

VĖJO ENERGETIKOS PROJEKTŲ INVESTICINIO PATRAUKLUMO  
VERTINIMASPaulius Rudzkis<sup>1</sup>, Lukas Macijauskas<sup>2</sup>*Vilniaus Gedimino technikos universitetas**El. paštas: <sup>1</sup>paulius.rudzkis@gmail.com; <sup>2</sup>lukas@macijauskas.com*

**Santrauka.** Paskutiniuoju dešimtmečiu, nuolat brangstant iškastiniams energetiniams resursams, pasaulyje vis daugiau dėmesio ir investicijų skiriama atsinaujinantiems energetiniams ištekliams. Žaliųjų technologijų įsisavinimas ir diegimas tapo daugelio valstybių prioritetiniu tikslu. Pagal vėjo energijos naudojimą elektros energijai gaminti Lietuva atsilieka nuo ES vidurkio, nors konkurencingos vėjo energijos naudojimo potencialas yra daugiau kaip du kartus didesnis už potencialų elektros energijos vartojimą. Šiame straipsnyje, remiantis atsitiktinių procesų, sąnaudų ir naudos bei finansine analize, vertinamas vėjo energetikos projektų investicinis patrauklumas. Atsižvelgiant į stochastinę vėjo energetikos prigimtį, vėjo jėgainių efektyvumo požiūriu analizuojamas šios srities projektų pelningumas ir investicijų grąža. Atliktos analizės rezultatai rodo, kad vėjo jėgainių projektai pasižymi santykinai aukštu pelningumu ir rizikos santykiu ir turėtų būti patrauklūs investuotojams.

**Reikšminiai žodžiai:** vėjo energetika, sąnaudų ir naudos analizė, atsitiktiniai procesai, investicijų grąža.

**Įvadas**

Pasaulyje, sparčiai didėjant gyventojų skaičiui ir plečiantis globaliai ekonomikai, nepaliaujamai auga ir energijos suvartojimas. Nors dėl 2009 metų ekonomikos krizės G20 valstybėse užfiksuotas 1,1 % energijos vartojimo smukimas, tačiau jau 2010 m. energijos vartojimas padidėjo 5 % (ENERDATA 2011 edition of Global Energy Statistical Yearbook). IEA skaičiavimais, jeigu dabartinis ekonominės plėtros tempas išsilaikys, dar iki 2030 m. globalinis energijos poreikis gali išaugti apie 60 %. Šiuo metu pasaulyje vyrauja technologijos, pagrįstos iškastiniu organiniu kuru, kuris elektros energijos generavimo atveju sudaro apie 80 % elektros kainos (Tishler, Woo 2007). Dar 2002 m. pasaulio lyderiai sutarė, kad tokie trendai nėra tvarūs ir sutiko, kad reikia didinti atsinaujinančių išteklių dalį pasaulio mastu.

Europos Sąjunga žaliųjų technologijų plėtrai skiria ypatingą dėmesį – 2008 metais Europos Parlamentas priėmė sprendimą (Sprendimas Nr. 406/2009/EB), kuriame numatoma iki 2020 m. ES 20 % sumažinti CO<sub>2</sub> taršą, tiek pat padidinti energijos vartojimo efektyvumą ir apie 20 % energijos išgauti iš atsinaujinančių išteklių. Europos investicinis bankas (EIB), kurio vienas iš esminių uždavinių yra tvarios, konkurencingos ir saugios energijos plėtojimas, tapo vienu iš pagrindinių šios krypties plėtojimo finansavimo šaltinių. EIB paskolos pastaraisiais metais atsinaujinančių išteklių plėtrai padidėjo kelis kartus ir jau 2010 m. siekė 6,2 mlrd. EUR, o bendras šių projektų portfelis nuo 2006 iki 2010 metų padidėjo net tris kartus – nuo 10 iki 30 %.

Pastaruosius kelerius metus vėjo energiją naudojančias sektorių augo eksponentiškai. 2008 m. pabaigoje bendra vėjo jėgainių instaliuota galia ES valstybėse siekė 65 GW ir generavo apie 142 TWh elektros energijos. Vadinas, vėjo jėgainėse generuojama elektros energija patenkino apie 4,2 % bendro ES elektros energijos vartojimo poreikį (EWEA 2008).

