



BIODUJOS



Part-financed by the European Union (European Regional Development Fund and European Neighbourhood and Partnership Instrument)



Ižanga

Pasaulyje atsinaujinančių energijos šaltinių naudojimui skiriamas vis didesnis dėmesys. Tai sąlygoja šios pagrindinės priežastys – siekis didinti energijos tiekimo saugumą bei švelninti pavojingą klimato kaitą, susijusią su šiltnamio efektą skatinančių dujų emisijomis į atmosferą.

Iškastinio kuro išteklių yra riboti ir labai netolygiai pasiskirstę. Vienos šalys turi didelius jų kiekius, o kitos priverstos importuoti kurą ir tokiu būdu tampa priklausomomis nuo kurą eksportuojančių valstybių. Atsinaujinantys energijos šaltiniai – biomasė, saulės, vėjo, geoterminė bei hidroenergija yra vietiniai energijos išteklių, todėl jų naudojimas mažina kuro importo poreikį bei didina energijos tiekimo saugumą.

Naudojant atsinaujinančius energijos šaltinius į atmosferą neišmetami arba išmetami ženkliai mažesni šiltnamio efektą sukeliančių dujų (pagrindė anglies dvideginio) kiekiai.

Tarptautinės energetikos agentūros duomenimis 2007 m. atsinaujinančių išteklių energija sudarė 10,7% nuo viso pirminės energijos vartojimo pasaulyje. Didžiąją dalį, per 77% šio kiekio sudarė biomasė.

Iš biomasės galima gaminti kietąjį (malkos, briketai, granulės), skystąjį (biodegalus) ir dujinį (biodujas) kurą.

Šiame leidinyje glaustai pateikiama informacija apie biodujų gamybą ir vartojimą.



Biodujos

Apibrėžimai

Biomasė – žemės ūkio (įskaitant augalinės ir gyvūninės kilmės medžiagas), miškų ūkio ir kitų susijusių pramonės šakų produktai ir atliekos ar šių produktų bei atliekų biologiškai skaidoma dalis, taip pat pramoninių ir buitinių atliekų biologiškai skaidoma dalis.

Biokuras – iš biomasės pagaminti degūs dujiniai, skystieji ir kietieji produktai, naudojami energijai gaminti.

Biodujos – tai dujos, susidaranti mikroorganizmams skaidant organines medžiagas anaerobinėmis sąlygomis.

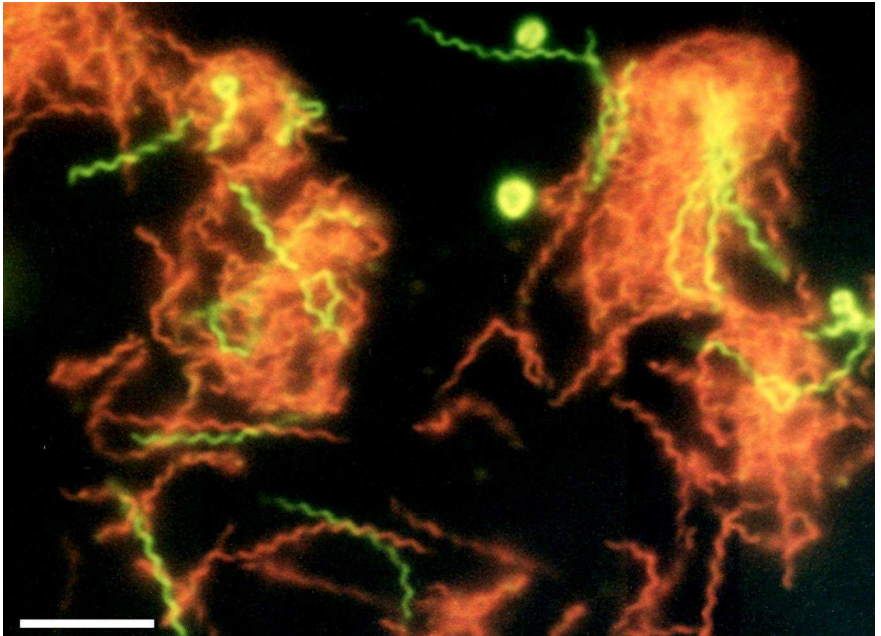
Bendros žinios apie biodujų susidarymo procesą

Viena iš labiausiai žemėje paplitusių gyvybės formų yra mikroorganizmai. Mikroorganizmai – tai smulkiausi, tik pro mikroskopą įžiūrimi, daugiausia vienaląsčiai gyvi sutvėrimai. Jiems priklauso bakterijos, virusai, aktinomicetai, mikroskopiniai grybai, dumbliai ir pirmuonys.

Mikroorganizmų reikšmę sunku pervertinti dėl jų svaraus indėlio globaliniame medžiagų apykaitos procese. Gyvybinių funkcijų palaikymui, augimui ir dauginimuisi mikroorganizmai naudoja maisto medžiagas ir energiją. Maitindamiesi jie sugeba skaidyti visas gamtoje sutinkamas organines, o taip pat dalį neorganinių medžiagų, jas pasisavinti ir sintetinti naujus junginius. Šiuo požiūriu jiems neprilygsta jokia kita gyvybės forma žemėje. Milžiniška mikroorganizmų reikšmė formuojantis derlingam dirvožemio sluoksniui, susidarant naudingoms iškasenoms ir pan. Ypatingai svarbi jų veikla skaidant ir mineralizuojant organines gyvulinės ir augalinės kilmės atliekas.

Energiją mikroorganizmai gauna kvėpavimo metu oksiduodami organinius junginius. Pagal kvėpavimo būdą mikroorganizmai skirstomi į aerobus, obligatinius anaerobus ir fakultatyvinius anaerobus. Aerobai kvėpuojamai medžiagai oksiduoti naudoja atmosferos deguonį. Anaerobai oksidacijai naudoja surištą organinių ar neorganinių junginių deguonį. Oro deguonis jiems ne tik nereikalingas, bet yra žalingas ir stabdo jų gyvybinę veiklą. Fakultatyviniai anaerobai sugeba prisitaikyti prie esamų aplinkos sąlygų ir gali gyventi ir daugintis kvėpuodami aerobiškai kai aplinkoje yra deguonies arba anaerobiškai – kai aplinkoje nėra deguonies.

Organinių medžiagų skaidymo anaerobinėse sąlygose procesas (toliau tekste – anaerobinis procesas), kurio metu išsiskiria biodujos, gamtoje vyksta nuo neatmenamų laikų. Charakteringu pavyzdžiu galima nurodyti pelkių dujų susidarymą.



Mikroorganizmai, nuotrauka iš <http://www.sos03.lt/files/images/Mikroorganizmai.jpg>

Anaerobiniame procese dalyvauja dešimtys rūšių bakterijų ir kitų mikroorganizmų. Vienu mikroorganizmų veiklos rezultate susidariusios medžiagos tarnauja maistu kitiems mikroorganizmams. Taigi organinių medžiagų skaidyme dalyvauja ištisos bendrijos įvairiausių tarpusavyje organiškai susijusių mikroorganizmų.

Pastaruoju metu manoma, kad anaerobinis procesas vyksta trimis etapais.

Pirmame (hidrolizės) etape, veikiant mikrobu išskirtiems fermentams, vyksta organinių medžiagų hidrolizė, kurios metu kompleksiniai organiniai junginiai depolimerizuojami. Riebalai skyla į stambiamolekulines riebalines rūgštis ir glicerolį, baltymai į amino rūgštis ir peptidus, o angliavandeniai į mono- ir disacharidus.

Antrajame (acetogenezės) etape, veikiant rūgštis gaminančioms (acetogenėms) bakterijoms, vyksta tolimesnis pirmame etape susidariusių tarpinių junginių skaidymas. Rezultate susidaro lakiosios riebalinės rūgštys, spiritai, vandenilis, anglies dvideginis, amoniakas ir vanduo.

Trečiasis (metanogenezės) etapas yra metano gamybos etapas. Jo metu dėl metaną gaminančių – metanogeninių bakterijų veiklos pagrindinai iš acto rūgšties, skruzdžių rūgšties, vandenilio ir anglies dvideginio susidaro metano molekulės.

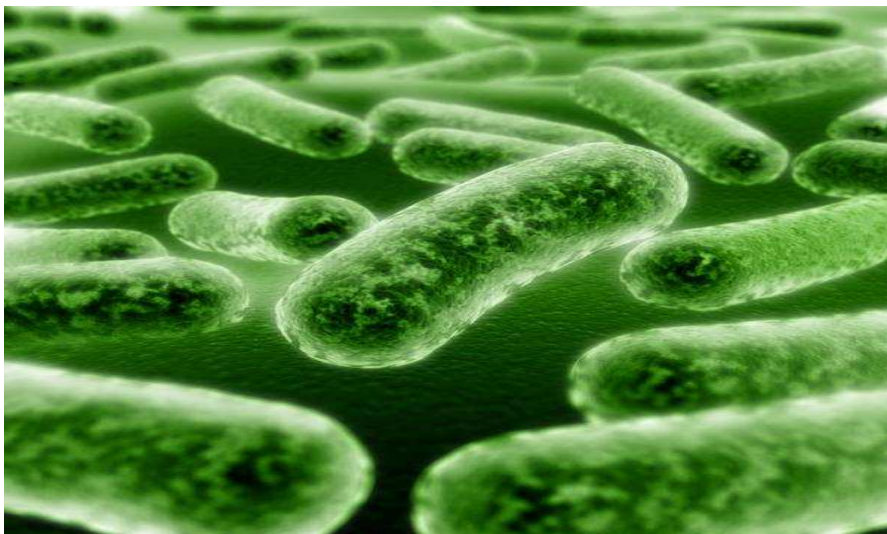
Faktoriai įtakojantys anaerobinį biodujų gamybos procesą

Biodujų gamybos procesą sąlygoja mikroorganizmų veikla. Kuo palankesnės aplinkos sąlygos, tuo mikroorganizmai aktyvesni, greičiau auga ir dauginasi, o tuo pačiu intensyvėja visas organinių medžiagų skaidymas ir didėja susidarantių biodujų kiekis. Panagrinėjime pagrindinius aplinkos veiksnius, turinčius lemiamos įtakos biodujų gamybai.

Temperatūra. Mikroorganizmai neturi šilumos reguliavimo mechanizmų, todėl aplinkos temperatūra yra svarbiausias veiksnys, nuo kurio priklauso jų dauginimosi greitis ir biocheminių reakcijų intensyvumas. Vieniems mikroorganizmams palankiausia temperatūra yra žemesnė, kitiems – aukštesnė. Pagal tai jie skirstomi į psichrofilinius (graikiškai *psychros* – šaltas, *philio* – myliu), mezofilinius (gr. *mesos* – vidutinis) ir termofilinius (gr. *thermos* – šiltas).

Psichrofiliniams mikroorganizmams optimali temperatūra yra 10 - 20 °C, mezofiliniams – 25 - 37 °C ir termofiliniams – 50 - 60 °C.

Mikroorganizmai nevienodai atsparūs aukštų ir žemų temperatūrų poveikiui. Žemesnėje negu minimali temperatūroje mikroorganizmai pereina į anabiozės būklę. Šioje būklėje labai sulėtėja visi gyvybiniai procesai, mikroorganizmai nustoja daugintis ir tampa neveiklūs. Tuo pagrįstas maisto produktų laikymas vėsiai šaldytuvuose tikslu apsaugoti nuo gedimo. Temperatūrai pakilus aukščiau minimalios, dažniausiai mikroorganizmų veikla atsistato.



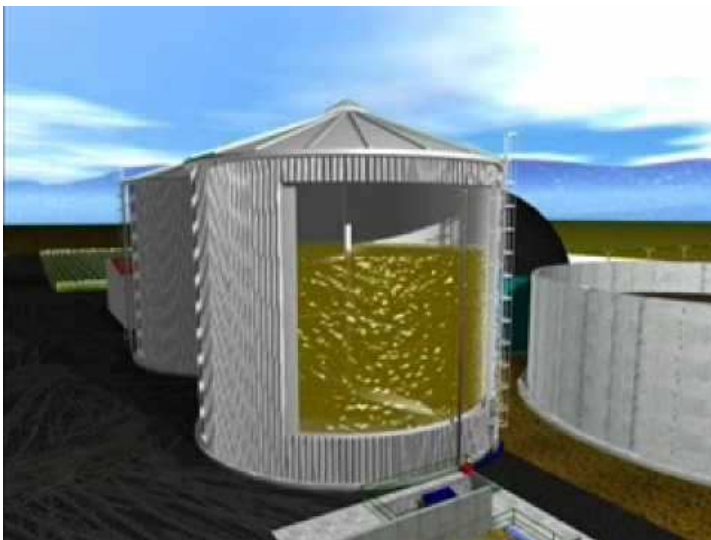
Mikroorganizmai, schema iš

<http://www.sciencedaily.com/releases/2008/07/080710094033.htm>

Aukštai temperatūrai mikroorganizmai yra kur kas jautresni. Kai temperatūra aukštesnė už maksimalią, jie greitai žūva.

