VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS

PASTATŲ ENERGETIKOS KATEDRA

ALGIRDAS PETREIKIS

BIODUJŲ PRIJUNGIMO PRIE GAMTINIŲ DUJŲ DUJOTIEKIO GALIMYBIŲ ANALIZĖ

BIOGAS CONNECTION TO THE NATURAL GAS PIPELINE POSSIBILITIES ANALYSIS

BAIGIAMASIS MAGISTRO DARBAS

Energijos inžinerijos ir planavimo studijų programa, valstybinis kodas 621E30003

Energijos inžinerijos specializacija

Energetikos ir termoinžinerijos studijų kryptis

Vilnius, 2014

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS

PASTATŲ ENERGETIKOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

_____

(Parašas)

Vytautas Martinaitis

(Vardas, pavardė)

_____

(Data)

ALGIRDAS PETREIKIS

BIODUJŲ PRIJUNGIMO PRIE GAMTINIŲ DUJŲ DUJOTIEKIO GALIMYBIŲ ANALIZĖ

BIOGAS CONNECTION TO THE NATURAL GAS PIPELINE POSSIBILITIES ANALYSIS

BAIGIAMASIS MAGISTRO DARBAS

Energijos inžinerijos ir planavimo studijų programa, valstybinis kodas 621E30003

Energijos inžinerijos specializacija

Energetikos ir termoinžinerijos studijų kryptis

Vadovas prof. habil. dr. Vidmantas Jankauskas _____ _____

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė) (Parašas) (Data)

Lietuvių kalbos konsultantas lekt. Regina Žukienė _____ _____

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė) (Parašas) (Data)

Vilnius, 2014

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

_____ FAKULTETAS

_____ KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas

_____
(Parašas)

_____
(Vardas, pavardė)

_____
(Data)

.....studijų kryptis

.....studijų programa, valstybinis kodas .....

.....specializacija

BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO UŽDUOTIS

…….....Nr. .....

Vilnius

Studentui (ei) .....
(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema: .....

.....

.....

patvirtinta 201…m. ..... d. dekano potvarkiu Nr. .....

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 201…m. ..... d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:

.....

.....

.....
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Vadovas ....
(Paraša) (Moksl. laipsnis/pedag.vardas, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

.....
(Parašas)

.....
(Vardas, pavardė)

.....
(Data)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Aplinkos inžinerijos fakultetas

Pastatų energetikos katedra

ISBN ISSN

Egz. sk. ……..

Energijos inžinerijos ir planavimo studijų programos baigiamasis magistro darbas

Pavadinimas: **Biodujų prijungimo prie gamtinių dujų dujotiekio galimybių analizė**

Autorius: **Algirdas Petreikis** Vadovas: **prof. habil. dr. Vidmantas Jankauskas**

Kalba

lietuvių

Baigiamajame magistro darbe nagrinėjama „Lapių“ buitinių atliekų sąvartyno biodujų jėgainė. Analizės metu ištirti jėgainės technologiniai pajėgumai, išgaunamų biodujų kiekiai, kokybė, nustatytas jėgainės efektyvumas.

Remiantis Lietuvoje galiojančiais teisės aktais ir gautais analitiniais rezultatais darbe nagrinėjami trys galimi biodujų panaudojimo scenarijai. Tradiciniai biodujų panaudojimo būdai (šilumos ir elektros energijos gamyba) lyginami su galimybe biodujas tiekti į gamtinių dujų tinklus. Pristatomi nagrinėtų scenarijų analitiniai rezultatai. Atliekamas visų scenarijų ekonominis pagrindimas. Pagal pasirinktus kriterijus vertinamas ekonominių rodiklių jautrumas. Teikiami pasiūlymai projekto finansiniam gyvybingumui didinti.

Išnagrinėjus tris minėtus scenarijus, atlikus ekonominį vertinimą bei jautrumo analizę yra apibendrinami baigiamojo darbo rezultatai, formuluojamos ir pateikiamos baigiamojo darbo išvados.

Darbą sudaro 18 skyrių. Darbo apimtis 82 psl. be teksto priedų, 19 lentelių, 34 paveikslai, 44 bibliografiniai šaltiniai. Atskirai pateikiami darbo priedai.

Prasminiai žodžiai: biodujos, biometanas, gamtinių dujų tinklas, atsinaujinantys energijos ištekliai, šilumos ir elektros kaina, biodujų kaina, ekonominiai rodikliai.

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Aplinkos inžinerijos fakultetas

Pastatų energetikos katedra

ISBN ISSN

Egz. sk. ……..

Energijos inžinerijos ir planavimo studijų programos baigiamasis magistro darbas

Pavadinimas: **Biodujų prijungimo prie gamtinių dujų dujotiekio galimybių analizė**

Autorius: **Algirdas Petreikis** Vadovas: **prof. habil. dr. Vidmantas Jankauskas**

Kalba

lietuvių

In the final major theses „Lapių“ landfill biogas plant was analysed. Analysis results showed biogas plant‘s technical capabilities, the amount and quality of produced biogas, plant‘s efficiency was identified.

According to Lithuania‘s legal acts and research results three possible biogas usage scenarios were chosen to be analysed. Traditional biogas usage ways (production of heat and electricity) are compared with possibility to supply biogas to natural gas networks. The results of analysis of possible scenarios are introduced. All scenarios are based on economic. Economic indicators are valued by chosen criteria. Suggestions made to improve projects financial vitality.

After examining all three scenarios, after economical and sensitivity evaluation, results of final thesis are summarized and final conclusions are made.

In the final major theses are 18 chapters. Scope of work 82. text, 19 tables, 34 pics, 44 bibliographic entries.

.

Prasminiai žodžiai: biogas, biomethane, natural gas grid, renewable energy, heat and electricity, biogas price, the economic indicators.

Vilniaus Gedimino technikos universiteto egzaminų sesijų ir baigiamųjų darbų rengimo bei gynimo organizavimo tvarkos aprašo 2011–2012 m. m.

2 priedas

(Baigiamojo darbo sąžiningumo deklaracijos forma)

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Algirdas Petreikis, 20083754

(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)

Aplinkos inžinerijos fakultetas

(Fakultetas)

Energijos inžinerija ir planavimas, ENmf-12

(Studijų programa, akademinė grupė)

BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO)

SĄŽININGUMO DEKLARACIJA

2014 m. d.

(Data)

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas (projektas) tema „**Biodujų prijungimo prie gamtinių dujų tinklų galimybių analizė**“

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

Parenkant ir įvertinant medžiagą bei rengiant baigiamąjį darbą (projektą), mane konsultavo mokslininkai ir specialistai: _____

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

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

(Parašas) (Vardas ir pavardė)

TURINYS

ĮVADAS 12
1. AEI vartojimo pažanga europje 13
2. ES vykdoma politika biodujų srityje 15
2.1 Europos biodujų asociacija (EBA) 16
3. AEI plėtra lietuvoje 18
4. Biodujų gamyba ir žaliavos 21
4.1. Biodujų gavybos žaliavų potencialas Lietuvoje 21
4.2. Biodujų panaudojimas 23
5. Biodujų tiekimo į GDT plėtra Europoje 25
6. Elektros energijos gamybos iš AEI skatinimas, planavimas, plėtra lietuvoje 28
7. Teisės aktų, reglamentuojančių biodujų tiekimą į GDT Lietuvoje, apžvalga. 30
8. Esamos Elektros energijos gamybos iš biodujų analizė 33
9. Biodujų panaudojimo CŠT sektoriujE analizė 36
10. Analizuojamo darbo objekto techninės charakteristikos 38
10.1. Jėgainės pajėgumų analizė 40
10.2. Šilumos ir elektros gamybos tyrimas 46
11. Finansinis ir Ekonominis sąvartyno biodujų jėgainės įvertinimas 49
11.1. Finansinės grynosios dabartinės vertės (FGDV) skaičiavimas 50
11.2. Finansinės vidinės grąžos normos (FVGN) skaičiavimas. 51
12. Pirmasis scenarijus: Išlieka fiksuoto tarifo skatinimo priemonė 52
13. Antrasis scenarijus: Kvota panaikinta, gaunama parama pagal šilumos ūkio plėtros programą 56
14. Trečiasis scenarijus: Biodujų tiekimo į GDT galimybė 59
14.1. Techninės „Lapių“ jėgainės prijungimo galimybės 59
14.2. „Lapių“ jėgainės išgaunamų biodujų kokybė 60
14.2.1. Membraninis biodujų valymas [42] 61
14.2.2. „Plovimo“ aminu technologija [42] 63
14.3. Techninės biodujų tiekimo į GDT galimybės 65
15. Ekonominis trečiojo scenarijaus vertinimas- kai biodujos tiekiamos į GDT 67
15.1. Biodujų jėgainių, išgaunančių dujas iš sąvartynų biodujų supirkimo tarifų nustatymo analizė 69
16. Jautrumo analizė 71
16.1. Nesąryšio tarp faktinio ir gamintojo deklaruojamo el. energijos generatoriaus efektyvumo rodiklių vertinimas 71

16.2. Prielaidos, kad jėgainės įrengimo paramos dydis sudaro ne 50 %, o 40 % visų, jėgainei įrengti reikalingų lėšų, vertinimas 72
16.3. Konkurencingos biodujų supirkimo kainos nustatymas 74
IŠVADOS 77
LITERATŪROS SĄRAŠAS 78

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Biodujų išeigą iš įvairių atliekų (Zorg-Biogas; Biogas application) 22
2 lentelė. Biodujų, tinkamų naudoti transporte Švedijoje, standarto reikalavimai – SS 15 54 38 „Motor fuels – Bio-gas as fuel for high-speed otto engines 24
3 lentelė. Šveicarijos standarte nurodyti dujų kokybės rodikliai (Biogas upgrading to vehicle fuel standards and grid injection) 24
4 lentelė. Dujų, tinkamų naudoti tiekimui į gamtinių dujų tinklus ir transporte, Vokietijoje standarto reikalavimai (Biogas upgrading to vehicle fuel standards and grid injection) 25
5 lentelė. Reikalavimai biodujoms 30
6 lentelė. Biodujų sektoriaus plėtra 2011 – 2013 m. 34
7 lentelė. Faktiniai Lapių sąvartyno biodujų jėgainės duomenys 41
8 lentelė. Faktiniai Lapių sąvartyno biodujų jėgainės duomenys 44
9 lentelė. Faktiniai į tinklą patiektos el. energijos kiekiai 46
10 lentelė. Faktiniai į tinklą patiektos šil. energijos kiekiai 48
11 lentelė. Elektros energijos supirkimo tarifai (2014 m II ketv) pagal instaliuotą galią 52
12. lentelė. Investicinių skaičiavimų prielaidos 53
13 lentelė. Ekonominio vertinimo rezultatai 54
14 lentelė. Ekonominio vertinimo rezultatai 58
15 lentelė. Biodujų kokybei keliami reikalavimai ES šalyse 66
16 lentelė. Reikalavimai biodujoms 67
17 lentelė. Gauti rezultatai 68
18 lentelė. Biodujų supirkimo kainos pokytis 70
19 lentelė. Biodujų supirkimo kainos pokytis 71

Paveikslų sąrašas

1 pav. AEI vartojimo pažanga ES 13
2 pav. Planuojama (mėlyna kreivė) ES atsinaujinančių išteklių raidos tendencija ir įvertinta (raudona punktyrinė kreivė) tendencija 13
3 pav. Biodujų jėgainių skaičius Europoje 16
4 pav. Energijos gamybos apimtys naudojant biodujas 17
5 pav. AEI plėtros prognozė Lietuvoje 19
6 pav. Prognozuojamos AEI naudojančių jėgainių galios 2020 metams 20
7 pav. Biodujų panaudojimo potencialas Lietuvoje 22
8 pav. šalys, kurios tiekia biodujas į GDT 26
9 pav. ES šalių į tinklą tiekiamų biodujų ir transporto sektoriuje sunaudojamų biodujų kiekiai 27
10 pav. Elektros energijos gamyba iš AEI 2013 m. 33
11 pav. Biodujų jėgainių įrengtoji suminė galia, MW 35
12 pav. Šilumos energijos gamybos struktūra LŠTA įmonėse 2012 m. 36
13 pav. Lapių sąvartyno I kaupo biodujų išgavimo ir panaudojimo principinė schema 38
14 pav. Biodujų tiekimo trasa 39
15 pav. Biodujų gavyba m^3/parą 43
16 pav. MWM generatoriaus tech. Charakteristikos 44
17 pav. Faktiniai į tinklą patiektos el. energijos kiekiai 47
18 pav. Pagamintos ir į tinklą patiektos energijos kiekis 47
19 pav. Elektros energijos pasiskirstymas MWh, ... 48
20 pav. Kauno energijos superkamas šilumos kiekis MWh, ... 48
21 pav. Diskontuotas atsipirkimo laikas [m] 55
22 pav. Elektros kaina biržoje 2011-2013m. 57
23 pav. Diskontuotas atsipirkimo laikas [m] 58
24 pav. Lietuvos dujotiekio tinklų žemėlapis 59
25 pav. Elementinė biodujų sudėtis 60
26 pav. Membraninė biodujų valymo technologija 61
27 pav. Membraninė biodujų valymo technologija 63
28 pav. Diskontuotas atsipirkimo laikas 68
29 pav. VDV nesąryšio įtaka prognozuojamiems šilumos ir elektros kiekiams bei pajamoms 71
30 pav. ekonominių rodiklių jautrumas VDV nesąryšiui 72
31 pav. ekonominių rodiklių jautrumas vertinant subsidijų dydį 73
32 pav. ekonominių rodiklių jautrumas vertinant subsidijų dydį ir el. energijos kainos kritimą 73
33 pav. trijų scenarijų ekonominių rodiklių palyginimas 74
34 pav. trijų scenarijų ekonominių rodiklių palyginimas 75

Simbolių sąrašas

ES- Europos Sąjunga;

LR- Lietuvos Respublika;

AEI- Atsinaujinantys energijos ištekliai;

AIE- Atsinaujinančių išteklių energija;

ŠESD- Šiltnamio efektą sukeliančios dujos;

NAIEVP- Atsinaujinančių išteklių energijos naudojimo plėtros veiksmų planas;

GDT- Gamtinių dujų tinklas;

LŠTA- Lietuvos šilumos tiekėjų asociacija;

NŠG- Nepriklausomi šilumos gamintojai;

VKEKK- Valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija;

CŠT- Centralizuotas šilumos tiekimas;

MPR- Matavimų, pumpavimo ir reguliavimo stotis;

DSS- Dujų skirstymo stotis;

TP- Technologinis pajėgumas;

VIAP- Viešuosius interesus atitinkanti paslauga;

GDV- Grynoji dabartinė vertė;

VGN- Vidinė grąžos norma;

ĮVADAS

Pastaraisiais metais vyksta reikšmingi pokyčiai Europos ir pasaulio energetikoje. Iškastinio kuro paklausos augimas ir kainų didėjimas, senkantys jo ištekliai ir tiekimo monopolizavimas, klimato šilimo tendencijos verčia pertvarkyti energetiką ir kitas pramones bei transporto sritis ieškant alternatyvių energijos šaltinių. Pagrindinė šio proceso kryptis – platesnis atsinaujinančių išteklių energijos (AIE) naudojimas. Šios politikos ryškiausias atspindys 2009 metais Europos Parlamento ir Tarybos suformuluotas tikslas – garsioji formulė „20, 20, 20“. Ji reiškia, kad iki 2020 metų ES įsipareigoja 20 % padidinti energijos naudojimo efektyvumą, 20 % sumažinti anglies dioksido išmetimą ir suvartoti ne mažiau kaip 20 % energijos iš atsinaujinančių energijos išteklių [1].

Europos Sąjungos direktyva 2009/28/EB nustatė, kad iki 2020 m. atsinaujinančių energijos išteklių dalis sudarytų 20 % visos suvartotos energijos ir kad transporte minimalus privalomas biodegalų rodiklis, kurį turėtų pasiekti kiekviena valstybė narė, būtų 10 %. Ieškoti alternatyvų mineraliniam kurui, naudojamam transporte, skatina ne tik teisės aktai, bet ir brangstanti energija. Viena iš alternatyvų – biodujų gamyba ir naudojimas. Šios direktyvos nuostatos perkeltos į 2011 m. priimtą Lietuvos Respublikos Atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymą ir kitus su juo susijusius poįstatyminius aktus [2].

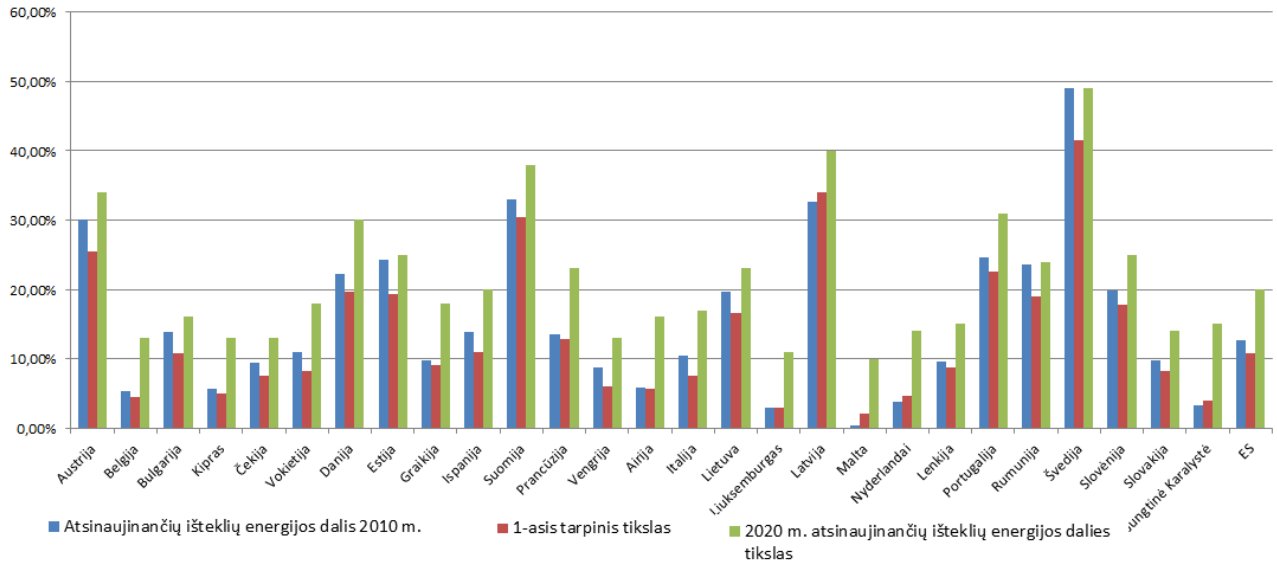
Lietuvoje biodujų gamybos potencialas didelis. Biodujoms gaminti naudojamos lengvai suyrančios organinės kilmės žaliavos (biomasė) ir atliekos (gyvulių mėšlas, skerdyklų, pieno, alaus, spirito gamybos atliekos), todėl atsiranda galimybė senkančias iškastinio kuro atsargas pakeisti atsinaujinančiais ištekliais. Gamybos, žemės ūkio, komunalines ir kitas organines atliekas perdirbant į biodujas, išvengiama papildomų atliekų utilizavimo kaštų jas transportuojant ar kaupiant sąvartynuose. Biodujų panaudojimas šilumos ir elektros energijai gauti bei automobilių degalams gaminti turi įvairiapusę naudą ne tik ekonominiu, bet ir aplinkosauginiu požiūriu. Biodujas naudojant kaip biodegalus transportui arba tiesiogiai tiekiant dujų tiekimo tinklais, galima sumažinti išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį ir padidinti atsinaujinančių išteklių dalį transporto sektoriuje. Tačiau, siekiant biodujas naudoti transporto sektoriuje ar tiekti į gamtinių dujų vamzdynus, jas būtina išgryninti iki 96 % metano [2].

Baigiamajame darbe bus atliekama analizė remiantis **gautais realaus objekto (Lapių buitinių atliekų sąvartynas) analitiniais rezultatais, kurie yra priimami kaip orientaciniai dydžiai, lyginant šilumos ir elektros energijos gamybos techninį ir ekonominį efektyvumą su galimybe tiekti biodujas į gamtinių dujų tinklus**. Taip pat numatomos jautrumo analizės, prognozių modeliavimas, kurios padėtų įvertinti techninius ir/ar ekonominius pokyčius šilumos, elektros, dujų gamybos bei vartojimo sektoriuose.

1. AEI VARTOJIMO PAŽANGA EUROPJE

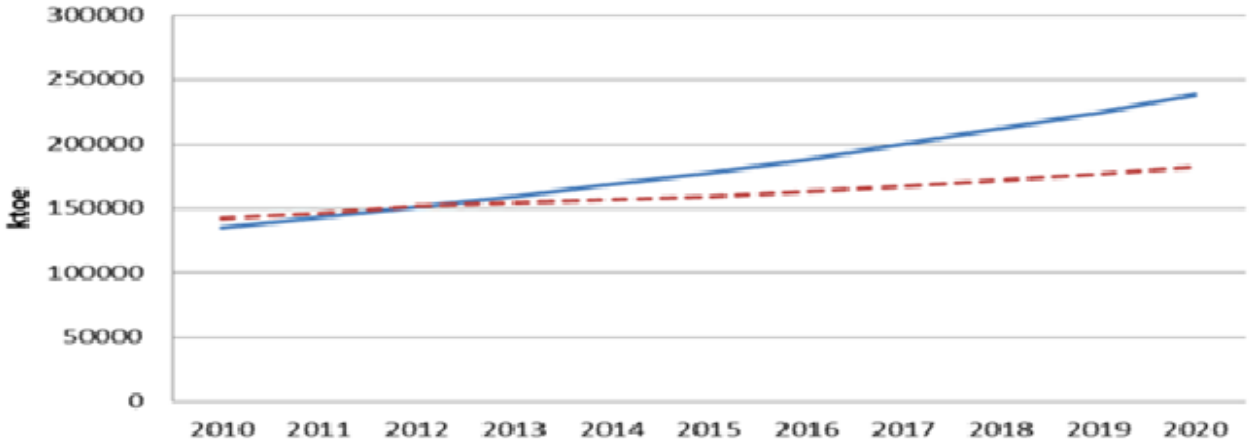
Įgyvendindamos atsinaujinančių išteklių energijos direktyvą ir nacionalinius atsinaujinančių energijos išteklių veiksmų planus dauguma valstybių narių pasiekė didelį augimą atsinaujinančių energijos išteklių srityje.

Tačiau Europos Komisijos užsakymu atlikus tolesnę analizę, kurioje modeliuojamos dabartinės politikos iniciatyvos ir įvairios kliūtys atsinaujinančių išteklių energijos plėtrai paaiškėjo, kad 2020 m. prognozė ne tokia optimistiška [3].



1 pav. AEI vartojimo pažanga ES [3]

Analizėje, kurioje apytiksliai įvertintas atsinaujinančių išteklių augimas lyginant su kitais ištekliais, apsiribojama tik esama politika, atsižvelgiama į ekonomikos krizę, esamas administracines ir infrastruktūros kliūtis, politikos ir paramos sistemų trikdžius. Iš to galima daryti išvadą, kad ateityje investicijų mažės arba jos bus atidedamos, nebent valstybės narės imtųsi papildomų veiksmų savo tikslams pasiekti.[3]



2 pav. Planuojama (mėlyna kreivė) ES atsinaujinančių išteklių raidos tendencija ir įvertinta (raudona punktyrinė kreivė) tendencija [3]

Iš pateiktų duomenų matyti, kad nors visos ES šalys narės laikosi 2020 m. tikslų siekimo trajektorijos, kai kurios valstybės narės turi imtis papildomų veiksmų. Be to, atlikus analizę peršasi išvada, kad yra priežasčių susirūpinti dėl pažangos ateityje. Direktyvos nuostatos į nacionalinę teisę perkeliamos lėčiau nei pageidautina, o trajektorija ateinančiais metais kils sparčiau, tad faktiškai artėjant prie pabaigos reikės daugiausia valstybių narių pastangų. Valstybių narių nuokrypiai nuo savo pačių nacionalinių atsinaujinančių išteklių energijos veiksmų planų rodo politikos pokyčius, dėl kurių investuotojams mažėja aiškumas ir apibrėžtumas, didėja jų teisinė rizika.

Komisija ir toliau tirs, kaip valstybės narės įgyvendina direktyvą, o prireikus imsis teisinių priemonių. Komisija įsipareigojo skatinti atsinaujinančių išteklių energijos integravimą į vidaus rinką ir investicijas į elektros energijos gamybą. Be to, ji ketina parengti rekomendacijas dėl geriausios rentabilių ir nuoseklių atsinaujinančių išteklių energijos paramos sistemų praktikos, pateikti daugiau rekomendacijų dėl bendradarbiavimo mechanizmų naudojimo mažesnėmis sąnaudomis siekiant atsinaujinančių išteklių energijos tikslų ir dirbti teisinės energetinio bendradarbiavimo su trečiosiomis šalimis sistemos gerinimo srityje. Visiems šiems veiksmams reikia, kad būtų griežtai ir visiškai įgyvendinami atsinaujinančių išteklių energijos direktyvoje ir nacionaliniuose atsinaujinančių išteklių energijos veiksmų planuose prisiimti įsipareigojimai. Reikia išlaikyti su šiais elementais susijusią pažangą.

Naujojoje ES daugiamečio biudžeto programoje numatyta parama naujoms energetikos technologijoms ir energetikos infrastruktūrai turėtų padėti užtikrinti, kad Europos atsinaujinančių išteklių energijos sektorius ir toliau augtų. Esant tokiai pažangai, ES gali tikėtis, kad atsinaujinančių išteklių energijos sektorius klestės, bus brandus ir konkurencingas pasauliniu mastu iki ir po 2020 m [3].

2. ES VYKDOMA POLITIKA BIODUJŲ SRITYJE

Pastaraisiais dešimtmečiais pasaulis vis atidžiau stebi klimato kaitos reiškinius, atsirandančius dėl intensyvios žmogaus ūkinės ir pramoninės veiklos. Stebima didėjanti klimato kaitos keliama grėsmė aplinkai, ūkinei veiklai ir kartu pasaulio ekonomikos vystymuisi.

Daugiausia ŠESD (šiltnamio efektą sukeliančios dujos) susidaro deginant iškastinį kurą, pramoniniuose ir žemės ūkio produkcijos gamybos procesuose, taip pat daug jų išsiskiria iš atliekų [4].

Augant Europos Sąjungos ekonomikai ir daugėjant atliekų, be reikalo švaistomos medžiagos ir energija, todėl daroma žala aplinkai ir neigiamas poveikis sveikatai bei gyvenimo kokybei. Siekdama sumažinti šį neigiamą poveikį, ES iškėlė strateginį tikslą – tapti veiksmingai išteklius naudojančia ir atliekas perdirbančia visuomene [5].

Europos Sąjunga, ypač aktyviai dalyvaujanti pasaulio klimato kaitos kontrolėje, 2007 m. iškėlė tikslą iki 2020 m. pasiekti, kad 20 % suvartojamos energijos būtų gauta iš atsinaujinančiųjų išteklių, o transporto srityje jos būtų sunaudota 10 % [6]. 2011 m. Europos Taryba patvirtino ES tikslą, kad iki 2050 m. išmetamų ŠESD kiekis būtų sumažintas 80–95 %. Šiame komunikate pateikiamas ir galimų taikyti priemonių, kuriomis Europos Sąjunga galėtų išmetamą ŠESD kiekį sumažinti pagal sutartą 80–95 % tikslą, planas.

Biodujų vaidmuo ES klimato apsaugos strategijose užimą svarbią vietą, tarp atsinaujinančių energijos išteklių. Europos Taryba 2008 m. svarstė būtinybę peržiūrėti teisės aktus ir atsižvelgti į biodujų naudą, nes biodujos yra naudingos mažinant ES energetinę nepriklausomybę gyvybiškai svarbus energijos išteklius, o taip pat naudojant biodujas prisidedama prie tvarios ekonomikos, žemės ūkio ir kaimo plėtros ir aplinkos apsaugos. Parlamentas pabrėžė, kad gaminant biodujas iš gyvulių mėšlo, dumblo ir komunalinių, gyvūninių ir organinių atliekų, prisidedama prie energijos šaltinių įvairinimo, taip užtikrinant Europos energijos tiekimo saugumą, konkurencingumą ir tvarumą [7].