EWEA planai rodo, kad vėjo energijos sektorius ir toliau itin sparčiai plėsis, tačiau atskirų regionų vėjo energetikos plėtra priklausys nuo jėgainių konkurencingumo, susijusio su vidutinėmis energijos sąnaudomis ir tinkamos žemės naudojimo galimybėmis.

EEA ataskaita rodo, kad vėjo energijos potencialas yra didžiulis ir jį gali turėti esminį vaidmenį siekiant įgyvendinti ambicingus ES tikslus. Vien sausumoje (ang. *onshore*) konkurencingų vėjo jėgainių potencialas 2020 m. vertinamas 9600 TWh, tai 2–3 kartus viršija prognozuojamą ES elektros energijos poreikį (EEA 2009).

Pagal vėjo energijos panaudojimą Lietuva stipriai atsilieka nuo ES vidurkio. Statistikos departamento duomenimis, Lietuvoje 2010 m. vėjo jėgainėse buvo pagaminta 224 GWh elektros energijos, kuri sudaro vos 1,9 % bendrojo elektros energijos suvartojimo. Pagal santykinę elektros energijos gamybą Lietuva nuo ES vidurkio atsilieka daugiau negu du kartus ir ateityje Lietuvai norint atitikti ES užsibrėžtus tikslus šis atsilikimas turėtų mažėti.

Pagal EEA skaičiavimus vėjo energijos potencialas Lietuvoje neatsilieka nuo ES vidurkio. Konkurencingos vėjo energijos, kurios vidutinės sąnaudos neturėtų viršyti 5,5 EUR/MWh, gamybos potencialas Lietuvoje 2020 m. siekia 30 TWh, o tai daugiau kaip 2 kartus viršija prognozuojamą elektros energijos suvartojimą. Be to, didelė dalis vėjo energetikos plėtrai tinkamos žemės yra žemės ūkio paskirties, todėl fundamentinės vėjo energijos plėtros prielaidos Lietuvoje yra pakankamos ir artimiausius kelerius metus dėmesys vėjo energijai turėtų tik didėti.

Žvelgiant iš investuotojo pozicijos, šios tendencijos yra labai svarbios. Nors kol kas investicijos į vėjo energetiką reikalauja santykinai didelio pradinio kapitalo, vėjo energetikos projektai yra labiau prieinami stambiams investuotojams, tačiau sparčiai plečiantis investicinių produktų rinkai situacija gali greitai pasikeisti, nes naudojant įvairius kolektyvinio investavimo subjektus, pavyzdžiui, privačiojo kapitalo, uždaro tipo ar laisvai rinkoje prekiaujamus fondus (angl. *Exchange traded funds* (ETF) (Macijauskas 2011) į tokio pobūdžio projektus būtų galima pritraukti ir smulkesnius investuotojus.

Kaip ir kiekvieno projekto atveju, investuojant į vėjo energetikos projektus labai svarbu įvertinti ne tik situaciją dabartiniu momentu, bet ir ateities perspektyvas bei galimas rizikas. Investicijų patrauklumas susideda iš dviejų pagrindinių dalių – investicijų grąžos ir rizikingumo, be to, verta atskirai įvertinti sisteminius aplinkos pokyčius, kurie gali lemti didžiulius nuostolius (Rutkauskas *et al.* 2008).

Remiantis dabartinėmis pasaulio tendencijomis akivaizdu, kad bent jau ši dešimtmetį ES valstybių dotacijos vėjo energijai turėtų tik didėti, todėl investicinių projektų, susijusių su vėjo energetika, aplinkos neigiamų pokyčių tikimybė yra minimali ir rizikos vertinimą galima susiaurinti iki tipiniam vėjo jėgainių projektui kylančių lokalių grėsmių.

Investuojant į vėjo energetikos projektus dažniausiai vertinamos tipinės rizikos, būdingos energetiniams projektams. Atsinaujinančių energetinių išteklių projektai siejami ne tik su energijos gamyba, nes jie apima daug platesnę sritį, įskaitant aplinkosaugą, darnų vystymąsi, naujų darbo vietų kūrimą, įtaką ekonomikos plėtrai (Spangenberg 2004; Szargut 2005; Illés 2006; Burinskienė, Rudzkienė 2007). Tai lemia ir tam tikrą riziką, nebūdingą kitiems projektams:

- Aplinkosaugos problemos (poveikio aplinkai vertinimas, teisiniai ginčai ir kt.),
- Verslo aplinkos pasikeitimas (supirkimo kainos, techniniai reikalavimai ir kt.),
- Technologiniai pokyčiai.

