



**Efektyvus atsinaujinančiųjų
energijos išteklių
naudojimas:
šalyje įgyvendinti
projektai**



LIETUVOS RESPUBLIKOS ŪKIO MINISTERIJA

**Efektyvus atsinaujinančiųjų energijos
išteklų naudojimas:
šalyje įgyvendinti projektai**

Vilnius, 2008

UDK 620.9(474.5)

Ef-04

**Efektyvus atsinaujinančiųjų energijos išteklių naudojimas:
šalyje įgyvendinti projektai**

Leidinyje pateikti pagrindiniai projektai ir darbai, kuriuose naudojami vietiniai ir atsinaujinantieji energijos ištekliai.

Šis leidinys skirtas inžinieriams, dėstytojams, studentams, verslininkams ir visiems, kurie domisi atsinaujinančiųjų energijos išteklių naudojimu Lietuvos ūkyje.

Leidiny parengtas ir išleistas įgyvendinant Nacionalinę energijos vartojimo efektyvumo didinimo programą

ISBN 978-9955-39-011-4

Turiny

<i>Įvadas</i>	5
<i>Algirdas Žaltauskas. Šiaudai – pigus vietinis kuras</i>	6
<i>Algirdas Žaltauskas. Šiaudais kūrenami katilai ir šildymo blokai</i>	10
<i>Algirdas Jasinskis. Energetinių augalų ir medienos atliekų ruošimas ir naudojimas kurui</i>	16
<i>Vladimir Liubarskij. Bendrovės „Vilniaus energija“ 60 MW galios biokuro katilas</i>	23
<i>Vladimir Liubarskij. Biodegalų gamyba ir naudojimas</i>	28
<i>Kęstutis Navickas. Biodujų jėgainės</i>	34
<i>Rimvydas Ambrulevičius. Saulės kolektorių sistemos šiltam vandeniui ruošti Veisiejų verslo ir technologijų mokykloje</i>	38
<i>Rimvydas Ambrulevičius. Oro šildymo saulės kolektoriai</i>	43
<i>Algirdas Gulbinas. Vėjo jėgainių parkai Lietuvoje</i>	46
<i>Petras Punys. Hidroenergetikos plėtra Lietuvoje</i>	51
<i>Rimvydas Ambrulevičius. Geoterminės šildymo sistemos individualiems namams</i>	55

IVADAS

Energijos taupymas ir efektyvus jos išteklių vartojimas, taip pat gamintojų ir vartotojų skatinimas naudoti vietinius, atsinaujinančiuosius ir atliekinius energijos išteklius yra pagrindiniai mūsų valstybės energetikos politikos tikslai, apibrėžti Nacionalinėje energetikos strategijoje, kuri patvirtinta Lietuvos Respublikos Seime 2007 m. sausio 18 d. (Žin., 2007, Nr. 11-430).

Rengiant šią Nacionalinę energetikos strategiją, atsižvelgta į svarbiausius pastarųjų metų ekonomikos ir energetikos pokyčius tiek šalyje, tiek visame regione, panaudota sukaupta patirtis ir naujausia informacija, reikalinga planuojant įvairių energetikos sektorių raidą.

Viena iš pagrindinių nuostatų yra daugiau naudoti vietinius, atsinaujinančiuosius ir atliekinius energijos išteklius. Atsinaujinantieji energijos išteklių šaltiniai: medienos atliekos, hidroenergija, šiaudai, biudujos, geoterminė energija, municipalinės atliekos, vėjo energija, saulės energija ir durpės. Siekiama, kad atsinaujinančiųjų energijos išteklių dalis pirminės energijos balanse iki 2012 metų kasmet didėtų po 1,5%, o 2025 metais pasiektų 20%.

Įgyvendinant Nacionalinės energetikos strategijos nuostatas, organizuojant vietinių ir atsinaujinančiųjų energijos išteklių naudojimą, statomas ir įrengiamos šiuolaikinės pavyzdinės jėgainės, kur energijai gaminti naudojama biomasė, hidroenergija, geoterminė ir saulės energija. Sprendžiami vėjo energijos naudojimo projektų įgyvendinimo klausimai. Pastaraisiais metais nemažas dėmesys skiriamas transporto biodegalų gamybai bei jų naudojimui.

Energijos išteklių ir energijos taupymo, vietinių ir atsinaujinančiųjų energijos išteklių naudojimo pavyzdinių projektų įgyvendinimas, jų statybos ir eksploatavimo patirties apibendrinimas parodo įgyvendinamų priemonių reikšmę ir naudą.

Įgyvendinant Nacionalinėje energetikos strategijoje numatomas priemonės siekiama, kad vietinių energijos išteklių 2025 metais būtų sunaudojama apie 2 mln. tne (iš jų biodegalų – apie 450 tūkst. tne), o tai pirminės energijos balanse sudarytų apie 20%. Šių priemonių įgyvendinimas leis ne tik sumažinti importuojamų energijos išteklių kiekį bei sukurti naujas darbo vietas vietiniam kurui ruošti, bet ir sumažins aplinkos taršą.

ŠIAUDAI – PIGUS VIETINIS KURAS

Algirdas Žaltauskas
LŽŪU* Žemės ūkio inžinerijos institutas

Lietuvoje šiaudai kurui pradėti naudoti daugiau nei prieš dešimtį metų, kai Pasvalio rajone, Joniškėlio aukštesnėje žemės ūkio mokykloje tarpininkaujant VĮ Energetikos agentūrai ir padedant Danijos Energetikos agentūrai, įrengta 1 MW galios šiaudais kūrenama katilinė. Po metų rekonstruotos dar trys katilinės, kuriose sumontuoti taip pat daniški šiaudais kūrenami katilai. Netrukus šiaudais kūrenami katilai pradėti gaminti ir Lietuvoje. Dabar šiaudais kūrenamos katilinės veikia ne tik Pasvalio rajone, bet ir Šilutės rajono Juknaičių bei Jonavos rajono Kuigalių gyvenvietėse, Pakruojo, Švenčionių, Jonavos bei Anykščių rajonų bendrovėse. LŽŪU Žemės ūkio inžinerijos instituto duomenimis, 2000 metais kurui buvo sunaudota apie 7 tūkst. t šiaudų. Dabar jų sunaudojama apie 20 tūkst. t, tačiau tai vis dėlto nedidelis kiekis, kadangi kurui galima būtų sunaudoti 500 tūkst. t kasmet. Padidinti šiaudų naudojimą kurui energetikoje yra svarbus uždavinys įgyvendinant Nacionalinės energetikos strategijos nuostatas, juolab, kad šiaudai yra pigus vietinis kuras.

Kurui skirti šiaudai pjaunant javus kombainais paliekami džiuči pradalgėse. Iš pradalgių šiaudai renkami presais rinktuvais, kai šiaudai būna ne daugiau kaip 15% drėgnio. Šiaudai kurui presuojami į nedidelius stačiakampius ryšulius (1 pav.), apskritus ritinius (2 pav.) arba didelius stačiakampius ryšulius (3 pav.). Iš šiaudų galima gaminti kuro briketus arba granules. Nedidelių ryšulių tankis būna 70–90 kg/m³, ryšulio masė – 12–15 kg. Tokiais ryšuliais kūrenami iki 100 kW galios katilai. Šiaudų ritiniai būna 1,2–1,8 m skersmens ir 1,2–1,5 m ilgio. Ritinio tankis 90–130 kg/m³, masė 150–250 kg. Šiaudų ritiniais kūrenami 100–500 kW galios katilai. Dideli stačiakampiai ryšuliai būna 1,2 m pločio, 0,7 m aukščio ir 2,4 m ilgio, jų tankis siekia 150 kg/m³, masė 300 kg. Dideli stačiakampiai ryšuliai geriau išnaudoja saugyklų talpą ir transporto priemonių keliamąją galią, todėl juos labiau apsimoka vežti didesniais atstumais. Jais kūrenami 200 kW ir galingesni katilai. Šiaudų presai rinktuvai suformuotus ryšulius ar ritinius suriša špagatu, kad šie išlaikytų savo formą. Supresuotus šiaudus reikia surinkti nuo lauko ir pervežti į saugojimo vietą, kad būtų saugomi nuo drėgmės ir lietaus. Šiaudus saugoti geriausiai šieno daržinėse arba kitose dengtose patalpose – tuomet jų drėgnis būna 15–18%. Stirtose gali atidrėkti iki 20% ir daugiau. Saugant stirtose, kai kuriais atvejais

* Lietuvos žemės ūkio universitetas

iki 10% šiaudų gali netikti kurui dėl per didelės drėgmės.



1 pav. Šiaudų presavimas nedideliais stačiakampiais ryšuliais



2 pav. Šiaudų presavimas ritininiais presais



3 pav. Šiaudų presavimas dideliais stačiakampiais ryšuliais

Gaminant šiaudų briketus ar granules, šiaudai susmulkinami ir presuojami dideliu slėgiu. Esant dideliui slėgiui šiaudų dalelės sulimpa be rišamųjų medžiagų ir išlaiko suteiktą briketo ar granulės formą. Šiaudų briketų tankis siekia 750 kg/m^3 , granuliu sluoksniu tankis – 600 kg/m^3 . Šiaudų briketus gaminanti bendrovė „Medvija“ pajėgi pagaminti jų po 20 t per parą. Įrengimus šiaudų granuliu gamybos linijoms įrengti pradėjo gaminti Radviliškio mašinų gamykla. Šiaudų granuliu gamybos liniją (4 pav.) sudaro šiaudų ritinių transporteris, ritinių draskytuvas, šiaudų plaktukinis malūnas, presgranuliuatorius OGM-1,5A ir dulkių surinkimo bei filtravimo įrenginiai. Šiais įrengimais galima pagaminti 1,2–1,3 t šiaudų kuro granuliu per valandą.

Šiaudų ritinių bei didžiųjų ryšulių presavimo, surinkimo, parvežimo iš lauko ir sukrovimo saugykloje išlaidos siekia 50–70 Lt/t, mažųjų šiaudų ryšulių – 90–100 Lt/t. Šiaudų briketų ir granuliu gamybos išlaidos siekia 220–240 Lt/t.

Šiaudų kaip kuro šiluminę vertę apibūdina grynas šilumingumas, parodantis šilumos kiekį, išsiskiriantį visiškai sudegus šiaudų masės vienetui. Šiaudų sausos masės grynas šilumingumas yra 17,6 MJ/kg. Didėjant drėgniui šilumingumas mažėja, todėl 15% drėgnio šiaudų grynas šilumingumas būna 14,71 MJ/kg, o 20% drėgnio – 13,62 MJ/kg. Šiaudų briketų ir granuliu grynas šilumingumas siekia 15,26 MJ/kg.