Aukštai temperatūrai mikroorganizmai yra žymiai jautresni. Esant temperatūroms aukštesnėms už maksimalią, jie greitai žūva. Jei temperatūra trumpam tik truputį viršija maksimalią, tai ji sukelia mikroorganizmams „šiluminį šoką“. Mikroorganizmai išbuvę “šiluminio šoko” temperatūroje trumpą laiko tarpą, sugeba atsigauti ir normaliai funkcionuoti. Ilgesnis buvimas tokioje temperatūroje jiems pražūtingas. Aukštų temperatūrų poveikiu pagrįstas pasterizavimas, kai sunaikinamos sporų nesudarančios bakterijos (dalis bakterijų, esant nepalankioms gyvenimo sąlygomis sudaro sporos, kurios yra žymiai atsparesnės karščiui, šalčiui, džiovimui, o taip pat daugeliui cheminių medžiagų), ir sterilizavimas – kai sunaikinami visi mikroorganizmai.

Substrato sudėtis. Gyvendami konkrečiame substrate (substratas tai medžiaga, kurioje mikroorganizmai gyvena – minta, auga, vystosi ir dauginasi) mikroorganizmai maitinasi jame esančiomis mineralinėmis ir organinėmis medžiagomis. Dėl šios priežasties keičiasi maisto medžiagų kiekis. Kita vertus, mikroorganizmai išskiria į aplinką medžiagų apykaitos produktus, tuo pačiu keisdami substrato sudėtį ir atskirų medžiagų koncentracijas. Atskiroms mikroorganizmų grupėms būdinga minimali, optimali ir maksimali maisto medžiagų koncentracija. Trūkstant kurios nors būtinos maisto medžiagos, mikroorganizmai negali daugintis. Didinant maisto medžiagų koncentraciją virš maksimalios, mikroorganizmų dauginimasis lėtėja ir pagaliau visai sustoja.



Biodujų substratas, nuotrauka iš <http://i.ytimg.com/vi/3UafRz3QeO8/0.jpg>

Pagrindiniai cheminiai elementai, iš kurių sudaryti mikroorganizmai yra anglis (C), vandenilis (H), deguonis (O) ir azotas (N). Pavyzdžiui, anglis sudaro apie 50% mikroorganizmų sausosios masės. Todėl labai svarbu, kad šių elementų substrate būtų pakankamai ir tam tikru santykiu. Ypač tai pasakytina apie anglį ir azotą. Trūkstant azoto, bakterijos negali gaminti pakankamai fermentų, kurie būtini įsisavinant anglį. Per didelis azoto kiekis veikia kaip inhibitorius – t.y. slopina bakterijų augimą. Laikoma, kad optimalus anglies ir azoto santykis biodujų gamyboje yra apie 25 : 1. Jei maisto medžiagos substrate yra kietų dalelių pavidale, tai didelę įtaką bakterijų veiklai turi dalelių dydis. Kuo dalelės mažesnės, tuo didesnis to pačio medžiagos kiekio paviršiaus plotas, tuo lengviau bakterijoms sueiti į kontaktą su medžiaga ir ją įsisavinti.

Substrato rūgštingumas. Įvairūs mikroorganizmai gali skaidyti vienas medžiagas ir sintetinti kitas tik esant tam tikram substrato rūgštingumui, nusakomam dydžiu pH. pH kitimo ribos yra nuo 0 iki 14. Neutralaus tirpalo, pvz. destiliuoto vandens, pH yra 7. Rūgščių tirpalų – $0 \leq \text{pH} < 7$, o šarminių – $7 \leq \text{pH} < 14$. Metaną gaminančių metanogeninių bakterijų veikla yra intensyviausia esant neutraliam substrato rūgštingumui, t.y. kai pH yra nuo 6,5 iki 7,5.

Stimuliatoriai ir inhibitoriai. Yra daug organinių ir neorganinių medžiagų, kurios turi didelės įtakos anaerobiniam procesui. Priklausomai nuo medžiagos koncentracijos, ji gali stimuliuoti anaerobinį procesą arba veikti kaip inhibitorius t.y. slopinti mikroorganizmų veiklą. Iš tokių medžiagų pirmoje eilėje paminėtini sunkieji metalai, amoniakas, nitratai ir sulfidai. Ypatingai stiprų žalingą poveikį anaerobiniam procesui turi detergentai, organiniai tirpikliai ir antibiotikai. Nėra tikslių duomenų apie šių medžiagų kritines koncentracijas, tačiau literatūroje nurodoma, kad net mažiausios jų dozės pragaištingai veikia biodujų gamybos procesą.

Biodujų sudėtis ir savybės



Nuotrauka iš <http://www.iasp.asp-berlin.de/iaspen12.html>

Pagrindiniai biodujų komponentai yra metanas (CH_4) ir anglies dvideginis (CO_2). Biodujose, priklausomai nuo žaliavos sudėties, būna labai maži vandenilio (H_2), sieros vandenilio (H_2S), azoto (N) ir kitų medžiagų kiekiai.

Dažniausiai biodujose metano būna nuo 55 iki 70%, anglies dvideginio – nuo 30 iki 45%, vandenilio – iki 1% ir sieros vandenilio iki 3%.

Pagrindinės biodujų ir jų komponentų savybės

Savybė ir mato vienetas	Komponentai				Biodujos (60% CH_4 + 40% CO_2)
	CH_4	CO_2	H_2	H_2S	
Teorinis kiekis, %	55-70	30-45	<1	<3	100
Šiluminė vertė, MJ/m ³	37,7	-	10,8	22,8	22,6
Užsiliepsnojimo temperatūra, °C	650-750	-	530-590	290-487	650-750
Dujų užsiliepsnojimo ore ribinės koncentracijos, %	5-15	-	4-74	4-42	6-12
Tankis, kg/m ³	0,72	1,98	0,09	1,54	1,2
Kritinė temperatūra, °C	-82,5	31,0	-	100	-82,5
Kritinis slėgis, MN/m ³	4,6	7,3	1,3	8,9	7,3-8,9

Kadangi biodujos yra metano ir anglies dvideginio mišinys, joms užsiliepsnojimo ribinės koncentracijos šiek tiek skiriasi nuo gryno metano ir priklauso nuo pastarojo koncentracijos biodujose. Dujų užsiliepsnojimo ore ribinės koncentracijos yra labai svarbus rodiklis. Jis reiškia, kad dujų ir oro mišinio temperatūrai pasiekus užsiliepsnojimo temperatūrą, jei dujų koncentracija mišinyje randasi tarp žemutinės ir viršutinės ribinių koncentracijų, mišinys degs (jei mišinio tūris pakankamai didelis – jis sprogs).

Iš lentelėje pateiktų kritinės temperatūros ir slėgio reikšmių galime suprasti, kad suskystinti biodujas yra sudėtinga techniniu požiūriu, nes reikia jas atšaldyti iki labai žemos temperatūros esant aukštam slėgiui. Tai atlikti galima panaudojus brangius įrenginius ir daug energijos (kompresoriaus ir šaldymo agregato maitinimui), o tai reiškia, kad ekonominiu požiūriu suskystinti biodujas neapsimoka.

Iš to kas anksčiau pasakyta ir duomenų pateiktų lentelėje akivaizdu, kad metanas yra pagrindinis ir vertingiausias biodujų komponentas. Anglies dvideginis nedegus ir yra kaip balastas, o vandenilio ir sieros vandenilio kiekiai biodujose labai maži. Svarbiausias biodujų savybes – šiluminę vertę, užsiliepsnojimo temperatūrą ir užsiliepsnojimo ore ribines koncentracijas apsprendžia metano kiekis biodujose.

Žaliavos biodujų gamybai

Pagrindinė žaliava biodujų gamybai yra įvairiausios kilmės organinės atliekos. Vienos atliekos yra sunkiai skaidomos ir iš jų gaunama mažiau biodujų, kitos – lengviau ir iš jų gaunamas didesnis biodujų kiekis su

aukštesne metano koncentracija. Biodujų gamybai naudojamos organinės atliekos, susidaranti žemdirbystėje, gyvulininkystėje, dalis miestų komunalinių atliekų, miestų vandens valymo įmonių dumblas bei maisto perdirbimo pramonės įmonių technologinės atliekos (jei jos nepanaudojamos pašarams ar kitiems tikslams).

Biodujų išėiga ir sudėtis labai priklauso nuo substrato sudėties. Teoriškai galimas gauti biodujų kiekis ir jų šiluminė vertė, suskaidžius 1 kg grynos organinės medžiagos, pateikti lentelėje.

Biodujų išėiga skaidant grynus organinių medžiagų komponentus

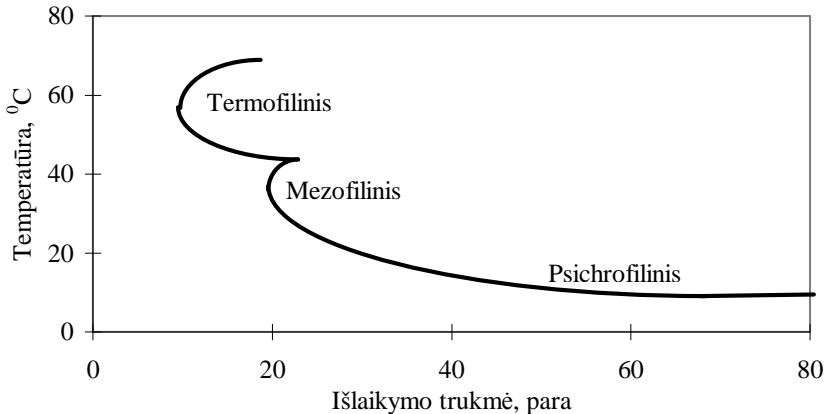
Medžiaga	Biodujų išėiga, m ³ /kg	Metano išėiga, m ³ /kg	Metano kiekis biodujose, %	Biodujų šiluminė vertė, MJ/Nm ³
Riebalai	1,44	1,03	71,5	38,83
Baltymai	0,96	0,51	53,1	19,23
Angliavandeniai	0,79	0,39	49,4	14,70

Praktikoje visos, netgi šimtaprocentiniai suskaidomos organinės medžiagos, paversti į biodujas anaerobinio proceso metu negalima, nes dalis organinės medžiagos lieka degazuotame substrate mikroorganizmų masės pavidalu .

Bioreaktorius

Bioreaktorius – tai įrengimas skirtas biodujų gamybai, bakteriologiškai skaidant organines medžiagas anaerobinėse sąlygose. Bioreaktoriuje sudaromos kuo palankiausios sąlygos mikroorganizmų veiklai. Reikia pažymėti, didinant substrato temperatūrą, biodujų išsiskyrimo greitis didėja ir pasiekia maksimalią reikšmę prie $t \approx 35-38\text{ }^{\circ}\text{C}$, (tai atitinka mezofilinį režimą). Toliau didinant substrato temperatūrą, biodujų susidarymo greitis šiek tiek sumažėja, o vėliau ima didėti ir pasiekia antrą maksimalią reikšmę prie $t \approx 50-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ (tai atitinka termofilinį režimą). Jei toliau didintume temperatūrą, biodujų išėiga imtų mažėti kol visai sustotų, nes per aukšta temperatūra užmuštų bakterijas. Biodujų susidarymo greičio priklausomybė nuo temperatūros pavaizduota toliau pateiktame grafike.

Du biodujų susidarymo maksimumai grafike stebimi todėl, kad prie $t \approx 35-38\text{ }^{\circ}\text{C}$ yra palankiausios sąlygos daugintis vienoms metanogeninėms bakterijoms (mezofilinėms), kurių skaičius sparčiai išauga ir jos sugeba pagaminti daugiau biodujų. Keliant temperatūrą, sąlygos šioms bakterijoms blogėja, jų dauginimasis mažėja, kartu mažėjant ir pagaminamų biodujų kiekiui. Tačiau temperatūrai pasiekus $50-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ intervalą, susidaro optimalios sąlygos kitoms metanogeninių bakterijų (termofilinių) rūšims, jos ima sparčiau daugintis ir didesnis bakterijų kiekis pagamina daugiau biodujų.