Nors visos išvardytos rizikos rūšys yra svarbios vėjo energetikos projektams, tačiau iš esmės jos kyla tik pra-

diniame projekto etape, o vėjo jėgainių parkui pradėjus veikti jų rizika tampa minimali. Vadinas, rizikingiausia yra projekto pradinė stadija, kai investicijų suma yra labai nedidelė. Be to, ją galima minimizuoti išsigyjant jau pradėtą projektą su poveikio aplinkai ataskaita ir reikiama leidimais. Globalaus pobūdžio rizika yra susijusi su valstybės dotacijomis. Pasaulyje elektros energijos rinka yra reformuojama nuo reguliuojamos pereinant prie liberalios elektros energijos rinkos (Crew, Kleindorfer 1999; Scott 2003; Veeneman, Mayer 2003; Burinskienė, Rudzkis 2010), todėl galima teigti, kad elektros energijos sektoriuje paskutinį dešimtmetį nuosekliai skatinama konkurencija.

Taigi naujų efektyvių technologijų diegimas yra vienas iš pagrindinių tvaraus vystymosi principų (Grundey 2008). Šiuo metu vėjo jėgainių projektai yra dotuojami per elektros supirkimo kainas ir ateityje situacija gali pasikeisti, mažinant dotacijas, tačiau įvertinus ES tendencijas, šią riziką artimiausią dešimtmetį taip pat galima vertinti kaip labai nedidelę. Vadinas, bendrą investicijų į vėjo energetikos projektus rizikos lygį galima vertinti kaip žemą ir potencialūs tikimybiniai nuostoliai yra nedideli lyginant su investicijų suma.

Kadangi šiame straipsnyje nagrinėjama problema tiesiogiai siejasi su projektų efektyvumu, svarbu pasirinkti šiai situacijai tinkantį nagrinėjimo įrankį. Vienas iš plačiausiai taikomų metodų, tinkančių panašaus tipo problemoms analizuoti, yra sąnaudų ir naudos analizės metodas (angl. *Cost-benefit analysis*). Šis metodas, kaip būtinas projekto planavimo stadijos elementas, dažnai nurodomas nustatant projektų planų rengimo reikalavimus. Jis taip pat taikomas įvairiose technologinės plėtros projektų programose ir konkursuose, tarp kurių patenka ir investicinės alternatyvios energetikos programos.

### CBA metodas

Reikia pažymėti, kad nors sąnaudų ir naudos analizės terminas plačiai vartojamas investicijų, projektų, sprendimo paramos sistemose, šis terminas neturi tikslaus ar standartinio apibrėžimo (Čekanavičius, Kasnauskienė 2009). Jis grindžiamas idėja, kad nagrinėjamo veiksmo visos teigiamos ir neigiamos pasekmės yra sumuojamos ir tada lyginamos vienos su kitomis.

Po sąnaudų ir naudos analizės koncepcija slypi plati metodų grupė, iš kurių, pavyzdžiui, versle, dažnai taikomi:

- Investicijų grąžos (kitaip atsiperkamumo analizė ROI (angl. *Return on investment*),
- Finansinių rodiklių analizė,
- Operacijų sąnaudų analizė TCO (angl. *Total cost of Ownership*),
- Vidinės grąžos normos (IRR) analizė ir kt.

Visais šiais sąnaudų ir naudos analizės metodais siekiama numatyti nagrinėjamo veiksmo finansines ir kitas verslo pasekmes. Jų skirtumai išryškėja, kai reikia:

- Praktiškai apibrėžti kas yra „sąnaudos“ ir kas yra „nauda“;
- Nutarti, kurias sąnaudų ir naudos etapus įtraukti į skaičiavimus;
- Pagrįsti, kuri finansinė metrika svarbi konkrečiu atveju planuojant ir priimant sprendimus.