4 pav. Šiaudų granuliu gamybos linija

Kad palygintume šiaudų kurą su kitomis kuro rūšimis, pateikiame jų kainas ir šilumingumą (1 lentelė). Žinant, kad 3,6 MJ šiluminės energijos yra 1 kWh, apskaičiuota ir 1 lentelėje pateikta palyginamų kuro rūšių šilumos

vieneto kaina. Matyti, kad šiaudų ritinių šilumos vieneto kaina mažiausia, todėl šiaudai yra pigiausias vietinis kuras. Jiems degant išskiriamo šilumos vieneto kaina 2 kartus mažesnė negu malkų ir 3 kartus mažesnė negu įvežtinio kuro – mazuto. Viena tona panaudotų kurui šiaudų gali pakeisti 0,4 t mazuto ir sumažinti išlaidas kurui 160 Lt. Panaudojus kurui visą galimą šiaudų kiekį, išlaidos kurui būtų sumažinamos 80 mln. Lt.

Šiaudų briketai ir granulės yra truputį brangesnis kuras negu malkos, tačiau pigesnis negu gamtinės dujos. Briketai pranašesni už malkas tuo, kad saugojimui pakanka mažesnio saugyklos tūrio ir juos patogiau naudoti. Šiaudų briketais galima kūrenti tuos pačius malkomis kūrenamus katilus. Granulėmis kūrenami specialiai joms deginti pritaikyti katilai. Granulės į katilo kūryklą tiekiamos automatizuotai ir pagal šilumos poreikį, todėl kuras naudojamas ekonomiškiau. Brangstant gamtinėms dujoms galima tikėtis kuro briketų ir granulių paklausos didėjimo. Ūkininkams, turintiems didesnius šiaudų kiekius, kuro granulių ir briketų gamyba galėtų būti papildomas verslas.

Kuro rūšis	Kuro kaina, Lt/t (Lt/m ³)	Kuro šilumingumas, MJ/kg (MJ/m ³)	Šilumos vieneto kaina, ct/kWh
Šiaudų ritiniai bei didieji ryšuliai	70	14,71	1,71
Šiaudų mažieji ryšuliai	100	14,71	2,45
Šiaudų briketai, granulės	240	15,26	5,66
Beržinės malkos	(80)	(7200)	4,0
Gamtinės dujos	(0,76)	(35,68)	7,67
Mazutas	600	39	5,54

1 lentelė. Kuro kaina, šilumingumas ir šilumos vieneto kaina

Siekiant sumažinti išlaidas būstui šildyti reikia plačiau naudoti ne tik tradicinį vietinį medienos kurą, bet ir kitą, kol kas dar mums netradicinį pigų vietinį kurą – šiaudus.

ŠIAUDAIS KŪRENAMI KATILAI IR ŠILDYMO BLOKAI

Algirdas Žaltauskas
LŽŪU Žemės ūkio inžinerijos institutas

Katilų gamintojai Lietuvoje per pastarąjį dešimtmetį sukūrė įvairių šildymo įrenginių, kuriuose kurui naudojami šiaudai.

UAB „Slengai“ gamina 10–30 kW galios buitinius vandens šildymo katilus SLV (5 pav.). Katilą sudaro korpusas, turintis atramines kojas, kurio viduje išimama pakura. Į pakurą dedami du nedideli stačiakampiai šiaudų ryšuliai. Pakuros centre yra perforuotas vamzdis – alsuoklis, kuris tarp ryšulių padaro vertikalią angą. Įstūmus pakurą į katilo korpusą, alsuoklis atsiduria virš angos korpuso dugne, pro kurią uždegama šiaudų įkrova ir patenka degimui reikalingas oras. Šiaudai dega įkrovos centre aplink alsuoklį. Katilo korpusas ir durelės turi dvigubas sieneles. Tarpas tarp sienelių užpildomas šildymo sistemos vandeniu. Po anga korpuso dugne yra vonelė. Keičiant jos padėtį reguliuojamas degimui tiekiamo oro kiekis ir degimo intensyvumas.



5 pav. Šiaudais kūrenamas katilas SLV

Didesnio našumo šiaudų ryšuliais ir ritiniais kūrenamus natūralios traukos R tipo katilus, reguliuojamo ritinių deginimo įpučiant orą Ri/u, Ru ir Rtu katilus bei 130–600 kW galios šildymo blokus gamina AB „Umega“.

R tipo katilai (6 pav.) turi apvalios formos kūryklą su apvalkalu ir viršutinėje dalyje įmontuotu šilumokaičiu, kurį sudaro dūmų vamzdžiai ir

kolektorius. Tarp apvalkalo ir kūryklos sienelių yra erdvė, kurioje cirkuliuoja vanduo. Katilo kūryklos durys dvigubos ir jose taip pat cirkuliuoja vanduo. Kūryklos ir durų viršutinė dalis padengta ugniai atspariomis plytomis. Šiaudams degant liepsna neturi tiesioginio sąlyčio su vandeniu aušinamomis sienelėmis, todėl degimo temperatūra būna aukštesnė ir šiaudai geriau sudega. Degimui reikalingas oras patenka pro durų apatinėje dalyje esančią angą su oro reguliavimo sklende. Nustatytą vandens temperatūrą katile palaiko oro traukos reguliatorius, sujungtas grandinėle su oro reguliavimo sklende. Katilą gaubia akmens vatos termoizoliacija ir apdaila.



6 pav. Katilo R-30 bendras vaizdas

Katilo kūrykloje, atsižvelgiant į katilo dydį, telpa 1–2 šiaudų ryšuliai arba 0,6–1,2 m skersmens ritiniai. Pakrovus šiaudų įkrovą šiaudai uždegami ir uždaromos katilo durys. Šiaudams degant susidariusios karštos degimo dujos iš kūryklos dūmų vamzdžiais patenka į kolektorių, esantį galinėje katilo sienelėje, o iš jo – į dūmtraukį. Karštos degimo dujos per kūryklos ir dūmų vamzdžių sieneles kaitina vandenį. Vandeniui įkaitus iki nustatytos temperatūros, traukos reguliatorius oro reguliavimo sklende sumažina oro tiekimą, degimas sulėtėja. Sumažėjus vandens temperatūrai katile, traukos reguliatorius padidina oro tiekimą, degimas suintensyvėja. Taip palaikoma nustatyta vandens temperatūra katile.

Šiaudais kūrenamas periodinio įkrovimo natūralios traukos katilas iš-

skiria nepastovų šilumos kiekį. Daugiausia šilumos išsiskiria įkrovos degimo pradžioje, kai dega lakiosios medžiagos. Vėliau degimas lėtėja, nes baigia degti suanglėję šiaudų likučiai. Nauja įkrova pakraunama visiškai sudegus ankstesniajai ir pašalinus pelenus. Šilumos pertekliui priimti ir svyravimams tarp atskirų įkrovų išlyginti šiaudais kūrenamas katilas prie šildymo sistemos jungiamas naudojant akumuliacinę talpą. Šilumos akumuliacinė talpa turėtų būti tokia, kad vienam kilogramui šiaudų įkrovos katile tektų 60–80 l vandens akumuliacinėje talpoje.

Ri/u, Ru ir Rtu katiluose pritaikytas reguliuojamas šiaudų ritinių deginimas įpučiant orą. Tokiuose katiluose (7 pav.) atidarius duris (1) kūrykloje (2) traktoriniu krautuvu pakraunamas šiaudų ritinys. Uždegus šiaudus uždaromos durys, įjungiamas ventiliatorius (3) ir iš viršaus vamzdžiais (4) į degimo zoną pučiamas oras. Taip pučiant orą geriau sudega lakiosios medžiagos. Karštos degimo dujos praeina šilumokaičio dūmų vamzdžiais (5), šildo vandenį ir per dūmų angą (8) patenka į dūmtraukį. Aukštesnei degimo temperatūrai palaikyti kūryklos viršutinės dalies sienelės padengtos ugniai atspariomis plytomis.

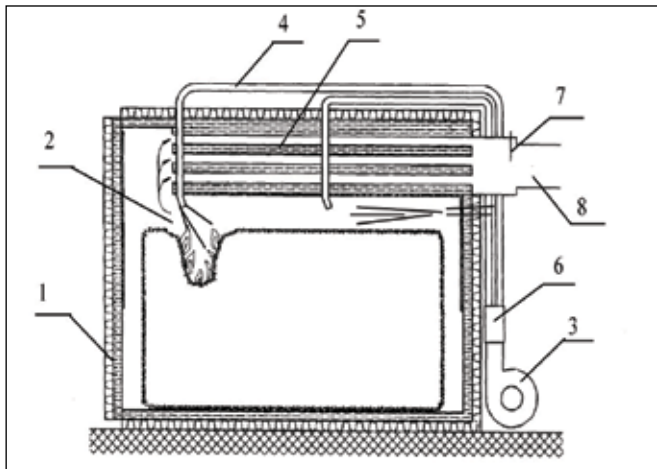
Dūmų temperatūrą ir sudėtį nuolat kontroliuoja temperatūros ir deguonies kiekio jutikliai (7), sujungti su degimą reguliuojančiu elektroniniu prietaisu – PLC kompiuteriu. Degimo intensyvumas reguliuojamas oro sklendėmis (6), kurias daugiau ar mažiau atidaro kompiuteriu valdomos elektrinės pavaros. Pučiamo oro kiekis reguliuojamas pagal deguonies kiekį dūmuose. Sumažėjus deguonies kiekiui dūmuose, padaugėja anglies monoksido, todėl pirminio oro tiekimas sumažinamas ir horizontaliai viršutine kūryklos dalimi pučiamas oras antriniam degimui. Taip sudeginamas anglies monoksidas ir deguonies kiekis dūmuose padidėja. Jeigu deguonies kiekis per didelis, padidinamas pirminio oro kiekis ir sumažinamas antrinio oro kiekis. Taip reguliuojant dūmuose palaikoma 6–7% deguonies ir oro pertekliaus koeficientas būna apie 1,5. Tokiuose katiluose pasiekiamas 85–87% naudingumo koeficientas.

Išeinančių dūmų temperatūra reguliuojama nuo 98°C iki 200°C. Esant aukštesnei temperatūrai, degimas pristabdomas, o esant žemesnei nei 98°C temperatūrai (pasibaigus įkrovos degimui), katilas išjungiamas. Vandens temperatūrą katile ir kūryklos duryse seka šilumos jutikliai, kurių duomenis analizuoja tas pats kompiuteris. Padidėjus temperatūrai aukščiau leistinos ribos, kompiuteris sustabdo oro įpūtimo ventiliatorių ir degimas sandariai uždarytoje kūrykloje nutrūksta.

Viena šiaudų įkrova dega 5–6 valandas. Stabiliam šiaudų degimui ir maksimaliam katilo apkrovimui palaikyti tokie katilai komplektuojami su

šilumos akumuliacinio bakais.

Katilų Ri/u ir Ru šiluminė galia 130, 250, ir 340 kW, jie kūrenami šiaudų ritiniais. Rtu katilų šiluminė galia 150 ir 240 kW, jie kūrenami dideliais stačiakampiais ryšuliais.