Laiko, per kurį suskaidoma organinė medžiaga priklausomybė nuo temperatūros

Praktikoje, siekiant greičiau suskaidyti organines medžiagas ir pagaminti didesnį biodujų kiekį iš to paties bioreaktoriaus tūrio, bioreaktoriuose palaikoma temperatūra atitinkanti vieną iš minėtų intervalų ir pagal tai jie skirstomi į mezofilinius ir termofilinius.

Lyginant tarpusavyje termofilinį ir mezofilinį režimus, galima nurodyti šiuos termofilinio režimo privalumus:

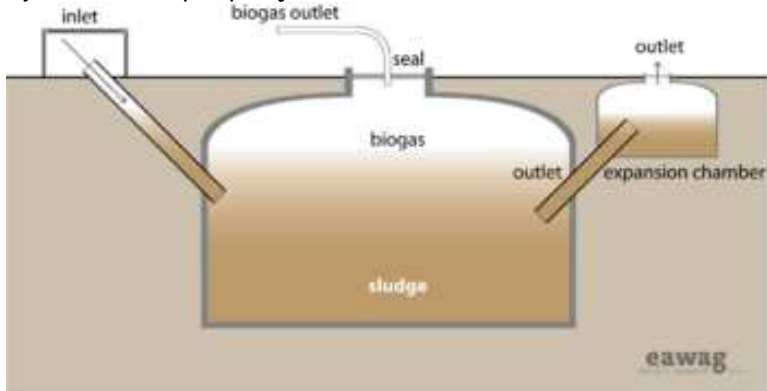
- didesnis organinių medžiagų skaidymo greitis;
- didesnė biodujų išeiga iš to paties substrato kiekio;
- proceso metu sunaikinamas didesnis patogeninių (ligas sukeliančių) mikrobus ir piktžolių sėklų skaičius;
- mažesnio tūrio bioreaktoriuje (tuo pačiu ir pigesniame) galima apdoroti tą patį žaliavos kiekį.

Tačiau termofilinis procesas turi ir trūkumų:

- sunaudojamas didesnis energijos kiekis aukštesnės substrato temperatūros palaikymui;
- mažesnis proceso stabilumas;
- mažesnė metano koncentracija biodujose, o tuo pačiu ir šiluminė vertė.

Antrasis trūkumas reiškia, kad reaktorius, dirbantis termofiliniu režimu, lyginant su reaktoriumi dirbančiu mezofiliniu režimu, yra žymiai jautresnis temperatūros, substrato sudėties, rūgštingumo pokyčiams, o taip pat ir inhibitorių poveikiui. Todėl greičiau gali sutrikti termofilinių bakterijų veikla. Vadinas termofiliniu režimu dirbantis bioreaktorius reikalauja daugiau ir aukštesnės kvalifikacijos priežiūros. Dėl šių priežasčių mažesni, dažniausiai žemės ūkio žaliavas naudojantys, bioreaktoriai pagrindinai dirba mezofiliniu

režimu. Kalbant apie temperatūros reikšmę, būtina pažymėti, kad reaktoriaus darbo stabilumui įtakos neturi substrato temperatūros svyravimai, neviršijantys 0,6-1,2 °C per parą.



Anaerobinis biodujų reaktorius, schema iš

http://www.akvo.org/wiki/index.php/Anaerobic_Biogas_Reactor

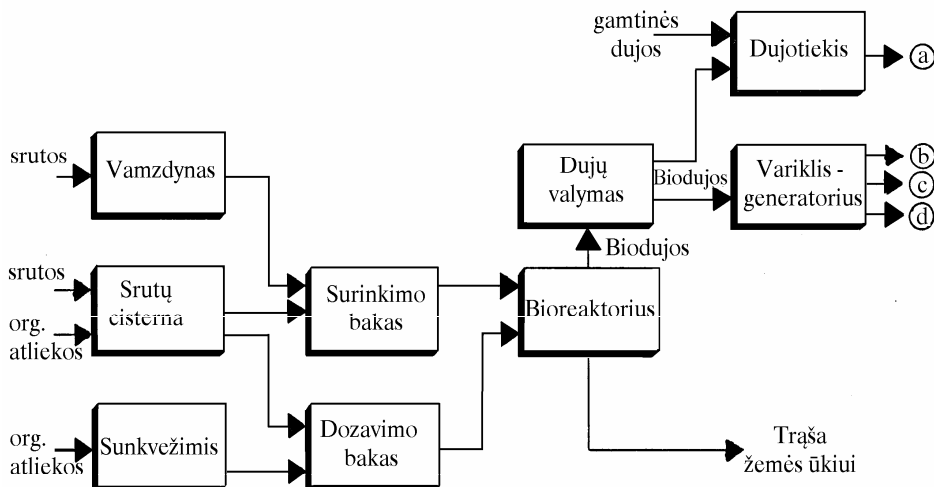
Apibendrinant galima teigti, kad efektyviai veikiantis bioreaktorius turi turėti:

- hermetišką korpusą, nes ir mažas deguonies kiekis, patenkantis į bioreaktorių yra labai kenksmingas metaną gaminančioms bakterijoms;
- efektyvią šildymo sistemą, užtikrinančia pastovią substrato temperatūrą ypač jo pakrovimo/iškrovimo metu;
- gerą korpuso termoizoliaciją, įgalinančia minimizuoti šildymo sąnaudas;
- substrato maišymo sistemą, kuri palaikytų kuo vienodesnę substrato temperatūrą visame bioreaktoriaus tūryje, o taip pat užtikrintų gerą kontaktą tarp mikroorganizmų ir maisto medžiagų. Įkrovos maišymas taip pat neleidžia susidaryti plutai substrato paviršiuje, kuri trukdo susidariusių biodujų pasišalinimui iš apdirbamos žaliavos bei įgalina sumažinti kenksmingų medžiagų (jei tokios su įkrova patenka į bioreaktorių) poveikį mikroorganizmams, išsklaidydamas jas po visą bioreaktoriaus tūrį ir tokiu būdu sumažindamas jų lokalinę koncentraciją;
- substrato pakrovimo ir iškrovimo sistemą, kuri, pagal galimybes, sukeltų kuo mažesnius sutrikdymus mikroorganizmų veikloje, t.y. užtikrintų kuo mažesnius temperatūros ir koncentracijos pokyčius įkrovoje. Pageidautina, kad į šios sistemos sudėtį įeitų žaliavos paruošimo talpa, kurioje pastaroji būtų sumaišoma ir pašildoma iki bioreaktoriaus darbo temperatūros.

Biodujų jėgainė

Biodujų jėgainę sudaro šie pagrindiniai komponentai:

- biomasės transportavimo, sandėliavimo, pirminio apdorojimo ir padavimo į bioreaktorių įrenginiai;
- bioreaktorius;
- degazuoto substrato sandėliavimo ir tvarkymo įrenginiai;
- pagamintų biodujų saugojimo, valymo ir tolesnio naudojimo įrenginiai.



- a - vartotojai
- b - elektros energija
- c - šiluma į gyvenvietės šiluminius tinklus
- d - šiluma technologijos reikalams

Biodujų jėgainės struktūrinė schema

Priklausomai nuo biomasės žaliavos rūšies ją gali tekti rūšiuoti, smulkinti, pakaitinti iki aukštesnės temperatūros, siekiant sunaikinti ligas sukeliančius mikroorganizmus, ar kitaip apdoroti.

Degazuota biomasė gali būti naudojama žemės ūkyje kaip skystosios trąšos arba kaip žaliava sausųjų trąšų gamybai.

Pagamintos biodujos pradžioje kaupiamos gazholderyje, kurio paskirtis išlyginti netolygumus tarp jų gamybos ir panaudojimo. Biodujos gali būti naudojamos trejopai:

- be papildomo valymo deginamos katilų pakurose;

- su minimaliu valymu, pašalinant drėgmę ir sieros vandenilį, deginamos kogeneraciniuose įrenginiuose (dažniausiai stūmokliniuose vidaus degimo varikliuose);
- išvalomos iki gryno metano ir tiekiamos į gamtinių dujų tinklą.

Biodujų gamybos privalumai žemdirbystės ir aplinkosaugos požiūriais

Anaerobinio organinių medžiagų skaidymo proceso metu susidariusių biodujų pagrindiniai komponentai yra metanas (55-70 %), anglies dvideginis (27-44 %), sieros vandenilis (< 3%) ir vandenilis (~ 1%). Kitų dujų, kaip anglies monoksido, azoto, etano, propano ir butano stebimi tik pėdsakai. Be abejo, vertingiausias biodujų komponentas yra metanas. Vidutiniškai biodujų degimo šiluma yra apie 24 MJ/Nm³. Energetiniu požiūriu biodujos yra patogus naudoti, tik trečdaliu pagal šiluminę vertę gamtinės dujos nusileidžiantis, kuras.

Tačiau biodujų gamybos procesas yra vertingas ne tik energetiniu, bet taip pat žemdirbystės ir aplinkosaugos požiūriais. Būtų galima paminėti šias teigiamas žemdirbystės požiūriu proceso savybes:

- bioreaktoriuje apdorojant gyvulių ir paukščių mėšlą, dalis organiniuose junginiuose esančio azoto pervedama į amoniakinę formą, kurią lengvai įsisavina augalai. Danų tyrinėtojų duomenimis degazuotame mėšle amoniakinio azoto kiekis padidėja 10-15 %;
- anaerobinio proceso metu dalinai suardomas piktžolių sėklos ir sumažinamas jų daigumas. Todėl augalų tręšimui naudojant degazuotą mėšlą, sumažėja jų piktžolėtumas;
- augalai greičiau įsisavina maisto medžiagas iš degazuoto mėšlo;
- naudojant tręšimui degazuotą mėšlą nudeginami augalų lapai. Dėl šios priežasties juos galima tręšti ir vegetacijos periodu.

Anaerobinio proceso privalumai aplinkosauginiu požiūriu yra šie:

- apdorojant organines atliekas bioreaktoriuje sumažėja jų biologinis deguonies sunaudojimas (BDS) iki 80%, o cheminis deguonies sunaudojimas (ChDS) iki 50%. Tai reiškia, kad degazuoto substrato žalingas poveikis aplinkai yra ženkliai sumažinamas;
- mažinamas šiltnamio efektas. Sandėliuojant mėšlą anaerobinis procesas vyksta natūraliomis sąlygomis, o išsiskyres metanas patenka į atmosferą, tuo didindamas šiltnamio efektą. Pažymėtina, kad metanas šiltnamio efektą didina 21 kartą intensyviau už anglies dvideginį. Tuo tarpu, apdorojant mėšlą bioreaktoriuje, susidaręs metanas nepatenka į atmosferą, o yra panaudojamas energetinių poreikių tenkinimui;

- proceso metu žūna daug patogeninių mikrobu. Todėl tręšimui naudojant degazuotą mėšlą, tuo pačiu pagerinama aplinkos sanitarinė būklė;
- sumažėja pavojus užteršti gruntinius vandenis nitratais, kadangi augalai iš degazuoto mėšlo greičiau įsisavina ir didesnę kiekį azotinių maisto medžiagų;
- sumažėja degazuoto mėšlo nemalonus kvapas, nes anaerobinio proceso metu suskyla nestabilūs organiniai junginiai;
- bioreaktoriuje apat mėšlo galima anaerobiškai apdoroti ir kitas organines atliekas, tuo mažinant aplinkos užterštumą.

Anaerobinio organinių atliekų apdorojimo technologijų taikymas nėra alternatyva jų kaupimui sąvartynuose, tačiau įgalina sumažinti sąvartynų plotus, atliekų kenksmingumą, jų neigiamą poveikį aplinkai.

