



**VILNIAUS UNIVERSITETO  
VERSLO MOKYKLA**

**TARPTAUTINIŲ VERSLO FINANSŲ PROGRAMA**

*Agnė Celešė*

**MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS**

<b>INVESTICIJŲ Į VĖJO JĖGAINIŲ PARKUS DAUGIAKRITERINIO VERTINIMO MODELIS</b>	<b>MULTICRITERIAL EVALUATION MODEL OF INVESTMENT IN WIND FARMS</b>
--	--

**Studentas:** \_\_\_\_\_

(parašas)

**Darbo vadovas:** \_\_\_\_\_

(parašas)

Partn. doc. Marius Dubnikovas

Darbo vadovo vardas, pavardė

Vilnius, 2022 m.



**SANTRAUKA**  
VILNIAUS UNIVERSITETO  
VERSLO MOKYKLA  
TARPTAUTINIO VERSLO FINANSŲ PROGRAMA  
AGNĖ CELEŠĖ

INVESTICIJŲ Į VĖJO JĖGAINIŲ PARKUS DAUGIAKRITERINIO VERTINIMO MODELIS

Darbo vadovas – partn. doc. Marius Dubnikovas

Darbas parengtas – 2022 m. Vilniuje

Darbo apimtis – 59 puslapiai

Lentelių skaičius darbe – 10 vnt.

Paveikslų skaičius darbe – 10 vnt.

Literatūros ir šaltinių skaičius – 48 vnt.

Šio mokslinio darbo tikslas - Excel programos pagalba sukurti įrankį, kuris būtų naudingas norint įvertinti investicinių vėjo jėgainių parkų statybos projektų atsiperkamumą bei patrauklumą. Įrankis padeda įvertinti investicinio projekto kintamuosius bei modeliuoti būtent unikaliam investicinio projekto atvejui tinkamus scenarijus. Šiam tikslui pasiekti buvo išsikelti šie uždaviniai: atlikti informacijos analizę ir įvertinti, kokios yra pagrindinės atsinaujinančios energetikos investicinių projektų rūšys bei kokios yra investicinių projektų į vėjo jėgainių parkus ypatybės; išanalizuoti, kokie atsinaujinančių išteklių investicinių projektų, ypač vėjo jėgainių, skatinimo mechanizmai egzistuoja tiek Lietuvoje, tiek Europoje; išanalizuoti pagrindinius iššūkius, su kuriais susiduriama statant vėjo jėgainių parką bei pagrindinius parametrus, kurie privalo būti įvertinti prieš pradėdant vystyti vėjo jėgainių parko projektą; išanalizuoti galimus investicinių projektų vertinimo metodus, parinkti tinkamiausią metodą investicinių vėjo jėgainių projektų vertinimui; sukurti investicijų į vėjo jėgainių parkus daugiakriterinio vertinimo modelį, kuris tinkamai atspindėtų investicijų į vėjo jėgainių parką patrauklumą bei efektyvumą. Atlikus literatūros bei prieinamos informacijos analizę bei sukūrus daugiakriterinio vertinimo modelį, daroma išvada, jog vėjo jėgainių parko statybos projektai yra pelningi, finansinę grąžą generuojantys, projektai, tačiau jų įgyvendinimui reikalingas kruopštus pasirengimas bei įvairių projektui darančių veiksnių ištyrimas – kai kurie veiksniai gali būti kritiniai, o su jais susijusių veiksnių neatlikimas gali užkirsti kelią tolesniam investicinių projektų į vėjo jėgainių parkus vystymui. Darbo rezultatų publikavimas yra galimas tik gavus autorės sutikimą.

# SANTRAUKA ANGLŲ KALBA

## SUMMARY

E-version:

VILNIUS UNIVERSITY

BUSINESS SCHOOL

INTERNATIONAL BUSINESS FINANCE PROGRAMME

AGNĖ CELEŠĖ

### MULTICRITERIAL EVALUATION MODEL OF INVESTMENT IN WIND FARMS

MA thesis supervisor – partn. doc. Marius Dubnikovas

MA thesis prepared – 2022 Vilnius

MA thesis scope – 59 pages

Number of tables in MA thesis – 10

Number of images in MA thesis – 10

Number of literature sources – 48

The purpose of this research is to create an Excel tool that would be useful to assess the return and attractiveness of investment projects in wind farms. The tool helps to evaluate the variables of the investment project and to model the scenarios suitable for the unique cases of the investment project. To achieve this goal, the following tasks were set: to perform information analysis and find out the main characteristics of investment in wind farm projects; to analyze what incentives for renewable investment projects, especially wind farms, exist both in Lithuania and in Europe; to analyze the main challenges faced in the construction period of the wind farm and the main parameters that must be assessed before the development of the wind farm project; to analyze possible evaluation methods of investment projects and to select the most appropriate method for the evaluation of investment in wind farms projects; to develop a multicriterial evaluation model of investment in wind farms that would properly reflect the attractiveness and efficiency of investment in wind farm development projects. The analysis of the literature and available information as well as the development of a multicriterial evaluation model lead to the conclusion that wind farm construction projects are profitable projects generating the financial return, but their implementation requires careful preparation and research of various factors - some development steps may be critical and failure to make them may stop the further development process of the wind farm. The results of the research can be published only with the approval of the author.

# TURINYS

SANTRAUKA.....	2
SANTRAUKA ANGLŲ KALBA .....	3
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS .....	5
LENTELIŲ SĄRAŠAS .....	6
PRIEDŲ SĄRAŠAS .....	6
ĮVADAS .....	7
1. Atsinaujinančios energetikos sektorius: investicijos į vėjo jėgainių parkus.....	10
1.1. Atsinaujinančios energetikos svarba bei sektoriaus strategija .....	10
1.2. Investicijų į vėjo jėgainių parkus patrauklumas.....	17
1.3. Investicinių projektų ekonominio vertinimo metodai .....	22
2. Daugiakriterinis investicijų į vėjo jėgainių parkų statybas vertinimo modelis ir duomenys.....	27
2.1. Daugiakriterinis vertinimo modelis.....	27
2.2. Duomenys naudojami modelyje.....	36
3. Investicijų į vėjo jėgainių parkus daugiakriterinio vertinimo modelio tyrimo rezultatai .....	41
3.1. Daugiakriterinio vertinimo modelis (60 MW vėjo jėgainių parko atvejis).....	41
3.2. Daugiakriterinis vertinimo modelis (95 mln. eurų investicija) .....	46
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI.....	49
LITERATŪROS IR ŠALTINIŲ SĄRAŠAS.....	53
PRIEDAI.....	58

## **PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS**

Paveikslas 1. Energetikos transformacija .....	15
Paveikslas 2. Atsinaujinančių išteklių pokytis pagal instaliacijos galią bei rinkos dalį pasaulyje .....	17
Paveikslas 3. Atsinaujinančių energijos išteklių sąnaudų struktūra 2020 m. ....	18
Paveikslas 4. Elektros energijos gamybos tikslai (2030 m.).....	19
Paveikslas 5. Investicinių projektų daugiakriterinio vertinimo etapai.....	26
Paveikslas 6. Vidinės grąžos normos skaičiavimo proceso vertinimo schema .....	29
Paveikslas 7. Vidinės grąžos normos skaičiavimo proceso schema .....	31
Paveikslas 8. PAV procedūros schema .....	33
Paveikslas 9. Elektros kaina Lietuvoje 2020 – 2021 m. ....	37
Paveikslas 10. V112-3.45 MW vidutinė metinė gamyba .....	38

## **LENTELIŲ SĄRAŠAS**

Lentelė 1. Realiųjų ir finansinių opcionų vertinime naudojamų kintamųjų palyginimas.....	24
Lentelė 2. Investicinių projektų efektyvumą lemiantys veiksniai .....	28
Lentelė 3. Daugiakriterinio investicinių projektų vertinimo modelio kriterijai.....	34
Lentelė 4. Daugiakriterinio investicinių projektų vertinimo modelio tikrinimo prielaidos.....	35
Lentelė 5. Vidutinė megavato instaliacijos kaina (EUR/MW) .....	38
Lentelė 6. Duomenys investicinių vėjo jėgainių parkų projektų vertinimui (tikslas – 60 MW parkas)	42
Lentelė 7. Skaitinių reikšmių apskaičiavimas ir priskyrimas pasirinktiems vertinimo kriterijams .....	43
Lentelė 8. Etaloninių reikšmių projektams priskyrimas .....	45
Lentelė 9. Galutinio rodiklio Hf apskaičiavimas .....	45
Lentelė 10. Duomenys investicinių vėjo jėgainių parkų projektų vertinimui (investicija – 95 mln. eurų) .....	47

## **PRIEDŲ SĄRAŠAS**

Priedas 1. IRR skaičiavimas pirmuoju atveju (tikslas – 60 MW vėjo jėgainių parko statyba).....	58
Priedas 2. IRR skaičiavimas antruoju atveju (turima investicija – maždaug 95 mln. eurų) .....	58

## IVADAS

Atsinaujanti energetika – vis labiau populiarėjantis terminas, labai dažnai girdimas ir keliantis diskusijas įvairiuose forumuose bei politikų debatuose. Atsinaujančių išteklių energetikos populiarumą lemia globalinio atšilimo problema – įgytas klimato šiltėjimo greitis daro neatstatomą žalą gamtai bei visai aplinkai. Ši problema privalo būti sprendžiama kaip įmanoma greičiau ir efektyviau. Šios problemos viena iš atsiradimo priežasčių – tradicinių energijos išteklių kuriamos energijos naudojimas nevertinant kuriamos neigiamos įtakos aplinkai. Pastebėjus, kad tradicinė energija daro reikšmingą neigiamą įtaką aplinkai, pradėta kreipti dėmesį, kaip šią žalą būtų galima minimizuoti. Žinoma, jog vienas iš pagrindinių būdų atsisakyti tradicinės energijos naudojimo – pakeisti ją atsinaujančių išteklių energijos rūšimis.

Vis daugiau kalbant apie aplinkos taršos problemą, žmonės tampa sąmoningesni ir supranta, kad prie pokyčio gali prisidėti kiekvienas energijos vartotojas. Taip pat, verta paminėti, jog atsinaujančių išteklių investiciniai projektai gali būti naudingi ne tik aplinkai, bet kurti nefinansinę naudą įmonėms ar atsinaujančios energetikos investicinius projektus vystančioms institucijoms. Įmonės ir institucijos, vystančios žaliuosius projektus, įgyja reputacinį pranašumą, o tos įmonės ar institucijos, kurios įsivelia į skandalus, nes, pavyzdžiui, nelegaliai teršia aplinką, praranda gerą reputaciją, mažėja įmonės vertė, mokamos didžiulės baudos ir pan. Tai reiškia, kad daryti teigiamą įtaką aplinkai tampa ypač reikšminga, o visuomenės supratimas, ką reiškia tvari energetika yra ypač svarbus, norint kaip įmanoma greičiau ir efektyviau įgyvendinti atsinaujančios energetikos investicinius projektus.

Nors atsinaujančios energetikos rūšių yra įvairių, viena populiariausių – vėjo energija. Vėjo energija yra neišsenkantis išteklius, kurio išgavimas nėra niekaip komplikotas, o norint šį išteklių tinkamai panaudoti kuriant elektros energiją, reikalingi vidutinio vėjo greičio tyrimai tam, kad nustatyti tinkamą vėjo jėgainių parko vietą, bei tinkami įrenginiai – tokiu būdu generuojama žalia ir tvari energija, sauganti žmonijos aplinką.

Jau ir Lietuvoje neretai aptinkami vėjo jėgainių parkai daro įspūdį, jog tai didelių pradinių investicijų reikalaujantys projektai, kuriantys didelę pridėtinę vertę ateityje. Įdomu sužinoti, ar investicijos į vėjo jėgainių parkų projektus yra patrauklios ir generuoja pakankamą grąžą investuotojams. Taip pat įdomu išsiaiškinti, kaip vyksta vėjo jėgainių parko projekto vystymo projektas, kokie pagrindiniai elementai turėtų būti vertinami, norint kuo tiksliau nustatyti, ar vėjo jėgainių parko vystymo projektas vertas investicijų. Dėl išvardintų priežasčių, pasirinktas darbo objektas – investicinių projektų į vėjo jėgainių parkus efektyvumo vertinimas. Kadangi atsinaujanti energetika ateityje turėtų pakeisti tradicinę energiją, labai svarbu išsiaiškinti, kokie aspektai bei elementai daro įtaką vėjo jėgainių

parko investicijų atsiperkamumui, su kokiomis problemomis susiduriama vystant tokio tipo projektus, taip pat, ar egzistuoja kokios nors skatinimo schemos tam, kad vėjo jėginių parkai būtų vystomi kuo intensyviau ir tradicinė energetika būtų pakeičiama atsinaujinančių išteklių energetikos rūšimis.

Rašto darbe keliama problema, ar investicijos į vėjo jėginių parkų statybas yra patrauklios bei kaip teisingai įvertinti, ar verta investuoti į tam tikrą atsinaujinančios energetikos projektą. Rašto darbo tikslas – sukurti investicijų į vėjo jėginių parkus daugiakriterinio vertinimo modelį, kuris leistų kaip įmanoma tiksliau įvertinti planuojamo vėjo jėginių parko projekto efektyvumą bei patrauklumą. Rašto darbe keliami šie uždaviniai:

1. Atlikti informacijos analizę ir įvertinti, kokios yra pagrindinės atsinaujinančios energetikos investicinių projektų rūšys bei kokios yra investicinių projektų į vėjo jėginių parkus ypatybės;
2. Išanalizuoti, kokie atsinaujinančių išteklių investicinių projektų, ypač vėjo jėginių, skatinimo mechanizmai egzistuoja tiek Lietuvoje, tiek Europoje;
3. Išanalizuoti pagrindinius iššūkius, su kuriais susiduriama statant vėjo jėginių parką bei pagrindinius parametrus, kurie privalo būti įvertinti prieš pradėdant vystyti vėjo jėginių parko projektą;
4. Išanalizuoti galimus investicinių projektų vertinimo metodus, parinkti tinkamiausią metodą investicinių vėjo jėginių projektų vertinimui;
5. Sukurti investicijų į vėjo jėginių parkus daugiakriterinio vertinimo modelį, kuris tinkamai atspindėtų investicijų į vėjo jėginių parką, patrauklumą bei efektyvumą.

Minėtiems uždaviniams taikomi šie sprendimo būdai: mokslinės literatūros analizė – platesnis susipažinimas su darbo tema, požiūrių bei nuomonių vertinimas; informacijos analizė, kurios tikslas – rasti reikiamus parametrus tam, kad būtų įmanoma įvertinti, ar vėjo jėginių parko projektas – patraukli investicija; daugiakriterinio vertinimo modelio kūrimas – siekiant sukurti praktikoje pritaikomą įrankį, skirtą vertinti investicinius vėjo jėginių projektus.

Reikia įvertinti, jog kuriant investicijų į vėjo jėginių parkus daugiakriterinį vertinimo modelį, vertinamos vidutinės megavato instaliacijos, megavato aptarnavimo bei žemės kainos. Svarbu atkreipti dėmesį į tai, kad praktikoje dažnai aptinkama masto ekonomija, kas reiškia, kad jei, pavyzdžiui, vėjo jėginių parkų vystytojas stato vieno pasirinkto gamintojo vėjo jėgines visuose savo vystomuose parkuose, turi užmezgęs ilgalaikius ryšius su vėjo jėginių tiekėju, tokiu atveju tiek megavato instaliacijos kaina, tiek megavato priežiūros kaina gali ženkliai skirtis nuo vidutinės, kas darytų teigiamą įtaką vėjo jėginių parko finansinės gražos rodikliui. Tai yra sunkinanti aplinkybė norint įvertinti investicijų į vėjo jėginių parkus patrauklumą kaip įmanoma tiksliau. Tyrime apskaičiuotas efektyvumo rodiklis atspindi projekto patrauklumą esant tam tikroms vidutinėms rinkos kainoms, tačiau, kadangi rasti vidutiniai kainų duomenys tik preliminarūs, modelyje palikta galimybė įrašyti tikslus tam tikrų



vėjo jėginių parko elementų duomenis, tokiu būdu paliekant galimybę apskaičiuoti tikslų vėjo jėginių parko projekto efektyvumą.

Rašto darbas susideda iš šių dalių: titulinis lapas, santrauka, santrauka anglų kalba, turinys, lentelių sąrašas, paveikslų sąrašas, priedų sąrašas, įvadas, pagrindinė dalis, išvados ir pasiūlymai, literatūros ir šaltinių sąrašas bei priedai.

## **1. Atsinaujinančios energetikos sektorius: investicijos į vėjo jėgainių parkus**

### **1.1. Atsinaujinančios energetikos svarba bei sektoriaus strategija**

Atsinaujinanti energetika, dar kitaip vadinama švariaja ar žaliaja energetika, yra energija, kuri atsiranda natūraliųjų išteklių (vėjo, saulės, vandens ir pan.) pagalba (Shinn, 2018). Dėl globalinio atšilimo, „šiltnamio“ efekto, klimato kaitos problemų visos pasaulio šalys turi galvoti, kaip didinti energijos gamybą naudojant atsinaujinančius energijos išteklius ir daryti ją vis patrauklesne vartotojams, tokiu būdu tausojant gamtą ir užtikrinant sveikesnę aplinką (Vand, Hast, Bozorg, Li, Syri, Deng, 2019).

Dėl augančios pasaulio populiacijos ir didėjančios perkamosios galios, energijos, ypač elektros, paklausa didėja. Kol kas pasaulyje pagrindiniu ištekliu elektros gamybai išlieka anglis (Our World in Data, 2020). Deginant iškastinį kurą, išsiskiria aplinkai pavojingos dujos, kurios kuria vadinamąjį „šiltnamio“ efektą, o šio efekto pasekmė – šiltėjantis klimatas. Jei kenksmingas anglies dvideginis ir toliau bus išmetamas į aplinką tokiu pat tempu, gali būti, kad vidutinė pasaulio temperatūra padidės 1 - 4 laipsniais Celsijaus iki 2100 m. (Pyke, 2017). Jei energetikos sektoriuje energija būtų gaunama tik iš atsinaujinančių šaltinių, tokių kaip vėjas, saulė ar vanduo, tuomet būtų galima išsaugoti nuo 4 iki 7 milijonų žmonių gyvybių per metus, kurie miršta dėl oro užterštumo (Wood, 2020). Taip pat, jei būtų sumažintas energetikos daromas poveikis globaliniam atšilimui, tai reikštų, kad pasaulyje būtų mažiau potvynių, audrų, sausrų ir kitų ekstremalių sąlygų bei gamtos nelaimių, kurioms įtaką daro būtent šiltėjantis klimatas. Taip pat nauda tradicinę energetiką pakeitus atsinaujinančia būtų ne tik gamtai, tačiau ir vartotojams - ilgainiui atsinaujinanti energija taptų pigesnė (Wood, 2020).

Vieno atlikto tyrimo metu buvo vertinamas Šiaurės Amerikos elektros tinklų sujungimas, įtraukiant Jungtines Amerikos Valstijas, Kanadą ir Meksiką. Šie regionai buvo padalinti į 20 smulkesnių regionų, kurie buvo sujungti į vieną elektros tinklą. Šalys buvo suskirstytos į smulkesnius regionus pagal energijos paklausą, populiaciją, kraštovaizdį (įvertinant, kur koks energijos šaltinis būtų tinkamiausias) bei energijos kainą. Buvo įrodyta, kad statant bendrus elektros tinklus ne kiekvienai šaliai atskirai, bet jungiant bent po kelias valstybes į vieną tinklą, būtų galima iškastinio kuro gaminamą energiją pakeisti atsinaujinančia (vėjo ir saulės), tačiau tam reiktų labai didelių investicijų, atitinkamos įstatyminės bazės bei su energetika susijusių institucijų įsikišimo ir kontrolės (Wood, 2020). Taigi, tikimybė, kad viso pasaulio šalys artimiausiais dešimtmečiais pradės vartoti tik atsinaujinančią energiją, egzistuoja, tačiau tam reikėtų bendros globalios politikos, visų pasaulio žemynų pastangų bei valstybių susivienijimo.

Svarbus aspektas, į kurį reikėtų atkreipti dėmesį, kad atsinaujinanti ir tvari energetika nėra tas pats. Pagrindiniai įvardijami atsinaujinančios energijos šaltiniai yra saulė, vanduo, vėjas ir biomasė. Visi

jie gali būti apibūdinami kaip žalieji šaltiniai, tačiau nebūtinai jie yra tvarūs. Šaltinių tvarumui įvertinti gali būti naudojami trys parametrai: tvarus vertinant aplinkos aspektą; tvarus vertinant socialinį aspektą; tvarus vertinant ekonominį aspektą (Piasecka, Baldowska-Witos, Flizikowski, Piotrowska, Tomprowoski, 2020).

Jei šaltinis vertinamas kaip draugiškas gamtai, jo pagaminamas energijos kiekio balansas, vertinant tiek gamybos, tiek naudingo tarnavimo laiko, periodus - teigiamas. Tai reiškia, kad įrenginio, kuris generuos atsinaujinančią energiją, pagaminimo tradicinės energijos sąnaudos neviršija produkto pagamintos energijos kiekio per įrenginio naudingo gyvavimo laikotarpį. Jei produktui pagaminti sunaudojamas tradicinės energijos kiekis yra didesnis nei produkto sugeneruojamas - tokios energijos negalima vadinti tvaria, tai reiškia, kad įrenginio pagaminimo metu yra padaroma daugiau žalos, nei sukuriama pridėtinės vertės generuojant žaliąją energiją. Pavyzdžiui, anglies kasyba yra gamtai kenkiantis procesas, tačiau neodimio bei kitų retų metalų, kurie reikalingi vėjo jėginių gamybai, kasyba yra lygiai tiek pat kenksminga gamtai (Helder, 2015). Kyla daug klausimų vertinant vėjo jėginių menčių ekologiškumą ir tvarumą (Piasecka, Baldowska-Witos, Flizikowski, Piotrowska, Tomprowoski, 2020). Didžiausias neigiamas poveikis gamtai pastebimas vėjo jėginės pagaminimo procese bei pasibaigus vėjo jėginės naudingo gyvavimo laikotarpiui. Bokštas yra gaminamas iš plieno, kuris yra plačiai paplitęs pramonėje, todėl jo perdirbimas nesukelia didelių problemų, nes tai yra gana įprastas procesas, yra žinoma, kaip efektyviai jį apdoroti nedarant didelės žalos gamtai. Tačiau vėjo jėginių mentės yra gaminamos iš lengvų kompozicinių polimerinių medžiagų, kurios yra apibūdinamos kaip kenksmingos gamtai bei keliančios reikšmingas problemas norint jas perdirbti. Nors menčių svoris bendrame vėjo jėginės svoryje nėra didelis, 6 – 7 tonos, vertinant aplinkos taršos atžvilgiu, jis yra reikšmingas, ypač įvertinus vėjo jėginių parkų statybų tempą visame pasaulyje. Europos atliekų tvarkymo direktyva apibūdina svarbiausius aspektus, kaip atliekos turėtų būti utilizuojamos. Visų pirma, vėjo jėginių gamintojai turėtų galvoti apie tai, iš kokių medžiagų jos gaminamos. Kuo ekologiškesnės medžiagos bus naudojamos gamybai, tuo mažiau problemų jos kels ateityje. Taip pat siūloma rinktis tokias medžiagas, kurios yra kaip įmanoma lengvesnės, kad atliekų kiekis būtų mažesnis. Verta pagalvoti ir apie tai, kaip prailginti vėjo jėginių naudingo tarnavimo laiką.