7 pav. Šiaudų ritiniais kūrenamo Ri/u katilo schema:

1 – durys; 2 – kūrykla; 3 – ventiliatorius; 4 – oro tiekimo vamzdis; 5 – šilumokaičio dūmų vamzdžiai; 6 – sklendės; 7 – temperatūros ir deguonies kiekio jutikliai; 8 – dūmų anga

Šildymo blokai (8 pav.) pritaikyti dirbti lauke. Šildymo bloką sudaro katilas, akumuliacinis bakas, išsiplėtimo bakas, cirkuliaciniai siurbliai, mineralinės vatos izoliacija, karkasas, išorinė profiliuotų dažyto plieno lakštų danga ir metalinis dūmtraukis. Šildymo blokai turi talpius akumuliacinius bakus. Šiaudų įkrova dega 5–6 valandas. Degimo procesas valdomas automatiškai. Esant pakankamai šildymo bloko galiai, katilą pakrauti šiaudais tereikia 2 kartus per parą. Šildymo bloko aptarnavimas labai paprastas: šiaudams sudegus reikia iš pakuros išsemti pelenus (kurių susidaro 1–2 kibirai), pakrauti naują šiaudų įkrovą, uždegti, įjungti katilą prie kūryklos esančiu mygtuku ir uždaryti kūryklos duris. Iki kito pakrovimo katilas dirba visiškai automatinio režimu.

Šildymo blokai AKU gaminami 130, 250, 340, 460 ir 600 kW galios, kūrenami šiaudų ritiniais. Šildymo blokai AKT gaminami 150, 180 ir 450 kW galios, kūrenami dideliais stačiakampiais šiaudų ryšuliais.

Granulėmis kūrenamus 30 ir 50 kW galios katilus (9 pav.) gamina

UAB „Šiaulių tauro kalvis“. Įrenginį sudaro katilas, granuliu degiklis, granuliuoto kuro bunkeris su sraigatine pavara ir valdymo pultas.



a)



b)

8 pav. Šildymo bloko AKU (a) ir AKT (b) bendras vaizdas

Katilas kūrenamas 6–8 mm skersmens granulėmis, kurios supilamos į 0,45 m³ talpos bunkerį. Iš bunkerio granulės sraigtinė pavara tiekia į degiklį. Degiklyje yra oro tiekimo ir degimo kamera. Degimo procesą valdo ir norimą degimo režimą plačiu programuojamų parametru diapazonu palaiko

valdymo pultas. Vieno bunkerio užpylimo granulėmis pakanka 25–115 katilo darbo valandų. Katilą galima kūrenti ne tik granulėmis, bet ir 300 mm ilgio malkomis bei kitu kietuoju kuru. Granulėmis kūrenami katilai yra gera alternatyva tiems, kurie nori turėti patikimą, patogų, visiškai automatizuotą šildymą.



9 pav. Katilo Kalvis-3MPP bendras vaizdas

Iš pateiktos apžvalgos matyti, kad šiaudais kūrenamų katilų pasirinkimas yra didžiulis ir suteikiamos visos galimybės naudoti pigų vietinį kurą – šiaudus.

Lietuvoje gaminami šiaudų kuru kūrenami katilai savo kokybe nusileidžia kitose šalyse gaminamiems katilams. Vandens šildymo blokai su Ri/u tipo katilais išbandyti Danijos technologijos institute ir nustatyta, kad naudingumo koeficientas siekia 87%, anglies monoksido (CO) kiekis dūmuose sudaro 0,16%, o išmetamų su dūmais kietųjų dalelių kiekis – 263 mg/m³. Lietuvoje pagamintus šiaudais ir kuro granulėmis kūrenamus katilus perka ne tik Lietuvos, bet ir Latvijos, Danijos, Švedijos, Vokietijos bei Airijos vartotojai.

Įrengiant vis daugiau šiaudais kūrenamų katilų, bus mažinama šilumos ūkio priklausomybė nuo kuro importo, taip pat mažės išlaidos kurui ir teršalų išmetimas su dūmais į aplinką.

ENERGETINIŲ AUGALŲ IR MEDIENOS ATLIEKŲ RUOŠIMAS IR NAUDOJIMAS KURUI

Algirdas Jasinskas
LŽŪU Žemės ūkio inžinerijos institutas

Energetinių augalų auginimas, ruošimas ir naudojimas kurui

Lietuvoje šiuo metu veikiančios medienos atliekomis kūrenamos katilinės išdėstytos visoje šalies teritorijoje. Lietuvos Respublikos aplinkos ministerijos Miškų departamento duomenimis, 2006 metais Lietuvoje buvo įrengta daugiau nei 160 stambesnių ir smulkesnių medienos atliekomis kūrenamų katilinių, kurių bendras instaliuotas galingumas viršijo 500 MW. Šiose katilinėse be esminių techninių pertvarkymų būtų galima deginti ir susmulkintus gluosnių stiebus. Kaip biokuro žaliava medienos pramonės atliekos brangsta. Jas naudojant tiek energetikos srityje, tiek baldų pramonėje gaminant plokštes, juntamas jų trūkumas. Europos Sąjunga šią problemą siūlo spręsti daug aktyviau nedarbames žemėse plečiant energetinių plantacijų veiklą. Stambių katilinių savininkai tvirtina, kad gluosnių kuras tinkamas kūrenti, ir jie gali jį supirkinėti neribotais kiekiais.

Gluosnių auginimo verslas prisidės ir prie naujų darbo vietų kūrimo šalies regionuose, kur nedarbo lygis yra pats didžiausias. Veisti energetines plantacijas mažai derlinguose ir nenaudojamuose žemės plotuose yra perspektyvu ir finansiškai naudinga. Kaimo plėtros programoje (2004–2006 metams) buvo numatyta, kad Lietuvos Respublikos Vyriausybė, vykdanči žemės ūkio paskirties žemės apželdinimo mišku programą, suteikia iki 5345 Lt vienam hektarui siekiančias kompensacijas energetinėms plantacijoms įveisti. Kaimo plėtros programoje (2007–2013 metams) ši numatoma parama trumpos rotacijos želdiniams – sumažinta. Maksimali gluosnių, karklų plantacijų įveisimo parama – 5179 Lt/ha (paramos intensyvumas 40–50%).

Pagal savo energetines savybes nedžiovinti 50% drėgnio gluosnių kاپojai nesiskiria nuo susmulkintų medžio atliekų, kurios jau dabar naudojamos rajoninėse katilinėse šilumai gaminti. Išreiškiant šilumine verte, viena tona gluosnių kاپojų duoda apie 9 GJ, t. y. beveik tiek pat, kiek ir viena tona durpių briketų. Taigi, vieno hektaro gluosnių derlius leistų pagaminti apie 40 MWh šilumos. Nustatyta, kad norint aprūpinti kuru 10 MW galingumo biokatilinę, vienam šildymo sezonui (6 mėnesiams) paruošti reikėtų 18,7 tūkst. t gluosnių kاپojų. Tokiam kuro kiekiui pagaminti kasmet tektų apšodinti gluosniniais žilvičiais apie 930 ha.

Pastaruoju metu Lietuvoje susidomėjimas gluosnių auginimu kuriai didėja. UAB „Jūsų sodui“ greitai augančiais gluosniais domisi nuo 2003 metų. Tų metų pavasarį jie pasodino pirmąją šalyje greitai augančių gluosnių pramoninę plantaciją. Stambiausia 5 ha plantacija yra Dzūkijoje, Dargužių kaime. Dargužiuose 5 ha buvo apsodinti rankomis. Per vieną dieną darbus atliko 20 žmonių. Pasodintą gluosnių plantaciją galima eksploatuoti 30 ir daugiau metų, derlių nuimant kas treji ketveri metai.

UAB „Jūsų sodui“ duomenimis, Lietuvoje gluosniais jau apsodinta apie 300 ha. Jų plantacijos veši Klaipėdos, Šakių, Anykščių, Panevėžio, Švenčionių, Varėnos, Trakų, Raseinių ir kituose rajonuose. Aktyviai plečiant šią sritį po 10 metų gluosnių plantacijos šalyje užims apie 50 tūkst. ha žemės ir leis pagaminti iki 750 tūkst. t biomasės per metus. Lietuvos biokuro gamintojų ir tiekėjų asociacija LITBIOMA apskaičiavo, kad iki 2013 metų Lietuvoje, kur yra apie 0,5 mln. ha nenaudojamų, nederlingų žemės plotų, galima įveisti 11,5 tūkst. ha energetinių plantacijų, iš kurių biomasės kasmet galima pagaminti 0,5 TWh energijos. Lietuvos nacionalinėje energetikos strategijoje numatyta, kad 2015 metais energetinėms reikmėms šios plantacijos turėtų patiekti apie 45 tūkst. tne, o 2025 metais – apie 70 tūkst. tne.

Energetinėms reikmėms Lietuvoje gluosniai kol kas nenaudojami, jie auginami tik pirmus arba antrus metus ir dažniausiai nuimami ir dauginami kaip sodinamoji medžiaga. 2008–2009 metais kai kurie Lietuvos ūkininkai jau numato gluosnius naudoti kurui, todėl bus reikalingos efektyvios šių augalų nuėmimo, doravimo ir kuro ruošimo technologijos bei technika.



10 pav. „Claas“ firmos kombainas Jaguar 870

Kombainas per 1,5 valandos nupjauna 1 ha, vieno kombaino užtenka beveik 1000 ha. Gluosniams ir kitiems trumpos rotacijos energetiniams miškams nupjauti ir smulkinti gerai užsirekomendavo vokiečių firmos „Claas“ kombainai Jaguar (10 pav.), kurie buvo demonstruojami Hanoveryje (Vokietijoje) 2007 metais vykusioje pasaulinėje parodoje AGRI TECHNICA.

Markė	Gamintojas	Variklio galia, kW	Smulkinimo laipsnis, mm
Jaguar 900	„Claas“	458	4–17
Jaguar 890	„Claas“	372	4–17
Jaguar 870	„Claas“	333	4–17
Jaguar 850	„Claas“	303	4–17
Jaguar 830	„Claas“	254	4–17
Mamut 7800	„Mengele“	353	4–17
Mamut 7300	„Mengele“	302	4–17
Mamut 6300	„Mengele“	235	4–17
6950	„John Deere“	396	5–15
6850	„John Deere“	353	5–15
6750	„John Deere“	290	5–15

2 lentelė. Savaeigių smulkintuvų techniniai duomenys

Greitai augančių gluosnių derlius nuimamas žiemą modifikuotais kukurūzų kombainais, turinčiais gluosniams, krūmams ir kitiems sumedėjusiems augalams pjauti pritaikytus pjaunamuosius mechanizmus. Tokių savaeigių smulkintuvų techniniai rodikliai pateikti 2 lentelėje.

Lietuvos vartotojų ir tiekėjų nuomone, artimiausiu metu būtų tikslinga įsigyti nors vieną tokį kombainą ir jį išbandyti Lietuvos klimato sąlygomis. Šiuo kombainu būtų galima kooperatiniais pagrindais nuimti didžiąją dalį šalyje auginamo gluosnių derliaus.