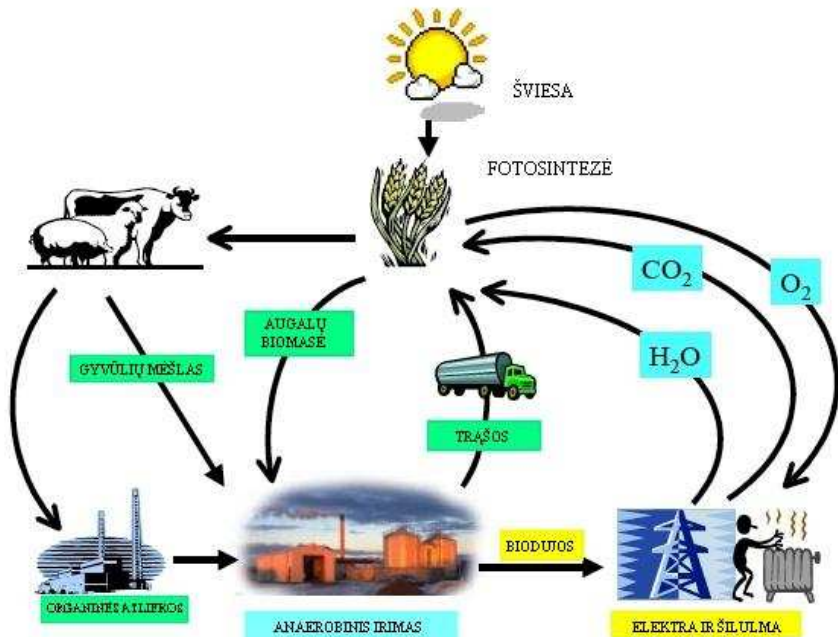
Pasaulyje kasmet susidaro milijonai tonų įvairiausių atliekų. Tačiau biodujų gamybai tinkama tik tam tikra atliekų dalis. Likusioji dalis dėl įvairių priežasčių negali būti panaudota biodujų gamybai ir yra utilizuojama kitais metodais arba kaupiama sąvartynuose. Mūsų šalyje susidaranti organinės atliekos dažnai yra sumaišytos su kalnais įvairiausių kitos rūšies buitinių bei gamybinių atliekų. Todėl, norint sėkmingai pritaikyti anaerobinio organinių atliekų apdorojimo technologijas ir kuo labiau sumažinti jų kenksmingą poveikį aplinkai ir gauti didžiausią ekonominį efektyvumą, šias atliekas būtina rūšiuoti (geriausia iš pat pradžių jų nesumaišyti su kitomis neorganinėmis atliekomis).



Biodujų jėgainė, <http://www.lemvigbiogas.com/img/lemvigbiogas.jpg>

Be to, atliekose esantys neorganiniai junginiai, patekę į dirvą, nepalankiai veikia dirvožemio struktūrą ir dažnai turi neigiamos įtakos derlingumui, o ligų sukėlėjai kelia pavojų žmonių ir gyvūnų sveikatai. Netinkamas atliekų tvarkymas kelia didelį paviršinio ir gruntinio vandens užteršimo pavojų. Todėl apdorojant organines atliekas visų pirma sprendžiamos ekologinės problemos ir kartu papildomai gaunama elektros ir šiluminė energija. Apskritai vertinant anaerobinį atliekų utilizavimą, rekomenduojama atsižvelgti į kompleksinį šio metodo efektyvumą. Tai priklauso nuo organinių atliekų sudėties. Kiekvienu konkrečiu atveju parenkant atitinkamas technologijas pasiekiamas teigiamas efektas, kuris dažniausiai išreiškiamas ir įvertinamas kapitalinėmis ir

eksploatacinėmis išlaidomis; pasirinktos technologijos proceso efektyvumu ir patikimumu; eksploatacijos ir techninio aptarnavimo reikalavimais bei produkcijos kokybe ir jos naudojimo efektyvumu.



Biodujų teikiama nauda:

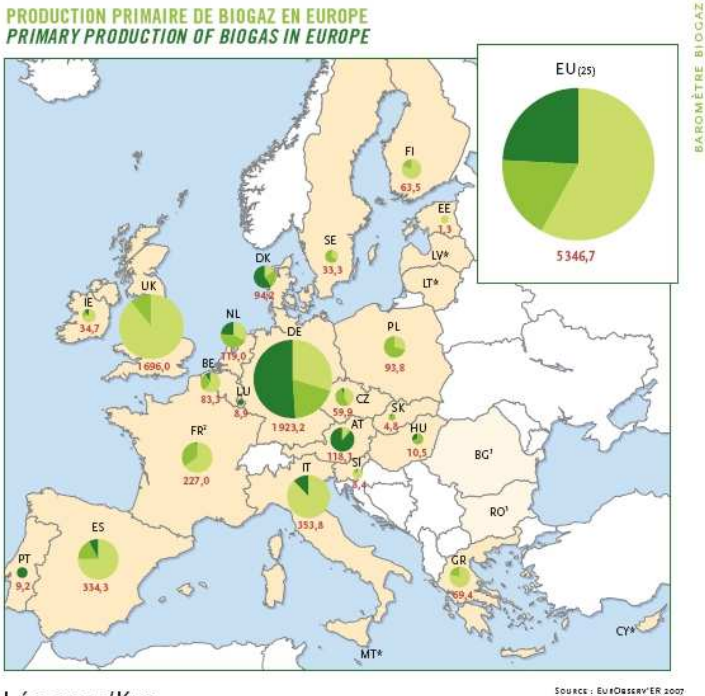
- Decentralizuota, efektyvi energijos gamyba;
- Apsirūpinimas šiluma bei elektra;
- Pelningas perteklinės šilumos ar elektros energijos pardavimas;
- Po biodujų gamybos likęs substratas - puiki trąša;
- Žymiai sumažintas biologinių atliekų kvapo skleidimas;
- Efektyvus sandėliavimas.

Lietuvos agrarinės ekonomikos instituto specialistai paskaičiavo, jog šalyje bioenergetika galėtų sukurti apie 4,5 tūkst. darbo vietų, o jėgainės – pagaminti 1,5 mlrd. kW energijos.

Biodujų naudojimas ES ir Lietuvoje

Biodujų gamyba ES 2007 m. sudarė apie 5900 ktne (ktne – tūkstantis tonų naftos ekvivalento). Biodujų iš žemės ūkio atliekų dalis bendroje biodujų

gamyboje sudarė 36% (2108 ktne). Likusieji 64% biodujų gamybos gaunama surenkant dujas iš sąvartynų (2905,2 ktne) ir nutekamųjų vandenų valymo įmonių dumblo (887,2 ktne). Šiuo metu greitai auga biodujų dalis, pagaminta iš žemės ūkio atliekų. ES didžiausia biodujų gamintoja Vokietija biodujas patiekia į gamtinių dujų vamzdynus. Kitas galimas panaudojimas yra neperdirbtas dujas sudeginti kogeneracinėse jėgainėse, įrengtose netoli šilumos vartojimo vietų. Detalesnį pirminės biodujų gamybos vaizdą Europos šalyse galite matyti žemiau pateiktame paveikslėlyje.



LÉGENDE/KEY

Production d'énergie primaire de biogaz de l'Union européenne en 2006 (en ktne)¹/
Primary energy production of biogas of the European Union in 2006 (in ktne)¹

- Biogaz de décharges/Landfill gas
- Biogaz de stations d'épuration/Sewage sludge gas
- Autres biogaz (déchets agricoles, etc.)/Other biogases (agricultural waste, etc.)

5346,7 Les chiffres en rouge indiquent la production totale/Red figures show total production

* Non représentatif/Not significant - ¹ Estimation/Estimate - ² Dom inclus/French overseas départements included
¹ La Bulgarie et la Roumanie ne font pas partie de notre étude/Bulgaria and Romania are not included in our survey

Pirminė biudujų gamyba Europoje

ES šalyse pastaruoju metu didžiausias dėmesys skiriamas biudujų gamybai iš žemės ūkio atliekų, o taip pat iš specialių energetinių pasėlių (dažniausiai kukurūzų). Žemiau esančioje lentelėje pateikiami duomenys apie žemės ūkio paskirties žemę, tinkamą biomasės gamybai kiekvienoje ES valstybėse.

	Visas plotas, mln. ha	Ž.ū. paskirties žemė, mln. ha	Ariama žemė		Ž. ū. paskirties žemė, ha/gyventojui
			Mln. ha	% nuo visos žemės	
Airija	7,0	4,4	1,2	17	1,06
Austrija	8,4	3,4	1,4	17	0,42
Belgija	3,1	1,4	0,8	27	0,13
Bulgarija	11,1	5,3	3,3	30	0,68
Čekijos Rep.	7,9	4,3	3,1	39	0,42
Danija	4,3	2,7	2,3	53	0,49
Estija	4,5	0,8	0,5	12	0,63
Graikija	13,2	8,4	2,7	20	0,77
Ispanija	50,5	30,2	13,7	27	0,73
Italija	30,1	15,1	8,0	26	0,26
Jungt. Karal.	24,4	17,0	5,7	23	0,28
Kipras	0,9	0,1	0,1	11	0,18
Latvija	6,5	2,5	1,8	28	1,08
Lenkija	31,3	16,2	12,6	40	0,42
Lietuva	6,5	3,5	2,9	45	1,02
Liuksemburgas	0,3	0,1	0,06	24	0,28
Malta	0,03	0,01	0,01	31	0,03
Olandija	4,2	1,9	0,9	22	0,12
Portugalija	9,2	3,7	1,6	17	0,37
Prancūzija	55,2	29,7	18,5	33	0,49
Rumunija	23,8	14,7	9,4	39	0,66
Slovakija	4,9	2,4	1,4	29	0,45
Slovėnija	2,0	0,5	0,2	9	0,26
Suomija	33,8	2,2	2,2	7	0,43
Švedija	45,0	3,2	2,7	6	0,36
Vengrija	9,3	5,9	4,6	50	0,60
Vokietija	35,7	17,0	11,8	33	0,21
ES-27	433,1	196,6	113,5	26	0,41

Šaltinis: Faostat, 2003

Jei vidutiniškai ES 20% ariamos žemės ūkio paskirties žemės bus skirta energetiniams augalams, ir vidutinis derlingumas būtų 20 t/ha, bendra energetinė vertė būtų 192 mln. tne. Metano potencialas iš šio žaliavos kiekio būtų 50,7 mlrd. m³ CH₄ arba 45,5 mln tne.

Kitas stambus biodujų gamybos potencialas yra gyvulininkystės atliekos:

	Galvijų skaičius, tūkst. galvų	Kiaulių skaičius, tūkst. galvų	Galvijų mėšlo, mln. t	Kiaulių mėšlo, mln. t	Viso mėšlo, mln. t
Airija	7000	1758	98	3	102
Austrija	2051	3125	29	6	35
Belgija	2695	6332	38	12	49
Bulgarija	672	931	9	2	11
Čekijos Rep.	1397	2877	20	5	25
Danija	1544	13466	22	25	46
Estija	250	340	4	1	4
Graikija	600	1000	8	2	10
Ispanija	6700	25250	94	46	140
Italija	6314	9272	89	17	106
Jungt. Karal.	10378	4851	146	9	155
Kipras	57	498	1	1	2
Latvija	371	436	5	1	6
Lenkija	5483	18112	77	33	110
Lietuva	792	1073	11	2	13
Liuksemburgas	184	85	3	0	3
Malta	18	73	0	0	0
Olandija	3862	11153	54	20	75
Portugalija	1443	2348	20	4	25
Prancūzija	19383	15020	272	28	300
Rumunija	2812	6589	40	12	52
Slovakija	580	1300	8	2	11
Slovėnija	451	534	6	1	7
Suomija	950	1365	13	3	16
Švedija	1619	1823	23	3	26
Vengrija	723	4059	10	7	18
Vokietija	13035	26858	183	49	232
ES-27	91364	160530	1284	295	1578

Šaltinis: Faostat, 2003

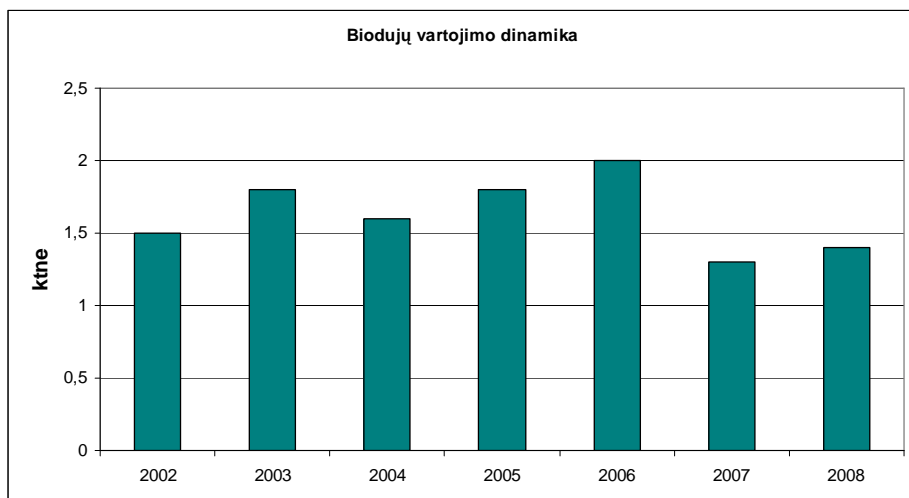
Iš viso mėšlo kiekio galima būtų gauti 31568 mln. m³ biodujų arba 21519 mln. m³ metano, kas energetine verte sudarytų 18,5 mln. tne.