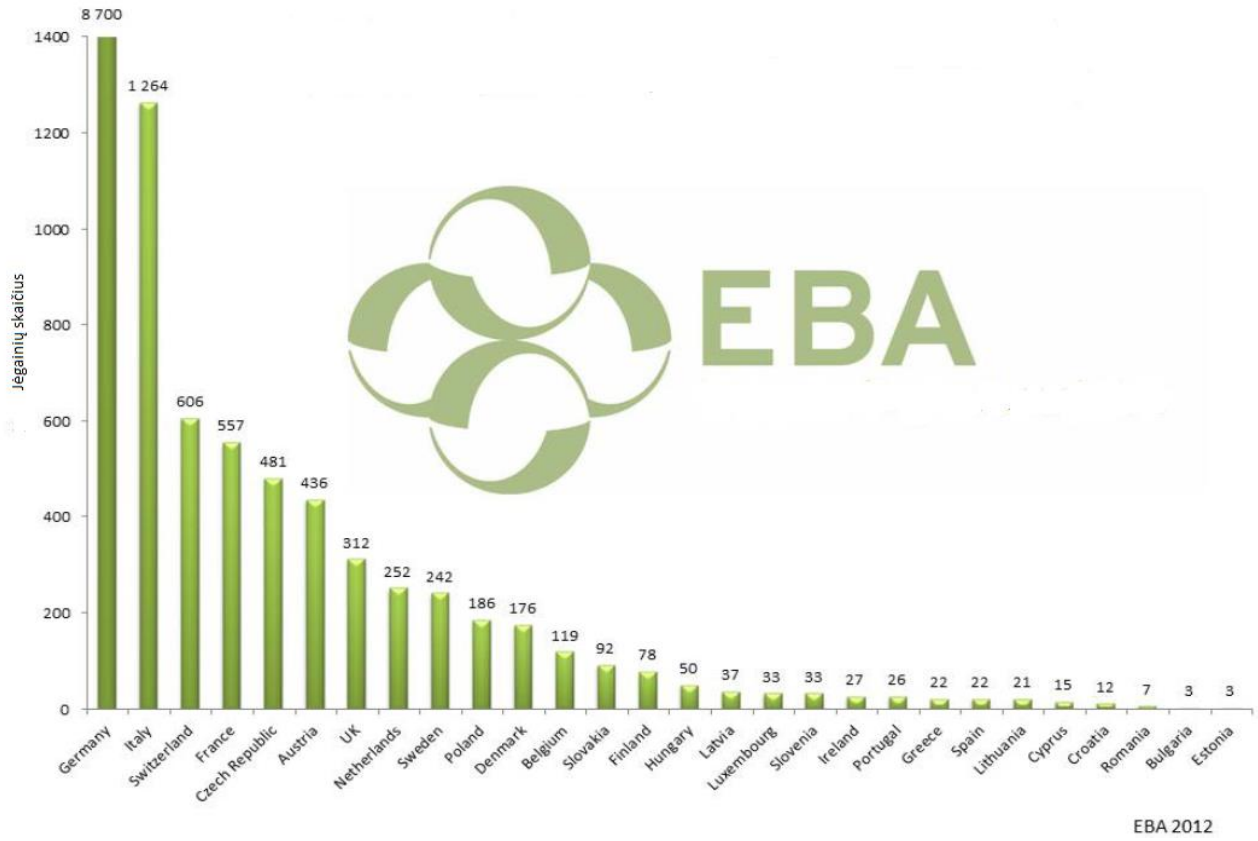
Jei, atsižvelgiant į ES keliamą tikslą iki 2020 m. 20 % visos ES energijos gauti iš atsinaujinančių energijos šaltinių, būtų didinami naudojamų biodujų kiekiai šilumai, elektros energijai gauti, transporto sektoriuje ar tiekiami į gamtinių dujų tinklus, būtų galima lengviau siekti nustatyto tikslo. Dėl šių priežasčių Europos parlamento nariai skatina ES valstybes nares pasinaudoti biodujų potencialu ir galimybėmis, dėti daugiau pastangų tiriant ir skatinant naujas biodujų technologijas, ypač aplinkai naudingiausias technologijas, kurias taikant biomasė (antros kartos biodujos) naudojama biokurui gaminti [7].

2.1 Europos biodujų asociacija (EBA)

Europos Biodujų asociacija (*angl. European Biogas Association*) buvo įkurta 2009 metų vasarį, kaip Belgijos ne pelno siekianti organizacija, kurios tikslas skatinti tvarų biodujų gamybos diegimą ir naudojimą Europoje. EBA veikla apima energetines programas susijusias su biodujų naudojimu šilumos ir elektros gamyboje bei transporto srityje. Europos biodujų asociacijos narės-tai biodujų gamintojai, įvairūs institutai ir kompanijos iš daugiau nei 20 šalių visoje Europoje.

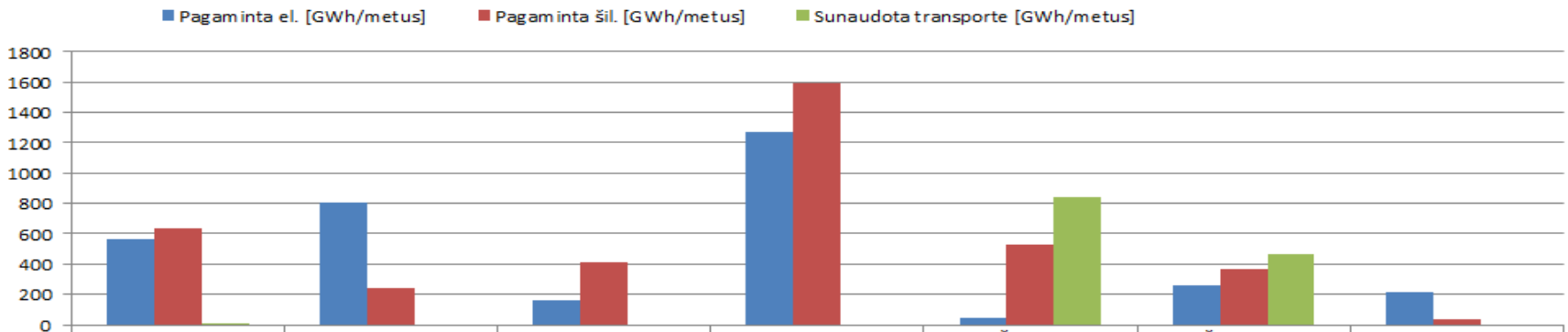
Europos biodujų asociaciją vienija patyrę biodujų ekspertai, išsilavinę bei kvalifikuoti darbuotojai, kurių tikslas teikti informaciją apie biodujų rinkos galimybes ir plėtrą įvairiose šalyse. EBA taip pat rengia įstatymų pataisas, kurios paspartintų ir supaprastintų biodujų gamybos bei naudojimo plėtrą [8].

Remiantis Europos biodujų asociacijos duomenimis 2012 metais Europoje buvo skaičiuojama beveik 14 tūkst. biodujų jėgainių, kurių bendra instaliuota elektrinė galia siekia 7,4 *GW*.

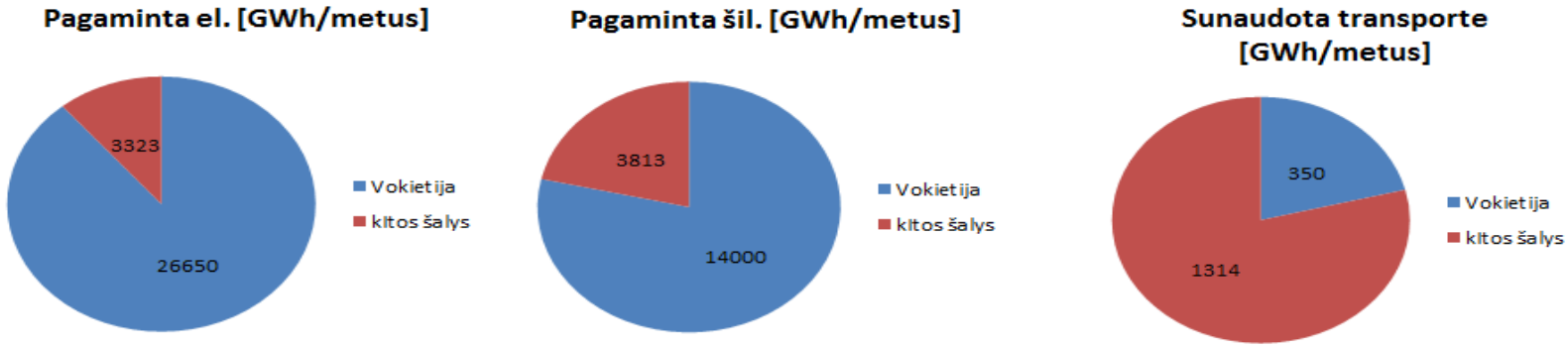


3 pav. Biodujų jėgainių skaičius Europoje

Biodujų energetikos sektoriaus lyderė Europoje yra Vokietija. Joje pastatyta apie 8700 biodujų objektų, o tai yra daugiau nei pusė visoje Europoje įrengtų biodujų jėgainių. Ketvirtame paveiksle pavaizduotos biodujų sektoriaus šalys lyderės ir jų energijos gamybos apimtys naudojant biodujas.



	Austrija	Danja	Suomija	Prancūzija	Švedija	Šveicarja	Olandija
Pagaminta el. [GWh/metus]	564	808	160	1273	41	258	219
Pagaminta šil. [GWh/metus]	640	242	409	1591	524	370	37
Sunaudota transporte [GWh/metus]	7				845	462	



4 pav. Energijos gamybos apimtys naudojant biodujas

Biodujų energetikos sektoriuje galima išskirti Prancūziją, Daniją, Švediją, Austriją, Suomiją, Šveicariją bei Olandiją. Šios valstybės gana sparčiai plėtoja biodujų sektorių ir rodo augimo tendencijas. Nepaisant to, visos minėtos šalys net kartu sudėjus negali prilygti Vokietijai. Pastarosios šilumos ir elektros gamybos apimtys gerokai viršija bendrus įvardytų šalių pajėgumus. Metinis pagamintas elektros energijos kiekis naudojant biodujas Vokietijoje 2012 metais siekė 26,65 *TWh*, šilumos kiekis- 14,0 *TWh*, o energijos dalis, tenkanti transporto sektoriui, yra 0,35 *TWh*.

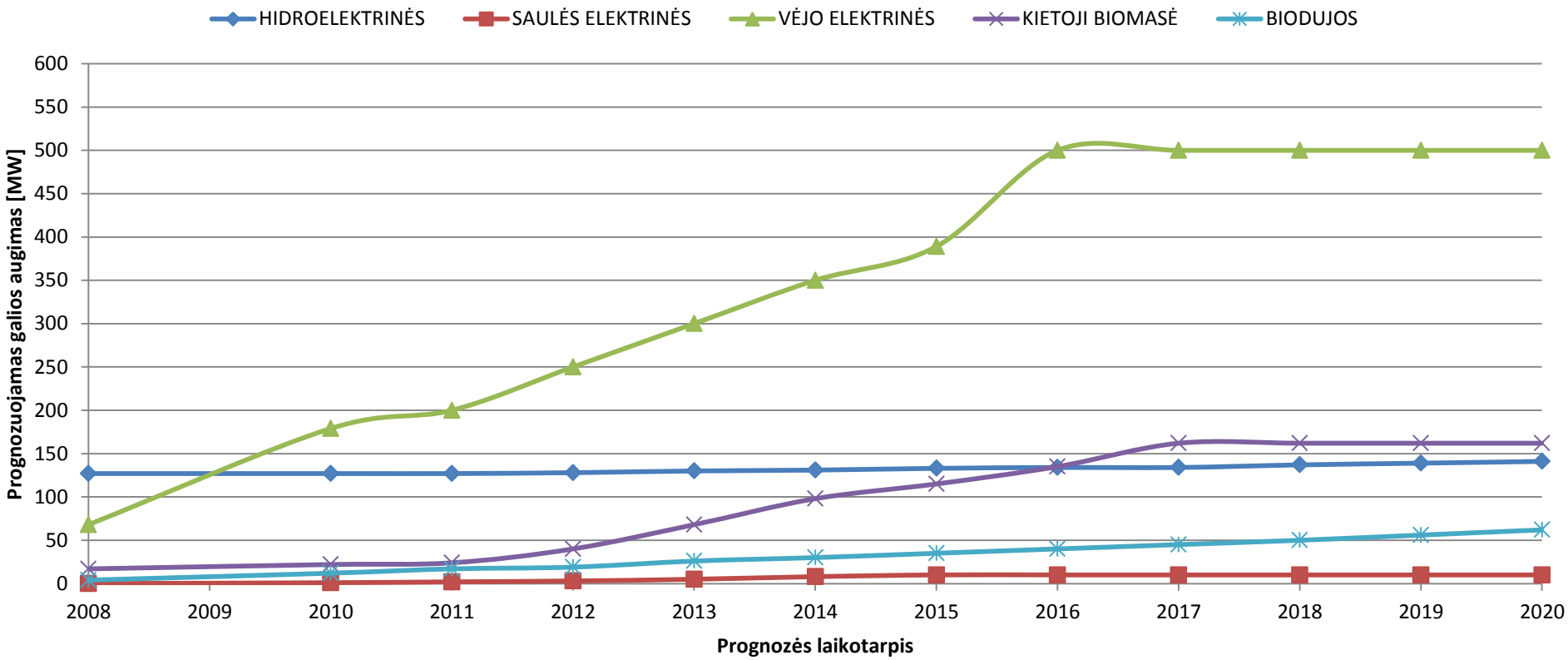
3. AEI PLĖTRA LIETUVOJE

Lietuva, būdama ES narė, yra įsipareigojusi siekti tų pačių tikslų atsinaujinančių energijos išteklių politikoje, kaip ir kitos šalys narės. 2010 m. birželio 21 d. Lietuvos Respublikos Vyriausybė patvirtino *Nacionalinę atsinaujinančių energijos išteklių plėtros strategiją*, kurioje nurodoma, kad Lietuvos Respublikos energetikos politikoje vis svarbesnė vieta skiriama atsinaujinančių energijos išteklių plėtrai ir tai laikoma vienu svarbiausių valstybės energetikos politikos prioritetų [9].

Lietuvos Respublikos Seimas 2011 m. gegužės 24 d. Teisės aktus papildė nauju *atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymu*. Šiame įstatyme keliamas uždavinys, kad atsinaujinantys energijos ištekliai, palyginus su galutiniu energijos suvartojimu, sudarytų ne mažiau kaip 10 %, todėl šiuo įstatymu skatinamas alternatyvių degalų (biodegalų, biodujų, vandenilio ir kt.) naudojimas, ypač transporto sektoriuje. Šiuo įstatymu nustatoma biodegalų ir skystųjų bioproduktų naudojimas, maišymas į mineralinius degalus [10].

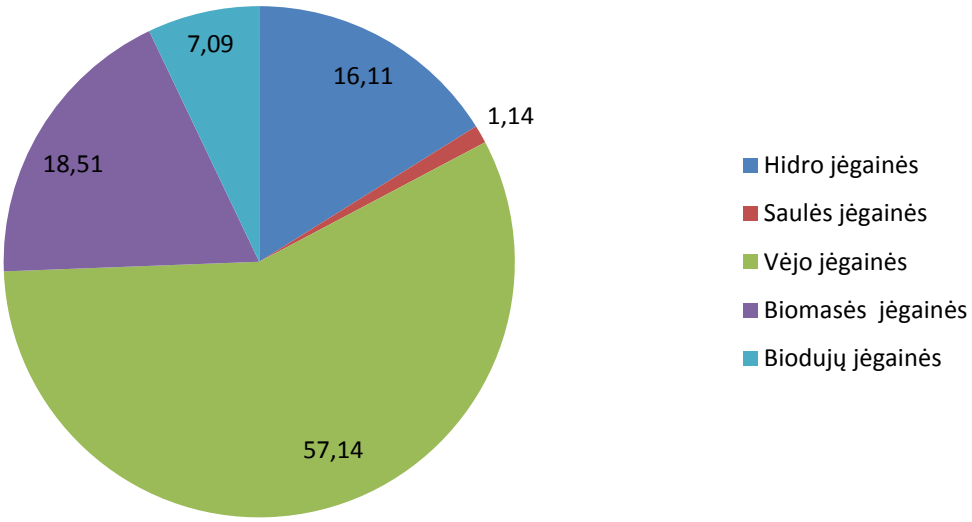
Energetikos ministerija paskelbė Lietuvos nacionalinį atsinaujinančių išteklių energijos naudojimo plėtros 2010 – 2020 metais veiksmų planą. NAIEVP suderina valstybės įsipareigojimus, realias galimybes ir optimaliai paskirsto atsinaujinančios energijos plėtros apimtis pagal sektorius, o šie savo ruožtu yra susiję su atskiromis savivaldybėmis, bendrovėmis ir vartotojų grupėmis.

NAEIVP numatytas pagrindinis tikslas – užtikrinti, kad atsinaujinančių energijos išteklių dalis, palyginti su šalies bendru galutiniu energijos suvartojimu, 2008 metais sudariusi 15,3 %, 2020 metais sudarytų ne mažiau kaip 23 %. Lietuva 2010 metais taip pat parengė ir pateikė ES nacionalinį atsinaujinančių išteklių energijos veiksmų planą, kuriame nurodyta kaip bus įgyvendinami prisiimti įsipareigojimai atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo srityje. Pirmame paveikslėlyje pateikiama atsinaujinančius energijos išteklius naudojančių jėgainių galios augimo prognozės [11].



5 pav. AEI plėtros prognozė Lietuvoje

Prognozuojama, kad 2020 metais hidroelektrinių bendroji galia sieks 141 *MW*, saulės jėgainių – 10 *MW*, vėjo elektrinių – 500 *MW*, biomasės elektrinių – 224 *MW*, iš kurių; kietosios biomasės– 162 *MW*, o biodujų – 62 *MW*.



6 pav. Prognozuojamos AEI naudojančių jėgainių galios 2020 metams

Remiantis nacionaline atsinaujinančių energijos išteklių plėtros strategija matyti, jog 2020 metais didžiausią dalį planuojamų įrengti pajėgumų turėtų sudaryti vėjo ir biomasės jėgainės, kurios sudarytų atitinkamai 57,14 % ir 18,51 % visos galios. Biodujos turėtų sudaryti apie 7 % visos atsinaujinančius energijos išteklius naudojančių jėgainių instaliuotos galios.

Kiti atsinaujinančių energijos išteklių plėtros strategijoje numatyti uždaviniai yra derinti atskirų sektorių rinkos dalyvių veiksmus ir į atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo skatinimą įtraukti savivaldybes, didinti visų rūšių biomasės panaudojimą šilumos ir elektros energijai gaminti, didinti atsinaujinančių energijos išteklių ir elektros energijos naudojimą transporto sektoriuje [11].

4. BIODUJŲ GAMYBA IR ŽALIAVOS

Biodujų gamyba kelia vis didesnį susidomėjimą mažėjant iškastinio kuro atsargoms, todėl vis daugėja žinių apie biodujų gamybos optimizavimo procesus, kuriais būtų siekiama sukurti naudingą produktą panaudojant gausėjančias kietąsias komunalines atliekas [2].

Didelį potencialą ir perspektyvas turi biodujos. Gaminant biodujas, gaunama įvairiapusė nauda – sprendžiamos organinių atliekų (nuotekų dumblo, srutų, sąvartynų atliekų ir kt.) šalinimo problemos ir gaunamos biodujos, kurias išvalius nuo įvairių komponentų ir teršalų (vandens ir dulkių, CO2 ir H_2S, amoniako ir kt.), galima panaudoti šilumos ir elektros energijos gamybai [12], o išgryninus iki metano, siekiant padidinti jų kaloringumą iki gamtinėms dujoms keliamų reikalavimų (CH_4 87–95 %) [13], kad būtų galima tiekti į gamtinių dujų vamzdynų tinklą. Išvalytos biodujos taip pat gali būti naudojamos autotransporto sektoriuje kaip biodegalai. Didžiausią biodujų dalį sudaro metanas (CH_4, 40–75 %) ir anglies dioksidas (CO_2, 30– 45 %). Biodujose aptinkami ir mažesni kiekiai kitų komponentų, tokių kaip vanduo (H_2O, 5– 10 %), vandenilio sulfidas (H_2S, 0,005–2 %), siloksanas (0–0,02 %), lakūs organiniai junginiai (LOJ<0,6 %), amoniakas (NH_3, <1 %), deguonis (O_2, 0–1 %), anglies monoksidas (CO, <0,6 %) ir azotas (N_2, 0–2 %) [14].

Biodujų šiluminė vertė yra 21505 kJ/m^3 (5135 $kcal/m^3$) [15]. Tai sudaro apie 60 % gamtinių dujų šiluminės vertės. Pagrindiniai veiksniai, lemiantys biodujų gamybos proceso efektyvumą, yra biomasės kiekis, jos cheminė sudėtis ir biodujų gamybos proceso rodikliai.

4.1. Biodujų gavybos žaliavų potencialas Lietuvoje

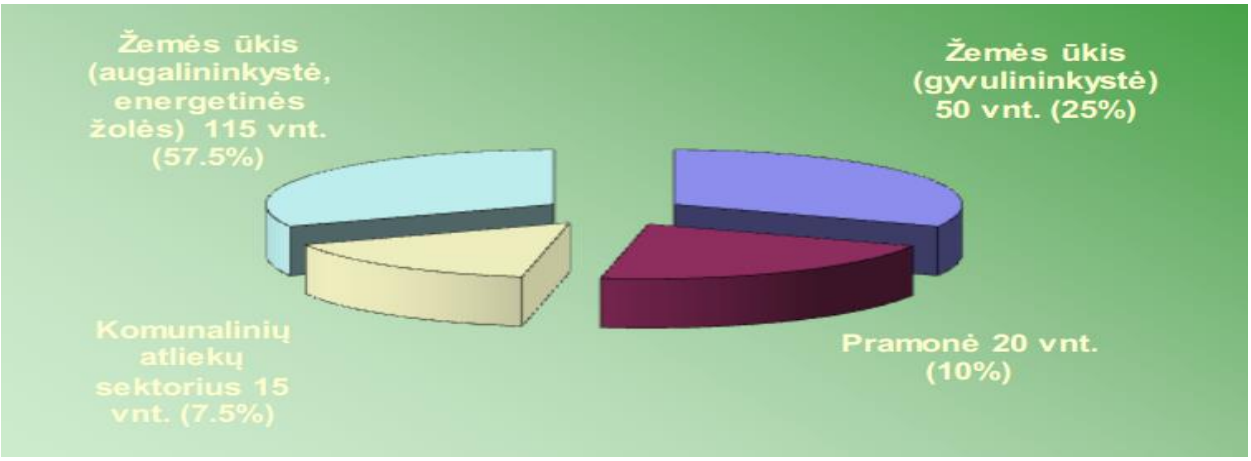
Lietuvoje yra didelis biodujų gamybos žaliavų potencialas (galima naudoti atliekas ir šalutinius produktus), kuris pilnai neišnaudojamas.

Padidinti biodujų gamybą galima įvertinus gyvulių produktų (gyvulių mėšlo), nuotekų dumblo, buitinių atliekų ir netinkamų maisto bei pašarų gamybai augalų, kaip svarbiausių biodujų žaliavų, svarbą. Vertinant realų biodujų gamybos potencialą, rekomenduojama kreipti dėmesį į gyvulininkystės fermų, maisto perdirbimo pramonės įmonių bei miestų nuotekų valymo įmonių organines atliekas, nes šios atliekos, jų neperdirbus, gali sukelti aplinkosauginių problemų, o augalininkystės atliekos gali būti naudojamos pašarams, be to, jų kiekius lemia sezoniškumas [16].

Nors Lietuvoje biodujų energetika plėtojama daugiau kaip 15 metų, per šį laikotarpį buvo pastatyta tik 15 jėgainių, kurių bendra galia siekia 11,7 *MW* [17]:

- Sąvartynų biodujų elektrinės – 8 projektai – 5,2 *MW*;
- Vandenvalos įmonių biodujų elektrinės – 4 projektai – 2 *MW*;
- Anaerobinės biodujų elektrinės – 3 projektai – 4,5 *MW*.

Lietuva turi neišnaudotą potencialą biodujų ir energijos gamybos srityje. Remiantis biodujų asociacijos duomenimis, vertinant žemės ūkio (augalininkystės, gyvulininkystės), pramonės, komunalinių atliekų susidarymo tendencijas, galima tokia biodujų gamybos ir panaudojimo plėtra:



7 pav. Biodujų panaudojimo potencialas Lietuvoje

Pasirenkant žaliavą biodujoms gaminti svarbiausias rodiklis yra biodujų išeiga iš tonos žaliavos. 2-oje lentelėje pateikiama biodujų išeiga iš gyvulininkystės, augalininkystės, maisto perdirbimo pramonės įmonių atliekų ir nuotekų dumblo.

1 lentelė. Biodujų išeigą iš įvairių atliekų [18]

Žaliava	**Išeiga m^3/t**
Nuotekų dumblas	60
Galvijų mėšlas	60
Kiaulių mėšlas	65
Paukščių mėšlas	130
Kukurūzų silosas	400
Ką tik nupjauta žolė	500
Grūdai	560
Melasa	430
Grūdų žlaugtai	70
Alaus pramonės išspaudos	160
Taukai	1300
Skerdienos atliekos	300
Techninis glicerolis	500
Žuvų perdirbimo atliekos	300

Išnaudojant esamą biodujų plėtros potencialą skaičiuojama, kad būtų galima įgyvendint apie 200 naujų biodujų gavybos projektų. Įgyvendinus plėtros galimybes butų galima išgauti apie 640 *mln.* m^3*/metus* ir padidinti instaliuotas elektrinę bei šiluminę galias atitinkamai iki 160 MW ir 180 MW. Tokios instaliuotos galios leistų pagaminti 1,28 *TWh/metus* elektros ir 1,44 *TWh/metus* šilumos energijos.

4.2. Biodujų panaudojimas

Biodujų energetinė vertė tiesiogiai susijusi su metano koncentracija. Esant metano daugiau negu 55 %, biodujos laikomos vertingu kuru [19]. Biodujų panaudojimą galimą suskirstyti į tris grupes: elektros ir šiluminei energijai gauti, naudoti kaip kurą automobiliuose ir tiekti į gamtinių dujų tinklus.

Elektros bei šiluminės energijos gamyba

Centralizuoto šildymo sektorius yra vienas iš svarbiausių sektorių Lietuvos energetikos pramonėje, todėl pigūs bioenergijos šaltiniai galėtų atlikti svarbų vaidmenį plėtojant biokuro rinką. Biodujos galėtų patenkinti atokių kaimo vietovių ar mažiau apgyvendintų gyvenviečių energijos ir šilumos tiekimo poreikius [20].

Elektra ir šiluminė energija iš biodujų – dažniausias ir paprasčiausias biodujų energetinės konversijos būdas, nes naudojami įprasti dujiniai katilai, skirti gamtinėms dujoms deginti. Juose tenka sureguliuoti degiklius dėl skirtingo biodujų ir gamtinių dujų šilumingumo. Pagaminta šiluma ir elektra naudojama biodujų įmonių reikmėms, elektros perteklius gali būti parduodamas į elektros tinklus, o perteklinė šiluma naudojama aplinkinių pastatų šildymui.

Deginant biodujas vandens šildymo katiluose patartina jas išvalyti nuo drėgmės, smulkių dalelių ir sieros vandenilio. Šie komponentai pavojingi ne tiek degimo procesui, kiek išoriniams įrenginiams – vamzdynui, dujų kiekio matuokliams, metalinėms kamino konstrukcijoms.

Biodujų kaip alternatyvaus kuro naudojimas automobiliuose.

Transporto priemonės, kurios yra sukurtos važiuoti naudodamos gamtines dujas, gali naudoti ir biodujas. Visame pasaulyje yra daugiau nei 3 mln. gamtinėmis dujomis ir apie 10 tūkst. biodujomis varomų automobilių, o tai rodo, kad automobilio konfigūracija nėra problema [21]. Biodujų panaudojimą transporto reikmėms apsunkina griežti kokybės reikalavimai. Atsižvelgiant į šiuos poreikius biodujos iš reaktorių arba sąvartynų turi būti valomos, o valymo technologijos tobulinamos.

Tai reiškia, kad norint jog biodujos atitiktų joms keliamus reikalavimus, anglies dioksidas, vandenilio sulfidas, amoniakas, ir vanduo (o kartais ir kitų mikroelementų sudėtinės dalys) turi būti pašalintos taip, kad metano biodujose būtų ne mažiau nei 97 % dujų tūrio. Įvairiose šalyse taikomos skirtingos transporto priemonėse naudojimų biodujų ir gamtinių dujų kokybės specifikacijos [22]. Pagrindinis reikalavimas naudojant tokį kurą yra biodujų kuro priartinimas prie gamtinių dujų kuro kokybės. Iš biodujų turi būti visiškai pašalintos šalutinės dujos, vanduo ir CO_2 [22].

Nėra bendro standarto biodujoms, naudojamoms varikliuose – skirtingose šalyse, skirtingi reikalavimai. Pavyzdžiui, Švedijoje reikalaujama, kad biodujose metano kiekis būtų ne mažesnis nei 96 %, ribojamas sieros kiekis iki 23 mg/m^3, drėgmės kiekis ne daugiau kaip 32 mg/m3 (2 lentelė.).

Priklausomai nuo *Wobbe indekso* biodujos skirstomos į A ir B tipo dujas. Wobbe indeksas – dujinio kuro indikatorius, nusakantis dujų šilumingumą (kaloringumą). Biodujos, atitinkančios Švedijos standarto SS 15 54 38 B tipą, gali būti tiekiamos į gamtinių dujų tinklus. Jungtinėje Karalystėje reikalaujama, kad deguonies kiekis būtų ne didesnis nei 2 %, o Švedijoje – ne daugiau nei 1 % [23]

2 lentelė. Biodujų, tinkamų naudoti transporte Švedijoje [23]

Savybė	Vienetas	Standartas A tipo	Standartas B tipo	Metodas
Wobbe indeksas	MJ m-3	44,7-46,4	43,9–47,3	SS-ISO 6976
Metanas (kiekis esant 273 K, 101,3 kPa)	tūrio %	97±1	97±2	ISO 6974
Oktaninis skaičius	130	130		
Rasos taškas (esant didžiausiam slėgiui)	oC	5	5	ISO 6327
Vandens kiekis	mg/m3	max 32	max 32	SS-EN ISO 10101-1,-2,-3
CO_2+ O_2+N_2 (tūris) O2	% %	max 4,0 max 1,0	max 5,0 max 1,0	ISO 6974
Siera	mg/m3	max 23	max 23	ISO 6326-1,-2,-4 SS-EN ISO-3,-5
Azoto kiekis, perskaičiuotas į NH3	mg/m3	20	20	ISO 6974

Šveicarijos nacionaliniame biodujų standarte nurodoma, kad metano kiekis sudarytų ne mažiau 96 %, CO_2 neviršytų 6 %, o siera – 5 mg/m3 (3 lentelė).