Kitas aspektas, apie kurį reikia galvoti, kur galima panaudoti nusidėvėjusias mentes. Jos galėtų tapti vaikų žaidimų aikštelių elementais, dviračių parkavimo zonomis ar kitokiais architektūriniais objektais (Helder, 2015). Tačiau įvertinus kiekį, kiek vėjo jėginių nusidėvi ir kiek artimiausiu metu jų reikės utilizuoti, pritaikymas pagal antrinę paskirtį nėra lengva užduotis. Jei pritaikymas pagal antrinę paskirtį nėra įmanomas, tuomet reikia galvoti apie perdirbimą. Yra ieškoma naujų būdų, kaip kuo efektyviau perdirbti vėjo jėginių atliekas ir naudoti metalo medžiagas antrąkart, tačiau problema ta, kad perdirbimo procesas kainuoja brangiai, o tai reiškia, kad perdirbta medžiaga kainuoja brangiau nei

pagaminta ar išgauta pirmą kartą. Kol kas daugelyje Europos Sąjungos šalių vis dar leidžiama vėjo jėgainių mentes utilizuoti pristatant jas į sąvartynus, tačiau tik laiko klausimas, kada tai taps draudžiama. Vokietijoje, Austrijoje, Olandijoje ir Suomijoje utilizuoti mentes jų neperdirbant, o pristatant į sąvartynus, jau draudžiama. 2021 m. birželio mėn. vykusiame WindEurope visuotiniame susirinkime buvo pasiūlyta uždrausti vėjo jėgainių mentes utilizuoti pristatant jas į sąvartynus Europos mastu (WindEurope, 2021). Šis pasiūlymas buvo pateiktas, kai kelios didžiausios sektoriaus įmonės paskelbė, jog yra paruošusios tam tikrus sprendimus, kaip vėjo jėgainių mentės galėtų būti perdirbtos ar naudojamos antrąkart. Toks draudimas, Europos Komisijai tokį pasiūlymą patvirtinus, pradėtų galioti 2025 m. ir darytų įtaką efektyvių perdirbimo sprendimų ieškojimo tempui. Verta paminėti, kad Europoje jau kuriasi įvairios įmonės, pritraukiančios dideles investicijas, o jų tikslas – perdirbti iki šiol sunkiai perdirbtas medžiagas (Pinna, 2021). Viena iš tokių įmonių – ispanų startuolis „Reciclalia“, kuris dirba su aeronautikos, vėjo energijos bei sporto įrenginių atliekų perdirbimu. Jau dabar ši įmonė perima mentes iš Portugalijos, Prancūzijos, Šiaurės Afrikos ir jas perdirba. Jų teigimu, iki 2021 m. pabaigos, įmonė bus pajėgi perdirbti 1500 vėjo jėgainių turbinų menčių per metus (Pinna, 2021). Jei bus įgyvendinta tokių įmonių plėtra, gali būti, kad greitai visi vėjo jėgainių elementai taps lengviau perdirbami. Taigi, labai svarbu racionaliai vertinti atsinaujinančių išteklių įrenginių kuriamą naudą bei žalą gamtai, kad būtų galima energiją vadinti ne tik žalia, bet ir tvaria.

Socialinio tvarumo aspektas yra labai įvairiapusis ir sudėtingas. Jo esmė – apsaugoti tiesioginį ryšį su atsinaujinančios energetikos gamyba turinčius darbuotojus. Darbo aplinka privalo būti švari ir saugi, darbuotojai turi turėti socialines garantijas bei nebūti išnaudojami.

Ekonominis tvarumas reiškia, kad atsinaujinančių išteklių technologija gali būti parduodama be subsidijų. Pagal „World Energy Outlook“ atliktą tyrimą, iškastinio kuro gavyba bei energijos generacija šiomis dienomis yra vis dar kur kas intensyviau subsidijuojama nei saulės, vėjo, vandens ar biomasės pagalba generuojama energija. Kol subsidijų programa globaliniu mastu nepasikeis, tol žaliai bei tvariai energijai bus ypač sunku konkuruoti su tradiciniais energijos gamybos būdais (Helder, 2015).

Problema, kodėl pasaulyje vis dar suvartojama tiek daug tradiciniais būdais išgautos energijos, yra ta, kad žmonės negalvoja apie žalą gamtai bei nori gauti pačią pigiausią energiją. Jei kiekvienas pasaulio gyventojas pradėtų suprasti, kad dabartiniai žmonių pasirinkimai daro įtaką ateities kartoms, o valstybės pradėtų atitinkamai taikyti efektyvias subsidijų atsinaujinančiai energijai programas, tvarios energijos suvartojimas sparčiai augtų (Helder, 2015).

Dėl atsinaujinančios energetikos svarbos, Europos Sąjunga yra išleidusi „Atsinaujinančios energijos direktyvą“ – tai teisinis dokumentas, apibrėžiantis, kokiais būdais ir koku tempu Europos Sąjungoje turi būti vystoma žaliaji energetika kiekviename Europos Sąjungos ekonomikos sektoriuje.

Direktyva įvardija pagrindinius principus ir taisykles, kurie padeda spręsti su atsinaujinančių išteklių plėtra susijusias problemas, daro teigiamą įtaką investicijoms į atsinaujinančius išteklius nurodant, kokios paskatos gali būti taikomos, norint vartotojus skatinti naudoti žaliąją energiją. Direktyvoje aiškiai nustatomi su žaliąja energetika susiję tikslai visos Europos Sąjungos mastu. Direktyva yra peržiūrima ir atsinaujinančios energetikos strategija gali būti koreguojama, jei tam yra poreikis (Europos Komisija, 2021).

Pagal „Atsinaujinančios energijos direktyvą“ Europos Sąjungos tikslas iki 2020 m. buvo, kad ne mažiau kaip 20 procentų bendrosios suvartotos energijos būtų pagaminta atsinaujinančių išteklių pagalba. Šis tikslas buvo pasiektas – 21,3 procento bendrosios suvartotos energijos buvo gauta iš atsinaujinančių išteklių. Didžiausią įtaką šiam pokyčiui turėjo elektros iš atsinaujinančių išteklių generavimas, kuris nuo 34,1 procento pakilo iki 37,3 procentų 2020 m. (European Environment Agency, 2021).

2021 m. liepos mėn. buvo nuspręsta peržiūrėti atsinaujinančios energijos direktyvą dėl tikslų sugretinimo su Europos Sąjungos iniciatyva „A European Green Deal“, lietuviškai - „Žalioji kursas“. Iniciatyvos tikslas - tapti pirmuoju žemynu, nedarančiu neigiamos įtakos klimatui, užtikrinant, kad iki 2050 m. Europos žemyne nebebus išmetamos dujos, kuriančios „šiltnamio“ efektą (Europos Komisija, 2019). Pakoreguotoje direktyvoje siūloma, kad iki 2030 m. šiltnamio efektą kuriančių dujų išmetimas turėtų būti sumažintas penkiasdešimt penkiais procentais, tai reiškia, kad turėtų būti pakeistas ir bendro energijos pagaminimo iš atsinaujinančių šaltinių tikslas – šiuo metu jis yra 32 procentai iki 2030 m., siūloma jį padidinti iki 40 procentų. Jei direktyvos pakeitimai bus patvirtinti, jie pradės galioti 2022 m. pabaigoje. Toks siekis Europos Sąjungai reikštų, kad 2030 m. turėtų veikti tiek vėjo jėgainių parkų, kad jų instaliuota galia būtų lygi 451 gigavatams (GW), kai šiuo metu instaliuota vėjo jėgainių parkų galia – 180 gigavatai (GW). Tai reiškia, kad Europoje per metus vidutiniškai turėtų būti instaliuota po 30 gigavatų (GW) nuo dabar iki 2030 m. (WindEurope, 2021).

Lietuva atsinaujinančių energetikos išteklių plėtrą vykdo remdamasi Nacionaline energetinės nepriklausomybės strategija (Lietuvos energetikos agentūra, 2021). Nacionalinė Lietuvos strategija, kaip ir Europos Sąjungos, labai ambicinga. Numatyti tikslai: 45 procentai bendrojo energijos šalies suvartojimo, pagaminto atsinaujinančių išteklių pagalba, iki 2030 m., 80 procentų – iki 2050 m. (Lietuvos Respublikos energetikos ministerija, 2021). 2019 m. duomenimis, bendrame galutiniame energijos suvartojime 25,5 procento sunaudotos elektros buvo pagaminta naudojant būtent atsinaujinančius energijos išteklius (kietasis biokuras - 78,4 proc., vėjo energija – 8,2 proc., biodegalai - 4,8 proc., kt. – 8,6 proc.) (Oficialiosios statistikos portalas, 2020). 2020 m. duomenimis, atsinaujinančių išteklių gaminamos energijos bendrame galutiniame energijos suvartojime sudarė 27,36 proc. (Lietuvos energetikos agentūra, 2021). Deja, bet 2020 m. tikslas, 30 procentų iš atsinaujinančių

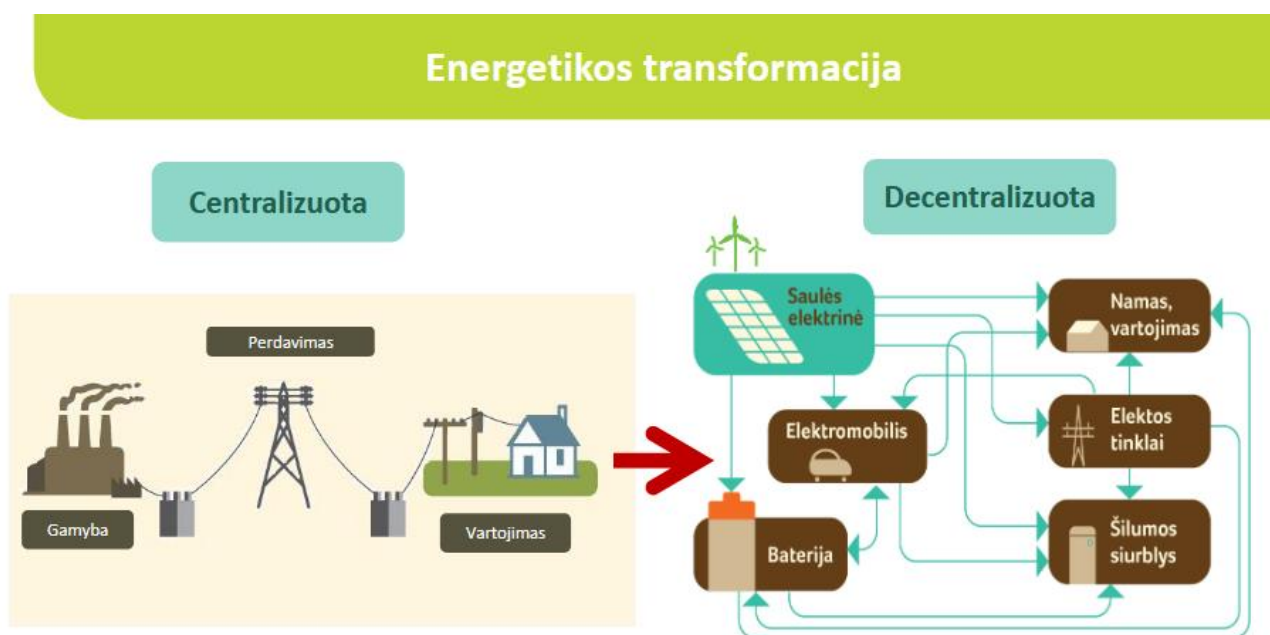
energijos išteklių bendrame energijos suvartojime, nebuvo pasiektas. Verta paminėti, kad Europos Sąjungai atnaujinus direktyvą, Nacionaliniai tikslai taip pat bus koreguojami.

Atsinaujinančių energijos išteklių plėtra Lietuvoje yra vykdoma remiantis šiais principais: integralumo – kai plėtojamos ekonomiškai pačios efektyviausios technologijos, atsižvelgiant į jų brandumą bei ateities perspektyvas ir tendencijas; įperkamumo ir skaidrumo – AEI (atsinaujinančių energijos išteklių) skatinimo schemas turi būti pagrįstos rinkos principu, kuo mažiau ją iškraipant bei užtikrinant mažiausią finansinę naštą energijos vartotojams, aiškumą ir nediskriminacinę konkurencinę aplinką; aktyvaus energijos vartotojo dalyvavimo – skatinama decentralizuota energijos gamyba, vartotojams suteikiama galimybė iš AEI pasigaminti energiją savo reikmėms, o už perteklinę energiją, patiektą į tinklą, gauti rinkos sąlygas atitinkantį atlygį. Tai taip pat turi prisidėti prie vartotojų elgsenos bei energijos paklausos ir pasiūlos valdymo efektyvių sprendimų (Viešųjų investicijų plėtros agentūra, UAB, 2020).

Kadangi tiek bendri Europos Sąjungos, tiek nacionaliniai tikslai yra įsipareigojimai ir jų nepasiekus, gali būti taikomos tam tikros sankcijos, verta įvertinti skatinančias priemones, kurios buvo taikomos 2014 – 2020 m. periode bei kurios planuojamos taikyti ateityje. Pagrindinės priemonės, susijusios su energijos efektyvinimu bei investicijų į atsinaujinančius energijos išteklius skatinimu buvo šios: Auditas pramonei LT; Atsinaujinantys energijos ištekliai pramonei LT+; Dalinis palūkanų kompensavimas (Viešųjų investicijų plėtros agentūra, UAB, 2020). Auditas pramonei LT yra priemonė, kuri skatina labai mažas, mažas ir vidutines įmones atlikti energetinius auditus ir tokiu būdu yra įvertinama, kiek ir koku būdu šios įmonės gali sutaupyti. Deja, yra abejojama šios priemonės efektyvumu, nes įmonės yra įpareigojamos įgyvendinti tik 30 proc. auditorių rekomendacijų, be to, rekomendacijų įgyvendinimo terminas yra trys metai, todėl sunku prognozuoti, kada sutaupymo efektas atsispindėtų nacionaliniuose rezultatuose. Priemonė skirta įmonių Atsinaujinančių energijos išteklių įrenginių įsidieгимui – Atsinaujinantys energijos ištekliai pramonei LT+. Ši priemonė yra skirta mažoms, vidutinėms ir didelėms įmonėms. Įmonė gali rasti sprendimą, kaip gamins žalią energiją savo poreikiams Atsinaujinančių energijos išteklių pagalba, tačiau pagamintas perteklius negali būti parduotas į rinką. Šiai priemonei 2014 – 2020 m. periode buvo skirtas beveik 24 mln. eurų biudžetas. Priemonė, skirta daliniam palūkanų kompensavimui, kompensuoja palūkanas įmonėms, kurios yra pasiskolinusios ar sudariusios finansinės nuomos sandorius, siekdamos efektyvinti energijos suvartojimą.

2021 – 2027 m. laikotarpiui, prioritetui „Žalesnė Lietuva“, yra numatyti trys pagrindiniai uždaviniai: Skatinti naudoti energijos vartojimo efektyvumą didinančias priemones ir mažinti šiltnamio dujų išmetimus – šiai priemonei planuojama skirti 172 mln. eurų. Pagal planą, katilai, kurie neprijungti prie centralizuoto šilumos teikimo tinklų, turėtų būti keičiami atsinaujinančių energijos išteklių įrenginių

alternatyvomis (šilumos siurbliais, naujos kartos biokuro katilais). Taip pat renovacijos būdu turėtų būti atnaujinami viešieji pastatai bei efektyvinamos centralizuotos šilumos, karšto vandens ir vėsumos tiekimo sistemos; Skatinti naudoti atsinaujinančią energiją – tai reiškia, skatinti namų ūkius įsirengti saulės bei vėjo jėgaines, taip pat investuoti į elektros energijos kaupimo sprendimus. Tokio sprendinio iliustracija pavaizduota pirmame paveiksle (Paveikslas 1. Energetikos transformacija). Yra planuojama ir skatinama, kad energijos vartotojai taptų ne tik vartotojais, bet ir gamintojais bei būtų atsakingi už energijos pasaugojimo funkciją. Taip pat šio uždavinio veikloms priskiriamas ir namų ūkių, prijungtų prie centrinių šilumos tinklų, bei šilumos tiekėjų ir nepriklausomų šilumos gamintojų katilų keitimas ekologiškesniais. Šiam tikslui pasiekti skirtas maždaug 277 mln. eurų finansavimas; Kurti pažangiąsias elektros energijos sistemas ir tinklus, taip pat energijos kaupimo vietas lygmeniu sprendimus – šis uždavinys privalomas įgyvendinti, norint kurti optimizuotą elektros energijos tinklą, kuriame vartotojai galėtų būti tiek vartotojais, tiek gamintojais, tiek teikti sandėliavimo paslaugą. Investicijos į tinklus yra būtinos dėl to, kad dabartinė sistema yra nelanksti ir nepritaikyta decentralizuotos elektros energijos tiekimo schemai (Garbaliuskaitė, 2021).



*Paveikslas 1. Energetikos transformacija*

*Šaltinis: Lietuvos Respublikos energetikos ministerija (2021)*

Taip pat verta paminėti, kad egzistuoja Tarptautinės finansavimo įstaigos, kurios teikia išskirtines finansavimo sąlygas energinio efektyvinimo bei atsinaujinančių energijos išteklių projektams. Pagrindinė tokio finansavimo ypatybė – finansuojami didelės apimties projektai (minimaliai nuo 5 mln. eurų) (Viešųjų investicijų plėtros agentūra, UAB, 2020). Pagrindinės tarptautinės įstaigos, finansuojančios tokius projektus yra šios: Europos rekonstrukcijos ir plėtros bankas (EBRD), Europos investicijų bankas (EIB), Šiaurės investicijų bankas (NIB), Europos Tarybos vystymo bankas (CEB),

Vokietijos skatinamasis bankas (KfW). Šios įstaigos nefinansuoja 100 proc. reikiamos projektui įgyvendinti sumos, tokiu būdu neprisiimdamos visos rizikos bei pritraukdamos papildomų kompetencijų bei lėšų. Įvertinus galimybes pasiskolinti tarptautinėse finansavimo įstaigose bei turint omenyje numatytus Nacionalinius energetikos tikslus, galima teigti, kad maža tikimybė jog Tarptautinės finansavimo įstaigos prisidės prie tikslų įgyvendinimo, nes planuojami mažesnės apimties projektai, o ne pavieniai bendri projektai, reikalaujantys didelių investicijų.

Taigi, investicijos bei skatinamosios investicijų į atsinaujinančių išteklių įrenginius priemonės yra būtinas tiek Europos Sąjungos, tiek nacionalinės, strategijų, elementas, be kurio išsikelti ambicingi tikslai negali būti pasiekti. Dėl įvairių skatinamųjų priemonių kitimo bei įvairovės, galima teigti, jog efektyviausi skatinimo būdai vis dar ieškomi arba yra pritaikomi pagal besikeičiančius tikslus.

Plėtoti atsinaujinančius išteklius Lietuvoje būtina ne tik dėl vykstančio globalinio atšilimo ir neigiamos įtakos gamtai, bet ir dėl energetinės nepriklausomybės. Kol kas Lietuvos vartotojus reikiamu energijos kiekiu aptarnauti viduje pagamintos energijos – neužtenka. Energetinę nepriklausomybę atspindi Energetinės priklausomybės rodiklis, kuris rodo, kiek šalis, tenkindama savo energetinius poreikius, yra priklausoma nuo importo. Šis rodiklis apskaičiuojamas grynąjį importą padalijus iš bendrųjų šalies kuro ir energijos sąnaudų ir bunkerjavimo rodiklių sumos (Oficialiosios statistikos portalas, 2019). 2018 m. rodiklio reikšmė Lietuvoje – 74,7 proc., 2020 m. – 75 proc. Lyginant su Europos Sąjungos vidurkiu, kuris 2019 m. buvo 57,9 proc., Lietuva yra žymiai labiau priklausoma nuo importo nei kitos Europos Sąjungos narės.

Nacionalinė energetinės nepriklausomybės strategija išsamiai apibūdina, kokios yra Lietuvos energetikos sistemos stiprybės, silpnybės, galimybės bei grėsmės (Lietuvos Respublikos Energetikos Ministerija, 2018). Pagrindinė problema su kuria susiduria energetikos sektorius Lietuvoje yra priklausomybė nuo kitų šalių. Nacionalinis energijos tinklas priklauso Rusijos valdomai Nepriklausomų Valstybių Sandraugos šalių elektros energetikos sistemos sinchroninei zonai. Šiai zonai taip pat priklauso Baltarusija, Estija ir Latvija. Šioje sistemos zonoje veikia kitokios nei ES rinkos organizavimo bei balansavimo taisyklės, be to, Lietuva neturi jokios balsos teisės priimant sistemos sprendimus, todėl negali daryti įtakos. Taip pat yra susiduriama su problema, kad zonai vadovaujančios valstybės nesaugiai vysto ir plėtoja branduolines elektrines, o priklausymas šiai zonai reiškia, kad Lietuva naudoja šios rūšies energiją. Šios problemos kaip vienas iš sprendinių įvardijamas energetinės izoliacijos nuo Europos Sąjungos panaikinimas, kuris jau pradėtas įgyvendinti. Tačiau, sukūrus bendrą Europos Sąjungos elektros tinklą, patikimumo bei įtakos priimant sprendimus Lietuva turėtų daugiau, bet tai vis tiek reikštų didelį priklausomumą nuo kitų valstybių narių, kas neleistų pilnai užtikrinti energetinio saugumo.

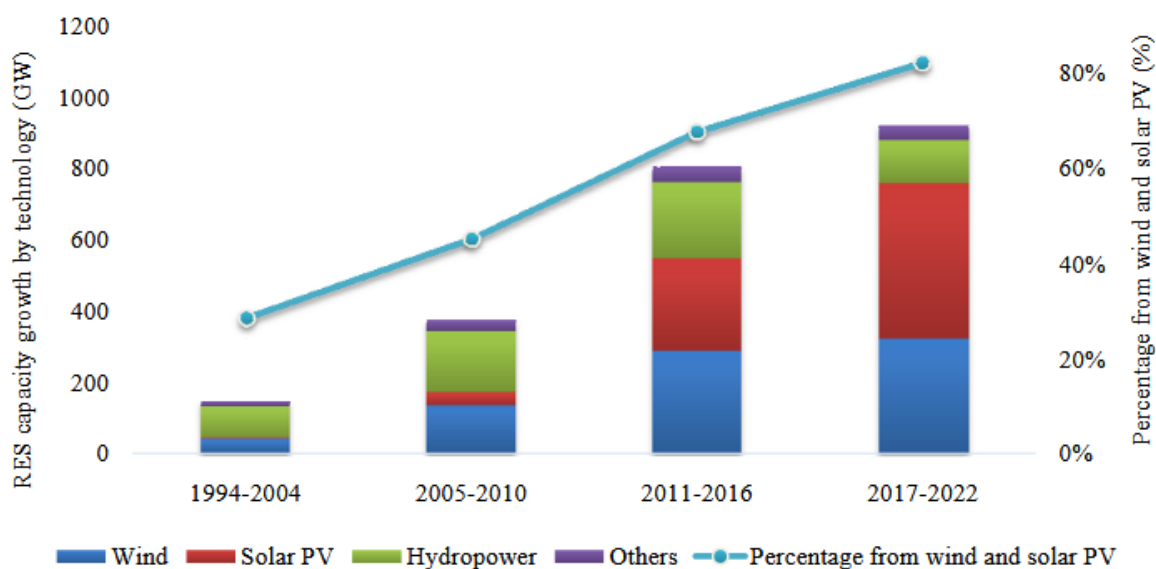


Lietuvos energetikos sektoriaus vizija – valstybei ir vartotojui pridėtinę vertę kurianti ir pažangi mažo išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekio technologijas ir netaršius energijos šaltinius naudojanti, atspari kibernetinėms grėsmėms ir klimato kaitos pokyčiams energetika, patikimai aprūpinanti energija už konkurencingą kainą (Lietuvos Respublikos Energetikos Ministerija, 2018). Įvertinus anksčiau išvardintas strategijas, skatinamąsias priemones bei tikslus, galima teigti, jog valstybė deda pastangas, kad Lietuvos energetikos sektoriaus vizija būtų įgyvendinta.