Kukurūzai – žaliava biodujų gamybai

Europos Sąjungos šalys savo ateitį mato naudodamos biodujas kogeneracinėse jėgainėse, gaminant šilumą ir elektrą, tiekdamos biodujas į gamtinių dujų tinklus, naudodami biodujas kaip kurą transportui. Taip pat jas galima naudoti kaip kombinuoto kuro dalį elektrinėse, mikro kogeneracinėse jėgainėse, kuro elementuose bei pramonėje.

Kiek žymiau biodujas Lietuvoje pradėta vartoti 2002 metais ir nuo tada vartojimas išaugo gana nežymiai:



Biodujų vartojimo Lietuvoje dinamika

Numatomose biodujų jėgainėse galima išgauti apie 140 mln. m³ biodujų per metus. Jos 2020 metais pagamintų 700 MWh energijos, iš jos 300 MWh elektros energijos ir 400 MWh šiluminės energijos.

Biodujų jėgainėse perdirbus apie 30% gyvulių ir paukščių mėšlo, galima pagaminti apie 50 mln. kubinių metrų biodujų, kurių energetinė vertė – apie 300 GWh/3488 tne. Biodujų gamybai paskyrus 10 tūkstančių ha pievų, per vieną sezoną galima išgauti apie 30 mln. m³ biodujų, turinčių 190 GWh (2210 tne) energetinį potencialą. Biodujų jėgainėse perdirbus 60 tūkst. tonų gyvūninės kilmės atliekų, galima išgauti apie 12 mln. m³ biodujų, kurių energetinė vertė siekia 70 GWh (814 tne). Iš komunalinių atliekų atskyrus biologiškai skaidžią dalį ir jas perdirbus biodujų reaktoriuose, kasmet galima išgauti apie 15-20 mln. m³ biodujų, kurių energetinė vertė siektų 100 GWh (1163 tne). Nenaudojamuose ir naujuose regioniniuose sąvartynuose galima išgauti apie 30 mln. m³ biodujų, kurių energetinė vertė siektų 150 GWh (1744 tne).

Biodujų gamyba iš įvairių žaliavų Lietuvoje

Biodujų gamyba ir naudojimas energijos tikslais Lietuvoje pradėti praėjusio šimtmečio paskutinėje dekadaje. Šiandien Lietuvoje veikia septynios jėgainės, anaerobiniu būdu perdirbančios biodegraduojančias organinės kilmės atliekas ir gaminančios šiluminę ir elektros energiją bei dvi jėgainės naudojančios sąvartynų dujas. Bendras instaliuota biodujų jėgainių galia siekia apie 25,8 MW, tame skaičiuje elektros generavimo įrenginių galia sudaro apie 8,8 MW, o šilumos – 17 MW.



Kiaulės, http://current.com/technology/89989662_monsanto-seeks-pig-patent.htm

Biodujos iš žemės ūkio atliekų

Pagrindiniu biodujų gamybos žaliavų šaltiniu Lietuvos žemės ūkyje yra gyvulių mėšlas. Didžiausią biodujų gamybos potencialą turintys kiaulių kompleksai pastaruoju metu modernizuojami ir plečiami. Geriausias perspektyvas statyti biodujų jėgaines turi stambūs ūkiai, naudojantys bekaikes gyvulių ir paukščių laikymo technologijas bei turintys didelius šiluminės energijos poreikius. Biodujų jėgainėse perdirbus apie 30% gyvulių ir paukščių mėšlo, galima pagaminti apie 50 mln. kubinių metrų biodujų, kurių energetinė vertė – apie 300 GWh. Tokiose jėgainėse perdirbtas atliekas galima naudoti žemės ūkio kultūrų bei energetinių augalų auginimui, kurių biomasė gali būti naudojama biokuro, biodegalų ar biodujų gamybai.

Biodujų gamybai gali būti naudojama ir žolinių, energetinių augalų (liucernos, nendrinio dryžučio, ožiarūčio ir pan.) biomasė. Viename pievų hektare galima išauginti iki 40 tonų žaliosios masės arba 8-10 tonų sausosios masės. Anaerobinei biokonversijai paskyrus 10 tūkstančių ha pievų, per vieną sezoną galima išgauti apie 30 mln. m³ biodujų, kurių energetinė vertė 190 mln. kWh.



Karvės,

http://knowledge.allianz.com/en/globalissues/energy_co2/energy_profiles/bioenergy.html

Daugiausia bruto energijos gaunama iš kukurūzų pasėlių – 190-240 GJ/ha. Iš šių augalų masės, esant pieninės-vaškinės brandos grūdams, gaminamas silosas ir po to naudojamas kaip žaliava biodujų gamybai. Iš kiekvieno hektaro susilosuotos masės gaunama 4500-6000 m³ metano dujų. Mažai pagal bendrą energijos kiekį nuo kukurūzų atsilieka kanapės. Šiek tiek mažesnė biodujų išeiga iš drambliažolių bei javų pasėlių.



Sauliaus Žiūros/BFL nuotr. / Kukurūzai

Iš skirtingų žaliavų gaunamas skirtingas biodujų kiekis. Daugiausia jų išsiskiria iš riebalinių ir aliejaus atliekų – 400-600, iš kukurūzų – 200, žolės – 110, runkelių –75, kiaulių mėšlo – 35 m³ /t biodujų.

Biodujų gamybai galima naudoti ir kitus mažiau paplitusius, bet daug biomasės užauginančius augalus.

Biodujų jėgainė, naudojanti žolinių augalų biomasę, pelningai gali dirbti tik tuo atveju, jei augalų derlingumas yra didelis, biodujų išeiga iš tonos žaliavos yra aukšta, o santykinė jėgainės įrengimo kaina žema. Vertinimai atlikti Vokietijos sąlygomis rodo, kad biodujų jėgainė, naudojanti kukurūzus ir gaminantį elektrą ir šilumą, dirbs pelningai tik tuo atveju, jei žaliavos kaina bus mažesnė nei 30 €/t, o jėgainės santykinė investicija bus mažesnė nei 4000 €/kW_{el}. Reikia pažymėti, kad biodujų jėgainė gali gauti papildomas pajamas, jei priims utilizavimui pramonines lengvai skaidomas organines atliekas (pvz. skerdyklų atliekas).

Biodujos iš pramonės atliekų

Tikslinga plėtoti biodujų gamybą iš organinės kilmės organinių atliekų, susidarantių maisto pramonės įmonėse – skerdyklose, mėsinėse, pieninėse, spirito gamyklose, odų perdirbimo įmonėse ir pan. Įrengiant biodujų jėgaines pramonės įmonėse yra geresnės sąlygos efektyviai panaudoti kogeneraciniuose įrenginiuose pagamintą šilumos energiją (technologinėms reikmėms, patalpų šildymui ir pan.). Lietuvos gyvulių ir paukščių skerdyklose ir mėsos perdirbimo įmonėse kasmet perdirbama apie 300 tūkstančių tonų skerdienos. Esant tokioms gamybos apimtims, susidaro apie 60 tūkst. tonų gyvūninės kilmės atliekų, kurias galima perdirbti biodujų jėgainėse. Iš jų galima išgauti apie 12 mln. m³ biodujų, kurių energetinė vertė siekia 70 GWh.



Sūriai, http://www.franceonyourown.com/News_9_2_03.htm

Dideli organinių atliekų kiekiai susikaupia cukraus fabrikuose, skerdyklose, mėsos perdirbimo įmonėse, spirito, krakmolo ir mielių gamyklose.

Nemažą energetinį potencialą turi spirito žlaugtai ir pieno išrūgos, rapsų ir cukrinių runkelių išspaudos, alaus gamybos atliekos, virti arba žemos kokybės vaisiai ir daržovės, panaudotas aliejus, konservų, vyno, salyklo, uogienių, šokolado atliekos, pieno, sūrių, ledų, žuvies gamybos atliekos ir pan.

Biodujos iš komunalinių atliekų sąvartynų

Lietuvoje kasmet susidaro apie 1 mln. tonų komunalinių atliekų. Tvarkant surinktas atliekas pasaulinėje praktikoje naudojami trys pagrindiniai būdai: – atliekų perdirbimas arba kompostavimas, atliekų deginimas ir atliekų šalinimas į sąvartynus. Labiausiai paplitęs ir pigiausias yra paskutinis būdas.

Sąvartyną galima traktuoti kaip milžinišką, natūralų biodujų generatorių, kuriame, veikiant mikroorganizmams, skaidomos organinės atliekos ir rezultate susidaro biodujos, kurios dažniausiai vadinamos sąvartynų dujomis. Sąvartynų dujos, kurių sudėtyje yra apie 50% metano, natūraliomis sąlygomis migruoja per atliekų sluoksnį ir, patekdamos į atmosferą, didina šiltnamio efektą, gali būti gaisrų ir sprogimų priežastimi, kelia pavojų žmonių sveikatai, kenkia augalams.

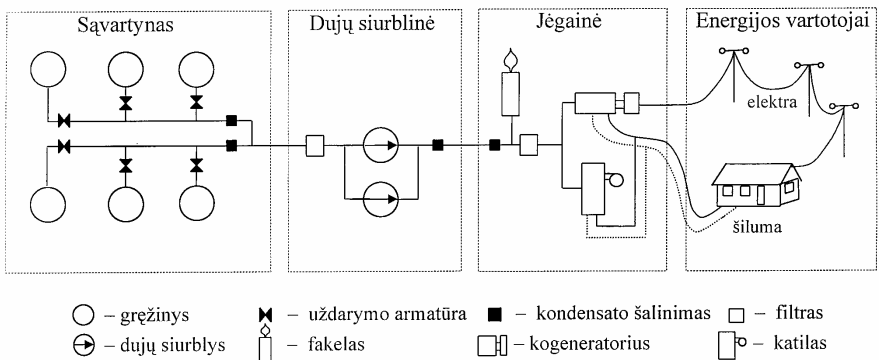
Dujų susidarymo procesas sąvartyne yra labai sudėtingas ir priklauso nuo daugelio faktorių. Pagrindiniai iš jų būtų šie:

- atliekų sudėtis;
- atliekų pirminis apdorojimas (ar atliekos yra smulkinamos ir rūšiuojamos prieš talpinant į sąvartyną);

- antrinių atliekų perdirbimo laipsnis, t.y koks atliekų kiekis, tinkamas antriniam perdirbimui yra atskiriamas nuo atliekų srauto;
- atliekų amžius;
- atliekų sluoksnio storis ir tankis sąvartyne;
- sąvartyno dydis ir atliekų kiekis jame;
- tarpiniai izoliaciniai sluoksniai (jei tokie yra), jų kiekis, storis ir sudėtis;
- atliekų sluoksnio hermetizavimas;
- klimatinės ir aplinkos sąlygos (kritulių kiekis, temperatūra ir pan.);
- biologiniai faktoriai (ar sąvartyne talpinamas vandenvalos įmonių nuotekų dumblas, koks anglies, azoto ir fosforo santykis atliekose ir pan.);
- vietovės hidrogeologinės savybės (reljefas, grunto sudėtis, pralaidumas vandeniui ir pan.).

Siekiant sumažinti neigiamą sąvartynų dujų poveikį aplinkai vis dažniau sąvartynuose įrengiamos dujų surinkimo sistemos, o pačios dujos naudojamos energijos gamybai ar kitiems tikslams. Sąvartyno dujų gavybos ir naudojimo įrenginių kompleksas, parodytas paveikslėlyje, susideda iš:

- dujų surinkimo gręžinių;
- dujų transportavimo vamzdžių su uždarymo armatūra;
- dujų siurblynės su drėgmės atskirtuvu, filtru bei matavimo-reguliavimo įranga;
- dujų naudojimo įrenginio/ių.



Sąvartynų dujų surinkimo ir utilizavimo įmonės schema



Kompresorinė šalia Lapių sąvartyno

Sąvartynų dujų naudojimas gali būti labai įvairus. Jis priklauso nuo dujų išvalymo laipsnio. Galima išskirti tris dujų išvalymo lygius:

- minimalų, kai iš sąvartynų dujų pašalinama drėgmė (kondensatas);
- vidutinį, kai pašalinama drėgmė, kietosios dalelės ir, esant reikalui, kai kurie cheminiai junginiai (pvz. sieros vandenilis);
- aukštą, kai dujos išvalomos iki gamtinių dujų kokybės lygio, t.y. išskiriamas iš jų grynas metanas.