Daugelyje derliaus nuėmimo mašinų naudojami apskriti pjūklai, kurie gana kokybiškai nupjauna pakankamai storus augalų stiebus. Spragilų tipo kirstuvai ir atbukinti dantyti diskiniai pjūklai pažeidžia išsišakojusio kelmo kamieną ir suskaldo stiebus žemiau nupjovimo linijos, o tai mažina augalų atsparumą ligoms. Kertant aukščiau gali būti palikti apiplyšę kelmai, nes stiebai gali lengvai palinkti nuo kirtimo mechanizmo.

Apvalūs pjūklai gali prinešti sniego į ruošiamą kurą ir taip padidinti jo drėgmę. Vienas derliaus nuėmimo metodų – pjauti augalą grandiniu

pjūklų, kad nepatektų sniego. Žiemą, kai būna daug sniego, šį būdą tikslinga taikyti ir Lietuvoje.

Vidutinio dydžio ir smulkiuose ūkiuose gluosnių stiebus tikslinga nuimti ir rišti į ryšulius, tik vėliau smulkinti ruošiant kurą. Tam naudojami prie kombainų prikabinami arba stacionarūs medienos atliekų, šakų smulkintuvai. Šiam tikslui tiktų ir Lietuvoje gaminamas medienos smulkintuvas 25 DH-E (11 pav.). Ši technologija paprastesnė, pigesnė, taip pat nesmulkinčių stiebų laikymas kelia mažiau problemų negu smulkintų skiedrų.



11 pav. Stacionarus medienos smulkintuvas 25 DH-E

„Rubicon group“ priklausanti bendrovė „Aviridis“ šiais metais pradėjo įgyvendinti stambiausią biokuro projektą Lietuvoje – per ketverius metus planuojama užauginti ne mažiau kaip 1000 ha gluosnių plantacijų. Šis projektas padės natūraliu kuru aprūpinti sostinę šildančios bendrovės „Vilniaus energija“ elektrinę. Kūrenamas vietinis biokuras mažiau teršia aplinką, o 3 t gluosnių atstoja toną mazuto.

Medienos atliekų ruošimas ir naudojimas kurui

Lietuvos miškuose kasmet susidaro daugiau negu 2 mln. kietmetrių miško kirtimo atliekų, apie 0,8 mln. kietmetrių galėtų būti panaudota biokurui gaminti, tačiau kol kas panaudojama vos dešimtadalis šio kiekio. Pri-

vačių miškų savininkai, kurių Lietuvoje priskaičiuojama apie 232 tūkst., nepakankamai naudojami galimybe miško kirtimo atliekas parduoti bei iš to gauti papildomų pajamų. Lietuvoje auga iki 25 tūkst. ha jaunuolynų, kuriuos retinant susidarytų iki 0,6 mln. kietmetrių smulkios medienos masės biokurui kasmet.

Šalyje šiuo metu veikia apie 70 stambių medžio atliekomis kūrenamų katilinių, kurios išsidėsčiusios įvairiuose šalies regionuose. Daug tokių didelės galios elektrinių yra pajūrio zonoje. Pavyzdžiui, Šilutėje yra net dvi stambios medžio atliekomis kūrenamos katilinės – Šilutės rajoninė katilinė ir spirito gamyklos katilinė „Biofutura“.

Šilutės rajoninė katilinė veikia nuo 1984 metų, o medienos atliekomis pradėta kūrenama nuo 2003 metų. Šios elektrinės naudojama maksimali galia 30 MW, nors jos instaliuota galia didesnė keletą kartų. Katilinėje šildomas vanduo naudojamas Šilutės miesto gyventojų namams ir įstaigoms šildyti bei ruošti šiltą vandenį, jį aptarnauja 8 žmonės. Medienos atliekomis katilinė kūrenama tik vasaros sezonu, žiemos sezonu kurui naudojamas mazutas, kurį ateityje numatoma pakeisti skalūnų alyva. Pelenai iš katilinės išvežami į sąvartyną, jais aplinka neteršiama.



12 pav. Skiedroms transportuoti naudojamos dengtos automašinos

Siekiant užtikrinti medienos atliekų degimo efektyvumą, tiekimo–transportavimo įrenginių darbo patikimumą, medienos atliekos turi būti susmulkintos į 5 cm ir mažesnes skiedras. Skiedros smulkinamos ir vežamos iš lentpjūvės „Šilutės mediena“, kurioje susikaupia daug medienos atliekų. Už skiedras tiekėjui mokama pagal katilinėje pagamintą energijos kiekį – 54 Lt už 1 MW šilumos energijos.



13 pav. Skiedrų tiekimo į pakurą mechanizmas

Skiedroms transportuoti naudojamos specialios dengtos automašinos, galinčios vienu reisu pervežti iki 90 m³ skiedrų (12 pav.). Per parą atvežamos dvi tokios automašinos. Skiedros išpilamos dengtoje saugykloje, kur yra apsaugotos nuo galimų kritulių. Deginamų skiedrų drėgnis 45–50%, todėl jas ilgai laikant krūvoje atsiranda kaitimo, pelėsių atsiradimo pavojus. Šioje katilinėje tokio pavojaus nėra, nes skiedros tiekiamos nuolat, o krūvoje jos išbūna tik 2–3 paras.

Medienos atliekoms smulkinti naudojami vokiečių ir švedų gamybos smulkintuvai, užtikrinantys aukštą skiedrų smulkumo kokybę. Vienu smulkintuvu susmulkinama iki 30 m³ medienos atliekų per valandą. Skiedroms mechanizuotai tiekti į pakuras naudojami sraigtiniai, grandikliniai transporteriai (13 pav.). Tokie transporteriai naudojami daugelyje didelės ga-

lios katilinių.

Šilutės spirito gamyklos katilinė „Biofutura“ medienos skiedromis pradėta kūrenti nuo 2005 metų. Šios elektrinės naudojama galia 7 MW, nors jos instaliuota galia didesnė. Dalis katilinėje šildomo vandens naudojama katilinės vidaus reikmėms, o didžioji šilumos energijos dalis sunaudojama spirito gamybos technologiniam procesui, reikalingam garui gaminti. Katilinėje pagaminama apie 10 t per valandą garo, ją aptarnauja 6 žmonės. Medienos skiedromis katilinė kūrenama visą sezoną, mazutu kūrenama tik kai yra valoma ir atliekama kapitalinė priežiūra bei remontas.

Katilinė kūrenama medienos skiedromis, kurios gaminamos iš malkų medienos. Skiedros gaminamos ir tiekiamos iš Telšių, jas ruošia A. Monstavičiaus įmonė. Skiedros transportuojamos specialiomis dengtomis automašinomis, vienu reisų pervežančiomis 70–90 m³ skiedrų. Skiedrų pervežimo automašinos panašios į Šilutės rajoninę katilinę skiedromis aprūpinančias automašinas (12 pav.). Per parą atvežamos trys tokios automašinos skiedrų, kurios supiltos krūvose stovi 3–4 dienas. Didžioji dalis skiedrų išpilama atviroje aikštelėje, neapsaugotoje nuo galimų kritulių. Skiedrų tiekimas į pakurą nepertraukiamas, jų tiekimo ir dozavimo įrenginių konstrukcija analogiška kaip Šilutės rajoninėje katilinėje (13 pav.).

Miško medienai smulkinti A. Monstavičiaus įmonė yra įsigijusi specialios medienos smulkinimo technikos iš Vokietijos, Švedijos, Italijos, su kuria gali aptarnauti įvairiuose Lietuvos regionuose esančius miškus. Pastaruose metu plačiai naudojamas itališkas medienos smulkintuvas TTH 9/1000, kuriame sumontuotas būgninis smulkinimo aparatas. Šis smulkintuvas išvysto aukštą našumą – iki 120 m³ skiedrų per valandą, juo galima smulkinti iki 80 cm skersmens rąstus. Įmonė taip pat sprendžia logistikos klausimus, vertina medienos smulkinimo technikos panaudojimo galimybes vietoje ir pas užsakovą, gali aprūpinti kokybiškais skiedromis įvairiose šalies vietose esančias katilines.

BENDROVĖS „VILNIAUS ENERGIJA“ 60 MW GALIOS BIOKURO KATILAS

Vladimir Liubarskij
LŽŪU Žemės ūkio inžinerijos institutas

Vilniuje pradėjo veikti didžiausias Rytų ir Centrinėje Europoje biokuro kūrenamas katilas. Bendrovė „Vilniaus energija“ į šio 60 MW galios katilo statybas investavo 40 mln. Lt.

Naujasis katilas, kuris gamina 75 t garo per valandą, pajėgus pagaminti 9% sostinei tiekiamos šilumos energijos ir 50% karšto vandens ne šildymo sezono metu.

Biokuro katilą pagamino ir sumontavo Suomijos bendrovė „Kvaerner Pover OY“. Biokuro katilinės įrangos, kuro tiekimo, elektros, automatikos ir pagalbinių įrenginių projektavimo, gamybos ir montavimo darbus vykdė didžiausia pramonės ir energetikos projektus įgyvendinanti bendrovė Lietuvoje „Axis Industries“.

Katilo, kuriame biokuras deginamas kunkuliuojančiame sluoksnyje, schema parodyta 14 pav. Katile Vokietijos bendrovė „Blacke Dürr“ įrengė modernų elektrostatinį dūmų valymo filtrą, dėl kurio kietųjų dalelių išmetimas į aplinką tesudaro 60% leistinos normos.

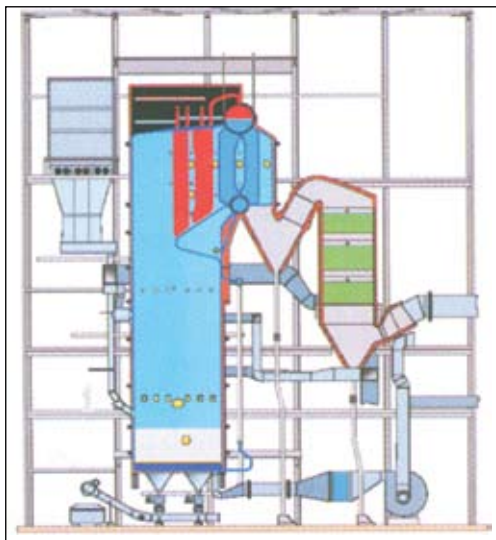
Pagrindinę katile naudojamo biokuro dalį sudaro smulkintos medienos atliekos (žievės likučiai, pjuvenos, susmulkinta mediena, kapota mediena, medžio gabaliukai ir pan.) ir pjuvenos. Šios biokuro dalies charakteristika yra tokia:

- žemutinė šiluminė vertė didesnė nei 5400 kWh/t sausos masės;
- drėgnis ne didesnis nei $40 \pm 10\%$;
- vidutinis dalelių dydis – $50 \times 50 \times 20$ mm;
- maksimalus leistinas dalelių dydis – $150 \times 60 \times 20$ mm. Tokių dalelių negali būti daugiau nei 10% ir jos turi tolygiai pasiskirstyti kuro masėje;
- kuro peleningumas ne didesnis nei 2% sausos kuro masės;
- tiekiamame kure nebeturi būti akmenų, smėlio, šlifavimo dulkių, sniego, ledo gabaliukų, druskos ir kitų pašalinių daiktų, kurie neigiamai veikia kuro saugojimo, transportavimo ir vartojimo (deginimo) įrenginius.