Šiuolaikinėmis monetarinėmis priemonėmis pagrįstos CBA teorijos norą mokėti kai kurie ekspertai linkę laikyti svarbesniu nei rinkos kaina (Posner 2000; Adler, Posner 2006; Pearce *et al.* 2006), tačiau daugeliu atvejų CBA taiko rinkos kainas. Tiesioginė rinkos kaina vertinama tada, kai egzistuoja gamtinių išteklių, prekių ir paslaugų rinka. Stebint, kiek aplinkos prekių parduodama ir nuperkama už įvairias kainas, galima daryti išvadas, kaip žmonės vertina šią prekę. Prekių ir paslaugų kiekio padidėjimo nauda gali būti įvertinta iš rinkos transakcijų. Deja, gamtinių išteklių prekių ir paslaugų rinka dažnai neegzistuoja. Šiuo atveju taikomi alternatyvūs vertinimo metodai.

Netiesioginio naudojimo vertės arba atskleistų preferencijų (AP) metodai pagrįsti stebint vartotojų ar gamintojų elgesį ir nustatant, kokios įtakos rinkoje nesančios prekės turi kitoms prekėms. AP metodai naudoja duomenis pasirinkimų, kuriuos daro asmenys ar organizacijos susijusiose rinkose.

Netiesioginio naudojimo vertės (AP) metodus sudaro:

- Išlaidų: pakeitimo (atstatymo) (angl. *replacement cost*) ir išvengtos žalos (angl. *damage Cost Avoided*),
- Grynąjų pajamų veiksmų (angl. *net factor income*),
- Hedonistinių kainų (angl. *hedonic pricing*),
- Kelionės išlaidų (angl. *travel cost*),
- Kontingento vertinimo metodas (angl. *contingent valuation*).

Per kelis pastaruosius dešimtmečius CBA metodas buvo papildytas ir, remiantis Pareto optimalumo principu, jo taikymas išteisintas naudojant šešėlines kainas, t. y. noras mokėti vietoje tikrų rinkos kainų (Adler, Posner 2006). Šių autorių nuomone, programos, kurios maksimizuoja Pareto principo gerėjimą, linkusios maksimizuoti socialinę gerovę.

Taigi, dar viena CBA forma – maksimizuoti socialinę gerovę. Socialinė gerovė yra visų visuomenės narių gerovės funkcija. Skirtingos socialinės gerovės funkcijos išreiškia skirtingus etinius požiūrius į tai, kaip socialinė gerovė turėtų būti sudaroma (agreguojama). Tuo tarpu individų gerovės funkcija yra siejama su jų vartojimu, kuris matuojamas pinigine išraiška, tada CBA grindžiamas rinkos verte. Individų vartojimu grindžiama gerovės funkcija vadinama naudingumo

funkcija. Ši funkcija nebūtinai yra tiesinė. Brekke (1997) pateikia naudingumo funkcijos skaičiavimo nesutapimų pavyzdį, kai atliekamas veiksmas yra materialiai nuostolingas, o iš aplinkosaugos elementų yra sukuriama didelė vertė. Panaši situacija gali susidaryti ir vėjo energetikos projektams – jie gali būti teigiamai vertinami iš aplinkosaugos ir darnaus vystymosi pozicijų, tačiau dėl didelės energijos kainos sulaukti neigiamo vartotojų požiūrio.

Šiame straipsnyje investicijos į vėjo energetikos projektus vertinamos tik investuotojo požiūriu, todėl aplinkosaugos pusė vertinama tik per pajamų ir išlaidų prizmę. Be to, CBA metodo taikymą apribosime iki tiesioginės investuotojui kuriamos naudos vertinimo.

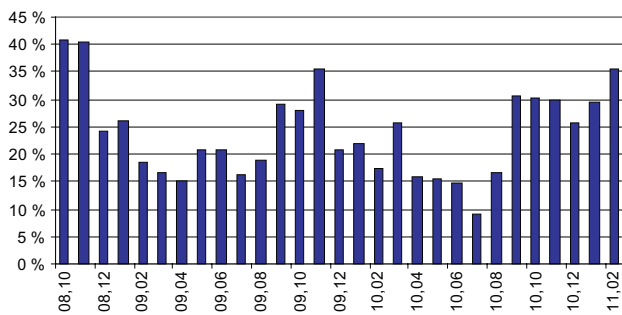
### Vėjo jėgainių parko kuriamos vertės analizė CBA metodu

Analizuojant vėjo elektrines kiekvienas projektas yra unikalus, nes realizuojamas skirtingose geografinėse vietose, kuriose skiriasi vėjuotumas, infrastruktūros poreikiai ir kiti svarbūs parametrai.

