12.104.000
19	2030	0,5250	48.628.000	25.527.425	-193.618.106	60.732.000
20	2031	0,5074	48.628.000	24.676.099	-168.942.007	109.360.000
21	2032	0,4905	48.628.000	23.853.165	-145.088.842	157.988.000
22	2033	0,4742	48.628.000	23.057.675	-122.031.166	206.616.000
23	2034	0,4584	48.628.000	22.288.715	-99.742.452	255.244.000
24	2035	0,4431	48.628.000	21.545.398	-78.197.053	303.872.000
25	2036	0,4283	48.628.000	20.826.871	-57.370.182	352.500.000
			NPV	-57.370.182		

Elektros energijos supirkimo kaina sausumoje už 0,45 Lt/kWh:

Vėjo jėgainės sausumoje						
<i>Metai</i>	<i>Projekto metai</i>	<i>Diskonto norma</i>	<i>Sutaupymai Lt</i>	<i>Sutaupymai, taikant diskonto normą Lt</i>	<i>Diskontuotas atsipirkimo laikas Lt</i>	<i>Paprastas atsipirkimo laikas Lt</i>
0	2011	1,0000	-863.200.000	-863.200.000	-863.200.000	-863.200.000
1	2012	0,9667	206.308.000	199.427.743	-663.772.257	-656.892.000
2	2013	0,9344	206.308.000	192.776.938	-470.995.319	-450.584.000
3	2014	0,9033	206.308.000	186.347.935	-284.647.384	-244.276.000
4	2015	0,8731	206.308.000	180.133.335	-104.514.049	-37.968.000
5	2016	0,8440	206.308.000	174.125.988	69.611.939	168.340.000
6	2017	0,8159	206.308.000	168.318.983	237.930.922	374.648.000
7	2018	0,7887	206.308.000	162.705.639	400.636.561	580.956.000
8	2019	0,7624	206.308.000	157.279.496	557.916.057	787.264.000
9	2020	0,7369	206.308.000	152.034.312	709.950.369	993.572.000
10	2021	0,7124	206.308.000	146.964.052	856.914.422	1.199.880.000
11	2022	0,6886	206.308.000	142.062.883	998.977.305	1.406.188.000
12	2023	0,6656	206.308.000	137.325.165	1.136.302.469	1.612.496.000
13	2024	0,6434	206.308.000	132.745.447	1.269.047.916	1.818.804.000
14	2025	0,6220	206.308.000	128.318.460	1.397.366.376	2.025.112.000
15	2026	0,6012	206.308.000	124.039.111	1.521.405.487	2.231.420.000
16	2027	0,5812	206.308.000	119.902.475	1.641.307.962	2.437.728.000
17	2028	0,5618	206.308.000	115.903.794	1.757.211.757	2.644.036.000
18	2029	0,5431	206.308.000	112.038.467	1.869.250.224	2.850.344.000
19	2030	0,5250	206.308.000	108.302.047	1.977.552.271	3.056.652.000
20	2031	0,5074	206.308.000	104.690.234	2.082.242.504	3.262.960.000
21	2032	0,4905	206.308.000	101.198.873	2.183.441.377	3.469.268.000
22	2033	0,4742	206.308.000	97.823.946	2.281.265.323	3.675.576.000
23	2034	0,4584	206.308.000	94.561.572	2.375.826.895	3.881.884.000
24	2035	0,4431	206.308.000	91.407.996	2.467.234.891	4.088.192.000
25	2036	0,4283	206.308.000	88.359.590	2.555.594.482	4.294.500.000
			NPV	2.555.594.482		

Jūrinių vėjo jėgainių pagamintos elektros energijos supirkimas už 0,37 Lt/kWh:

Jūrinės vėjo jėgainės sausumoje						
<i>Metai</i>	<i>Projekto metai</i>	<i>Diskonto norma</i>	<i>Sutaupymai Lt</i>	<i>Sutaupymai, taikant diskonto normą Lt</i>	<i>Diskontuotas atsipirkimo laikas Lt</i>	<i>Paprastas atsipirkimo laikas Lt</i>
0	2011	1,0000	-2.209.792.000	-2.209.792.000	-2.209.792.000	-2.209.792.000
1	2012	0,9667	84.428.480	81.612.837	-2.128.179.163	-2.125.363.520
2	2013	0,9344	84.428.480	78.891.094	-2.049.288.069	-2.040.935.040
3	2014	0,9033	84.428.480	76.260.120	-1.973.027.948	-1.956.506.560
4	2015	0,8731	84.428.480	73.716.888	-1.899.311.061	-1.872.078.080
5	2016	0,8440	84.428.480	71.258.470	-1.828.052.590	-1.787.649.600
6	2017	0,8159	84.428.480	68.882.040	-1.759.170.550	-1.703.221.120
7	2018	0,7887	84.428.480	66.584.862	-1.692.585.688	-1.618.792.640
8	2019	0,7624	84.428.480	64.364.294	-1.628.221.394	-1.534.364.160
9	2020	0,7369	84.428.480	62.217.781	-1.566.003.613	-1.449.935.680
10	2021	0,7124	84.428.480	60.142.852	-1.505.860.761	-1.365.507.200
11	2022	0,6886	84.428.480	58.137.122	-1.447.723.640	-1.281.078.720
12	2023	0,6656	84.428.480	56.198.281	-1.391.525.359	-1.196.650.240
13	2024	0,6434	84.428.480	54.324.099	-1.337.201.259	-1.112.221.760
14	2025	0,6220	84.428.480	52.512.421	-1.284.688.838	-1.027.793.280
15	2026	0,6012	84.428.480	50.761.161	-1.233.927.677	-943.364.800
16	2027	0,5812	84.428.480	49.068.304	-1.184.859.373	-858.936.320
17	2028	0,5618	84.428.480	47.431.904	-1.137.427.469	-774.507.840
18	2029	0,5431	84.428.480	45.850.076	-1.091.577.393	-690.079.360
19	2030	0,5250	84.428.480	44.321.002	-1.047.256.392	-605.650.880
20	2031	0,5074	84.428.480	42.842.921	-1.004.413.471	-521.222.400
21	2032	0,4905	84.428.480	41.414.133	-962.999.338	-436.793.920
22	2033	0,4742	84.428.480	40.032.995	-922.966.343	-352.365.440
23	2034	0,4584	84.428.480	38.697.917	-884.268.426	-267.936.960
24	2035	0,4431	84.428.480	37.407.363	-846.861.064	-183.508.480
25	2036	0,4283	84.428.480	36.159.848	-810.701.216	-99.080.000
			NPV	-810.701.216		

Jūrinių vėjo jėgainių pagamintos elektros energijos supirkimas už 0,60 Lt/kWh:

Jūrinės vėjo jėgainės sausumoje						
<i>Metai</i>	<i>Projekto metai</i>	<i>Diskonto norma</i>	<i>Sutaupymai Lt</i>	<i>Sutaupymai, taikant diskonto normą Lt</i>	<i>Diskontuotas atsipirkimo laikas Lt</i>	<i>Paprastas atsipirkimo laikas Lt</i>
0	2011	1,0000	-2.209.792.000	-2.209.792.000	-2.209.792.000	-2.209.792.000
1	2012	0,9667	253.671.680	245.211.870	-1.964.580.130	-1.956.120.320
2	2013	0,9344	253.671.680	237.034.191	-1.727.545.939	-1.702.448.640
3	2014	0,9033	253.671.680	229.129.232	-1.498.416.706	-1.448.776.960
4	2015	0,8731	253.671.680	221.487.900	-1.276.928.806	-1.195.105.280
5	2016	0,8440	253.671.680	214.101.401	-1.062.827.405	-941.433.600
6	2017	0,8159	253.671.680	206.961.239	-855.866.166	-687.761.920
7	2018	0,7887	253.671.680	200.059.196	-655.806.970	-434.090.240
8	2019	0,7624	253.671.680	193.387.333	-462.419.636	-180.418.560
9	2020	0,7369	253.671.680	186.937.973	-275.481.663	73.253.120
10	2021	0,7124	253.671.680	180.703.696	-94.777.967	326.924.800
11	2022	0,6886	253.671.680	174.677.328	79.899.361	580.596.480
12	2023	0,6656	253.671.680	168.851.936	248.751.297	834.268.160
13	2024	0,6434	253.671.680	163.220.818	411.972.115	1.087.939.840
14	2025	0,6220	253.671.680	157.777.494	569.749.610	1.341.611.520
15	2026	0,6012	253.671.680	152.515.703	722.265.312	1.595.283.200
16	2027	0,5812	253.671.680	147.429.389	869.694.701	1.848.954.880
17	2028	0,5618	253.671.680	142.512.701	1.012.207.402	2.102.626.560
18	2029	0,5431	253.671.680	137.759.981	1.149.967.383	2.356.298.240
19	2030	0,5250	253.671.680	133.165.762	1.283.133.146	2.609.969.920
20	2031	0,5074	253.671.680	128.724.758	1.411.857.904	2.863.641.600
21	2032	0,4905	253.671.680	124.431.859	1.536.289.763	3.117.313.280
22	2033	0,4742	253.671.680	120.282.126	1.656.571.889	3.370.984.960
23	2034	0,4584	253.671.680	116.270.784	1.772.842.673	3.624.656.640
24	2035	0,4431	253.671.680	112.393.218	1.885.235.890	3.878.328.320
25	2036	0,4283	253.671.680	108.644.966	1.993.880.857	4.132.000.000
			NPV	1.993.880.857		