

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
ELEKTROS IR ELEKTRONIKOS FAKULTETAS

Jonas Dromantas

ATSINAUJINANČIŲ ŠALTINIŲ EFEKTYVAUS PANAUDOJIMO
ĮMONĖJE TYRIMAS

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

dr. Dainius Slušnys

KAUNAS, 2015

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

**ATSINAUJINANČIŲ ŠALTINIŲ EFEKTYVAUS PANAUDOJIMO
ĮMONĖJE TYRIMAS**

Baigiamasis magistro projektas
Elektros energetikos sistemos (621H63005)

Vadovas

dr. Dainius Slušnys

Recenzentas

. dr.

Projektą atliko

Jonas Dromantas

KAUNAS, 2015



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
ELEKTROS IR ELEKTRONIKOS

(Fakultetas)

JONAS DROMANTAS

(Studento vardas, pavardė)

Elektros energetikos sistemos (621H63005)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

Baigiamojo projekto „ATSINAUJINANČIŲ ŠALTINIŲ EFEKTYVAUS PANAUDOJIMO
ĮMONĖJE TYRIMAS“
AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 15 m. Gegužės 25 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano **Jono Dromanto** baigiamasis projektas tema „ATSINAUJINANČIŲ ŠALTINIŲ EFEKTYVAUS PANAUDOJIMO ĮMONĖJE TYRIMAS“ yra parašytas visiškai savarankiškai, o visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Dromantas, J. Atsinaujinančių šaltinių efektyvaus panaudojimo įmonėje tyrimas *Magistro* baigiamasis projektas / vadovas dr. Dainius Slušnys; Kauno technologijos universitetas, elektros ir elektronikos fakultetas, elektros energetikos sistemų katedra.

Kaunas, 2015. 53 psl.

SANTRAUKA

Energija reikalinga įvairiems poreikiams tenkinti: maisto gamybai, patalpų šildymui, važinėti transporto priemonėmis... Ir tai tik keletas pavyzdžių. Visame pasaulyje energijos poreikis vis didėja, tradiciniai energijos ištekliai senka, o jos gavimo būdai kenkia aplinkai.

Siekiant mažiau kenkti aplinkai vienas iš būdų taikyti atsinaujinančius šaltinius įmonėse. Mano darbo tikslas yra – atlikti ekonominį tyrimą įmonės energijos poreikiams tenkinti, panaudojant įvairius atsinaujinančius energijos šaltinius tenkinti įmonės elektros bei energetikos poreikius.

Darbe nagrinėsime atsinaujinančius šaltinius labiausiai tinkančius įmonės poreikiams tenkinti. Ekonominiais skaičiavimais sužinosime kurie iš atsinaujinančių energijos šaltinių yra efektyviausi.

Saulės elektrinė, vėjo elektrinė, įmonė, atsinaujinantis energijos ištekliai:

Dromantas, Jonas. Efficient use of renewable sources of company research. Final project of *Master degree* / supervisor . dr. Dainius Slušnys; Kaunas University of Technology, Faculty of Electrical and Electronics Engineering, department of Electrical Energy Systems

Kaunas, 2015. 53 psl.

SUMMARY

Energy is needed to meet the various needs: Food production, space heating, ride vehicles ... And these are just some examples. Globally, demand for energy is increasing, the traditional energy resources are depleting, and the receipt of threatening the environment.

To minimize harm to the environment is one way to apply renewables companies.

My aim is - to conduct an economic study enterprise energy needs, using a variety of renewable energy sources to meet the company's electric and energy needs.

The paper will explore the most appropriate renewable sources of business needs. Economic calculations to find out which are the most efficient sources of energy.

Solar energy, wind energy, company, renewable energy sources

TURINYS

SANTRUMPOS.....	9
ĮVADAS.....	10
1. AEI NAUDOJIMĄ SKATINANTYS VEIKSNIAI.....	12
1.1. AEI skatinimo priežastys.....	13
1.2. AEI skatinimo sistemos principai.....	14
1.3. Elektros energijos gamybos iš AEI skatinimas ir naudojimo tendencijos Lietuvoje.....	14
2. ATSINAUJINANTYS ELEKTROS ENERGIJOS ŠALTINIAI IR JŲ RŪŠYS.....	15
Biokuras.....	15
2.1. Biodegalai.....	16
2.2. Geoterminė energija.....	18
2.3. Vėjo elektrinės.....	18
2.4. Hidroenergija.....	20
2.5. Saulės elektrinės.....	21
2.7. Saulės modulis.....	22
2.7.1. Polikristaliniai saulės moduliai.....	22
2.7.2. Monokristaliniai saulės moduliai.....	22
2.7.3 Plonasluoksniai silicio moduliai.....	22
3.SUDAROMAS ĮMONĖS ELEKTRINIŲ ĮRENGINIŲ APKROVŲ GRAFIKAS.....	23
3.2. Elektros energijos sąnaudos įmonėje.....	26
4.ATSINAUJINANČIŲ ŠALTINIŲ IR JŲ CHARAKTERISTIKŲ TYRIMAS.....	30
4.1. Vėjo jėgainių parinkimas.....	31
4.2. Saulės modulių parinkimas.....	33
5. EKONOMINIS ATSINAUJINANČIŲ ŠALTINIŲ TYRIMAS.....	37
5.1. Atsinaujinančių šaltinių tipas ir jų variantai įmonės elektros energijai tenkinti.....	38
5.2. Pasirinktų variantų analizavimas.....	39
5.3. Ketvirto ir penkto varianto jautrumo analizė.....	44
5.3.1.Jautrumo analizė vėluojant saulės ir vėjo elektrinių paleidimui.....	46
5.4. AEI projektų rizika.....	48
5.5. Projekto rizikos įvertinimas imitaciniu modeliavimu.....	50

5.5.1. Rizikos įvertinimas, naudojant diskonto koeficientą.....	51
5.6. Aplinkosauginis vertinimas.....	52
Išvados.....	55
Literatūros sąrašas.....	56
Priedas. Analizuoti variantai.....	60

Lentelių sąrašas

3.1.1. lentelė. Elektros imtuvų skaičiuojamosios apkrovos.....	23,24
3.2.1. lentelė. Vasaros ir žiemos didžiausios apkrovos.....	26
3.2.2. lentelė. Vasaros ir žiemos paros apkrovos.....	27
3.2.3. lentelė. Metinis elektros energijos suvartojimas.....	29
4.1.1. lentelė. Vėjo jėgainių techniniai parametrai.....	30
4.1.2. lentelė. Vėjo jėgainių pagaminamos elektros energijos kiekiai.....	31
4.2.1. lentelė. Saulės modulių techniniai parametrai.....	33
4.2.2. lentelė. Vidutinis metinis pagamintos elektros energijos kiekis kWh.....	35
5.1. lentelė Elektros energijos supirkimo tarifai.....	37
5.2.1. lentelė Ekonominių rodiklių variantų lentelė.....	41
5.2.2. lentelė. Pelno normos skaičiavimai.....	42
5.3.1. lentelė. 1 ir 3 varianto vėluojančio elektrinių paleidimo rezultatai.....	46
5.6.1. lentelė. Energijos gamybos technologijų ir naudojamo kuro CO ₂ tarša.....	52
5.6.2. lentelė. CO ₂ kiekis pagaminus tokį pat elektros energijos kiekį, kiek VE ir SE per 25 metus.....	53

Paveikslų sąrašas

3.2.1.pav. Įmonės paros apkrovos grafikas vasara.....	28
3.2.2. pav. Įmonės paros apkrovos grafikas žiemą.....	28
3.2.3. pav. Įmonės metinis elektros apkrovos grafikas.....	29
4.1.1. pav. Vidutinis metinis vėjo greitis.....	31
4.1.2. pav. Vėjo elektrinių pagaminama elektros per metus.....	32
4.2.1. pav. Saulės energijos priklausomybė nuo metų laiko Kaune.....	34
4.2.2. pav. Saulės modulių pagaminta elektros per metus.....	36
5.2.1. pav. pajamų ir išlaidų palyginimas.....	41
5.2.2. pav. Pirmo varianto diskontuotų pinigų srautai 25metu laikotarpyje.....	43
5.2.3. pav. Trečio varianto diskontuotų pinigų srautai 25metų laikotarpyje.....	43
5.2.4. pav. Septinto varianto pinigų srautai 25 metų laikotarpyje.....	43
5.2.5. pav. Pelno normos palyginimas.....	44
5.3.1. pav. 1 ir 3var. įplaukų ir išlaidų santykis B/C vėluojant elektrinių paleidimui.....	47
5.3.2. pav. 1 ir 3var. dabartinė grynoji vertė NPV vėluojant elektrinių paleidimui.....	47
5.6.1.pav. CO ₂ kiekis deginant skirtingas kuro rūšis ir naudojant VE ir SE.....	54

SANTRUMPOS

AEI - atsinaujinantys energijos ištekliai

AEŠ – atsinaujinantys energijos šaltiniai;

PG – paskirstytieji generatoriai;

EES – elektros energetinė sistema;

ET – elektros tinklas;

VE – vėjo elektrinė;

SE – saulės elektrinė;

SM – saulės fotomodulis;

PSO – perdavimo sistemos operatorius;

Ivadas

Atsinaujinantys energijos ištekliai yra labiau aktūalus dabartiniai visuomeniai, sprendžiant aplinkosaugos, energijos tiekimo ir kitas problemas. 2007m. Europos taryba sutarė dėl AEI tikslų: AEI dalis bendrame galutinės energijos suvartojime turi padidėti iki 20% 2020m., o biokuro dalis transporto sektoriuje – mažiausiai iki 10%. 2009m. priimta direktyva 2009/28/EB dėl skatinimo naudoti AEI, perkėlė šiuos tikslus į teisinę sistemą, paskirstant AEI tikslą į privalomus nacionalinius įsipareigojimus.

Tokie šaltiniai, kitaip nei paplitusios iškasenos, tarkim, nafta ar gamtinės dujos, yra teoriškai nesibaigiantys, tad labai svarbu juos teisingai ir efektyviai panaudoti, ypač siekiant kuo mažiau neigiamai paveikti aplinką. Labai svarbiu energijos šaltinio vertinimo kriterijumi tapo ekologiškumas, ypač kai į tai neatsižvelgus neretai padaromas negrįžtamas poveikis gamtai ir žmonėms. Nors ekologiška ir atsinaujinanti energetika tapo itin aktuali tik pastaruosiu metu, tai nereiškia, kad seniau jos nebuvo. Tiesa, anksčiau žmonių poreikiai, o ir sunaudojami energijos kiekiai buvo kur kas mažesni. Praktiškai iki naftos išpopuliarėjimo daugumos žmonių energetinius poreikius patenkindavo būtent atsinaujinantys, natūralūs energetiniai šaltiniai. Jų kiekis, pritaikymo būdas ir panaudojimas priklausydavo nuo technologijų lygio. Galima išskirti keletą atsinaujinančių šaltinių, dažniausiai žmonių naudojamų visame pasaulyje - tai vėjo ir saulės energija.

Todėl svarbu analizuoti atsinaujinančių energijos išteklių integravimo techninius ir ekonominius aspektus, kad užtikrinti užbręžtų ambicingų tikslų įgyvendinimą.[1].

Darbo aktualumas.

Darbo aktualumas yra – išanalizuoti ekonominį tyrimą įmonės elektros poreikiams tenkinti, panaudojant atsinaujinančius energijos išteklius.

Darbo uždaviniai.

- Išanalizuoti atsinaujinančių energijos išteklių naudojimą skatinančius veiksnius.
- Atlikti tiriamos įmonės apkrovų grafikų ir charakteristikų tyrimą.
- Atlikti atsinaujinančių energijos išteklių naudojančių elektrines charakteristikas tyrimą.
- Atlikti atsinaujinančius energijos išteklius naudojančių elektrinių ekonominį vertinimą.
- Atlikti atsinaujinančius energijos išteklius naudojančių elektrinių Jautrumo analizę bei aplinkosauginį vertinimą.

1. AEI NAUDOJIMĄ SKATINANTYS VEIKSNIAI

1.1. AEI skatinimo priežastys

Elektros energijos, kuriai gaminti naudojami atsinaujinantys energijos išštekčiai, gamybos ir pirkimo skatinimo tvarkos aprašas nustato elektros energijos, gaminamos Lietuvos Respublikoje naudojant atsinaujinančius energijos šaltinius, gamybos ir pirkimo skatinimo bendruosius kriterijus, sąlygas bei reikalavimus.

- Laikantis šio aprašo, skatinama elektros energijos gamyba vėjo, fotoelektrinėse (saulės elektrinėse), taip pat šiose elektrinėse pagamintos energijos pirkimas, išskyrus tą, kuri bus gaminama ar ketinama gaminti:
- vėjo elektrinėje, kurios bendra (suminė) įrengtoji visų generatorių galia daugiau kaip 250 kW ir kuri pastatyta ar kurią ketinama statyti kitose, nei nustatytose, zonose ar viršijant šiose zonose nustatytą didžiausią galią.

Apraše nustatyta, kad elektros energiją, pagaminta aukščiau išvardintose elektrinėse iki 2020 m. gruodžio 31d, iš gamintojų superkama sutartinėmis kainomis, kompensuojant gamintojams skirtumą tarp pajamų lygio, apskaičiuoto pagal Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos tos rūšies ištekliams nustatytą tarifą, ir faktiškai gaunamų parduodant elektros energiją sutartinėmis kainomis pajamų. Nuo 2021 metų elektros energijos, kuriai gaminti naudojami atsinaujinantys energijos išštekčiai, pirkimas skatinamas įvedant vadinamųjų „žaliųjų sertifikatų“ .

Šiame apraše, taip pat, įtvirtinta prisijungimo prie tinklų mokesčio nuolaida.

Aukščiau išvardintos elektros energijos gamybai atsinaujinančius energijos išteklius naudojančios elektrinės prie veikiančių energetikos įmonių tinklų prijungiamos teisės aktų nustatyta tvarka, taikant gamintojams 40 procentų prijungimo mokesčio nuolaidą.

Šiame teisės akte taip pat nurodoma:

- naujų elektros energijos gamybos pajėgumų plėtros remtina apimtis;
- vėjo elektrinių, kurių galia – daugiau kaip 250 kW, leidimų statyti išdavimo konkurso sąlygos. [2]

1.2. AEI skatinimo sistemos principai

Supirkimo tarifo lygis ir garantuotas skatinimo terminas yra labai svarbūs, norint pritraukti investicijas ir padidinti AEI-E plėtrą.