Taigi, anksčiau pateikti faktai įrodo, kad viso pasaulio šalys privalo galvoti apie globalinio atšilimo padarinius ir užkirsti kelią neigiamos įtakos darymui. Labai svarbu šviesti visuomenę, kad kiekvienas energijos vartotojas suprastų, kokią žalą daro tradiciniai energijos išteklių ir, kad pasirinkę energiją gauti iš tvarių energijos šaltinių, paliks žalesnę aplinką ateitiems kartoms. Prie to, žinoma, atitinkamai privalo prisidėti ir skatinamosios bei reguliavimo sistemos.

## 1.2. Investicijų į vėjo jėgainių parkus patrauklumas

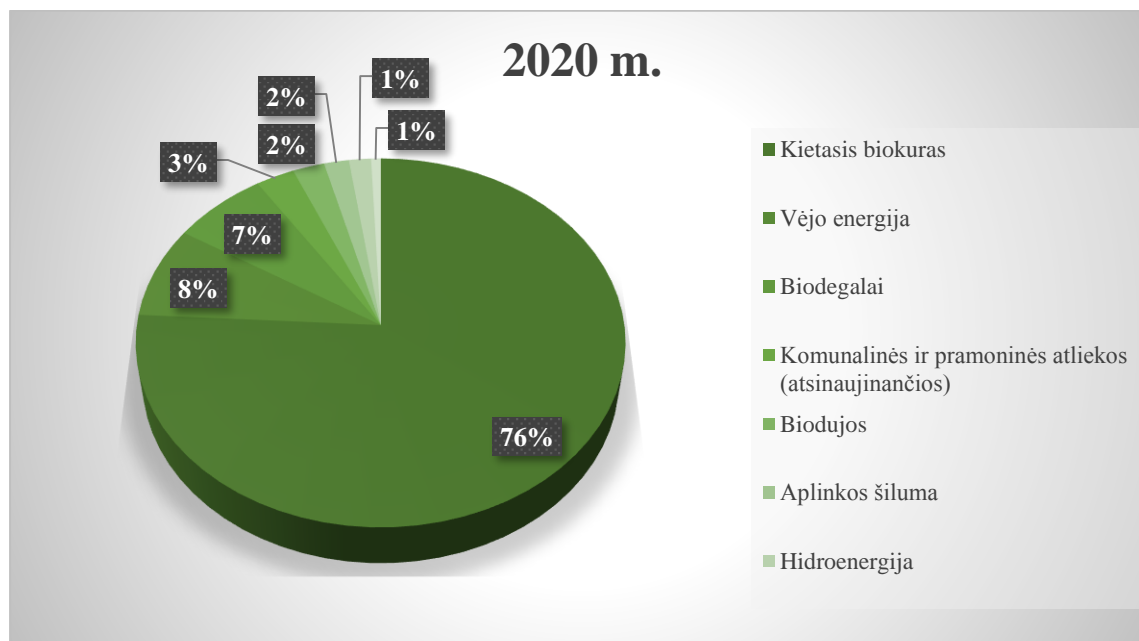
Atsinaujinančių išteklių rūšių yra įvairių: geoterminė energija, saulės energija, biodegalai, komunalinės ir pramoninės atliekos (atsinaujinančios), hidroenergija, biodujos, vėjo energija, kietasis biokuras. Stebint pasaulines tendencijas, antrame paveiksle (Paveikslas 2. Atsinaujinančių išteklių pokytis pagal instaliacijos galią bei rinkos dalį pasaulyje) matoma, kad populiariausios atsinaujinančių išteklių šakos yra vėjo, saulės bei hidroenergija (Dranka., Cunha, de Lima, Ferreira, 2020).



Paveikslas 2. Atsinaujinančių išteklių pokytis pagal instaliacijos galią bei rinkos dalį pasaulyje

Šaltinis: Dranka., Cunha, de Lima, Ferreira (2020)

Vertinant atsinaujinančių energijos išteklių pasiskirstymą Lietuvoje, verta paminėti, kad jau nuo 2014 m. Lietuvoje daugiau nei 23 proc. bendrosios suvartotos energijos yra pagaminama atsinaujinančių išteklių pagalba. Trečiame paveiksle (Paveikslas 3. Atsinaujinančių energijos šaltinių sąnaudų struktūra 2020 m.) galima matyti, kad 2020 m. daugiausia Lietuvoje buvo suvartojama kietojo biokuro. Kietasis biokuras – malkos ir kurui skirtos medienos ir žemės atliekos. Lietuvoje 2020 m. kietojo biokuro daugiausia (50,1 proc.) buvo suvartota elektrai bei centralizuotai šilumai gaminti bei namų ūkiuose (36,4 proc.) (Oficialios statistikos portalas, 2021).

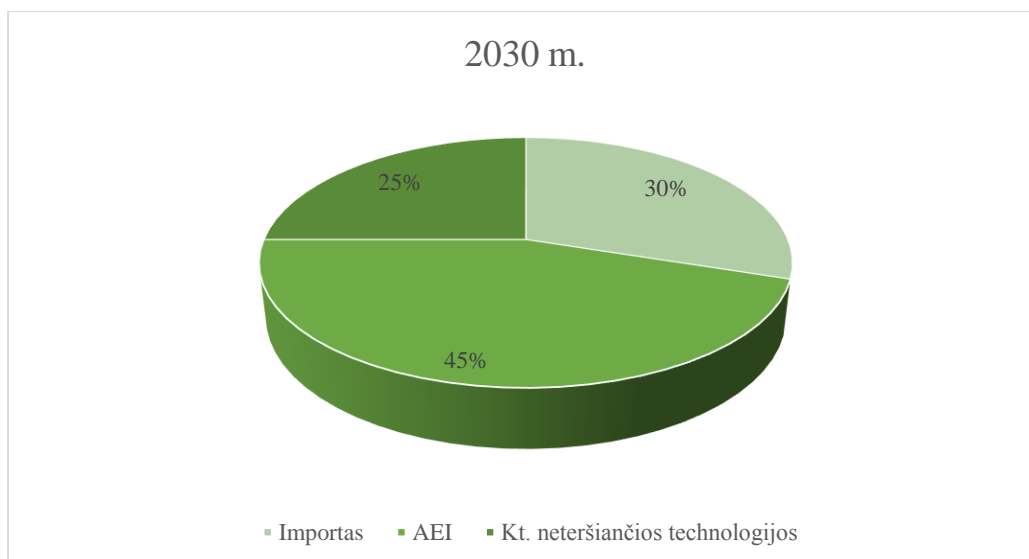


Paveikslas 3. Atsinaujinančių energijos išteklių sąnaudų struktūra 2020 m.

Šaltinis: Oficialiosios statistikos portalas (2021)

Kadangi Lietuva yra tinkama šalis žolininkystei bei joje aptinkama daug miškų, kietojo kuro gavyba yra palankus šaliai procesas, dėl šios priežasties didelis šios rūšies išteklių suvartojimas. Tačiau ši atsinaujinančių išteklių rūšis turi ir nemažai neigiamų savybių – tai rūšis, kuri reikalauja žmogiškojo įsikišimo į gavybą, taip pat reikia rūpintis miškais, atitikti įvairiausiems reikalavimus, kad gaunama energija būtų vertinama kaip žalia bei tvari (EnergetikosABC, 2021). Tai ilgalaikį kietojo biokuro gavybos procesą daro neefektyviu, lyginant su energijos gavimu iš tokių šaltinių kaip saulė ar vėjas.

Antroji atsinaujinančių energijos šaltinių rūšis pagal populiarumą Lietuvoje - vėjo energija. 2020 m. pabaigoje įrengtų vėjo elektrinių bendroji galia sudarė 534 MW. 2020 m. vėjo elektrinių pagalba pagaminta 1,55 TWh elektros energijos, kas sudarė šiek tiek mažiau nei trečdalį visos šalies viduje pagamintos energijos (Oficialios statistikos portalas, 2021). Verta paminėti, kad pagal 2018 m. patvirtintą Nacionalinę energetinės nepriklausomybės strategiją, kaip matoma ketvirtame paveiksle (Paveikslas 4. Elektros energijos gamybos tikslai (2030 m.)), tikslas iki 2030 m. padidinti elektros gavybą iš atsinaujinančių išteklių bei kitų neteršiančių technologijų iki 70 procentų, todėl galima tikėtis, jog vėjo jėgainių parkų plėtra bus intensyvi.



*Paveikslas 4. Elektros energijos gamybos tikslai (2030 m.)*

*Šaltinis: Lietuvos energetikos agentūra (2021)*

Kadangi vėjo energija yra nesibaigiantis energijos šaltinis, kurio, kaip ir saulės, nereikia niekaip išgauti, elektros gamyba vėjo jėgainių pagalba yra vertinamas kaip vienas patraukliausių elektros energijos gamybos būdų. Daugumoje regionų, kaip, pavyzdžiui, Danijoje, vėjo jėgainių parkai pasiekė tokį efektyvumą, kad gamina pigesnę elektros energiją nei iškastinį kurą naudojančios įrenginiai ar branduolinės jėgainės (Sovacool, B., Enevoldsen, P., Koch, Ch., Barthelmie, R., 2016). Taip pat, nuolat tobulėjant vėjo jėgainių parkų statybos technologijoms, dažnu atveju vėjo jėgainių parkai yra pastatomi žymiai greičiau nei tradiciniai įrenginiai, skirti elektros energijai gaminti.

Norint pastatyti vėjo jėgainių parką, visų pirma, labai svarbu turėti aiškų projektą, kuris apibrėžtų kurioje vietoje ir kokios vėjo jėgainės bus statomos. Tam, kad nuspręsti vėjo jėgainių parko vietą, turi būti atlikti reikiami tyrimai, kurie įvertintų ir pateiktų išvadas apie vėjo sąlygas toje vietoje, taip pat turi būti vertinamas poveikis aplinkai ir pan. Turint projektą, pradedamas statybos leidimų gavimo procesas, o gavus statybą leidžiančius dokumentus vyksta šie statybų eigos etapai: reljefo paruošimas; kelių privažiavimui tiesimas; žemės darbai; betoninių pamatų darbai; turbinų elementų transportavimas; turbinų surinkimas; elektros instaliacija; testavimas ir elektros į tinklą paleidimas (Sovacool., Enevoldsen, Koch, Barthelmie, 2016). Reikia paminėti, kad statant vėjo jėgainių parkus jūroje, procesas papildomas dar daugiau dedamųjų, nes: reikalingas uostas, kuriame būtų paruošiami reikalingi vėjo jėgainių elementai; sudėtingesnis pamatų atviruose vandenyse pastatymas; sudėtingesnis vėjo jėgainių parko pajungimas į tinklą. Tačiau, verta paminėti, kad kiekvienas vėjo jėgainių parko statybų atvejis gali būti unikalus ir savaip sudėtingas.

Parko statybų eigą gali skirtingai paveikti tokie veiksniai kaip reikalingų leidimų gavimo proceso sudėtingumas; subrangovų bei turbinų tiekėjų pasirinkimas; tam tikros vietos regione pasirinkimas; aplinkosaugos reikalavimai ir pan. (Sovacool., Enevoldsen, Koch, Barthelmie, 2016). Išoriniai veiksniai, kuriuos būtina įvertinti dar prieš statant vėjo jėginių parką yra šie: vizualinis efektas; triukšmo tarša; ekosistemos problemos (pavojai augmenijai ir gyvūnijai); sveikatos pavojai (elektromagnetiniai laukai, galimi nelaimingi atsitikimai); įtaka turizmui bei agrokultūrai; žemės vertės sumažėjimas; vėjo jėginių elementų utilizavimas pasibaigus naudingam vėjo jėginių tarnavimo laikui (Konstantinidis, Botsaris, 2016). Dėl anksčiau išvardintų veiksnių, bendruomenės linkusios priešintis vėjo jėginių parkų statyboms. Vizualinės bei triukšmo taršos būtų galima išvengti renkantis atokesnes vietas vėjo jėginių parkams statyti, vienas geriausių ir efektyviausių sprendimų tokiu atveju būtų vėjo jėginių parkai, statomi atviruose vandenyse. Nelaimės, susijusios su vėjo jėginių parko teritorija, gali būti labai įvairios: žmonių sužeidimai, pavyzdžiui, ledai esantys ant turbinos menčių gali kristi žemyn ir padaryti žalą gyvūnams ar žmonėms, paukščių žūtys, jei vėjo jėginės atsiduria paukščių keliavimo takuose, taip pat, menčių gedimai gali sukelti gaisrą, kas taip pat gali padaryti žalą gamtai bei aplink gyvenantiems žmonėms. Vėjo jėginių parkų statybininkų atsakomybė užtikrinti, kad tokie incidentai nevyktų arba minimizuoti tokių incidentų skaičių vykdant veiklą pagal visas taisykles bei įstatymines bazines (Konstantinidis, Botsaris, 2016). Atlikti tyrimai rodo, kad bendruomenių įtraukimas į planavimo bei sprendimų priėmimo procesą, pagerina bendruomenių požiūrį į vėjo jėginių parkų statybą. Žinoma, kad reikalinga šviesti bendruomenes akcentuojant žaliosios energijos kuriamą naudą, konsultuojant bendruomenes ir atsakant į visus jiems rūpimus klausimus.

Norint užtikrinti maksimalų vėjo jėginių parko efektyvumą, labai svarbu suplanuoti, koku būdu vėjo jėginių parkas bus prižiūrimas ir kaip bus atliekamos įrangos patikros. Priežastis, kodėl vėjo jėginių turbinų priežiūra yra tokia sudėtinga – neįprastai sunkios aplinkos sąlygos bei ypač didelė vėjo jėginių elementų apkrova (Konstantinidis, Botsaris, 2016). Tokie reiškiniai kaip žaibavimas, uraganinis vėjas, bangos, menčių apšalimas daro didelę įtaką vėjo jėginių efektyvumui, todėl reikiamos priežiūros užtikrinimas yra būtinas. Šie reiškiniai dažniausiai sukelia vėjo jėginių elementų bei operacinės sistemos gedimus. Vertinant vėjo jėginių turbinų patikimumą, reikia atkreipti dėmesį į šiuos veiksniai: ar gerai suprantama operacinė vėjo jėginių valdymo sistema; ar taikoma tinkama vėjo jėginių parko priežiūros strategija; koku lygiu vėjo jėginių parkas yra aprūpintas atsarginėmis dalimis; ar personalas, atsakingas už vėjo jėginių parkų priežiūrą, yra pasiruošęs atlikti reikiamus darbus tinkamai ir greitai. Labai dažnu atveju vėjo jėginių parkų vystytojai renkasi vėjo jėginių tiekėjo aptarnavimą pastatytoms vėjo jėginėms, nes tas pats tiekėjas geriausiai išmano, kaip efektyviausiai ir greičiausiai pašalinti gedimus bei minimizuoti gamybos praradimus. Tokiais atvejais yra pasirašomos pilno aptarnavimo sutartys visam naudingam vėjo jėginių tarnavimo laikotarpiui.

Verta atkreipti dėmesį į tai, kad Lietuvos teritorijoje iki šiol kol kas nėra pastatytas nė vienas vėjo jėgainių parkas atviruose vandenyse. Tačiau 2020 m. Lietuvos energetikos ministerija pristatė planą jūrinio vėjo jėgainių parko projektui įgyvendinti ir Vyriausybė jį patvirtino (Lietuvos Respublikos energetikos ministerija, 2020). Šis projektas pristatomas kaip vienas svarbiausių numatytoje energetinės nepriklausomybės strategijos projektų. Planuojama Jūrinio vėjo elektrinių parko galia – 700 MW. Minėtas vėjo jėgainių parkas turėtų būti nutolęs apie 30 km nuo kranto, jau yra žinoma tiksli vieta, kurioje parkas bus vystomas. Jau yra pradėtas projekto Poveikio aplinkai vertinimo procesas. Vėjo jėgainių parkų statybos jūrinėje šalies dalyje yra svarbus žingsnis vystyti vėjo energijos prieinamumą nacionaliniu lygmeniu.

Dar vienas labai svarbus aspektas, kurį privalo išivertinti vėjo jėgainių parkų statytojai – kas nutiks su vėjo jėgainių turbinomis bei mentėmis, kai pasibaigs vėjo jėgainių naudingo tarnavimo laikas. Jau anksčiau aptarta, kad sunkiausiai perdirbama vėjo jėgainės dalis – mentės, todėl yra būtina ieškoti tinkamų sprendinių jų gamybai bei perdirbimui ar antriam panaudojimui. Greitu metu Europoje atsiras daug nudėvėtų vėjo turbinų, kadangi jos instaliuotos buvo dar 1990 m. (Pinna, 2021). Nudėvėtos turbino bus keičiamos į naujos kartos turbinas ir jų galia bus padidinta bent dukart. Vėjo jėgainių, kurių naudingo tarnavimo laikas pasibaigęs, išmontavimas kels dideles problemas vėjo jėgainių statytojams ir privers ieškoti efektyvių sprendinių. Norint efektyvinti vėjo jėgainių pajėgumą bei pasiekti užbrėžtus Europos Sąjungos tikslus, įvertinta, kad iki 2030 m. turėtų būti pakeista vidutiniškai 5 700 vėjo turbinų per metus (Pinna, 2021).

Vėjo jėgainių parko statybų projektas – didelės apimties investicijų reikalaujantis projektas, todėl būtina įvertinti skirtingas projekto finansavimo galimybes. Jau anksčiau aptarta, kad Europoje egzistuoja finansinės institucijos, kurios suteikia išskirtines sąlygas atsinaujinančios energetikos projektams įgyvendinti, tačiau jų finansavimo sąlygos ne visada priimtinos ir palankios. Pastarąjį dešimtmetį, ypač pastaraisiais metais, sparčiai populiarėjantis atsinaujinančių išteklių projektų finansavimo būdas – žaliosios obligacijos. Verta pabrėžti, kad šis finansavimo būdas tinkamas tik didesnės apimties projektams. Žaliųjų obligacijų emisijos išleidimas – tai skolinimosi būdas, kurio metu sutelktas investuotojų kapitalas skiriamas su atsinaujinančiais ištekliais susijusių projektų, darančių teigiamą įtaką aplinkai, finansavimui (Bleijs, 2020). Žaliosios obligacijos yra naudingos tiek obligacijų leidėjui, tiek investuotojui (Keliuotytė-Staniulėnienė, Daunaravičiūtė, 2021). Renkantis sutelktinio finansavimo būdą, tokį kaip žaliųjų obligacijų išleidimą, obligacijų leidėjas gali pasiekti daug skirtingų investuotojų, didinamas obligacijas leidžiančios institucijos žinomumas, skolinimosi kaina bei sąlygos dažnu atveju yra geresnės, lyginant su kitomis skolinimosi alternatyvomis, egzistuojančiomis rinkoje, turimas glaudus santykis su investuotojais, pagerinami vidiniai obligacijų leidėjo procesai, reputacija bei atsiranda galimybė pradėti veikti naujose verslo sferose. Pagrindinė žaliųjų obligacijų ypatybė -

žalias obligacijas išleidusios įmonės yra griežtai įpareigosos skirti surinktą kapitalą tik tvariams projektams, dėl to yra nuolat audituojamos, o ataskaitos periodiškai teikiamos investuotojams (Bleijs, 2020). Šiomis dienomis įmonės bei institucijos, leidžiančios žaliasias obligacijas, gali padidinti savo vertę, pelningumą, efektyvumą ir inovatyvumą.

Vertinant žaliasias obligacijas iš investuotojo perspektyvos, kai kurie atliktų tyrimų rezultatai rodo, jog apskritai žaliųjų obligacijų pelningumas yra mažesnis nei įprastų obligacijų. Nepaisant šiek tiek mažesnio žaliųjų obligacijų pajamingumo, investuotojai įsigydami žaliasias obligacijas diversifikuoja savo investicinį portfelį; įsitraukia į aplinkai draugiškus projektus; investicinius sprendimus priima vertindami ne tik obligacijų leidėjo finansinius, bet ir su aplinka susijusius, rodiklius; investuoja į mažai rizikingą finansinį instrumentą; žino, kokia yra tiksli instrumento grąža.

Žaliųjų obligacijų emisija buvo išleista ir Lietuvoje - Lietuvos Respublikos Vyriausybė 2018 m. vertybinių popierių aukcione išplatino 20 mln. eurų žaliųjų obligacijų, 2020 m. ši emisija buvo dukart papildyta iki 68 mln. eurų. Už Vyriausybės obligacijas mokama 1,2 proc. metinių palūkanų, nominali trukmė – 10 metų (Lietuvos Respublikos Vyriausybė, 2020).

Taigi, vėjo energija bei ją gaminantys įrenginiai, nors ir turintys tiek teigiamų, tiek neigiamų savybių, išlieka vienas patraukliausių būdų elektros energijai gaminti. Lietuvoje vėjo elektros energijos gamybos proveržis turėtų aiškiai pasimatyti pradėjus jūrinės teritorijos vėjo jėginių parko statybas, nes kartu su pirmuoju jūriniu projektu yra kuriama ir atitinkama įstatyminė bazė, kuri ateityje leis vykdyti jūrinius projektus ne tik valstybiniam, bet ir privačiam sektoriui.

### **1.3. Investicinių projektų ekonominio vertinimo metodai**

Dėl nuolat augančios žaliosios elektros paklausos, natūralu, kad atsiranda vis daugiau atsinaujinančių išteklių energetikos projektų. Kaip ir minėta anksčiau, vėjo bei saulės energijos pagalba elektrą generuojantys įrenginiai užima didžiausią dalį pagal instaliuotą galią. Kadangi atsinaujinančių išteklių įrenginių projektai reikalauja reikšmingo dydžio investicijų, labai svarbu kaip įmanoma tiksliau įvertinti tokių projektų ekonominę, socialinę ir ekologinę naudą bei rizikas, nes tai ypač svarbu siekiant gauti finansavimą ar investuotojams priimant sprendimą.

Yra siūlomas toks atsinaujinančių išteklių įrenginių projektų vertinimo metodų skirstymas į keturias kategorijas: klasikiniai investicinių projektų vertinimo metodai; kelių indeksų investicinių projektų vertinimo metodai; išplėstiniai kelių indeksų investicinių projektų vertinimo metodai; realių opcijų vertinimo metodas (Dranka., Cunha, de Lima, Ferreira, 2020).

Dažniausiai naudojami klasikiniai investicinių projektų vertinimo metodai yra grynosios dabartinės vertės nustatymo (NPV) bei vidinės grąžos normos metodas (IRR) (Mackevičius, Tomaševič, 2010). Nors šių dviejų rodiklių patikimumas yra vertinamas praktiškai vienodai, vis dėlto dažniau naudojamas yra vidinės grąžos normos metodas, dėl to, kad yra lengviau suprantamas investuotojams. Vidinės grąžos normos metodo privalumai, kad jis yra gana informatyvus, parodo minimalią garantuotą investicinio projekto pelningumo ribą, vidinės grąžos normos priklausomybę nuo rizikos laipsnio, leidžia lyginti ne tik tos pačios veiklos investicinius projektus, tačiau juos palyginti ir su alternatyvių investicijų grąža, taip pat parodo, kokią maksimalią kainą investuotojas gali mokėti už skolintą kapitalą, kad projektas vis dar išliktų pelningu. Tačiau mokslininkai dažnai pabrėžia, kad reikia atkreipti dėmesį į kai kurias prielaidas, kurias vertinimo modelis pateikia. Vienas iš tokių prielaidų pavyzdžių – modelyje yra daroma prielaida, kad projekto uždirbtas pinigų srautas yra iš karto reinvestuojamas. Praktikoje tokie atvejai pasitaiko retai, todėl siūloma projekto vertinimo modelio alternatyva – modifikuotas vidinės grąžos vertinimo metodas (MIRR). Vertinant projektą modifikuotos vidinės grąžos vertinimo metodu, daroma prielaida, kad gauti pinigų srautai yra reinvestuojami tam tikru intensyvumu, kuris lygus kapitalo kainai (Mackevičius, Tomaševič, 2010). Taip pat vidinės grąžos normos metodas yra labai jautrus numatytų pinigų srautų pokyčiams, yra gana sunkiai apskaičiuojamas, jei nesinaudojama informacinėmis technologijomis, o jei lyginami tos pačios veiklos projektai, jų pradinė investicija turi būti panaši, kad būtų parodoma tiksli investicinio projekto grąža. Kitas aspektas – investuotojai dažnai susiduria su iššūkiu pasirinkti logišką reikalaujamą grąžos normą – pasirinkus per aukštą normą, dalis pelningų projektų gali būti atmesti. Nors ir turintys nemažai privalumų, dažnai klasikiniai investicijų vertinimo metodai vertinami kaip per daug supaprastinti ir ne patys tinkamiausi atsinaujinančių išteklių įrenginių investicinių projektų vertinimui, turint omenyje tai, kad tokie projektai yra reikalaujantys ypač didelių investicijų bei atsinaujinančius išteklius reguliuojanti sistema yra nuolat besikeičianti. Klasikiniai vertinimo metodai yra gana nelankstūs ir negali įvertinti visų reikiamų atsinaujinančių išteklių įrenginių investicinių projektų ypatybių bei dedamųjų - turi deterministinį požiūrį (kai kurios prielaidos, darančios įtaką projekto vertinimui, negali būti pakeistos) (Dranka., Cunha, de Lima, Ferreira, 2020).