Analizuojant projektus, svarbu įvertinti ir laiko faktorių, nes technologijų plėtra, taip pat ir jų kaina sparčiai kinta. Europoje pastaraisiais metais žaliąją energiją tapo prioritetine energijos gamybos plėtros kryptimi. Todėl investicijos į vėjo energiją kiekvienais metais didėja, dėl ko greitai didėja energijos gamybos agregatų paklausa, o tai savo ruožtu kelia jų kainą. Dėl šių priežasčių vertindami vėjo elektrinių finansinius parametrus šiame straipsnyje taikysime jau egzistuojančio vėjo jėgainių parko finansines ir technines charakteristikas.

**Elektros energijos gamybos efektyvumas.** Skirtingai negu tradiciniuose elektros energijos generatoriuose, vėjo energetikoje elektros energijos gamyba nėra aiškiai apibrėžta ir efektyvumo koeficientas kinta priklausomai nuo geografinės vietos ir vyraujančių vėjų konkrečiu laiko momentu. Tačiau konkrečioje vietovėje instaliuoto vėjo generatoriaus gaminamos elektros energijos kiekis yra stacionarus atsitiktinis procesas, todėl remiantis istoriniais duomenimis galima statistiškai įvertinti vidutinį jo efektyvumą ir galimas paklaidas.

Vertinant vėjo jėgainių parko vidutinio efektyvumo kitimą (1 pav.), pastebima, kad mėnesio svyravimai yra pakankamai dideli. Per tiriamą laikotarpį vidutinis jėgainių parko efektyvumas siekė apie 0,238. Tačiau reikia atsižvelgti, kad vėjo greitis yra atsitiktinis procesas, todėl reikia įvertinti ir vidurkio paklaidą. Įvertinus vėjo jėgainių parko vidutinio efektyvumo pasiklovimo intervalą galima teigti, kad esant 95 % tikimybei ilgu laikotarpiu vidutinis vėjo jėgainės efektyvumas turėtų būti nuo 0,208 iki 0,269.



**1 pav.** Vėjo jėginių parko vidutinio efektyvumo dinamika, 2008 m. spalio mėn. – 2011 m. vasario mėn. Šaltinis: UAB „Vėjų spektras“. Pastaba: faktiniai duomenys iš 15 vėjo jėginių parko, kur vienos jėginės instaliuota galia yra 2 MW (suminė instaliuota galia 30 MW) (sudaryta autorių)

**Fig. 1.** The average efficiency dynamics of the wind farm, October 2008 – February 2011. Source: “Vėjų spektras”. Note: factual data is from 15 wind generators park, where 1 power generator’s installed capacity is 2 MW (total installed capacity is 30 MW) (authors’ compilation)

Atsižvelgiant į vėjo jėginių vidutinio efektyvumo įverčius galima prognozuoti ir vidutinės vėjo jėginių parko pajamas. Lietuvoje vėjo jėginių pagaminta elektros energija yra subsidijuojama – visa elektros energija superkama mokant po 86,89 EUR/MWh, be to, aplinkos taršai mažinti skirti projektai gauna taršos mažinimo vienetus (TMV), kuriuos galima parduoti rinkoje. Vadinasi, vėjo jėginių parko pajamos susideda iš dviejų dalių, kurios abi susijusios su efektyvumo koeficientu, o TMV dar priklauso ir nuo rinkos kainos:

$$R = f(E, TMV), \quad (1)$$

čia  $R$  – vidutinės vėjo jėginių parko pajamos;  $E$  – efektyvumas;  $TMV$  – taršos mažinimo vieneto rinkos kaina.