Supirkimo tarifo lygis turėtų padengti elektros energijos gamybos kaštus ir pagrįstą pelno normą.

AEI-E skatinimo išlaidas dažniausiai padengia galutinis vartotojas, todėl aukšti supirkimo tarifai sąlygoja investuotojų pelną, bet tuo pačiu ir didėjančią našta elektros energijos vartotojams.

Netiesioginio rėmimo schemoms priskiriamos mokesstinės priemonės, kurias bendru atveju galima suskirstyti į keturias grupes:

- parama investicijoms taikant subsidijas;
- parama investicijoms taikant mokesčių lengvatas;
- išlaidų kompensavimas taikant gamybos mokesčių kreditus;
- lengvatinės paskolos.

Netiesioginio rėmimo schemas taikomos, kaip pagalbinės AEI-E skatinimo priemonės šalia supirkimo tarifų ar kvotų sistemos.

ES šalių tarpe, tik Suomijoje ir Maltoje, tai buvo pagrindinės AEI-E skatinimo priemonės iki 2011 m.

Suomija nuo 2011 m. sausio mėn. taip pat perėjo prie supirkimo priemokos schemas.

Prijungimo prie tinklo išlaidų padengimo paskirstymas svarbus skatinimo schemų aspektas.

Dviejų rūšių prijungimo prie tinklo išlaidos yra tokios:

- tiesioginės elektrinės prijungimo prie elektros tinklo išlaidos;
- papildomos išlaidos, kurios susidaro dėl to, kad esamo tinklo galingumas yra nepakankamas. [3]

1.3. Elektros energijos gamybos iš AEI skatinimas ir naudojimo tendencijos Lietuvoje

- Lietuvoje elektrinių bendra įrengtoji galia 2012 metais siekė 4 253 MW, iš kurių 68 proc. sudarė šiluminės elektrinės, 24 proc. – hidroelektrinės (įskaitant Kruonio hidroakumuliacinės elektrinės galią), 6 proc. – vėjo jėgainės, 2 proc. – kitus atsinaujinančius energijos išteklius naudojančios elektrinės. 2012 m. iš AEI buvo pagaminta 1 212 GWh elektros energijos, arba 25 proc. visos Lietuvoje pagamintos elektros energijos, o dalis, pagaminta iš AEI, lyginant su bendromis elektros energijos sąnaudomis, siekė 10,9 proc.
- Lietuvoje yra įvesta reguliacinė aplinka, skatinanti elektros gamybą iš AEI – elektra, pagaminta iš AEI, superkama už fiksuotą, didesnę nei rinkos kainą, tarifą. Elektros gamintojai, kurie naudoja AEI, nemoka už elektros balansavimą skirstymo ir perdavimo tinkluose. AEI elektrinėms taikoma prijungimo prie elektros tinklų nuolaida. Elektros energijai, pagamintai iš AEI, yra taikoma pirmenybė, esant ribotam tinklų pralaidumui.
- Lietuvoje 2012 metais užregistruoti 365 elektros energijos gamintojai, naudojantys AEI ir tiekiantys elektros energiją į tinklus, iš jų: 100,8 MW galios Kauno hidroelektrinė, 95 mažesnės nei 10 MW galios hidroelektrinės (27 MW), 15 biodujų elektrinių (15 MW), 7 kietojo biokuro elektrinės (41 MW), 79 vėjo elektrinės (275 MW) ir 168 saulės elektrinės (7 MW).
- 2009–2012 m. elektros energijos gamyba iš AEI išaugo beveik dvigubai. Pagrindinė gamybos augimo priežastis – išaugusi suminė instaliuotų vėjo jėgainių galia nuo 98 MW iki 275 MW. [4]

2. ATSINAUJINANTYS ELEKTROS ENERGIJOS ŠALTINIAI IR JŲ RŪŠYS

2.1. Biokuras

Biokuras – kuras iš biomasės ir atliekų. Tai vienas atsinaujinančių energijos šaltinių (AEI).

Biokurui priskiriama:

- miškų ūkio pramonės paruošta mediena
- Specialiai auginami energiniai augalai, iš jų gaminami pjuvenų briketai
- Biologiškai skaidžios atliekos – bet kokios atliekos, kurios gali būti suskaidytos aerobiniu ar anaerobiniu būdu, pvz., sodo atliekos, popierius ar kartonas
- Komunalinės atliekos
- Gamybinės (cukraus gamybos, grūdų, mėsos, žuvies, pieno perdirbimo, viešojo maitinimo ir kt.) atliekos
- Žemės ūkio (gyvulininkystės ir augalininkystės) atliekos
- Nuotekų valymo dumblas
- Sodų, parkų ir želdynų priežiūros atliekos. [5]

2.2. Biodegalai

Biodegalai – vienas iš atsinaujinančių energijos šaltinių, biokuras, pagamintas iš biomasės ir naudojamas kaip degalai vidaus degimo, dyzeliniams, Stirlingo ir kituose varikliuose.

Biodyzelinas – augalinio aliejaus esteris, rapsų metilo esteris, rapsų etilo esteris, gaminamas iš augalinio aliejaus ir alkoholio (metanolio arba etanolio). Jį galima naudoti neperdirbant variklio. Šiuo metu lengvųjų automobilių gamintojai nesuteikia garantijos varikliams, naudojantiems gryną biodyzeliną.

Pirmos kartos biodegalai – degalai, kuriems kaip žaliava naudojami maistiniai augalai, turintys lengvai išgaunamų cukrų, krakmolo ir aliejaus. Gamybos metu cukrūs sufermentuojami į bioetanolį, o iš riebalinių rūgščių transesterifikacijos būdu pagaminamas biodyzelinas. Šios kartos biodegalai susiduria su daugeliu problemų, nes jų gamybos didinimas kelia grėsmę maisto produktų gamybai ir bioįvairovei. Be to, jų gamyba brangesnė, lyginant su degalų gamyba iš naftos. Kai kada biodegalų gamybos metu šiltnamio efektą skatinančių dujų emisijų išsiskyrimas yra didesnis, nei tradicinių degalų, jei vertinamas visas gyvavimo ciklas, įskaitant trąšų gamybą, transportavimą ir pan.

Antros kartos biodegalai – degalai, kuriems kaip žaliava naudojama lignoceliuliozės turinti biomasė. Tai mediena ir jos atliekos, žemės ūkio atliekos (šiaudai, kukurūzų kotai ir pan.) bei energetiniai augalai, tokie kaip sora rykštėtoji (*Panicum virgatum*), drambliažolė (*Miscanthus sinensis*). Šių žaliavų kiekiai yra neriboti, jie nesudaro konkurencijos maisto produktų gamybai. Antros kartos biodegalų gamybai suvartojama visa žaliava, o ne tik atskiri jos komponentai.

Trečios kartos biodegalų gamintojai siekia patobulinti pačią žaliavą, t. y., išvesti labiau aliejingų augalų veisles, tobulinti atskirų augalų genus, atsakingus už aliejaus gamybą ir pan.

Ketvirtos kartos biodegalai – degalai, kurių gamybai naudojama žaliava iš genetiškai modifikuotų augalų. Juos auginant iš atmosferos absorbuojami didžiuliai CO₂ kiekiai sukaupti augalų stiebuose, šakose ir lapuose. Vėliau iš augalų biomasės biocheminių procesų metu, naudojant genomiškai sintezuotus mikrobus, efektyviai gaminami biodegalai. [6]

2.3. Geoterminė energija

Geoterminė energija - šiluminė gilesniųjų žemės sluoksnių (įskaitant karštus požeminio vandens telkinius) energija. Šis terminas paprastai naudojamas kalbant apie šios energijos panaudojimą žmogaus poreikiams.

Geoterminė energija naudojama dviem būdais:

- Tiesiogiai kaip šiluminė energija. Pvz., karštas gelmių vanduo naudojamas namams apšildyti.
- Kaip energijos šaltinis elektros energijai generuoti.

Geoterminės energijos pagrindinis privalumas yra tas, kad ji, palyginus su kitais energijos gavybos būdais, yra švari ir saugi. Taip pat tai atsinaujinanti energijos rūšis. Kai pagrindinis energijos nešiklis (šilumnešis) yra vanduo, jis gali būti panaudotas vėl ir vėl. Šios energijos rūšies gavybai nereikalingos ypatingos ar besikeičiančios klimatinės sąlygos. Energijos gavyba gali vykti visą parą.

- Geoterminės jėgainės gali išbalansuoti seisminį stabilumą. Ypač tokiose vietose, kai injekuojamas vanduo į įkaitusias uolienas, kai vandens juose nebuvo.
- Geoterminės jėgainės vis tiek išmeta anglies dioksido ir azoto oksido dujas, tiesa labai mažą kiekį.
- Reikalingos specialios geologinės sąlygos, kad būtų įmanoma įrengti ekonomiškai efektyvią elektros jėgainę. [7]

2.4. Vėjo elektrinės

Pagal konstrukciją skiriami du pagrindiniai vėjo jėgainių tipai- horizontalios ir vertikalios ašies vėjo jėgainės. Vyraujantis tipas – horizontalios ašies. Jų naudingumo koeficientas aukštesnis, lygus 0.5, o vertikalios ašies jėgainių jis daug mažesnis ir lygus 0.15 – 0.2.

Vėjo elektrinės naudoja mechaninę vėjo energiją. Vėjyje besisukančio sraigto teorinis naudingumas siekia 60%, didžiausių šiuolaikinių vėjo jėgainių galia siekia 1 - 2 MW, sparnų ilgis siekia 60 metrų. Vėjo elektrinės pagaminamas energijos kiekis kWh apskaičiuojamas pagal formulę:

$$W=C_n(P_T \cdot 8760);$$

čia P_T – vardinė turbinos galia kW; C_n – našumo koeficientas, mūsų šalyje pajūryje jis lygus 0.25 – 0.26, turbinų jūroje jis siekia 0.40. Dažniausiai jėgainės turi trijų menčių sraigą. Galimas ir didesnis menčių skaičius sraigte, tačiau tai nepadidina sraigto galingumo tik sumažina sukimosi greitį. Vėjo jėgainės galia keičiama didinant arba mažinant sparnų atakos kampą. Sparnai sukasi gana lėtai, tad jėgainėse naudojami reduktoriai pagreitina sukimąsi iki generatoriui reikalingų apsisukimų, nes lėtaeigio generatoriaus labai dideli gabaritai. Generatorius dažniausiai sinchronizuojamas su tinklu tiesiogiai, nenaudojant sudėtingų keitiklių, reikalinga tik patikima generatoriaus valdymo ir orientavimo automatika. Naudojami ir asinchroniniai generatoriai, tuomet generatorius dirba kintamu greičiu. Kartais vėjo jėgainės turi du asinchroninius generatorius, vieną mažam kitą dideliame galingumui. Elektrinės kelia gana didelį triukšmą, tad jas statyti arti gyvenamųjų rajonų negalima.

Šiuo metu pasaulyje vėjo energetika geriausiai išvystyta Danijoje, ten yra apie 5000 vėjo jėgainių, jų suminė galia siekia 1200MW. Šios jėgainės Danijai pagamina apie 9% elektros energijos. Ateityje planuojama statyti jėgaines jūroje, 2030m. jų galia sudarys 35% šalies poreikių.

Danijoje šios jėgainės statomos privataus kapitalo, nes jų energija stipriai subsidijuojama valstybės, dėl to jėgainės ten pelningos.

Lietuvoje vyraujantys vėjai silpnesni, jėgaines statyti perspektyvu pajūryje. Vėjo stiprumo įtaka pagaminamos energijos kiekiui didžiulė, energijos kiekis proporcingas vėjo greičio kubui. Tad elektrinės, pastatytos pajūryje, kur vidutinis vėjo greitis yra 7m/s ir tokios pat elektrinės Utenos apskrityje, kur pučia 4 m/s vėjas pagaminamas energijos kiekis skirsis 6 kartus. Vėjo elektrinių statyba pastaraisiais metais labai suintensyvėjo, jų pagaminta energija superkama su

dotacijomis. Leidimą statyti elektrines duoda "Lietuvos energija", ji skelbia konkursus šių elektrinių statybai. Siekiant pritaikyti energetikos sistemą prie vėjo elektrinių keliamų tiekiamos galios svyravimų, vienas Elektrėnų elektrinės blokas specialiai pritaikytas greitam galios keitimui ir reguliuojamas priklausomai nuo vėjo elektrinių darbo. Tad didėjant vėjo elektrinių galingumui reikia turėti didesnius rezervinius galingumus, kas didina elektros energijos kainą.

Jeigu vėjo elektrinių pagaminamos energijos dalis šalies pasieks 25 procentus, pagal skyriaus pradžioje pateiktą formulę gaunama, kad vėjo elektrinių galingumas turi būti lygus visai šaliai maitinti reikalingam galingumui. Tad, kai kuriomis dienomis, visa šalis būtų maitinama vien iš vėjo elektrinių. Tačiau, dar didinant vėjo elektrinių skaičių, šių elektrinių energijos nebus kur dėti.

Vėjo elektrinės kainuoja palyginti nebrangiai ir todėl komerciškai apsimoka. Mažos vėjo elektrinės 1kW kainuoja iki 2896 EUR didelės krenta iki 869 EUR.

Pastaruoju metu po truputį vis populiarėja mažo galingumo vertikalios ašies vėjo jėgainės, kuriose naudojamas sudėtingos aerodinaminės formos sraigtas. Tokios jėgainės statomos ant namo stogo kraigo, taip be jokių papildomų priemonių padidinamas vėjo greitis.[8]

2.5. Hidroenergija

Hidroenergija – atsinaujinančiosios energetikos rūšis, kuri energiją išgauna iš judančio vandens jėgos. Vandens energija gali būti panaudota mechanikoje ir elektros gamyboje.

Žinios apie Lietuvos hidroenergetikos formavimąsi siekia XIV a., kuomet didieji Lietuvos kunigaikščiai savo raštuose mini upes, ežerus, tvenkinius ir malūnus. 1841 m. publikacijos nurodo, kad Lietuvos gubernijose buvo 532 hidro jėgainės ir 161 vėjo malūnas. Šiose jėgainėse gaunama energija buvo naudojama grūdams malti ir popieriaus, vilnos, medienos ir metalo pramonei vystyti.