3 lentelė. Šveicarijos standarte nurodyti dujų kokybės rodikliai [24]

Rodiklis	Vienetas	Standartas neribotai naudojamoms dujoms	Standartas ribotai naudojamoms dujoms
Metano kiekis	% (tūrio)	>96	>50
Santykinė drėgmė	%	<60	<60
Dulkės	-	Techniškai švarios	Techniškai švarios
CO_2	% (tūrio)	<6	<6
O_2	% (tūrio)	<0,5	<0,5
H_2	% (tūrio)	<5	<5
H_2S	mg/m3	<5	<5
Siera	mg/m3	<30	<30

Vokietijoje biodujos transporto sektoriuje gali būti naudojamos, kai atitinka standarto G260/G262 reikalavimus (4 lentelė). Vokietijoje naudojamoms dujoms reikalavimai panašūs, kaip ir kitose šalyse. Dujos priklausomai nuo šilumingumo (metano kiekio) skirstomos į didelio šilumingumo, kuriose metano kiekis turi būti didesnis nei 97,5 %, ir mažo šilumingumo, kai metano kiekis – 87–68,5 %. Kiti rodikliai nesiskiria.

4 lentelė. Dujų, tinkamų naudoti tiekimui į gamtinių dujų tinklus ir transporte, Vokietijoje standarto reikalavimai [24]

Savybė	Vienetas	Standartas A tipo
Wobbe indeksas	MJ/nm3	46,1–56,5 (Metano kiekis >97,5 %), didelio šilumingumo 37,8–46,8 (Metano kiekis 87–68,5 %), mažo šilumingumo
Santykinis tankis	-	0,55–0,75
Dulkės	–	Techniškai švarios
CO_2	tūrio %	<6
O_2	tūrio %	<3
H_2	tūrio %	<5
S	mg/m3	<30

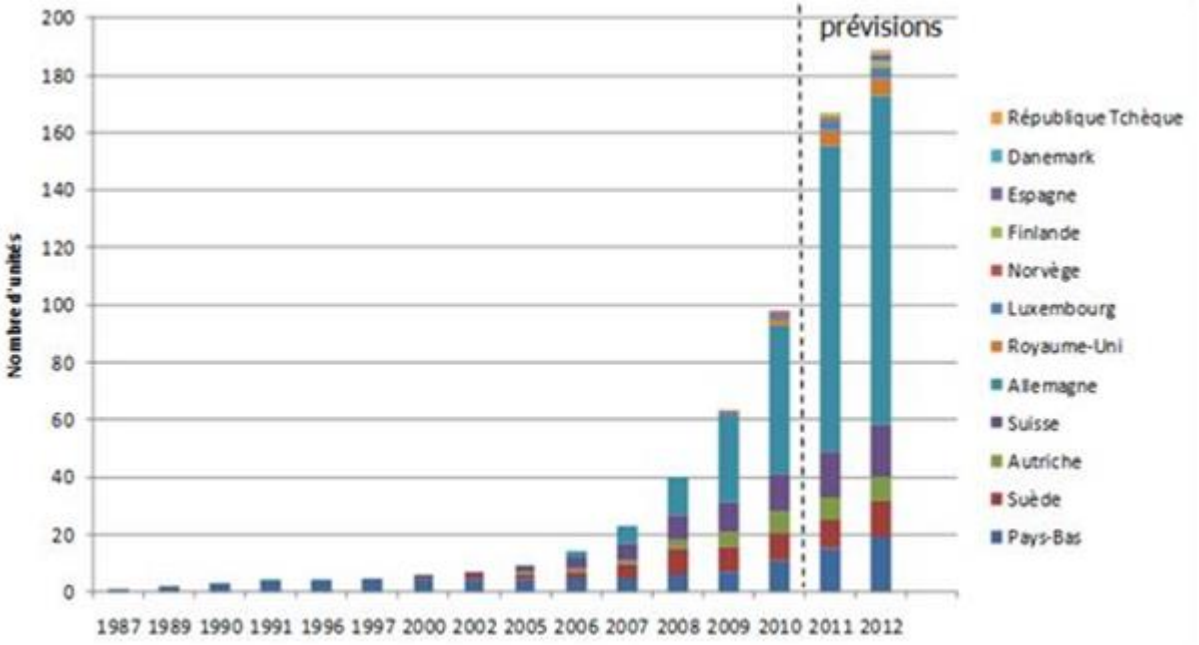
5. BIODUJŲ TIEKIMO Į GDT PLĖTRA EUROPOJE

Atsižvelgiant į tai, kad ES lygiu biodujų tiekimo į gamtinių dujų tinklus yra pakankamai skirtingas, ES institucijos ėmėsi tam tikrų veiksmų, kad skirtumai galėtų būti sušvelninti, o valstybės narės galėtų pasidalinti savo patirtimi, praktika ir taip būtų skatinimas biodujų vartojimas Europoje. Reikia priminti, kad biodujų tiekimas į gamtinių dujų tinklus buvo autorizuotas 2003 m. birželio 26 d. Europos Parlamento ir tarybos Direktyvoje 2003/55/EB dėl gamtinių dujų vidaus rinkos bendrųjų taisyklių, nustatant sąlygą, jog tai galima daryti tuo atveju, jei tai yra techniškai saugu, nekenksminga ir atitinka sanitarinius reikalavimus [25].

Vėliau, 2009 m. balandžio 23 d. Europos Parlamentas ir Taryba priėmė direktyvą 2009/28/EB dėl skatinimo naudoti atsinaujinančių išteklių energiją (OL 2009 L 140, p. 16), kurios 16 straipsnis skirtas biodujų tiekimui į gamtinių dujų tinklus reglamentuoti. Šiame straipsnyje numatyta, kad valstybės narės turi įvertinti būtinybę vystyti infrastruktūras, palengvinančias biodujų tiekimą, stengtis panaikinti, ar bent jau sumažinti teisines, technines, administracines bei ekonomines kliūtis, tam, kad biodujų gamyba bei tiekimas būtų skatinamas, įgytų kitą pagreitį. Ši direktyva padeda pagrindus biodujų tiekimo harmonizavimui ES valstybėse narėse [26].

Tam, kad valstybės narės galėtų pasidalinti patirtimi biodujų gamybos ir tiekimo patirtimi, kad šiam sektoriui būtų suteikta daugiau dėmesio bei matomumo, 2011 m. buvo pradėtas „Green Gas Grids“ projektas. Tai trijų metų trukmės europietiškas, finansuojamas pagal Europos „Protingos energijos“ programą (Intelligent Energy for Europe (IEE) programme) projektas, kurio tikslas - sustiprinti Europos biometano rinką. „Green Gas Girds“ projektą, truksiantį iki 2014 m. gegužės, koordinuoja Vokietijos energijos agentūra „Dena“, o projekto konsorciumas susideda iš 13 europietiškų partnerių, įskaitant nacionalines energijos agentūras, mokslo institutus, pramonės asociacijas, susijusias su biometanu, atsinaujinančia energija bei gamtinėmis dujomis.

Šiuo metu biodujų tiekimas į gamtinių dujų tinklus yra autorizuojamas ir praktikuojamas nemažoje ES valstybių narių dalyje (Vokietijoje, Austrijoje, Švedijoje, Didžiojoje Britanijoje, Suomijoje, Prancūzijoje, Liuksemburge, Nyderlanduose, Danijoje, Italijoje, Kroatijoje), o taip pat Šveicarijoje ir Norvegijoje.



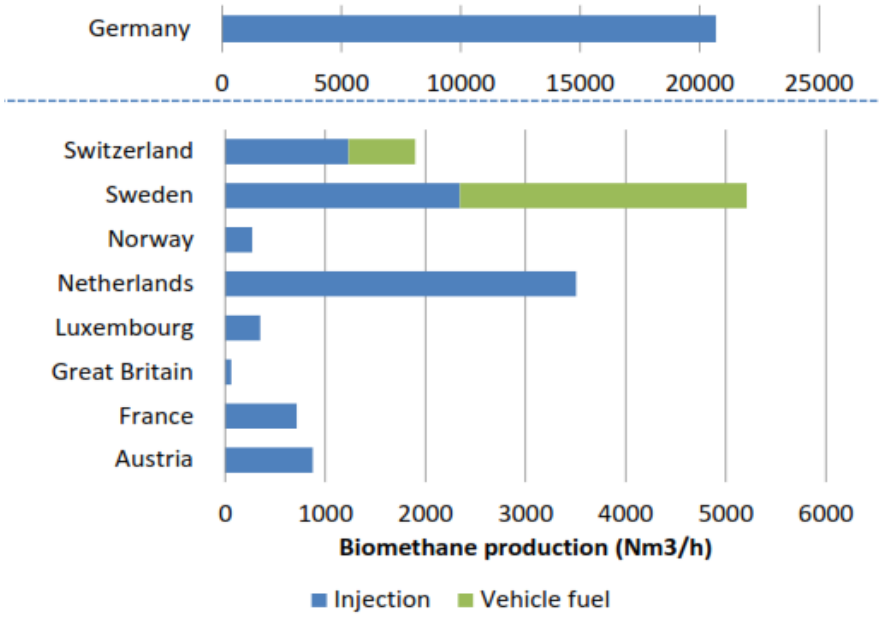
8 pav. šalys, kurios tiekia biodujas į GDT

Tačiau reikia pabrėžti, kad ne visos šios šalys pasirinko vienodus gavybos šaltinius, skiriasi dujų tiekimo reglamentavimas. Jei, pavyzdžiui, Didžioji Britanija, Prancūzija, Italija privilegijuoja biodujų gamybą iš antrinių žaliavų, t.y. atliekų (buitinių, žaliųjų, maisto pramones atliekų), tai Vokietija, Nyderlandai ir kt. renkasi žemės ūkio kultūrų, daugiausia kukurūzų, naudojimą. O štai Šveicarija yra vienintelė šalis, kuri didžiąją dalį biodujų išgauna iš kanalizacijos nuotėkų

Taip pat skiriasi ir šių dujų tiekimo mastas, užimama energetikos rinkos dalis. Šiandien Europoje suskaičiuojama apie 177 ***biometano*** jėgainių, iš kurių 128-ios tiekia biodujas į gamtinių dujų tinklus. Iš 128 biodujų jėgainių, 82 priklauso Vokietijai, ko pasekoje pastaroji tampa

pirmaujančia gamintoja Europoje [27].. 2011 m. Vokietijos biodujų tiekimo į gamtinių dujų tinklus kiekis siekė 260 milijonų kubinių metrų. Vokietijos vyriausybė tikisi, kad ateityje šį skaičių pavyks padidinti. Jos užsibrėžtas tikslas- 6 milijardai kubinių metrų 2020 m. (kitaip tariant, biodujos turėtų padengti 7% dabartinio gamtinių dujų vartojimo) ir 10 milijardų 2030 m. Manoma, jog tam, kad Vokietijai pasisektų įgyvendinti savo siekius, šioji turės plėtoti energetines žaliavas ir šaltinius.

Prancūzijoje, kuri užima ketvirtąją vietą Europos biodujų gamintojų tarpe, biodujų tiekimo projektų skaičius taip pat rodo didėjimo tendencijas, įvairėja biodujų gavybos šaltiniai. Tikimasi, kad artimiausiu metu Prancūzijoje bus leidžiama tiekti biodujas, išgautas iš industrinių atliekų ar nuotėkų dumblo. Nuo 2017 m., pritaikant naują biodujų išgavimo techniką, galimas sausos medžio biomasės, kaip pvz. šiaudai, naudojimas. Prancūzija iki 2020 m. planuoja biodujų tiekimą padidinti iki 6 kartų [28].



9 pav. ES šalių į tinklą tiekiamų biodujų ir transporto sektoriuje sunaudojamų biodujų kiekiai

Tokios šalys kaip Švedija, Šveicarija, Vokietija ir Prancūzija sparčiai plėtoja biometano gamybą ir alternatyvų jo panaudojimą transporto bei tiekimo į gamtinių dujų tinklus sektoriuose. Atsižvelgiant į šių šalių patirtį ir sukurtą palankią įstatyminę bazę, reglamentuojančią biodujų kokybę, galima teigti, kad alternatyvus biodujų panaudojimas tampa konkurencingu tradiciniams biodujų panaudojimo būdams.

Toliau darbe analizuojamos biodujų prijungimo prie GDT Lietuvoje galimybės, vertinami techniniai, teisiniai bei ekonominiai aspektai, kurie yra lyginami su tradiciniais biodujų panaudojimo būdais ir sąlygomis.

6. ELEKTROS ENERGIJOS GAMYBOS IŠ AEI SKATINIMAS, PLANAVIMAS, PLĖTRA LIETUVOJE

Atsinaujinančių energijos išteklių naudojimas skatinamas Lietuvos Respublikos atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymo ir kitų teisės aktų nustatyta tvarka ir sąlygomis. Atsinaujinančių energijos išteklių naudojimas skatinamas taikant nustatytą paramos schemą, kurią sudaro viena ar kelios skatinimo priemonės. Skatinimo priemonėmis yra laikoma:

1) fiksuotas tarifas;

2) energijos iš atsinaujinančių energijos išteklių supirkimas;

3) atsinaujinančius energijos išteklius naudojančių įrenginių prijungimo prie energetikos tinklų ar sistemų išlaidų kompensavimas;

4) energetikos tinklų ar sistemų galios ir pralaidumo ar kitų atitinkamų techninių parametrų rezervavimas atsinaujinančius energijos išteklius naudojantiems įrenginiams prijungti;

5) energijos iš atsinaujinančių energijos išteklių persiuntimas pirmumo teise;

6) elektros energijos gamintojų atleidimas nuo atsakomybės už pagamintos elektros energijos balansavimą ir (ar) elektrinės gamybos pajėgumų rezervavimą skatinimo laikotarpiu;

7) parama žemės ūkio produkcijos – biokuro, biodegalų, biotepalų ir bioalyvų gamybos žaliavos – gamybai ir perdirbimui;

8) privalomo atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo energijai gaminti ir (ar) privalomo energijos iš atsinaujinančių energijos išteklių vartojimo, taip pat biodegalų naudojimo reikalavimai;

9) parama investicijoms į atsinaujinančius energijos išteklius naudojančias technologijas;

Elektros energijos gamyba iš atsinaujinančių energijos išteklių skatinama Vyriausybės nustatyta viešuosius interesus atitinkančių paslaugų teikimo tvarka sumokant šiam gamintojui nustatyto fiksuoto tarifo ir šio gamintojo Vyriausybės nustatyta tvarka parduotos elektros energijos kainos skirtumą, kainos, kuri turi būti ne mažesnė kaip praėjusio mėnesio vidutinė rinkos kaina, apskaičiuojama Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos nustatyta tvarka. Fiksuoti tarifai nustatomi ir skatinimo kvotos didesnės kaip 10 kW įrengtosios galios elektrinėms, atitinkančioms Lietuvos Respublikos atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymo nurodytus uždavinius, paskirstomos aukciono būdu.

Fiksuoti tarifai nustatomi pagal skirtingas elektros energijos gamybos iš atsinaujinančių energijos išteklių technologijas, elektrinių įrengtąsias galias, vadovaujantis skaidriais ir nediskriminaciniais principais. Fiksuotas tarifas taikomas iš atsinaujinančių energijos išteklių pagamintai elektros energijai, kuriai teisės aktų nustatyta tvarka suteikta kilmės garantija.

Nekintančios skatinimo priemonės taikomos 12 metų laikotarpiu nuo leidimo gaminti elektros energiją išdavimo dienos.

Pagal atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo elektros energijai gaminti plėtros planą, vertinant biokuro, tame tarpe ir biodujų energetikos segmentą, pagrindinis uždavinys elektros energetikos sektoriuje iki 2020 metų, biokuro elektrinių, prijungtų prie elektros tinklų, įrengtąją suminę galią padidinti iki 105 *MW*. Taip pat biokuro elektrinių, prijungtų prie elektros tinklų, kurių įrengimas iš dalies finansuojamas iš nacionalinės atsinaujinančių energijos išteklių plėtros programos priemonėms įgyvendinti skirtų lėšų, įskaitant Europos Sąjungos paramos lėšas, tačiau išskyrus viešuosius interesus atitinkančių paslaugų lėšas, ir kurioms netaikomas fiksuotas tarifas, įrengtąją suminę galią padidinti iki optimalios, Nacionalinėje šilumos ūkio plėtros programoje nustatytos biokuro elektrinių galios [10].

Remiantis 2013 m. liepą Seimo priimtomis Atsinaujinančių išteklių įstatymo pataisomis, bendra skatinimo kvota visoms biokuro elektrinėms sumažinama nuo 355 *MW* iki 105 *MW* ir ta naujoji kvota jau išsemta. Energetikos ministerija suskaičiavo, kad iki 2013 metų birželio buvo išnaudota 107 *MW*, jie išdalyti 57 biodujų ir biomasės jėgainėms.

Panagrinėjus biodujų potencialą energijos gamybos kontekste matomos dvi ryškiausios biodujų panaudojimo kryptys-tai šilumos ir elektros energijos gamyba. Apžvelgus elektros energijos gamybos iš AEI skatinimo priemones ir plėtrą reglamentuojančius teisės aktus pastebėta, jog fiksuotą 12 metų tarifą gaunančių biokuro elektrinių, prijungtų prie elektros tinklų instaliuota galia jau viršijo nustatytą kvotą.

Vis dėl to, atsižvelgiant į teikiamas įstatymo pataisas, kurių pagrindu yra siūloma biokuro elektrinių, prijungtų prie elektros tinklų, įrengtąją suminę galią padidinti iki 200 *MW* neatmetama galimybė, kad naujos biokuro elektrinės galėtų gauti fiksuotą tarifą.

Jeigu liktų dabartinė įstatymo redakcija, ir nauja įstatymo pataisa nebūtų priimta, naujai statomos biokuro elektrinės galėtų pretenduoti į paramą pagal šilumos ūkio plėtros programą.

7. TEISĖS AKTŲ, REGLAMENTUOJANČIŲ BIODUJŲ TIEKIMĄ Į GDT LIETUVOJE, APŽVALGA.

Biodujų išvalymas iki gamtinių dujų kokybės atveria didesnes jų panaudojimo galimybes. Biometanas įvestas į gamtinių dujų tinklą gali būti efektyviai transportuojamas į artimiausią tinkamą vietą naudojant esamą infrastruktūrą. Toks lankstumas yra naudingas dėl perspektyvios energijos kontrolės, nukreipiant žaliavos srautus ten, kur jie išnaudojami efektyviausiai.

Biodujų gamybos įrenginių konstrukcijų įrengimo ir eksploatavimo techninės taisyklės nustato privalomus biodujų gamybos įrenginių, biodujų valymo ir paruošimo tiekimui į gamtinių dujų sistemas, konstrukcijų įrengimo ir eksploatavimo bei biodujų kokybės reikalavimus.

Taisyklių tikslas yra sukurti saugias aplinkai biodujų gamybos įrenginių eksploatavimo sąlygas, naudojant biologiškai skaidžias atliekas ir kitas žaliavas, apsaugoti gamtinių dujų sistemas, įrengiant ir eksploatuojant biodujų gamybos įrenginius bei tiekiant biodujas į gamtinių dujų sistemas.

Už biodujų gamybos įrenginius, jų eksploatavimą ir biodujų kokybės atitikimą reikalavimams yra atsakingi asmenys, eksploatuojantys įrenginius. Biodujų gamybos įrenginiai prie gamtinių dujų sistemų prijungiami vadovaujantis Naujų gamtinių dujų sistemų, tiesioginių vamzdynų ir biodujų gamybos įrenginių prijungimo prie veikiančių gamtinių dujų perdavimo ar skirstymo sistemų tvarkos ir sąlygų aprašu, patvirtintu Lietuvos Respublikos energetikos ministro 2012 m. birželio 18 d. įsakymu Nr. 1-115 (Žin., 2012, Nr. 69-3561) bei kituose teisės aktuose nustatyta tvarka [29].

Tiekiant pagamintas biodujas į gamtinių dujų sistemą, jos turi būti išvalytos nuo mechaninių priemaišų bei skysčių ir atitikti joms keliamus reikalavimus. Biodujos tiekiamos į dujų skirstymo sistemas turi būti adoruotos. Adoravimo norma turi būti suderinta su skirstomuosius dujotiekius eksploatuojančiomis įmonėmis ir asmenimis. Reikalavimai biodujoms, tiekiamoms į gamtinių dujų sistemą:

5 lentelė. Reikalavimai biodujoms [29]

Nr.	Techniniai parametrai	Vnt.	Reikšmė
1.	Metanas CH_4	mol %	≥ 91
2.	Anglies dioksidas CO_2 ir azotas N_2	mol %	$\leq 7,5$
3.	Vandenilis H_2	mol %	neleistinas
4.	Vandenilio sulfidas H_2S	mg/nm^3	≤ 7
5.	Mechaninių priemaišų masė	mg/nm^3	≤ 1

5 lentelės tęsinys. Reikalavimai biodujoms [29]

6.	Deguonis O_2	mol %	≤ 0,02
7.	Bendras sieros kiekis	mg/nm^3	≤ 30
8.	Merkaptaninė (tiolio) siera	mg/nm^3	≤16
9.	Propanas C_3H_8	mol %	≤ 3,5
10.	Butanas C_4H_{10}	mol %	≤ 1,5
11.	Žemutinė šilumingumo vertė	$kcal/nm^3$	≥7600
12.	Santykinis tankis	-	0,55–0,63
13.	Viršutinis Wobbe skaičius	MJ/nm^3	44,75–51,86
14.	Angliavandenilių rasos taškas	°C	ne aukštesnis kaip -2, esant 25–75 bar slėgiui
15.	Vandens rasos taškas	°C	ne aukštesnis kaip -10, esant 40 bar slėgiui
16.	Skystos fazės vandens ir angliavandenilių kiekis		neleistinas

Dujų sistemų operatoriai privalo sudaryti sąlygas biodujoms tiekti į dujų sistemas. Biodujų gamybos įrenginiai privalo būti prijungti prie dujų sistemų, jeigu biodujų gamintojas laikosi visų nustatytų techninių, kokybės ir kitų reikalavimų.

Dujų sistemų operatorius kiekvienam naujam biodujų gamintojui, planuojančiam prijungti biodujų gamybos įrenginius prie dujų sistemų, per 30 kalendorinių dienų nuo prašymo prijungti biodujų gamybos įrenginius prie dujų sistemų pateikimo dienos pateikia išsamią ir reikalingą informaciją, įskaitant [10]:

1) prijungimo techninius reikalavimus;

2) išsamią su prijungimu susijusių sąnaudų sąmatą;

3) pagrįstą ir tikslų prijungimo prie dujų sistemų prašymų pateikimo ir nagrinėjimo grafiką;

4) pagrįstą orientacinį siūlomų prijungimų prie dujų sistemų grafiką

Prijungimo (prisijungimo) sąlygas naujų dujų įmonių objektams prijungti išduoda operatorius, prie kurio valdomos perdavimo ar skirstymo sistemos jungiami naujų dujų įmonių objektai.

Operatorius pateikia preliminarias prijungimo sąlygas, kuriose nurodoma:

- naujos dujų įmonės objekto prijungimo techniniai reikalavimai:
- galimos prijungimo vietos;

- dujotiekių, prie kurių jungiamasi, skersmuo;
- maksimalus ir minimalus dujų slėgis prijungimo taške (ar taškuose);
- maksimali dujų transportavimo galia, kuria galės naudotis nauja dujų įmonė (m^3 / val. ir m^3 / parą), maksimalios transportavimo galios apribojimo atvejai, minimalus per valandą apskaičiuojamų dujų kiekis (m^3/val.);
- orientacinis veikiančios perdavimo ar skirstymo sistemos, prie kurios jungiamas naujos dujų įmonės objektas, plėtros poreikis ir terminai, taip pat galimas naujos dujų įmonės objekto prijungimo prie veikiančios perdavimo ar skirstymo projekto vykdymo terminas;
- naujos dujų įmonės objekto prijungimo paslaugos sąnaudų preliminari sąmata:
- prijungimo įmokos dydis pagal ekonomiškai optimaliausią prijungimo vietą;
- prijungimo įmokos mokėjimo tvarka;
- pagrįstas ir tikslus galutinio prašymo pateikimo ir jo nagrinėjimo (prijungimo sąlygų suderinimo) grafikas.

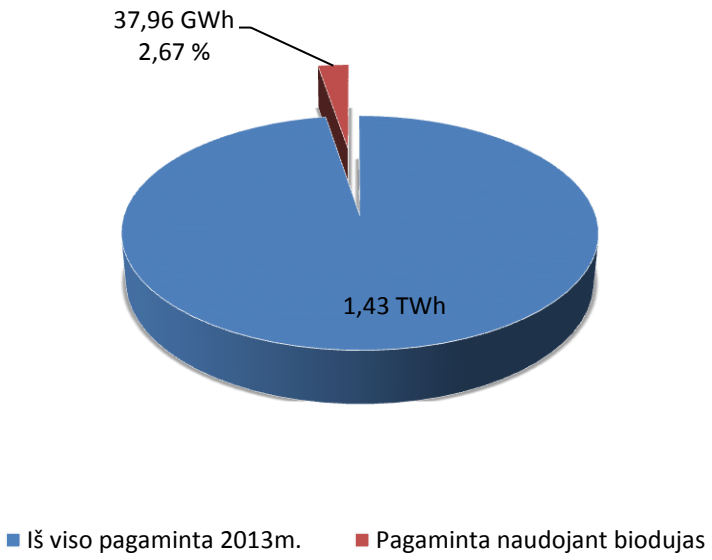
Operatoriaus išduotos preliminarios prijungimo sąlygos galioja 12 mėnesių. Naujai dujų įmonei ir operatoriui suderinus preliminarias prijungimo sąlygas laikoma, kad yra nustatytos galutinės prijungimo sąlygos ir jos yra pagrindas sudaryti prijungimo paslaugos sutartį. Operatorius parengia ir pateikia naujai dujų įmonei prijungimo paslaugos sutarties projektą ne vėliau kaip per 60 kalendorinių dienų nuo galutinio prašymo registravimo dienos [30].

Biodujų gamybos įrenginių prijungimas prie dujų sistemų yra viešuosius interesus atitinkanti paslauga. Biodujų gamybos įrenginių prijungimo kaina yra lygi rangovo, laimėjusio dujų sistemų operatoriaus paskelbtą viešąjį pirkimą dėl įrenginių prijungimo prie dujų sistemų, atliktų darbų kainai. Išlaidos, susijusios su biodujų gamybos įrenginių prijungimu prie dujų sistemų, paskirstomos dujų sistemų operatoriui ir gamintojui. Vyriausybės ar jos įgaliotos institucijos nustatyta tvarka gamintojui yra taikoma 40 procentų prijungimo kainos nuolaida. Likusias su prijungimu prie dujų sistemų susijusias išlaidas apmoka gamintojas [10].

Remiantis Lietuvoje galiojančiais teisės aktais, reglamentuojančiais biodujų prijungimo prie gamtinių dujų tinklų tvarką, galima teigti, kad biodujų gamintojas, atitinkantis biodujų gamybos įrenginių prijungimo prie veikiančių gamtinių dujų perdavimo ar skirstymo sistemų tvarkos ir sąlygų aprašą bei biodujų kokybės reikalavimus gali tiekti biodujas į GDT. Be to, vyriausybės ar jos įgaliotos institucijos tvarka gamintojui taikoma 40 % prisijungimo kainos nuolaida.

8. ESAMOS ELEKTROS ENERGIJOS GAMYBOS IŠ BIODUJŲ ANALIZĖ

Remiantis 2013 m. ataskaitos apie iš atsinaujinančių energijos išteklių pagamintą ir į tinklą patiektą elektros energijos kiekį , naudojant biokurą, biomasę, biodujas, medienos atliekas, vėjo, saulės ir hidroenergiją pagaminta ir į tinklą patiekta 1,423 *TWh* elektros energijos [31]. Iš jų 37,96 *GWh* elektros energijos pagaminta naudojant biodujas, kas sudaro 2,67% viso iš atsinaujinančių energijos išteklių pagaminto elektros energijos kiekio.



10 pav. Elektros energijos gamyba iš AEI 2013 m.

Vertinant plėtrą biodujų elektrinių sektoriuje laikotarpiu iki Lietuvos Respublikos atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymo įsigaliojimo ir nuo įstatymo įsigaliojimo pradžios iki 2013 m. sausio 31 d., matyti, kad elektros energijos gamintojų padaugėjo beveik 36 proc., t. y. iki 2011 m. gegužės 23 d. veikė 11 gamintojų eksploatuojančių biodujų elektrines, o 2012 metų pabaigoje – 15 gamintojų. Nuo Įstatymo įsigaliojimo dienos iki 2012 m. gruodžio 31 d., elektrinių suminė įrengtoji galia padidėjo nuo 10,889 *MW* iki 16,261 *MW*.

Pagaminta ir į elektros tinklus patiekta elektros energijos (2012 m.) beveik 13 proc. daugiau nei per 2011 metus. Iki 2013 metų liepos 31 d. buvo pagaminta ir į elektros tinklus patiekta beveik 20 proc. daugiau elektros energijos nei per 2012 metus. Vidutinis mėnesinis pagaminamas elektros energijos kiekis padidėjo nuo 2485 *MWh* (2011 m.) iki 3187 *MWh* (2013 m. rugsėjo 30 d.) arba 28 % [32].