Minimaliai išvalytos sąvartynų dujos gali būti tiesiogiai deginamos katiluose, plytų degimo krosnyse, džiovyklų pakurose, šiltnamių šildymo įrenginiuose. Atkreiptinas dėmesys į tai, kad, naudojant minimaliai išvalytas sąvartynų dujas, įrengimai turi būti pritaikyti žemos šiluminės vertės dujoms deginti ir būti atsparūs korozijai dėl galimo įvairių cheminių medžiagų, esančių dujų sudėtyje, poveikio.

Vidutinio išvalymo sąvartynų dujos gali būti naudojamos:

- šilumos gamybai, deginant jas katiluose, krosnyse, džiovklose;
- elektros arba elektros ir šilumos gamybai, deginant jas dujiniuose vidaus degimo varikliuose, turbinose ar kogeneraciniuose įrenginiuose;
- kaip autotransporto kuras.

Aukšto išvalymo laipsnio dujos arba grynas metanas gali būti tiekiamos į gamtinių dujų tinklą, naudojamos kaip kuras autotransportui bei kuro elementams, o taip pat kaip žaliava chemijos pramonei. Lietuvoje sąvartynų dujos yra surenkamos Vilniaus, Marijampolės, Kauno ir Utenos miestų sąvartynuose. Bendra kogeneracinių įrenginių galia šiuose sąvartynuose sudaro apie 9 MW.

Biodujos iš nutekamųjų vandenų dumblo

Lietuvos gyvenviečių nuotekų valymo ir išleidimo sistemą sudaro apie 1000 valymo įrenginių, kuriuose valomos išleidžiamos į paviršinius vandenis nuotekos. Lietuvos miestuose, miesteliuose ir kaimuose per metus buvo išleidžiama per 170 mln. kubinių metrų buitinių nuotekų. Iš dalies išvalyta biologinio ir mechaninio valymo įrenginiuose apie 47%, iš dalies išvalyta tik mechaniniu būdu 15 %, visiškai išvalyta papildomai šalinant azotą ir fosforą, - 38%.šių nuotekų, apie 1 % išleidžiama nevalytų.



Biodujų talpos Kauno vandenvals įmonėje

Nuotekų valymo procese susidaro dideli dumblo kiekiai, kuriuose yra ir organinių medžiagų. Apdorojant dumblą metantankuose išsiskiria biodujos. Biodujų gamyba iš nuotekų dumblo vykdoma UAB „Kauno vandenys“ ir UAB „Utenos vandenys“. Pagamintos biodujos deginamos kogeneraciniuose įrenginiuose, kurių bendra elektros generavimo galia sudaro apie 0,9 MW.

Biodujų naudojimas energijos gamybai

Biodujos jau buvo žinomos nuo seno, tačiau sistemingi mikrobiologiniai tyrimai prasidėjo tik 20 a. pirmojoje pusėje, o didėjantis susidomėjimas anaerobiniu skaidymu – po 1950 m. Platūs tyrimai, eksperimentiniai ir demonstraciniai įdiegimai bei patirties sklaidymas prasidėjo po 1970 m., o itin platus taikymas – po 1995 m.

Biodujos, kaip ir gamtinės dujos, gali būti naudojamos įvairiausiai tikslais, pradedant nuo šilumos gamybos, deginant jas paprasčiausios konstrukcijos įrenginiuose, ir baigiant chemikalų gamybą, kuriai žaliava yra metanas. Biodujų, sąvartyno dujų ir gamtinių dujų palyginimas pateiktas lentelėje.

Įvairių dujų sudėtis ir savybės

Parametras	Mato vnt.	Biudujos	Sąvartynų dujos	Gamtinės dujos	
				Šiaurės jūros	Dašavos
Apatinis šilumingumas	MJ/Nm ³	23	16	40	35,9
Tankis	kg/Nm ³	1,2	1,3	0,84	0,71
Metanas (CH ₄)	tūrio %	63	45	87	98,8
CH ₄ kitimas	tūrio %	53-70	35-65	-	-
Aukštesnieji angliavandenoliai	tūrio %	0	0	12	0,5
Vandenilis (H ₂)	tūrio %	0	0-3	0	0
Anglies dvideginis (CO ₂)	tūrio %	47	40	1,2	0,2
CO ₂ kitimas	tūrio %	30-47	15-50	-	-
Azotas (N)	tūrio %	0,2	15	0,3	0,4
N kitimas	tūrio %	-	5-40	-	-
Deguonis (O ₂)	tūrio %	1	0	0	0
O ₂ kitimas	tūrio %	0-5	-	-	-
Sieros vandenilis (H ₂ S)	ppm	<1000	<100	1,5	-
H ₂ S kitimas	ppm	0-10000	0-100	1-2	-
Amoniakas (NH ₃)	ppm	<100	5	0	0
Chloras (Cl)	mg/Nm ³	0-5	20-200	0	0

Pagrindinės biudujų naudojimo sritys yra šios:

- šilumos ir garo gamyba;
- elektros arba elektros ir šilumos gamyba (kogeneracija);
- autotransporto kuras;
- tiekimas į gamtinių dujų tinklą bei cheminių medžiagų gamyba.

Šilumos gamyba. Biudujos šilumos gamybai dažniausiai naudojamos nedidelėse biudujų jėgainėse. Tai pats paprasčiausias ir mažiausiai investicijų reikalaujantis biudujų panaudojimo būdas. Įprastiniai dujų degikliai gali būti naudojami biudujų deginimui, atlikus dujų ir oro santykio reguliavimo pakeitimus. Dažnai, biudujas naudojant tik šilumos ar garo gamybai, atliekamas pirminis jų valymas, pašalinant drėgmę ir sieros vandenilį (H₂S), ypač jei pastarojo biudujose yra didesni kiekiai. Tokiu būdu apsaugojami katilo paviršiai nuo korozijos.

Elektros gamyba ir kogeneracija. Elektros gamyba deginant biudujas stūmokliniuose vidaus degimo varikliuose, kurie, savo ruožtu, suka elektros generatorius, yra vienas iš labiausiai paplitusių jų panaudojimo būdų. Pramonė gamina stūmoklinius vidaus degimo variklius, kurių galia kinta nuo kelių kW iki keliolikos MW.

Stūmoklinius variklius, pritaikytus biudujų kurui, galima suskirstyti į dvi kategorijas:

- kibirkštinio (žvakinio) uždegimo,
- dyzelinius arba dvigubo kuro.

Pirmu atveju dujų ir oro mišinys variklio cilindre uždegamas uždegimo žvakių pagalba. Kibirkštinio uždegimo varikliai būna dviejų rūšių, priklausomai nuo oro ir dujų santykio kuro mišinyje. Įprastiniuose varikliuose šis santykis artimas stochiometriniam. Kitu atveju oro ir dujų santykis kuro mišinyje viršija stochiometrinį 1,75 karto. Tokie varikliai vadinami lieso mišinio (angl. *lean burning*) varikliais. Šio tipo varikliai dažniausiai būna didelės galios ir pasižymi aukštu efektyvumu.



Biodujų varikliai Noreikiškių jėgainėje, autorių nuotrauka

Dyzeliniai varikliai dirba dyzelio principu, t.y. kuras užsidega dėl padidėjusios kuro mišinio temperatūros rezultate slėgio padidėjimo suspaudimo takto pabaigoje. Tačiau, kad palengvinti biodujų-oro mišinio uždegimą, kartu su juo į cilindrą įpurškiamas ir nedidelis įprastinio dyzelinio kuro kiekis. Todėl šie varikliai dar vadinami dvigubo kuro varikliais (angl. *dual fuel*). Paprastai dyzelinio kuro kiekis sudaro apie 5 % kuro mišinio skaičiuojant pagal jo šiluminę vertę prie nominalaus apkrovimo. Dyzelinio kuro kiekis būna tas pats nepriklausomai nuo variklio apkrovos.

Dvigubo kuro varikliai prieš kibirkštinio uždegimo variklius turi tą privalumą, kad sutrikus dujų tiekimui gali būti perjungti darbui tik dyzeliniu kuru ir tokiu būdu užtikrinti nepertraukiamą elektros generatoriaus darbą. Dyzeliniai varikliai gali dirbti ir lieso mišinio režimu, t.y. kai oro ir dujų santykis žymiai viršija stochiometrinį.

Biodujos gali būti deginamos ir dujų turbinose. Turbinų galia paprastai viršija 1 MW, nors pastaraisiais metais dujų turbinų gamybos technologija buvo ištobulinta ir dabartiniu metu į rinką tiekiamos biodujų mikroturbinos, kurių galia siekia nuo 25 iki 100 kW.

Siekiant efektyviau naudoti biodujų energiją dažnai jėgainėje gaminama elektra ir šiluma. Deginat kurą stūmokliniuose vidaus degimo varikliuose atliekinė šiluma, susidaranti variklio aušinimo sistemose bei esanti degimo produktuose, specialių šilumokaičių pagalba naudojama karšto vandens

ruošimui ir patalpų šildymui. Jei biodujos deginamos turbinose, tai degimo produktų šiluma utilizuojama katilo-utilizatoriaus pagalba.

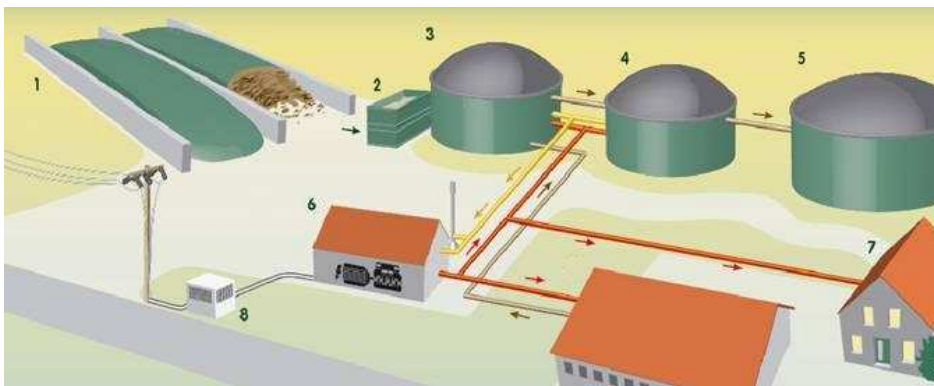
Autotransporto kuras. Biodujas dalinai išvalius (pašalinus drėgmę, kietąsias daleles ir sieros vandenilį) arba išskyrus iš jų gryną metaną, jos suslėgtame iki 200-250 barų pavidale gali būti naudojamos kaip autotransporto kuras. Dujas naudojančių automobilių skaičius pasaulyje siekė 5 milijonus. Daugelyje Europos miestų vis dažniau naudojami autobusai varomi biodujomis. Pažymėtina, kad automobiliuose, naudojančiuose biodujas, anglies dvideginio kiekis sumažinamas daugiau kaip 95%. Taip pat sumažinamos azoto oksidų ir nemetaninių angliavandenilių emisijos. Šiuo metu daugiau kaip 50 automobilių gaminančių kompanijų tiekia 250 modelių automobilius į rinką, pritaikytus dujiniam kurui.



Biodujomis varomas autobusas Volvo,

<http://212.181.8.238/webbplatser/vbeb/archive/2008/03/20/political-ambivalence-about-bio-fuels.aspx>

Tiekimas į gamtinių dujų tinklą bei cheminių medžiagų gamyba. Biodujų kaip ir gamtinių dujų pagrindinis komponentas yra metanas. Išskyrus metaną iš biodujų jis gali būti tiekiamas į gamtinių dujų tinklą, o taip pat naudojamas kaip žaliava chemijos pramonėje. Šio biodujų panaudojimo metodo privalumas yra tai, kad visas pagamintas metanas yra naudingai sunaudojamas ir gamtinių dujų tinklas sudaro galimybę pateikti galutinį produktą vartotojui, kuris yra dideliu atstumu nutolęs nuo biodujų gamintojo. Kadangi biodujų valymas iki gryno metano yra brangus procesas, reikalaujantis didelių investicijų, ekonominiu požiūriu jis yra pateisinamas tik tuo atveju, jei pagaminamų biodujų kiekiai yra pakankamai dideli, pvz. daugiamilijoninių miestų vandenvalos įmonėse pagamintos biodujos ar sąvartynų dujos, išgaunamos iš milžiniškų sąvartynų.



Biodujų jėgainės schema: 1 – siloso duobė ar bokštas; 2 – biomasės padavimo sistema; 3 – anaerobinis reaktorius; 4 – antrinis anaerobinis reaktorius; 5 – substrato rezervuaras; 6 – katilinė ir elektros generatorius; 7 – pastatų šildymo ir elektros aprūpinimo sistema; 8 – transformatorinė, jei elektros energiją planuojamą parduoti.