Pirmosios hidroelektrinės buvopastatytos 1876 -
1881 m. Laufene, Vokietijoje ir Greisaide, Jungtinėje Karalystėje. Pirmosios elektrinės buvo mažos ir siekė tik kelių šimtų vatų galią. 1910 m. Lietuvoje pirmoji HE pastatyta Anykščiuose.
[9]

2.6. Saulės elektrinės

Saulės elektrinių pagrindas - puslaidininkiniai fotoelementai. Jų naudingumas siekia 17%. Lietuvoje saulėtą dieną saulės spinduliavimo energija siekia 1000 W/m^2 , saulės elemento elektrinis vardinis galingumas pateikiamas esant šiam apšviestumo srautui. Toks galingumas pasiekiamas tik saulėtą dieną, atsižvelgiant į debesuotumą ir saulės vietos danguje kitimą vidutinis energijos kiekis gaunamas iš saulės per metus yra apie 1000 kWh/m^2 . Padalijus šį galingumą iš 8760 kWh (maksimaliai galimo gauti galingumo iš saulės, tariant kad ji šviečia dieną ir naktį esant giedram dangui), gauname saulės elektrinės našumo koeficientą $C_n = 0,114$, kuris charakterizuoja saulės elemento pagaminamą vidutinį energijos kiekį per metus iš įrengtos galios. Pagrindinis šio tipo elektrinių trūkumas - didelė kaina, 1 kW įrengimas kainuoja apie $4344,3 - 5792,4 \text{ EUR}$. Saulės elementų tarnavimo laikas - 30 metų. Nors Saulės energija nieko nekainuoja, dėl didelės elementų kainos elektrinės, kol kas, neperspektyvios. Be to, reikalingi specialūs puslaidininkiniai įtampos keitikliai, kurie sujungia ir sinchronizuoja tokią elektrinę su tinklu, jų kaina 1 kW siekia $1737,7 \text{ EUR}$. Ateityje, atpigus tokiems elementams keletą kartų, Saulės elektrinių konkurencingumas išaugs. [10]

2.7. Saulės modulis

Saulės baterija, saulės elementas, fotovoltinė saulės baterija/elementas – prietaisas, verčiantis saulės energiją elektros energija. Procesą įgalina *fotovoltinis efektas*.

Saulės baterijų ir saulės energijos technologijų sritis vadinama fotovoltika, o fotovoltinė baterija gali būti vadinamas ir prietaisas, kurio energijos šaltinis nebūtinai saulės šviesos.

Saulės modulis – į vieningą sistemą sujungtos ir įrėmintos saulės baterijos, generuojančios elektros energiją Saulės šviesos pagalba.

Vieno modulio galia paprastai svyruoja nuo keliasdešimties iki kelių šimtų vatų, efektyvumas siekia iki 21%. Moduliai gali būti naudojami tiek pavieniai, tiek ir jungiami su kitais į galingesnę fotovoltinę sistemą, įrengiamą ant namų stogų, žemės arba kitų paviršių.

Saulės moduliai tarnauja iki kelių dešimčių metų, tačiau laikui bėgant jų galia mažėja. Bendra 2011 m. pasaulyje pagamintų saulės modulių galia siekė 37,2 GW.

Fotovoltinės sistemos priskiriamos atsinaujinantiems energijos šaltiniams ir yra ypač naudingos regionuose, kur energijos perdavimas elektros tinklais neįmanomas, pvz., dirbtiniuose Žemės palydovuose, kosminėse stotyse, atokiuose radiotelefonuose ar vandens pumpavimo įrengimuose.

2.7.1. Polikristaliniai saulės moduliai

Polikristaliniai saulės moduliai yra pagaminti iš polikristalinio (multikristalinio) silicio elementų, kurių efektyvumas 13-15%. Šios plokštelės būna mėlynos spalvos. Moduliai skirti autonominėms arba prijungtomis prie elektros perdavimo tinklo saulės jėgainėms.

2.7.2. Mono kristaliniai saulės moduliai

Monokristaliniai saulės moduliai yra pagaminti iš saulės elementų su visiškai grynu siliciu. Jų efektyvumas siekia 14-18%. Šios plokštelės būna juodos arba tamsiai mėlynos spalvos. Moduliai skirti autonominėms arba prijungtomis prie elektros perdavimo tinklo saulės jėgainėms.

2.7.3. Plonasluoksniai silicio moduliai

Jeigu silicio sluoksniu padengiamas stiklas, gaunamas vadinamasis amorfinis silicis, kuriame suformuojant p-n sandūrą gaunami plonasluoksniai saulės moduliai.

Sluoksnio storis mažiau nei 1µm, todėl tokiems moduliams reikia mažiau medžiagos, taip sumažinama jų kaina. Tačiau amorfinio silicio modulių mažesnis atsparumas UV spinduliavimui.[11]

3. ĮMONĖS ELEKTRINIŲ ĮRENGINIŲ APKROVŲ GRAFIKAS

3.1 Elektrinių įrenginių apkrovų lentelė

3.1.1. lentelė. Elektros imtuvų skaičiuojamosios apkrovos

Eil. Nr.	Įrenginys	Kiekis, n.	P_n , kW	$P_{\Sigma n}$, kW	K_{PA}	$\cos\varphi$	tgφ	Skaičiuojamosios apkrovos		
								P_{SK} , kW	Q_{SK} , kVar	S_{SK} , kVa
1	Titinis kranas	1	4	4	0,1	0,5	1,73	0,4	0,69	0,79
2	Tiltinis kranas	1	3	3	0,1	0,5	1,73	0,3	0,52	0,59
3	Kranas	2	3	6	0,1	0,5	1,73	0,6	1,04	1,20
4	Konteinerių apvertimo kranas	2	3	6	0,1	0,5	1,73	0,6	1,04	1,20
5	Konteinerių pervežimo linijos	3	12,5	37,5	0,5	0,65	1,17	18,75	22	28,85
6	Gręžimo staklės	1	2,2	2,2	0,14	0,4	2,3	0,308	0,71	0,77
7	Galūstuvai	1	2,4	2,4	0,14	0,4	2,3	0,336	0,77	0,84
8	Universalios medienos staklės	1	10	10	0,14	0,8	0,75	1,4	1,05	1,75
9	Skersinio pjaustymo staklės	1	2,2	2,2	0,14	0,5	1,73	0,308	0,53	0,61
10	Plokščio šlifavimo	1	1,5	1,5	0,14	0,5	1,73	0,21	0,36	0,41
11	Gręžimo staklės	1	2,2	2,2	0,14	0,5	1,73	0,308	0,53	0,61
12	Pjuvenų siurbiai	2	2,2	4,4	0,85	0,5	1,73	3,74	6,47	7,47
13	Juostinio šlifavimo	1	1,5	1,5	0,14	0,5	1,73	0,21	0,36	0,41
14	Stoginiai ventiliatoriai	2	2,2	4,4	0,85	0,5	1,73	3,74	6,47	7,47
15	Vartai	1	4	4	0,75	0,8	0,75	3	2,25	3,75
16	Vartai	1	1	1	0,75	0,8	0,75	0,75	0,56	0,93
17	Apšvietimas nr.1	1	0,14	0,14	1	1	-	0,14	-	0,14
18	Apšvietimas nr.2	1	0,432	0,432	1	1	-	0,432	-	0,43
19	Apšvietimas nr.3 *	24	0,4	9,6	0,9	1	-	8,64	-	8,64

3.1.1. Lentelės tęsinys										
20	Apšvietimas nr.4	4	0,4	1,6	1	1	-	1,6	-	1,6
21	Apšvietimas nr.5	4	0,07 2	0,288	1	1	-	0,288	-	0,28
22	Apšvietimas nr.6	26	0,56	1.456	1	1	-	14,56	-	14,56
23	Kištukiniai lizdai 230V	10	3	30	0,9	0,8	0,75	27	20,25	33,75
24	Kištukiniai lizdai 400V	5	17	85	0,9	0,8	0,75	76,5	57,37	95,62
25	Šildytuvai *	6	2	12	0,9	0,8	0,75	10,8	8,1	13,5
Suminė įrengtoji galia P_n , kW										233
Vidutinis paklausos koeficientas K_{pa}										0,75
Vidutinis galios koeficientas $\cos\varphi$										0,68
Skačiuojamoji aktyvioji galia $P_{sk(max.)}$, kW										174,92
Skačiuojamoji reaktyvioji galia Q_{sk} , kVar										131,02
Skačiuojama pilnutinė galia S_{sk} , VA										218,54
Skačiuojamoji srovė I_{sk} , A										371,28

* - Elektros imtuvai veikiantys tik žiemos metu.

Bendra instaliuojama galia nustatoma pagal formulę:

$$P_{\Sigma} = \sum_1^n P_n = 233 \text{ kW} . \quad (3.1)$$

Imtuvų aktyvioji skaičiuojamoji galia nustatoma pagal formulę:

$$P_{sk} = K_{pa} \cdot P_n . \quad (3.2)$$

K_{pa} – aktyviosios galios paklausos koeficientas, randamas iš žinytų kaip pastovus dydis [7].

Bendra įmonės skaičiuojamoji galia nustatoma pagal formulę:

$$P_{\Sigma sk} = \sum_1^n P_{sk} = 174.92 \text{ kW} . \quad (3.3)$$

Reaktyvioji skaičiuojamoji galia:

$$Q_{sk} = P_{sk} \cdot tg\varphi . \quad (3.4)$$

Bendra skaičiuojamoji reaktyvioji galia nustatoma pagal formulę:

$$Q_{\Sigma sk} = \sum_1^n Q_{sk} = 131,02 \text{ kVar} . \quad (3.5)$$

Pilnutinė galia:

$$S_{sk} = \sqrt{P_{sk}^2 + Q_{sk}^2} = \frac{P_{sk}}{\cos\varphi} = \text{kVA} . \quad (3.6)$$

Bendra pilnutinė skaičiuojamoji galia nustatoma pagal formulę:

$$S_{\Sigma sk} = \sqrt{(\sum_1^n P_{\Sigma sk})^2 + (\sum_1^n Q_{\Sigma sk})^2} = 218,54 \text{ VA} . \quad (3.7)$$

Bendras visų imtuvų paklausos koeficientas:

$$K_{pa} = \frac{P_{\Sigma sk}}{P_{\Sigma}} = \frac{174,92}{233} = 0.75 \quad (3.8)$$

Skaičiuojamoji srovė:

$$I_{sk} = \frac{P_{\Sigma sk}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\varphi} = \frac{174.92}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 0,68} = \frac{174.92}{0,47} = 371,28 \text{ A} . \quad (3.9)$$

U_N – nominali įtampa V; $\cos\varphi$ – bendras visai įmonei.

3.2 Elektros energijos sąnaudos įmonėje

Įmonės elektros energijos sąnaudos priklauso nuo joje vykstančių gamybos procesų, sezoniškumo, paros laiko. Gan tolygios įmonės energijos sąnaudos, kurios susidaro pagrinde įmonei dirbant diena. Mažiausias vartojimas būna tada, kai baigiasi darbo valandos ir lieka veikti tik avarinis apšvietimas ir kiti smulkūs vartotojai.

Sudarau sezono, metinį ir paros įmonės apkrovos grafikus. Nustatau, kad vasaros sezonas įvedamas kovo paskutinį sekmadienį o žiemos spalio paskutinį sekmadienį.

Skaičiuodamas žiemos apkrovą priimu 15% paklausos koeficientą.

Nustatau įmonės vasaros ir žiemos didžiausius ir mažiausius apkrovimus ir pateikiu 3.2.1. lentelėje.

3.2.1.lentelė. Vasaros ir žiemos didžiausios apkrovos

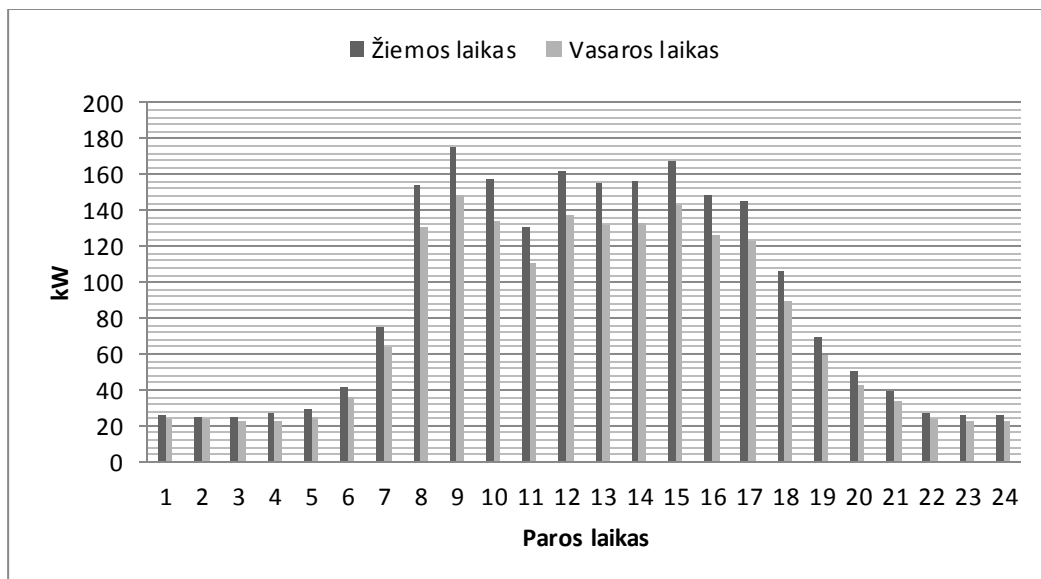
Pavadinimas	Dydis	Sezonas	
		Žiema	Vasara
Suminė įrengtoji galia P_n	kW	233	
Vidutinis paklausos K_p	-	0,75	0,63
Vidutinis galios koeficientas $\cos\varphi$	-	0,68	0,58
Skaičiuojamoji aktyvioji galia $P_{sk(min)}$	kW	25,24	22,94
Skaičiuojamoji aktyvioji galia $P_{sk(max)}$	kW	174,92	148,62
Skaičiuojamoji reaktyvioji galia Q_{sk}	kVar	131,02	111,36
Skaičiuojamoji pilnutinė galia S_{sk}	VA	218,54	185,76
Skaičiuojamoji srovė I_{sk}	VA	371,28	315,58

Sudarau vasaros ir žiemos nagrinėjamos įmonės vidutinius paros apkrovos grafikus ir pagal 3.2.2. lentelę atvaizduoju juos grafiškai.