Katile galima deginti ir rapsų bei javų šiaudus, linų spalius. Tačiau į katilą juos galima tiekti tik sumaišius su susmulkinta mediena. Pagal techninius reikalavimus šiaudų kiekis kuro mišinyje neturi viršyti 10% nuo bruto masės. Rapsų bei javų šiaudai turi būti tiekami arba sukapti į mažesnius nei 50 mm ilgio gabalėlius arba supresuoti į $50 \times 50 \times 50$ mm dydžio briketus.

Šiaudų peleningumas turi būti ne didesnis nei 3% sausos kuro masės.

Be šių biokuro komponentų katilė deginamos ir trupininės (frezerinės) durpės. Jų šiluminė vertė turi būti didesnė nei 5000 kWh/t sausos masės, drėgnis ne didesnis nei 40% (+10% ar -5%), sieringumas neturi viršyti 0,15% sausos masės, vidutinis peleningumas ne daugiau 10% sausos masės.



14 pav. Firmos „Kvaerner Pover OY“ biokuro deginimo katilo schema



15 pav. Firmos „Kvaerner Pover OY“ biokuro deginimo katilo bendras vaizdas

Per valandą katilas sunaudos 23 t medienos biomasės – miško kirtimo atliekų, skiedrų, medienos atraižų ir pjuvenų. 10% kuro taip pat gali sudaryti šiaudai, o durpės – ne daugiau kaip 30%. Kurą „Vilniaus energijai“ tiekia biokuro gamybos ir ekologijos verslo bendrovė „Bionovus“. Pagal sutartį „Bionovus“ aikštelėje šalia katilinės turi laikyti 3 paroms skirtas biokuro atsargas (500–600 t), o savo aikštelėje – 3 mėnesių kuro atsargas (16 pav.).



16 pav. Biokuro saugojimo aikštelė

Į saugojimo aikšteles biokuras atvežamas dengtu autotransportu, kuris pasveriamas ir paimami mėginiai kuro kokybei nustatyti. Iš aikštelės mobiliu kaušiniu krautuvu kuras nuvežamas į kaupiklį-dozatorių (17 pav.), kurio grindyse įrengtu transporteriu tiekiamas į pirminio dozavimo-trupinimo įrenginį (18 pav.).

Iš čia kuras 125 m ilgio juostiniu transporteriu pakeliamas į 24 m aukštį. Transporterio gale sumontuotas magnetinis metalinių dalių gaudytuvas bei volinis kuro rūšiuotuvas. Pro rūšiuotuvo volus neprakritusios stambios kuro dalys, kurių kiekis negali viršyti 10%, patenka į plaktukinį trupintuvą, kuriame sutrupinamos į standartinio dydžio daleles. Taip paruoštas kuras transporteriu tiekiamas į tarpinę talpyklą, kurioje įrengti lygio jutikliai. Pagal jų signalus valdoma visa kuro tiekimo į katilą įranga – bunkeriu užsipildžius iki nustatyto lygio, kuro tiekimas sustabdomas, o šiam lygiui sumažėjus – vėl atnaujinamas.



17 pav. Biokuro kaupiklis-dozatorius



18 pav. Dozatorius-trupintuvas

Iš tarpinės talpos kuras transporteriu tiekiamas į katilą. Katilo apatinė dalis užpildyta 0,5 m storio smulkaus smėlio sluoksniu. Paleidžiant katilą

smėlis deginant dujas įkaitinamas iki 800°C temperatūros. Tokios temperatūros pakanka kurui užsiliepsnoti. Po to dujų tiekimas nutraukiamas ir smėlio sluoksnio temperatūra palaikoma naudojant šilumą, išskiriamą degant kurui. Degimo procesui palaikyti į katilo apačią aukšto slėgio ventiliatoriumi pučiamas oras, kurio debetas ir išvystomas slėgis parinkti taip, kad degimas vyktų pseudoverdančiame kuro sluoksnyje.

Pučiamas oro srautas iš katilo išneša lengvas pelenų daleles, kurios nusodinamos elektrostatiiniame filtre. Prie filtro sienelių prilipusios pelenų dalelės periodiškai nupurtomos ir pneumatiniu transporteriu transportuojamos į lauke pastatytus konteinerius. Pelenai iš katilinės periodiškai išvežami į saugojimo aikštelę.

Sunkios nesudegusios mechaninės biokuro priemaišos (sutrūpinti akmenys, žemės) kaupiasi katilo apačioje ant smėlio sluoksnio, kuris po regeneracijos periodiškai keičiamas.

Katilo sienelės suspaustu oru per tam tikrą laiką nuvalomos nuo apnašų. Šios apnašos taip pat surenkamos į specialius konteinerius.

Šiluminė energija, gauta sudeginus biokurą, katile panaudojama garui gaminti, kuris nukreipiamas į turbogeneratorių. Jame dirbant kogeneraciniu režimu, pagaminama 48 MW šiluminės ir 12 MW elektros energijos.

BIODEGALŲ GAMYBA IR NAUDOJIMAS

Vladimir Liubarskij
LŽŪU Žemės ūkio inžinerijos institutas

Bioetanolio gamintojai. Lietuvoje bioetanolį degalams gamina įmonė AB „Biofuture“ (19 pav.).



19 pav. AB „Biofuture“ bendras vaizdas

Gamybai naudojama žaliava – kviečių ar kvietrugių grūdai. Žalioji spirito gaminama taikant tradicinę etanolio gamybos iš grūdų technologiją, o vanduo iš distiliato pašalinamas šiuolaikine membranine filtrų įranga (20 pav.), kuriai įsigyti investuota daugiau kaip 9 mln. Lt.

Distiliuotas etanolis patenka į talpyklą, kurioje pH koreguojama natrio šarmo tirpalu. Pasiekus reikiamą pH vertę ($\text{pH}=6-8,5$), etanolis per šilumokaitį nukreipiamas į vandens pašalinimo įrenginį. Jį sudaro trys vienodos sekcijos, per kurias nuosekliai cirkuliuoja etanolis, kol pasiekiamas reikiama jo koncentracija. Kiekvienoje sekcijoje yra cirkuliacinė ir vakuumo sistema. Cirkuliacinė sistema sudaryta iš membraninių modulių, cirkuliacinio siurblio, šilumokaičio bei garintuvo. Vakuumo sistema skirta vandens ir etanolio garams pašalinti iš membranų ir juos kondensuoti.

Vandens pašalinimo procesas vyksta nuolatos. Neutralizuotas etanolis

pro šilumokaitį tiekiamas į garintuvą, kur pasiekama garų temperatūra, didesnė nei 135–140°C ir slėgis 650–750 kPa.



20 pav. Membraninė filtrų įranga

Tuomet ceolitu – specialia mineraline medžiaga – etanolio garai įleidžiami į išorinę dengtos keraminės membranos pusę, kur yra poliarizuojami. Dėl slėgio skirtumo tarp keraminio vamzdžio išorės ir vidaus (10–20 kPa) etanolio garuose esantis garų pavidalo vanduo prasiskverbia pro ceolito sluoksnį ir nukreipiamas į kondensatorių. Iš įrenginio išeinantys karšti etanolio garai (135–140°C) kondensuojami ir šaldomi tiekiamu į įrenginį šviežiu etanolium, po to vandeniu, ir gautas bevandenis etanolis nukreipiamas į saugyklą. Bevandenis etanolis gali būti denatūruojamas įmaišant į jį 4–5% bešvinio benzino.

Bevandenį bioetanolį degalams galima naudoti dviem būdais – mechanškai maišant jį su benzinu ir gaminant ETBE (etiltretbutileterį), biologinį MTBE (metiltretbutileterio) pakaitalą.

Šiuo metu Lietuvoje priimtas nutarimas, įpareigojantis į benzinaus įmaišyti iki 5% bioetanolio. Toks mišinys atitinka standartą LST EN 228. Ateityje bioetanolio koncentracija benzine gali būti padidinta iki 10–15% – tai daugelio tyrinėtojų pripažinta ribinė koncentracijos reikšmė degalų mišinyje, kurį galima saugiai naudoti įprastiniuose varikliuose. Pastaruoju metu „Statoil“ degalinėse pradėta prekiauti degalais, kurių sudėtyje yra 85% be-

vandenio etanolio ir tik 15% benzino. Tačiau toks mišinys gali būti pilamas tik į automobilius, kurių varikliai pritaikyti darbui tokiais degalais.

MTBE ir ETBE gamybos procesai yra panašūs, ir užsienio patirtis rodo, kad vis daugiau Europos Sąjungos šalių MTBE gamybos įmonių pereina prie biologinės kilmės ETBE gamybos. Mūsų šalyje vienintelė įmonė, gaminanti MTBE, yra AB „Mažeikių nafta“. Ji galėtų po tam tikros rekonstrukcijos toje pačioje įrangoje gaminti ir ETBE – tai ir numatoma įmonės 2008 metų planuose. Tačiau tam būtinas įmonės finansinis suinteresuotumas, nes gamyboje naudojamas bioetanolis yra apie 3 kartus brangesnis palyginti su šiuo metu MTBE gamybai naudojamu metanoliumi. Instaliuotu pajėgumu galima būtų pagaminti apie 45 tūkst. t per metus bio-ETBE. Šio pajėgumo visiškai pakaktų 2010 metais numatomam bioetanolio kiekiui perdirbti.

Svarbiausias biodegalų su etanoliumi pranašumas, palyginti su tradiciniais degalais yra tas, kad jie mažina atmosferą teršiančių medžiagų (NO_x , SO_x , HC, CO_2 , sunkiųjų metalų ir kt.) kiekį.

Biodegalų gamybą remia Europos Sąjunga, kuri siekia, kad iki 2010 metų biodegalų energija sudarytų 5,75% bendro energetinio balanso. Europos Komisija jau yra pateikusi siūlymą biodegalų dalį bendrame naudojamų degalų energetiniame balanse iki 2025 metų padidinti iki 20%. Visa tai leidžia biodegalų gamybą laikyti itin perspektyvia. Juo labiau, kad biodegalų poreikis jau ir šiuo metu yra didžiulis – jo paklausą padidino šiemet per 20% išaugęs benzino vartojimas ir sparčiai kylančios tradicinių degalų kainos.

Biodyzelino gamintojai. Per pastaruosius 15–20 metų visame pasaulyje ir Lietuvoje labai padidėjo dyzelinių degalų sunaudojimas. Statistikos departamento duomenimis, mūsų šalyje dyzelino sunaudota beveik du kartus daugiau negu benzino. Dyzeliniai varikliai palyginti su benzininiais yra galingesni, sunaudoja mažiau degalų, jų išmetamosios dujos yra mažiau toksiškos. Dėl to pastaruosiu metu dyzeliniai varikliai naudojami ne tik sunkvežimiuose, kitose sunkiojo transporto krovinių gabenimo bei žemės ūkio paskirties priemonėse, bet ir lengvuosiuose automobiliuose.