Kelių indeksų bei išplėstiniai kelių indeksų metodai dalija projekto vertinimą į grąžos ir rizikos dalis. Tai reiškia, kad klasikinių vertinimo metodų naudojimas vertinimo procese išlieka, tačiau didesnis dėmesys skiriamas rizikoms, susijusioms su projektu. Išplėstinė kelių indeksų analizė taip pat vertina ir kiekvieno projekto komponento (pavyzdžiui, sąnaudų ar pajamų) jautrumą ir rėžius, kuriuose šie komponentai gali kisti. Naudojant šiuos vertinimo metodus, siūloma atlikti Monte Carlo simuliaciją tam, kad būtų galima įvertinti įvairias su projektu susijusias rizikas (Dranka., Cunha, de Lima, Ferreira, 2020).

Realiųjų opcionų teorija atsirado kaip praktikų ir akademikų nepasitenkinimo tradiciniais investicinių projektų įvertinimo metodais pasekmė (Levišauskaitė, Rūškys, 2001). Kai investuotojas priima sprendimą investuoti į, tarkime, vėjo jėgainių parką, ir priima nekeičiamą sprendimą, šį procesą galima prilyginti opciono įsigijimui (Dranka., Cunha, de Lima, Ferreira, 2020). Šis metodas pradėtas taikyti investicinių projektų vertinimui, nes jis geba įvertinti tokius dėtmenis kaip mokesčių tarifas, valiutos kurso svyravimai ir pan. todėl yra tinkamas ir tarptautinių investicinių projektų vertinimui. Taip pat jis tinkamas vertinti atsinaujinančių išteklių įrenginių investicinius projektus, nes projekto ekonominis vertinimas yra labai stipriai priklausomas nuo energijos pardavimo kainos ateityje. Dėl neapibrėžtos energijos kainos, investuotojas gali pasirinkti daugiau nei vieną investicinio projekto scenarijų, pavyzdžiui, nuspręsti atidėti projekto įgyvendinimą, matydamas rinkoje esančią situaciją, arba nuspręsti investuoti tuoj pat, įvertinęs, naujai paskelbtą informaciją (Dranka., Cunha, de Lima, Ferreira, 2020). Tokie procesai, kaip laiko, kada investuoti, pasirinkimas, yra vadinami valdymo lankstumu – vadovų gebėjimu modifikuoti investicinių projektų eigą pagal neapibrėžtų kintamųjų pokyčius (Dranka., Cunha, de Lima, Ferreira, 2020). Šiame metode, investiciniai projektai yra vadinami realiaisiais opcionais ir yra vertinami pagal tokią pat schemą kaip finansiniai opcionai, o tai reiškia, kad vertinami pirmoje lentelėje išvardinti kintamieji (Lentelė 1. Realiųjų ir finansinių opcionų vertinime naudojamų kintamųjų palyginimas).

Lentelė 1. *Realiųjų ir finansinių opcionų vertinime naudojamų kintamųjų palyginimas*

<b>Realiųjų opcionų įvertinimas</b>	<b>Kintamasis</b>	<b>Finansinių opcionų įkainojimas</b>
Investicinio projekto laukiamų pinigų srautų dabartinė vertė	$S_0$	Akcijų kaina
Reikalingų investicijų dabartinė vertė	$X$	Sandorio kaina
Investicinės galimybės galiojimo laikas	$T$	Opciono gyvavimo laikas
Nerizikinga palūkanų norma	$r$	Nerizikinga palūkanų norma
Projekto pinigų srautų neapibrėžtumas, nepastovumas	$\sigma$	Akcijų pelno normos nepastovumas, standartinis nuokrypis
Per investicinės galimybės gyvavimo laiką prarasta vertė	$y$	Dividendų norma

*Šaltinis:* Sudaryta autorės remiantis Levišauskaitė, Rūškys (2001) straipsniu

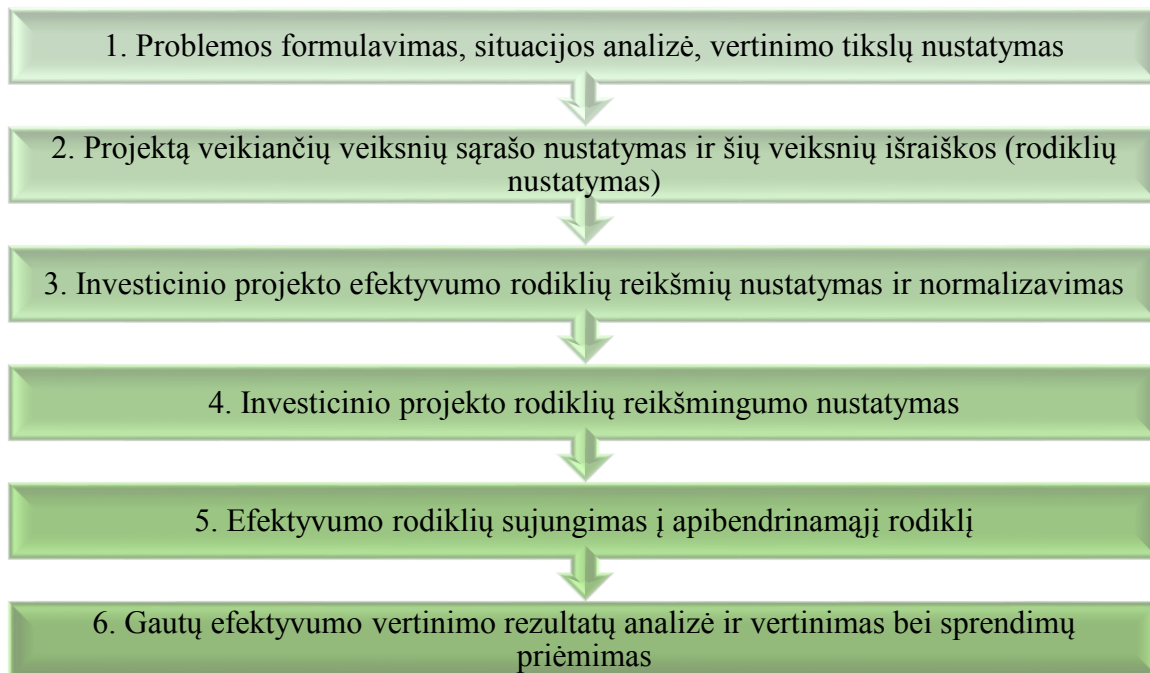
Verta panagrinėti kiekvieną kintamąjį atskirai. Investicinio projekto vertė modelyje yra lygi investicinio projekto laukiamų pinigų srautų dabatinei vertei, o šiai vertei nustatyti naudojamas įprastinis grynosios dabartinės vertės (NPV) nustatymo metodas. Kadangi ateities pinigų srautai nėra žinomi, tai ir daro realiųjų opcionų vertinimo modelį tinkamesniu – jo dėka gaunamas tikslesnis projekto vertinimas, nes realiųjų opcionų vertinimo modelis įvertina šį neapibrėžtumą (Levišauskaitė, Rūškys, 2001). Vertinant turto vertės nepastovumą, yra siūloma remtis jau prieš tai įvykusių projektų pinigų srautų nuokrypiu, taip pat gali būti vertinami skirtingi projekto pinigų srautų scenarijai arba galima remtis konkurentų pinigų srautų vidutinį nuokrypį. Modelyje daroma prielaida, kad dabartinė investicijai



reikalingų lėšų vertė – nekinta. Opciono gyvavimo laikas – tai laikas, per kurį rangovas gali pasinaudoti galimybe investuoti, atsinaujinančių išteklių investicinių projektų kontekste tai galėtų būti, pavyzdžiui, statybos leidimų galiojimo laikas. Nerizikinga pelno norma, tai nerizikingo vertybinio popieriaus, kurio galiojimo laikas toks pat kaip investicinės galimybės galiojimo laikas. Paskutinis įvardintas kintamasis – per galimybės laiką prarasta vertė – šis kintamasis vertina, kiek įmonė praranda įplaukų dėl uždelsto investavimo proceso. Taigi, lyginant realių opcijų įvertinimo modelį su tradiciniais investicijų įvertinimo modeliais, tokiais kaip grynosios dabartinės vertės metodas, galima matyti, jog tradiciniai investicinių projektų vertinimo metodai vertina tik du kintamuosius – investicinio projekto laukiamų pinigų srautų dabartinę vertę bei reikalingų investicijų dabartinę vertę – tai reiškia, kad dauguma tradicinių investicinių projektų vertinimo modelių yra nelankstūs ir nevertina galimų realios rinkos pokyčių ir nepastovumo bei projekto vykdymo tvarkaraščio neatitikimų, kaip pavyzdžiui, per investicinės galimybės gyvavimo laiką prarastos vertės.

Kitas siūlomas investicinių projektų ekonominio vertinimo būdas – daugiakriterinis vertinimas, kuris kombinuoja skirtingus rodiklius, kurie parenkami kiekvienam unikaliam projektui atskirai. Pastebima problema, kad dažniausiai investiciniai projektai yra vertinami atsižvelgiant tik į finansinį projekto efektyvumą, tačiau norint tiksliai įvertinti bendrą projekto efektyvumą, nereikėtų pamiršti ir technologinių, ekologinių, aplinkosauginių ir panašių aspektų, kurie taip pat daro reikšmingą įtaką projektų efektyvumui (Tamošiūnienė, Šidlauskas, Trumpaitė, 2006).

Kaip galima matyti penktame paveiksle (Paveikslas 5. Investicinių projektų daugiakriterinio vertinimo etapai), yra nurodyti veiksmai, kuriuos reikalinga atlikti norint sukurti investicinio projekto vertinimo modelį. Kadangi daugiakriterinis vertinimo metodas yra lankstus ir gali būti pasirinkti skirtingi rodikliai, visų pirma, turi būti išanalizuota projekto veikla, rinkos situacija, taip pat nustatytas tikslas, ką tiksliai norima įvertinti, numatyta problema, kurią norima išspręsti formuojant daugiakriterinio vertinimo modelį. Tuomet nustatomi didžiausią įtaką pasirinktiems projektams vertinti darantys veiksniai, nustatoma, kokie rodikliai geriausiai apibrėžtų kiekvieną išsirinktą veiksnį. Tuomet pasirinktų rodiklių reikšmės modifikuojamos į skaitinę išraišką, nustatomas kiekvieno rodiklio reikšmingumas, tada pasirinkti rodikliai yra kombinuojami ir tokiu būdu gaunamas galutinis investicinio projekto efektyvumo vertinimo rodiklis. Galiausiai seka gautų rezultatų lyginimas, kuris padeda investuotojams priimti sprendimus. Pastebima, jog norint sudaryti daugiakriterinio vertinimo modelį tam tikros srities projektui, yra būtinas išsamus verslo šakos, kurioje projektas planuojamas, išmanymas, nes šio modelio pagalba gali būti vertinama ne tik finansinė grąža, bet ir kiti aspektai, atsirandantys skirtingų projektų vystymo procese.



*Paveikslas 5.* Investicinių projektų daugiakriterinio vertinimo etapai

*Šaltinis:* Tamošiūnienė, Šidlauskas, Trumpaitė (2006)

Vėjo jėgainių parkų statybos kontekste, daugiakriterinis vertinimas galėtų būti tinkamas projektų efektyvumo vertinimo būdas, nes, kaip jau aptarta prieš tai, be finansinės projekto naudos, labai svarbūs keli papildomi aspektai: vizualinė tarša; įtaka aplinkui gyvenančioms bendruomenėms; įtaka gamtai; galimybė vėjo jėgaines utilizuoti, pasibaigus naudingam jėgainių tarnavimo laikui. Pasirinkus vertinti tik vieno kriterijaus, tokio kaip vidinė gražos norma, rezultata, galima daryti realybės neatitinkančias išvadas. Tarkime, galbūt projektas, įvertinus pinigų srautus, gali atrodyti labai patrauklus įgyvendinimui, tačiau praktiškai jo įgyvendinti tiesiog neįmanoma. Taigi, šis vertinimo modelis yra lengvai pritaikomas pagal kiekvieną projektą, nes jo sudedamosios ir vertinamos dalys gali būti atitinkamai keičiamos.

Apibendrinant, yra daugybė būdų ir galimų metodų įvertinti investicinius projektus, todėl kiekvienu unikaliu atveju reikia įvertinti, kokie duomenys turimi ir koks metodas tinkamiausias. Verta atkreipti dėmesį, kad, nors ir egzistuoja daug įvairių investicinių projektų vertinimo metodų, populiariausiais dėl savo paprastumo, vis dar išlieka klasikiniai vertinimo metodai.

## **2. Daugiakriterinis investicijų į vėjo jėginių parkų statybas vertinimo modelis ir duomenys**

Vėjo jėginių parkų statybų investicijoms įvertinti pasirinktas daugiakriterinio vertinimo modelis. Jei būtų pasirinkta vertinti tik klasikinius investicinių projektų vertinimo metodus, kaip, pavyzdžiui, vidinės gražos normos metodas, vidinės gražos dydį lemtų tik vidiniai projekto parametrai, apibūdinantys patį investicinį projektą (Mackevičius, Tomaševič, 2011), o, kaip minėta anksčiau, vėjo jėginių parkų statybų projektai turi žymiai daugiau aspektų, kuriuos būtina įvertinti. Nagrinėtas realių opcijų metodas gana sudėtingas, pagrindinis jo išskirtinumas, kad galima atidėti investicijos realizavimo laiką, tačiau praktikoje tai nutinka retai, nes vėjo jėginių parkų statybų projektai ir taip trunka ilgai, ne vienerius metus, todėl generuoti pajamas norima pradėti kaip įmanoma greičiau. Taip pat pinigų srautams realiųjų opcijų metode nustatyti yra imami praeities projektų pinigų srautai arba kitų rinkoje egzistuojančių panašių projektų pinigų srautai, o tokio pobūdžio patikimą informaciją gauti yra sudėtinga. Taigi, pasirinktas daugiakriterinis vertinimo metodas pakankamai tiksliai atspindi investicinių vėjo jėginių parko projektų patrauklumą, nes vertinama ne tik finansinė grąža, bet pridedami ir kiti tokio tipo projektams būtini parametrai.

Daugiakriteriniame modelyje pagrindinis investicijų vertinimo aspektas išlieka finansinė grąža, tačiau, vertinant atsinaujinančių išteklių projektus, būtina atkreipti dėmesį ir į papildomus kriterijus, tokius kaip – ar kuriama energija yra tvari (vertinant medžiagas, iš kurių pagaminta vėjo jėginė, bei kaip lengvai ją bus galima utilizuoti); ar statomas vėjo jėginių parkas atitinka aplinkosauginius reikalavimus, nedaro reikšmingos neigiamos įtakos augalijai bei gyvūnijai, ar neteršia kraštovaizdžio; ar pasirinkta projekto vieta yra tinkama – kai vėjo jėginių parkas yra statomas jūroje, jis nedaro įtakos šalia įsikūrusioms bendrijoms, tačiau, kai vėjo jėginių parkas statomas žemyninėje dalyje, kaip jau minėta anksčiau, vėjo jėginių parkų vystymo procesas gali tapti sudėtingu dėl sukilusių bendruomenių. Taigi, jei būtų vertinama tik finansinė grąža, projektas galėtų atrodyti pelningas ir vertas investicijų, tačiau, kadangi atsinaujinančių išteklių projektų vystymas yra aiškiai apibrėžtas teisės aktais, kai kuriais atvejais net ir pelningiausias projektas gali būti neįmanomas įgyvendinti.

### **2.1. Daugiakriterinis vertinimo modelis**

Daugiakriteriniame vertinimo procese vienas svarbiausių žingsnių yra pasirinkti tinkamus rodiklius, kurie bus vertinami ir kombinuojami. Kaip jau minėta, jie gali būti ekonominiai, socialiniai, aplinkosauginiai ir ekologiniai, technologiniai ir kt. Renkantis kriterijus, jie turi atitikti šiuos principus ir būti (Tamošiūnienė, Šidlauskas, Trumpaitė, 2006):

- Paprasti ir aiškūs savo sudėtimi bei matematine išraiška;
- Plačiai naudojami praktikoje;
- Patikimi – būtina patikrinti informacijos, naudojamos kriterijams skaičiuoti, šaltinį;
- Apibrėžti - būtina nustatyti didžiausią ir mažiausią vertinimo rodiklių rinkinio skaičių.

Nagrinėjant vėjo jėgainių parkų atvejį, dalis galimų veiksnių pateikti antroje lentelėje (Lentelė 2. Investicinių projektų efektyvumą lemiantys veiksniai).

Lentelė 2. *Investicinių projektų efektyvumą lemiantys veiksniai*

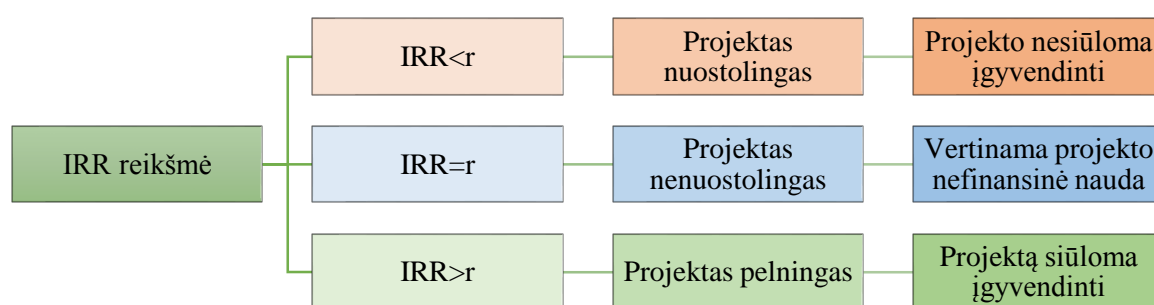
<b>Veiksnių grupė</b>	<b>Veiksniai</b>
Ekonominiai	Kuriama pridėtinė vertė Investicijų grąža Investicijų pelningumas Verslo plėtra
Socialiniai	Naujų darbo vietų kūrimas Bendruomenių palaikymas Parama regionams, seniūnijoms
Aplinkosauginiai ir ekologiniai	Kuriama švaresnė aplinka – taršos mažinimas Pridedama prie nacionalinių bei Europos Sąjungos AEI tikslų Mažinamas „šiltnamio“ efektas Įtaka gyvūnijai bei augalijai Utilizavimo galimybės
Technologiniai	Diegiamos inovacijos Didėja našumas Taupomi ištekliai

*Šaltinis:* Sudaryta autorės remiantis Tamošiūnienė, Šidlauskas, Trumpaitė (2006) straipsniu

Ekonominiai veiksniai, kaip ir bet kuriame kitos srities projekte, dažniausiai atspindi finansinę grąžą – ekonominį naudingumą. Prie socialinių veiksnių gali būti priskiriamas naujų darbo vietų kūrimas bei komunikacija su bendruomenėmis ar regionų institucijomis - kadangi vėjo jėgainės, bent jau kol kas, Lietuvoje yra statomos tik sausumoje, dažnu atveju neišvengiamai tenka susidurti su gyventojais. Vėjo jėgainių parko plotas dažnai užima didelę dalį žemės, kai kurios vėjo jėgainės gali būti statomos gana arti gyvenamųjų namų. Vėjo jėgainių parkų vystytojams yra būtina susitarti su atskirais gyventojais bei bendruomenėmis, kaip vyks statybų procesas, aiškiai paaiškinti, kokią įtaką jų kasdieniam gyvenimui veikiančios vėjo jėgainės darys. Žinoma, kad atsinaujinančios energetikos vystymas daro teigiamą įtaką aplinkai, mažindamas kenksmingų išmetamų dujų kiekį, tačiau svarbu įvertinti, kokią įtaką vėjo jėgainių parkai daro gyvūnams bei augalijai. Taip pat svarbu atkreipti dėmesį ir į besikeičiančią reguliavimo

sistemą, kuri greitu metu gali įpareigoti atsinaujinančios energetikos vystytojus jau planuojant vėjo jėgainių parko projektą žinoti, kaip nudėvėtos vėjo jėgainės bus utilizuojamos. Technologiniai veiksniai, tokie kaip diegiamos inovacijos, taip pat labai svarbios, norint efektyvinti vėjo jėgainių parkų veiklą, nes kuo efektyviau bus valdomi atsinaujinančių energijos išteklių įrenginiai, tuo mažesnių praradimų galima tikėtis pradėjus vėjo jėgainių parko veiklą. Įvertinus minėtus veiksnius, darančius įtaką vėjo jėgainių parkų vystymui, pasirinkta vertinti projekto ekonominę naudą – finansinę grąžą, vietos pasirinkimą, kuris glaudžiai susijęs su socialiniais veiksniais – bendruomenių požiūriu į vėjo jėgainių parkus, galimybę kokybiškai utilizuoti nudėvėtus vėjo jėgainių parko elementus bei atitikimą aplinkosaugos reikalavimams.

Finansinės grąžos (ekonominiam) vertinimui naudojamas vidinės grąžos normos apskaičiavimo būdas. Vidinės grąžos normos rezultatas procentine išraiška parodo projekto grąžą, kuri gali būti lyginama su kitų projektų vidinių grąžų reikšmėmis arba įrodyti projekto patrauklumą lyginant jį su grąža, kuri būtų gaunama investicijas nukreipus ne į investicinį projektą, bet, pavyzdžiui, laikant indėlį banke. Jei projekto vidinė grąža sutampa su terminuoto indėlio palūkanų norma, tuomet, dažniausiai, į projektą nėra verta investuoti, nes tiek indėlis, tiek projektas generuos tokią pat grąžą, tačiau reikia atkreipti dėmesį, galbūt projektas kuria nefinansinę vertę, kuri yra svarbi projektą vystančiai institucijai ar įmonei. Jei projekto vidinė grąžos norma viršija rinkoje nustatytą palūkanų normą, tuomet projektas yra efektyvus ekonominiu požiūriu ir atvirkščiai – jei palūkanų norma viršija projekto vidinę grąžos normą, tuomet projektas nėra patrauklus investuotojams, nes investuotojai gautų didesnę grąžą laikydami investiciją kaip indėlį banke. Vidinės grąžos normos rezultatų vertinimo schema pavaizduota šeštame paveiksle (Paveikslas 6. Vidinė grąžos normos skaičiavimo proceso vertinimo schema).