3.2.2.lentelė Vasaros ir žiemos paros apkrovos

Paros laikas, h	Paros apkrovos			
	Žiemos		Vasaros	
	Apkrova, %	P_{sk} , kW	Apkrova, %	P_{sk} , kW
1	14.58%	25,5	15.91%	23.64
2	14.51%	25.38	15.80%	23.48
3	14.43%	25.24	15.44%	22.94
4	15.60%	27.28	15.60%	23.18
5	16.97%	29.68	16.97%	25.22
6	23.95%	41.89	23.95%	35.59
7	43.1%	75.39	43.1%	64.05
8	87.88%	153.71	87.88%	130.60
9	100%	174.92	100%	148.62
10	90.06%	157.53	90.06%	133.84
11	74.54%	130.38	74.54%	110.78
12	92.46%	161.73	92.46%	137.41
13	89%	155.67	89%	132.27
14	89.45%	156.46	89.45%	132.94
15	96.04%	167.99	96.04%	142.73
16	85.04%	148.75	85.04%	126.38
17	83.08%	145.32	83.08%	123.47
18	60.58%	105.96	60.58%	90.03
19	39.64%	69.33	39.64%	58.91
20	29.03%	50.77	29.03%	43.14
21	22.78%	39.84	22.78%	33.85
22	15.7%	27.46	15.7%	23.33
23	15.15%	26.50	15.52%	23.06
24	15.1%	26.41	15.49%	23.02

Iš 3.2.2 lentelės duomenų matome, kad žiemos metu mažiausia apkrova yra 25,24kW , didžiausia 174,92kW . Suvirtotas energijos kiekis per parą 2149,09 kWh. Vasaros metu mažiausia apkrova 22,94kW, didžiausia 148,62kW. Suvirtotos energijos kiekis per parą 1832,48kWh.



3.2.1. pav. Įmonės paros apkrovos grafikas (žiema ir vasara).

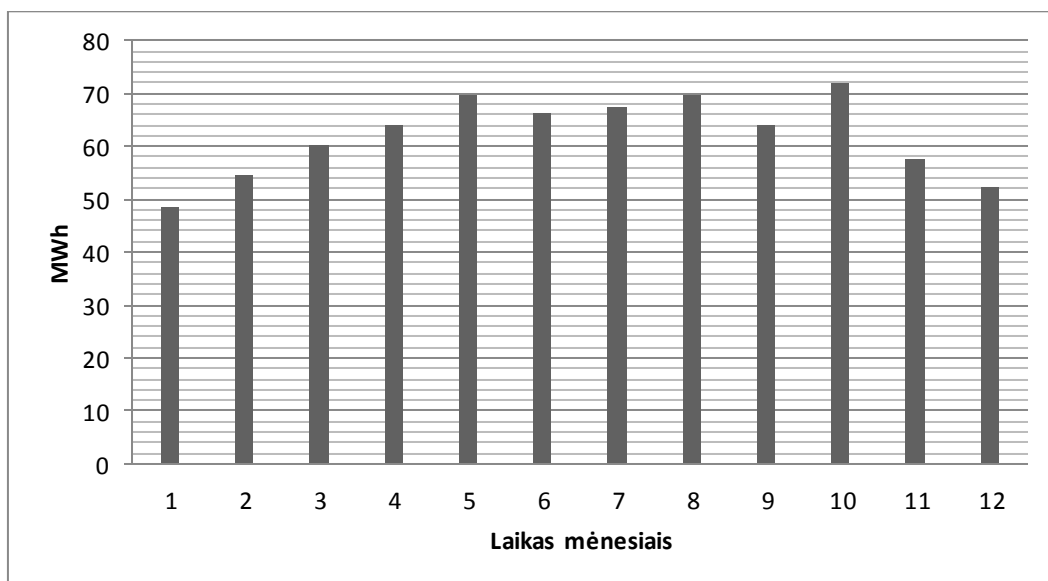
Iš 3.2.1. pav. grafikų matyti, kad prasidėjus įmonėje darbui nuo 7h didžiausias suvirtotas kiekis būna maždaug tarp 9-10h. Prasidėjus pietu laikui tarp 10-12 apkrovos sumažėja. Pasibaigus pietum apkrovos vėl padidėja ir išlieka maždaug stabilios iki darbo pabaigos t.y. iki 16h.

Apskaičiuodamas metinį suvirtojamos elektros energijos kiekį priimu, kad 365 dienų 113 yra nedarbo dienos.

Ne darbo dienomis elektros energijos valandinis suvirtojimas lygus to sezono paros mažiausiai apkrovai. Rezultatai pateikti 3.2.3. lentelėje ir 3.2.2. pav.

3.2.3. lentelē metinis elektros enerģijas suvartojimas.

Mēnuo	El. Enerģija, MWh	El. Enerģija, darbo dienomis, MWh	El. Enerģija, nedarbo dienomis, MWh	Viso dienu	Nedarbo dienos	Darbo dienos
1	48,41	49,85	7,56	31	9	22
2	54,71	47,00	6,71	28	8	20
3	60,41	52,70	6,71	31	11	20
4	64,11	54,96	8,15	30	9	21
5	69,69	61,45	7,24	31	10	21
6	66,44	58,20	7,24	30	10	20
7	67,36	58,20	8,15	31	8	23
8	69,69	61,45	7,24	31	11	20
9	64,11	54,96	8,15	30	8	22
10	72,02	64,70	6,32	31	8	23
11	57,56	49,85	6,71	30	10	20
12	52,43	41,30	10,13	31	11	20
Viso	752	654,62	97,02	365	113	252



3.2.2. pav. Īmonēs metinis elektros apkrovas grafikas.

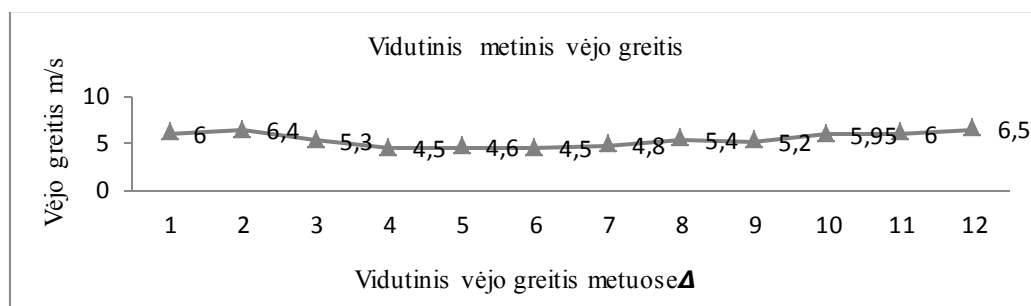
4. ATSINAUJINANČIŲ ŠALTINIŲ IR JŲ CHARAKTERISTIKŲ TYRIMAS

4.1 vėjo jėginių parinkimas

Įmonės elektros energijos poreikiams patenkinti, parinksiu viena iš dviejų minėtų vėjo elektrinių o jų techninius parametrus surašysiu į 4.1.1. lentelę. [12]

4.1.1.lentelė. Vėjo jėginių techniniai parametrai

Eil. Nr.	Parametras	Matavimo vienetas	Vėjo elektrinės	
			Vestas V23 150kW	Vestas V27 225kW
1	Ašies padėtis	H	Horizontali	
2	Vardinė įtampa	V	400	
3	Menčių skaičius	Vnt.	3	
4	Vardinė galia	kW	150	225
5	Darbinis vėjo greitis	m/s	11	15
6	Pradinis vėjas	m/s	2,5	3,5
7	Didžiausias atlaikomas vėjas	m/s	52,5	56
8	Išsijungimo vėjo greitis	m/s	25	25
9	Rotoriaus diametras	m	23	27
10	Vėjaračio sukimosi greitis	aps/min	40	43
11	Darbo temperatūra	C°	-20° ~ 40	-20° ~ +45
12	Tarnavimo trukmė	metai	20	20
13	Garantija	metai	5	2
14	Bokšto aukštis	m	34	30
15	Kaina su transportavimu	Eur/vnt.	348893	300460
16	Ekspluatacinės išlaidos	Eur/m.	202	268,2



4.1.1.pav. Vidutinis metinis vėjo greitis [13]

Apskaičiuojamas vėjo jėgainės vidutinis metinis pagaminamos elektros energijos kiekis.

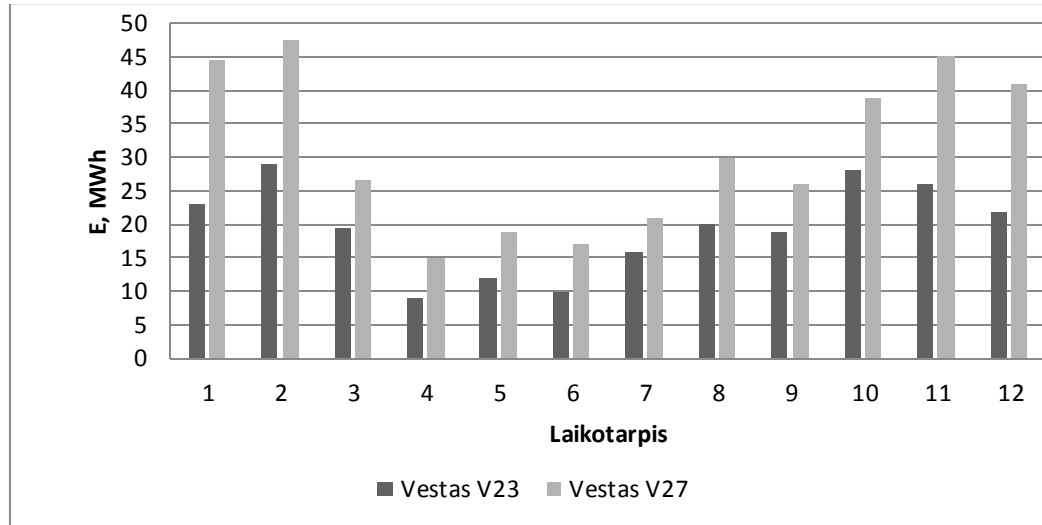
Pagal (4.1.1 formulę). Rezultatus pateikiu 4.1.2. lentelėje. Metinis vėjo elektrinių pagamintos elektros energijos grafikas pateikiamas 4.1.1. paveikslėlyje.

$$W_{VEI} = P_{VEI} \cdot t \cdot 10^{-3}; \quad (4.1.1)$$

Čia P_{VEI} - generuojama galia nustatyta iš vėjo elektrinių galios charakteristikos, kW; t - mėnesio valandų skaičius.

4.1.2. lentelė. Vėjo jėgainių pagaminamos elektros energijos kiekiai.

Mėnuo	Vidutinis vėjo greitis	Vestas V23 150kW	Vestas V27 225kW	Vestas V23 150kW	Vestas V27 225kW
	$V_i, m/s$	P, kW		W_{VEI}, MWh	
1	6	60	31.5	23	44,5
2	6,4	68	42	29	47,5
3	5,3	36	26.3	19,5	26,5
4	4,5	21	12.6	9	15
5	4,6	25	15.8	12	19
6	4,5	23	14.2	10	17
7	4,8	28	21	16	21
8	5,4	40	27.3	20	30
9	5,2	36	26.8	19	26
10	5,95	52	37.8	28	39
11	6	62	36.8	26	45
12	6,5	55	29.4	22	41
Vėjo elektrinių per metus pagaminta elektros energijos MWh				233	371
Vėjo elektrinių kaina EUR.				1046679	600920
Vėjo elektrinių skaičius reikalingas 752 MWh/m elektros pagaminti				3	2
752 MWh/m elektros energijos pagaminimo kaina EUR.				1081161	620718



4.1.2. pav. Vėjo elektrinių pagaminama elektros per metus.

4.1.2.pav. matome, kad iš numatomų pasirinkti vėjo elektrinių Vestas V27 ir

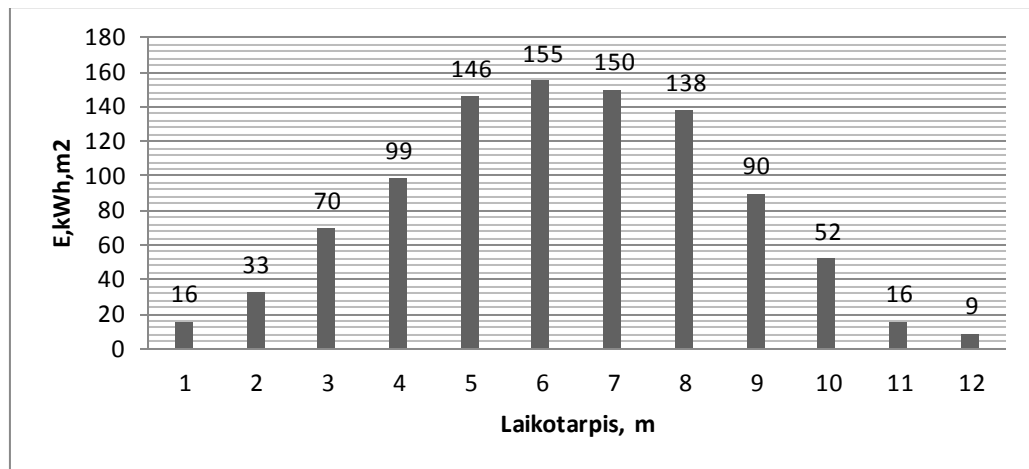
Vestas V23 nepagamina reikiamo kiekio, tad trūkumą turėsime pirkti iš elektros tinklų. Norint to išvengti, aš su viena iš pasirinktų vėjo elektrinių, naudosiu, taip pat ir saulės modulius, kurie pagamintų reikiamą elektros energijos kiekį o perteklinę elektros energiją, būtų galima, parduoti į elektros skirstymo sistemą.

4.2 Saulės modulių parinkimas

Saulės modulių planuojami įrengti ant pastato stogo išnaudojant visą įmanomą plotą.

4.2.1.lentelė. Saulės modulių techniniai parametrai. [14]

Eilės numeris	Parametras	Saulės moduliai	
		NU – R240J5	ZDNY – 190C
1	Galia P_m , W	240	190
2	Įtampa U_{OC} , V	30,2	44.8
3	Trumpojo jungimo srovė I_{sc} , A	8,63	5.35
4	Įtampa esant didžiausiai galiai U_{mpp} , V	37,3	37
5	Srovė esant didžiausiai galiai I_{mpp} , A	7,95	5
6	Naudingumo koeficientas η , %	14,6	13.1
7	Darbo temperatūra t , $^{\circ}C$	-40...+85	-40...+85
8	Matmenys mm	1652mm×994 mm ×46 mm	1600 mm ×810 mm × 35mm
9	Paviršiaus plotas	1,64	1.5
10	Tarnavimo laikas, met.	25	25
11	Kaina EUR/vnt.	417.72	137,94
12	Eksplotacijos išlaidos 1% EUR/met	14.42	4.31
Užstatymo plotas $2360 m^2$		1439	1573



4.2.1. pav. Saulės energijos priklausomybė nuo metų laiko Kaune [15].