Įvertinus empirinius vėjo jėginių parko duomenis galime sukonstruoti apatinę ir viršutinę vidutinių metinių pajamų ribas:

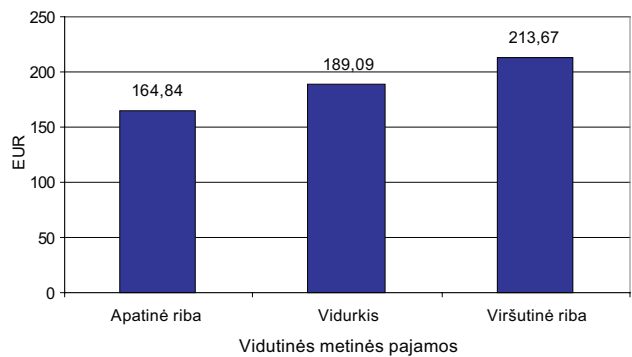
$$R^- = (\bar{E} - 1,96 * SEM) * (p + 0,626 * \overline{TMV}), \quad (2.1)$$

$$R^+ = (\bar{E} + 1,96 * SEM) * (p + 0,626 * \overline{TMV}), \quad (2.2)$$

$$P(R^- < R < R^+) = 0,95, \quad (2.3)$$

čia  $R$  – vidutinės metinės pajamos;  $R^-$  – apatinė vidutinių pajamų riba;  $R^+$  – viršutinė vidutinių pajamų riba;  $P$  – atsitiktinio įvykio tikimybė;  $SEM$  – vidurkio kvadratinis nuokrypis;  $\bar{E}$  – efektyvumo empirinis vidurkis;  $p$  – elektros supirkimo kaina;  $\overline{TMV}$  – prognozuojama vidutinė  $TMV$  rinkos kaina,

Remiantis (2) formule galima įvertinti vidutinių metinių pajamų apatinę ir viršutinę ribas (2 pav.).



**2 pav.** Vidutinių metinių pajamų ribos (1 KW instaliuotos galios, EUR) (sudaryta autorių)

**Fig. 2.** Average annual income boundaries (1 KW of installed power, EUR) (authors’ compilation)

Pagal vidutinį vėjo jėginių parko efektyvumą 1 KW instaliuotos galios esant 95 % tikimybei per metus turėtų pagaminti nuo 1,82 iki 2,36 MWh elektros energijos. Darant prielaidą, kad vienas TMV kainuotų apie 6 EUR, bendros vidutinės pajamos ilguoju laikotarpiu turėtų būti 165–214 EUR, vidutiniškai – apie 189 EUR.

**Investicijų komponentai.** Plėtojant vėjo elektrinių projektus investicijos turėtų būti skirstomos į dvi dalis – generatoriaus pirkimas ir investicijos į infrastruktūrą. Investicijos į elektros generatorių yra tiesiogiai susijusios su elektros energijos gamyba, todėl jos yra gana aiškiai apibrėžtos, o investicijos į infrastruktūrą, apimančios poveikio aplinkai vertinimą, kelių tiesimą ir kt., kiekvienu atveju yra unikalios ir jos santykinai mažėja esant didesniai vėjo jėginių parkui. Šiame straipsnyje vertinant investicijas į infrastruktūrą daroma prielaida, kad plėtojamam 30 MW (15 × 2 MW) vėjo jėginių parkas. Plėtojant vėjo jėginių parką didžioji investicijų dalis (apie 90 %) tenka generatoriui, o investicijos į infrastruktūrą siekia vos 10 % (lentelė).

**Lentelė.** Investicijų poreikis (1 KW instaliuotos galios, EUR) (Šaltinis: UAB „Vėjų spektras“)

**Table.** Investment demand (1 KW of installed power, EUR) (Source: UAB “Vėjų spektras”)

Investicijų tipas	EUR
Elektrinė	1300–1500
Transformatorinė	33
Transformatorius	20
Keliai	28
Kabelių tiesimas	30
Sklypo paruošimas	40
Kitos išlaidos	10
Iš viso	1461–1661

Šis santykis gali kisti – esant mažam projektui išlaidos infrastruktūrai gali išaugti iki daugiau kaip 20 proc. Vertinant bendrą investicijų poreikį, 1 KW instaliuotos galios reikia 1400–1700 EUR., iš kurių 1300–1500 EUR tenka elektros energijos generatoriui.

**Bendrosios sąnaudos.** Vertinant bendras išlaidas, tenkančias 1 KW instaliuotos galios, didžiausia dalis tenka banko įmokai, kuri sudaro apie 83 % visų išlaidų, o prekių savikaina ir valdymo išlaidos kartu siekia vos 17 %. Vadinasi, didžiausią įtaką bendrosioms sąnaudoms turi palūkanų norma, kurios kitimas gali turėti esminės įtakos projekto pelningumui. Skaičiuojant 5,5 % palūkanų normą, o paskolos terminą nustatant identišką nusidėvėjimui – 20 metų, bendrosios metinės išlaidos siektų apie 160 EUR.