Čia  $r$  – reikalaujama pelningumo norma,  $IRR$  – vidinė grąžos norma

Paveikslas 6. Vidinės grąžos normos skaičiavimo proceso vertinimo schema

Šaltinis: (Mackevičius, Tomaševič, 2011)

Minėtu atveju reikalaujama pelningumo norma – terminuotų indėlių palūkanų norma, kuri lentelėje žymima raide „ $r$ “. Sprendimo priėmimo komplikuotumą lemia nefinansinės naudos vertinimas. Tai gali būti glaudžiai susiję su atsinaujinančių išteklių projektais, nes įmonės, investuojančios į žaliąją

energetiką, kuria palankią aplinką gamtai, gerina savo reputaciją ir tokiu būdu kuria pridėtinę vertę – gauna nefinansinę naudą. Taigi, pasirinkus tam tikrą rinkoje vyraujančią rodiklį, tokį kaip palūkanų norma, ir lyginant jį su projekto vidine grąžos norma, projektai skirstomi į efektyvius ir neefektyvius ekonominiu požiūriu.

Vidinės grąžos normos formulė pateikiama žemiau:

$$\sum_{t=0}^T \frac{CF(t)}{(1+d)^t} = 0$$

Čia  $d$  – vidinė grąžos norma, atitinkanti pinigų srautą  $CF(t)$ .

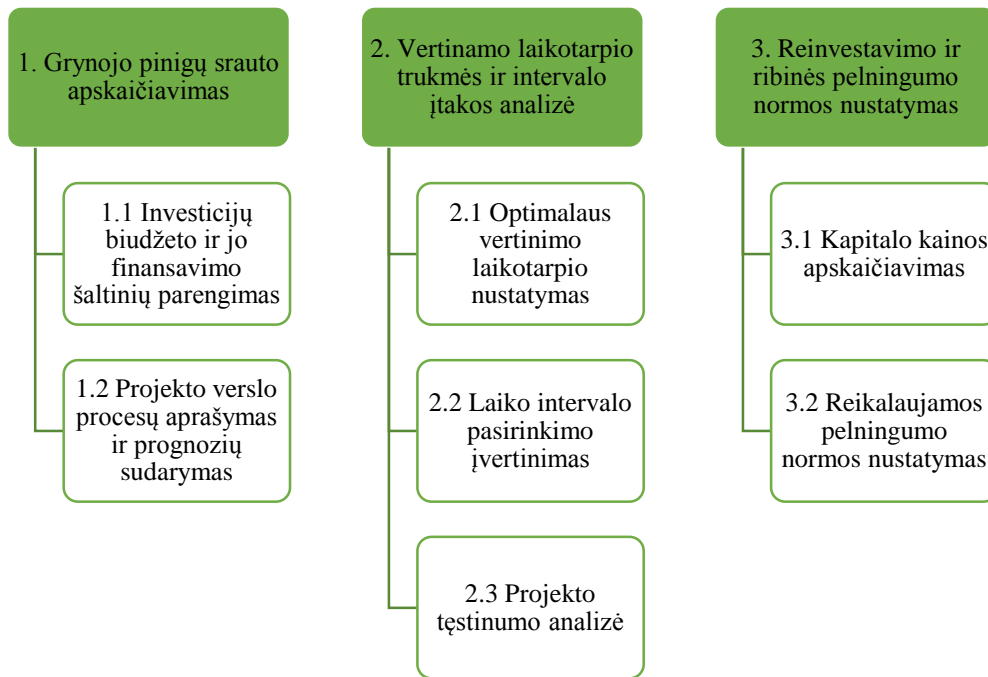
Verta paminėti, kad nevertėtų lyginti projektų, kurių reikalingų investicijų sumos skiriasi. Kadangi pinigų srautai yra diskontuojami, logiška, kad įtaką vidinės grąžos normai daro ir pinigų srautų išsidėstymas per laikotarpį – kuo didesni pinigų srautai generuojami projekto pradžioje, tuo fiksuojamas didesnis teigiamas poveikis IRR reikšmei.

Vidinės grąžos normos metodo taikymo procesas pavaizduotas septintame paveiksle (Paveikslas 7. Vidinės grąžos normos skaičiavimo proceso schema). Parametrai, naudojami IRR apskaičiavimui: grynasis pinigų srautas; projekto trukmė; reikalaujama pelningumo norma.

Visų pirma, norint kaip įmanoma tiksliau apskaičiuoti investicinio vėjo jėgainių parko grynuosius pinigų srautus, reikia žinoti, kokia yra investicinio projekto vertė – kokio dydžio investicija reikalinga. Jos apskaičiavimui, būtent vėjo jėgainių parkų atveju, vertinami sekantys elementai:

- Projekto vystymas ir valdymas – tyrimai vėjo jėgainių parko vietos parinkimui, statybos leidimų gavimas, susitarimai su žemės savininkais (jei žemė nuomojama), atitikimo aplinkosaugos reikalavimams vertinimas ir pan.;
- Žemės kaina – žemė gali būti nuomojama arba perkama;
- Infrastruktūros vystymas – kelių parengimas, kabelių tiesimas;
- Pamatai, jų įrengimas;
- Vėjo jėgainės, jų įrengimas;
- Vėjo jėgainių parko pajungimas į tinklą bei testavimo išlaidos.

Minėti punktai – pagrindiniai aspektai, kuriuos reikia įvertinti norint sužinoti reikalingos pradinės investicijos dydį.



*Paveikslas 7. Vidinės grąžos normos skaičiavimo proceso schema*

*Šaltinis:* (Mackevičius, Tomaševič, 2011)

Kitas pinigų srautų elementas – įplaukos. Jų dydį lemia paskesni veiksniai:

- Elektros kaina;
- Vėjo jėgainių parko galia – metinė vėjo jėgainių parko gamyba;
- Vėjo jėgainių parko priežiūros kaina (dažniausiai – su vėjo jėgainių parko tiekėju sutarta pilno aptarnavimo kaina).

Norint sužinoti jau paleisto veikti vėjo jėgainių parko generuojamas pajamas, modelyje fiksuojama dabartinė elektros kaina, kuri kasmet indeksuojama vidutinės Euro zonos infliacijos dydžiu visu jėgainės naudingo tarnavimo laikotarpiu. Pasirinktas būtent toks prognozavimo metodas dėl to, kad elektros kaina neturi tendencingumo ir yra įtakojama daugybės faktorių, kurie nuolat keičiasi, dėl to, tokie modeliai kaip tiesinis, slankiojo vidurkio ir panašūs, elektros kainos prognozei nėra tinkami. Vėjo jėgainių parko pajamos skaičiuojamos elektros kainą dauginant iš pagaminto elektros kiekio. Kuo galingesnės ir naujesnės vėjo jėgainės yra statomos, tuo daugiau elektros generuojama. Norint sužinoti, kiek vidutiniškai generuoja naujos kartos parkai, daroma prielaida, kad statoma aktuali, nauja, vidutinio galingumo vėjo jėgainė.

Kaip minėta anksčiau, dažniausiai vėjo jėgainių parkų vystytojai pasirašo sutartis su vėjo jėgainių tiekėjais ar kitomis išorinėmis įmonėmis, kurios apibrėžia, kiek kainuos pilna vėjo jėgainių priežiūra – tai yra pagrindinės veiklos sąnaudos, kurias patiria vėjo jėgainių parkas. Tokių sutarčių pasirašymas suteikia vėjo jėgainių projektų vystytojui užtikrintumą, kad visi reikalingi aptarnavimai, smulkūs gedimai bei problemos bus sprendžiamos kaip įmanoma efektyviau ir taip bus užtikrinama

maksimali elektros generacija – bus patiriami mažiausi įmanomi gamybos praradimai. Apskaičiuoti pagrindines vėjo jėgainių parko sąnaudas, pasirinkta vertinti vidutinę pilno aptarnavimo sutarties kainą vienam megavatui. Vidutinė pilno aptarnavimo kaina indeksuojama vidutinės metinės infliacijos dydžiu visą vėjo jėgainių parko veikimo periodą.

Įvertinus generuojamus pinigų srautus, sekantis svarbus parametras – investicinio projekto laikotarpis. Nuspręsta projekto laikotarpį prilyginti naudingam vėjo jėgainių veikimo laikotarpiui. Taigi, skaičiuojant vidinę projekto grąžos normą, dabartinė elektros rinkos kaina bei pilno aptarnavimo sutarties kaina, indeksuojamos vidutiniu infliacijos dydžiu visą vėjo jėgainių tarnavimo laikotarpį.

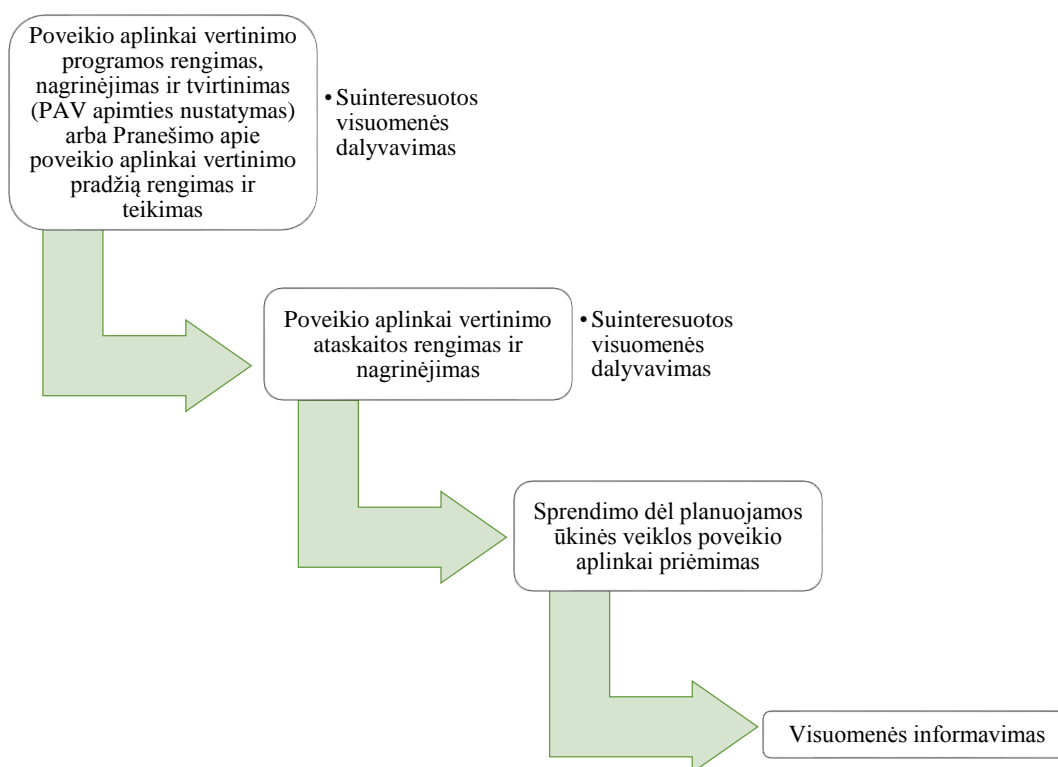
Kad IRR atspindėtų realią situaciją, jis bus lyginamas su žaliųjų obligacijų kaina. Kaip minėta anksčiau, žaliosios obligacijos tampa vis populiareesnės dėl Europos Sąjungos keliamų tikslų bei dėl žmonių sąmoningumo ir noro rinktis tvaresnę aplinką. Dėl minėtų priežasčių, vertinant projektui reikalingą investiciją bei pinigų kainą, vertinama žaliųjų obligacijų kaina, nusakanti, kiek vėjo jėgainių parko statybos vystytojui kainuos surinkti projektui reikalingą kapitalą sutelktinio finansavimo būdu – išleidžiant žaliąsias obligacijas.

Pasirinkus vėjo jėgainių parkų projektus vertinti daugiakriteriniu metodu, vidinė grąžos norma atspindi finansinės grąžos rodiklį, tačiau, kaip minėta, neapima išorinių veiksnių. Trys pasirinkti išoriniai kriterijai, kurie vertinami kartu su finansine grąža – aplinkosaugos, utilizavimo paprastumo bei vietos pasirinkimo. Atitikimo aplinkosaugos normoms kriterijus, kuris toliau vadinamas PAV (poveikio aplinkai vertinimo) atitikimu, yra kritinis, kas reiškia, kad jei vėjo jėgainių parko projektas neatitinka tam tikrų nustatytų reikalavimų – jo statyba nėra įmanoma. Tai atsispindi ir modelyje.

Kadangi vėjo jėgainių parkų statybų projektai patenka į ūkinių veiklų, kurių poveikis aplinkai privalo būti vertinamas, sąrašą, aplinkosauginių kriterijų atitikimui nustatyti yra atliekamas poveikio aplinkai vertinimas, už kurį atsakinga Aplinkos ministerija.

Aštuntame paveiksle (Paveikslas 8. PAV procedūros schema) iliustruojamas Lietuvos Respublikos aplinkos ministerijos atliekamas poveikio aplinkai vertinimo procesas. Pagrindiniai poveikio aplinkai vertinimo tikslai yra nustatyti ir įvertinti, kokį poveikį galimai vystomas projektas turės dirvožemiui, vandeniui, klimatui, kraštovaizdžiui, gyvūnijai bei augalijai (ypač kreipiamas dėmesys į nykstančias gyvūnų bei augalų rūšis), kultūrinėms vertybėms ir visų elementų tarpusavio sąveikai, taip pat visuomenės sveikatai, kokias ekstremalias situacijas vystomas projektas galėtų sukelti bei ar planuojamas vykdyti projektas atitinka visus saugos reikalavimus. Poveikio aplinkai vertinimo išvada gali būti teigiama arba neigiama. Dėl šios priežasties modelyje šis kriterijus vertinamas nuliu arba vienetu, kas reiškia, kad jei poveikio aplinkai vertinimo išvada yra teigiama – tuomet parkas gali būti vystomas, jei neigiama, deja, investicinis vėjo jėgainių parko projektas negali būti įgyvendintas.





#### Paveikslas 8. PAV procedūros schema

Šaltinis: Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija

Kaip minėta anksčiau, utilizavimo aspektas kol kas nėra kritinis, tačiau ateityje ir jis turėtų tapti kritiniu, jei Europos Komisija patvirtins sprendimą, kad visi vėjo jėginių parkai turės būti atitinkamai utilizuojami ir galimybės atliekas pristatyti į sąvartynus nebebus. Kadangi yra daug kalbama apie vėjo jėginių utilizavimą bei perdirbimą, o didžiausi Europos vėjo jėginių gamintojai turi tikslą ateityje vėjo jėgines gaminti iš visiškai perdirbamų medžiagų, šis aspektas paverčiamas matematine išraiška ir vertinamas trijų balų sistemoje, kur nulis reikš, kad vėjo jėginės dėl tam tikrų priežasčių nebus galima perdirbti apskritai, vienetas – daugiau kaip 80 proc. jėginės elementų pagaminti iš perdirbamų medžiagų, tačiau tarp naudotų gamyboje medžiagų vis dar yra epoksidinė derva ir stiklo pluoštas, o trejetu vertinamos vėjo jėginės, kurias galima perdirbti šimtu procentu, tokiu būdu maksimaliai tausojant aplinką.

Vietos pasirinkimo kriterijus nėra kritinis, tačiau gali būti sunkinanti aplinkybė, jei vėjo jėginių parkas yra planuojamas statyti arti įsikūrusių bendruomenių. Šis kriterijus bus taip pat vertinamas trijų balų sistemoje. Nulis reikš, kad nėra jokio santykio su bendruomenėmis, nes projekto vieta – jūriniai vandenys. Vienetas reikš, kad vėjo jėginės statomos sausumoje, tačiau kiekviena vėjo jėginė yra nutolusi nuo gyvenviečių bent vieno kilometro spinduliu. Ir dvejetu vertinami vėjo jėginių parkai, kurių vėjo jėginės stovi prie gyvenamųjų pastatų arčiau nei už vieno kilometro. Nėra įstatymo apibrėžiančio,

kiek vėjo jėgainė turi būti nutolusi nuo gyvenamųjų pastatų, tačiau vėjo jėgainės skleidžiamas garsas gyvenvietėje negali viršyti 45 dBA nakties metu ir 55 dBA dienos metu (Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerija, 2018). Jei vėjo jėgainės stovi arčiau nei už vieno kilometro nuo gyvenvietės, yra didelė tikimybė, kad ji triukšmo normas viršija ir dėl to reikia mažinti vėjo jėgainių pajėgumus, o tai nėra naudinga projektų vystytojams, nes vėjo gamyba nėra maksimizuojama.

Lentelė 3. *Daugiakriterinio investicinių projektų vertinimo modelio kriterijai*

Rodiklis	IRR ( $V_e$ )	PAV atitikimas ( $V_s$ )	Utilizavimas ( $V_r$ )	Vietos pasirinkimas ( $V_a$ )
Reikšmė	Procentinė išraiška	0 – išvada neigiama; 1 – išvada teigiama.	0 – mažiau kaip 80 proc. vėjo jėgainės perdirbama; 1 – daugiau kaip 80 proc. vėjo jėgainės elementų – perdirbama; 2 – 100 proc. vėjo jėgainės elementų perdirbama.	0 – nėra sąlyčio su sausuma; 1 – vėjo jėgainių parkas ne arčiau kaip 1 km nuo gyvenviečių; 2 – vėjo jėgainių parkas arčiau nei 1 km nuo gyvenviečių.
Maksimizuojantis/ Minimizuojantis	Maksimizuojantis	Maksimizuojantis	Maksimizuojantis	Minimizuojantis
Etaloninė reikšmė ( $F^*$ )	IRR < 6,5 % – 0 balų; 6,5 % ≤ IRR ≤ 10 % – 10 balų; 10 % < IRR ≤ 15 % – 20 balų; IRR ≥ 15 % – 40 balų	Kritinis rodiklis ( <i>projektas neįgyvendinamas, jei reikšmė – 0</i> )	0 – 0 balų; 1 – 5 balų; 2 – 10 balai.	0 – 15 balų; 1 – 10 balų; 2 – 5 balai.
Svarbos (svorio) koeficientai ( $w^*$ )	70%	-	15%	15%

Šaltinis: Sudaryta autorės

Kiekvieno pasirinkto vertinimui rodiklio apibūdinimą galima matyti trečioje lentelėje (Lentelė 3. Daugiakriterinio investicinių projektų vertinimo modelio kriterijai). Daugiakriteriniai investicijų efektyvumo vertinimo būdai gali būti skirstomi į dvi grupes:

1. Paprastieji (geometrinis vidurkis, rodiklių reikšmių ir svorių sandaugų suma SAW (Simple Additive Weighting) bei vienetų suma);
2. Sudėtingieji (TOPSIS, ELECTRA, PROMETHEE, VIKOR, kompleksinis proporcingasis, supaprastintas kompleksinis ir kiti metodai) (Tamošiūnienė, Šidlauskas, Trumpaitė, 2006).

Šiuo atveju pasirinktas SAW bei geometrinio vidurkio būdai.

Visų pirma, įvertinus atrinktų projekto kriterijų (IRR ( $V_e$ ), PAV atitikimas ( $V_s$ ), Utilizavimas ( $V_r$ ), Vietos pasirinkimas ( $V_a$ )) reikšmes, jiems priskiriami atitinkami balai – etaloninė reikšmė, kuri žymima simboliu „ $F^*$ “. Tuomet apskaičiuojama modifikuota kiekvieno kriterijaus reikšmė ( $H^*$ ), įvertinus kiekvienam kriterijui priskirtą svorį:

$$H^* = F^* \times w^*$$

*Kur  $H$  – modifikuota kriterijaus reikšmė,  $F$  – etaloninė reikšmė,  $w$  – svarbos (svorio) koeficientas*

Kaip matoma pateiktoje lentelėje, didžiausias svoris tenka finansinės gražos vertinimui, nes tai vis tiek išlieka pagrindiniu investicinio projekto lūkesčiu – investuoti į projektus, kurie atneša pelną.

Tuomet investicinio projekto vertinimo rodiklio formulė:

$$H_f = \sum H^*$$

Minėtas galutinis daugiakriterinis investicinio projekto vertinimo rodiklis bus apskaičiuojamas naudojant Excel programos pagalbą. Norint patikrinti, modelio pritaikomumą bei teisingumą naudojamos ketvirtoje lentelėje nurodytos prielaidos (Lentelė 4. Daugiakriterinio investicinių projektų vertinimo modelio tikrinimo prielaidos).

Lentelė 4. *Daugiakriterinio investicinių projektų vertinimo modelio tikrinimo prielaidos*

	<b>Projektas 1</b>	<b>Projektas 2</b>	<b>Projektas 3</b>
<b>Elementas</b>	<b>Prielaida</b>		
Instaliuoti MW	Bendra vėjo jėgainių parko galia	Bendra vėjo jėgainių parko galia	Bendra vėjo jėgainių parko galia
Vietos pasirinkimas	Projektas statomas jūroje	Projektas statomas bent 1 km nuo gyvenviečių atstumu	Projektas statomas 500 m nuo gyvenviečių atstumu
PAV atitikimas	Išvada - teigiama	Išvada - teigiama	Išvada - neigiama
Utilizavimas	100 proc. jėgainės elementų - perdirbami	85 proc. vėjo jėgainės elementų - perdirbami	70 proc. vėjo jėgainės elementų - perdirbami
Žemės kaina	Žemė perkama, vertinama hektaro kaina rajonuose	Žemė perkama, vertinama hektaro kaina rajonuose	Žemė nuomojama, vertinama vidutinė hektaro nuomos kaina rajonuose

Projekto laikotarpis	Vėjo jėgainės naudingo tarnavimo laikotarpis	Vėjo jėgainės naudingo tarnavimo laikotarpis	Vėjo jėgainės naudingo tarnavimo laikotarpis
Infrastruktūros išvystymas	Vidutinė kelių bei kabelių rangos kaina megavatui	Vidutinė kelių bei kabelių rangos kaina megavatui	Vidutinė kelių bei kabelių rangos kaina megavatui
Pamatai	Vidutinė pamatų rangos kaina megavatui	Vidutinė pamatų rangos kaina megavatui	Vidutinė pamatų rangos kaina megavatui
Vėjo jėgainės kaina	Vidutinė vėjo jėgainės kaina	Vidutinė vėjo jėgainės kaina	Vidutinė vėjo jėgainės kaina
Pajungimas į tinklą ir testavimas	Vidutinė pajungimo ir testavimo kaina tenkanti megavatui	Vidutinė pajungimo ir testavimo kaina tenkanti megavatui	Vidutinė pajungimo ir testavimo kaina tenkanti megavatui
Vidutinė parko gamyba per metus	Vidutinė parko gamyba megavatais per metus	Vidutinė parko gamyba megavatais per metus	Vidutinė parko gamyba megavatais per metus
Elektros kaina	Fiksuojama dabartinė elektros rinkos kaina	Fiksuojama dabartinė elektros rinkos kaina	Fiksuojama dabartinė elektros rinkos kaina
Infliacija	Euro zonos infliacija	Euro zonos infliacija	Euro zonos infliacija
Pilno serviso sutarties kaina	Vidutinė pilno serviso sutarties kaina megavatui	Vidutinė pilno serviso sutarties kaina megavatui	Vidutinė pilno serviso sutarties kaina megavatui
Reikalaujama gražos norma	Žaliųjų obligacijų palūkanų norma	Žaliųjų obligacijų palūkanų norma	Žaliųjų obligacijų palūkanų norma

*Šaltinis:* Sudaryta autorės

Visų trijų scenarijų prielaidos įvertinamos, tuomet modelio pagalba skaičiuojamas investicinio projekto vertinimo rodiklis ir projektai palyginami tarpusavyje. Tokiu būdu įvertinama, ar sukurtas modelis įvertina pasirinktus kriterijus ir yra tinkamas naudoti praktikoje.