Apskaičiavęs vidutinį metinį, pagamintos saulės modulių elektros energijos kiekį, surašau į

4.2.2. lentelę.

$$W_{SM} = A_{SM} \cdot E \cdot \eta; \quad (4.2.1)$$

Čia A_{SM} – Saulės modulių paviršiaus plotas;

E – saulės energija patenkanti ant horizontalaus paviršiaus.

η - saulės modulių naudingumo koeficientas.

4.1. skyriuje iš pasirinktų vėjo jėginių Vestas V27 ir Vestas V23 nepagamina reikiamos elektros energijos kiekio, tad trūkumą turiu pirkti. Naudodamas saulės modulius, parinkti iš jų naudingiausią, kad būtų galima padengti reikiamos elektros energijos kiekį, o likusį parduoti į elektros skistymo sistemą.

$$W_{trūkstama} = W_{\Sigma įmonės} - W_{VE.100} = 752 - 742 = 10 \text{ MWh/m}; \quad (4.2.2.)$$

$$W_{trūkstama} = W_{\Sigma įmonės} - W_{VE.100} = 752 - 699 = 53 \text{ MWh/m}; \quad (4.2.3.)$$

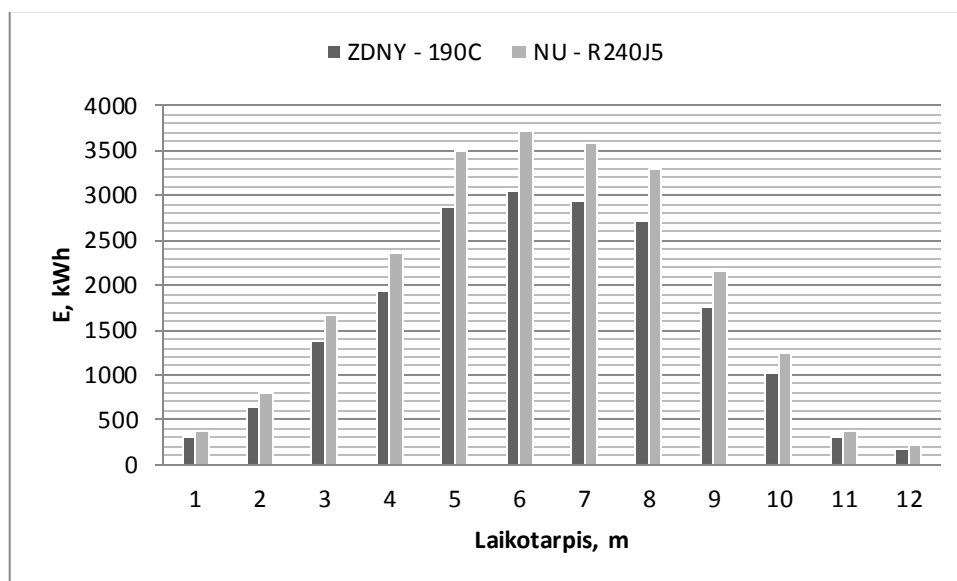
$W_{trūkstama}$ – trūkstamos elektros energijos kiekis MWh/m ;

$W_{\Sigma įmonės}$ – įmonės sunaudojama elektros energija per metus, MWh/m ;

$W_{VE.100}$ – vėjo jėginių pagaminama elektros energijos per metus MWh/m .

4.2.2. lenetelė. Vidutinis metinis pagamintos elektros energijos kiekis kWh

Mėnesiai	Saulės energija	Saulės modulio pagamintos elektros energijos kiekis	
		NU – R240J5	ZDNY – 190C
	kWh/m ²	kWh	
1	16	383,104	314,4
2	33	790,152	648,45
3	70	1676,08	1375,5
4	99	2370,456	1945,35
5	146	3495,824	2868,9
6	155	3711,32	3045,75
7	150	3591,6	2947,5
8	138	3304,272	2711,7
9	90	2154,96	1768,5
10	52	1245,088	1021,8
11	16	383,104	314,4
12	9	215,496	176,85
Suminis kWh	976	23321,46	19139,1
Saulės modulių skaičius norint pagaminti	10000kWh/m	1	1
Saulės modulių skaičius norint pagaminti	53000kWh/m	2	3
10000kWh/m saulės modulių pagaminimo kaina EUR.		634,3	128
53000kWh/m saulės modulių pagaminimo kaina EUR.		835,44	413,82



4.2.2. pav. Saulės modulių pagaminta elektros per metus.

Naudojant 4.2.2. lentelės duomenis matome, kad daugiausiai elektros energijos pagamina saulės moduliai sudaryti iš NU – R240J5 saulės panelių, nes jų naudingumo koeficientas geresnis.

ZDNY – 190C saulės panelės yra žymiai pigesnės ir jų galima isigyti daugiau, palyginus su prieš tai minėtomis saulės panelėmis. Tolimesniuose skaičiavimuose sudarysime variantus, ir atlikę skaičiavimus, pasižiūrėsime, kurie iš jų yra naudingi nagrinėjamai įmonei.

5. ATSINAUJINANČIUS ENERGIJOS IŠTEKLIUS NAUDOJANČIŲ ELEKTRINIŲ EKONOMINIS VERTINIMAS

Toliau tirsime ekonominį atsinaujinančių šaltinių pagamintos elektros energijos atsiperkamumą. LESTO elektros energijos tarifai skirstomi pagal leistinos elektros energijos galingumus. Nagrinėjamos įmonės galingumas viršija 30kw, už elektrą atsiskaitoma vienos laiko zonos tarifu 0,030 EUR/kWh ir galios dedamoji 0,55 EUR/kWh/mėn. [16]

Elektros energijos gamintojams, naudojantiems atsinaujinančius energijos išteklius, fiksuoti tarifai, Eur/kWh be (PVM) 2015m.

5.1.lentelė Elektros energijos supirkimo tarifai.

Pavadinimas	2015m 1 ketvirtis	
Vėjo energija	$\text{I}G \leq 30$ Supirkimo tarifas $30 < \text{I}G \leq 350$ Maksimalus tarifas $10 < \text{I}G \leq 350$ Maksimalus tarifas	0,075 Eur/kWh
Saulės energija	$\text{I}G \leq 30$ Supirkimo tarifas $30 < \text{I}G \leq 100$ Maksimalus tarifas $10 < \text{I}G \leq 100$ Maksimalus tarifas	0,180 Eur/kWh

5.1 Atsinaujinančių šaltinių tipas ir jų variantai įmonės elektros energijai tenkinti

Iš apžvelgtų atsinaujinančių šaltinių parenku efektyviausius.

1. Dviejų VESTAS V27 vėjo elektrinių pagaminta elektros energija naudojama savoms reikmėms, trūkstama elektros energija perku iš elektros tinklų.
2. Trijų VESTAS V23 vėjo elektrinių pagaminta elektros energija naudojama savoms reikmėms, trūkstama elektros energija perkama iš elektros tinklų.
3. ZDNY – 190C saulės panelių pagamintą elektros energija naudojama savoms reikmėms išnaudojant visą pastato stogą, trūkstama elektros energija perkama iš elektros tinklų.
4. NU – R240J5 saulės panelių pagaminta elektros energija išnaudojant visą pastato stogą naudojama savoms reikmėms, trūkstama elektros energija perkama iš elektros tinklų.
5. Dviejų VESTAS V27 vėjo elektrinių pagamintą elektrą naudoju savo reikmėms, esant trūkstamai elektros energijai pagaminti naudoju NU – R240J5 saulės modulius išnaudojant visą pastato stogą, esant perteklinei NU – R240J5 saulės modulių pagamintai elektrai parduodu į elektros skistymo sistemą
6. Trijų VESTAS V23 vėjo elektrinių pagamintą elektrą naudoju savo reikmėms, esant trūkstamai elektros energijai pagaminti naudoju NU – R240J5 saulės modulius ,išnaudojant visą pastato stogą, esant perteklinei NU – R240J5 saulės modulių pagamintai elektrai parduodu į elektros skistymo sistemą
7. Dviejų VESTAS V27 vėjo elektrinių pagamintą elektrą naudoju savo reikmėms, esant trūkstamai elektros energijai pagaminti naudoju ZDNY – 190C saulės modulius išnaudojant visą pastato stogą, esant perteklinei ZDNY – 190C saulės modulių pagamintai elektrai parduodu į elektros skirstymo sistemą
8. Trijų VESTAS V23 vėjo elektrinių pagamintą elektrą ,naudoju savo reikmėms, esant trūkstamai elektros energijai pagaminti naudoju ZDNY – 190C saulės modulius išnaudojant visą pastato stogą, esant perteklinei ZDNY – 190C saulės modulių pagamintai elektrai, parduodu į elektros skirstymo sistemą

5.2 Pasirinktų variantų analizavimas

Projekto investicijos dengiamos įmonės kapitalu.

Remiantis Lietuvos Respublikos atsinaujinančių energetikos išteklių įstatymo 21 straipsnio 3 dalies nuostatomis, priimu, kad vyriausybės ar jos įgaliotos institucijos nustatyta tvarka gamintojas apmoka faktines elektrinių prijungimo prie elektros tinklų išlaidas, išskyrus elektrinių, kurių įrengtoji galia ne didesnė kaip 30 kW, prijungimą prie elektros tinklų, kuris atliekamas nemokamai:

1) 40 procentų elektrinių, kurių įrengtoji galia viršija 350 kW, prijungimo prie elektros tinklų išlaidų;

2) 20 procentų elektrinių, kurių įrengtoji galia viršija 30 kW ir yra ne didesnė kaip 350 kW, prijungimo prie elektros tinklų išlaidų.

Įvertinamos investicijos, metinės išlaidos, pagamintos elektros energijos savikainą kiekvienam analizuotam variantui.

Remiantis Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos pasiūlymais ir pastabomis, skaičiavimuose priimu 8% diskonto normos rodiklį. [17]

1. Bendros kapitalinės projekto investicijos:

$$K = k_{\text{ireng.}} + k_{\text{prijungimo.m.}}, \text{EUR}; \quad (5.2.1)$$

čia $k_{\text{ireng.}}$ - įrenginių kaina;

$k_{\text{prijungimo.m.}}$ - prijungimo prie elektros tinklų mokestis EUR.

2. Metinės išlaidos:

$$C = c_{\text{eksploat.}} + c_{\text{amort.}}, \text{EUR}/\text{m}; \quad (5.2.2)$$

čia $c_{\text{eksploat.}}$ - įrenginių eksploatacinės išlaidos EUR/m;

$c_{\text{amort.}}$ - įrenginių metinis nusidevejimas skaičiuojamas tiesiniu metodu EUR/m;

3. Elektros energijos savikaina randama

$$s = \frac{C+K}{W_{\text{sum.}}} \text{EUR}/\text{kWh}; \quad (5.2.3)$$

čia $W_{\text{sum.}}$ - metinė elektros energijos gamyba, kwh/m.

4. Metinės pajamos už pagamintą elektra.

$$P = p_{\text{pasig.}} + p_{\text{pard.}}, \text{EUR}/\text{m}; \quad (5.2.4)$$

čia $p_{\text{pasig.}}$ - metinės pajamos vartojant pasigamintą elektros energiją EUR/m

$p_{\text{pard.}}$ - metinės pajamos už parduotą elektros energiją, EUR,m

5. Metinis pelnas už pagamintą elektros energiją.

$$NP = P - (C + c_p), \text{ EUR}/m \quad (5.2.5)$$

čia c_p - metinės išlaidos už pirktą elektros energiją, EUR/m.

6. Metinis grynasis pelnas už pagamintą elektros energiją.

$$NP_p = NP \cdot t_p, \text{ EUR}/m; \quad (5.2.6)$$

čia t_p - metinis pelno mokestis, 15%.

7. Vidinę pelno normą nustatau interpoliacijos būdu, panaudojant diskonto normas: vieną teigiamai NPV reikšmei gauti, o kitą neigiamai NPV reikšmei gauti:

$$IRR = i_1 + \left[(i_2 - i_1) \left(\frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \right) \right] \quad (5.2.7)$$

čia i_1 - žemesnė diskonto norma;

i_2 - aukštesnė diskonto norma;

NPV_1 - grynoji dabartinė vertė prie žemesnės diskonto normos;

NPV_2 - grynoji dabartinė vertė prie aukštesnės diskonto normos.

8. Atsipirkimo laikas metais, diskontuojant pinigų srautą:

$$T_D = \frac{-\ln\left(1 - \frac{i \cdot K}{NP_p}\right)}{\ln(1+i)}, \text{ met.} \quad (5.2.8)$$

čia i - diskonto normos rodiklis, 8%;

9. Dabartinė grynoji vertė.

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{CF_t}{(1+i)^t}, \text{ EUR}; \quad (5.2.9)$$

čia CF_t – pinigų srautas laiko momentu t , EUR; T – naudojimo trukmė metais.

10. Įplaukų ir išlaidų santykis

$$B/C = \frac{PVB}{PVC}; \quad (5.2.10)$$

čia PVB – pajamų srauto dabartinė vertė, EUR;

PVC – išlaidų srauto dabartinė vertė, EUR.

Investiciniai projektai vertinami taip:

$B/C > 1$, tai NPV yra teigiamas, priimtinas variantas

$B/C < 1$, tai NPV yra neigiamas, nepriimtinas variantas;

$B/C = 1$, tai NPV = 0 yra vidurinis variantas, nei pelningas, nei nuostolingas.