6 lentelė. Biodujų sektoriaus plėtra 2011 – 2013 m. [32]

Metai	Iki 2011.05.23	Nuo 2011-05-23 iki 2013-01-31	Nuo 2013-02-01	Viso
Išduoti LG (leidimas gaminti) , kuriems skatinimas taikomas	10,889	5,372	1,25	17,511
Veikiančių gamintojų skaičius, vnt.	11	4	2	17
Išduoti LG, (leidimas gaminti) kuriems skatinimas netaikomas	0,63		2,564	3,2
Veikiančių gamintojų skaičius, vnt.	2		2	4
Išduoti LP (leidimas plėtoti), kuriems skatinimas taikomas	5,560	0,06	10	15,62
LP (leidimas plėtoti) skaičius, vnt.	7	2	10	19
Išduoti LP (leidimas plėtoti), kuriems skatinimas netaikomas	0,4	7,761	2,998	11,16
LP (leidimas plėtoti) skaičius, vnt.	1	9	4	14
Pagamintas elektros energijos kiekis, MWh	2011 m.	2012 m.	iki 2013 m. spalio 1d.	
	29.815	33.548	28.682	-
Vidutinis mėnesinis pagamintas elektros energijos kiekis, MWh	2.485	2.796	3.187	-
Aukcione išdalinta skatinimo kvota, MW			17,1	17
Aukciono laimėtojų skaičius, vnt.			18	18

Apibendrinant biodujų sektoriaus plėtrą, pastebėtina, kad iki įstatymo įsigaliojimo dienos leidimų gaminti elektros energiją išduota 11,519 *MW* įrengtajai galiai, iš kurių 0,63 *MW* netaikomas skatinimas.

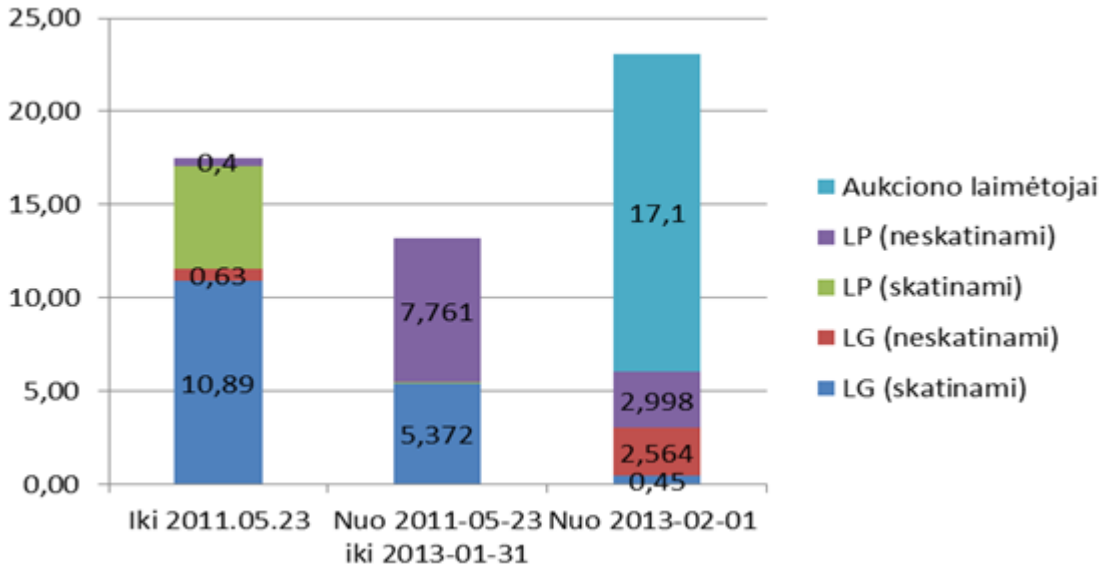
Po Įstatymo įsigaliojimo dienos – 6,622 *MW* (iš jų 0,8 *MW* aukciono laimėtojui). Bendra instaliuota biodujų elektrinių galia, kurios turi leidimus gaminti siekia 20,705 *MW*, iš jų 3,2 *MW* skatinimas netaikomas. Vidutinis statistinis leidimas gaminti, iki įstatymo įsigaliojimo dienos, numatė 0,886 *MW* įrengtąją galią, po įstatymo įsigaliojimo dienos – 0,92 *MW*, įskaitant ir leidimus gaminti, kuriems skatinimas netaikomas.

Iki įstatymo įsigaliojimo dienos išduota 8 galiojantys leidimai plėtoti. Šiais leidimais plėtoti numatyta įrengti iš viso 5,96 *MW*, iš kurių 0,4 *MW* skatinimas netaikomas. Tai reiškia, kad vidutinis statistinis leidimas plėtoti numato 0,745 *MW* įrengiamą galią.

Laikotarpiu nuo įstatymo įsigaliojimo iki 2013 m. lapkričio 13 d. išduota 12 galiojančių skatinamųjų Leidimų plėtoti (10,06 *MW*), iš kurių 10 vnt. (10 *MW*) gamintojams, dalyvavusiems skatinimo kvotų paskirstymo aukcione. Šio laikotarpio vidutinis statistinis leidimas plėtoti numatė 0,838 *MW* įrengtąją galią.

Komisijos organizuotuose skatinimo kvotų paskirstymo aukcionuose nustatyta 18 laimėtojų, kuriems paskirstyta 17,1 *MW* kvotos (daugiau nei 22 proc. nuo bendros skatinimo kvotos biodujų elektrinėms). Statistinė vienos elektrinės galia sudaro 0,95 *MW* įrengtosios galios. 2013 m. III ketvirtyje išduotas 1 leidimas gaminti (0,8 *MW*) bei 10 galiojančių leidimų plėtoti (10 *MW*) gamintojams, kurie fiksuotą tarifą 12 metų laikotarpiui gavo dalyvaudami skatinimo kvotų paskirstymo aukcione.

Apibendrinant sektoriaus plėtrą, pastebėtina, kad bendra elektrinių instaliuota galia, siekia 17,511 *MW* (17 vnt. skatinamųjų Leidimų gaminti)



11 pav. Biodujų jėgainių įrengtoji suminė galia, *MW* [32]

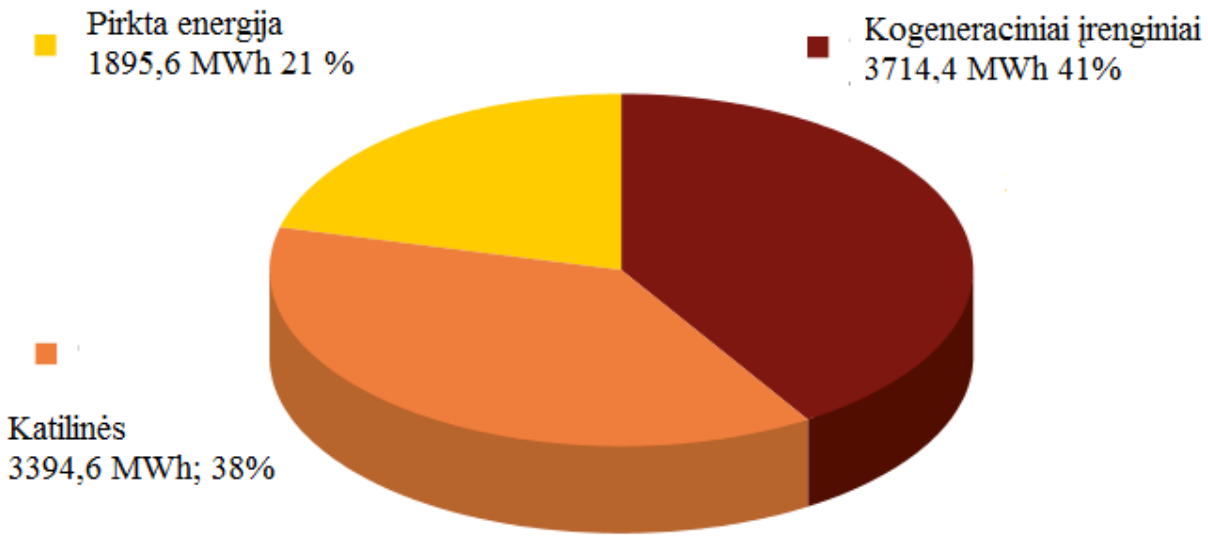
Išduota 19 vnt. skatinamųjų leidimų plėtoti, iš viso 15,62 *MW* įrengtajai galiai. Statistinis leidimas gaminti numato 1,03 *MW* įrengtąją galią, leidimas plėtoti – 0,822 *MW*. Elektrinių, naudojančių biodujas, įrengtoji suminė galia 2013 m. lapkričio 13 dienai sudarė 47,484 *MW*, iš kurių 14,35 *MW*, kuriems skatinimas netaikomas [32].

Atsižvelgiant į biodujų elektrinių potencialą, įrengtas/įrengiamas biodujų elektrines bei Lietuvos nustatytus tikslus ES, galima teigti kad elektros gamyba iš biodujų ir toliau bus plėtojama. Įvertinus pasikeitusio AEI įstatymo nuostatą, tikėtina, kad ši veikla bus skatinama 2014-2020 m. laikotarpio ES investicine parama.

9. BIODUJŲ PANAUDOJIMO CŠT SEKTORIUJE ANALIZĖ

Šilumos energija- tai antrinis, kogeneracijos principu veikiančios, biodujų jėgainės produktas. Pagaminta šiluma gali būti panaudota jėgainės šilumos poreikiams tenkinti arba tiekiama centralizuotai. Biodujų gamybai naudojamos organinės atliekos, susidaro žemdirbystės, gyvulininkystės, komunalinių atliekų, miestų vandenvalos bei maisto pramonės įmonėse, kurios dažniausiai būna nutolusios nuo potencialių CŠT vartotojų. Tokia padėtis apsunkina centralizuotą, biodujų jėgainėse gaminamos šilumos tiekimą, tačiau Lietuvoje yra keletas nepriklausomų šilumos gamintojų, kurie gamina ir centralizuotai tiekia šilumos energiją, pagamintą naudojant biodujas.

Remiantis Lietuvos šilumos tiekėjų asociacijos ir valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos 2013 m. duomenimis buvo nagrinėjamas Lietuvos šilumos ūkis. Pagal 2012 metų šilumos tiekimo bendrovių ūkinės veiklos apžvalgos duomenis šilumos energijos gamybos struktūra LŠTA įmonėse atrodė taip:



12 pav. Šilumos energijos gamybos struktūra LŠTA įmonėse 2012 m. [33]

Išanalizavus šilumos energijos gamybos struktūrą nustatyta, jog 2012 m. iš NŠG nupirkta 1,89 *TWh* šilumos energijos. Nepriklausomi šilumos gamintojai „Ekoresursai“ ir „Kurana“ šilumos gamybai naudoja biodujas ir 2012 metais pagamino 8,9 *GWh* šilumos energijos ir tai sudaro vos 0,47 % viso iš NŠG supirkto šilumos kiekio.

Tuo tarpu pagal VKEKK 2013 metų ataskaitos duomenis [34], iš NŠG buvo supirkta 2,45 *TWh* , iš kurių 47,70 *GWh* šilumos energijos pagaminta naudojant biodujas ir tai sudaro 1,95 % viso iš NŠG supirkto šilumos kiekio. Lyginant su 2012 metais šilumos gamyba naudojant biodujas

išaugo daugiau nei 4 kartus. Taip atsitiko todėl, kad prie NŠG, kurie šilumą gamina naudojant biodujas, prisidėjo dar vienas gamintojas- UAB „Autoidėja“.

Remiantis Lietuvos Respublikos šilumos ūkio įstatymu, šilumos tiekėjai superka iš nepriklausomų šilumos gamintojų šilumą, pagamintą iš atsinaujinančiųjų energijos išteklių, deginant atliekas, iš iškastinio kuro, atitinkančią kokybės, tiekimo patikimumo ir aplinkosaugos reikalavimus. Valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija nustato šilumos supirkimo iš nepriklausomų šilumos gamintojų tvarką ir sąlygas bei tvirtina standartines šilumos pirkimo–pardavimo sutarčių sąlygas, privalomas šilumos tiekėjams ir nepriklausomiems šilumos gamintojams, įskaitant asmenis, ketinančius plėtoti šilumos energijos gamybą ir prisijungti prie šilumos perdavimo tinklų. Valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija, nustatydama šilumos supirkimo iš nepriklausomų šilumos gamintojų tvarką ir sąlygas, privalo atsižvelgti į veiksmingos konkurencijos šilumos gamyboje užtikrinimo, atliekinių ir atsinaujinančiųjų energijos išteklių naudojimo šilumai gaminti skatinimo principus bei šilumos vartotojų teisę gauti šilumą mažiausiomis sąnaudomis. **Visais atvejais šiluma, superkama iš nepriklausomų šilumos gamintojų, negali būti brangesnė negu šilumos tiekėjo palyginamosios šilumos gamybos sąnaudos** [35].

Šiuo metu Lietuvoje šilumos energiją iš biodujų gamina ir centralizuotai tiekia keletas nepriklausomų šilumos gamintojų. Atlikus analizę nustatyta, kad visos NŠG įmonės, šilumos gamybai naudojančios biodujas yra įsikūrusios netoli CŠT infrastruktūrą turinčių miestų ar miestelių, todėl centralizuotam šilumos tiekimui kliūčių nėra. Minėtiems NŠG valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija, nustato šilumos supirkimo tvarką ir sąlygas, kuriomis remiantis superkama pagaminta šilumos energija.

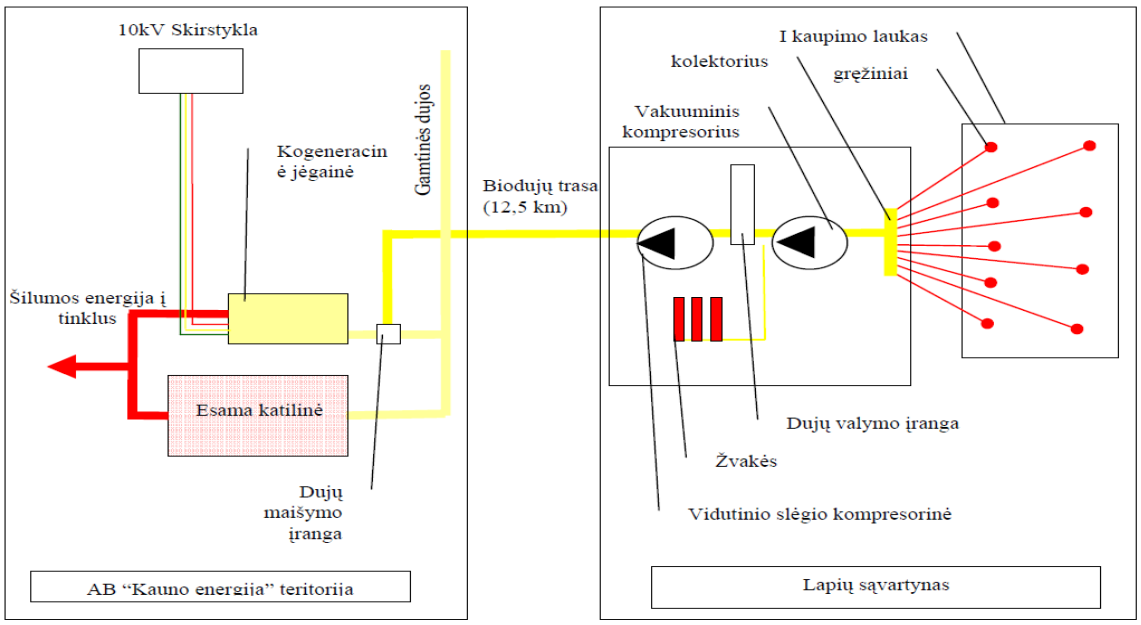
10. ANALIZUOJAMO DARBO OBJEKTO TECHNINĖS CHARAKTERISTIKOS

Baigiamojo darbo praktiniu objektu pasirinktas Kauno rajone esantis Lapių buitinių atliekų sąvartynas, kuris yra eksploatuojamas nuo 1973 metų. Sąvartyno teritorija užima 38,7 *ha* plotą. Sąvartos kaupo storis – 24-30 m, vidutinis storis – apie 16 m. Sąvartyno atliekų struktūra:

- Virtuvės atliekos 39 – 46 %
- Popierius 9 – 14 %
- Sintetinės medžiagos 3 – 6 %
- Stiklas 3 – 6 %
- Metalai 2 – 3 %
- Nenustatytos sudėties 15 – 38 %.

Struktūriniu požiūriu didžiąją nagrinėjamo sąvartyno atliekų dalį sudaro organinės atliekos, kurios kuria palankią terpę biodujų susidarymui. Šiuo metu įrengtos naujos biodujų surinkimo sistemos II ir III atliekų kaupimo laukuose:

- Įrengti 22 vertikalūs dujų surinkimo gręžiniai ant III atliekų kaupimo lauko;
- Įrengtas 21 horizontalus dujų surinkimo vamzdynas II atliekų kaupimo lauke;
- Įrengta nauja kompresorinė bei rekonstruota esama kompresorinė;
- Įrengtas dujų sistemos pajungimas į esamą lapių regioniniame sąvartyne biodujų surinkimo ir dujų panaudojimo kombinuotai elektros energijos ir šilumos gamybos sistemą;
- Įrengti biodujų filtrai, kurie išvalo biodujas nuo sieros vandenilio ir siloksanų ;



13 pav. Lapių sąvartyno I kaupo biodujų išgavimo ir panaudojimo principinė schema [36]

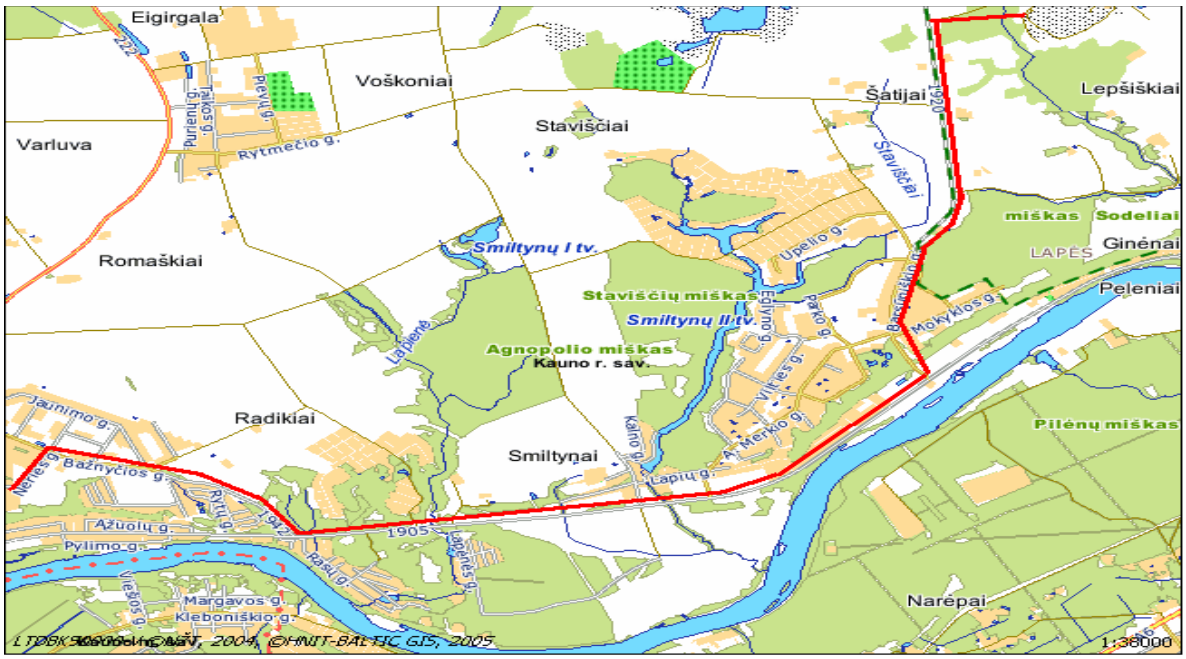
Biodujų surinkimo sistemą sudaro:

- biodujų išsiurbimo gręžiniai;
- matavimų, pumpavimo ir reguliavimo stotis (MPR);
- biodujų tiekimo vamzdžiai, jungiantys išsiurbimo gręžinius, MPR
- biodujų deginimo įrenginys

Sąvartyno biodujos yra siurbiamos jas išpumpuojant iš gręžinių. Horizontalūs biodujų tiekimui naudojami vamzdžiai, pakloti viršutiniame dengiamajame sąvartyno sluoksnyje, jungia visus siurbimo gręžinius su MPR (matavimų, pumpavimo ir reguliavimo) stotimi. Surinktos biodujos iš MPR stoties magistraliniu dujotiekiu paduodamos į jėgainę. Kiekvienas biodujų siurbimo gręžinys atskiru vamzdžiu sujungtas su MPR stotimi. Kiekvienoje jungtyje sumontuoti šie įrengimai, kontroliuojantys ir reguliuojantys biodujų srautą pagal kokybę:

- reguliavimo sklendės;
- manometras;
- biodujų debito matuoklis;
- biodujų sudėties nustatymo įranga.

Surinktos biodujos iš MPR stoties tiekiamos kogeneracinei jėgainei Domeikavoje 12.5 km ilgio biodujų trasa. Trasos klojimo vieta parodyta 14 paveiksle.



14 pav. Biodujų tiekimo trasa [36]

Biodujos tiekiamos į aukštos efektyvumo klasės kombinuoto ciklo jėgaines su vidaus degimo varikliais, kuriose deginamas biodujų ir gamtinių dujų mišinys (ne daugiau 30% biodujų kaloringumo vertės).

Kogeneracinės jėgainės instaliuota elektrinė galia yra 1,2+1,6 *MWe*, instaliuota šiluminė galia - 1,45 *MWš*. Jėgainės instaliuotos AB „Kauno energija“ priklausančiose patalpose Domeikavos katilinėje [36].

10.1. Jėgainės pajėgumų analizė

Nagrinėjama Lapių buitinių atliekų sąvartyno biodujų jėgainė yra įrengta ir eksploatuojama įmonės „Ekoresursai“. Ji pirmoji Lietuvoje įgyvendino biodujų surinkimo sąvartynuose projektus ir įrengė kogeneracijos principu veikiančius vidaus degimo variklius, kuriuose ir yra deginamos biodujos. Žemiau lentelėje pateikiami faktiniai biodujų jėgainės matavimo prietaisų užfiksuoti vieno mėnesio (rugpjūčio) rodmenys.

7 lentelė. Faktiniai Lapių sąvartyno biodujų jėgainės duomenys

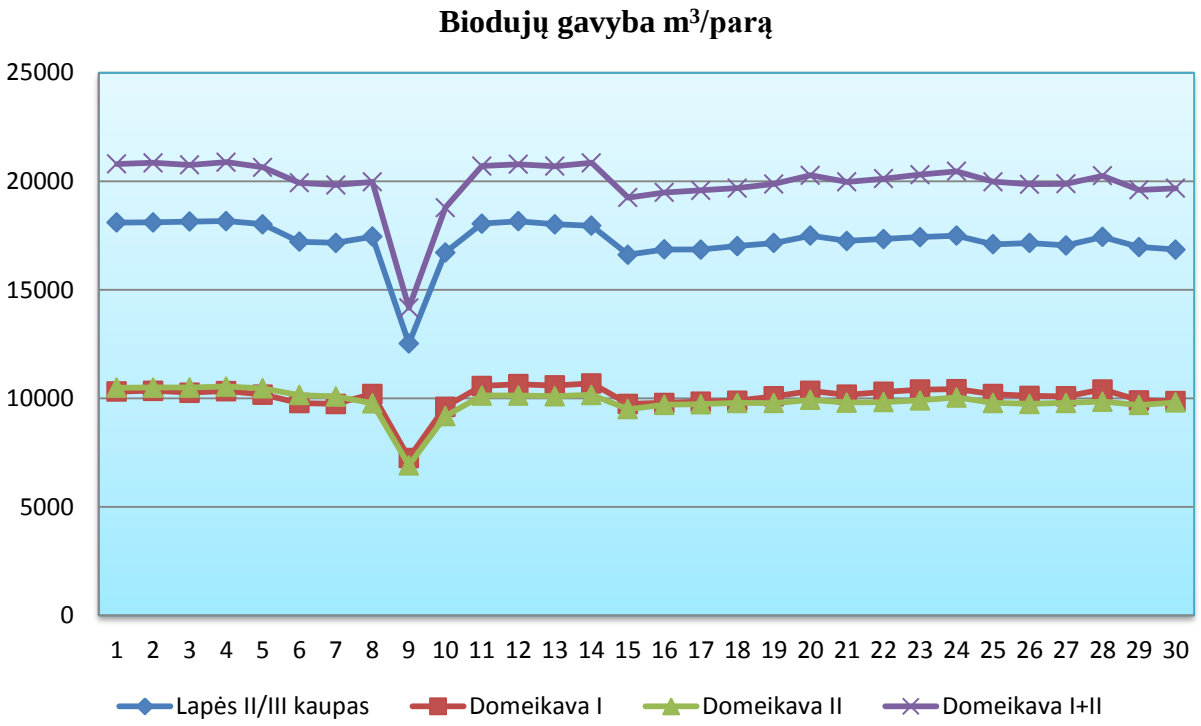
	Biodujų sudėtis, Lapių analizat.	Pagaminta elektros energijos, *MWh*							Šilumos energija, *MWh*		Biodujos, nm^3				Gamtinės dujos, nm^3
Diena	CH4, %	KJ1 elek	KJ2 elek	KJ3 elek	KJ4 elek	MWM1	MWM2	Viso elek			Lapės	Domeikava			
									SKM-1M	MULTICAL	Lapės II/III kaupas	Biod. I	Biod. II	I+II	
31		0	5585	41	5275	12100	15322	38323	0	6,5	17798	10104	10489	20593	0
1	56,5	0	5565	0	5363	12099	15321	38348	0	6,5	18098	10309	10485	20794	0
2	56,9	0	6125	0	5172	12098	15322	38717	0,01	6,5	18107	10348	10498	20846	0
3	56,1	0	5895	0	4768	12100	15323	38086	0	6,5	18140	10256	10496	20752	0
4	57,0	0	5361	0	5781	12100	15321	38563	0,01	6,3	18162	10335	10542	20877	0
5	57,0	3230	3408	3061	3400	12101	12382	37582	0,31	6,5	18015	10174	10462	20636	0
6	57,0	6044	3565	5643	1023	5143	15077	36495	1,34	6,3	17212	9777	10147	19924	0
7	54,6	6200	6189	6376	2441	0	15014	36220	3,11	6,7	17163	9741	10086	19827	0
8	53,2	6023	5638	6057	4793	0	13826	36337	3,53	6,7	17450	10200	9772	19972	0
9	54,3	4210	3931	3981	3931	0	9640	25693	3,56	4,5	12525	7251	6912	14163	0
10	53,8	5990	5618	5875	5225	0	11938	34646	3,32	6,5	16720	9607	9176	18783	0
11	56,3	6311	5863	6190	5366	0	13976	37706	3,22	6,6	18045	10572	10129	20701	0
12	56,1	6421	5733	6213	5223	0	13976	37566	2,95	6,7	18152	10647	10129	20776	0
13	56,8	6241	6234	6241	5102	0	13976	37794	2,92	6,8	18016	10593	10097	20690	0
14	54,9	5616	5949	6075	5279	0	13976	36895	2,87	6,7	17950	10690	10156	20846	0
15	55,6	4785	5152	5108	5016	0	13599	33660	3,09	6,7	16617	9745	9503	19248	0
16	55,5	4798	5117	5440	5280	0	13976	34611	3,14	6,8	16857	9786	9699	19485	0
17	57,4	5021	5553	5505	5279	0	13976	35334	3,16	6,7	16848	9846	9731	19577	0
18	58,3	5380	5554	5530	5280	0	13976	35720	3,33	6,8	17009	9893	9785	19678	0
19	58,9	5836	5788	6315	4053	0	13588	35580	3,28	6,7	17149	10087	9783	19870	0
20	57,8	5700	5862	6060	4628	0	13400	35650	3,27	6,8	17488	10340	9929	20269	0
21	57,3	6832	2850	6944	5226	0	13400	35252	3,22	6,8	17248	10165	9803	19968	0
22	58,6	5662	5104	6712	5281	0	13166	35925	3,16	6,9	17338	10293	9824	20117	0
23	54,0	5932	5316	5660	5280	0	13396	35584	3,13	6,8	17424	10396	9908	20304	0
24	53,8	5864	5122	6179	5147	0	13399	35711	3,16	7	17494	10418	10039	20457	0
25	53,4	6787	2723	7126	5279	0	12736	34651	3,27	7,2	17096	10190	9786	19976	0
26	53,7	6837	2963	6916	5246	0	12433	34395	3,23	7	17152	10114	9746	19860	0

7 lentelės tęsinys. Faktiniai Lapių sąvartyno biodujų jėgainės duomenys															
27	55,1	6488	1650	7004	3231	4545	12437	35355	2,96	7	17042	10093	9785	19878	0
28	55,6	5692	0	6215	309	12610	12290	37116	2,43	6,8	17434	10405	9847	20252	0
29	54,9	5934	0	6047	894	10830	11961	35666	2,55	6,7	16966	9908	9693	19601	0
30	55,3	5774	0	5748	0	12483	12053	36058	2,35	6,8	16852	9865	9806	19671	0
Viso	55,9	149608	139413	154262	133571	118209	420176	1115239	75,88	206	535567	312148	306243	618391	0
								1115,24	***MWh***	**206**	***MWh***			**618391**	**m^3**

Lentelėje pateikta įmonės UAB „Ekoresurasai“ valdomos Lapių sąvartyno jėgainės rugpjūčio mėnesio duomenų ataskaita. Tai 31 paros parodymai, kuriuose fiksuojamas iš atskirų gręžinių išgautas biodujų kiekis, metano procentinė dalis jose, taip pat iš jų pagamintas elektros bei šilumos kiekis MWh. Remiantis atskaitos duomenimis matome, jog sudeginus 618391 m^3 dujų buvo pagaminta 1115,24 *MWh* elektros ir 206 *MWh* šilumos energijos.

Biodujų gavyba

Išgaunamas biodujų kiekis mažai priklauso nuo metų laikų. Didesnę įtaką tam turi paties gręžinio įrengimo vieta, jo teritorijoje vyraujančios atliekos ir kiti veiksniai, todėl nagrinėjant rugpjūčio mėnesio ataskaitos duomenis turima galvoje, jog panašūs duomenys gaunami ir kitais mėnesiais.