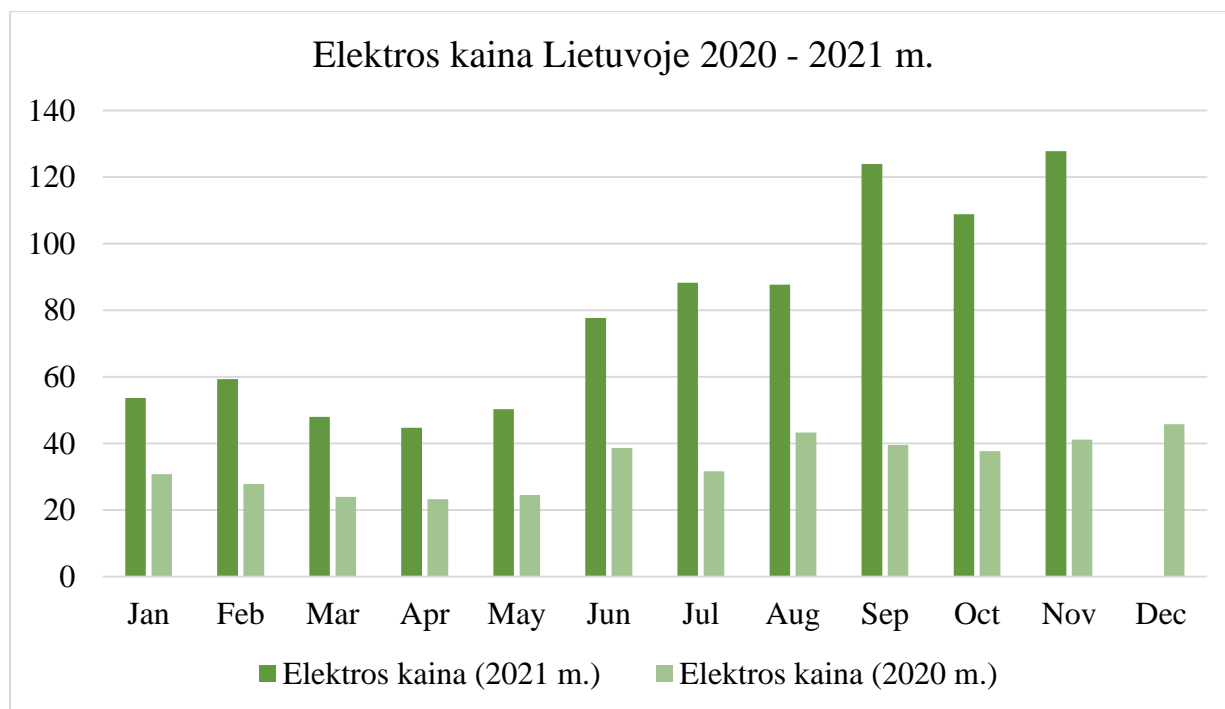
## 2.2. Duomenys naudojami modelyje

Tam, kad patikrinti ar modelis yra tinkamas naudoti bei patikrinti, ar dabartinėmis rinkos sąlygomis yra verta investuoti į vėjo jėgainių parkus, verta atlikti analizę, kurios metu tiriamos šios modelio dedamosios dalys: vidutinė žemės, esančios rajonuose, pirkimo bei nuomos kaina; praktikoje aptinkama elektros kaina; vidutinės vėjo jėgainių parko elementų kainos; vidutinis naujų vėjo jėgainių galingumas; vidutinis vėjo greitis Lietuvoje; vyraujantis vėjo jėgainių parko naudingo tarnavimo laikas; vidutinė Euro zonoje vyraujanti infliacija; kokie kriterijai reikalingi apskaičiuoti, kokia yra vidutinė vėjo jėgainės gamyba per metus.

Kadangi vėjo jėgainių parkų įgyvendinimas praktiškai neįmanomas miesto dalyje dėl sveikatos bei aplinkosaugos reikalavimų, pasirinkta vertinti žemės kainą Lietuvos rajonuose. Vidutinė žemės

nuomos kaina pirkimui 2020 m. – 3 207 Eurų/ha, nuomai – 129 Eurų/ha (Valstybės įmonė Žemės ūkio informacijos ir kaimo verslo centras, 2021). Vidutiniškai vėjo jėgainei reikalinga 0,5 ha.

Kadangi daroma prielaida, kad generuojama elektra yra parduodama rinkoje, vertinant dabartinę rinkos kainą naudojama lyderiaujančios Nordpool energetikos rinkos kainų statistika. 2020 – 2021 m. elektros kainos pokyčiai matomi devintame paveiksle (Paveikslas 9. Elektros kaina Lietuvoje 2020 – 2021 m.). Vertinant 2020 m. statistiką, matoma, kad kaina visų metų laikotarpiu išliko gana tolygi. Kaip matoma, staigus kainų šuolis fiksuojamas 2021 m. antroje pusėje, tai gali būti glaudžiai susiję ir su rinkos liberalizavimu, ir su maža elektros energijos pasiūla. Kadangi 2021 m. aptinkama ryški elektros kainos statistikos dinamika, pradinė elektros kaina, naudojama modelyje - 2021 m. vienuolikos mėnesių vidurkis – 79,14 eurų/MWh. Kaip jau minėta, ši kaina modelyje kasmet indeksuota vidutinė Euro zonos infliacijos lygiu.



*Paveikslas 9.* Elektros kaina Lietuvoje 2020 – 2021 m.

*Šaltinis:* Sudaryta autorės remiantis NORDPOOL statistika (2021)

Analizuojant informaciją, kokio dydžio investicija reikalinga norint pastatyti vėjo jėgainių parką, aptikta, kad dažniausiai įvardijamos kainos, tenkančios vienam megavatui. Visuose rastuose informacijos šaltiniuose minima, jog pastaruoju metu vėjo jėgainių parkų statybos kaštai sparčiai mažėja, nes išrandama vis naujesnių technologijų, dėl didelio vėjo jėgainių parkų statybų intensyvumo didėja masto ekonomija. Į pateikiamas megavato instaliacijos kainas įtraukiami tokie elementai kaip vėjo jėgainių parko statybų projektų vystymas bei valdymas, bokštas, kabeliai, nacelė, rotorius, turbina, pamatas, rangos darbai, testavimas bei elektros paleidimas į tinklą. Kaip matoma, sausumos jėgainės

megavatą vidutiniškai instaliuoti kainuoja 1 271 tūkst. eurų, kai, tuo tarpu, jūrinės vėjo jėgainės vieno megavato instaliacija yra kur kas brangesnė – 3 308 tūkst. eurų.

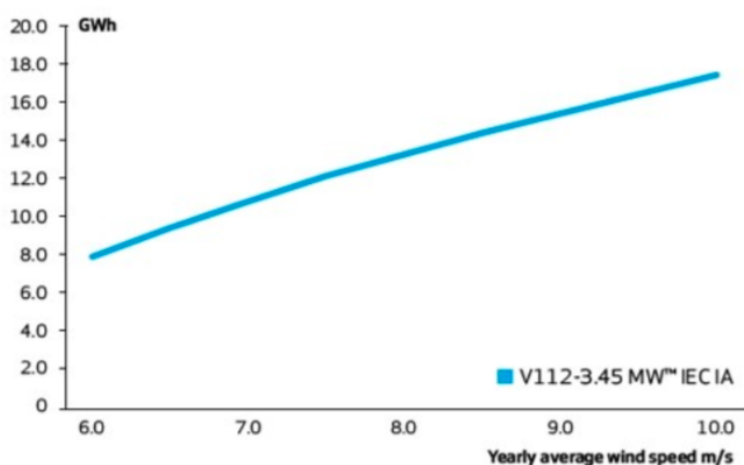
Lentelė 5. Vidutinė megavato instaliacijos kaina (EUR/MW)

Šaltinis	Sausumos jėgainės instaliacijos kaina tūkst. EUR/MW	Jūrinės jėgainės instaliacijos kaina tūkst. EUR/MW
<i>Millborrow, D. (WindPower monthly), 2020</i>	1 188	3 520
<i>WeatherGuard, 2021</i>	1 300	
<i>CATAPULT, 2021</i>		2 814
<i>IRENA, 2021</i>	1 333	
<i>NREL, 2019</i>	1 264	3 590
<b>Vidurkis</b>	<b>1 271</b>	<b>3 308</b>

Šaltinis: Sudaryta autorės, remiantis skirtingų šaltinių informacija (nurodyta lentelėje)

Verta paminėti, kad nors jūrinės vėjo jėgainės yra kur kas brangesnės, jų galia taip pat žymiai skiriasi - rinkoje egzistuoja įvairiausių rūšių jėgainės – nuo 2 MW iki 14 MW galingumo. Dabartinės sausumos vėjo jėgainių galia maždaug iki 8 MW, o jūrinių vėjo jėgainių galia gali siekti iki 14 MW. Atlikus analizę, tyrimui pasirinkta vidutinio galingumo gamintojo „Vestas“ sausumos vėjo jėgainė V112-3.45 MW. Lietuvoje vidutinis vėjo greitis fiksuojamas apie 3,1 m/s (Lithuanian Hydrometeorological Service, 2021), tačiau ši statistika apibrėžia vidutinį vėjo greitį ant žemės. Pavyzdžiui, pasirinktos „Vestas“ vėjo jėgainės aukštis – 163 m. Vėjas tokiame aukštyje žymiai stipresnis nei ant žemės, todėl vertinimui pasirinktas daugiau nei dvigubai didesnis - 8 m/s vėjo greitis.

#### ANNUAL ENERGY PRODUCTION



Paveikslas 10. V112-3.45 MW vidutinė metinė gamyba

Šaltinis: Vestas, 2021

Pagal dešimtame paveiksle (Paveikslas 10. V112-3.45 MW vidutinė metinė gamyba) pateiktą informaciją, matoma, kad vidutiniškai esant pasirinktam, 8 m/s, vėjo greičiui, „Vestas“ jėgainė generuoja 12 gigavatvalandžių per metus.

Vertinant jūrinės vėjo jėgainės, kol kas galingiausia yra GE Renewable Energy konstruojama vėjo jėgainė, kurios galia 14 MW (GE Renewable Energy, 2021). Vertinant šios jėgainės parametrus, skiriasi ne tik galia, tačiau ir aukštis – 260 m. bei, svarbiausia, pagaminamos elektros kiekis per metus – 74 gigavatvalandės (vertinamas vidutinis vėjo greitis, esantis tokiaame aukštyje, atviruose vandenyse).

Rasta informacija, kad vėjo jėgainių parkas veikia vidutiniškai 20 - 25 metus (Pakenham, Ermakova, Mehmanparast, 2021). Egzistuojant dabartinėms technologijoms, šis tarnavimo laikas gali būti prailgintas iki 30 m., tačiau reikia atkreipti dėmesį į tai, kad dažnu atveju, vėjo jėgainių parkų vystytojai nori pakeisti vėjo jėgainių turbinas naudingo tarnavimo laikui pasibaigus dėl to, kad 20 – 30 m. yra ilgas laiko tarpas, per kurį nuolat tobulėja technologijos, vėjo jėgainių turbinos tampa vis efektyvesnės, našesnės ir pigesnės. Projektų vertinimui šiame tyrime naudotas 25 metų vėjo jėgainių parko naudingo tarnavimo laikas.

Dėl vėjo jėgainių transportavimo sudėtingumo, pilno serviso sutarčių pasirašymo bei tiekėjų patikimumo, daroma prielaida, kad vėjo jėgainės yra perkamos iš Europoje veikiančių tiekėjų, taip eliminuojama valiutų kursų svyravimo rizika. Norint supaprastinti modelį, visos kainos yra pateikiamos eurais, todėl nustatytų kainų indeksavimui yra naudojama Euro zonoje egzistuojanti infliacija. Eurostat 2021 m. spalio mėn. duomenimis, metinė 2021 m. Euro zonos infliacija buvo lygi 4,1 proc. (Eurostat, 2021). Šis infliacijos lygis ir naudojamas modelyje, norint įvertinti, ar investicijos į vėjo jėgainių parkų statybą yra patrauklios.

Kaip jau minėta, labai dažnai vėjo jėgainių parkų vystytojai pasirašo pilno serviso sutartis su pasirinktų vėjo jėgainių tiekėjais – tokiu būdu užsitikrindami, kad jėgainės prižiūrimos efektyviausiu būdu. Atlikus internete pateiktos informacijos tyrimą, pastebėta, kad vidutinė vieno megavato priežiūros sausumoje kaina – 39 253 Eur/ metus (IRENA, 2021). Vertinant vieno megavato priežiūros kainą jūroje, ji ženkliai didesnė – vidutiniškai 87 768 Eur/ metus. Taip yra, nes vėjo jėgainių parkai, kurie yra pastatyti jūroje, yra sunkiau pasiekiami, didelę įtaką jų remontui bei aptarnavimui turi oro sąlygos – ne visada įmanoma vėjo turbinas pasiekti. Taip pat reikalingas ir išskirtinis jūrinės vėjo jėgainės aptarnaujančio personalo pasiruošimas – aptarnauti vėjo jėgainės jūroje yra pavojingiau bei sudėtingiau nei sausumoje.

Jau aptarta, kad dažnu atveju projekto efektyvumas yra vertinamas su rinkoje tuo metu egzistuojančia palūkanų norma. Šio modelio rezultatą nuspręsta lyginti su žaliųjų obligacijų metinių palūkanų norma, kuri lygi 1,2 proc. Šis rodiklis – viena iš investicinių alternatyvų vėjo jėgainių parkams,

taip pat galima vertinti, kokia yra pinigų kaina – tai būtų aktualu tuo atveju, jei investuotojai projektus finansuotų ne savo, o skolintomis lėšomis.

Atlikta išsami egzistuojančios informacijos analizė leidžia įvertinti, kokios vidutinės kainos egzistuoja rinkoje bei kokios vėjo jėgainių parkų statybų tendencijos yra populiariausios. Pastebima, kad yra daug prielaidų, kurios turi būti pritaikomos kiekvienam vėjo jėgainių parkų investiciniam projektui atskirai, ypač atkreipiant dėmesį į tai, ar jis statomas jūroje, ar sausumoje.



### 3. Investicijų į vėjo jėgainių parkus daugiakriterinio vertinimo modelio tyrimo rezultatai

Tyrimui atlikti sukurti du scenarijai – pirmasis, kad investuotojų tikslas – pastatyti vėjo jėgainių parkus, kurių instaliuota galia maždaug šešiasdešimt megavatų bei antrasis scenarijus, pagal kurį, investuotojų turima investicija – maždaug 95 mln. eurų. Šioje dalyje yra pateikiami šių dviejų scenarijų skirtingų kriterijų skaičiavimo rezultatai bei pateikiamas lyginimas, kokie pagrindiniai skirtumai aptinkami.

#### 3.1. Daugiakriterinio vertinimo modelis (60 MW vėjo jėgainių parko atvejis)

Projektų vertinimui naudotos prielaidos jau anksčiau buvo įvardintos ketvirtoje lentelėje (Lentelė 4. Daugiakriterinio investicinių projektų vertinimo modelio tikrinimo prielaidos), 2.1. dalyje. Visų pirma, įvertinus minėtas prielaidas bei 2.2. dalyje atliktos duomenų analizės vidutines kainas, vidutines vėjo jėgainių galias bei naudojant tam tikras pagrindines Excel formules sudaryta šešta lentelė (Lentelė 6. Duomenys investicinių vėjo jėgainių parkų projektų vertinimui (tikslas – 60 MW parkas)).

Kad vėjo jėgainių parkų investicinių projektų daugiakriterinio vertinimo modelis taptų praktišku, Excel modelyje **paryškintu** šriftu pažymėtuose langeliuose – kintamieji, kurie turi būti įrašomi rankiniu būdu tam, kad būtų galima apskaičiuoti reikalingus kriterijus. Kintamieji gali būti sužinomi informacijos analizės būdu arba parenkant realius bei aktualius kintamuosius, kurie sužinomi ruošiantis investuoti į vėjo jėgainių parkų statybų projektus, pavyzdžiui, gavus realius bei tikslius pasiūlymus iš skirtingų vėjo jėgainių tiekėjų. Pasiūlyme gali atsispindėti megavato instaliacijos kaina ar megavato aptarnavimo kaina.

Langeliai, kuriuose tekstas parašytas *kursyvu* – daugiakriterinio vertinimo modelyje parinkti kriterijai vertinimui – vietos pasirinkimas, PAV atitikimas bei utilizavimo paprastumas. Šiuose langeliuose yra įrašyta „pasirinkimų sąrašo“ funkcija, kas leidžia rinktis vieną iš dviejų ar trijų opcijų, kurios apibrėžtos 2.1 dalyje.

Visi kiti langeliai modelyje reiškia, jog apačioje išvardintos reikšmės:

- reali trijų projektų instaliuota galia;
- reikalingas vėjo jėgainių skaičius;
- vėjo jėgainių parkui reikalingas žemės plotas;

- žemės ploto kaina, priklausomai ar ji nuomojama, ar perkama;
- pradinė investicija;
- vidutinė vėjo jėginių parko metinė gamyba;
- įplaukos;
- pilnas servisas vėjo jėginių parkui

yra apskaičiuojamos automatiškai, Excel formulių pagalba.

Lentelė 6. Duomenys investicinių vėjo jėginių parkų projektų vertinimui (tikslas – 60 MW parkas)

	Projektas 1	Projektas 2	Projektas 3
<b>Tikslas, MW</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
Instaliuoti MW	56	58,65	58,65
Vietos pasirinkimas	<i>Jūra</i>	<i>&gt;1 km atstumas nuo gyvenviečių</i>	<i>&lt;1 km atstumas nuo gyvenviečių</i>
PAV išvada	<i>Teigiama</i>	<i>Teigiama</i>	<i>Neigiama</i>
Utilizavimas	<i>100% vėjo jėgainės perdirbama</i>	<i>&gt;80% vėjo jėgainės perdirbama</i>	<i>&lt;80% vėjo jėgainės perdirbama</i>
Vėjo jėgainės galia, MW	<b>14</b>	<b>3,45</b>	<b>3,45</b>
Jėginių skaičius	4	17	17
Žemės kaina, ha		<b>3.207</b>	<b>129</b>
Reikalingas žemės plotas, ha		8,5	8,5
Žemė/ žemės nuoma, EUR		27.259,5	27.412,5
Projekto laikotarpis	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
MW instaliacijos kaina, EUR	<b>3.308.000</b>	<b>1.271.000</b>	<b>1.271.000</b>
<b>Investicija, EUR</b>	185.248.000	74.547.357	74.544.279
Vidutinė vienos jėgainės gamyba, MWh	<b>74.000</b>	<b>12.000</b>	<b>12.000</b>
Vidutinė parko gamyba per metus, MWh	296.000	204.000	204.000
Elektros kaina EUR/Mwh	<b>79,14</b>	<b>79,14</b>	<b>79,14</b>
<b>Įplaukos, EUR/metai</b>	23.425.440	16.144.560	16.144.560
Infliacija	<b>4,1%</b>	<b>4,1%</b>	<b>4,1%</b>
Pilnas servisas MW, EUR	<b>87.768</b>	<b>39.253</b>	<b>39.253</b>
<b>Pilnas servisas parkui, EUR/metai</b>	4.915.008	2.302.188	2.302.188

Šaltinis: sudaryta autorės

Daroma prielaida, jog tikslas – pastatyti šešiasdešimties megavatų vėjo jėginių parką pagal jau įvardintą pirmąjį scenarijų. Pirmame projekte (Projektas 1) daroma prielaida, kad parkas statomas jūroje, o antrame ir trečiame projektuose (Projektas 2 ir Projektas 3) daroma prielaida, kad vėjo jėginių parkai statomi sausumoje. Dėl šio pasirinkimo reikalingas skirtingas vėjo jėginių skaičius – kadangi jūrinės vėjo jėgainės yra žymiai didesnės galios (14 MW lyginant su 3,45 MW sausumos vėjo jėgainėmis),

norint pastatyti apie šešiasdešimties megavatų parką, reikia keturių jūrinių jėgainių (*tokiu atveju vėjo jėgainių parko reali instaliuota galia – 56 MW*), o tuo tarpu statant sausumos vėjo jėgaines „Vestas“, reikia septyniolikos vėjo jėgainių, norint įgyvendinti šešiasdešimties megavatų galios instaliaciją (*gaunama reali instaliuota galia pastčius septyniolika jėgainių - 58,65 MW*). Realios galios problema atsiranda dėl to, kad vėjo jėgainės yra statiniai, kurie negali būti dalinami, dėl to, pirmojo scenarijaus atveju, nėra įmanoma įgyvendinti tiksliai šešiasdešimties megavatų vėjo jėgainių parkų projektus.

Kadangi pirmasis vėjo jėgainių parkas (Projektas 1) statomas jūroje, šiame projekte nėra skaičiuojamos išlaidos žemės įsigijimui ar nuomai. Pirminė trijų projektų investicija paskaičiuojama įvertinus instaliuotą galią dauginant iš vidutinės megavato instaliacijos kainos bei pridėdant žemės pirkimo ar nuomos kainą (aktualu antrajam (Projektas 2) bei trečiajam (Projektas 3) projektams). Kaip matoma, apskaičiuojamas investicijos poreikis pirmajam parkui (Projektas 1) yra žymiai didesnis nei antrajam ar trečiajam parkams (Projektas 2 ir Projektas 3) – skirtumas maždaug 111 mln. eurų.

Norint apskaičiuoti grynujų pinigų srautus, vertinamos įplaukos bei pilno vėjo jėgainių parkų aptarnavimo kaštai. Lyginant vidutinę vėjo parkų gamybą, pastebima, kad, nors jūriniam vėjo jėgainių parkui (Projektas 1) priklauso tik keturios jūrinės jėgainės, o sausumos parkams – po septyniolika, jūrinis vėjo jėgainių parkas (Projektas 1) generuoja daugiau megavatvalandžių nei sausumos parkai (Projektas 2 ir Projektas 3). Atitinkamai skiriasi ir šių projektų įplaukos – daugiau megavatvalandžių per metus generuojantis jūrinis vėjo jėgainių parkas (Projektas 1) generuoja daugiau įplaukų, nei sausumos parkai (Projektas 2 ir Projektas 3). Nors instaliuota galia visuose trijuose projektuose yra labai panaši, pastebima, kad jūrinio vėjo jėgainių parko (Projektas 1) aptarnavimo kaštai yra daugiau nei dvigubai didesni. Šio reiškinio priežastys jau aptartos praeitame skyriuje – jūrinių vėjo jėgainių parkų statybos sektorius nėra taip gerai išvystytas kaip sausumos vėjo jėgainių parkų.

Lentelė 7. Skaitinių reikšmių apskaičiavimas ir priskyrimas pasirinktiems vertinimo kriterijams

Rodiklis	IRR	PAV atitikimas	Utilizavimas	Vietos pasirinkimas
Projektas 1	13%	1	2	0
Projektas 2	22%	1	1	1
Projektas 3	22%	0	0	2

Šaltinis: sudaryta autorės

Kitas žingsnis – pasirinktų kriterijų vertinimas. Pirmasis rodiklis – vidinės gražos norma – IRR. Kaip matoma septintoje lentelėje (Lentelė 7. Skaitinių reikšmių apskaičiavimas ir priskyrimas pasirinktiems vertinimo kriterijams), vidinė gražos norma didesnė antrame ir trečiame projektuose (Projektas 2 ir Projektas 3), kas reiškia, kad sausumos projektai, įvertinus įvardintas prielaidas, generuoja didesnę finansinę gražą nei jūrinis vėjo jėgainių projektas (Projektas 1). Šį skirtumą

greičiausiai lemia pradinių investicijų skirtumai bei aptarnavimo kaštai vėjo jėgainių parkams pradėjus veikti.

Vidinę projekto gražos normą taip pat reikėtų palyginti ir su anksčiau minėta žaliųjų obligacijų metine palūkanų norma, kuri lygi 1,2 proc. Iš apskaičiuotų IRR reikšmių galima matyti, jog vertinant žaliąsias obligacijas kaip alternatyvų investicinį pasirinkimą, visi trys projektai su sukurtomis prielaidomis bei scenarijais yra kur kas patrauklesni. Žinoma, kad investicijos į žaliąsias obligacijas yra pastangų nereikalaujantis investavimo būdas generuojantis pasyviais pajamas bei neturintis reikšmingų ir dėmesio vertų rizikų, tačiau gražos dydis yra bent dešimt kartų mažesnis. Vertinant žaliųjų obligacijų palūkanų normą kaip skolinto kapitalo kainą, galima daryti išvadą, jog norint pasiskolinti atsinaujinančių išteklių projektų įgyvendinimui, pinigų kaina yra palanki. Įmonės, ketinančios vystyti didelius atsinaujinančių išteklių investicinius projektus, vienas iš projektų finansavimo būdų galėtų būti būtent žaliųjų obligacijų išleidimas ir tokiu būdu būtų pritraukiamas sutelktinis finansavimas.