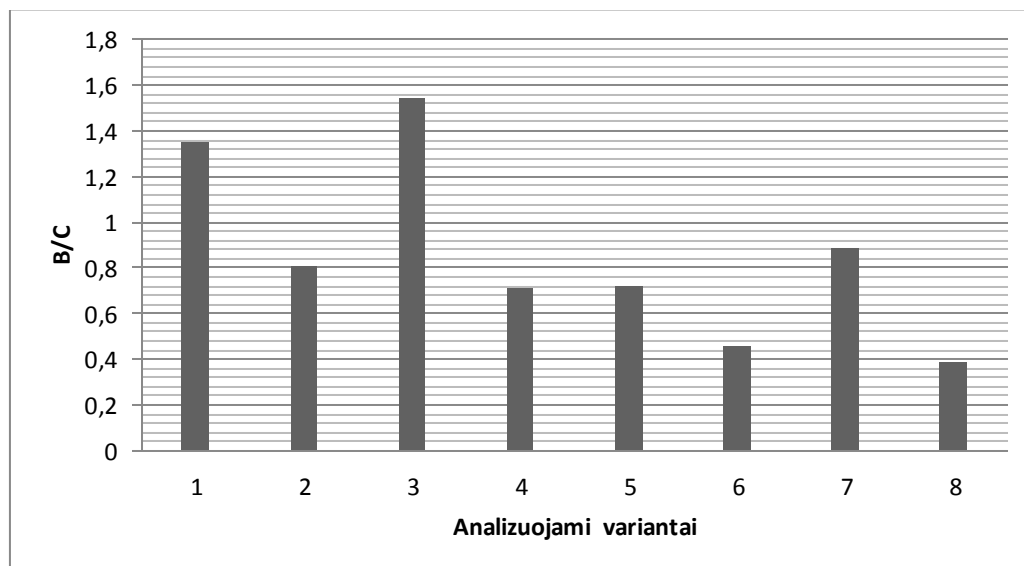
Gautus rezultatus pateikiu 4.2.1. lentelėje.

5.2.1. lentelė Ekonominių rodiklių variantų lentelė.

Eil. nr.	Investicijos, EUR	Pajamos, EUR	Tikrasis pelnas EUR/m	NPV, EUR	B/C	IRR	Atsipirkimo laikas, m
1	600920	519400	74761	375936	1,34	14,17	8
2	1046679	559200	78298	-197534	0,81	1,78	13
3	216980	240846	30892	118042	1,54	14,54	7
4	216979,62	335596	39323	-174641	0,70	1,52	15
5	1202019,08	612120	79609	-338651	0,71	1,31	15
6	1647778,08	559540	69483	-894230	0,45	1,2	24
7*	817899,62	488977	67075	-90471	0,88	4,03	12
8	1263658,62	367126	46558	-758736	0,39	1,1	27

Pagal 5.2.1. lentelės duomenis, toliau tirsime, tik pasirinktus pelningus variantus, tai būtų pirmas ir trečias variantai. Pirmame variante nagrinėjame, tik vėjo jėgaines, o trečiame variante, vien tik saulės modulių, septintame variante kur naudojama saulės ir vėjo elektros energija. * pažymėtas variantas prie 8% diskonto normos neatsiperka.

5.2.1. lentelės pajamų ir išlaidų variantas pateikiamas 5.2.1.pav.

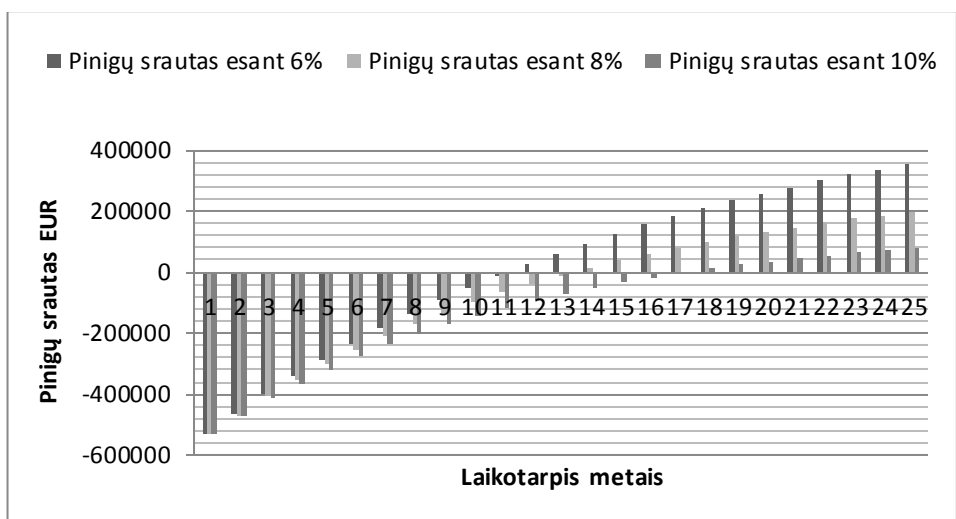


5.2.1.pav. Pajamų ir išlaidų santykio palyginimas

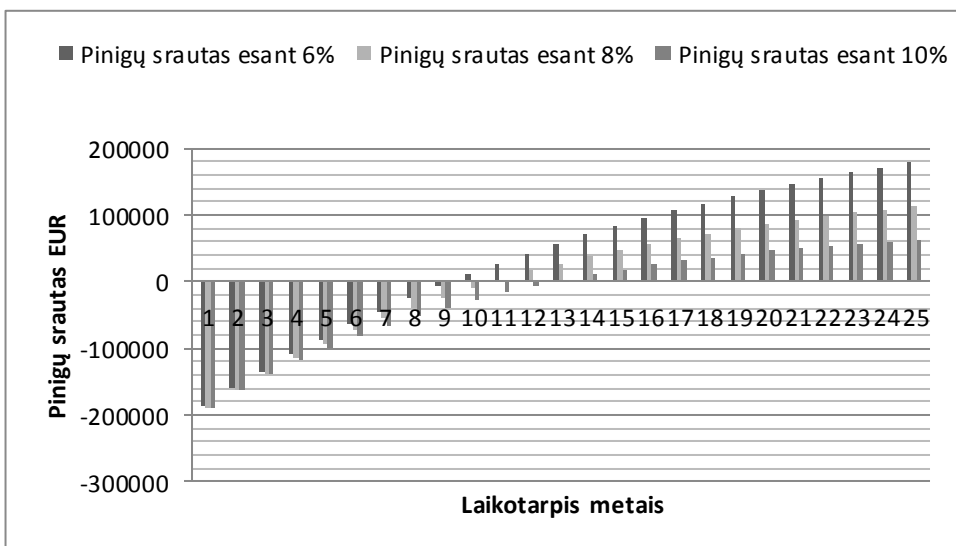
Interpoliacijos metodu paskaičiuotas pelno (IRR) rezultatus pateikiu 5.2.2. lentelėje, o grafiškai pavaizduoju 5.2.4.pav.

5.2.2. lentelė. Pelno normos skaičiavimai.

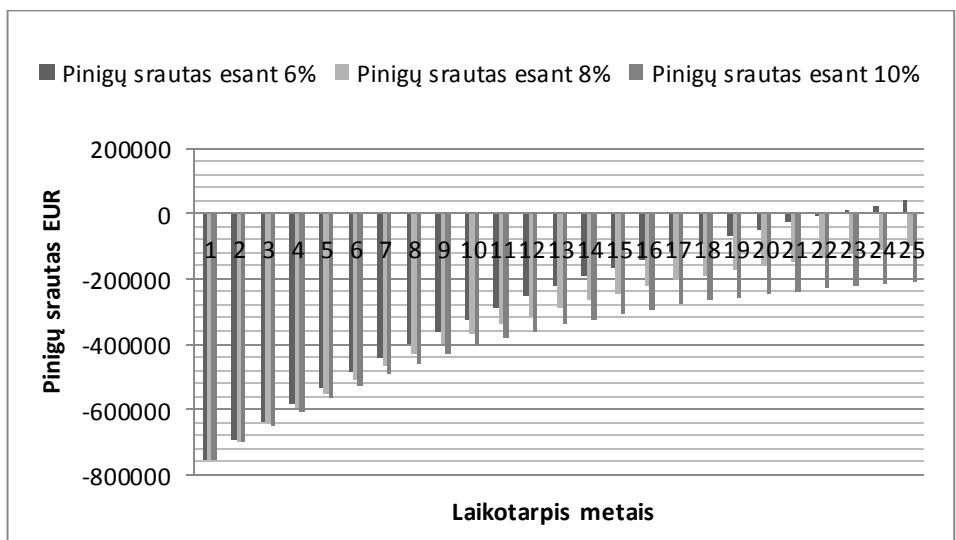
Variantas	Diskonto norma, %	NPV, EUR	IRR, %
1	6	354772	14,17
	8	197136	
	10	77685	
2	6	-45769	1,78
	8	-210867	
	10	-335966	
3	6	177919,38	14,54
	8	112783,38	
	10	63422,38	
4	6	-98422,08	1,52
	8	-181337,08	
	10	-244164,08	
5	6	-184343,08	1,31
	8	-352209,08	
	10	-479402,08	
6	6	-759551,08	1,2
	8	-906062,08	
	10	-1017077,08	
7	6	39539,38	4,03
	8	-101890,62	
	10	-209060,62	
8	6	-668492,62	1,1
	8	-766664,62	
	10	-841049,62	



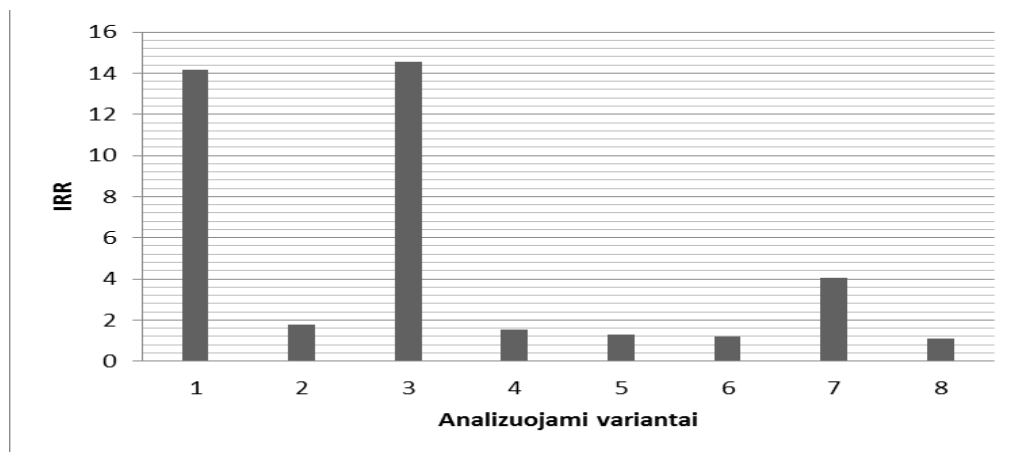
5.2.2. pav. Pirmo varianto diskontuotų pinigų srautai 25 metų laikotarpyje



5.2.3. pav. Trečio varianto diskontuotų pinigų srautai 25 metų laikotarpyje



5.2.4. pav. Septinto varianto diskontuotų pinigų srautai 25 metų laikotarpyje



5.2.5. pav. Pelno normos palyginimas

5.2.1. ir 5.2.4 pav. Matome, kad ekonomiškai ir finansiškai naudingi yra ,tik pirmas ir trečias variantas.

5.2.5. pav. Matome, kad nagrinėjamas septintas variantas yra nepelningas ir atsipirkimas numatomas tik po 23 metų.

Toliau tyrnėsime pasirinktus variantus, kurie tiktų įmonei, tai būtų 1 ir 3var. kuris tenkintų įmonės elektros poreikius ir leistų įmonei sutaupyti elektros energijos.

Diskonto norma atsiranda, dėl pinigų vertės pasikeitimo laike, pinigai dabar yra vertingesni negu pinigai ateityje. Jis parodo kokią pinigų dalį mes linkę paskirti, kad pinigus, kuriuos gausime ateityje gautume dabar. Koeficientas, kuriuo diskontuojami pinigų srantai vadinami diskonto norma arba kapitalo kaštai. Kompanijos kapitalą gali pritraukti iš savininkų ir iš skolintojų. Ir vieni ir kiti už šias investicijas nori gauti investicinę grąžą. Skolintojai reikalauja palūkanų, o investuotojams reikia dividendų.

Stabilių ir lengvai prognozuojamų kompanijų kapitalo kaštai yra maži, tuo tarpu rizikingos kompanijos, kurių pinigų srautą sunku nuspėti, patiria daug didesnius kapitalo kaštus. Tad jeigu kompanijų pelnas yra vienodas, rizikingų kompanijų ateities pinigų srantas bus mažesnis nei stabilų kompanijų. Tai geriausiai paaškina, kodėl stabilų kompanijų akcijos paprastai būna brangesnės.

5.3 Ketvirto ir penkto varianto jautrumo analizė

Jautrumo analizė - tai analizės forma, kai tyrinėjami "kas, jeigu?" tipo klausimai, atsižvelgiant į įvairių veiksnių įtaką, nagrinėjama strateginei alternatyvai. Su alternatyva susijusios prielaidos yra keičiamos, kartu vertinama kiekvieno pokyčio įtaka strateginės alternatyvos galutiniam tikslui. Nagrinėjami veiksniai gali būti atrenkami iš svarbiausių veiksnių, nustatytų atliekant strateginę analizę.

Galvojant apie ateitį, visuomet egzistuoja rizikos ir netikrumo elementas.

Planuojant ir vertinant projektus, naudojamos įvairių parametų tikėtinos reikšmės ir kiekiai bei atsižvelgiama į rizikos ir netikrumo elementus.

siekia nustatyti projekto kritinius kintamuosius. Tai daroma leidžiant projekto kintamiesiems kisti pagal konkretų procentinės dalies pokytį ir stebint tolesnius finansinių ir ekonominių veiklos rodiklių pokyčius. Vienu metu turėtų kisti vienas kintamasis, o kiti parametrai likti pastovūs. Toliau rekomenduojama „kritiniais“ laikyti tuos kintamuosius, dėl kurių 1 % pokyčio (teigiamo arba neigiamo) atitinkamai 5 % pakinta GDV bazinė vertė. Tačiau galima nustatyti įvairius kriterijus. Jautrumo analizė taikoma norint iširti, kokį poveikį projektui turės, kokio nors parametro nenumatyti pokyčiai.

Tuo tikslu dažniausiai taikomas dabartinės gryniosios vertės (NPV) metodas.

NPV metodo privalumas tas, kad pakanka vieno skaičiavimo, kad nustatyti tokį kintamojo pokytį, kuriam įvykus NPV būtų lygi nuliui.

Jautrumo analizė lengvai taikoma projekto dabartinei grynajai vertei (NPV) dėl dviejų priežasčių.

Pirmiausia tai, kad, dėl nedidelių rodiklių reikšmių pokyčių gali labai pasikeisti vidinė pelno norma (IRR). Kita vertus, skaičiuojant dabartinę grynąją vertę labai lengva pastebėti net mažiausius pokyčius.

Antroji priežastis, yra ta, kad finansinių rodiklių pokyčiai turi tiesinį poveikį dabartinei grynajai vertei, t.y. kiekvieną rodiklio pokytį procentais atitinka NPV pokytis. [18]

Atlikdamas jautrumo analizę remsiuosi ribinių reikšmių skaičiavimais, norint, kad projektas būtų pelningas.