**Investicijų graža.** Vertinant investicijų patrauklumą svarbu atsižvelgti į keletą parametrų – potencialų projekto pelningumą, kapitalo sąnaudas, skolinimosi galimybes ir naudojamą finansinį svertą. Vėjo energetikos projektus finansinės institucijos dažniausiai vertina kaip santykinai mažai rizikingus ir lengvai kredituoja. Dažniausiai finansinės institucijos sutinka kredituoti 70–80 % projektų vertės, todėl tokio tipo projektuose maksimalus finansinis svertas siekia 1:4 arba 3:7. Kadangi nuosavo kapitalo dalis yra santykinai maža, paprastumo dėlei, nuosavo kapitalo sąnaudas sulyginkime su skolintojo kapitalo sąnaudomis. Tokiu atveju bendrosios kapitalo sąnaudos siektų 5,5 % ir sąnaudų skaičiavimas nesikeistų. Skaičiuojant 1 KW instaliuotos galios, vidutinė investicijų suma siektų apie 1560 EUR, iš kurių apie 312 EUR būtų nuosavas kapitalas ir apie 1248 EUR tektų skolintam kapitalui. Bendrosios sąnaudos, įskaitant nuosavo kapitalo sąnaudas, siektų apie 160 EUR, o pajamos svyruotų nuo 165 iki 214 EUR per metus. Skaičiuojant investicijų gražą nuosavo kapitalo sąnaudas (5,5 %) reikia pridėti prie investicijų gražos. Vadinasi, investavus 312 EUR į vėjo jėgainių parką, remiantis (2) formule apskaičiuota bendra investicijų graža svyruotų nuo 22 iki 71 EUR per metus ir tikimybė, kad graža nepateks į šį intervalą, yra mažesnė negu 5 %. Tokiu atveju galima įvertinti, kad vidutinė santykinė investicijų gražos norma, esant 95 % tikimybei, yra 7,1–22,8 % (vidutiniškai apie 14,8 %). Be to, atliekant šiuos skaičiavimus neatsižvelgta į likutinę projekto vertę, kuri dar šiek tiek padidintų investicijų gražą.

## Išvados

1. Paskutiniu metu dešimtmečiu pasaulyje atsinaujinančių energetinių išteklių plėtrai skiriama vis daugiau dėmesio ir resursų, iš kurių vėjo energetika yra viena iš prioritetinių sričių. Pagal vėjo energijos naudojimą

elektros energijai gaminti Lietuva atsilieka nuo ES vidurkio, nors konkurencingos vėjo energijos naudojimo potencialas yra gana didelis, tačiau vėjo energetikos projektams plėtoti Lietuvoje sudarytos palankios sąlygos, todėl ateityje tokio pobūdžio projektai turėtų sulaukti vis didesnio investuotojų dėmesio.

2. Dėl stochastinės vėjo prigimties sudėtinga įvertinti šios srities projektų finansinius rodiklius, tačiau atlikta analizė parodė, kad tikimybė, jog toks projektas bus nuostolingas, yra mažesnė nei 5 %, o naudojant finansinį svertą vidutinė metinė investicijų graža turėtų svyruoti 7,1–22,8 %.
3. Kadangi investicijos į vėjo energetiką pasižymi santykinai aukštu pelningumu ir rizikos santykiu, tokie projektai turėtų būti patrauklūs stambiems investuotojams ir taip pat kaip diversifikavimo priemonė – uždaro tipo kolektyvinio investavimo subjektams ir privataus kapitalo fondams.
4. Dėl vėjo energetikos specifikos gana keblu tiksliai prognozuoti ateities pinigų srautus, todėl tikslinga detaliau nagrinėti galimus ateities scenarijus ir jų tikimybes, taip pat plėtoti ir tobulinti esamas tokių projektų vertinimo metodikas.