Pagal pasirinktas prielaidas, dviejuose iš trijų projektų (Projektas 1 ir Projektas 2) scenarijuose Poveikio aplinkai vertinimo ataskaitos išvados – teigiamos, o trečiajame (Projektas 3) – neigiama. Atitinkamai parinktos reikšmės – pirmajam ir antrajam (Projektas 1 ir Projektas 2) priskirtos vieneto („1“) reikšmės, o trečiajam projektui (Projektas 3) – nulio („0“) reikšmė. Kitas vertinamas kriterijus – utilizavimas. Kadangi daroma prielaida, jog naujausia jūrinė jėgainė yra 100 proc. perdirbama – tai reiškia, kad visi jos elementai gali būti tinkamai utilizuojami, šiam projektui (Projektas 1) priskiriama dvejeta („2“) reikšmė. Antrojo ir trečiojo projektų (Projektas 1 ir Projektas 2) jėgainės negali būti pilnai perdirbamos, kas reiškia, kad šiems projektams priskiriamos atitinkamai vieneto („1“) ir nulio („0“) reikšmės – antrojo projekto (Projekto 2) 85 proc. elementų perdirbami, o trečiojo (Projektas 3) – 70 proc. elementų perdirbami. Vertinant vietos pasirinkimo kriterijų, jūriniam projektui (Projektas 1) priskirta nulio („0“) reikšmė, kas reiškia, kad šis projektas neturi jokio sąlyčio su gyventojais, nes parkas pastatytas atviruose vandenyse. Antrajam projektui (Projektas 2) priskirta vieneto („1“) reikšmė, kas reiškia, jog vėjo jėgainių parkas yra nutolęs nuo gyvenviečių daugiau kaip vieno kilometro atstumu, o trečiajam projektui (Projektas 3) priskirta dvejeta („2“) reikšmė, nes vėjo jėgainių parkas ribojasi su gyvenvietėmis mažesniu nei vieno kilometro atstumu.

Priskyrus skaitines reikšmes kiekvienam pasirinktam daugiakriterinio vertinimo kriterijui, Excel „IF“ funkcijos pagalba, priskiriamos etaloninės reikšmės – balai. Etaloninių reikšmių priskyrimas atsispindi aštuntoje lentelėje (Lentelė 8. Etaloninių reikšmių projektams priskyrimas). Kadangi pirmojo projekto (Projektas 1) vidinė gražos norma yra mažesnė nei penkiolika procentų, šiam projektui skiriami 20 balų, kai tuo tarpu antrajam projektui (Projektas 2) skiriami keturiasdešimt balų – antrojo projekto vidinė gražos norma viršija 15 procentų ribą.

Lentelė 8. Etaloninių reikšmių projektams priskyrimas

Rodiklis	IRR	PAV atitikimas	Utilizavimas	Vietos pasirinkimas
Projektas 1	20	Igyvendinamas	10	15
Projektas 2	40	Igyvendinamas	5	10
Projektas 3	0	Neįgyvendinamas	0	0

Šaltinis: sudaryta autorės

Matoma, kad trečiajam projektui (Projektas 3) skiriama nulis balų – taip yra dėl paskesnio kriterijaus – PAV atitikimo. Jau anksčiau minėta, jog PAV atitikimas yra kritinis kriterijus, kas reiškia, jog, jei Poveikio aplinkai vertinimo ataskaitos išvada yra neigiama, projektas negali būti įgyvendintas, nes daroma per didelė neigiama įtaka aplinkai. Už perdirbimo, utilizavimo, paprastumą pirmajam projektui (Projektas 1) priskiriami dešimt balų, o antrajam projektui (Projektas 2) – penki balai. Skirtumas atsiranda dėl to, kad pasirinkta jūrinė jėgainė gali būti šimtu procentų perdirbta, o antrojo projekto sausumos jėgainė vis dar turi elementų, kuriems lengvi utilizacijos sprendimai vis dar ieškomi. Trečiajam projektui ir vėl skiriama nulis balų, nes projektas negali būti toliau vystomas. Jūriniam projektui (Projektas 1), yra skiriami penkiolika balų už vietos pasirinkimą – statybos atviruose vandenyse reiškia, kad komunikacija su bendruomenėmis nėra reikalinga. Šiek tiek toliau nuo gyvenviečių (daugiau kaip vieno kilometro atstumu), statomam antrajam parkui (Projektas 2) skiriama dešimt balų už vietos pasirinkimą. Trečiajam projektui (Projektas 3) priskiriama nulis balų dėl anksčiau minėtos priežasties – jis negali būti įgyvendintas dėl neatitikimo PAV.

Galiausiai kombinuojamas galutinis daugiakriterinio investicinio projekto vertinimo rodiklis  $H_f$ . Aštuntoje lentelėje (Lentelė 8. Etaloninių reikšmių projektams priskyrimas) priskirtos etaloninės reikšmės yra dauginamos iš kiekvienam kriterijui priskirto svorio ( $w^*$ ).

Lentelė 9. Galutinio rodiklio  $H_f$  apskaičiavimas

Rodiklis	IRR	PAV atitikimas	Utilizavimas	Vietos pasirinkimas	$H_f$
Projektas 1	14	-	1,5	2,25	<b>18</b>
Projektas 2	28	-	0,75	1,5	<b>30</b>
Projektas 3	0	-	0	0	<b>0</b>

Šaltinis: sudaryta autorės

Vidinė gražos norma (IRR) kombinuotame rodiklyje sudaro septyniasdešimt procentų reikšmės. Kadangi pirmojo projekto (Projektas 1) IRR – trylika procentų, o antrojo projekto IRR – dvidešimt du procentai, atitinkamai skiriasi, projektams priskirtos etaloninės reikšmės. Dėl šios priežasties, galutinio investicinių projektų vertinimo rodiklyje jūrinio projekto (Projektas 1) skaitinė išraiška ženkliai mažesnė nei antrojo (Projektas 2). Tai logiška, kai vidinė gražos norma tarp pirmojo (Projektas 1) ir antrojo (Projektas 2) skiriasi devyniais procentiniais punktais. Vidinės gražos normos reikšmė trečiajam

projektui (Projektas 3) prilyginama nuliui, nes projektas neįgyvendinamas. PAV atitikimas nekuria jokios pridėtinės vertės galutiniam investicinių projektų vertinimo rodikliui, nes jis - kritinis. Utilizavimo ir vietos pasirinkimo kriterijai yra lygiaverčiai ir bendrai sudaro trisdešimt procentų galutinio daugiakriterinio vertinimo rodiklio – kiekvieno kriterijaus svoris ( $w^*$ ) atskirai – penkiolika procentų. Vertinant šiuos du rodiklius, galima pastebėti, jog pirmasis projektas (Projektas 1) gauna daugiau balų dėl dviejų priežasčių – neturi jokio sąlyčio su gyventojais bei yra, palyginus, paprastai utilizuojamas.

Apibendrinant visų trijų projektų rezultatus, galima matyti, jog patraukliausias – antrasis projektas (Projektas 2), kurį atspindintis daugiakriterinio vertinimo rodiklis lygus 30, kai tuo tarpu pirmojo projekto (Projektas 1) rodiklis lygus 18, o trečiasis projektas (Projektas 3) yra nevertinamas, nes negali būti įgyvendintas. Galima pastebėti, jog didžiausią įtaką darantis finansinės gražos rodiklis IRR nulėmė galutinį lyginamų projektų rezultatą. Taigi, remiantis gautais rezultatais, investuotojas, norintis pastatyti apytiksliai šešiasdešimties megavatų galios vėjo jėgainių parką, turėtų rinktis vėjo jėgainių parko statybą sausumoje, statydamas vidutinio galingumo sausumos vėjo jėgaines.

### **3.2. Daugiakriterinis vertinimo modelis (95 mln. eurų investicija)**

Skyriuje 2.1. buvo minima, jog vertėtų lyginti projektus, kurių pradinė investicija – panašaus dydžio (Mackevičius, Tomaševič, 2011). Kadangi pirmuoju atveju buvo daryta prielaida, kad investuotojų tikslas – pastatyti šešiasdešimties megavatų vėjo jėgainių parką, pradinių investicijų sumos vystant vėjo jėgainių parką jūroje ir sausumoje ženkliai skyrėsi, kadangi instaliuoti vieno megavato galia atviruose vandenyse vis dar žymiai brangiau nei sausumoje. Nuspręsta patikrinti, kaip modelis kinta, jei investuotojų turima pinigų suma – maždaug 95 mln. eurų.

Dešimtoje lentelėje (Lentelė 10. Duomenys investicinių vėjo jėgainių parkų projektų vertinimui (investicija – 95 mln. eurų)) rodomi pakoreguoti duomenys, vertinant faktą, kad investuotojas turi maždaug 95 mln. eurų, kuriuos nori investuoti į vėjo jėgainių parko statybą, taip sulyginant pradinės investicijos dydį. Tai atspindi koreguotoje lentelėje - įvesta, kad preliminari investicija – 95 mln. eurų. Tuomet preliminarios investicijos dydis padalintas iš vieno megavato instaliacijos kainos (priklausomai, ar vėjo jėgainių parkas planuojamas vystyti sausumoje, ar atviruose vandenyse). Tuomet, įvertinus faktą, jog pasirinktos jūrinės vėjo jėgainės galia 14 MW, o sausumos vėjo jėgainės galia 3,45 MW, įvertinti įmanomi instaliuoti megavatai bei reali investicija, kuri šiek tiek skiriasi dėl skirtingų vėjo jėgainių galių – jau minėta, kad vėjo jėgainė – įrenginys, kuris negali būti dalomas.

Lentelė 10. Duomenys investicinių vėjo jėgainių parkų projektų vertinimui (investicija – 95 mln. eurų)

	<b>Projektas 1</b>	<b>Projektas 2</b>	<b>Projektas 3</b>
Preliminari investicija, EUR	<b>95.000.000</b>	<b>95.000.000</b>	<b>95.000.000</b>
Galima instaliuoti MW	28,72	74,74	74,74
Įmanomi instaliuoti MW	28	75,9	75,9
Vietos pasirinkimas	<i>Jūra</i>	<i>&gt;1 km atstumas nuo gyvenviečių</i>	<i>&lt;1 km atstumas nuo gyvenviečių</i>
PAV išvada	<i>Teigiama</i>	<i>Teigiama</i>	<i>Neigiama</i>
Utilizavimas	<i>100% vėjo jėgainės perdirbama</i>	<i>&gt;80% vėjo jėgainės perdirbama</i>	<i>&lt;80% vėjo jėgainės perdirbama</i>
Vėjo jėgainės galia, MW	<b>14</b>	<b>3,45</b>	<b>3,45</b>
Jėgainių skaičius	2	22	22
Žemės kaina, ha		<b>3.207</b>	<b>129</b>
Reikalingas žemės plotas, ha		11,0	11,0
Žemė/ žemės nuoma, EUR		35.277,0	35.475,0
Projekto laikotarpis	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
MW instaliacijos kaina, EUR	<b>3.308.000</b>	<b>1.271.000</b>	<b>1.271.000</b>
Investicija, EUR	92.624.000	96.472.107	96.469.029
Vidutinė vienos jėgainės gamyba, MWh	<b>74.000</b>	<b>12.000</b>	<b>12.000</b>
Vidutinė parko gamyba per metus, MWh	148.000	264.000	264.000
Elektros kaina EUR/Mwh	<b>79,14</b>	<b>79,14</b>	<b>79,14</b>
Įplaukos, EUR/metai	11.712.720	20.892.960	20.892.960
Infliacija	<b>4,1%</b>	<b>4,1%</b>	<b>4,1%</b>
Pilnas servisas MW, EUR	<b>87.768</b>	<b>39.253</b>	<b>39.253</b>
Pilnas servisas parkui, EUR/metai	2.457.504	2.979.303	2.979.303

Šaltinis: sudaryta autorės

Pirmojo projekto (Projektas 1) atveju, nusprendus investuoti apie 95 mln. eurų, statomos dvi jūrinės vėjo jėgainės, tuomet tokio parko galia lygi 28 megavatams, o pirminė investicija lygi 92 624 tūkst. eurų. Antrojo ir trečiojo (Projektas 2 ir Projektas 3) projektų atvejais statomos 22 jėgainės, tokiu būdu instaliuojami 75,9 megavatai sausumoje. Statant antrąjį arba trečiąjį (Projektas 2 arba Projektas 3) vėjo jėgainių projektų variantą, pradinės investicijos dydis yra 96 472 107 eurų arba 96 469 029 eurų, priklausomai nuo to, ar žemė, ant kurios statomi vėjo jėgainių parkai, yra nuomojama ar perkama.

Pastebima, jog suvienodinus pradinę investiciją, vidutinė parko gamyba tampa didesnė sausumos projektuose (Projektas 2 ir Projektas 3) – 148 gigavatvalandės per metus gaminamos jūriniame projekte (Projektas 1) ir 264 gigavatvalandės per metus generuojamos sausumos parkuose. Dėl tokio elektros generacijos skirtumo, jūrinio projekto (Projektas 1) įplaukos tampa mažesnės nei

sausumos parkuose. Taip pat atsiranda skirtinga tendencija nei praeitame pateiktame atvejuje pilno aptarnavimo kainoje – kadangi suvienodinus investiciją jūrinio projekto (Projektas 1) instaliuota galia žymiai mažesnė (28 megavatai, kai sausumos parkuose – 75,9 megavatai), pirmojo projekto (Projektas 1) aptarnavimo kaštai tampa mažesni nei antrojo ar trečiojo projektų (Projektas 2 ir Projektas 3).

Pakoregavus lentelės duomenis pagal antrąjį scenarijų, iš naujo buvo apskaičiuota skirtingų projektų vidinė gražos norma. Kiti kriterijai nebuvo vertinti iš naujo, nes su jais susijusios prielaidos nepakito. Visi gauti IRR rezultatai antrojo scenarijaus atveju sutampa su pirmojo scenarijaus rezultatais, kas reiškia, jog investicijos dydis nėra reikšmingas kriterijus norint palyginti vėjo jėgainių parkų investicinius projektus.

Apibendrinus visų trijų skirtingų vėjo jėgainių parkų variantus abiem pasirinktais scenarijais rezultatus, galima teigti, jog labai svarbu įvertinti ne tik finansinę gražą, kas yra pagrindinis rodiklis kiekvienam investuotojui, bet ir atitikimą egzistuojančioms skirtingoms reguliavimo sistemoms. Trečiojo projekto (Projektas 3) atveju, nors ir suskaičiavus patrauklią investicinę gražą, jis niekaip negali būti įgyvendintas, nes neatitinka teisinės sistemos reikalavimų. Pasirinktas kritinis PAV atitikties rodiklis yra tik pavyzdys, kad investuotojai, norintys patys vystyti ir investuoti į vėjo jėgainių parkų projektus, turi galėti ne tik įvertinti finansinę gražą, bet kartu ir gebėti vertinti, su kokiais sunkumais projekto vystymo metu galima susidurti. Utilizavimo kriterijus, kuris kol kas dar nėra kritinis, parodo, kad labai svarbu sekti besikeičiančią reguliavimo sistemą tam, kad paskui būtų patiriama kuo mažiau išlaidų iš naujo pritaikant atsinaujinančių energijos išteklių projektus pagal aktualią teisinę bazę. Vietos pasirinkimo kriterijus atspindi sudėtingumą vystyti parką, kai jis planuojamas šalia įsikūrusių bendruomenių. Galima daryti išvadą, kad jei pasirenkama vieta – atviri vandenys - tuomet komunikacijos su vietos gyventojais išvengiama, tačiau atliktas tyrimas parodė, jog kol kas megavato instaliacijos kaina jūroje bei megavato pilnas aptarnavimas jūroje kur kas brangesnis nei sausumoje. To priežastis – patirties bei personalo trūkumas vystant būtent jūrinius vėjo jėgainių projektus. Vėjo jėgainių parko statyba yra didelių investicijų reikalaujantis bei didelės apimties investicinis projektas, todėl labai svarbu įvertinti visas įmanomas pasekmes bei problemas prieš pradėdant parko statybas. Šiam tikslui ir yra kuriami įvairiausi modeliai, padedantys investuotojams įvertinti ne tik projektų gražą, bet ir rizikas. Taip pat verta pabrėžti, kad kiekvienas investicinis vėjo jėgainių projektas yra unikalus ir gali turėti skirtingus kintamuosius, kurie nėra vertinami šiame modelyje.



## IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

1. Atlikus išsamią literatūros bei įvairių teisinių reglamentų analizę globalinio atšilimo tematika, galima teigti, jog globalinis atšilimas bei tradicinių išteklių kuriamas „šiltnamio“ efektas yra rimta problema, egzistuojanti visose pasaulio šalyse. Jai spręsti yra kuriami ir nuolat atitinkamai pritaikomi teisės aktai bei gairės, kurios įpareigoja skirtingas šalis imtis įvairiausių priemonių, padedančių stabdyti neigiamus gamtai bei aplinkai procesus. Yra keliami ambicingi tikslai, norint kaip įmanoma greičiau sustabdyti aplinkos temperatūros didėjimą, tačiau prie tokio tikslo turi prisidėti ne tik kiekviena valstybė atskirai, bet ir valstybių sąjungos, kurdamos bendrus energijos generavimo bei paskirstymo tinklus, reguliacines ir skatinamąsias sistemas, tokiu būdu dirbdamos išvien ir palikdamos kaip įmanoma švaresnę aplinką ateities kartoms.
2. Kol kas atsinaujinančių išteklių generuojama energija yra brangesnė nei tradicinių išteklių kuriama energija. Taip yra dėl atsinaujinančių išteklių technologijų naujumo ir masto ekonomijos trūkumo. Yra nuolat ieškoma naujų būdų, kaip atpiginti atsinaujinančią energiją, kad ji taptų patrauklesne vartotojams, pavyzdžiui, skatinama, kad atsinaujinančios energijos vartotojai tuo pačiu metu galėtų ir gaminti energiją, tačiau tai procesas, kuris reikalauja laiko. Labai svarbus aspektas, kad kiekvienas vartotojas suprastų atsinaujinančios energetikos naudą ir tradicinių išteklių kuriamos energijos trūkumus ir nesirinktų energijos šaltinio pagal vienintelį rodiklį – kainą.
3. Tvari energetika nėra tas pats kas žalioji energetika. Labai svarbu įvertinti, koku būdu yra gaminami ir kiek bei kokios energijos yra suvartojama gaminant atsinaujinančios energijos generavimo įrenginius. Šaltiniai teigia, jog kol kas nėra rastas būdas, kaip šimtu procentų perdirbti visus vėjo jėgainės elementus, pasibaigus jos naudingam tarnavimo laikui. Nors jau kuriami įvairūs startuoliai, žadantys pilnai perdirbti vėjo jėgainių atliekas bei didžiausi vėjo jėgainių gamintojai yra pasiryžę rasti būdą, kaip lengvai, paprastai ir už prieinamą kainą tinkamai ir neteršiant aplinkos utilizuoti nudėvėtas jėgaines, pilno utilizavimo dar teks palaukti bent dešimtmetį, nes tai procesas, reikalaujantis daugybės tyrimų bei investicijų.
4. Būtinybė Lietuvoje vystyti atsinaujinančių energijos išteklių parkus egzistuoja ne tik dėl globalinio atšilimo problemos, bet ir dėl Lietuvos priklausomybės Rusijos valdomai Nepriklausomų Valstybių Sandraugai. Energetinė priklausomybė minėtai Sandraugai yra nenaudinga, visų pirma, dėl to, kad Lietuva neturi balso teisės priimant Sandraugos sprendimus. Vertinant dabartinę vyraujančią politinę situaciją, energetinė priklausomybė kuria nestabilumo jausmą, o netekus pagrindinio energijos tiekėjo, Lietuva nebūtų pajėgi ilgesnį laiką apsirūpinti

reikalingu energijos kiekiu, ją generuojant tik šalies viduje, ar ją gaunant iš Europos Sąjungos narių.

5. Išanalizavus egzistuojančias nacionalines bei Europos Sąjungos atsinaujinančių energijos išteklių skatinamąsias priemones, daroma išvada, kad vėjo jėgainių parkų statybų projektų finansavimui galėtų būti pasinaudojama skirtingų Europoje veikiančių institucijų finansavimo galimybėmis, tačiau suteikiamos sąlygos nėra išskirtinai palankios. Tarp nacionalinių skatinamųjų priemonių nėra numatyta paskatų, kurios darytų įtaką spartesniam didelių vėjo jėgainių parkų projektų vystymuisi bei statyboms. Dėl skatinamųjų priemonių trūkumo tiek nacionaliniu, tiek Europos Sąjungos lygiu, kyla klausimas, ar Lietuva sugebės pasiekti nustatytus tiek nacionalinius, tiek Europos Sąjungos, tikslus laiku.
6. Vėjo jėgainių parkų statybos – tai sudėtingas, didelės apimties ir daug resursų reikalaujantis projektas. Kadangi vėjo jėgainių parkų investiciniai projektai reikalauja reikšmingo dydžio investicijų, labai svarbu tinkamai ir laiku atlikti visus reikalingus projekto planavimo darbus, tokiu būdu eliminuojant ar minimizuojant papildomas išlaidas projekto koregavimui. Planavimas turėtų būti pradedamas nuo analizės, kokių leidimų, tyrimų bei konsultacijų prireiks norint sėkmingai ir sklandžiai vystyti vėjo jėgainių parką. Planavimas – būtinas vėjo jėgainių investicinių projektų įgyvendinimo etapas, nes teisinė bazė yra labai sudėtinga ir nuolat kintanti, todėl nepatyrusiems investuotojams negalima pasikliauti tik patrauklia investicinio vėjo jėgainių parko projekto finansine grąža, nes yra labai daug aspektų, dėl kurių vėjo jėgainių parkas galėtų būti neįgyvendinamas.
7. Lietuvoje kol kas galutinai išvystyti tik sausumos vėjo jėgainių parkai, tačiau jau yra patvirtinta įstatyminė bazė, apibrėžianti jūrinių vėjo jėgainių parkų statybų eigą bei veiklą, o pirmasis jūrinis projektas jau pradėtas vystyti. Jūrinių vėjo jėgainių parkų vystymas turėtų būti reikšmingas proveržis Lietuvos atsinaujinančių energijos išteklių rinkoje, nes vėjo jėgainių, statomų atviruose vandenyse, galia yra ženkliai didesnė nei sausumos jėgainių, be to, yra aplenkiami kai kurie aplinkosauginiai aspektai, kurie supaprastina jūrinių vėjo jėgainių projektų eigą. Tokių aplinkosauginių aspektų pavyzdys galėtų būti atsiribojimas nuo gyvenamų plotų – tokiu būdu būtų išvengiama komunikacijos su bendruomenėmis.
8. Lietuvos Respublikos Vyriausybės išleistų ir rinkoje iki šiol parduotų žaliųjų obligacijų vertė – 68 mln. eurų. Didėjanti tokių obligacijų paklausa rodo, kad Lietuvos gyventojai, investuodami į įvairius vertybinius popierius, vertina ne tik investicinių alternatyvų grąžą bei rizikingumą, bet ir investicijos tikslą. Didėjanti tokio tipo obligacijų paklausa rodo didėjantį gyventojų sąmoningumą ir supratimą, kad kiekvienas gyventojas turi galvoti apie tai, kaip jis gali prisidėti prie globalinio atšilimo ir „šiltnamio“ efekto stabdymo, nes tai ypač svarbu galvojant apie ateities kartas.