15 pav. Biodujų gavyba m^3/parą

Grafike pavaizduoti biodujų kiekiai, išgaunami iš atskirų atliekų kaupimo laukų. Didžiausia biodujų išeiga stebima Lapių II-ame ir III-ame kaupuose ir siekia apie 17tūkst. m^3/parą. Mažesni kiekiai išgaunami iš „Domeikavos“ I-ojo ir II-ojo kaupų, kur išeiga siekia apie 10 tūkst. m^3/parą.

Elektrinis jėgainės efektyvumas

Išgautos biodujos yra deginamos aukštos efektyvumo klasės kombinuoto ciklo jėgainėse su vidaus degimo varikliais. Kogeneracinės jėgainės instaliuota elektrinė galia yra 1,2+1,6 *MWe*. Jėgainė prijungta prie 10kV įtampos tinklo.

Turint iš sąvartyno kaupų išgautą biodujų ir pagamintos elektros energijos kiekį, galime apskaičiuoti jėgainės elektrinį efektyvumą. 8-oje lentelėje pateikiami skaičiavimui reikalingi duomenys ir gautas jėgainės elektrinis efektyvumas.

8 lentelė. Faktiniai Lapių sąvartyno biodujų jėgainės duomenys

Energijos gamybai panaudotas biodujų kiekis m^3	Vidutinė metano koncentracija biodujose %	Gryno metano kiekis tūkst.m^3	El. energijos kiekis *MWh*, pagaminamas iš tūkst.m^3	Pagamintas el. energijos kiekis *MWh*	Elektrinis jėgainės efektyvumas %
618391	55,9	345,4	9,3	1115,24	34,7

Išgauto biuodujų kiekio ir pagamintos elektros energijos santykis rodo faktinį jėgainės elektrinį efektyvumą, kuris rugpjūčio mėnesį siekė 34,7%. Iš viso elektros energiją gamina 6 jėgainėje esantys generatoriai. 16-ajame paveikslėlyje pateikiamos vieno iš šešių elektros generatorių techninės charakteristikos.

MWM
Energy. Efficiency. Environment.

Technical data 50 Hz TCG 2016 V16 C, Bio gas, 500 NOx

Fuel gas : Bio gas (65% CH4 / 35% CO2 or 60% CH4 / 32% CO2, rest N2 or 50% CH4 / 27% CO2, rest N2)

Power : ISO standard power ICN
Speed : 1500 min⁻¹
Speed governor : TEM EVO

Emission NOx : 500 mg/m³n (tolerance - 8%)

Engine type		**TCG 2016 V16 C dry exhaust manifold**			
Number of cylinder / configuration			16 V		
Bore / stroke		mm	132,0 / 160,0		
Displacement		dm³	35,0		
Compression ratio			15,0 : 1		
Mean piston speed		m/s	8,0		
Starter motor		kWel / V DC	9,0 / 24		
Lube oil content engine / base frame (optional)		dm³	135 / 300		
typical mean lube oil consumption at full load		g/kWh	0,20		
Engine jacket water volume/ Kvs value		dm³ / m³/h	56 / 39,0		- with glycol
Engine jacket water temperature in / out max.		°C	84,0 / 91,0		(84,0 / 91,0)
Engine jacket water flow rate min. / max.		m³/h	44 / 60		
Engine jacket water flow rate / pressure loss		m³/h / bar	51,6 / 1,75		(55,5 / 2,03)
Intercooler coolant volume engine / Kvs value		dm³ / m³/h	5,0 / 10,4		
Intercooler coolant temperature in / out		°C	50,0 / 54,7		(50,0 / 55,0)
Intercooler coolant flow rate / pressure loss		m³/h / bar	10,0 / 0,92		(10,0 / 0,92)
Generator					
Generator brand / type		Marelli MJB 400 LC 4	or equal		
Voltage / frequency		V / Hz	400 / 50		
Speed		min⁻¹	1500		
Generator efficiency	(with power factor = 1,00)	%	96,80	96,70	96,30
Load		**%**	**100**	**75**	**50**
Engine power according ISO 3046/1		kW	827	620	415
Mean effective pressure		bar	18,9	14,2	9,5
Exhaust temperature		approx. °C	448	472	493
Exhaust mass flow wet		approx. kg/h	4295	3252	2233
Combustion air mass flow - ISO 3046/1		approx. kg/h	3959	2993	2051
Energy balance	(tolerance for heat rejection ± 8%)				
Electrical power	(with power factor = 1,00)	kWel	**800**	**600**	**400**
Jacket water heat		kW	408	321	241
Intercooler LT heat with coolant temperature	50 °C	kW	53	34	15
Exhaust heat cooled to	150 °C	kW	402	324	243
Engine radiation heat		kW	30	22	14
Generator radiation heat		kW	26	20	15
Fuel consumption	(tolerance + 5%)	kW	1882	1450	1020
Specific fuel consumption		kWh / kWh	2,28	2,34	2,46
Mechanical efficiency		%	43,9	42,8	40,7
Electrical efficiency		%	42,6	41,4	39,2
Thermal efficiency	(exhaust cooled to 150 °C)	%	43,0	44,5	47,5
Total efficiency		%	85,6	85,9	86,7

16 pav. MWM generatoriaus tech. charakteristikos

Gamintojai deklaruoja, jog energijos generatoriaus efektyvumas, kai jis dirba 100 % apkrovimu yra 42,6 %. Praktika rodo, kad realus tokio generatoriaus efektyvumas yra kone 8 % mažesnis ir šiuo atveju siekia 34,7%.

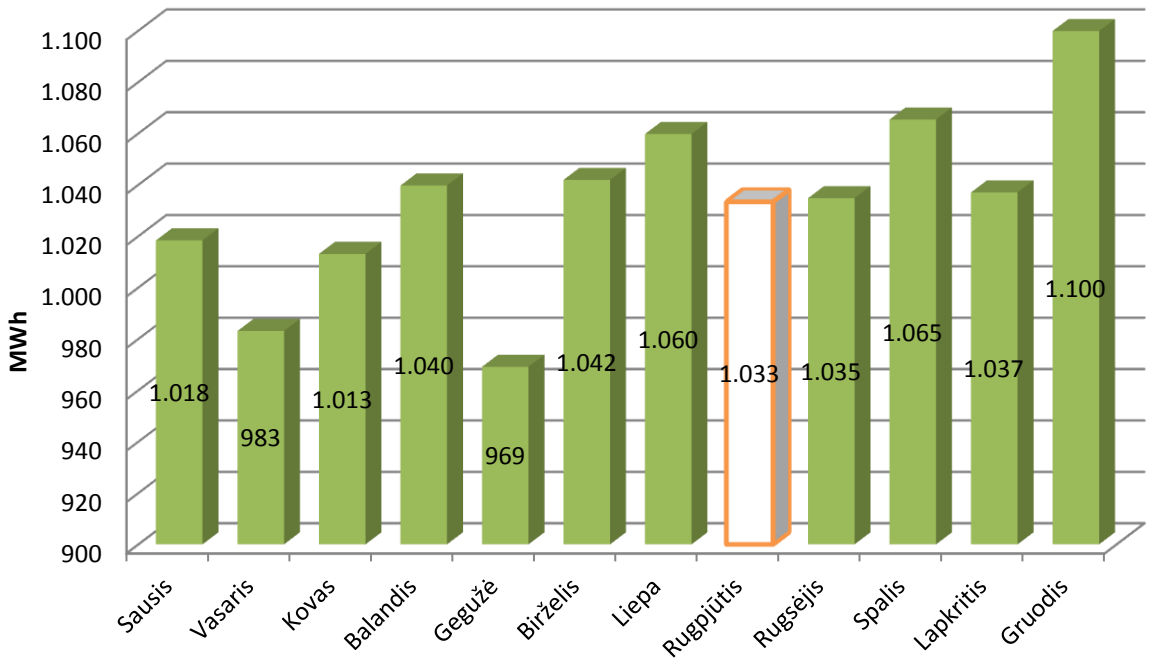
Nors generatoriaus darbą tiesiogiai įtakoja deginamų biodujų kokybė, tačiau šiuo konkrečiu atveju išgaunamų biodujų kokybės svyravimai neiššaukia tokio didelio skirtumo tarp realaus ir gamintojo deklaruojamo generatoriaus elektrinio efektyvumo. Remiantis praktiniais rodmenimis galima teigti, jog gamintojai, pristatydami savo įrenginius, nurodo per aukštą jų efektyvumą, dėl to gaunamos iškraipytos projekto ekonominės prognozės.

10.2. Šilumos ir elektros gamybos tyrimas

Visa Lapių sąvartyno jėgainės generatoriuose pagaminta šilumos ir elektros energija yra parduodama šilumos ir elektros vartotojams. Lietuvos elektros perdavimo sistemos operatorius „LitGrid“ ir AB „Kauno energija“ pateikia 2013 m. ataskaitas, apie į tinklą patiektą šilumos ir elektros energiją, pagamintą naudojant atsinaujinančius energijos išteklius. Vienuoliktoje lentelėje pateikiami mėnesiniai, 2013 m. elektros energijos kiekiai, kurie buvo patiekti į Lietuvos elektros perdavimo tinklus.

9 lentelė. Faktiniai į tinklą patiektos el. energijos kiekiai [31]

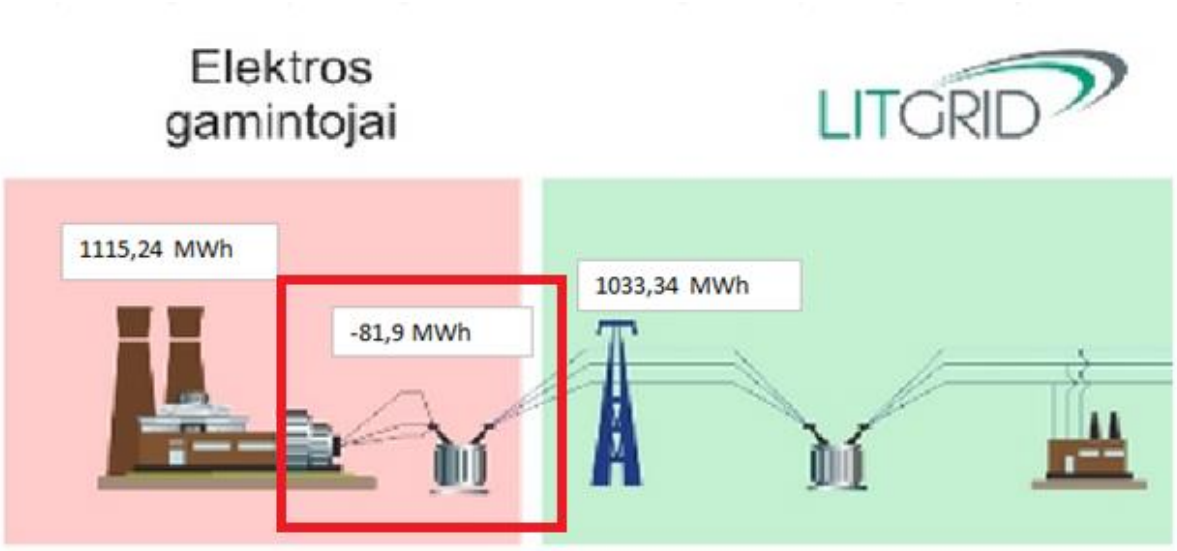
Įmonės (savininko) pavadinimas	**Instaliuota galia, *MW***	**Sausis**	**Vasaris**	**Kovas**	**Balandis**	**Gegužė**	**Birželis**	**Liepa**	**Rugpjūtis**	**Rugsėjis**	**Spalis**	**Lapkritis**	**Gruodis**	**Nuo metų pradžios**
UAB „Ekoresursai“	1,2	226.130	232.937	228.234	343.887	479.068	365.840	251.955	520.655	300.475	271.573	379.019	331.400	**3.931.173**
UAB "Ekoresursai"	1,6	792.203	750.115	784.830	695.782	490.052	676.044	807.806	512.691	734.290	793.813	657.994	768,424	**8.464.044**
	MWh	**1.018.333**	**983.052**	**1.013.064**	**1.039.669**	**969.120**	**1.041.884**	**1.059.761**	**1.033.346**	**1.034.765**	**1.065.386**	**1.037.013**	**1.099.824**	**11.295.393**



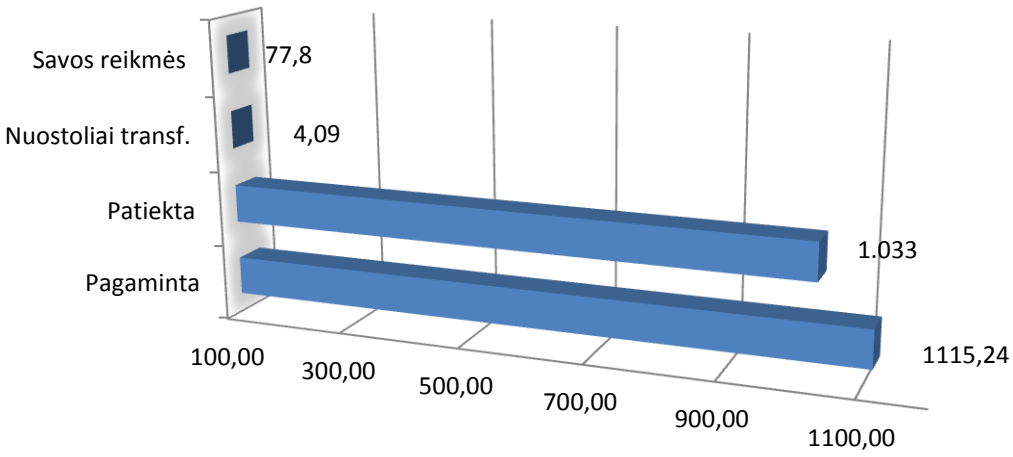
17 pav. Faktiniai į tinklą patiektos el. energijos kiekiai

Analizuojant 2013 metų Lietuvos elektros perdavimo sistemos operatoriaus „LitGrid“ ataskaitą, matome, jog visais metų mėnesiais į tinklą patiekiamas panašus elektros energijos kiekis. Tai reiškia, kad jėgainės elektrinis efektyvumas ir išgaunamas biodujų kiekis skirtingais metų mėnesiais kinta nežymiai.

Nagrinėjant rugpjūčio mėnesio duomenis, kuriuos užfiksavo jėgainės matavimo prietaisai pastebime, jog pagamintas elektros energijos kiekis yra 1115,24 *MWh*, o į tinklą patiektos elektros energijos kiekis yra 1033,34 *MW*. Stebimas 81,9 *MWh* skirtumas, kuris reiškia elektros energijos nuostolius transformatoriuje (apie 5%) ir savoms reikmėms suvartotą elektros energiją.



18 pav. Pagamintos ir į tinklą patiektos energijos kiekis



19 pav. Elektros energijos pasiskirstymas *MWh,*

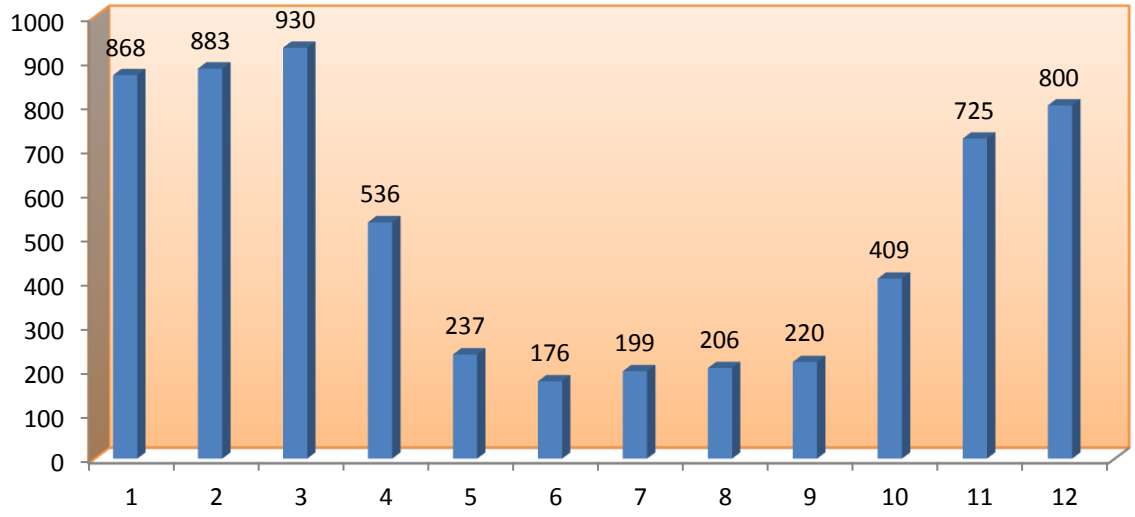
Elektros kiekiai, kurie reikalingi pačios jėgainės poreikiams tenkinti, yra suvartojami cirkuliacinių siurblių darbui, generatorių aušinimo sistemų veikimo užtikrinimui ir kitoms reikmėms.

10.3. Į tinklą patiektos šilumos energijos kiekis

Kogeneraciniu principu veikianti Lapių sąvartyno jėgainė gamina ne tik elektros, bet ir šilumos energiją. Remiantis šilumos ir elektros gamyba bei tiekimu užsiimančios bendrovės „Kauno energija“ duomenimis [37], Lapių sąvartyno jėgainėje 2013m. buvo pagaminta ir į tinklą patiekti tokie šilumos kiekiai:

10 lentelė. Faktiniai į tinklą patiektos šil. energijos kiekiai [37]

Mėnuo	Sausis	Vasaris	Kovas	Balandis	Gegužė	Birželis	Liepa	Rugpjūtis	Rugsėjis	Spalis	Lapkritis	Gruodis
Šilumos kiekis MWh	868	883	930	536	237	176	199	206	220	409	725	800



20 pav. Kauno energijos superkamas šilumos kiekis MWh,

11. FINANSINIS IR EKONOMINIS SĄVARTYNO BIODUJŲ JĖGAINĖS ĮVERTINIMAS

Esant „neapibrėžtai“ įstatyminei bazei, reglamentuojančiai šilumos ir elektros energijos gamybos iš atsinaujinančių energijos išteklių skatinimo, planavimo ir plėtros priemones Lietuvoje, baigiamajame darbe nagrinėjami keletas galimų scenarijų naujai statomai biodujų jėgainei.

- *išlieka fiksuoto tarifo (kvotos) skatinimo priemonė;*
- *kvota panaikinta, gaunama parama pagal šilumos ūkio plėtros programą;*
- *biodujos tiekiamos į gamtinių dujų tinklus;*

Apžvelgus elektros energijos gamybos iš AEI skatinimo priemones ir plėtrą reglamentuojančius teisės aktus pastebėta, jog fiksuotą 12 metų tarifą gaunančių biokuro elektrinių, prijungtų prie elektros tinklų instaliuota galia jau viršijo nustatytą kvotą.

Vis dėl to, atsižvelgiant į teikiamas įstatymo pataisas, kurių pagrindu yra siūloma biokuro elektrinių, prijungtų prie elektros tinklų, įrengtąją suminę galią padidinti iki 200 *MW* neatmetama galimybė, kad naujos biokuro elektrinės galėtų gauti fiksuotą tarifą.

Jeigu liktų dabartinė įstatymo redakcija, ir nauja įstatymo pataisa nebūtų priimta, naujai statomos biokuro elektrinės galėtų pretenduoti į paramą pagal šilumos ūkio plėtros programą.

Trečiojo scenarijaus analizė pasirinkta siekiant išsiaiškinti biodujų prijungimo prie GDT galimybes ir įvertinti faktorius, kurie trukdo konkuruoti šiai biodujų panaudojimo krypčiai lyginant su tradiciniais biodujų panaudojimo būdais.

Remiantis „Lapių“ biodujų jėgainės analizės duomenimis apie jėgainės technologinius pajėgumus, išgaunamus biodujų kiekius, jų kokybę, apie pagamintos ir į tinklą patiektos šilumos bei elektros energijos kiekius, yra atliekamas ekonominis trijų scenarijų vertinimas. **Patiriamos sąnaudos, jėgainės techniniai pajėgumai ir kiti darbe panaudoti faktiniai duomenys yra komercinė paslaptis, todėl daroma prielaida, kad gauti realaus objekto analitiniai rezultatai yra priimami kaip orientaciniai dydžiai, kaip rodikliai, kurie naudojami ekonominėse prognozėse.** Ekonominės ir finansinės analizės tikslas- įvertinti biodujų jėgainės prijungimo prie GDT finansinį patrauklumą ir palyginti su tradiciniais biodujų panaudojimo būdais- šilumos ir elektros gamyba.

11.1. Finansinės grynosios dabartinės vertės (FGDV) skaičiavimas

Grynosios dabartinės vertės (angl. Net present value - NPV) rodiklis yra labiausiai paplitęs ir yra vienas iš svarbiausių investicijų efektyvumo finansinio vertinimo kriterijų. Rodiklio esmė – grynosios dabartinės vertės apskaičiavimas, iš diskontuotų iki investavimo pradžios momento pinigų įplaukų sumos atėmus diskontuotų iki to paties momento piniginių mokėjimų (išlaidų) sumą.

Kadangi pinigų srautai pasiskirstę laike, jie diskontuojami pagal tam tikrą procentinę normą:

$$GDV = -CF_0 + \sum_{t=1}^{T} \frac{CF_t}{(1+i)^t} \qquad (1)$$

CF0 – pradinis investicijų dydis;

CF1,2…,t – pinigų srauto reikšmė t-aisiais metais;

i – kapitalo kaina.

Remiantis grynąja dabartine verte, laikomasi tokios sprendimų priėmimo taisyklės:

- Projektas pasirenkamas, jei GDV (NPV) > 0;
- Projektas atmetamas, jei GDV(NPV) < 0;
- Projektas nei pelningas, nei nuostolingas, jei GDV (NPV) = 0.

Norint gauti pelną iš investuotų lėšų arba kraštutiniu atveju – jų atsipirkimą, būtina, kad GDV (NPV) ≥ 0.

11.2. Finansinės vidinės grąžos normos (FVGN) skaičiavimas.

Analizuojant verslo projektų efektyvumą, vidinė grąžos norma (angl. Internal Rate of Return - IRR) yra vienas iš reikšmingiausių rodiklių. Vidinės grąžos normos metodu apskaičiuojama investicinio projekto grąžos norma IRR, kuri sutapatinama su diskonto norma, kuriai esant, visų iš projekto gaunamų pinigų srautų grynoji dabartinė vertė lygi nuliui:

$$VPN = \sum_{t=0}^{T} \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} = 0 \qquad (2)$$

Vidinė grąžos norma rodo projekto rentabilumą. Projektas su aukštesne vidine grąžos normos verte yra rentabilesnis. Vidinės grąžos normos rodiklis taip pat apibūdina maksimaliai galimą santykinį išlaidų lygį. Pavyzdžiui, jei įgyvendinant projektą gauta banko paskola, tai IRR reikšmė rodo viršutinę leistino banko procentinės normos lygio ribą, kurios viršijimas padaro projektą nepelningą.

Remiantis vidine grąžos norma VGN (IRR), laikomasi tokios sprendimų priėmimo taisyklės:

- projektas priimtinas, jei VGN (IRR) > Diskontą;
- projektas atmetamas, jei VGN (IRR) < Diskontą;
- projektas nei pelningas, nei nuostolingas, jei VGN (IRR) = Diskontui.

12. PIRMASIS SCENARIJUS: IŠLIEKA FIKSUOTO TARIFO SKATINIMO PRIEMONĖ

Šiame ekonominio skaičiavimo etape biodujų jėgainė vertinama pagal pirmąjį scenarijų. Daroma prielaida, kad išlieka fiksuoto tarifo skatinimo priemonė ir jėgainėje pagaminta elektros energija superkama pagal 12 metų laikotarpiui nustatytą fiksuotą tarifą. Pagaminta šiluma superkama pagal nepriklausomiems šilumos gamintojams nustatytą tvarką ir šilumos supirkimo kainas.

Kainų nustatymo metodikos tikslas yra skaidriais, objektyviais ir nediskriminuojančiais principais nustatyti elektros supirkimo tarifus, kurie nustatomi atsižvelgiant į ekonominio efektyvumo, technologinio atnaujinimo ir mažiausios finansinės naštos generavimo vartotojams principus [38].

Nustatant minėtus tarifus elektros metodika nurodo įvertinti:

- investuotino kapitalo apimtį elektros energijos jėgainei įsteigti;
- elektros energijos jėgainės naudingo eksploatavimo laikotarpį;
- elektros energijos jėgainės skatinimo laikotarpį;
- laukiamą elektros energijos jėgainės pagamintos ir patiektos vidutinės metinės elektros energijos kiekį;
- laukiamą elektros energijos jėgainės operacinių sąnaudų apimtį;
- laukiamą elektros energijos jėgainės sąnaudų, prilygintinų žaliavos (kuro) įsigijimo sąnaudoms, apimtį ir sąnaudas sąvartynų nuomai;
- laukiamą elektros ir šilumos galių santykį kietąjį biokurą ir biodujas naudojančioms elektrinėms;
- diskonto normą;
- gamintojo kapitalo struktūrą bei nuosavo ir skolinto kapitalo kainą (grąžą).

11 lentelė. Elektros energijos supirkimo tarifai (2014 m II ketv) pagal instaliuotą galią [38]

ĮG, *kW*	Fiksuotų tarifų dydžiai, *Lt/kWh*		Pokytis, proc.
	II ketvirtis	I ketvirtis	
ĮG ≤ 10	0,40	0,43	-6,98
10 < ĮG ≤ 350	0,39	0,41	-4,88
350 < ĮG ≤ 500			
ĮG >500	0,31	0,33	-6,06

Nagrinėjamo Lapių buitinių atliekų sąvartyno jėgainės instaliuota elektrinė galia yra 2,8 MW ir tokiai jėgainei maksimalus galimas elektros energijos supirkimo tarifas 0,31 Lt/kWh. Vidutinė 2013 metų šilumos supirkimo kaina remiantis „Kauno energijos“ duomenimis [37] yra 17,85 ct/kWh.

Siekiant ekonomiškai įvertinti naujai statomą biodujų jėgainę yra vertinamos tokios prilaidos:

12. lentelė. Investicinių skaičiavimų prielaidos [38]

Reikšmė	Kilmė
12 metų	Skatinimo laikotarpis - Įstatymo 20 straipsnio 8 dalis.
15 metų	Jėgainės naudingo eksploatavimo laikotarpis. Jėgainės naudingo eksploatavimo laikotarpis – Komisijos 2013 m. vasario 25 d. pažymos Nr. O5-67 „Dėl elektros energijos, pagamintos naudojant atsinaujinančius energijos išteklius, tarifų nustatymo 2013 metų II ketvirčiui“, 24 p.
5.386,83 *Lt/kW*	Kapitalo apimtis jėgainės gamybos įrenginiams. World Energy Perspective. Cost and energy Technologies, 27 p.
6,99 proc.	Diskonto norma, nustatyta kaip vidutinė svertinė kapitalo kaina. „Pažyma dėl elektros energijos, pagamintos naudojant atsinaujinančius energijos išteklius, tarifų nustatymo 2014 m. II ketvirčiui.“
12,395 *TWh;*	Vidutinis metinis elektrinėje pagamintas ir į tinklus patiektas elektros energijos kiekis. (Litgrid 2013 metų ataskaita.)
6189,0 *MWh;*	Vidutinis metinis jėgainėje pagamintas ir į tinklus patiektas šilumos energijos kiekis. (Kauno energijos 2013 metų ataskaita.)
2,8 *MWe;*	Instaliuota jėgainės galia.
389,57 *Lt/kW*	Operacinės sąnaudos. Metodikos 19 punktas riboja apimtį – ne daugiau nei 12 proc. nuo KI vertės. World Energy Perspective. Cost and energy Technologies, 27 p.
265,03 *Lt/kW*	Sąnaudos, prilygintinos žaliavos (kuro) įsigijimo sąnaudoms. Sąvartyno nuomos kaina sudaro 15% nuo gautų pajamų
0,31 *Lt/kWh*	Nustatytas 12 metų laikotarpiui elektros supirkimo tarifo dydis;
0,169 *Lt/kWh*	Vidutinė elektros kaina biržoje 2013 m; Pagal „BaltPool“ duomenis
17,85 *ct/kWh*	Vidutinė šilumos supirkimo kaina; (Kauno energijos 2013 metų vidutinė šilumos supirkimo kaina, taikoma nagrinėjami jėgainei.)

Remiantis aukščiau pateiktomis prielaidomis buvo atliktas ekonominis biodujų jėgainės vertinimas. Gauti apibendrinti duomenys pateikti 13 lentelėje. Detalūs skaičiavimo rezultatai pateikti prieduose (Priedas Nr. 1).