## Literatūra

- Adler, M. D.; Posner, E. A. 2006. *New Foundations of Cost-Benefit Analysis*. Cambridge, MA: Harvard University Press. 241 p.
- Brekke, K. A. 1997. The numéraire matters in cost-benefit analysis, *Journal of Public Economics* 64: 117–123.  
[http://dx.doi.org/10.1016/S0047-2727\(96\)01610-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0047-2727(96)01610-6)
- Burinskienė, M.; Rudzkiš, P. 2010. Feasibility of the liberal electricity market under conditions of a small imperfect market. Case of Lithuania, *Technological and Economic Development of Economy* 16(3): 555–566.  
<http://dx.doi.org/10.3846/tede.2010.34>
- Burinskienė, M.; Rudzkiš, V. 2007. Assessment of sustainable development in transition, *Ekologija* 53: 27–33.
- Crew, M.; Kleindorfer, P. 1999. *Regulation Under Increasing Competition*. Boston: Kluwer. 200 p.  
<http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-5117-1>
- Čekanavičius, L.; Kasnauskienė, G. 2009. Too high or just right? Cost-benefit approach to emigration question, *Inžinerinė Ekonomika – Engineering Economics* (1): 28–36.
- ENERDATA. 2011 edition of Global Energy Statistical Yearbook.
- European Environment Agency (EEA). 2009. Europe's onshore and offshore wind energy potential. An assessment of environmental and economic constraints.
- EWEA. 2008. Pure Power – Wind Energy Scenarios up to 2030. European Wind Energy Association, Brussels.
- Grundey, D. 2008. Sustainable energy projects in Lithuania for promoting regional development, *Transformations in Business and Economics* 7(3): 129–162.

- International Energy Agency (IEA). 2006. Key World Energy Statistics.
- International Energy Agency (IEA). 2009. Key World Energy Statistics.
- Illés, I. 2006. Scenarios of economic and regional development in Europe, *European Integration Studies* 5(1): 119–138.
- Macijauskas, L. 2011. Biržoje prekiujamų fondų (ETF) bendrojo išlaidų rodiklio tyrimas, *Mokslas – Lietuvos ateitis* [Science – Future of Lithuania] 3(4): 27–34.
- Pearce, D.; Atkinson, G.; Mourato, S. 2006. *Cost-Benefit Analysis and the Environment: Recent Developments*. Paris: OECD Publishing.
- Posner, R. A. 2000. Cost-benefit analysis: definition, justification, and comment on conference papers, *Journal of Legal Studies* 29(2): 1153–1177. <http://dx.doi.org/10.1086/468108>
- Rutkauskas, A. V.; Miecinskiene, A., et al. 2008. Investment decisions modelling along sustainable development concept on financial markets, *Technological and Economic Development of Economy* 14(3): 417–427. <http://dx.doi.org/10.3846/1392-8619.2008.14.417-427>
- Scott, R. 2003. Global electricity: the industry, the companies and frameworks, *Labour and Strategic Management Journal* 26(5): 441–460.
- Spangenberg, J. H. 2004. Reconciling sustainability and growth: criteria, indicators, policies, *Sustainable Development* 12: 74–86. <http://dx.doi.org/10.1002/sd.229>
- Szargut, J. 2005. *Exergy Method: Technical and Ecological Applications*. Wit Press. 164 p.
- Tishler, A.; Woo, C. K. 2007. Is electricity deregulation beneficial to Israel?, *International Journal of Energy Sector Management* 1(4): 322–341. <http://dx.doi.org/10.1108/17506220710836066>
- Veeneman, W.; Mayer, I. 2003. *Games in a World of Infrastructures: Simulation-Games for Research, Learning and Intervention*. 268 p.

## ATTRACTIVENESS EVALUATION OF INVESTMENT IN WIND ENERGY PROJECTS

**P. Rudzkiš, L. Macijauskas**

### Abstract

Last decade as prices of fossil energy resources were almost constantly going upwards, increasing flow of investments is directed to renewable energy resources. Development and application of green energy became one of priority objectives in many countries. While in the context of wind energy production Lithuania lags behind the EU average, its potential of wind energy usage has great perspective. In this article using random processes, cost-benefit and financial analysis, attractiveness of investment in wind energy projects is examined. Given the stochastic nature of wind energy and by looking into investment profitability and risk factors, effectiveness of wind turbine is evaluated. Analysis showed that wind energy projects could be considered as having high profit-to-risk factor and should generate significant interest of investment community.

**Keywords:** wind energy, cost-benefit analysis, random processes, investment return.