1–3 variantui atliekamos jautrumo analizės tyrimas.

- Kai paleidimas vėluoja 1-2 metus.

5.3.1 Jautrumo analizė vėluojant saulės ir vėjo elektrinių paleidimui

Įvertinu, kaip keisis NPV, B/C, jei vėluos saulės ir vėjo elektrinių paleidimas 1 – 2 metus.

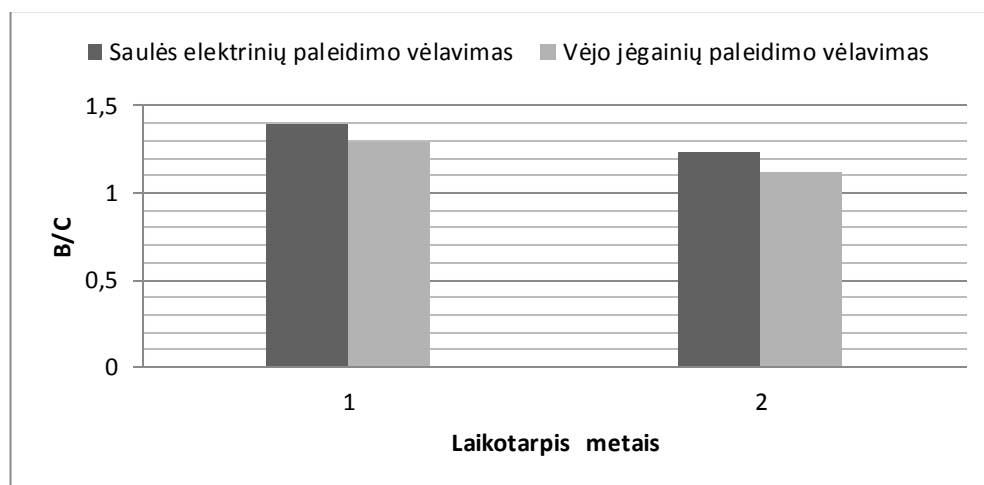
Paleidimo vėlavimui įtakos gali turėti tokios sąlygos:

- Vėluoja dėl teisinių ar administracinių kliūčių, 1-2 metus, vienos ar kelių elektrinių prijungimas prie elektros energetikos sistemos.
- Kapitalines investicijas sudarys tik įrengimų kaina, 1-2 metais atsiras elektrinės prijungimo išlaidos prie elektros energetikos sistemos.
- Paleidimo vėlavimo laikotarpiu nevertinu metinių išlaidų:
Įrenginių eksploatacinės išlaidos, metinis nusidėvėjimas.
- Paleidimo vėlavimo laikotarpiu, elektrinė neatneša jokių pajamų iš sutaupytų lėšų ir pajamų už parduota elektra.
- Paleidimo vėlavimo laikotarpiu patiriami nuostoliai perkant elektrą iš tinklo.

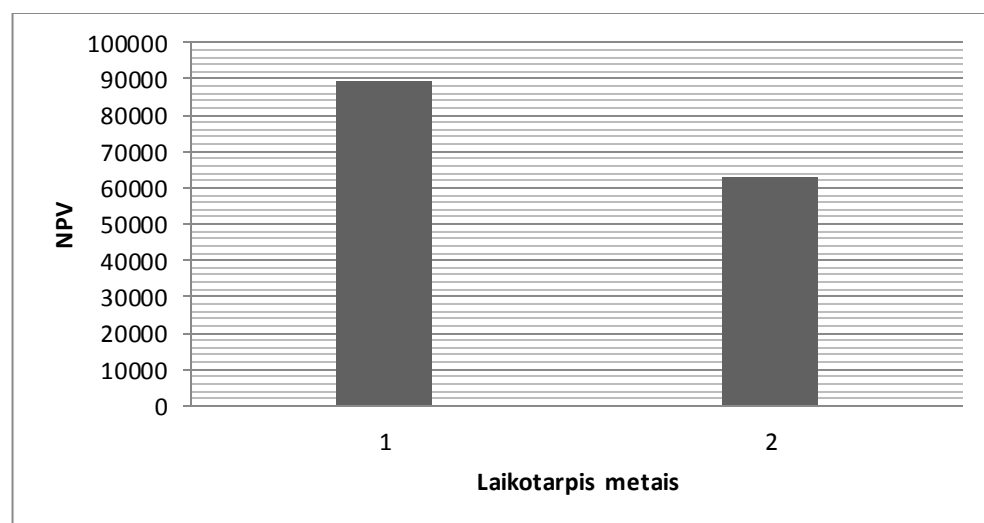
Rezultatus pateiksiu 5.3.1 lentelėse ir 5.3.1 paveikslėliuose.

5.3.1.lentelė. 1 ir 3 varianto vėluojančio elektrinių paleidimo rezultatai.

Vėlavimo laikotarpis	Saulės elektrinių paleidimo vėlavimas		Vėjo jėginių paleidimo vėlavimas	
	NPV, EUR	B/C	NPV, EUR	B/C
1	89432	1,4	140626	1,23
2	62929	1,29	76486	1,12



5.3.1. pav. 1 ir 3var. įplaukų ir išlaidų santykis B/C vėluojant elektrinių paleidimui.



5.3.2. pav. 1 ir 3var. dabartinė grynoji vertė NPV vėluojant elektrinių paleidimui.

5.3.1.pav. 1 – 3 var. įplaukų ir išlaidų skirtumas vėluojant elektrinių paleidimui.

5.3.2.pav. 1 – 3 var. grynoji dabartinė vertė vėluojant elektrinių paleidimui.

Iš 5.3.1. – 5.3.2.pav. Atlikus skaičiavimus sužinome, kad vėluojantis saulės elektrinių paleidimas turi didesnę įtaką, nei vėjo jėgainių paleidimas.

Remiantis atliktais skaičiavimais, dviems metams vėluojant, vėjo jėgainės paleidimui 1var. B/C – 1,12; grynoji vertė yra NPV 76486 EUR, 3var. B/C – 1,12 NPV – 76486 EUR.

3var. pelningumui ytakos turi ir tai, kad elektrinių paleidimas vėluoja 2 metus. Tada pajamų ir išlaidų santykis B/C – 1,29 grynoji vertė NPV – 62929 EUR.

Vėluojantis vėjo jėgainių paleidimas netokia jau didelė rizika, kaip saulės jėgainių vėlavimas.

5.4. AEI projektų rizika

Projekto rizikos sumažinimas mažina kapitalo kaštus, tai ir yra pagrindinė priežastis, kodėl taikant supirkimo tarifą, kuris sumažina pajamų riziką AEI-E gamintojui, sumažėja specifinės vartotojų išlaidos tenkančios vienai MWh.

Administracinės, tinklų ir kitos ne ekonominės kliūtys investuotojų požiūriu, didina projekto riziką, todėl didėja projektų kapitalo kaštai.

Ne ekonominių kliūčių pašalinimas bei rizikos sumažinimas padėtų sumažinti bendras AEI paramos išlaidas.

Projektų kreditavimas – tai toks finansavimas, kai bankas pirmiausia atsižvelgia į projekto generuojamus pinigų srautus, kaip į pagrindinį paskolos sugrąžinimo šaltinį.

Toks finansavimas turi šiuos bruožus:

- detalus techninis, ekonominis ir finansinis projekto įvertinimas prieš išduodant paskolą ir nuolatinis projekto stebėjimas, paskolą suteikus;
- aukštesnės, negu įprastai finansuojant, paskolos palūkanos (tai susiję su papildoma rizika).

Paprastai bankai nekredituoja daugiau negu 70-80% projekto vertės.

Projekto finansavimo rizikos įvertinimas yra labai svarbus ir gana sudėtingas uždavinys.

Rizikos įvertinimo procese reikia nustatyti visas rizikos formas ir iširti, kaip sumažinti riziką.

Sėkmingo projekto finansavimo sąlyga yra rizikos pasidalijimas.

Kai kuriuos rizikos faktorius prisiima kreditorius, kitų našta perkeliama ant paskolos gavėjo arba kitų šalių pečių.

Rizikos laikotarpis susidaro iš tryjų pagrindinių etapų.

- Projektavimo ir statybos etapas
- Paleidimo į eksploataciją etapas
- Veiklos etapas

Būtent pirmajame etape bankai labiausiai pažeidžiami. Užbaigus projektavimą, lėšos panaudojamos įsigyti medžiagoms, darbo jėgai ir įrangai.

Skolintojų rizika didėja, nes išmokėjus lėšas, kol projektas dar nepradėtas vykdyti ir darbai neatliekami, nėra jokių garantijų, kad jis pavyks.

Be to, projektas dar negeneruoja jokių grynujų pinigų, nėra iš ko mokėti palūkanų. Dėl šios priežasties bankai dažnai reikalauja rėmėjų garantijų. Kitaip tariant, šioje stadijoje bankas tikisi, kad rėmėjai bus paskolos grąžinimo šaltinis.

Paleidimo į darbą etape, bankai turi pasitenkinti tuo, kad projekto veiklos kaštai bus tokie, kaip numatyta ir sutarta pradžioje.

Ši stadija ypač svarbi, jei paskola yra “be rėmėjų”.

Paleidimo į eksploataciją etapas gali tęstis keletą mėnesių

Būtent šiame etape projektas turėtų pradėti generuoti pajamas, kaip numatyta verslo plane.

Jeigu projektas vykdomas pagal planą, rizika skolintojams šiame etape sumažėja, lyginant su rizika projektavimo fazėje.

Rizikos vertinimas yra prognozavimo metodas, kurį taikant paprastai naudojami praeities duomenys, modeliavimas, prielaidos ir ekspertų nuomonės, todėl rizikos vertinimuose visada yra tam tikras netikslumo laipsnis. Kai turimose žiniose yra didelių spragų, tuomet rizikos vertinimas ir valdymo sprendimai yra pakankamai atsargūs, suteikiantys didesnę apsaugos lygį, kadangi padidėja rizikos reikšmė ir netikrumo lygis.

Skolininkas ne tik galės mokėti palūkanas, bet ir pradės gražinti paskolą. Jei projekto finansinis įvertinimas atliktas teisingai, gaunami pinigų srautai turėtų atpirkti paskolą. [19]

5.5. Projekto rizikos įvertinimas imitaciniu modeliavimu

Rizikos įvertinimas imitaciniu modeliavimu pagrįstas galimų piniginių srautų modeliavimu trimis galimiems projekto įgyvendinimo sąlygų variantams: pesimistiniam, optimistiniam ir baziniam.

➤ Pesimistiniame sąlygų variante remiamasi prielaida, kad projekto pinigų srautams svarbios aplinkos sąlygos klostysis blogiau negu baziniame variante, kuriam sudarytas investicinis projektas.

➤ Optimistinis variantas numato geresnes sąlygas, negu numatyta baziniame variante.

Variantų sąlygas modeliuoja projekto rengėjai, jei riziką numatoma įvertinti projektavimo etape, arba projekto vertintojai, jei šis modeliavimas nebuvo atliktas projektavimo etape.

Optimistinio ir pesimistinio variantų dabartinių grynujų verčių skirtumas rodo rizikos laipsnį.

Kuo šis skirtumas didesnis, tuo projektas rizikingesnis:

$$\Delta NPV = NPV^{op} - NPV^{pes}; \quad (5.5.1)$$

čia investicinio NPV^{op} – investicinio projekto optimistinio varianto dabartinė grynoji vertė;

NPV^{pes} – investicinio projekto pesimistinio varianto dabartinė grynoji vertė; ΔNPV – investicinio projekto optimistinės ir pesimistinės dabartinių grynujų verčių skirtumas.

Egzistuoja šio metodo modifikacijos, kai skirtingų sąlygų variantams pagal nustatytą metodiką priskiriamos tikimybės ir skaičiuojama jų vidutinė kvadratinė paklaida (projektui). Didesnė paklaida rodo didesnę riziką.

Pirmame vertinimo etape, kiekvieniems analizuojamo projekto metams, ekspertai nustato projektuojamų piniginių srautų tikimybes. Kitame etape koreguojami grynieji projekto pinigų srautai, naudojant tikimybių koeficientus, ir pagal gautas reikšmes skaičiuojama projekto dabartinė grynoji vertė:

$$NPV^p = \sum_{t=1} (N_t \cdot p_t) ; \quad (5.5.2)$$

čia NPV^p – investicinio projekto koreguota dabartinė grynoji vertė; N_t – investicinio projekto t-ųjų metų dabartinė grynoji vertė; p_t – t-ųjų metų grynujų pinigų srauto tikimybę išreiškiantis koeficientas.

Priimtinesnis, atsižvelgiant į riziką, yra projektas, kurio koreguota dabartinė grynoji vertė didžiausia.

5.5.1. Rizikos įvertinimas, naudojant diskonto koeficientą.

Šis metodas reikalauja nustatyti kapitalo nerizikingo investavimo kainą ir projekto rizikos kainą.

Kainos nustatymas Lietuvoje yra sudėtingas, nes nėra etalono, kuris apibūdintų kapitalo nerizikingo investavimo kainą. Vakarų šalyse toks etalonas yra valstybės vertybinių popierių palūkanų norma.

Problema gali būti sprendžiama, pasitelkiant ekspertinį vertinimą. Ekspertai, remdamiesi vidutiniu kapitalo rentabilumu ūkyje, gamybos plėtros tendencijomis, infliacijos tempų pasikeitimais, komercinių kreditų palūkanų normomis ir kita informacija, gali nustatyti kapitalo nerizikingo investavimo kainą, išreikštą pageidaujamos pelno normos ir investuojamo kapitalo vertės procentiniu santykiu.

Projekto rizikos kaina laikoma papildoma rizika, būdinga šiam projektui, palyginti su kapitalo nerizikingo investavimo būdu. Projekto rizikos kaina išreiškiama už riziką papildomai reikalaujamos pelno normos ir investuojamo kapitalo procentiniu santykiu. Nustačius kapitalo nerizikingo investavimo ir projekto rizikos kainas, apskaičiuojamas diskonto koeficientas:

$$r^1 = \frac{s^f + s^p}{100}; \quad (5.5.3)$$

čia r^1 – diskonto koeficientas, kuriuo perskaičiuojami projekto grynujų pinigų srautai, vertinant riziką;

S^f – kapitalo nerizikingo investavimo kaina; s^p – projekto rizikos kaina;

Koeficientu r^1 diskontuojami projekto grynujų pinigų srautai ir nustatoma riziką įvertinanti jų dabartinė vertė:

$$NPV^r = \sum_{t=0}^n \frac{G_t}{(1+r^1)^t}; \quad (5.5.4)$$

čia NPV^r – riziką įvertinanti projekto dabartinė grynoji vertė; G_t – t – ūjų metų grynujų pinigų srautas.