13 lentelė. Ekonominio vertinimo rezultatai

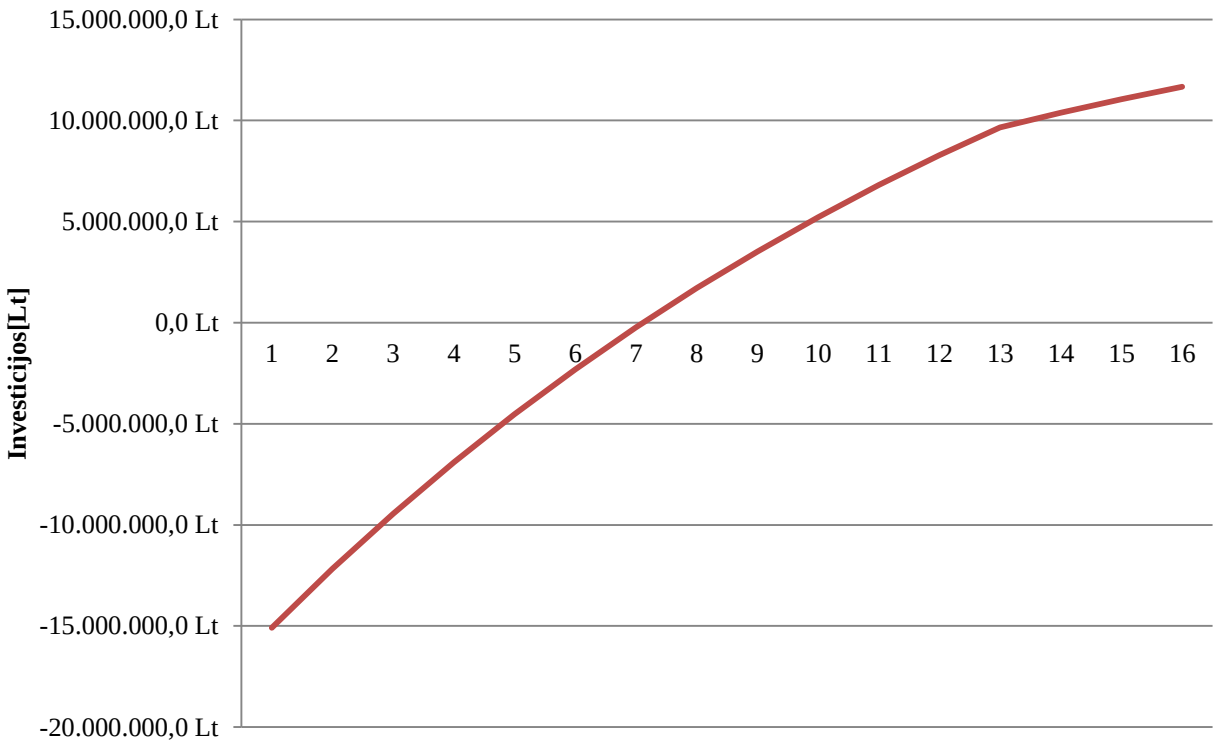
Pavadinimas	Mato vnt.	Reikšmė
Instaliuota galia	kW	2800
Diskonto norma	%	6,99%
Investicijos	Lt	-15.083.124 Lt
Eksploatacinės išlaidos	Lt/15m	16.361.940,00 Lt
Sąnaudos prilygintos žaliavų įsigijimo Sąnaudoms.	Lt/15m	11.131.320,98 Lt
Kasmetiniai sutaupymai	Lt	3.114.369,70 Lt
Diskontuoti kasmetiniai sutaupymai	Lt	2.910.897,94 Lt
Grynoji dabartinė vertė (GDV)	Lt	11.675.611,88 Lt
Vidinė grąžos norma (VGN)	%	18,56%
Diskontuotas atsipirkimo laikas	m.	7

Apskaičiuota, jog norint įrengti 2,8 *MW* galios biodujų jėgainę reikėtų virš 15 mln. litų pradinių investicijų. Atsižvelgiant į tai , jog naudingas sąvartyno eksploatavimo laikas yra 15 metų, yra vertinamos per šį laikotarpį patiriamos sąnaudos sąvartyno nuomai, sąnaudos, prilygintos žaliavų įsigijimo sąnaudoms ir operacinės (eksploatacinės) sąnaudos. Taip pat apskaičiuoti kasmetiniai sutaupymai, kurie įvertinus sąnaudas, gaunami iš šilumos ir elektros energijos prekybos.

Norint gauti pelną iš investuotų lėšų arba kraštutiniu atveju – jų atsipirkimą, būtina, kad GDV (NPV) ≥ 0. Šiuo atveju matome, kad grynoji dabartinė vertė po 15 metų būtų 11,67 *mln. Lt.*, o tai reiškia, kad projektas yra pelningas.

Vidinė grąžos norma rodo projekto rentabilumą. Projektas su aukštesne vidine grąžos normos verte yra rentabilesnis. Vidinės grąžos normos rodiklis taip pat apibūdina maksimaliai galimą santykinį išlaidų lygį. Pavyzdžiui, jei įgyvendinant projektą gauta banko paskola, tai IRR reikšmė rodo viršutinę leistino banko procentinės normos lygio ribą, kurios viršijimas padaro projektą nepelningą. Šiuo atveju ši riba siekia 18,56 %.

Įvertinus investicijas, patiriamas sąnaudas ir gaunamus sutaupymus per naudingą jėgainės eksploatavimo laikotarpį yra skaičiuojamas projekto atsipirkimo laikas. Atsipirkimas yra vertinamas naudojant diskontuotus sutaupymus. Projekto atsipirkimo dinamika pavaizduota žemiau esančiame 21 paveikslėlyje.



21 pav. Diskontuotas atsipirkimo laikas [m]

Projekto įgyvendinimo pradžioje reikalingos didesnės nei 15 *mln*. litų investicijos, tačiau įvertinus patiriamų sąnaudų ir gaunamų sutaupymų santykį matome, kad projekto atsiperkamumas pasiekiamas 7-tais jėgainės eksploatavimo metais ir gaunamos 1,7 *mln. Lt* pajamos. Žinant tai, jog pastovi elektros supirkimo kaina taikoma 12 metų laikotarpiui, pateiktame paveikslėlyje stebimas gaunamų pajamų augimo nežymus sumažėjimas. Taip atsitiko todėl, jog pasibaigus skatinimo laikotarpiui, elektros supirkimo kaina yra lygi elektros kainai biržoje, kurios vidutinė reikšmė 2013 metais siekė 169 *Lt/MWh*. Šilumos supirkimo kaina buvo vertinama kaip pastovus vidurkinis dydis, kurio reikšmė nurodyta 12 lentelėje.

Atlikus ekonominį skaičiavimą pagal pirmąjį scenarijų, kuriame buvo vertinama prielaida, kad išlieka fiksuoto tarifo (kvotos) skatinimo priemonė, nustatyta, kad esant 12 metų fiksuotam elektros energijos (0,31 *ct./kWh*) tarifui ir pastoviai (17,85 *ct./kWh*) šilumos kainai projektas yra ekonomiškai patrauklus.

Palyginus VGN ir diskonto normos rodiklius matome, jog VGN 18,56% > diskontą 6,99 %, ir tai reiškia, jog projektas yra pelningas, ir vertinant naudingo eksploatacinio laikotarpio (15 metų) ir atsipirkimo laikotarpio (7 metų) santykį, ekonominė nauda yra didelė.

13. ANTRASIS SCENARIJUS: KVOTA PANAIKINTA, GAUNAMA PARAMA PAGAL ŠILUMOS ŪKIO PLĖTROS PROGRAMĄ

Antrojo scenarijaus atveju analizuojamas variantas, kai elektros supirkimo kvota 12 metų laikotarpiui yra netaikoma. Tokiu atveju naujos jėgainės statytojai gali pretenduoti į valstybės paramą pagal Šilumos ūkio plėtros programą. Joje numatyta, kad renovuojant esamus kogeneracinius pajėgumus ar statant naujus, reikia užtikrinti, kad Kauno CŠT sistemoje prie esančių pajėgumų papildomai būtų įrengta elektrinės galios įrenginių, elektros energijos gamybai naudojančių atsinaujinančius energijos išteklius ir tokią galią padidinti iki *50 MW*.

Vienas iš pagrindinių šilumos ūkio plėtros programos tikslų yra didinti vietinės konkurencingos elektros gamybos apimtis skatinant didelio naudingumo šilumos ir elektros kogeneraciją ir tam numatoma skirti *650 mln. Lt*. valstybės paramos 2014-2021 metams [39].

Pagaminta elektra būtų superkama atsižvelgiant į elektros kainą rinkoje, o šiluma visais atvejais superkama iš nepriklausomų šilumos gamintojų, negali būti brangesnė negu šilumos tiekėjo palyginamosios šilumos gamybos sąnaudos.

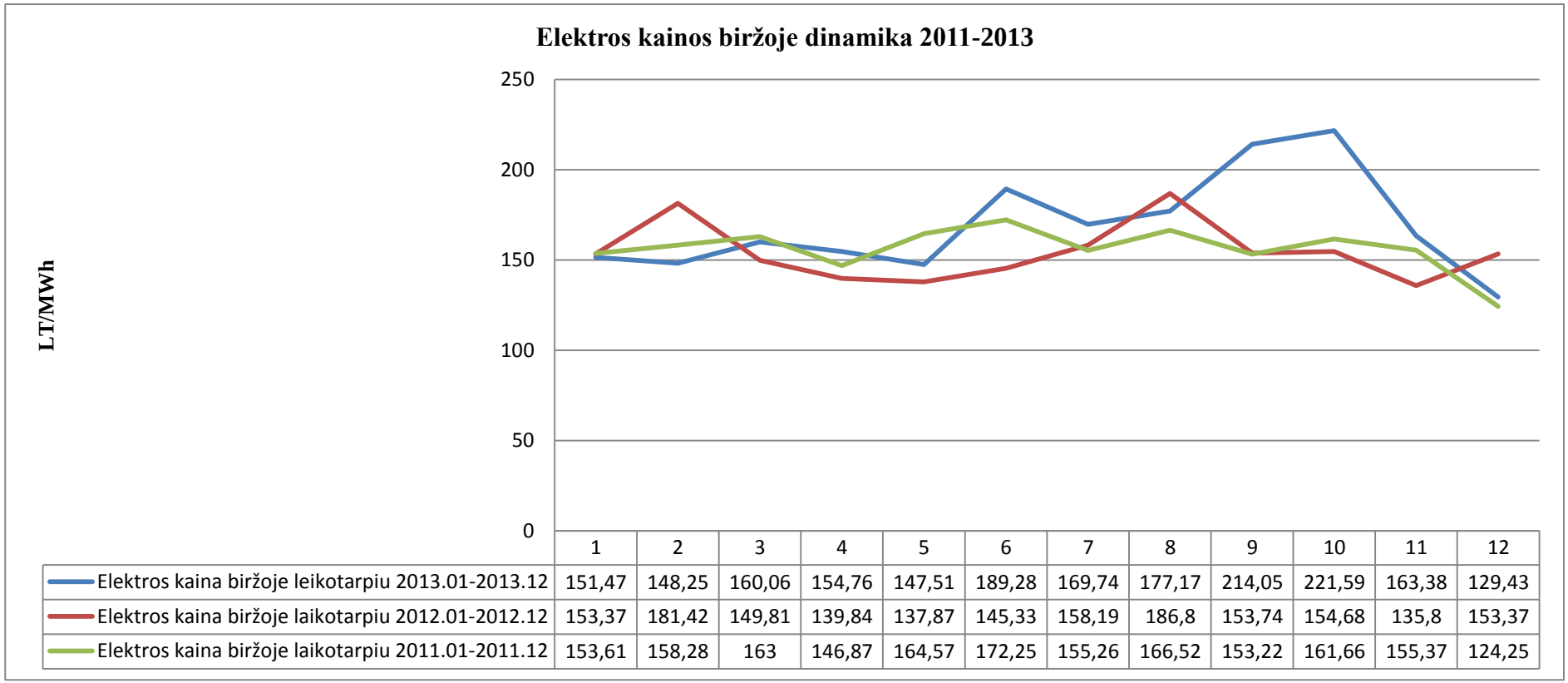
Energijos išteklių biržos "Baltpool" apžvalga

„Baltpool" yra Lietuvoje veikiančios energijos išteklių biržos operatorė, turinti teisę organizuoti biokuro, dujų ir pagalbinių apsaugos nuo energijos kainų svyravimo instrumentų prekybą. Taip pat bendrovė yra viešuosius interesus atitinkančių paslaugų (VIAP) lėšų administratorius, atliekanti VIAP lėšų surinkimo, išmokėjimo ir administravimo funkcijas.

„Baltpool" akcininkai yra Lietuvos perdavimo sistemos operatorius AB „Litgrid" ir AB „Klaipėdos nafta" – dvi stambios energetikos įmonės, kurių akcijos priklauso valstybei. Energijos išteklių biržos operatoriaus valdyboje yra Lietuvos Respublikos Energetikos ministerijos atstovas, taigi „Baltpool" tiesiogiai įgyvendina valstybės politiką – didinti konkurencingumą energijos išteklių rinkoje [40].

Analizuojant antrąjį scenarijų ir siekiant ekonomiškai įvertinti projekto naudą, labai svarbūs faktoriai yra subsidijų dydis naujai statomai jėgainei ir elektros bei šilumos supirkimo kaina, kurios galima tikėtis rinkoje. Iki šiol galiojančioje praktikoje valstybės parama naujai statomoms kogeneracinėms biokuro jėgainėms sudaro pusę visų reikalingų investicijų. Todėl šiuo atveju daroma prielaida, kad gaunama parama sudarys 50 % visų reikalingų lėšų.

Siekiant nustatyti galimą elektros supirkimo kainą, buvo analizuojami 2011-2013 metų „Baltpool" elektros biržos duomenys.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Elektros kaina biržoje leikotarpiu 2013.01-2013.12	151,47	148,25	160,06	154,76	147,51	189,28	169,74	177,17	214,05	221,59	163,38	129,43
Elektros kaina biržoje laikotarpiu 2012.01-2012.12	153,37	181,42	149,81	139,84	137,87	145,33	158,19	186,8	153,74	154,68	135,8	153,37
Elektros kaina biržoje laikotarpiu 2011.01-2011.12	153,61	158,28	163	146,87	164,57	172,25	155,26	166,52	153,22	161,66	155,37	124,25

22 pav. Elektros kaina biržoje 2011-2013m.

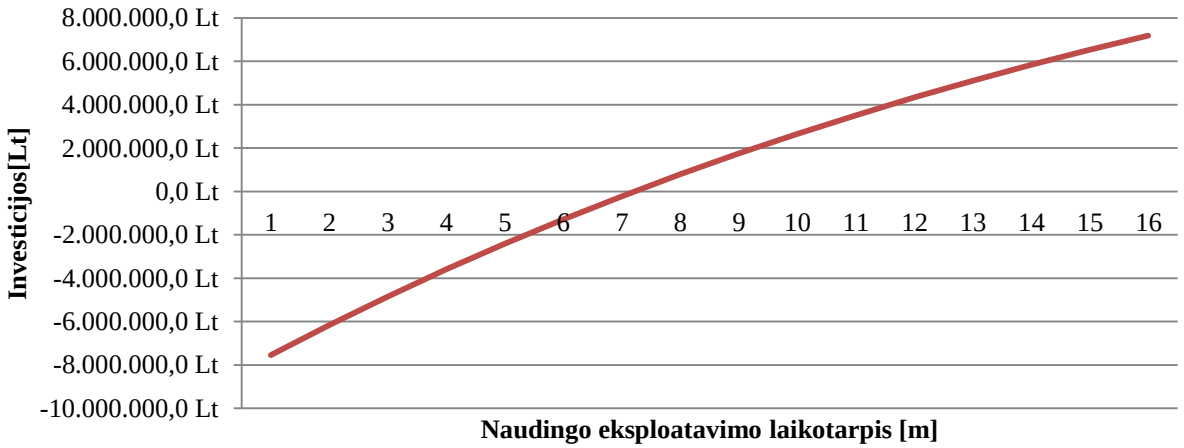
Panagrinėjus 2011-2013 metų elektros supirkimo kainas rinkoje nustatyta, jog vidutinė elektros supirkimo kaina 2011 metais buvo 156,24 *Lt/MWh*, 2012 metais- 154,18 *Lt/MWh*, ir 2013 metais 168,89 *Lt/MWh* [40]. Lyginant 2012 ir 2013 metų elektros kainas pastebimas maždaug 1% kainos augimas, todėl ekonominiame šio scenarijaus vertinime daroma prielaida, kad elektros supirkimo kaina per analizuojamąjį 15 metų laikotarpį kasmet augs1%.

Remiantis ankstesniais ekonominio vertinimo kriterijais, ekonominis skaičiavimas buvo atliktas ir antrojo scenarijaus atveju. Gauti apibendrinti duomenys pateikti 14 lentelėje. Detalūs skaičiavimo rezultatai pateikti prieduose (Priedas Nr. 2).

14 lentelė. Ekonominio vertinimo rezultatai

Pavadinimas	Mato vnt.	Reikšmė
Instaliuota galia	kW	2800
Diskonto norma	%	6,99%
Investicijos	Lt	-7.541.562 Lt
Eksploatacinės išlaidos	Lt/15m	16.361.940,00 Lt
Sąnaudos prilygintos žaliavų įsigijimo Sąnaudoms.	Lt/15m	11.131.320,98 Lt
Kasmetiniai sutaupymai	Lt	1.484.398,67 Lt
Diskontuoti kasmetiniai sutaupymai	Lt	1.387.418,14 Lt
Elektros kaina biržoje	Lt/MWh	179-205
Grynoji dabartinė vertė (GDV)	Lt	7.195.061,55 Lt
Vidinė grąžos norma (VGN)	%	19,45%
Diskontuotas atsipirkimo laikas	m.	7

Vertinant tai, jog gaunamos subsidijos naujos biokuro jėgainės statybai sudaro 50% visų projektui įgyvendinti reikalingų lėšų, nuosavo kapitalo suma turėtų sudaryti apie 7,5 *mln. Lt*. Nepaisant to, kad elektros supirkimo kaina biržoje yra mažesnė už tą, kurią gauna gamintojas 12 metų laikotarpiui, įvertinus valstybės paramą projektas tampa ekonomiškai patraukliu. Vertinant naudingąjį jėgainės eksploatacinį laikotarpį (15 m.) ir jo metu gaunamus sutaupymus nustatyta, kad esant apskaičiuotoms jėgainės eksploatacinėms, operacinėms ir sąnaudoms, prilygintoms žaliavų įsigijimo sąnaudoms, jėgainė atsiperka ir GDV po 15 metų yra 7,2 *mln. Lt*.



23 pav. Diskontuotas atsipirkimo laikas [m]

Vidinės grąžos normos rodiklis VGN 19,45 % < diskontas 6,99 % , todėl toks projektas vertinamas kaip ekonomiškai naudingas.

14. TREČIASIS SCENARIJUS: BIODUJŲ TIEKIMO Į GDT GALIMYBĖ

14.1. Techninės „Lapių“ jėgainės prijungimo galimybės

Tam, kad biodujos galėtų būti tiekiamos į gamtinių dujų tinklus, jos turi atitikti ne tik kokybės, bet ir techninius reikalavimus. Gamtinės dujos veikiančia perdavimo sistema transportuojamos dujų slėgiui neviršijant 55 barų, o naujai įrengiama perdavimo sistema gali būti transportuojamos dujų slėgiui neviršijant 100 barų. Prie veikiančios perdavimo ar skirstymo sistemos prijungiant naują gamtinių dujų sistemą, tiesioginį vamzdyną ar biodujų gamybos įrenginį, slėgis prijungimo prie veikiančios perdavimo ar skirstymo sistemos taške neturi viršyti veikiančios perdavimo ar skirstymo sistemos didžiausio darbinio slėgio [30]. Žemiau esančiame paveikslėlyje pateikiamas Lietuvos dujotiekio tinklų žemėlapis.



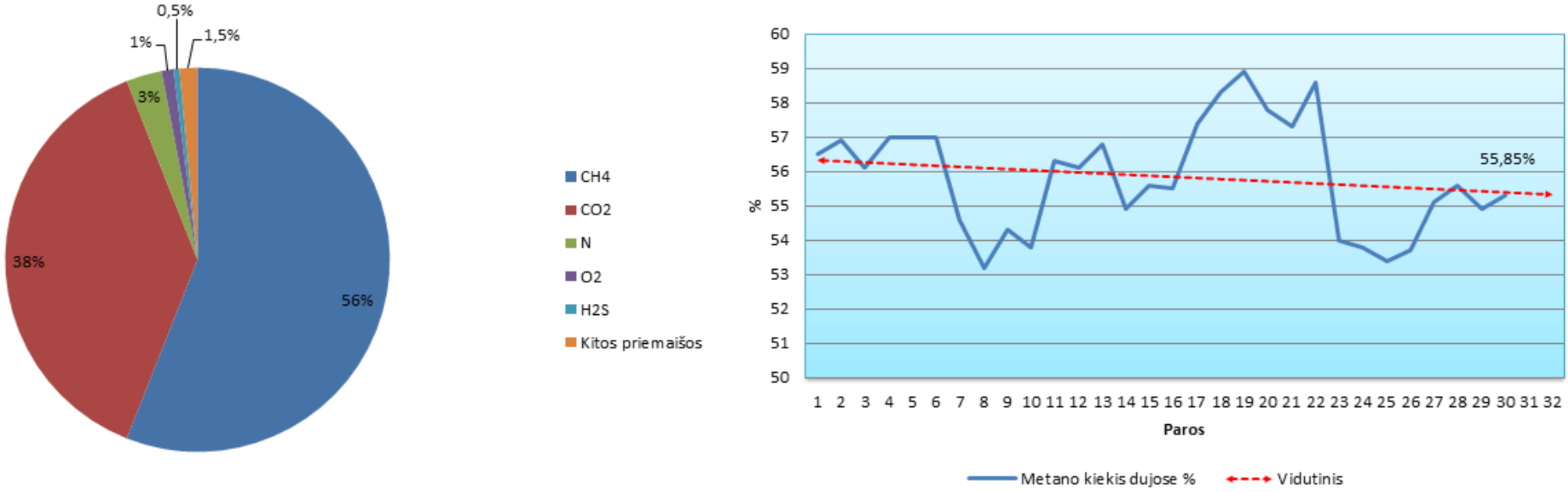
24 pav. Lietuvos dujotiekio tinklų žemėlapis

Išanalizavus Kauno inžinerinę ir komunalinę infrastruktūrą nustatyta, kad Kauno apskričiai dujos tiekiamos iš magistralinių (55 bar slėgio) gamtinių dujų tiekimo tinklų per dujų skirstymo stotis. Miestui dujos tiekiamos iš DSS-1 (Ramučiuose prie kelio Klaipėda-Vilnius) ir DSS-2 (prie Domeikavos gyvenvietes). DSS-1 pajėgumas 120 000 m^3/h, DSS-2 pajėgumas 30 000 m^3/h [41].

Geografiniu požiūriu „Lapių“ biodujų jėgainė yra palankioje padėtyje dėl prisijungimo prie magistralinio ar skirstomojo dujotiekio, todėl galima daryti išvadą, kad jėgainės prijungimas prie GDT yra įmanomas.

14.2. „Lapių“ jėgainės išgaunamų biodujų kokybė

Norint tiekti biodujas į GDT privaloma laikytis ne tik konstrukcijų įrengimo ir eksploatavimo, bet ir biodujų kokybės reikalavimų (5 lentelė). Svarbiausias biodujų elementinės sudėties komponentas yra metanas. Kuo didesnė metano dalis biodujose, tuo geresnė dujų kokybė. Metanas yra kuras, kurį deginant gaminama šilumos ir elektros energija, o visa kita- balastas, arba kitaip tariant priemaišos, kurias sudaro anglies dioksidas, sieros vandenilis, azotas, deguonis, siloksanai ir kiti junginiai.



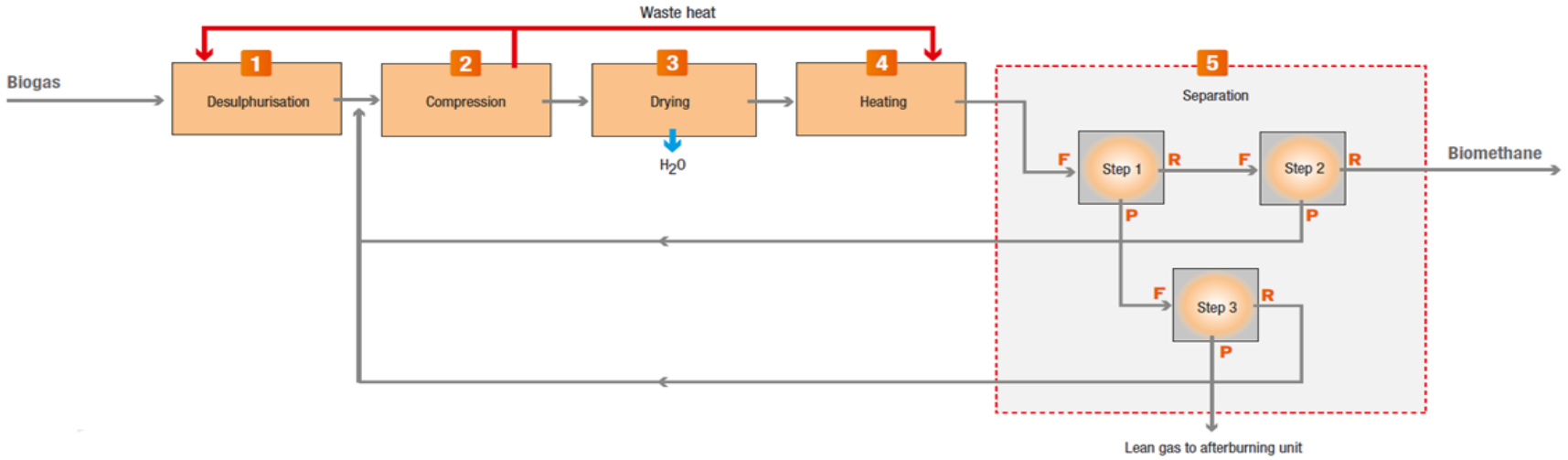
25 pav. Elementinė biodujų sudėtis

Iš sąvartyno kaupų išgaunamose biodujose metano kiekis svyruoja vidutiniškai nuo 53 % iki 59 %. Pagal analizuojamo mėnesio duomenų parodymus vidutinis metano kiekis išgaunamose dujose yra apie 56 %.

Biodujų valymui naudojamos įvairios technologijos. Jos pasirenkamos pagal tai, kokios kokybės dujas norima išgauti. Žinant tai, jog nagrinėjamu atveju išvalytas biodujas ketinama tiekti į gamtinių dujų tinklus, biodujų kokybei keliami aukščiausi reikalavimai. Šiame darbe apžvelgiamos "membraninė" ir „plovimo" aminu technologijos.

14.2.1. Membraninis biodujų valymas [42]

Membrana susideda iš kelių tūkstančių labai smulkių tuščiavidurių pluoštų, kurių galai įdėti į dervą ir sugrupuoti į nerūdijančio plieno vamzdžius. Membranos pasižymi atsparumu aukštam slėgiui ir aukštai temperatūrai, slėgio stabilumu ir įvairių dujų pralaidumu. Didesnins nei vidutinis anglies dioksido ir metano selektyvumas leidžia pasiekti 97 % metano grynumą. Biodujų valymas naudojant membraninę valymo technologiją susideda iš tam tikrų etapų.



26 pav. Membraninė biodujų valymo technologija [42]

Išankstinis valymas

Kartu su sudedamosiomis metano ir anglies dioksido dalimis, biodujų žaliava turi vandenilio sulfido, azoto, deguonies ir vandenilio. Be to, dujų mišinys yra prisotintas vandens garų. Per išankstinį valymą biodujų žaliava yra išdžiovinama, tada pašalinama siera aktyvuotame anglies filtre.

Suspaudimas

Kitame žingsnyje apvalytos dujos suspaudžiamos į darbinį slėgį (16 bar.) sraigtiniame kompresoriuje. Siekiant efektyvesnio ir ekonomiškesnio biodujų valymo proceso, dalis šilumos energijos, susidarančios dujų suslėgimo metu, yra naudojama vėlesniame proceso etape- dujų šildyme.

Dujų sausinimas

Dujų sausinimas atliekamas tam, kad butų išvengta vandens garų ir kitų dujų kondensacijos. Tai pasiekiama su vamzdiniu šilumokaičiu, kurio pagalba dujos atvėsinamos šaltu vandeniu. Dujų kondensatas iš proceso yra pašalinamas separatoriaus pagalba.

Dujų šildymas

Kompresoriaus darbo metu susidaranti šiluma naudojama dujų šildymui. Jos šildomos iki membranų veikimo temperatūros, kuri yra maždaug 35˚C laipsniai.