Žemiau pateikiame biodujų jėgainių įrenginių vaizdus:



Mobilios siloso talpyklos biomasės saugojimui



Žaliavos padavimo sistema automatiškai tiekia biomasę į talpyklas



Dujų gamybos talpykla - biologinis reaktorius, kurio stogas kartu yra ir dujų talpykla - gazholderis



Bioreaktoriaus viduje substratai yra mikrobiologiškai skaidomi į metaną ir anglies dvideginį.



Didesnės biodujų gamyklos turi daugiau nei vieną gazholderį, jie gali būti įrengiami papildomai



Talpyklos skirtos tolesniam aukštos kokybės trąšų - degazuotų substratų - saugojimui



Gyvenamųjų patalpų bei ūkinių pastų apšildymas



Įrengimų pastatas. Čia yra valdymo centras, kogeneracijos įrenginys, o taip pat ir šilumos paskirstymo sistema



Kombinuotas el. energijos bei šilumos gamybos įrenginys



Siurblių ir vožtuvų sistema. Išmatuoti skystų substratų kiekiai yra automatiškai pumpuojami į biodujų reaktorių



Valdymo centras. Centrinis valdymo pultas stebi ir reguliuoja visos sistemos ir atskirų jos komponentų darbą



Šilumos paskirstymas. Šilumos energija tampa dar vertingesnė dėl efektyvaus tiekimo tinklo



El.energijos pardavimas. Prieš parduodant el.energiją, ji tampa keičiama iš 400 V į 10 kV

Biodujų naudojimo pavyzdžiai Lietuvoje

Biodujos iš žemės ūkio atliekų.

1. Žemės ūkio bendrovė „Vyčia“

Šis biodujų jėgainės projektas buvo įgyvendintas Kauno rajono žemės ūkio bendrovėje „Vyčia“. Danijos atsinaujinančios energijos centras „Folkecenter for Renewable Energy“ kartu su Lietuvos energetikos instituto, Žemės ūkio universiteto ir Kauno technologijos universiteto mokslininkais parengė ir įdiegė biodujų gamybos iš kiaulių mėšlo ir maisto pramonės atliekų technologiją.

Šios jėgainės įrengimą koordinavo Ūkio ministerijos Valstybinė įmonė „Energetikos Agentūra“, Žemės ūkio ministerija ir Aplinkos ministerija. Iš Nacionalinės energijos vartojimo efektyvumo didinimo programai skirtų lėšų buvo finansuoti biodujų jėgainės priešprojektiniai tyrimai ir pirmųjų metų darbo monitoringas. Didesnę reikalingų investicijų dalį (apie 88 %) padengė Danijos vyriausybė, o kitą dalį žemės ūkio bendrovė.



1998 metais paleistojė biodujų jėgainėje buvo įrengti 3 horizontalūs 300 m^3 talpos biodujų reaktoriai, galintys per parą perdirbti iki 60 tonų skystų organinių atliekų. Per metus biodujų jėgainė pagamindavo iki 400 tūkst. m^3 biodujų, kurios buvo deginamos dviejuose 185 kW galios kogeneratoriuose ir dviejuose 300 kW galios vandens šildymo katiluose. Dalis pagamintos elektros energijos buvo sunaudojama bendrovės reikmėms, o kita dalis parduodama.

Visa šiluminė energija sunaudojama kiaulių komplekso pastatams šildyti ir technologinėms reikmėms. Jėgainė buvo laikoma demonstracine, todėl ji turėjo labiau specifinius architektūros sprendimus, nebūdingus gamybiniams pastatams. Buvo sudarytos geros sąlygos susipažinti visiems besidomintiems šia technologija (moksleiviams, studentams, ūkininkams). 2004 metais jėgainėje įvykusio gaisro metu nukentėjo kogeneraciniai įrenginiai ir proceso valdymo sistema. Po metų jėgainė buvo atstatyta ir paleista, tačiau biodujos buvo naudojamos tik šiluminės energijos gamybai. Tokia jėgainės veikla pasidarė nerentabili ir 2006 metais ji buvo sustabdyta.

2. UAB „Lekėčiai“

2003 metais UAB „Lekėčiai“ paleido biodujų jėgainę kiaulininkystės komplekse. 2000 m^3 talpos biodujų reaktoriuje kasdien perdirbama 100 m^3 organinių atliekų (apie 90 m^3 kiaulių mėšlo ir apie 10 tonų šalutinių gyvūninių produktų iš gyvulių ir paukščių skerdyklų, žuvies perdirbimo įmonių, naminių gyvūnų pašarų, margarino gamyklų).

Jėgainėje per dieną pagaminama apie $2500\text{-}3000 \text{ m}^3$ biodujų, kurios deginamos keturiuose kogeneratoriuose. Kogeneracinės biodujų jėgainės elektrinė galia yra apie 600 kW , o šiluminė – apie 800 kW .



Jėgainėje įrengtas vienas vertikalus cilindrinis 2000 m³ reaktorius, kuriame išgaautos biodujos deginamos keturiuose 150 kW galios kogeneraciniuose agregatuose. Gauta šiluma naudojama tvartų ir ūkio gamybinių pastatų šildymui, o elektros energija naudojama savosioms reikmėms ir perteklius tiekiamas į skirstomuosius tinklus. Jėgainė kasdien išgauna apie 2000-3000 m³ biodujų. Biodujų reaktorius maitinamas reguliariai, taip dujų gamyba palaikoma pastovi. Anaerobinis procesas vyksta mezofilinėje aplinkoje, esant 38-40 °C temperatūrai. Reaktorius šildomas karštu vandeniu, kuris paruošiamas vandens šildymo katiluose ir kogeneraciniuose įrenginiuose.

Biodujos iš pramonės atliekų

3. AB „Sema“

1992 metais Panevėžio AB „Sema“ buvo paleistas pirmasis biodujų reaktorius, perdirbantis spirito, mielių ir alkoholinių gėrimų gamybos organines atliekas. Tai buvo originalios konstrukcijos, įmonės direktoriaus G. Sargūno sukurti įrenginiai, veikiantys biofiltru principu. Įrenginių kompleksą sudaro ir du nuosekliai sujungti anaerobiniai biofiltrai. Valomos nuotekos į biofiltrą tiekiamos per dugne įrengtą paskirstymo sistemą. Kildamos į viršų praeina per įkrovos sluoksnį ir nuvedamos iš viršutinėje biofiltru dalyje įrengta nuotekų surinkimo sistema.



Vidinis biofiltro tūris padalintas į dvi zonas su skirtinga anaerobinių mikroorganizmų koncentracija ir tankiu. Valomos nuotekos šias zonas prateka skirtingu greičiu. Didesnę biomasės koncentraciją apatinėje įrenginio dalyje užtikrina biofiltro centre įrengtas anaerobinio dumblo nusodintuvas. Visas įrenginio tūris užpildytas įkrova. Įkrovai panaudotos plastmasinių drenažo vamzdžių atraižos. Per parą šiuose įrenginiuose apdorojama apie 1,8 t organinių teršalų ir pasiekiamas 65-70 % išvalymo efektyvumas.

1992 – 1994 metais veikė 260 m³ tūrio bioreaktorius, vėliau tūris padidėjo, pastačius dar keturis papildomus įrenginius, ir 1997 metais pasiekė 3000 m³ darbinį tūrį. Per metus jėgainėje buvo pagaminama apie 1,7 mln. m³ biodujų, kurios buvo maišomos su gamtinėmis dujomis ir deginamos 7,8 MW galios katilė, o pagaminta energija sunaudojama įmonės reikmėms. Organinių atliekų anaerobinis perdirbimas taip pat buvo labai efektyvus – iš nuotekų buvo išvaloma iki 70 % organinių medžiagų. Vėliau įmonė parengė biodujų jėgainės plėtros projektą, pagal kurį buvo numatyta padidinti biodujų reaktorių talpą iki 6000 m³ tūrio, o biodujų gamybą – iki 6 mln. m³. 20 mln. vertės projektas buvo pradėtas (nupirkta ir pastatyta dalis įrenginių), tačiau nebuvo užbaigtas dėl įmonės veiklos nutraukimo.

AB „SEMA“ pavyzdys rodo, kad pirminį anaerobinį nuotekų apdorojimą sėkmingai galima taikyti daugelyje maisto bei perdirbamosios pramonės įmonių. Taip sukuriamos sąlygos ne tik sumažinti nuotekų utilizavimo kaštus, bet ir apsirūpinti pigiu energijos šaltiniu - biodujomis.

4. AB „Rokiškio sūris“

2003 metais taip pat buvo paleista biodujų jėgainė AB „Rokiškio sūris“. 800 m³ talpos reaktoriuje perdirbamos sūrių gamybos metu susidariusios

nuotekos. Tokias organines atliekas yra sudėtinga perdirbti dėl didelio rūgštingumo ir neorganinės kilmės priemaišų.



Per metus biodujų jėgainėje pagaminama apie 600-700 tūkst. m³ biodujų, kurios deginamos 330 kW elektrinės ir 480 kW šiluminės galios kogeneratoriuje. Per metus pagaminama apie 700 tūkst. m³ biodujų. Pagaminta elektros ir šiluminė energija sunaudojama įmonės technologinių įrenginių veiklai.

5. AB „Vilniaus degtinė“

Planuojama statyti dar vieną biodujų jėgainę, naudojančią pramonės atliekas. Alkoholinių gėrimų gamintoja AB „Vilniaus degtinė“, gavusi Europos Sąjungos (ES) struktūrinių fondų paramą, numato pastatyti kogeneracinę elektrinę, kurios instaliuota elektros galia siektų 1,5 MW, o šilumos galia – 1,6 MW. Bendra šio projekto, kuris bus įgyvendintas Obelių spirito varykloje, vertė siekia 19 984 000 Lt. Iš šios sumos ES struktūrinių fondų finansavimo suma sudaro 9 992 000 Lt.



Spirito varyklos atliekos

Anot bendrovės, dar šiemet Obelių spirito varykloje numatoma pradėti kogeneracinės jėgainės, biodujų gamybai naudojančios grūdų perdirbimo į alkoholių atliekas (žlaugtus), statybos planavimo darbus. Biodujų gamyba iš žlaugtų leis įmonei apsirūpinti šilumine ir elektros energija, o perteklinę elektros energiją parduoti skirstomiesiems tinklams. Šiuo projektu siekiama ne tik sumažinti energetinių resursų išlaidas bei modernizuoti spirito gamybos atliekų panaudojimą, bet ir mažinti aplinkos taršą.

Per dvejus metus Obelių spirito varyklos teritorijoje turėtų iškilti 12800000 kWh projektinės metinės elektros energijos gamybos ir 14000 MWh šilumos gamybos jėgainė. Visą šilumą ir apie 20 proc. elektros energijos numatoma sunaudoti savo reikmėms, o likusią dalį planuojama parduoti RST

6. Pasvalio bendrovės ENG termofikacinė elektrinė

2010 m. pastatyta nauja didelio efektyvumo termofikacinė elektrinė, kurioje įrengtas vienas vidaus degimo variklis su elektros generatoriumi (kogeneracinis įrenginys). Naujosios termofikacinės elektrinės elektrinė galia - 1000 kW, šiluminė galia – 1100 kW. Bendras kogeneracijos įrenginio energijos gamybos efektyvumas siekia apie 90 proc.. Bendrovės ENG termofikacinėje elektrinėje planuojama gaminti elektros energiją ir iš atsinaujinančių energijos šaltinių – biodujų.

Skaičiuojama, kad per metus ši kogeneracinė elektrinė pagamins apie 8,6 tūkst. MWh elektros ir apie 9,4 tūkst. MWh šilumos energijos, kuri sudarys apie 25 proc. metinio Pasvalio centralizuoto šilumos energijos tiekimo tinklo poreikio.

ENG termofikacinėje elektrinėje pagaminta šilumos energija į Pasvalio miesto aprūpinimo šiluma sistemą bus tiekama 10 proc. pigiau nei iš senų Pasvalio katilinės įrenginių, teigia bendrovė. Termofikacinėje elektrinėje kogeneracinio proceso metu pagaminta elektros energija bus parduodama į elektros energijos skirstomąjį tinklą.