Nuo 2002 metų Lietuvoje pradėjo veikti pirmoji stambi biodyzelino (RRME – riebiųjų rūgščių metilesteris) gamybos įmonė – UAB „Rapsoila“ (21 pav.).

Joje gaminami biodegalai atitinka standarto LST EN 14214:2003 reikalavimus. Gamyklos pajėgumai leidžia per metus perdirbti 30 tūkst. t rapsų grūdų ir pagaminti 10 tūkst. t biodegalų. Po rekonstrukcijos 2006 metais gamyklos pajėgumas buvo padidintas iki 30 tūkst. t biodyzelino per metus.

Pagal taikomą biodegalų gamybos technologiją „Rapsoila“ naudoja šaltą rapsų aliejaus spaudimo būdą (22 pav.), todėl gaunamos išspaudos turi

didesnę paklausą tarp šalies gyvulių augintojų, naudojant jas pašarams.



21 pav. Biodizelino gamykla UAB „Rapsola“



22 pav. Aliejaus spaudimo presai

Po filtracijos išspausintas aliejus iš surinkimo talpyklos patenka į peresterinimo reaktorius per plokštelinį šilumokaitį, kuriame pašildomas iki 70°C . Užpildžius reaktorius aliejumi, į juos nukreipiamas nustatytas kiekis glicerolio fazės, atskirtos po peresterinimo stadijos. Žaliavos intensyviai maišomos, maišytuvai išjungiami ir paliekama nusistovėti. Sunkesnė glicerolio fazė nusėda reaktoriaus apačioje, iš kur nukreipama į talpyklą,

o išvalytas aliejus perkeliamas į peresterinimo reaktorių. Šios operacijos tikslas – sumažinti aliejaus rūgštingumą ir drėgmę. Aliejaus peresterinimo reakcijoje kaip katalizatorius naudojamas natrio metilatas, kuris gaunamas sumaišius 4% natrio šarmo su metanoliumi. Į maišymo talpyklą pripylus reikiamą kiekį metanolio ir subėrus nustatytą kiekį natrio šarmo, maišoma, kol natrio šarmas visiškai ištirps. Peresterinimui paruoštas aliejus per debito matuoklį perpumpuojamas į peresterinimo reaktorių. Į reaktorių atskiromis porcijomis dozuojamas natrio metilato tirpalas metanolyje ir intensyviai maišoma. Maišytuvą išjungiamas ir atskiriama glicerolio fazė. Po to supilama antroji katalizatoriaus dozė, maišoma, vėliau vėl atskiriamas glicerolis. Gautas metilesteris nukreipiamas į tris sedimentacines talpyklas, kurios pildomos pakaitomis, kad gerai atsiskirtų glicerolio fazės likučiai.

Rapsų metilesteris (RME) iš sedimentacinių talpyklų per šilumokaitį tiekiamas į vakuuminį ilgųjų kanalų garintuvą, kuriame iš esterio išgarinamas metanolis. Metanolio garai per šaldytuvą, kuriame jie kondensuojami, vakuuminio siurbliu nukreipiami į tarpinę talpyklą, o iš jos – į talpyklą, skirtą naujam katalizatoriui paruošti. RME nukreipiamas į aušinimo talpyklą. Iš RME pašalinus metanolį, atskiriami glicerolio ir muilo likučiai. Tam RME atvėsinaamas iki 20°C ir nukreipiamas į separatorių. Separatorius atskiria sunkesniąją glicerolio fazę, susidedančią iš glicerolio, muilo ir vandens likučių. Išvalytas RME siurbiamas į saugyklų terminalą.

Bendrąją surinktą glicerolio fazę sudaro 61% glicerolio, 13–15% metanolio, riebalų rūgščių bei jų natrio druskų (muilo). Fazė nukreipama į reaktorių, kuriame pašildoma iki 60–65°C. Vakuumu nusiurbiamas metanolis, kuris kondensuojamas šaldytuve, iš kur patenka į talpyklą. Glicerolio fazė apdorojama 35% druskos rūgšties tirpalu, kuris suskaido muilą į laisvasias riebalų rūgštis ir natrio chloridą. Glicerolio sluoksnis atsiskiria nuo lengvesnio riebalų rūgščių ir RME sluoksnio. Atskirtos fazės nukreipiamos į atskiras talpyklas.

Didėjant biodyzelino paklausai Europos Sąjungos rinkoje Lietuvoje 2007 metais Klaipėdos LEZ pradėjo veikti nauja biodyzelino gamykla „Mestila“ (23 pav.), kurios pajėgumas leidžia perdirbti 150 tūkst. t rapsų grūdų per metus, o artimiausiais metais jis bus padidintas iki 200 tūkst. t. Maždaug 70% biodyzelino gamybai reikalingų rapsų grūdų planuojama įsigyti iš Baltijos regiono žemdirbių, kita dalis rapsų bus perkama NVS valstybėse.

Pradėjus dirbti naujai gamyklai, Lietuvos poreikiai biodyzelinui bus visiškai patenkinti net tolimoje perspektyvoje, todėl ieškoma naujų jo realizavimo rinkų. Strateginiu „Mestila“ partneriu tapusi tarptautinė kompanija

„Statoil“ sustiprins lietuviško biodyzelino pozicijas Europos Sąjungos šalių rinkose ir tai tiesiogiai lems šalies rapsų augintojų verslą – garantuos užaugintos produkcijos supirkimą ir stabilizuos supirkimo kainas.



23 pav. Biodyzelino gamyklos „Mestila“ bendras vaizdas

Šiuo metu, kaip ir daugelyje Europos Sąjungos šalių, Lietuvoje realizuojamas dyzelinas, turintis 5% biodyzelino priedą, išskyrus arktinį. Toks mišinys tinka visiems dyzeliniams varikliams. Artimiausiu metu biodyzelino kiekis mišinyje bus didinamas iki 10%, o pagal Europos Sąjungos perspektyvinius planus 2025 metais biodegalais turi būti pakeista 20% sunaudojamų degalų.

Biodyzelino priedas mažina teršalų emisiją į aplinką, ypač kietųjų dalelių. Biodegalai yra neutralūs CO₂ koncentracijos augimui atmosferoje, nes degdami jie išskiria tik tiek šių dujų, kiek jų sunaudojama rapsų vegetacijos periodu.

BIODUJŲ JĖGAINĖS

Kęstutis Navickas
LŽŪU

Pirmieji biodujų reaktoriai (metantankai) Lietuvoje buvo pastatyti dar aštuntajame dešimtmetyje. Juose buvo numatyta perdirbti neseniai įrengtų nuotekų valymo įrenginių (Panevėžio, Elektrėnų) dumblą. Tačiau dėl Rusijoje įvykusios avarijos vienoje iš tokių jėgainių jų paleidimas buvo sustabdytas, o įrenginiai užkonservuoti.

1992 metais Panevėžio AB „Sema“ buvo paleistas pirmasis biodujų reaktorius, perdirbantis spirito, mielių ir alkoholinių gėrimų gamybos organines atliekas. 1992–1994 metais veikė 260 m³ tūrio reaktorius, vėliau tūris padidėjo, palaiptai pastačius dar keturis papildomus įrenginius ir 1997 metais pasiekė 3000 m³ darbinį tūrį. Per metus jėgainėje buvo pagaminta apie 1,7 mln. m³ biodujų, kurios buvo deginamos 7,8 MW galios katile, o pagaminta energija sunaudojama įmonės reikmėms. 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 baigtas dėl įmonės veiklos nutraukimo.

Kitas sėkmingas biodujų jėgainės projektas įgyvendintas žemės ūkio bendrovėje „Vyčia“, Kauno rajone (24 pav.). Iš Nacionalinei energijos vartojimo efektyvumo didinimo programai skirtų lėšų buvo finansuoti biodujų jėgainės priešprojektiniai tyrimai ir pirmųjų metų darbo monitoringas. 1998 metais paleistoje biodujų jėgainėje buvo įrengti 3 horizontalūs 300 m³ talpos biodujų reaktoriai, galintys per parą perdirbti iki 60 t skystųjų organinių atliekų.

Per metus biodujų jėgainė pagamindavo iki 400 tūkst. m³ 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. Jėgainė buvo parodomoji, todėl jos architektūra nebūdinga gamybiniam pastatams. 2004 metais po jėgainėje įvykusio gaisro nukentėjo kogeneraciniai įrenginiai ir proceso valdymo sistema. Po metų jėgainė buvo atstatyta ir paleista, tačiau biodujos buvo naudojamos tik šiluminei energijai gaminti. Tokia jėgainės veikla pasidarė nerentabili ir 2006 metais ji buvo sustabdyta.

Utenoje 1999 metais buvo paleista pirmoji Lietuvoje biodujų jėgainė, perdirbanti miesto nuotekų dumblą. Dviejuose 1000 m³ biodujų reaktoriuose

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.



24 pav. Biodujų jėgainė žemės ūkio bendrovėje „Vyčia“

2000 metais kitoje vandenvalos įmonėje „Kauno vandenys“ buvo paleista didžiausia biodujų jėgainė (25 pav.), kurioje į biodujas perdirbamas miesto nuotekų dumblas. Joje pagal projektą įrengti du 9 tūkst. m³ talpos biodujų reaktoriai.

Per metus pagaminama apie 2,0 mln. geros kokybės (su apie 70% metano koncentracija) biodujų. Dalis pagamintų biodujų sudeginama dviejuose 1,9 MW galios vandens šildymo katiluose. Karštas vanduo naudojamas įmonės patalpoms ir perdirbamam dumblui šildyti. 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 parduodama į 10 kV elektros tinklą. Pastaruoju metu įmonė „Kauno vandenys“ vykdo biologinio valymo įrenginių plėtros projektą, pagal kurį įmonės katilinėje bus įrengti du 300 kW elektrinės galios biodujų kogeneratoriai.

2003 metais UAB „Lekėčiai“ paleido biodujų jėgainę kiaulininkystės komplekse (26 pav.). 2000 m³ talpos biodujų reaktoriuje kasdien perdirbama 100 m³ organinių atliekų (apie 90 m³ kiaulių mėšlo ir apie 10 t šalutinių gyvūninių produktų iš gyvulių ir paukščių skerdyklų, žuvies perdirbimo

įmonių, naminių gyvūnų pašarų, margarino gamyklų). Jėgainėje per dieną pagaminama apie 2500–3000 m³ biodujų, kurios deginamos keturiuose kogeneratoriuose. Kogeneracinės biodujų jėgainės elektrinė galia yra apie 600 kW, o šiluminė – apie 800 kW.



25 pav. Biodujų jėgainė SPAB „Kauno vandenys“



26 pav. Biodujų kogeneratoriai UAB „Lekėčiai“ biodujų jėgainėje

2003 metais taip pat buvo paleista biodujų jėgainė AB „Rokiškio sūris“. 1800 m³ talpos reaktoriuje perdirbamos sūrių gamybos metu susidariusios nuotekos. Tokias organines atliekas 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 technologiniuose įrenginiuose.

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 (27 pav.).