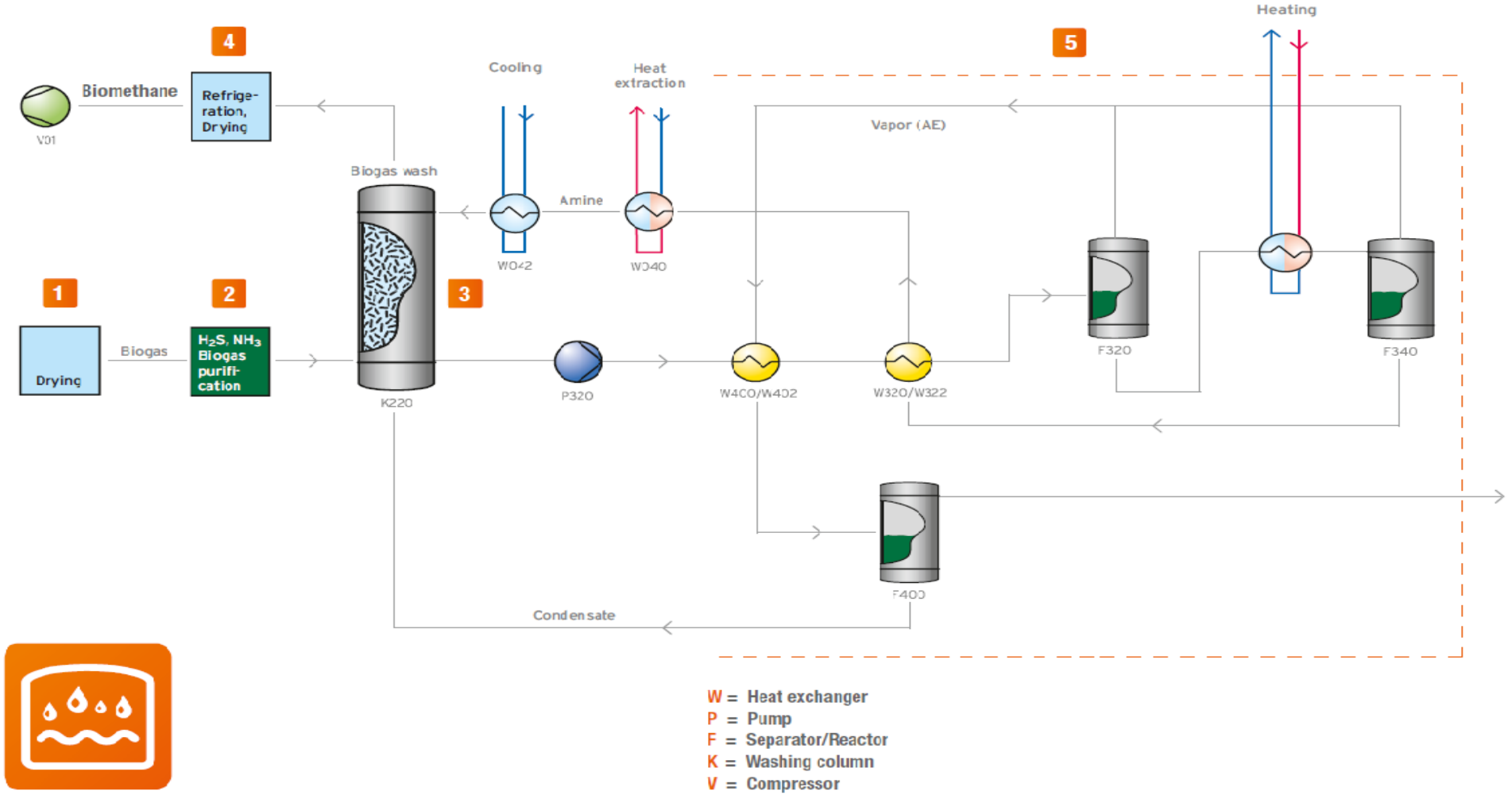
Atskyrimas

Modulių skaičius ir tarpusavio sujungimas paprastai priklauso nuo atskyrimo laipsnio ir norimo gauti metano grynumo. Ši valymo technologija yra aprūpinta trijų pakopų separatoriumi:

- Tuščiavidurio pluošto membranos moduliai pirmojo atskyrimo etapo metu atskiria paduodamą iš anksto išvalytą biodujų žaliavų srautą į metanu praturtintą filtratą ir filtravimo medžiagą.
- Sekančiame etape vykdomas tikslus dujų komponentų atskyrimas. Atliekamas pirmojo etapo filtrato atskyrimo procesas antrą kartą. Tai lemia norimą biometano grynumą.

- Trečiasis etapas, taip pat atskyrimo. Metano filtratas yra grąžinamas atgal į suspaudimo etapą ir sumaišomas su filtravimo medžiaga iš antrojo etapo ir procesas vykdomas iš naujo.

14.2.2. „Plovimo“ aminu technologija [42]



27 pav. Membraninė biodujų valymo technologija [42]

Sausinimas

Pirmoje stadijoje biodujų žaliava, kuri prisotinta vandens garų yra sausinama. Šis sausinimas yra reikalingas tam, kad dujose esanti drėgmė neturėtų įtakos tolimesniame procese.

Sieros šalinimas

Bet koks sieros likutis negrynintose biodujose turi būti pašalintas iki plovimo aminu. Biodujos teka per aktyvuotos anglies filtravimo sistemą. Taip pat joje vandenilio sulfidas yra paverčiamas į elementinę sierą.

Anglies dvideginio atskirimas nuo biodujų

Amino valymo be slėgio metu anksčiau džiovintos biodujos, kuriose buvo pašalinta siera, teka per plautuvo stulpą. Jos teka iš viršaus į apačią. Valymo procesas vykdomas esant 40˚C laipsnių temperatūrai. Sandarinimo medžiagos stulpe ženkliai padidėja, tad vyksta intensyvus pernešimas tarp dujų ir skysčio fazės. Dėl savo cheminių savybių amino tirpalas gali sugerti anglies dioksidą. Priešingai metanas nereaguoja su plovimo skysčiu, todėl jis gali būti pašalinamas kaip labai išgrynintas biometanas.

Biometano aušinimas ir sausinimas

Po valymo biometanas turi būti vėsinamas ir vėl sausinamas. Šiam tikslui naudojamas šilumokaitis. Jame dujos, kuriose vis dar yra vandens ir amino garų, prieš patekdamos į tolesnį valymo procesą, susikondensuoja ant šąlančio paviršiaus.

Plovimo sprendimo regeneravimas

Naudotas valymo tirpalas su anglies dioksidu yra pašalinami stulpo apačioje ir patenka į regeneracijos procesą. Tikslas- atskirti absorbuotą anglies dioksidą nuo valymo tirpalo šilumos poveikiu. Šis žingsnis atstato plovimo tirpalo anglies dioksido įsisavinimo galimybę. Regeneruojamas plovimo tirpalas gali būti naudojamas dar katą.

Nors ekonominiu požiūriu abi biodujų apdorojimo sistemos yra panašios, tačiau „membraninis“ valymo įrenginys yra techniškai pranašesnis. Jo valymo procese yra naudojamas kompresorius ir biodujų valymas vyksta darbiniame 16 barų slėgyje. Tai reiškia, kad išvalytas biodujas tiekiant į GDT jau turimas 16 barų slėgis.

14.3. Techninės biodujų tiekimo į GDT galimybės

Biodujų gamybos įrenginių konstrukcijų įrengimo ir eksploatavimo techninės taisyklės nustato privalomus biodujų valymo ir paruošimo tiekimui į gamtinių dujų sistemas kokybės reikalavimus [30]. Žemiau esančioje lentelėje pateikiami biodujų kokybei keliami reikalavimai ES šalyse, kurios pirmauja biometano gamybos ir tiekimo į gamtinių dujų sistemas sferoje. Šių šalių rodikliai lyginami su Lietuvoje biodujoms nustatytais reikalavimais.

15 lentelė. Biodujų kokybei keliami reikalavimai ES šalyse [43] [29]

Rodiklis	Šalys							Techninės galimybės	
	Prancūzija	Švedija	Olandija	Vokietija	Austrija	Šveicarija	Lietuva		
Metanas (% tūrio)	96	>97	-	-	96	>96	>91	>98	√
Anglies dioksidas (% mol)	<2,5	<4	<6	<6	<3	<6	<7,5*	<2	√
Sieros vandenilis (mg S/nm^3)	<5	<15	<5	<5	<5	<5	<7	5	√
Vandenilis (% tūrio)	<6	-	<12	<5	<4	<4	neleistinas	0,2	!
Bendra siera (mgS/nm^3)	<30	<23	<45	<30	<10	<30	<30	pasiekiamas	√
Deguonis (% tūrio)	<1	<1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,02	max 1,0	!
Rasos taškas (°C)	< -5	< -9 200 bar.	< -10 8 bar.	žemiausioje temp.	< -8 40 bar.	<-8 MOP	<-10 40bar.	pasiekiamas	√
Wobbe indeksas (MJ/nm^3)	48,24-56,52	44,7-47,3	43,46-44,41	46,1-56,5	47,7-56,5	47,9-56,5	44,75-51,86	pasiekiamas	√
Kaloringumas (MJ/nm^3)	38,52-46,08	-	31,6-38,7	30,2-47,2	38,5-46,0	38,5-47,2	>31,82	pasiekiamas	√
Skystos fazės vandens kiekis (mg/nm^3)	-	-	-	-	-	-	neleistinas	50	!

* Anglies dioksidas ir azotas

Panagrinėjus „membraninį“ ir „plovimo“ aminu įrenginius nustatyta, kad naudojant tiek vieną, tiek kitą technologiją neįmanoma pasiekti visų, Lietuvoje biodujoms, tiekiamoms į GDT, keliamų reikalavimų. Vertinant išanalizuotų valymo įrenginių technines galimybes susiduriama su problema šalinant vandenilį, deguonį bei vandenį. Atkreiptinas dėmesys į tai, kad su aptartomis valymo technologijomis priimtina biodujų kokybė būtų pasiekiama visose įvardytose šalyse, išskyrus Lietuvą.

Lietuvoje kol kas nustatyti reikalavimai biodujų, tiekiamų į gamtinių dujų tinklus, kokybei yra ženkliai griežtesni, nei minėtose ES valstybėse ir techniškai sunkiai įgyvendinami. Tai trukdo pradėti vystytis šiai biodujų panaudojimo krypčiai mūsų šalyje. Siekiant pakeisti padėtį ir padidinti biodujų panaudojimo galimybes Lietuvoje, turėtų būti siūloma peržiūrėti biodujų kokybę reglamentuojančius teisės aktus ir remiantis minėtų ES šalių praktika, atsižvelgiant į gamtinių dujų sistemų apsaugą, keisti įstatyminę bazę, reglamentuojančią biodujų kokybės reikalavimus. Siekiant tolimesnės biodujų prijungimo prie gamtinių dujų tinklų galimybių analizės yra daroma prielaida, kad pasitelkiant biodujų valymo technologijas yra pasiekiama reikalaujama biodujų kokybė. Vadovaujantis numatyta prielaida atliekamas trečiojo scenarijaus vertinimas.

15. EKONOMINIS TREČIOJO SCENARIJAUS VERTINIMAS- KAI BIODUJOS TIEKIAMOS Į GDT

Trečiajame scenarijuje vertinamas atvejis, kai jėgainė išgaunamas biodujas naudoja ne šilumos ir elektros energijos gamybai, o tinkamai apdorotas tiekia į gamtinių dujų tinklus. Tokią jėgainę sudaranti technologinė įranga susideda iš dujų surinkimo sistemų, valymo įrenginių ir dujų transportavimo sistemų. Ekonominis trečiojo scenarijaus vertinimas atliekamas priėmus tokias prielaidas:

16 lentelė. Reikalavimai biodujoms

Reikšmė	Kilmė
15 metų	Jėgainės naudingo eksploatavimo laikotarpis. Jėgainės naudingo eksploatavimo laikotarpis – Komisijos 2013 m. vasario 25 d. pažymos Nr. O5-67 „Dėl elektros energijos, pagamintos naudojant atsinaujinančius energijos išteklius, tarifų nustatymo 2013 metų II ketvirčiui“, 24 p.
6,99 proc.	Diskonto norma, nustatyta kaip vidutinė svertinė kapitalo kaina. „Pažyma dėl elektros energijos, pagamintos naudojant atsinaujinančius energijos išteklius, tarifų nustatymo 2014 m. II ketvirčiui.“
4 148 168m^3;	Vidutinis metinis pagamintas ir į tinklus patiektas dujų kiekis m^3 (remiantis veikiančios jėgainės pajėgumais)
0,128 mln. Lt/metus	Operacinės sąnaudos. 5 proc. nuo gaunamų kasmetinių pajamų. Lt/metus.
0,308 mln. Lt/metus	Sąnaudos, prilygintinos žaliavos (kuro) įsigijimo sąnaudoms. Sąvartyno nuomos kaina sudaro 12% nuo gaunamų kasmetinių pajamų
0,62 Lt/m^3	Nustatyta dujų supirkimo kaina.(Biodujų jėgainių, išgaunančių dujas iš sąvartynų biodujų supirkimo tarifų nustatymo metodika)
9,0 mln.Lt	Investicijos į dujų surinkimo sistemas. (Lapių jėgainės įrengimo kaštai)
7,0 mln.Lt	Biodujų valymo įranga įvertinus montavimo, paruošimo, paleidimo ir kitus darbus.(Preliminary costs analysis for a raw biogas upgrading facility)
0,47 mln.Lt/metus	Išlaidos valymo įrangos šilumos ir elektros energijos poreikiui padengti. (Preliminary costs analysis for a raw biogas upgrading facility)
0,245 mln.Lt/metus	Eksploataciniai valymo įrangos kaštai. (Preliminary costs analysis for a raw biogas upgrading facility)
0,536 mln.Lt.	Dujotiekio trasos tiesimo sąnaudos įvertinus prisijungimui suteikiamą 40 % nuolaidą. (UAB „Rimgauda“ duomenys)

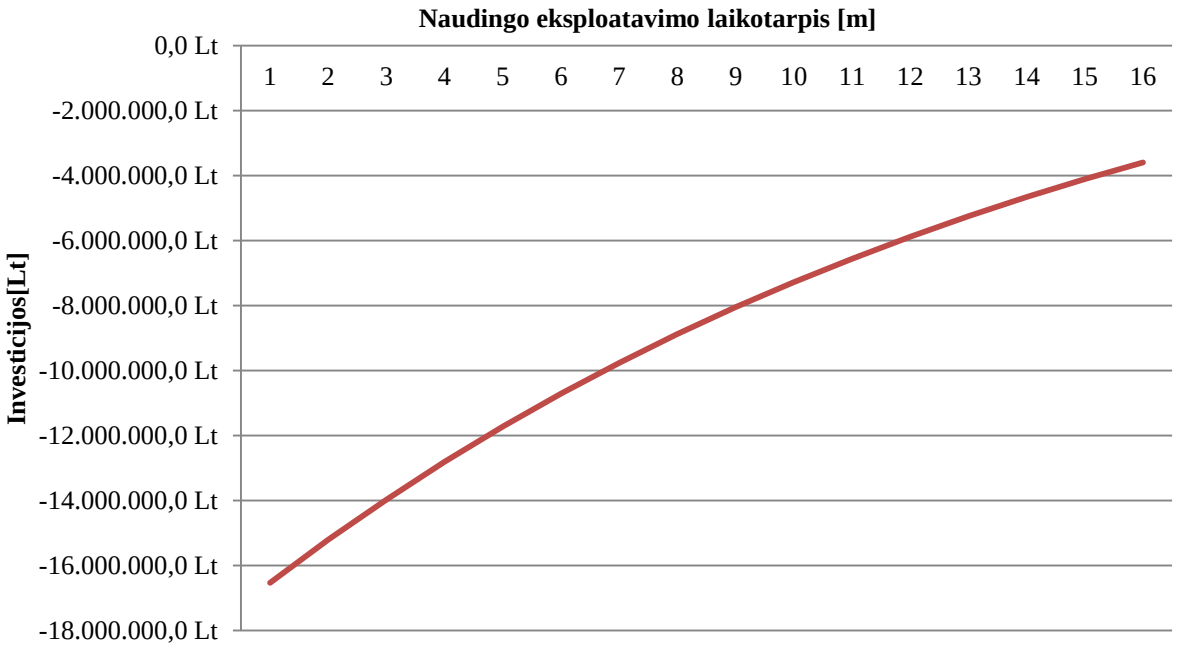
Remiantis ekonominio vertinimo kriterijais, ekonominis skaičiavimas buvo atliktas ir trečiojo scenarijaus atveju. Gauti apibendrinti duomenys pateikti 17 lentelėje. Detalūs skaičiavimo rezultatai pateikti prieduose (Priedas Nr. 3).

17 lentelė. Gauti rezultatai

Pavadinimas	Mato vnt.	Reikšmė
Diskonto norma	%	6,99%
Investicijos	Lt	-16.536.220 Lt
Eksploatacinės išlaidos	Lt/15m	12.653.894,46 Lt
Sąnaudos prilygintos žaliavų įsigijimo sąnaudoms.	Lt/15m	4.629.346,69 Lt
Kasmetiniai sutaupymai	Lt	1.419.643,20 Lt
Diskontuoti kasmetiniai sutaupymai	Lt	1.326.893,35 Lt
Dujų kaina	Lt/m^3	0,62 Lt
Grynoji dabartinė vertė (GDV)	Lt	-3.598.061,08 Lt
Vidinė grąžos norma (VGN)	%	3,34%
Diskontuotas atsipirkimo laikas	m.	-

Įvertinus išlaidas į dujų surinkimo sistemas, valymo technologinius įrenginius ir dujų trasos statybos darbus, kuriems vyriausybės nustatyta tvarka yra taikoma 40% nuolaida, biodujų jėgainei, tiekiančiai dujas į GDT, reikalingos 16,5 *mln. Lt*. investicijos.

Įvertinus patiriamų sąnaudų ir gaunamų sutaupymų santykį matome, kad toks projektas neatsiperka ir jo GDV yra neigiama.



28 pav. Diskontuotas atsipirkimo laikas

Palyginus VGN ir diskonto normos rodiklius matome, jog VGN 3,34 % < diskontą 6,99 %, ir tai reiškia, jog projektas yra nuostolingas.

15.1. Biodujų jėgainių, išgaunančių dujas iš sąvartynų biodujų supirkimo tarifų nustatymo analizė

Atsižvelgiant į tai, kad Lietuos teritorijoje nėra įsteigta sąvartynų, kuriuose būtų pakankamas sąvartynų dujų kiekis, kuris būtų apdorojamas, kad neplanuojama įsteigti naujų sąvartynų bei į tai, kad VKEKK, išanalizavusi Lietuvos rinką bei ES šalių viešai prieinamus duomenis, neturi naujų duomenų, kad šiuo metu rinkoje keistųsi tarifų nustatymui skirti įvesties parametrų duomenys, siūlytina palikti galioti 2013 metais nustatytus supirkimo tarifus biodujų jėgainėms, dujas išgaunančioms iš sąvartynų [44]:

- supirkimo tarifas, kurių TP $\leq$ 125 m^3/val. – 0,80 Lt/m^3;
- supirkimo tarifas, kurių TP > 125 m^3/val. – 0,62 Lt/m^3.

Analizuojamos jėgainės technologinis pajėgumas yra apie 480m^3/h **tiektinų į GDT** dujų, ir pagal šį kriterijų nustatyta dujų supirkimo kaina yra 0,62 Lt/m^3 [44]. Nagrinėjant pažymą „Dėl biodujų pagamintų naudojant atsinaujinančius energijos išteklius, tarifų nustatymo 2014 metams“ buvo panagrinėta ir anaerobiniu būdu išgaunamų biodujų supirkimo kainos nustatymo metodika [44].

Analizuojant pažymą pastebėta, kad nustatant biodujų supirkimo į gamtinių dujų sistemą tarifus, **vertinant biodujų jėgainės sąnaudas, prilygintas kuro (žaliavų) sąnaudoms įsivėlusi klaida**. Pažymos 4 psl. II.3.1 skyriuje nurodoma, kad kuro (žaliavos) sąnaudos nustatomos vertinant kukurūzų silosą. Pažymoje nurodoma, kad iš 1 tonos kukurūzų siloso išgaunama apie 180 m^3/val. dujų. Remiantis šiuo skaičiumi nustatomas žaliavos poreikis reikalingas tiekti 800 m^3/val., kuris yra lygus 4,44 (800/180= 4,44). **Reikia atkreipti dėmesį į tai**, kad iš 1 tonos kukurūzų siloso išgaunamas ~180 m^3/val. biodujų**, tačiau šių dujų sudėtyje degiųjų medžiagų kiekis siekia tik apie 50 proc. ir jos neatitinka nustatytų kokybės reikalavimų.** Norint biodujas patiekti į g. dujų sistemą, jos turi atitikti LR Energetikos ministro 2012 m. gruodžio 21 d. Nr. 1-273 patvirtintas „BIODUJŲ GAMYBOS ĮRENGINIŲ KONSTRUKCIJŲ ĮRENGIMO IR EKSPLOATAVIMO TECHNINĖS TAISYKLĖS“, tai reiškia, kad biodujų sudėtyje neturi likti pašalinių priemaišų, o degiųjų medžiagų kiekis turi būti ne mažesnis kaip 91 %.

Remiantis „BIODUJŲ SUPIRKIMO Į GAMTINIŲ DUJŲ SISTEMAS TARIFŲ NUSTATYMO METODIKA“ (Nr. O3-230) biodujų supirkimo tarifas biodujų jėgainėms, anaerobiniu ar kitu būdu perdirbančioms biodegraduojančias organinės kilmės atliekas ar substratus skaičiuojamas, kai steigiama 800 m^3/val. pajėgumo biodujų jėgainė. Remiantis Metodikos sąvokomis, tai reiškia, kad skaičiuojant biodujų jėgainės tarifą, jos našumas 800 m^3/val., turi būti skaičiuojamas ne pagaminamam biodujų kiekiui, o **tiekiamam biodujų kiekiui** atitinkančių **taisyklių** reikalavimus.

Tokiu atveju iš 1 t kukurūzų siloso, po biodujų apdorojimo galima išgauti ir pateikti į g. dujų sistemą ~90 m^3/val. biodujų (180 m^3*50%=90 m^3/val.), kurios atitiktų **taisyklių** reikalavimus. Todėl skaičiuojant biodujų jėgainės sąnaudas, prilygintas kuro (žaliavų) sąnaudoms, būtina taikyti koeficientą, kuris galėtų užtikrinti keliamus taisyklių reikalavimus ir užtikrintų 800 m^3/h tiekiamų į g. dujų sistemą dujų kiekį. Šiuo atveju reikalingas žaliavos (kuro) poreikis siekiant į g. dujų sistemą pateikti 800 m^3/val. dujų kiekį, turi būti **lygus 8,09** (800 m^3/val./(90 m3/val./91%)=8,09).

Neatsižvelgiant į tai, anaerobiniu būdu išgaunamų biodujų supirkimo kaina 2014 metams:

18 lentelė. Biodujų supirkimo kainos pokytis [44]

Biodujų jėgainių, naudojančių atliekas, TP, m^3/val.	Supirkimo tarifas 2014 metams, Lt/m^3	Supirkimo tarifas 2013 metams, Lt/m^3	Pokytis, proc.
TP ≤ 125	2,03	3,43	-40,70
125 < TP ≤ 250	1,76	2,97	-40,75
250 < TP ≤ 500	1,66	2,80	-40,62
TP > 500 m3/val.	1,61	2,72	-40,65

Iš pateiktų duomenų matome, jog 2014 metams nustatyta anaerobiniu būdu išgaunamų biodujų supirkimo kaina yra 40 % mažesnė nei 2013 metais. Paanalizavus supirkimo kainų nustatymo metodiką, galima prielaida, jog nustatant kainą biodujoms, išgaunamoms iš sąvartynų, biodujų jėgainės tarifas buvo skaičiuojamas ne **tiekiamam** biodujų kiekiui (atitinkančių **taisyklių** reikalavimus), o **pagaminamam biodujų kiekiui**, ko pasekoje nustatyta per maža (0,62lt/m^3) supirkimo kaina. Esant tokiai supirkimo kainai investicijos į jėgainės įrengimą yra neatsiperkančios.

Tęsiant numatytų scenarijų tyrimą yra vertinami objekto analizės metu pastebėti aspektai. Jais remiantis yra daromos prielaidos, kurių pagalba atliekama ekonominių ir finansinių rodiklių jautrumo analizė. Analizės metu pastebėta kad:

- gana aukštas (8 %) nesąryšis tarp faktinio ir gamintojo deklarauojamo el. energijos generatoriaus efektyvumo rodiklių.
- kad antrojo scenarijaus atveju subsidijų dydis gali būti mažesnis negu 50%; (prielaida 40 %).
- kad biodujų supirkimo kainos nustatymo metodikoje galimai įsivėlusi klaida.
- kad esant dabartinei įstatyminei bazei biodujų prijungimas prie gamtinių dujų tinklų yra komplikuotas.

16. JAUTRUMO ANALIZĖ

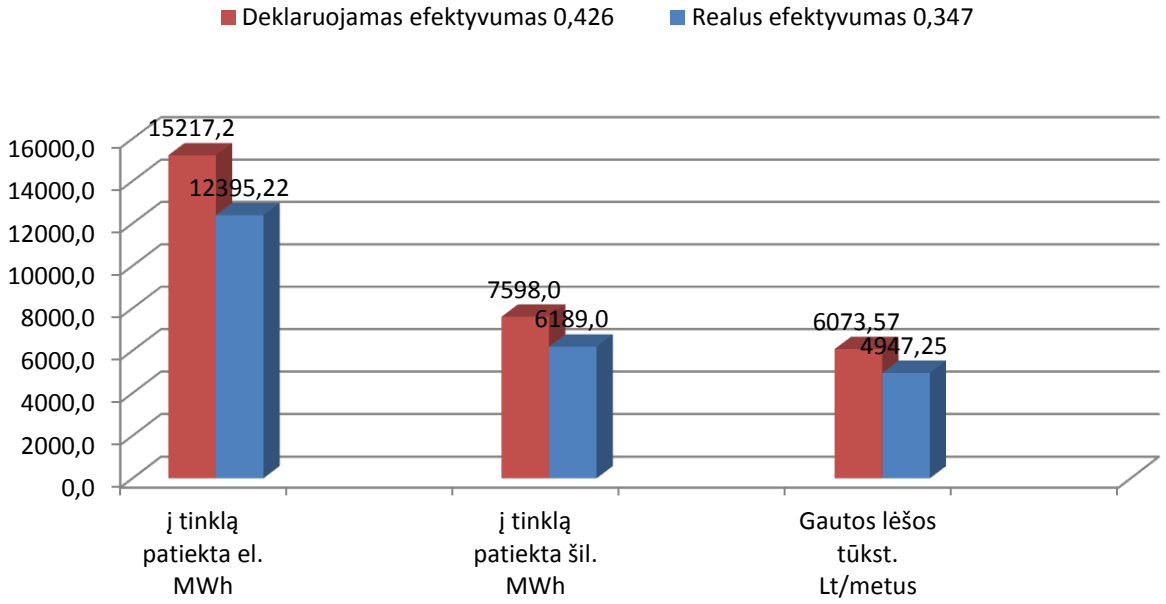
16.1. Nesąryšio tarp faktinio ir gamintojo deklaruojamo el. energijos generatoriaus efektyvumo rodiklių vertinimas

Išanalizavus realius jėgainės šilumos ir elektros gamybos pajėgumus buvo nustatytas jėgainės efektyvumas. Gauti faktiniai rodikliai palyginti su gamintojo deklaruojamais vidaus degimo variklių (VDV) efektyvumo rodikliais. Gauti rezultatai pateikia 19 lentelėje.

19 lentelė. Biodujų supirkimo kainos pokytis

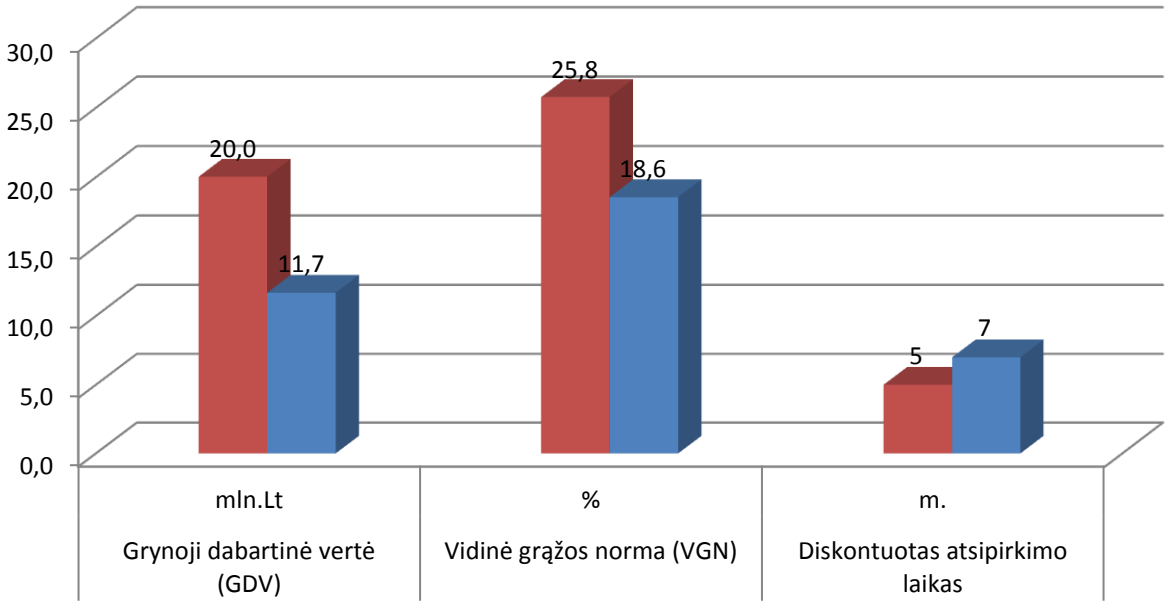
		į tinklą patiekta el. *MWh*	**į tinklą patiekta šil. *MWh***	**Gautos lėšos tūkst. *Lt/metus***
Realus efektyvumas	34,7 %	12395,22	6189,0	4947,25
Deklaruojamas efektyvumas	42,6 %	15217,2	7598,0	6073,57
Skirtumai	7,9 %	2821,97	1409,02	1126,32

Gamintojai deklaruoja, jog energijos generatoriaus efektyvumas, kai jis dirba 100 % apkrovimu yra 42,6 %. Praktika rodo, kad realus tokio generatoriaus efektyvumas yra kone 8 % mažesnis ir šiuo atveju siekia 34,7 %.



29 pav. VDV nesąryšio įtaka prognozuojamiems šilumos ir elektros kiekiams bei pajamoms

Skaičiavimuose priimant gamintojo nurodytą įrenginių efektyvumą tikimasi gauti prognozuojamus šilumos (7598,0 *MWh*) ir elektros (15217,2 *MWh*) kiekius. Remiantis faktiniais duomenimis (6189 *MWh* ir 1239,22 *MWh* atitinkamai) matome, kad prognozuoti kiekiai nepasiekiami ir laukiamų pajamų nėra gaunama.