Biodujos iš komunalinių atliekų sąvartynų

7. Lapių sąvartynas

2008 m. spalio 15 d. Domeikavoje (Kauno r.) pradėjo veikti rekonstruota katilinė, kurioje įrengtos dvi kogeneracinės jėgainės skirtos gaminti elektrą ir šilumą. Nuo šiol šioje rekonstruotoje katilinėje įprastinį kurą (mazutą) pakeitė biodujos gaunamos iš netoliese esančio Lapių sąvartyno. Tokio tipo kogeneracinė jėgainė yra pirmoji Lietuvoje, kurios bendra elektrinė galia – 1200 kW ir šiluminė – 1504 kW. 10 milijonų litų vertės projektą įgyvendino bendrovė „Naujoji šiluma“ ir jos antrinė įmonė „Ekoresursai“.



Vidaus degimo varikliai vienoje iš dviejų jėgainių



Rekonstruota Domeikavos katilinė

Biodujų panaudojimas šilumos ir elektros energijos gamybai kogeneracinėje jėgainėje leis gerokai sumažinti išmetamų dujų (metano), CO₂ emisiją į aplinką iš sąvartyno. Remiantis atliktais skaičiavimais, deginant biodujas į aplinką išsiskirs apie 85% mažiau išmetimų.

AB „Kauno energija“ iš UAB „Ekoresursai“ nupirks 6500 MWh šilumos, kuri bus tiekama Domeikavos vartotojams. Kita dalis šilumos – 5382 MWh naudingai bus panaudota tik prisijungus naujiems vartotojams (planuojama – Valstybinė mašinų bandymų stotis). Elektros energija bus tiekama į elektros skirstomuosius tinklus. Šio įgyvendinto projekto dėka, AB „Kauno energija“ Domeikavos katilinėje gamins mažiau šilumos, sudegindama tik 157,6 tūkst. Nm³ gamtinių dujų.

8. Šiaulių m. Kairių sąvartynas

Šiauliuose prie uždaryto Kairių sąvartyno bus statoma jėgainė elektros ir šilumos energijai gaminti, naudojant sąvartyno dujas. Investuotojai įsipareigojo projektą įgyvendinti iki 2010 metų pabaigos. Šiaulių regiono atliekų tvarkymo centras (ŠRATC) dėl jėgainės statybos pasirašė sutartį su investicinio konkurso laimėtoja Vilniaus uždaraja akcine bendrove „Naujoji šiluma“. „Naujoji šiluma“ įsipareigojo savo lėšomis instaliuoti dujų surinkimo ir utilizavimo techniką, paverčiančią jų energiją į elektros ir/ar šilumos energiją.

Šiauliuose baigiamos nagrinėti galimybės taip pat gaminti elektros ir šilumos energiją. Planuojami jėgainės pajėgumai – apie 600 kilovatų elektros energijos ir tiek pat šilumos energijos. Šiluma gali būti tiekama šalia sąvartyno veikiančiai „Šiaulių plento“ bendrovės betono įmonei ar aplinkinių gyvenviečių gyventojams. Tiekiant šilumą gyvenvietėms galima būtų šildyti 200 butų.

Prognozuojama, jog jėgainei Kairių sąvartyne susikaupusių dujų užteks 15-20 metų. Kairių sąvartynas, kuriame buvo šalinamos Šiaulių miesto ir dalies Šiaulių rajono atliekos, veikė keturis dešimtmečius. Manoma, kad jame galėtų būti sukaupta nuo 1,3 iki 1,6 milijono tonų atliekų.



Kairių sąvartyno dujos bus surenkamos ir paverčiamos elektros ir šilumos energija.

UAB „Sistem“ projekto lėšomis Kėdainių rajone ketina pastatyti naują didelio efektyvumo biodujų termofikacinę elektrinę, kur šiluma ir elektros energija bus gaminama perdirbant kiaulidėse ir mėsos skerdyklose susidarancias gaminių atliekas. Projektams įgyvendinti parama skirta pagal Ekonomikos augimo veiksmų programos priemonę „Atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimas energijos gamybai“. Šios priemonės tikslas – skatinti atsinaujinančių energijos išteklių naudojimą energijos gamybai. Įgyvendinus projektus bus įrengtos naujos katilinės ir termofikacinės elektrinės arba senos modernizuojamos taip, kad jose vietoj naudojamo kuro būtų galima naudoti biomasę.

Biodujos iš nutekamųjų vandenų valymo dumblo

9. UAB „Kauno vandenys“

2000 metais kitoje vandenvalos įmonėje UAB „Kauno vandenys“ buvo paleista didžiausia biodujų jėgainė, kurioje į biodujas perdirbamas miesto nuotekų dumblas. Joje, pagal projektą, įrengti du bioreaktoriai-metantankai po 8,8 tūkst. m³. Per metus pagaminama apie 2,8 mln. m³ geros kokybės (su apie 70 % metano koncentracija) biodujų. Dalis pagamintų biodujų sudeginama dviejuose 1,9 MW galios vandens šildymo katiluose. Karštas vanduo naudojamas šildyti įmonės patalpas ir perdirbamą dumblą. Biodujų

perteklius nuo 2002 metų tiekiamas įmonės „Kauno energija“ katilinei, esančiai Lietuvos žemės ūkio universiteto miestelyje. 2005 metais šioje katilinėje buvo įrengti penki kogeneratoriai, kurių bendra elektrinė galia 750 kW, o šiluminė – 1050 kW. Pagaminta šiluma tiekama universiteto pastatams, o elektra perduodama į 10 kV elektros tinklą. Pastaruoju metu įmonė „Kauno vandenys“ jau įvykdė biologinio valymo įrenginių plėtros projektą, pagal kurį įmonės katilinėje yra įrengti du 311 kW elektrinės galios biodujų kogeneratoriai.



10. UAB „Utenos vandenys“

Utenoje 1999 metais buvo paleista pirmoji Lietuvoje biodujų jėgainė, perdirbanti miesto nuotekų dumblą. Dviejuose 1000 m³ talpos biodujų reaktoriuose-metantankuose per metus pagaminama iki 600 tūkst. m³ biodujų. Jos deginamos kogeneraciniame įrenginyje, kurio elektrinė galia 275 kW, o šiluminė – 400 kW. Visa pagaminama energija sunaudojama įmonės savosioms reikmėms.



11. UAB „Aukštaitijos vandenys“

UAB „Aukštaitijos vandenys“ 2007 metais pabaigė Panevėžio miesto nuotekų valyklos rekonstrukciją, kurios metu buvo atstatyti du 1600 m³ talpos

biodujų reaktoriai ir įrengtas naujas 300 kW elektrinės ir 400 šiluminės galios kogeneracinis įrenginys.



UAB „Aukštaitijos vandenys“ dumblo pūdytuvai po rekonstrukcijos



UAB „Aukštaitijos vandenys“ biodujų talpykla

Šaltiniai

Biodujų gamybos iš gyvulininkystės ir maisto pramonės atliekų energetiniai ir gamtosauginiai aspektai bei jų kompleksinis vertinimas // LEI ataskaita. 1996.

Updated Guidebook on Biogas Development // Energy Resources Development Series N.27, United Nations, New York, 1984.

Energy Valorization of Residual Urban and Industrial Sludges // European Commission Directorate - General for Energy - DGXVII, September 1993

H. A. Barker Biological formation of methane // Industr. and Eng. Chem., V. 48, N.11. 1956.

J. Savickas, S. Vrubliauskas biodujų gamybos ir panaudojimo galimybės Lietuvoje. Vilnius, 1997.

Frank E. Mosey Environmental Impacts of Anaerobic Digestion and the Use of Anaerobic Residues as Soil Amendment // Deploying Anaerobic Digesters: Current Status and Future Possibilities, NREL/TP-427-20558, January 1996. P.47-56

S.Vrubliauskas. Biodujų gamyba iš organinių atliekų // Lietuvos mokslas. -1997, -V tomas, 12 knyga. - P. 91-97

Juozas Savickas. Biodujų gamyba iš organinių atliekų // Mokslas ir gyvenimas, 2001, Nr. 6

Įmonės „Inžinerijos grupė“ internetinė prieiga:

<http://vrmx.homelinux.net/ig/lt/biodujos.html>

Įmonės „Mantika“ internetinė prieiga

http://www.mantika.lt/products/2:biogas_powerplants

EU-27 Biofuels Annual Report 2009 // USDA Foreign Agricultural Service, Global Agricultural Information Network report no LN9014, 6/15/2009

Jens Bo Holm-Nielsen. The future of biogas in Europe: Visions and Targets 2020 // European Biogas Workshop and Study Trip “The Future of Biogas in Europe III”, 14-16. June 2007. University of Southern Denmark, Esbjerg, Denmark

Lietuvos atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo skatinimo veikslių planas 2010-2020 m. Lietuvos biomasės energetikos asociacija LITBIOMA // Taikomojo mokslinio tyrimo galutinė ataskaita. Vilnius, 2008.

R. Braun, P. Weiland, A. Wellinger Biogas from energy crop digestion. 2009, 18 p.

V.Štiormer Biodujų rinka Lietuvoje ir jos plėtra. 2009. Pranešimas LEI seminare.

A. Aleksynas. Perspektyvūs energetiniai augalai // Mokslas ir technika, ISSN 0134-3165. 2005, Nr. 10.

J. Savickas. Biodujų gamybos energetikos aspektai Lietuvoje // Mokslas ir technika. ISSN 0134-3165. 2009. Nr. 1, p. 14-17

M. Persson, O. Jönsson, A. Wellinger Biogas Upgrading to Vehicle Fuel Standards and Grid Injection. 2006, 19 p

Spaudos pranešimas apie pirmąją Lietuvoje, biudujas deginančią, kogeneracinę jėgainę Kauno r. // Interneto prieiga: <http://www.lsta.lt/articles/view/108>

S. Kytra. Atsinaujiantys energijos šaltiniai. Vadovėlis aukštosioms mokykloms // ISBN 9955-25-159-X, Leidykla „Technologija“, Kaunas, 2006

G. Sargūnas, A. Dilba. Anaerobinis nuotėkų valymas AB „Sema“ – privalumai, patirtis, perspektyvos // Mokslas ir gyvenimas, 1998, Nr. 4

J. Adomaitis. Biudujos – alternatyvus energijos šaltinis // Ūkininko patarėjas, 2007-08-31

„Vilniaus degtinė“ investuoja į nuosavą elektros ir šilumos jėgainę // 2009 liepos 23 d. pranešimas spaudoje, www.delfi.lt, 13:40

J. Savickas. Biudujų gamybos iš organinių atliekų apžvalga bei perspektyvos Lietuvoje // pranešimas KTU Regioninio verslo inkubatoriaus seminare, Kaunas, 2006-07-04

R. Jankuvienė. Kairių sąvartyne statys biojėgainę // Šiaulių kraštas. 2008-11-18

Apie projektą

ES dalinai finansuojamas Baltijos jūros regiono INTERREG IIIB kaimynystės programos projektas „**Baltijos jūros regiono bioenergetikos skatinimo projektas**“ (The Baltic Sea Region Bioenergy Promotion Project)

Baltijos jūros regione yra gausūs biomasės ištekliai, tačiau iki šiol energetikoje panaudojama tik maža jų dalis. Domėjimasis šiais ištekliais ir jų naudojimas nuolat auga. Kadangi biomasės ištekliai yra riboti jų vartojimas turi būti tvarus ir konkurencija tarp vartojimo maistui ir energetikai turi būti subalansuota. Projekto tikslas stiprinti tvarų, konkurencingą ir teritoriniu požiūriu integruotą Baltijos jūros regiono vystymą bioenergetikos tvaraus naudojimo srityje. Projekto vykdymo metu bus sudarytos sąlygos tarptautiniam ir tarpsektoriniam bendradarbiavimui regione, sudarant galimybes pasikeitimui informacija bei žiniomis ir technologijomis, koordinuojant politikos ir teisės aktų tobulinimą bioenergetikos srityje bei rengiant bioenergetikos skatinimo priemones nacionaliniu ir regioniniu lygiu. Projektą sudaro keturi darbo paketai: 1. Politikos tobulinimas; 2. Regioninis vystymas; 3. Verslo vystymas; 4. Informacinė sklaida.

Daugiau apie projektą: www.bioenergypromotion.net

Projektą Lietuvoje vykdo:



Lietuvos energetikos institutas, Breslaujos g. 3, LT-44403 Kaunas
Asmuo kontaktams: Nerijus Pedišius, tel. 8-37-401864,
el. paštas: nerijus@mail.lei.lt



Lietuvos žemdirbystės institutas, Instituto al. 1, LT-58344
Akademija, Dotnuvos seniūnija, Kėdainių rajonas.
Asmuo kontaktams: Sigitas Lazauskas, tel. 8-347-37193,
el. paštas: sigislaz@lzi.lt

Projekto tinklapis Lietuvoje: http://www.lei.lt/_img/_up/File/atvir/bioenerlt/index.htm