9. Egzistuoja įvairių investicinių projektų vertinimo modelių, tačiau populiariausiais kol kas išlieka klasikiniai projektų efektyvumo vertinimo modeliai, tokie kaip Dabartinės vertės nustatymo (NPV) ar Vidinės grąžos normos (IRR) metodai. Jų populiarumą lemia tai, kad jie yra lengvai suprantami investuotojams, nes juose apibrėžiamas jiems svarbiausias rodiklis – finansinė grąža. Tačiau, kadangi vėjo jėgainių investiciniai projektai yra kur kas sudėtingesni ir yra priklausomi nuo daugybės elementų, vien tik klasikinių projektų efektyvumo vertinimo nepakanka. Tai reiškia, kad norint kaip įmanoma tiksliau įvertinti vėjo jėgainių parko statybos projekto efektyvumą, turi būti nustatomi svarbiausi kriterijai, kurie kombinuojami drauge su finansine grąža ir tokiu būdu sukuriamas daugiakriterinis vertinimo modelis. Daugiakriterinis investicinių projektų efektyvumo vertinimo modelis yra pranašus tuo, kad yra lankstus ir lengvai suprantamas, taip pat, įtraukus atitinkamus parametrus, jis gali parodyti, ar investicinis projektas apskritai yra tinkamas įgyvendinti.
10. Vertinant vidutinę 2021 m. elektros energijos kainą Lietuvoje, pastebima, kad ji žymiai dinamiškesnė nei 2020 m. Šiuo metu (2021 m. ketvirtąjį ketvirtį) galima pastebėti, jog elektros kaina pasiekė neregėtas aukštumas. Pagrindinės to priežastys: rinkos liberalizavimas; bendras elektros energijos pasiūlos sumažėjimas; bendras elektros energijos paklausos padidėjimas. Dėl aukštos elektros energijos kainos, šiuo metu yra ypač tinkamas metas vystyti įvairius atsinaujinančios energetikos projektus ir tai atsispindi finansinės grąžos rodiklyje. Žinoma, vertėtų atkreipti dėmesį į tai, jog kaina yra nustatoma rinkos ir gali kisti.
11. Atlikus išsamią informacijos apie vėjo jėgainių parkų vystymą bei vidutines kainas analizę ir atlikus tyrimą, paaiškėjo, jog vėjo jėgainių parkų vystymas atviruose vandenyse vis dar ženkliai brangesnis nei vėjo jėgainių parkų vystymas sausumoje. Tai galima pagrįsti masto ekonomijos, technologijų bei reikiamos kvalifikacijos darbuotojų trūkumu. Galima tikėtis, jog įvertinus tiek nacionalinius, tiek Europos Sąjungos tikslus, padidėjus vėjo jėgainių parkų vystymui jūrinėje dalyje intensyvumui, vystymas atviruose vandenyse atpigs.
12. Atlikus tyrimą, matoma, jog vertinant vėjo jėgainių parkų vystymo eigą, būtina įvertinti, ar egzistuoja kritiniai kriterijai, kurių neįgyvendinus, projektas negali būti vystomas. Tyrimas įrodo, kad egzistuoja tokie elementai, kaip, pavyzdžiui Poveikio aplinkai vertinimas, kurio reikalavimų neatitikus, vėjo jėgainių parko projektas tiesiog nėra tinkamas įgyvendinti. Kitas pavyzdys - utilizavimo parametras, kuris kol kas nėra kritinis, tačiau ateityje greičiausiai taps kritiniu, o tai parodo, kad įstatyminė bazė yra nuolat besikeičianti ir yra privalu ją sekti. Todėl labai svarbu tokius dalykus įsivertinti prieš pradėdant vystyti parką, tam kad nebūtų patiriami didžiuliai nuostoliai.

Vertinant užsibrėžtus tiek Europos Sąjungos, tiek nacionalinius tikslus, vertėtų pagalvoti apie didesnės apimties atsinaujinančių energijos šaltinių projektų skatinimo schemas, kad atsirastų vis

daugiau investuotojų, norinčių vystyti būtent atsinaujinančios energetikos projektus ir tokiu būdu prisidėti prie valstybės bei globalių tikslų kurti švaresnę aplinką. Taip pat privalu šviesti visuomenę tam, kad kiekvienas jaustųsi atsakingas už daromą teigiamą ar neigiamą įtaką aplinkai ir tokiu būdu būtų didinamas visuomenės sąmoningumas, o tai tiesiogiai susiję su užsibrėžtų tikslų pasiekimu.

Apibendrinant, sukūrus investicijų į vėjo jėgainių parkus daugiakriterinio vertinimo modelį ir atlikus vidutinių investicinių projektų parametrų analizę, galima teigti, jog apskritai investicijos į vėjo jėgainių parkus, vertinant pasirinktus kriterijus, yra patrauklios, ypač vyraujant dabartinei elektros energijos kainai. Būtina atkreipti dėmesį į tai, kad daugiakriteriniame vertinimo modelyje buvo vertinami trys pasirinkti kriterijai, tačiau jie gali būti įvairūs, priklausomi nuo vykdomo projekto. Dėl nuolat besikeičiančios įstatyminės bazės ir kitų skirtingų projektų ypatybių, daugiakriteriniame vertinimo modelyje taip pat galima padidinti pasirinktų kriterijų skaičių, tokiu būdu gaunant dar tikslesnes išvalgas apie planuojamą vykdyti investicinį vėjo jėgainių projektą.

## LITERATŪROS IR ŠALTINIŲ SĄRAŠAS

Bleijs, R., 2020. *What you need to know about green bonds: from definition to principles*. Interaktyvi prieiga: [https://www.ey.com/en\\_ae/podcasts/2020/11/podcast-transcript-what-you-need-to-know-about-green-bonds-from-definition-to-principles](https://www.ey.com/en_ae/podcasts/2020/11/podcast-transcript-what-you-need-to-know-about-green-bonds-from-definition-to-principles);

CATAPULT Offshore Renewable Energy, 2021. *Wind farm costs*. Interaktyvi prieiga: <https://guidetoanoffshorewindfarm.com/wind-farm-costs>;

Davis, A., 2020. *Cost Analysis of the United States' Land-Based Wind Energy*. Interaktyvi prieiga: <http://large.stanford.edu/courses/2020/ph240/davis1/>;

Dranka, G.G., Cunha, J., de Lima, J. D., Ferreira, P., 2020. *Economic evaluation methodologies for renewable energy projects*. Interaktyvi prieiga: <https://www.aimspress.com/data/article/preview/pdf/5024.pdf>;

EnergetikosABC, 2021. *Kietasis biokuras*. Interaktyvi prieiga: <http://www.energetikosabc.lt/lt/atsinaujinantys-istekliai/kokios-yra-biokuro-rusys/kietasis-biokuras/46>;

European Environment Agency, 2021. *Share of energy consumption from renewable sources in Europe*. Interaktyvi prieiga: <https://www.eea.europa.eu/ims/share-of-energy-consumption-from>;

Europos Komisija, 2021. *A European Green Deal*. Interaktyvi prieiga: [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en#highlights](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en#highlights);

Europos Komisija, 2021. *Renewable energy directive*. Interaktyvi prieiga: [https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive\\_en](https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en);

Europos Parlamentas, 2021. *Faktų apie Europos Sąjungą suvestinės. Atsinaujinančioji energija*. Interaktyvi prieiga: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/lt/sheet/70/renewable-energy>;

Eurostat, 2021. *Annual inflation up to 4.1% in the euro area*. Interaktyvi prieiga: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/11563383/2-17112021-AP-EN.pdf/b67f7d33-43d7-d111-b3ed-5cbc499304b2>;

Garbaliuskaitė, 2021. *Planuojamos 2021-2027 ES fondų investicijos energetikos sektoriuje*. Interaktyvi prieiga: <https://enmin.lrv.lt/uploads/enmin/documents/files/Energetikos%20ministerijos%20viesoji%20konsultacija%20del%202021-2027%20m%20ES%20SF%20investiciju.pdf>;

GE Renewable Energy, 2021. *Haliade-X offshore wind turbine*. Interaktyvi prieiga: <https://www.ge.com/renewableenergy/wind-energy/offshore-wind/haliade-x-offshore-turbine>;

Helder, M., 2015. *Renewable energy is not enough: it needs to be sustainable*. Interaktyvi prieiga: <https://www.weforum.org/agenda/2015/09/renewable-energy-is-not-enough-it-needs-to-be-sustainable/>;

IRENA, 2021. *Renewable power generation costs in 2020*. Interaktyvi prieiga: [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jun/IRENA\\_Power\\_Generation\\_Costs\\_2020.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2020.pdf);

Keliuotytė-Staniulėnienė, G., Daunaravičiūtė, K., 2021. *The Global Green Bond Market in the Face of the COVID-19 Pandemic*. Interaktyvi prieiga: <https://talpykla.elaba.lt/elaba-fedora/objects/elaba:90038485/datastreams/MAIN/content>;

Konstantinidis, E.I., Botsaris, P.N., 2016. *Wind turbines: current status, obstacles, trends and technologies*. Interaktyvi prieiga: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/161/1/012079/pdf>;

Levišauskaitė, K., Rūškys, G., 2001. *Realijų opcionų metodas kaip investicinių projektų vertinimo instrumentas: teroiniai ir taikomieji aspektai*. Interaktyvi prieiga: <http://etalpykla.lituanistikadb.lt/fedora/objects/LT-LDB-0001:J.04~2001~1367186365139/datastreams/DS.002.0.01.ARTIC/content>;

Lietuvos energetikos agentūra, 2021. *Atsinaujinantys energijos ištekliai*. Interaktyvi prieiga: <https://www.ena.lt/aei/>;

Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, 2018. *Dėl Lietuvos higienos normos HN 33:2011 "Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje" patvirtinimo*. Interaktyvi prieiga: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.402074/asr>;

Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, 2021. *PAV procedūrų schemas*. Interaktyvi prieiga: <https://am.lrv.lt/lt/veiklos-sritys-1/planuojamos-ukines-veiklos-poveikio-aplinkai-vertinimas/pav>;

Lietuvos Respublikos Energetikos Ministerija, 2018. *Nacionalinė energetinės nepriklausomybės strategija*. Interaktyvi prieiga: [https://enmin.lrv.lt/uploads/enmin/documents/files/Nacionaline%20energetines%20nepriklausomybes%20strategija\\_2018\\_LT.pdf](https://enmin.lrv.lt/uploads/enmin/documents/files/Nacionaline%20energetines%20nepriklausomybes%20strategija_2018_LT.pdf);

Lietuvos Respublikos energetikos ministerija, 2020. *Vyriausybė nusprendė dėl teritorijos Baltijos jūroje, kur bus statomos vėjo elektrinės*. Interaktyvi prieiga: <https://enmin.lrv.lt/lt/naujienos/vyriausybe-nusprende-del-teritorijos-baltijos-juroje-kur-bus-statomos-vejo-elektrines>;

Lietuvos Respublikos energetikos ministerija, 2021. *Sektoriaus strategija*. Interaktyvi prieiga: <https://enmin.lrv.lt/lt/veiklos-sritys-3/atsinaujinantys-energijos-istekliai/sektorius-strategija-2>;

Lietuvos Respublikos Vyriausybė, 2020. *Lietuvos žaliosios obligacijos – jau biržoje*. Interaktyvi prieiga: <https://finmin.lrv.lt/lt/naujienos/lietuvos-zaliosios-obligacijos-jau-birzoje-1>;

Lithuanian Hydrometeorological Service, 2021. *Naujos vidutinės Lietuvos klimato sąlygos*. Interaktyvi prieiga: [http://www.meteo.lt/en/news/-/asset\\_publisher/RrOmWx3nFPCR/content/2021-12-17-naujos-vidutines-lietuvos-klimato-salygos?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.meteo.lt%2Fen%2Fnews%3Fp\\_p\\_id%3D101\\_INSTANCE\\_RrOmWx3nFPCR%26p\\_p\\_lifecycle%3D0%26p\\_p\\_state%3Dnormal%26p\\_p\\_mode%3Dview%26p\\_p\\_col\\_id%3Dcolumn-1%26p\\_p\\_col\\_count%3D1](http://www.meteo.lt/en/news/-/asset_publisher/RrOmWx3nFPCR/content/2021-12-17-naujos-vidutines-lietuvos-klimato-salygos?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.meteo.lt%2Fen%2Fnews%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_RrOmWx3nFPCR%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_count%3D1);

Mackevičius, J., Tomaševič, V., 2010. *Evaluation of investment projects in case of conflict between the internal rate of return and the net present value methods*. Interaktyvi prieiga: <https://talpykla.elaba.lt/elaba-fedora/objects/elaba:4319080/datastreams/MAIN/content>;

Millborrow, D., 2020. *Energy cost analysis 2020: Wind is ready for zero-subsidy future*. Interaktyvi prieiga: <https://www.windpowermonthly.com/article/1671659/energy-cost-analysis-2020-wind-ready-zero-subsidy-future>;

Nordpool, 2021. *Day-ahead prices*. Interaktyvi prieiga: <https://www.nordpoolgroup.com/Market-data1/Dayahead/Area-Prices/ALL1/Monthly/?view=table>;

NREL (National laboratory of the U.S. Department of Energy), 2020. *2019 Cost of Wind Energy Review*. Interaktyvi prieiga: <https://www.nrel.gov/docs/fy21osti/78471.pdf>;

Oficialiosios statistikos portalas, 2019. *Lietuvos statistikos metraštis*. Interaktyvi prieiga: <https://osp.stat.gov.lt/lietuvos-statistikos-metrastis/lsm-2019/aplinka-ir-energetika/energetika>;

Oficialiosios statistikos portalas, 2020. *Lietuvos aplinka, žemės ūkis ir energetika (2020 m. leidimas)*. Interaktyvi prieiga: <https://osp.stat.gov.lt/lietuvos-aplinka-zemes-ukis-ir-energetika-2020/energetika/atsinaujinantys-energijos-istekliai>;

Oficialiosios statistikos portalas, 2021. *Lietuvos aplinka, žemės ūkis ir energetika (2021 m. leidimas)*. Interaktyvi prieiga: <https://osp.stat.gov.lt/lietuvos-aplinka-zemes-ukis-ir-energetika-2021/energetika/atsinaujinantys-energijos-istekliai>;

Our World in Data, 2020. *Electricity production by source*. Interaktyvi prieiga: <https://ourworldindata.org/grapher/electricity-prod-source-stacked>;

Pakenham, B., Ermakova, A., Mehmanparast, A., 2021. *A Review of Life Extension Strategies for Offshore Wind Farms Using Techno-Economic Assessments*. Interaktyvi prieiga: <file:///C:/Users/1267320/AppData/Local/Temp/energies-14-01936.pdf>;

Piasecka, I., Baldowska-Witos, P., Flizikowski, J., Piotrowska, K., Tomprowski, A., 2020. *Control the System and Environment of Post-Production Wind Turbine Blade Waste Using Life Cycle Models. Part 1. Environmental Transformation Models.* Interaktyvi prieiga: <https://web.p.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=5f3b08d4-b91b-41e6-b57b-d400e3ebf1d5%40redis;>

Pinna, M., 2021. *Recycling turbine blades: the Achilles heel of wind power.* Interaktyvi prieiga: <https://www.euronews.com/2021/06/25/recycling-turbine-blades-the-achilles-heel-of-wind-power-and-the-controversy-engulfing-ren;>

Pyke, T., 2017. *The energy debate: Renewable energy cannot replace fossil fuels.* Interaktyvi prieiga: [http://staging.developmenteducation.ie/feature/the-energy-debate-renewable-energy-cannot-replace-fossil-fuels/;](http://staging.developmenteducation.ie/feature/the-energy-debate-renewable-energy-cannot-replace-fossil-fuels/)

Shinn, L., 2018. *Renewable Energy: The Clean Facts.* Interaktyvi prieiga: <https://www.nrdc.org/stories/renewable-energy-clean-facts#sec-what-is;>

Sovacool, B., Enevoldsen, P., Koch, Ch., Barthelmie, R., 2016. *Cost performance and risk in the construction of offshore and onshore wind farms.* Interaktyvi prieiga: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/we.2069;>

Tamošiūnienė, R., Šidlauskas, S., Trumpaitė, I., 2006. *Investicinių projektų efektyvumo daugiakriterinis vertinimas.* Interaktyvi prieiga: <https://web.p.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=58a51009-e584-48cd-8718-d4808224e487%40redis;>

Valstybės įmonė Žemės ūkio informacijos ir kaimo verslo centras, 2021. *Vidutinės žemės rinkos kainos Lietuvos apskrityse, savivaldybėse bei regionuose 2020 m. Eur/ha.* Interaktyvi prieiga: [https://www.vic.lt/zumpris/statistine-informacija/zemes-rinkos-vidaus-sektorius/;](https://www.vic.lt/zumpris/statistine-informacija/zemes-rinkos-vidaus-sektorius/)

Vand, B., Hast, A., Bozorg, S., Li, Z., Syri, S., Deng, S., 2019. *Consumers' Attitudes to Support Green Energy: A Case Study in Shanghai.* Interaktyvi prieiga: [https://virtualbiblioteka.vu.lt/primo-explore/fulldisplay?docid=TN\\_cdi\\_doaj\\_primary\\_oai\\_doaj\\_org\\_article\\_8ccaba29e6b24079b6548c5c17a9b5a2&context=PC&vid=VU&lang=lt\\_LT&search\\_scope=VU\\_IG\\_ALL&adaptor=primo\\_central\\_multiple\\_fe&tab=default\\_tab&query=any,contains,green%20energy;](https://virtualbiblioteka.vu.lt/primo-explore/fulldisplay?docid=TN_cdi_doaj_primary_oai_doaj_org_article_8ccaba29e6b24079b6548c5c17a9b5a2&context=PC&vid=VU&lang=lt_LT&search_scope=VU_IG_ALL&adaptor=primo_central_multiple_fe&tab=default_tab&query=any,contains,green%20energy;)

Vestas. *4 MW Platform.* Interaktyvi prieiga: <https://nozebra.ipapercms.dk/Vestas/Communication/Productbrochure/4MWbrochure/4mw-platform-brochure-q4-2020/?page=1;>

Viešųjų investicijų plėtros agentūra, UAB, 2020. *Energijos efektyvumo didinimas ūkio subjektams ir Atsinaujinančių energijos išteklių plėtra.* Interaktyvi prieiga:



<https://finmin.lrv.lt/uploads/finmin/documents/files/Energijos%20efektyvumo%20didinimas%20%C5%ABkio%20subjektams%20ir%20Atsinaujinan%C4%8Di%C5%B3%20energijos%20i%C5%A1teklis%20pl%C4%97tra.pdf>;

WeatherGuard, 2021. *Wind Turbine Cost: How Much Are they Worth It In 2022?* Interaktyvi prieiga: <https://weatherguardwind.com/how-much-does-wind-turbine-cost-worth-it/>;

WindEurope, 2021. *It's official: The EU Commission wants 30 GW a year of new wind up to 2030.* Interaktyvi prieiga: <https://windeurope.org/newsroom/press-releases/its-official-the-eu-commission-wants-30-gw-of-new-wind-a-year-up-to-2030/>;

WindEurope, 2021. *Wind industry calls for Europe-wide ban on landfilling turbine blades.* Interaktyvi prieiga: <https://windeurope.org/newsroom/press-releases/wind-industry-calls-for-europe-wide-ban-on-landfilling-turbine-blades/>;

Wood, J., 2020. *Renewable energy could power the world by 2050. Here's what that future might look like.* Interaktyvi prieiga: <https://www.weforum.org/agenda/2020/02/renewable-energy-future-carbon-emissions/>;

## PRIEDAI

Priedas 1. IRR skaičiavimas pirmuoju atveju (tikslas – 60 MW vėjo jėginių parko statyba)

Šaltinis: sudaryta autorės

	Projektas 1	Projektas 2	Projektas 3
0	-185.248.000,00 €	-74.547.357,00 €	-74.544.279,00 €
1	18.510.432,00 €	13.842.371,55 €	13.842.371,55 €
2	19.269.359,71 €	14.409.908,78 €	14.409.908,78 €
3	20.059.403,46 €	15.000.715,04 €	15.000.715,04 €
4	20.881.839,00 €	15.615.744,36 €	15.615.744,36 €
5	21.737.994,40 €	16.255.989,88 €	16.255.989,88 €
6	22.629.252,17 €	16.922.485,46 €	16.922.485,46 €
7	23.557.051,51 €	17.616.307,37 €	17.616.307,37 €
8	24.522.890,62 €	18.338.575,97 €	18.338.575,97 €
9	25.528.329,14 €	19.090.457,59 €	19.090.457,59 €
10	26.574.990,63 €	19.873.166,35 €	19.873.166,35 €
11	27.664.565,25 €	20.687.966,17 €	20.687.966,17 €
12	28.798.812,42 €	21.536.172,78 €	21.536.172,78 €
13	29.979.563,73 €	22.419.155,86 €	22.419.155,86 €
14	31.208.725,85 €	23.338.341,25 €	23.338.341,25 €
15	32.488.283,61 €	24.295.213,24 €	24.295.213,24 €
16	33.820.303,23 €	25.291.316,99 €	25.291.316,99 €
17	35.206.935,67 €	26.328.260,98 €	26.328.260,98 €
18	36.650.420,03 €	27.407.719,68 €	27.407.719,68 €
19	38.153.087,25 €	28.531.436,19 €	28.531.436,19 €
20	39.717.363,83 €	29.701.225,08 €	29.701.225,08 €
21	41.345.775,74 €	30.918.975,30 €	30.918.975,30 €
22	43.040.952,55 €	32.186.653,29 €	32.186.653,29 €
23	44.805.631,60 €	33.506.306,08 €	33.506.306,08 €
24	46.642.662,50 €	34.880.064,63 €	34.880.064,63 €
25	48.555.011,66 €	36.310.147,28 €	36.310.147,28 €
<b>IRR</b>	<b>13%</b>	<b>22%</b>	<b>22%</b>

Priedas 2. IRR skaičiavimas antruoju atveju (turima investicija – maždaug 95 mln. eurų)

Šaltinis: sudaryta autorės

	Projektas 1	Projektas 2	Projektas 3
0	-€92.624.000,00	-€96.472.107,00	-€96.469.029,00
1	€9.255.216,00	€17.913.657,30	€17.913.657,30
2	€9.634.679,86	€18.648.117,25	€18.648.117,25

3	€10.029.701,73	€19.412.690,06	€19.412.690,06
4	€10.440.919,50	€20.208.610,35	€20.208.610,35
5	€10.868.997,20	€21.037.163,37	€21.037.163,37
6	€11.314.626,09	€21.899.687,07	€21.899.687,07
7	€11.778.525,76	€22.797.574,24	€22.797.574,24
8	€12.261.445,31	€23.732.274,79	€23.732.274,79
9	€12.764.164,57	€24.705.298,05	€24.705.298,05
10	€13.287.495,32	€25.718.215,27	€25.718.215,27
11	€13.832.282,62	€26.772.662,10	€26.772.662,10
12	€14.399.406,21	€27.870.341,24	€27.870.341,24
13	€14.989.781,87	€29.013.025,23	€29.013.025,23
14	€15.604.362,92	€30.202.559,27	€30.202.559,27
15	€16.244.141,80	€31.440.864,20	€31.440.864,20
16	€16.910.151,62	€32.729.939,63	€32.729.939,63
17	€17.603.467,83	€34.071.867,16	€34.071.867,16
18	€18.325.210,01	€35.468.813,71	€35.468.813,71
19	€19.076.543,62	€36.923.035,07	€36.923.035,07
20	€19.858.681,91	€38.436.879,51	€38.436.879,51
21	€20.672.887,87	€40.012.791,57	€40.012.791,57
22	€21.520.476,27	€41.653.316,02	€41.653.316,02
23	€22.402.815,80	€43.361.101,98	€43.361.101,98
24	€23.321.331,25	€45.138.907,16	€45.138.907,16
25	€24.277.505,83	€46.989.602,36	€46.989.602,36
<b>IRR</b>	<b>13%</b>	<b>22%</b>	<b>22%</b>