30 pav. ekonominių rodiklių jautrumas VDV nesąryšiui

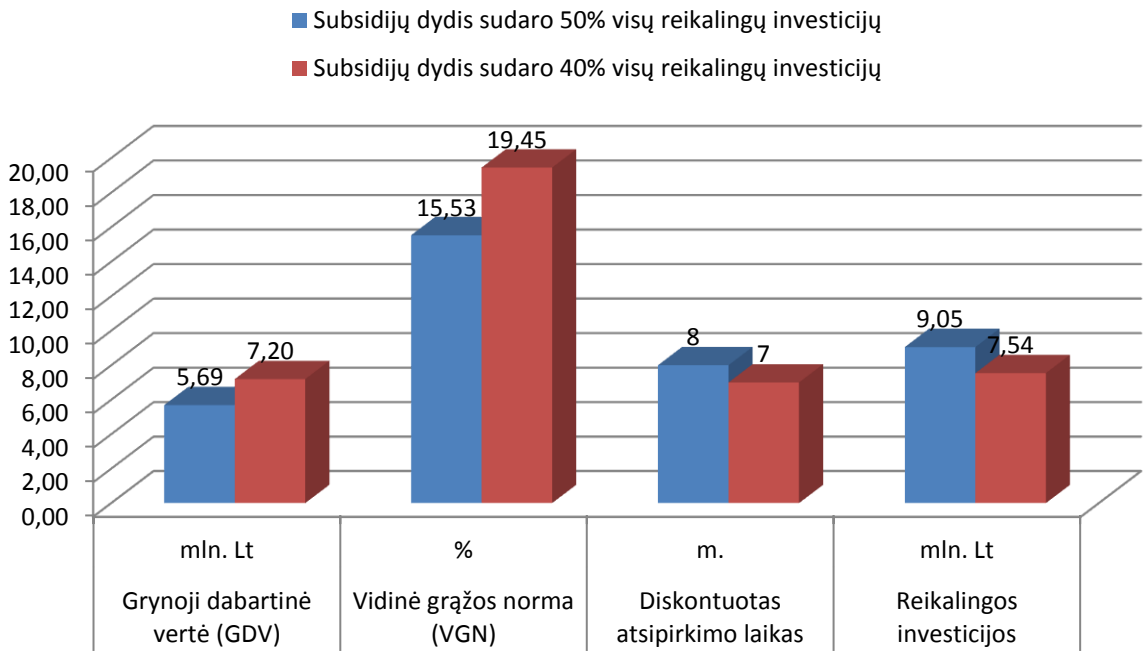
Nors generatoriaus darbą tiesiogiai įtakoja deginamų biodujų kokybė, tačiau šiuo konkrečiu atveju išgaunamų biodujų kokybės svyravimai neiššaukia tokio didelio skirtumo tarp realaus ir gamintojo deklaruojamo generatoriaus elektrinio efektyvumo.

Remiantis vien tik gamintojų pateiktais duomenimis gaunamos iškraipytos ekonominės prognozės. Lyginant su faktiniais ekonominiais rodikliais tokiu atveju grynoji dabartinė vertė yra 8,3 *mln. Lt* didesnė. Vidinės grąžos normos rodiklis išauga 7,2 % ir investicijų atsipirkimo laikas sutrumpėja dviem metais.

Pabrėžtina tai, kad skaičiuojant jėgainės pajėgumus, prognozuojant būsimus šilumos ir elektros energijos kiekius bei pajamas, reikėtų remtis ne tik įrangos (generatorių) gamintojų, bet ir jų vartotojų praktika.

16.2. Prielaidos, kad jėgainės įrengimo paramos dydis sudaro ne 50 %, o 40 % visų, jėgainei įrengti reikalingų lėšų, vertinimas

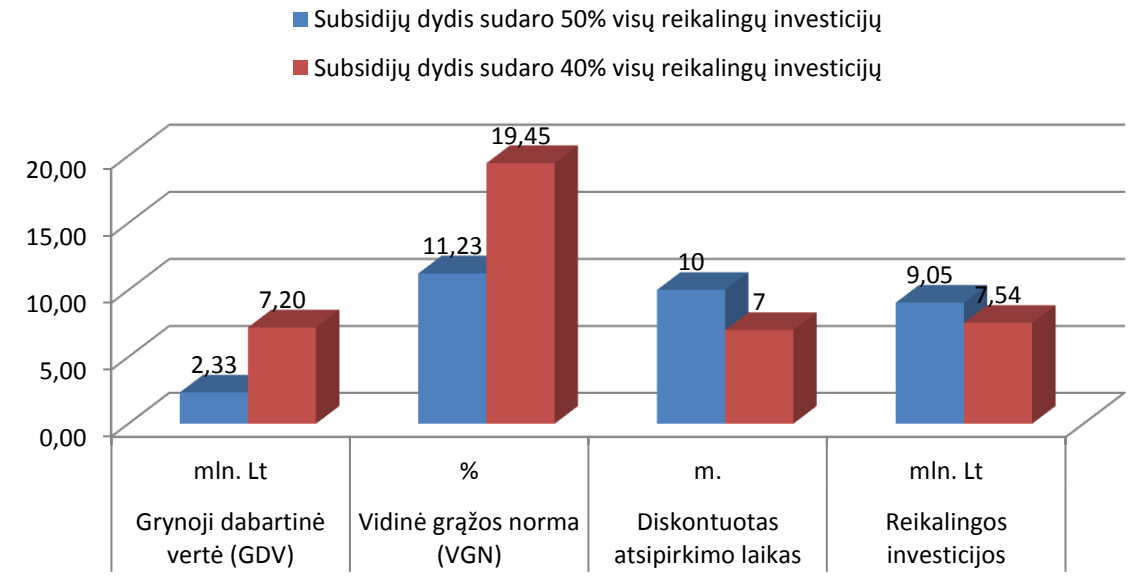
Iki šiol galiojančioje praktikoje valstybės parama naujai statomoms kogeneracinėms biokuro jėgainėms sudarydavo maždaug pusę visų reikalingų investicijų. Šiuo atveju daroma prielaida, kad gaunama parama sudarys ne 50 %, o 40 % visų reikalingų investicijų. Taip pat daroma prielaida, kad antrame scenarijuje aprašyta 1% kasmetinė elektros energijos augimo tendencija nepasiteisins. Priešingai, įvykdžius energetiniu požiūriu Lietuvai svarbius projektus, tokius kaip „NordBalt“ ir LitPol Link“, elektros supirkimo kaina biržoje mažės.



31 pav. ekonominių rodiklių jautrumas vertinant subsidijų dydį

Vertinant prielaidą, kad paramos dydis naujai statomai kogeneracinei jėgainei sudaro 40 % visų jėgainei įrengti reikalingų lėšų matome, jog tokiu atveju gamintojo investicijų dalis padidėja nuo 7,54 *mln. Lt* iki 9,05 *mln. Lt*. Dėl to sumažėja projekto finansinį patrauklumą atspindintys rodikliai. GDV sumažėja 1,5 *mln. Lt*, VGN rodiklis krenta 4,12 % ir atsipirkimo laikas išauga nuo 7 iki 8 metų.

Vertinant „NordBalt“ ir LitPol Link“ projektų įtaką elektros kainai Lietuvoje, yra daroma prielaida, kad įgyvendinus šiuos projektus elektros energija kasmet pigs po 2 %.



32 pav. ekonominių rodiklių jautrumas vertinant subsidijų dydį ir el. energijos kainos kritimą

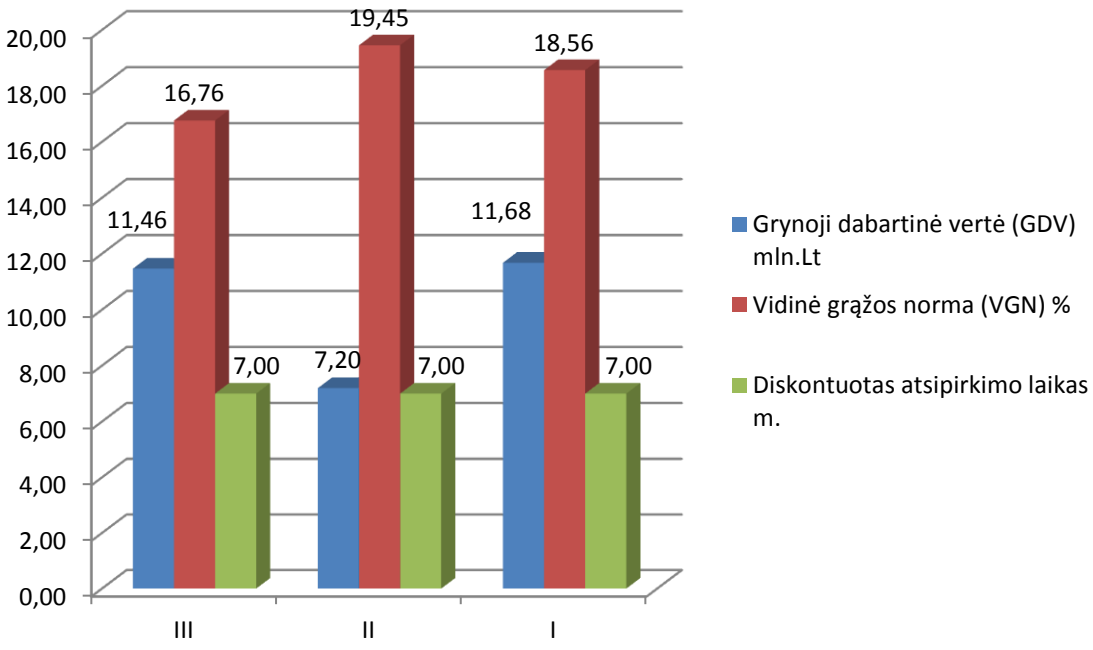
Gaunant 40 % dydžio paramą jėgainės įrengimui ir prognozuojant kasmetinį 2 % elektros kainos kritimą matome, jog pasireiškus abiems faktoriams ekonominis projekto patrauklumas dar labiau sumažėja. GDV sumažėja nuo 7,*2 mln. Lt* iki 2,33 *mln. Lt*, VGN rodiklis krenta 8,22 % ir atsipirkimo laikas išauga nuo 7 iki 10 metų.

16.3. Konkurencingos biodujų supirkimo kainos nustatymas

Paanalizavus biodujų supirkimo kainų nustatymo metodiką, galima prielaida, jog nustatant kainą biodujoms, išgaunamoms iš sąvartynų, biodujų jėgainės tarifas buvo skaičiuojamas ne **tiekiamam** biodujų kiekiui, o **pagaminamam biodujų kiekiui**, dėl ko nustatyta per maža (0,62 Lt/m^3) supirkimo kaina.

Atliktame ekonominiame vertinime nustatyta, kad įvertinus reikalingas investicijas į biodujų išgavimo, valymo ir transportavimo sistemas bei jėgainės eksploatavimo kaštus, esant nustatytai biodujų supirkimo kainai (0,62 Lt/m^3) , projektas neatsiperka. Žema biodujų supirkimo kaina trukdo biometano gamybos plėtrai, stabdo alternatyvaus jų panaudojimo vystymąsi Lietuvoje.

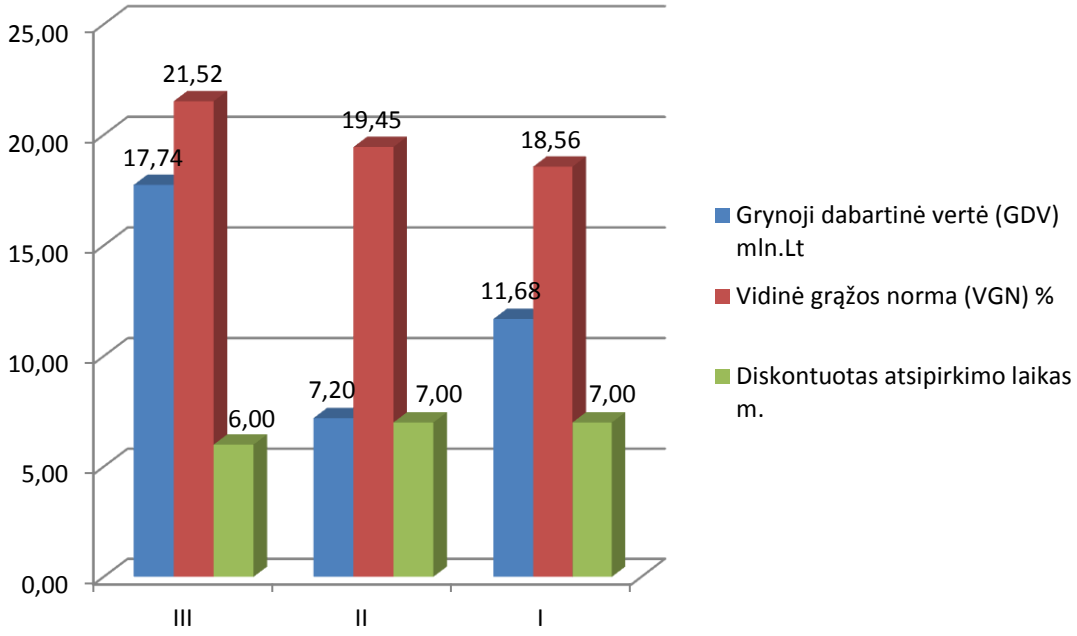
Šios jautrumo analizės tikslas yra nustatyti apytikslę biodujų supirkimo kainą, kuri biometano gamybos šaką darytų patrauklesne. Siūlant supirkimo kainos pokytį biodujoms, tiekiamoms į gamtinių dujų tinklus, siekiama priartėti prie tokio projekto patrauklumo, kuris būtų konkurencingas tradiciniams biodujų projektams.



33 pav. trijų scenarijų ekonominių rodiklių palyginimas

Nustatyta, jog biometano gamyba ir jo tiekimas į gamtinių dujų tinklus ekonominiu požiūriu priartėja prie tradicinių biodujų panaudojimo būdų tada, kai jo supirkimo kaina yra maždaug 77 % didesnė už nustatytąją. Tai reiškia, kad siūlomą biodujų supirkimo tarifą, kuris yra 0,62 Lt/m^3 reikėtų padidinti iki 1,1 Lt/m^3. Tokiu atveju projekto ekonominiai rodikliai taptų konkurencingi pirmojo ir antrojo scenarijaus rodikliams. Nepaisant to, nustatyta 1,1 Lt/m^3 kaina yra mažesnė už tą, kurią Lietuva moka įsigydama gamtines dujas iš Rusijos koncerno „Gazprom“. Lietuvai tiekiamų dujų kaina šiuo metu yra apie 1,3 Lt/m^3. Atsižvelgiant į tai, galima daryti išvadą, kad šiuo metu nustatyta biodujų supirkimo kaina yra daugiau nei 2 kartus mažesnė už tą, kurią Lietuva moka už importines rusiškas dujas.

Nustačius biodujų supirkimo kainą, artimą iš Rusijos perkamų dujų kainai (1,3 Lt/m^3), biodujų tiekimo į gamtinių dujų tinklus projekto ekonominiai rodikliai, lyginant su I ir II scenarijumi atrodytų taip:



34 pav. trijų scenarijų ekonominių rodiklių palyginimas

Padidinus biodujų supirkimo kainą iki 1,3 Lt/m^3 matome, kad tokiu atveju trečiojo scenarijaus ekonominiai rodikliai tampa patraukliausi. Biodujų tiekimo į GDT scenarijus būtų ne tik konkurencingas tradiciniams biodujų panaudojimo būdams, bet ir teiktų didžiausią ekonominę naudą. Trečiojo scenarijaus VGN rodiklis, lyginat su pirmuoju ir antruoju scenarijumi padidėjo atitinkamai 15,9% ir 10,6% , o GDV išaugo atitinkamai 6,06 *mln. Lt* ir 10,*54 mln. Lt*, atsipirkimo laikas sutrumpėjo iki 6 metų.

Įvertinus biodujų supirkimo kainos įtaką projekto ekonominiams rodikliams galima daryti išvadą, jog biodujoms, išgaunamoms iš sąvartynų ir tiekiamoms į gamtinių dujų tinklus, supirkimo kainos intervalas galėtų būti nuo 1,1 Lt/m^3 iki 1,3 Lt/m^3. Tokiu atveju projektas taptų finansiškai patrauklus. Be to, nustatyta biodujų kaina neviršytų iš Rusijos importuojamų dujų kainos, o tai reiškia, kad valstybė, supirkdama biodujas ne tik nepatirtų nuostolių, bet sumažintų importuojamų dujų kiekį, didintų šalies energetinę nepriklausomybę ir skatintų ne tik verslo, bet ir alternatyvios energetikos plėtrą.

IŠVADOS

1. Išnaudojant Lietuvoje esamą biodujų plėtros potencialą skaičiuojama, kad būtų galima įgyvendint apie 200 naujų biodujų gavybos projektų. Įgyvendinus plėtros galimybes butų galima išgauti apie 640 mln. m^3/metus ir padidinti instaliuotas elektrinę bei šiluminę galias atitinkamai iki 160 *MW* ir 180 *MW*. Tokios instaliuotos galios leistų pagaminti 1,28 *TWh/metus* elektros ir 1,44 *TWh/metus* šilumos energijos.

2. ES šalyse sparčiai vystoma biometano gamybos plėtra, kuri sudaro galimybes alternatyviam biodujų panaudojimui. Viena iš alternatyvų - biodujų tiekimas į gamtinių dujų tinklus , kuris autorizuojamas ir praktikuojamas nemažoje ES valstybių narių dalyje (Vokietijoje, Austrijoje, Švedijoje, Didžiojoje Britanijoje, Suomijoje, Prancūzijoje, Liuksemburge, Nyderlanduose, Danijoje, Italijoje, Kroatijoje), o taip pat Šveicarijoje ir Norvegijoje.

3. Lietuvoje kol kas nustatyti reikalavimai biodujų, tiekiamų į gamtinių dujų tinklus, kokybei yra ženkliai griežtesni, nei 2 punkte minėtose ES valstybėse ir techniškai sunkiai įgyvendinami. Tai trukdo pradėti vystytis šiai biodujų panaudojimo krypčiai mūsų šalyje. Siekiant pakeisti padėtį ir padidinti biodujų panaudojimo galimybes Lietuvoje, turėtų būti siūloma peržiūrėti biodujų kokybę reglamentuojančius teisės aktus ir remiantis minėtų ES šalių praktika, atsižvelgiant į gamtinių dujų sistemų apsaugą, keisti įstatyminę bazę, reglamentuojančią biodujų kokybės reikalavimus.

4. Įvertinus prielaidą, jog pasikeitus biodujų tiekimą į GDT reglamentuojančioms normoms, būtų galima tiekti biodujas į GDT galima teigti, kad remiantis realaus objekto analitiniais duomenimis ir esant nustatytai biodujų supirkimo kainai (0,62 Lt/m^3), biodujų tiekimo į gamtinių dujų tinklus projektas yra ekonomiškai nenaudingas.

5. Siekiant konkurencingumo su tradiciniais biodujų panaudojimo būdais biodujų supirkimo kaina turėtų būti apie 1,1 Lt/m^3.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. V. Lukoševičius. *Atsinaujinančių išteklių naudojimo plėtros centralizuotame šilumos tiekimo sektoriuje dešimtmečio programa*. Iš LŠTA [interaktyvus]. 2010, balandis [žiūrėta 2014-02-20]. Prieiga per internetą http://www.lsta.lt/files/Leidiniai/SILUMINE_TECHNIKA/Silumine%20technika%20(42).pdf
2. Čiutelytė R. 2013. *Biodujų išeigos ir kokybės gerinimas bei gryninimas gamtiniais mineralais*. Vilnius.
3. *Atsinaujinančių išteklių energijos vartojimo pažangos ataskaita. 2013*, [žiūrėta 2014-02-02]. Interneto prieiga http://europa.eu/publications/statistics/index_lt.htm
4. *Nacionalinės klimato kaitos valdymo politikos strategija*. 2012 m. lapkričio 6 d. Nr. XI-2375, Vilnius. Valstybės žinios, 2012-11-17, Nr.: 133–6762.
5. COM (2008) 811 galutinis. K*omisijos žalioji knyga dėl biologinių atliekų tvarkymo Europos Sąjungoje.* [Žiūrėta 2014.04.01]. Prieiga per internetą: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0811:FIN:lt:PDF.
6. COM (2011) 112 galutinis. *Konkurencingos mažo anglies dioksido kiekio technologijų ekonomikos sukūrimo iki 2050 m. planas*. [Žiūrėta 2014.04.01]. Prieiga per internetą: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0112:FIN:LT:PDF.
7. Tvarusis žemės ūkis ir biodujos. *Parlamento rezoliucija 2009/C 66 E/05 „dėl tvaraus žemės ūkio ir biodujų*: poreikis peržiūrėti ES teisės aktus (2007/2107(INI)“. 2008.03.12. [Žiūrėta 2014.04.01]. Prieiga per internetą: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2009:066E:0029:0034:LT:PDF
8. S. Litmanen,. *Strong advocacy in Brussels.* Journal of biogas November 2012 Germany, 57.
9. *Nacionalinės atsinaujinančių energijos išteklių plėtros strategija*, 2010. [Žiūrėta 2014.04.10]. Prieiga per internetą: http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=376097

10. *LR atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymas*, 2011. [Žiūrėta 2014.04.10]. Prieiga per internetą: http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=398874

11. *Nacionalinis atsinaujinančių išteklių energijos veiksmų planas*, 2010 [Žiūrėta 2014.04.10]. Prieiga per internetą: http://www.ena.lt/pdfai/Veiksmu_planas.pdf

12. Lapinskas, R. Biomasės naudojimas energetikoje Lietuvoje // Tarptautinė konferencija "*Žalioji energija: iš gamtos imame – gamtai atiduodame*". 2009 m. balandžio 16 d., Vilnius.

13. Aasberg-Petersen, K., Dybkjær, I., Ovesen, C. V., Schjødt, N. C., Sehested, J., Thomsen, S. G. *Natural gas to synthesis gas – Catalysts and catalytic processes* // Journal of Natural Gas Science and Engineering. 2011, Vol. 3, Iss. 2, P. 423–459.

14. Ryckebosch, E., Drouillon, M., Vervaeren, H. *Techniques for transformation of biogas to biomethane* // Biomass and Bioenergy. 2011 May, Vol. 35, Iss. 5, P. 1633–1645.

15. Denafas, G., Revoldas, V., Žaliauskienė, A. *Atliekų ir biomasės panaudojimo energetikos ir transporto reikmėms ekologiškumas* // Environmental research, engineering and management, 2001. No. 4 (18), P. 30–39.

16. Savickas, J. *Biodujų gamyba iš organinių atliekų*. Lietuvos energetikos institutas, 2001. [Žiūrėta 2014.04.22]. Prieiga per internetą: http://ausis.gf.vu.lt/mg/nr/2001/06/06duj.html.

17. Štiormer V. *Biodujų rinka Lietuvoje ir jos plėtra.* Lietuvos biodujų asociacija, [Žiūrėta 2014.04.22]. Prieiga per internetą: http://www.lsta.lt/files/events/091117_Vok_prek_rumai/6_stiormer.pdf

18. *Zorg-Biogas*. [Žiūrėta 2014.04.26]. Prieiga per internetą: http://zorg-biogas.com/biogas-plants/biogas-out?lang=en

19. Aplinkos apsaugos agentūra. *Visuomenės informavimas apie nuotekų ir dumblo tvarkymą pagal 1991 m. gegužės 21 d. Tarybos direktyvos Nr. 91/271/EEB dėl miesto nuotekų valymo 16 straipsnį.* Ataskaita. 2012. 9 p.

20. Raslavičius, L., Narbutas, L., Šlančiauskas, A., Džiugys, A., Bazaras, Ž. *The districts of Lithuania with low heat demand density: A chance for the integration of straw biomass // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2012, Vol. 16*, Iss.5, P. 3259–3269.

21. *Biogas upgrading and use as transport.* [Žiūrėta 2014.04.26]. Prieiga per internetą: fuelhttp://www.biogasmax.eu/media/biogas_upgrading_and_use_2004__062944200_1011_24042007.pdf

22. *Biogas transportation fuel*. [Žiūrėta 2014.04.26]. Prieiga per internetą: http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2003-2/ws2003-2_02_02.pdf

23. *Upgraded biogas as renewable energy: biogas derived from biomass feedstocks and upgraded to pipeline quality.* Gas Technology Institute, Washington. 2011.09, 107 p. [Žiūrėta 2014.04.21]. Prieiga per internetą: http://www.gasfoundation.org/ResearchStudies/agf-renewable-gas-assessment-report-110901.pdf

24. *Biogas upgrading to vehicle fuel standards and grid injection*. [Žiūrėta 2014.05.21]. Prieiga per internetą: http://www.docstoc.com/docs/42238165/Biogas-Upgrading-to-Vehicle-Fuel-Standards-and-Grid-Injection?pageNum=5#centerdoc

25. *2003 m. birželio 26 d. Europos Parlamento ir tarybos Direktyva 2003/55/EB dėl gamtinių dujų vidaus rinkos bendrųjų taisyklių, panaikinanti Direktyvą 98/30/EB.* [Žiūrėta 2014.05.21]. Prieiga per internetą: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/ALL/?uri=CELEX%3A32003L0055

26. *Directive 2009/28/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 avril 2009 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables et modifiant puis abrogeant les directives 2001/77/CE et 2003/30/CE (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE)* [Žiūrėta 2014.05.21]. Prieiga per internetą: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/fr/ALL/?uri=CELEX:32009L0028

27. *Biogaz et biométhane occupent des places grandissantes dans l'union européenne*. [Žiūrėta 2014.05.21]. Prieiga per internetą: http://www.injectionbiomethane.fr/construire-votre-projet/6-les-perspectives-du-biomethane/22-panorama-europeen.html

28. *Quelle part de biométhane dans le réseau de demain* [Žiūrėta 2014.05.21]. Prieiga per internetą: http://www.actu-environnement.com/ae/dossiers/biogaz/biogaz-demain.php

29. *Biodujų gamybos įrenginių konstrukcijų įrengimo ir eksploatavimo techninės taisyklės*. [Žiūrėta 2014.05.21]. Prieiga per internetą: https://www.e-tar.lt/portal/forms/legalAct.html?documentId=TAR.6B27985E0776

30. *Naujų gamtinių dujų sistemų, tiesioginių vamzdynų ir biodujų gamybos įrenginių prijungimo prie veikiančių gamtinių dujų perdavimo ar skirstymo sistemų Tvarkos ir sąlygų aprašas.* [Žiūrėta 2014.05.21]. Prieiga per internetą: http://www.ambergrid.lt/uploads/structure/docs/249_1b38ab6c1bbc445afe08580b344f6b00.pdf

31. *Ataskaita apie elektros energiją patiektą į tinklą, elektros energijos gamybai naudojant atsinaujinančius energijos išteklius 2013 m.* [Žiūrėta 2014.05.21]. Prieiga per internetą: http://www.litgrid.eu/index.php/paslaugos/kilmes-garantiju-suteikimas/ataskaitos/563

32. *Atsinaujinančių energijos išteklių sektoriaus plėtros įvertinimas. [Žiūrėta 2014.05.21]. Prieiga per internetą*: http://www.regula.lt/siteassets/posedziai/2014-02-27/ae-tarifai-pr1.pdf

33. *Šilumos tiekimo bendrovių 2012 metų ūkinės veiklos apžvalga*. [Žiūrėta 2014.05.21]. Prieiga per internetą:http://www.lsta.lt/files/statistika/19493_lsta_ukines%20veiklos%20apzvalga_2012_web.pdf

34. *Nepriklausomų šilumos gamintojų Gaminamos šilumos rinkos apžvalga už 2013 m*. [Žiūrėta 2014.05.21]. Prieiga per internetą: http://www.regula.lt/siluma/Puslapiai/nepriklausomi%20silumos%20gamintojai/nepriklausomu-silumos-gamintoj-rinkos-apzvalga.aspx

35. *Šilumos ūkio įstatymas*. [Žiūrėta 2014.05.21]. Prieiga per internetą: http://www3.lrs.lt/pls/inter3/oldsearch.preps2?Condition1=211524&Condition2=

36. *Lapių sąvartyno biodujų panaudojimas šilumos ir elektros energijos gamybai*. [Žiūrėta 2014.05.21]. Prieiga per internetą: http://www.imanager.lt/upload/200603/Ekoresursai20060309.pdf

37. *Šilumos gamintojų pranešimai apie šilumos kainą ir kiekį.* [Žiūrėta 2014.05.21]. Prieiga per internetą: http://www.kaunoenergija.lt/Juridiniamsasmenims/NepriklausomiemssšilumosgamintojamsNŠG/Šilumossupirkimas/tabid/191/Default.aspx

38. *Pažyma Dėl elektros energijos, pagamintos naudojant atsinaujinančius energijos išteklius, tarifų nustatymo 2014 metų II ketvirčiui.* [Žiūrėta 2014.05.21]. Prieiga per internetą: http://www.regula.lt/SiteAssets/posedziai/2014-02-27/ae-tarifai-paz.pdf

39. *Nacionalinė šilumos ūkio plėtros 2014-2020 metų programa.* [Žiūrėta 2014.05.21]. Prieiga per internetą: http://web.siauliai.lt/taktaifs/v/2014/3964D4DF-7FD1-42CA-8347-A9606A1BD833.pdf

40. *Biokuro, gamtinių dujų, elektros birža.* [Žiūrėta 2014.05.21]. Prieiga per internetą: http://www.baltpool.lt/

41. *Komunalinė ir inžinerinė infrastruktūra*. [Žiūrėta 2014.05.21]. Prieiga per internetą: http://gis.kaunas.lt/kaunorajonas/bendrasisplanas/tikrojibukle/dokumentai/KRS_TB_2.7_inzinterine%20infrastruktura_2007%2005%2029.pdf

42. *Biomethane – New Perspectives for Energy Supply*. [Žiūrėta 2014.05.21]. Prieiga per internetą: www.mt-energie.com

43. Subramanian, K.A., Mathad, V., Vijay, V. K., Subbarao, P.M.V. *Comparative evaluation of emission and fuel economy of an automotive spark ignition vehicle fuelled with methane enriched biogas and CNG using chassis dynamometer* // Applied Energy. 2013, Vol. 105, P. 17–29.

44. *Pažyma dėl elektros energijos ir biodujų, pagamintų naudojant atsinaujinančius energijos išteklius, tarifų nustatymo.* [Žiūrėta 2014.05.21]. Prieiga per internetą: http://old.regula.lt/lt/posedziai/kalendorius/2013/2013-11-22/aei_paz.pdf