Priimtinesniu laikomas projektas, kurio riziką įvertinanti dabartinė grynoji vertė NPV^r didesnė. Rekomenduojama atmesti projektus, kurių $NPV^r < 0$

Riziką dažniausiai vertina ekspertai, remdamiesi projektine informacija ir statistiniais duomenimis.

Minėti finansinės analizės metodai nereikalauja didelių lėšų ir laiko sąnaudų, todėl tikslinga šią analizę padaryti visiems investiciniams projektams. [20]

5.6. Aplinkosauginis vertinimas

Europos Sąjungos, taip pat Lietuvos energetikai iškelti uždaviniai mažinti priklausomumą nuo importuojamų energijos išteklių, plačiau naudojant vietinius ir atsinaujinančius išteklius, ir sumažinti jų poreikį didinant naudojimo efektyvumą. Kartu, tai leis sumažinti neigiamą šiltnamio dujų emisijų poveikį aplinkai ir pasitarbaus klimato kaitos prevencijai. Pagrindinės energetikos sritys, kurios nagrinėjamos, kaip tyrimų objektai, yra pastatų sektorius, sunaudojantis daugiausiai energijos išteklių, energijos generavimo ir tiekimo sistemos įskaitant tiekimo tinklus, jų valdymą, energijos saugyklas, vartotojų dalyvavimą energijos poreikių valdyje per išmaniuosius tinklus. Remdamiesi skaičiavimais sužinosime, kiek nagrinėtos elektrinės sutaupo CO₂ lyginant su iškastiniu kuru kūrenamomis elektrinėmis gamtinėmis dujomis, akmens anglimi, mazutu. [21]

5.2. Lentelė. Energijos gamybos technologijų ir naudojamo kuro CO₂ tarša [22]

Kuro rūšis	Pagamintos energijos kiekis, kWh	Teršalų kiekis CO ₂ , gr/kWh
Kogeneracinės elektrinės (kuras gamtinės dujos)	1	550
Kogeneracinės elektrinės (biokuras)	1	250
Šiluminės katilinės (gamtinės dujos)	1	204
Mazutas	1	900

Projekte nagrinėjamos VE VESTAS V27 per metus pagamina 371000 kWh, elektrinės tarnavimo laikas numatomas 25metams. SE ZDNY – 190C per metus pagamina 19139 kWh, elektrinės tarnavimo laikas numatomas 25 metams.

25 metų laikotarpyje planuojamos pagaminti elektros energijos kiekis

$$E_{25} = n \times E_n ; \quad (5.6.1)$$

čia:

n – elektrinių veikimo laikas metais.

E_n – elektrinių pagamintos elektros energijos per metus, kWh

$$E_{25 VE} = 9275000 \text{ kWh}$$

$$E_{25 SE} = 478475 \text{ kWh}$$

CO₂ išmetimai per 25 metų laikotarpį, naudojant skirtingas elektrines;

$$N_E = E_{25} \times f; \quad (5.6.2)$$

čia:

f – CO₂ išmetimų kiekis g / kWh. Nagrinėtoms elektrinėms priimu, kad jis yra 25 g / kWh

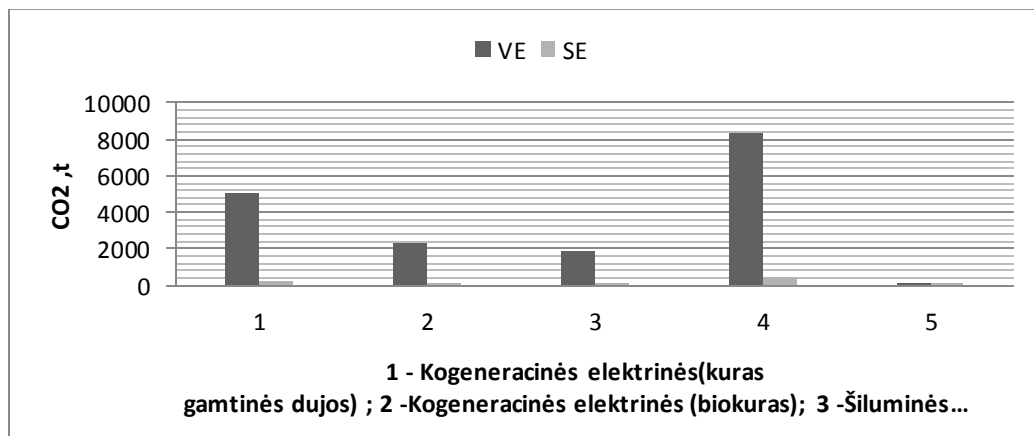
$$N_{VE} = 9275000 \times 12 \times 10^{-6} = 111 \text{ t CO}_2$$

$$N_{SE} = 478475 \times 40 \times 10^{-6} = 19 \text{ t CO}_2$$

Remiantis atliktais skaičiavimais, apskaičiuota kokie CO₂ išmetimai susidarytu naudojant kitus iškastinius kurus, lyginant su projekte nagrinėjamosiomis elektrinėmis. Pagaminus VE 9275000 kWh ir SE 478475 kWh elektros energijos. Skaičiavimo rezultatai pateikti 5.6.2. lentelėje

5.6.2. lentelė. CO₂ kiekis pagaminus tokį pat elektros energijos kiekį, kiek VE ir SE per 25 metus.

Kuro rūšis	Teršalų kiekis CO ₂ , t	
	VE	SE
Kogeneracinės elektrinės(kuras gamtinės dujos)	5101	263
Kogeneracinės elektrinės (biokuras)	2319	120
Šiluminės katilinės (gamtinės dujos)	1892	98
Mazutas	8347	431



5.6.2.Pav. CO₂ kiekis deginant skirtingas kuro rūšis ir naudojant VE ir SE

Palyginus su VE ir SE CO₂ išmetimai ženkliai sumažės lyginant su deginamu iškastiniu kuru katilinėse elektros energijai gaminti. Daugiausia CO₂ išmetama naudojant mazutą kaip kurą 75 kartų daugiau negu pagaminus tą patį elektros energijos kiekį naudojant VE ir 22 kartus daugiau negu pagaminus tą patį elektros energijos kiekį naudojant SE.

Atlikus aplinkosauginį vertinimą mes ištyrėme ir palyginome, kad VE ir SE CO₂ išmetimai ženkliai sumažės, lyginant su deginamu kuru katilinėse, tam pačia elektros energijos kiekiui gaminti.

Išvados

Atliktam tyrime iš aštuonių nagrinėtų variantų pasirinkome tik du. Kuriuos realiai būtų galima pritaikyti nagrinėjamoje įmonėje.

Atlikus analizuotų variantų rezultatų analizę nustatyta, kad nagrinėjamai įmonei, tiktų du variantai: vėjo jėgainės VESTAS V27, saulės elektrinė sudaryta iš ZDNY – 190C.

- Atlikta analizė rodo augančių atsinaujinančių išteklių svarbą sprendžiant aplinkosaugos, energijos tiekimo patikimumo saugumo problemas.
- Investavus į VESTAS V27 vėjo jėgaines ir remiantis atliktais skaičiavimais galima tikėtis grynosios dabartinės vertės 375936 EUR/m. Vėjo jėgainių atsipirkimo laikas 8 metai, esant 6% diskonto normai. Įvertinus ir tai, kad trūkstamą elektros energiją įmonė perka iš elektros tinklų.
- Investavus į ZDNY – 190C iš saulės modulių suadrytą elektrinę ir remiantis atliktais skaičiavimais galima tikėtis grynosios dabartinės vertės 118042 EUR/m. saulės elektrinės atsipirkimo laikas 7 metai, esant 6% diskonto normai. Įvertinus ir tai, kad trūkstamą elektros energiją įmonė perka iš elektros tinklų.
- Apskaičiuotas pajamų ir išlaidų santykis, kuris rodo projektų rentabilumą atitinkamai 1,34 ir 1,54.
Nustatyta įgyvendinamų projektų vidinė pelno norma yra pakankamai aukšta, t.y. apie 14%.
- Atlikta jautrumo analizė rodo, kad vėjo ir saulės elektrinių paleidimo vėlavimas ženkliai nesumažina projekto rentabilumo ir grynosios dabartinės vertės. Atlikus jautrumo analizę saulės ir vėjo elektrinių vėluojančiam paleidimui matome, kad vėluojantis vėjo jėgainių paleidimas netokia jau didelė rizika, kaip saulės jėgainių.
- Atlikus aplinkosauginį vertinimą ištyrėme ir palyginome, kad VE ir SE CO₂ išmetimai ženkliai sumažėtų 25metų laikotarpyje, lyginant su deginamu kuru katilinėse, tokiam pat elektros energijos kiekiui gaminti. Daugiausia CO₂ išmetama naudojant mazutą, kaip kurą ir 75 kartų daugiau negu pagaminus tą patį elektros energijos kiekį naudojant VE. Ir 22 kartų daugiau negu pagaminus tą patį elektros energijos kiekį naudojant SE.

Naudota literatūra.

1. Informacija apie atsinaujinančius šaltinius [Žiūrėta: 2014/06/18].
Prieiga per internetą: <http://www.liubavas.lt/gamta/>
2. Informacija apie AEI skatinimo priežastis. [Žiūrėta: 2014/06/18].
Prieiga per internetą:
http://www.lvea.lt/public/gallery/C__Documents%20and%20Settings_Aiste_Local%20Settings_Application%20Data_Opera_Opera_profile_cache4_opr077B7.pdf
[9.10.p.]
3. Informacija apie AEI skatinimo sistemų principus. [žiūrėta: 2014/06/18].
Prieiga per internetą:
http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2011/460057/IPOL-CULT_ET%282011%29460057%28SUM01%29_LT.pdf
4. Informacija apie Elektros energijos gamybos iš AEI skatinimas
[žiūrėta: 2014/06/18]. Prieiga per internetą:
www.enmin.lt/AEI_pletros_programos_projektas_20140324.doc [7,8.p.]
5. Informacija apie biokurą [Žiūrėta: 2014/06/18]. Prieiga per internetą:
<http://lt.wikipedia.org/wiki/Biokuras>
6. Informacija apie biodegalus [žiūrėta: 2014/06/18]. Prieiga per internetą:
<http://lt.wikipedia.org/wiki/Biodegalai>
7. Informacija apie geoterminę energiją [žiūrėta: 2014/06/18]. Prieiga per internetą:
http://lt.wikipedia.org/wiki/Geotermin%C4%97_energija
8. Gytis Svinkūnas Elektros energetika paskaitų konspektas. Kauno technologijos universitetas 2008. 16. p.
9. Informacija apie Hidroenergija [žiūrėta: 2014/06/18]. Prieiga per internetą:
<http://lt.wikipedia.org/wiki/Hidroenergija>
10. Gytis Svinkūnas Elektros energetika paskaitų konspektas. Kauno technologijos universitetas 2008. 15. p.
11. Informacija apie saulės modulius [žiūrėta: 2014/06/18]. Prieiga per internetą:
http://lt.wikipedia.org/wiki/Saul%C4%97s_modulis.
12. J.Šatas. Įmonių elektros įrenginiai ir tinklai. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla, 2006

13. Informacija apie vėjo jėgaines [interaktyvus]. [Žiūrėta 2015/05/18]
Prieiga per internetą:
<http://www.wind-energy-market.com/en/wind-turbines/big-plants/details/details/bp/vestas-v27-225-kw/>
<http://windturbines-marketplace.com/ad.php?adsId=2930>
14. Informacija apie vidutinį vėjo greitį Lietuvoje [interaktyvus]. [žiūrėta 2015/05/18]
Prieiga per internetą: <http://www.jegaines.lt/index.php?lang=lt&page=duk>
15. Informacija apie naudojamus Saulės modulius [interaktyvus]. [Žiūrėta 2015/05/18]
Prieiga per internetą:
<http://www.sauselektrines.lt/en/solar-modules/monocrystalline-90w-c36>
16. Informacija apie saulės energiją [interaktyvus]. [žiūrėta 2014/06/18]
Prieiga per internetą:
http://www.asu.lt/nm/l-projektas/Atsinaujinantys_agrariniai/2.htm
http://msi.lms.lt/publish/straipsn/pop_saule1.html
17. Informacija apie elektros energijos tarifus [interaktyvus]. [žiūrėta 2015/05/18]
Prieiga per internetą:
<http://www.lesto.lt/lt/verslui/elektros-kainos-ir-tarifu-planai.html>
18. Elektros energijos, pagamintos naudojant atsinaujinančius išteklius, ir biudžų supirkimo tarifų nustatymui reikalingos informacijos surinkimas, efektyviausios technologijos nustatymas ir tarifų apskaičiavimas [interaktyvus].
[žiūrėta 2015/05/18] Prieiga per internetą:
http://www.envija.lt/uploads/Kainu_energetikos.pdf
19. Informacija apie diskonto normą [interaktyvus]. [žiūrėta 2015/05/18]
Prieiga per internetą:
<http://www.investologija.lt/LT/mikroekonomika/375/6/diskontuoti-pinigu-srautai/diskontuoti-pinigu-srautai-diskonto-normos-nustatymas/>
20. Informacija apie jautrumo analizę [interaktyvus]. [žiūrėta 2015/05/18]
Prieiga per internetą:
http://www.esparama.lt/es_parama_pletra/failai/fm/failai/Vertinimas_ESSP_Neringos/wd4_cost_lt.pdf
21. AEI projektų rizika [interaktyvus]. [žiūrėta 2014/06/18] Prieiga per internetą:
<https://www.nord-stream.com/download/document/75/?language=lt>

20. Rizikos įvertinimas, naudojant diskonto koeficientą. [interaktyvus]. [žiūrėta 2014/06/18] Prieiga per internetą:

http://www.finmin.lt/finmin.lt/failai/valstybes_kapitalo_investicijos/Methodika%282%29.pdf

21. Aplinkosauginis vertinimas [interaktyvus]. [žiūrėta 2014/06/18] Prieiga per internetą:

<http://www.lei.lt/main.php?m=419&k=1>

22. J.Baublys, V.Vilutienė. Energetikos ir aplinkos apsaugos darba. „Mokslas ir technika“ Nr.2. 2010

Priedas. Lentelė. Variantų analizė