27 pav. Panevėžio vandenvals įmonės biodujų jėgainė

Šiuo metu iš 7 Lietuvoje pastatytų biodujų jėgainių sėkmingai dirba 5. Jose įrengtų biodujų reaktorių bendroji talpa siekia 27 tūkst. m³. Pagamintos biodujos deginamos kogeneraciniuose įrenginiuose ir vandens šildymo katiluose, kurių elektrinė galia yra daugiau nei 2,2 MW, o šiluminė – 7,0 MW.

Pagrindinis biodujų gamybos žaliavų šaltinis Lietuvoje yra gyvulių mėšlas. Didžiausią biodujų gamybos potencialą turintys kiaulių kompleksai pastaruoju metu modernizuojami ir plečiami. Todėl perspektyviausi statyti biodujų jėgainės – stambūs ūkiai, taikantys bekraikes gyvulių ir paukščių laikymo technologijas bei reikalaujantys daug šiluminės energijos. Tokiose jėgainėse perdirbtas atliekas galima naudoti energetiniams augalams auginėti, kurių biomasė gali būti naudojama biokurui, biodegalams ar biodujoms gaminti.

SAULĖS KOLEKTORIŲ SISTEMOS ŠILTAM VANDENIUI RUOŠTI VEISIEJŲ VERSLO IR TECHNOLOGIJŲ MOKYKLOJE

Rimvydas Ambrulevičius
LŽŪU Žemės ūkio inžinerijos institutas

Saulės energijos panaudojimas šiltam vandeniui ruošti ypač perspektyvus objektuose su dideliu vandens poreikiu vasaros mėnesiais. Pirmiausia tai moksleivių stovyklavietės, agroturizmo objektai, poilsiavietės. Tokias sistemas ekonomiškai verta įrengti ir objektuose su individualiomis kietojo kuro katilinėmis arba šiltą vandenį gaunančiuose iš nedidelių, sezoniškai veikiančių katilinių. Vasaros sezono metu tokiuose objektuose reikia personalo. Šiltam vandeniui ruošti reikia tik apie 15–20% katilo šiluminės galios, o dirbant tokiu režimu naudingumo koeficientas sumažėja nuo 0,78 iki 0,45–0,55. Todėl, mažinant gamybos kaštus, karštas vanduo tiekiamas tik vakarais šiltam vandeniui pastatuose ruošti.

Lietuvoje (taip pat Latvijoje, Lenkijoje), mažindamos kaštus, mažosios katilinės karštą vandenį dažniausiai tiekia tik vakarais. Pasinaudojant Lietuvos Respublikos ūkio ministerijos teikiama parama objektams, naudojantiems atsinaujinančiuosius energijos išteklius, Veisiejų technologijų ir verslo mokykloje įrengtos trys kolektorinės sistemos.



28 pav. Valgyklos saulės kolektorių baterija

Pirmasis objektas mokykloje, naudojantis saulės energiją, yra valgykla (28 pav.). Iki įrengiant kolektorinę sistemą šiltas vanduo valgykloje žiemos sezono metu buvo ruošiamas kietojo kuro (mediena) katilu, kuriuo šildomos ir valgyklos patalpos. Vasarą vanduo buvo šildomas momentiniais elektrišiais šildytuvais. Valgyklos darbo krūvis didelis visą vasarą, nes mokykla yra poilsio zonoje, geros sąlygos rengti treniruočių ir poilsio stovyklas. Todėl išlaidų energijai ir paslaugų kaštų mažinimas – aktuali problema. Ant valgyklos stogo sumontuota 8 plokščių saulės kolektorių sistema. Panaudotų saulės kolektorių techniniai parametrai pateikti toliau. Jie nustatomi atliekant bandymus akredituotose laboratorijose. Viena žymiausių yra Rapersvilyje, Šveicarijoje. Kolektoriuje esantis skysčio kiekis (antifrizas) nedidelis, todėl sistema greitai reaguoja į energetinės apšvitos pasikeitimus. Pastebėtina, kad sistemoje pasiekama aukšta temperatūra. Sustabdžius cirkuliaciją kolektorių kontūre ir esant maksimaliai apšvitai (tuščios eigos režimas) kolektoriaus absorberio temperatūra pakyla daugiau nei 170°C.

Saulės kolektorių techniniai duomenys (SPF-Nr. C361)

Kolektoriaus matmenys	1967×987×107 mm
Bendrasis plotas	1,95 m ²
Skaidrios dangos plotis	1,73 m ²
Skysčio kiekis kolektoriuje	0,9 l
Rekomenduojamas optimalus debitas	150 l/h
Maksimalus leistinas slėgis	10 bar
Leistina darbinė temperatūra	100°C
Tuščios eigos temperatūra	180°C
Konvertuojamos energijos kiekis tipinėje sistemoje per metus	442 kWh/m ²

Remiantis bandymų rezultatais nustatomas optimalus skysčio debitas per kolektorių, kuriam esant pasiekiamas didžiausias energetinis efektyvumas. Galimos konvertuoti saulės energijos kiekis skaičiuojamas taikant daugiamečius saulės energetinės apšvitos ir aplinkos temperatūrų duomenis per metus bei energijos poreikiu šiltam vandeniui ruošti per dieną (10 kWh arba 4–6 žmonių poreikių tenkinimas). Kolektorių sistemos dydis parenkamas pagal bandymų metu nustatytus jų parametrus. Tokias kompiuterines programas galima rasti tiek bandymų laboratorijų, tiek ir kolektorių gamintojų interneto svetainėse. Laboratorijose apskaičiuotas energijos kiekis gali būti

gaunamas optimaliomis sąlygomis. Realiai gaunamas kiekis bus mažesnis (neoptimali orientacija saulės atžvilgiu, didesni šilumos nuostoliai sistemoje ir kt.).

Kaip parodė LŽŪU Žemės ūkio inžinerijos institute atlikti bandymai, minėti plokščios konstrukcijos kolektoriai turi nemažai pranašumų. Palyginti su vakuuminiais kolektoriais jie geriau konvertuoja išsklaidytą saulės spinduliuotę, ant jų praktiškai nesusikaupia ir neprišąla sniegas, o kokybės ir kainos atžvilgiu jie priklauso vidutinei gaminių grupei. Dėl mažos kainos sistemos atsipirkimo laikas sudaro 3–5 metus. Įdiegiant kolektorinę sistemą buvo pakeista ir šilto vandens ruošimo įranga valgyklos katilinėje (29 pav.). Sumontuoti trys 300 l talpos dviejų kontūrų tūriniai vandens šildytuvai. Kolektorių sistemos šiluminė galia – apie 8 kW. Pereinamuoju laikotarpiu ir žiemą pagrindiniu šilumos šaltiniu yra kietojo kuro katilas, o saulės kolektoriai pašildo vandenį. Žiemą tūriniai vandens šildytuvai panaudojami kaip šilumos akumuliatoriai. Savaitgaliais nekūrenant kietojo kuro katilo tūriniuose šildytuvuose sukauptas karštas vanduo pašildo centrinio šildymo sistemos kontūre cirkuliuojantį vandenį. Tokiu būdu palaikoma minimali kontūro temperatūra, apsaugant sistemą nuo užšalimo. Vasaros mėnesiais sistema visiškai patenkina valgyklos poreikius šiltam vandeniui (0,5–1,5 m³). Maksimali sukaupto vandens temperatūra saulėtą dieną yra 80–85°C, o vidutinė vasaros sezono metu – apie 65°C.



29 pav. Tūriniai šildytuvai valgyklos katilinėje



30 pav. Saulės kolektorių baterija ant poilsinio namelio

Kolektorių bateriją sudaro trys plokšti kolektoriai ant pietinio stogo šlaito. Sukaupimo talpykla ir siurblio blokas sumontuoti namo rūsyje. Kitaip nei valgykloje, panaudotas vieno kontūro tūrinis šildytuvas, nes namas žiemą šildomas kietojo kuro krosnimi bei elektra, o papildomai vandeniui šildyti jame sumontuotas 2,2 kW galios elektrinis šildytuvas. Vandens pašildymo temperatūra panaši kaip ir pirmojoje sistemoje. Kolektorių baterijos maksimali šiluminė galia – apie 3 kW (apie 0,6 kW/m²). Tokia sistema vasaros sezono metu visiškai patenkina 4–7 žmonių šilto vandens poreikius.

Trečia sistema sumontuota gamybinio pastato pašarų ruošimo virtuvėje. Ją sudaro dviejų kolektorių baterija ir vieno kontūro 200 l tūrinis vandens šildytuvas. Per parą paruošiama 200 l karšto vandens. Visose sistemose panaudoti 30% mažesni negu įprasta tūriniai vandens šildytuvai. Todėl sukaupiamo vandens temperatūra pakankamai aukšta, jis greičiau sušildomas, nereikia didelės galios elektrinio šildytuvo, o jo kiekio visiškai pakanka norimiems poreikiams tenkinti. Pažymėtina, kad įrengtos kolektorinės sistemos ekonominis efektyvumas, atsipirkimo laikas labai priklauso nuo panaudotų komponentų kainos ir eksploataavimo intensyvumo. Šiuo atveju buvo panaudoti pakankamai aukštos kokybės kolektoriai, emaliuoti tūriniai šildytuvai

leido beveik du kartus sumažinti komponentų kainą.

Plokštiems kolektoriams potencialiai galimas konvertuoti energijos kiekis sudaro nuo 450 iki 520 kWh/m² per metus, o rekomenduojamas baterijos plotas individualiam namui – 5–6 m².

Vakuuminiai kolektoriai pasižymi mažesniais šilumos nuostoliais, tačiau mūsų sąlygomis šaltuoju metų laiku, spalio–vasario mėnesiais, galimos konvertuoti energijos kiekis tesudaro 10–20% poreikio. Aukštos kokybės vakuuminių kolektorių kaina apie du kartus didesnė už tokios pat galios plokščiųjų. Dėl didelių investicinių kaštų ir nedidelio konvertuojamos energijos kiekio padidėjimo spalio–vasario mėnesiais sistemų su vakuuminiais kolektoriais atsipirkimo laikas, palyginti su elektriniu šildymu, sudaro nuo 10 iki 20 metų. LŽŪU Žemės ūkio inžinerijos institute atlikti šio tipo kolektorių gamybiniai bandymai neparodė, jog šie kolektoriai pranašesni už plokščiuosius.

ORO ŠILDYMO SAULĖS KOLEKTORIAI

Rimvydas Ambrulevičius
LŽŪU Žemės ūkio inžinerijos institutas

Oro šildymas panaudojant saulės kolektorius nėra taip paplitęs kaip jų panaudojimas šiltam vandeniui ruošti. Lietuvoje šios paskirties kolektoriai negaminami ir jaučiamas didelis informacijos stygius šioje srityje. Prieš dvidešimt penkerius metus Lietuva pirmavo šio tipo įrenginių diegimo srityje. Dažname kolūkyje buvo pastatytos 1200 t talpos daržinės šienui džiovinti aktyviaja ventiliacija. Orui pašildyti naudoti integruoti į statinio konstrukciją kolektoriai su skaidria danga. Saulės energiją konvertuojančio absorberio vaidmenį jame atlieka stogo danga (šiferis, skarda). Tokia konstrukcija leidžia pasiekti aukštesnę oro pašildymo temperatūrą ir sumažinti šilumos nuostolius. Tikslas buvo pasiektas, tačiau dėl tinkamų medžiagų stygiaus skaidriai dangai konstrukcija buvo neilgaamžė. Kitas žingsnis šioje srityje – specialios konstrukcijos plastikinių dangų ir konstrukcijų gamyba. Pagal LŽŪU Žemės ūkio inžinerijos institute parengtą projektą buvo pastatyta daugiau nei 12 daržinių su integruotais saulės kolektoriais.

Buvo siūlomi ir nesudėtingos konstrukcijos kolektorių moduliai, montuojami šalia pastatų. Pagrindinis tokio savos gamybos modulio neįgiamas bruožas – nedidelė kaina neatperka daugelio trūkumų. Pirmiausia tokių modulių gana sudėtinga integruoti į esamas džiovyklas. Pati konstrukcija dėl prastos medžiagų kokybės (mediena, polietileno plėvelė) neilgaamžė. Eksploatacijos metu dangų paviršius pasidengia dulkių sluoksniu, gerokai sumažinančiu įrenginio efektyvumą. Sumontavus atokiau nuo sandėlio kelis kartus išauga šilumos nuostoliai pučiant pašildytą orą į džiovyklą. Dėl to ši konstrukcija praktiškai nepaplito nei individualiuose ūkiuose, nei žemės ūkio bendrovėse.

Pastebėtina, kad saulės energijos naudojimas žemės ūkio produkcijai konservuoti turi geras energetines prielaidas. Didelio galimos konvertuoti energijos kiekio laikas sutampa su energijos poreikiu džiovavimo procesuose. Liepos–rugpjūčio mėnesiams tenka apie 60% visos galimos konvertuoti saulės energijos per metus. Džiovinimas energija – imlus procesas ir turi didelę įtaką produkcijos kainai. Vienam kilogramui vandens išgarinti atsižvelgiant į džiovavimo technologiją sunaudojama nuo 3 iki 4 GJ energijos. Ypač daug energijos reikia šakniavaisiams džiovinti. Vienam kilogramui smulkintų morkų išdžiovinti reikia 193 kWh energijos – tiek, kiek ir 6,3 kg vandens išgarinti. Prognozuojama,

kad Lietuvoje žemės ūkio produkcijai džiovinti gali būti sunaudojama iki 3,0–3,5 PJ per metus. Taikomos džiovavimo technologijos, kur žemos temperatūros oras pašildomas nuo 3 iki 10°C. Tokiu režimu džiovinti efektyvu energetiniu požiūriu. Pagrindinė tokių įrenginių sėkmingo diegimo sąlyga yra minimali kaina ir greitas atsipirkimo laikas. Naudojimo intensyvumas labai priklauso nuo meteorologinių sąlygų. Palankiais meteorologiniais metais džiovinimui oro pašildymas naudojamas retai. Siekiant sumažinti kolektorių kainą ir supaprastinti konstrukciją siūloma atsisakyti skaidrios dangos. Vienas iš galimų konstrukcijos variantų yra kolektorius su perforuotu absorberiu be skaidrios dangos. Absorberis gaminamas iš 0,5–1,0 mm storio skardos. Perforuoti galima apvaliomis angomis, o plotas – nuo 1 iki 2% bendro absorberio ploto. Galimi ir kiti variantai. Pavyzdžiui, plyšinės štampuotos angos su atbraila („žaliuzi“). Esant tokiai konstrukcijai mažiau kritulių patenka po absorberiu ir į oro paskirstymo sistemą. Pagrindinis tikslas – užtikrinti gerą įeinančio oro kontaktą su absorberiu. Nepridengtą skaidrią dangą absorberį pasiekia didesnis energijos srautas, o toks oro srauto formavimas mažina šilumos nuostolius dėl konvekcijos. Konstrukcija nesudėtinga, integruota į statinio atitvarines konstrukcijas. Absorberio nuolydžio kampas ne mažesnis kaip 30°. Priešingu atveju į pastato konstrukcijas ir oro paskirstymo sistemą patenka vanduo, o spinduliams krentant į paviršių mažesniu negu 90° kampu sumažėja kolektoriaus efektyvumas. Rekomenduojamas prapučiamo oro kiekis tokiai konstrukcijai sudaro iki 150 m³/h vienam kvadratiniam metrui. Tokiu režimu kolektoriaus darbas yra efektyviausias – naudingumo koeficientas sudaro 40–52%. Optimaliomis sąlygomis oras pašildomas iki 8–10°C. Konvertuojamos energijos kiekis sudaro 3–4 kWh/m² šiluminės energijos per dieną. Pažymėtina, kad kolektoriaus galia, naudingumo koeficientas, oro pašildymo temperatūra atsižvelgiant į nuo aplinkos sąlygas keičiasi plačiomis ribomis. Saulės energijos trūkumui padengti būtina numatyti rezervinį išteklių orui pašildyti. Juo gali tapti ne tik elektros energija, bet ir biomase kūrenamas katilas, geoterminis šildymas naudojant šiluminius siurblius. Tokio tipo saulės kolektorius įrengtas Veisiejų verslo ir technologijų mokykloje ant tipinio arkinio sandėlio pietinės dalies (31 pav.). Bendrasis absorberio su „žaliuzi“ tipo perforacija plotas sudaro 228 m². Pašildytas kolektoriuje oras penkiais ventiliatoriais tiekiamas į aruodus su perforuotomis grindimis. Pagrindinė paskirtis – grūdų džiovinimas, bet be didelių pakeitimų galima džiovinti ir kitus produktus – vaistinius augalus, daržoves, grybus, sėklojus ir pan. Paprastai šie produktai džiovinami ne aukštesniu kaip 50°C temperatūros oro srautu. Tokios konstrukcijos saulės kolektoriai nėra sudėtingi ir gali būti įrengti daugelyje statinių. Jų panaudojimą

mas žemės ūkio produktams džiovinti leidžia sumažinti neatsinaujinančiųjų energijos išteklių naudojimą, produkcijos savikainą ir taršos emisijų dydį agrariniame sektoriuje.



31 pav. Saulės kolektorius ant arkinio sandėlio

Iš gaminamų orinių kolektorių reikia paminėti KSP-2 orinius kolektorius. Standartinių matmenų modulis (2000×1000 mm) su skaidria danga pašildo iki $90 \text{ m}^3/\text{h}$ oro. Maksimali pašildyto oro temperatūra $60\text{--}70^\circ\text{C}$, o naudingumo koeficientas – $0,6\text{--}0,8$. Skirtingai nuo vandens šildymo kolektorių skaidriai dangai naudojamas dviejų sluoksnių polikarbonatas (šilumos laidumo koeficientas $3,3 \text{ W/m}^2\text{K}$). Atskirus modulius galima jungti lygiagrečiai ir nuosekliai. Vienu tokiu kolektoriumi galima apšildyti iki 20 m^2 plotu patalpą. Panaudojimo spektras pakankamai platus – produkcijos džiovinimas, patalpų šildymas, darbas rekuperacinėse oro ir kombinuotose šildymo sistemose, šilumos akumuliacija grunte. Komplektas iš vieno kolektoriaus, regulatoriaus ir ventiliatoriaus kainuoja apie 2100 Lt, o dešimties kolektorių baterija montavimui statinio konstrukcijoje – apie 10 000 Lt.

VĖJO JĖGAINIŲ PARKAI LIETUVOJE

Algirdas Gulbinas

LŽŪU Žemės ūkio inžinerijos institutas

Vėjo energija naudojama jau nuo senų laikų. Europoje (Anglijoje ir Prancūzijoje) vėjo malūnai pradėti statyti XII a., o pirmosios vėjo jėgainės, gaminančios elektros energiją JAV ir Danijoje, pradėjo veikti XIX a. pabaigoje. Lietuvą vėjo malūnai pasiekė XIV amžiuje. Čia Baltijos jūros pakrantėje pradėti statyti pirmieji vėjo malūnai su sparnais, nuolat atsuktai į vyraujančią vėją. Vėliau buvo statomi stiebiniai malūnai, gręžiami į vėją visu liemeniu, o nuo XVIII a. Lietuvoje pradeda plisti tobulesni kepuriniai malūnai, kurių sparnai į vėją pasukami viršutine dalimi – kepure. XIX a. ir XX a. pirmojoje pusėje Lietuvoje vėjo malūnų buvo gausu, 1914–1921 metų duomenimis, Lietuvoje jų būta apie 900.

Senkant iškastinio kuro ištekliams ir jam brangstant, XX a. pabaigoje kai kuriose pasaulio šalyse, ypač Vakarų Europoje, pradėta sparčiai vystyti vėjo energetiką. EWEA (Europos vėjo energijos asociacija) duomenimis, 2006 metais Europoje visų vėjo jėgainių instaliuota galia viršijo 48000 MW ir iki 2010 metų planuojama, kad ji pasieks 80000 MW. Lietuvoje siekiant mažinti energetinę priklausomybę nuo iškastinių energijos išteklių (naftos, dujų, akmens anglies), vėjo energija vėl pradeda naudoti. Elektros energijos, kuriai gaminti naudojami atsinaujinantys energijos ištekliai, gamybos ir pirkimo skatinimo tvarkos apraše (Žin., 2004, Nr. 9-228 ir pakeitimai: Žin., 2005, Nr. 73-2651; Žin., 2006, Nr. 100-3862) numatyta, kad 2009 metais elektros energijos, pagamintos naudojant atsinaujinančiuosius energijos išteklius, dalis, palyginti su bendru šalyje suvartotos energijos kiekiu, sudarytų 7,7% (šiuo metu iš jų pagaminama apie 3,6% elektros energijos, iš jų vėjo jėgainėse – 0,6%). Tam tikslui pasiekti be hidroelektrinių, biudujų bei kogeneracinių biokuro jėgainių, numatoma Lietuvoje statyti ir vėjo jėgaines. Lietuvos vakarinėje dalyje, kur vidutinis metinis vėjo greitis didžiausias ir vėjaračių ašies aukštyje (80 m) siekia iki 7,5 m/s, geriausios sąlygos plėtoti vėjo energetiką. Čia numatytos penkios zonos Skuodo, Plungės, Kretingos, Klaipėdos, Šilutės ir Tauragės rajonuose bei šešta zona – Vilkaviškio ir Marijampolės rajonuose (Žin., 2004, Nr. 9-228), kuriose įrengiami vėjo jėgainių parkai su didelės galios iki 2 MW ir galingesnėmis vėjo jėgainėmis. Lietuvoje sukurtos gana palankios sąlygos vėjo energetikai plėtoti – vidutinė elektros energijos supirkimo iš vėjo elektrinių kaina – 22 ct/kWh. Palyginti su kitomis šalimis, Lietuvoje iš vėjo jėgainių superkamos elektros

energijos kaina yra pakankamai didelė, pavyzdžiui, Danijoje iš vėjo jėgainių superkama elektros energija apie 16 ct/kWh, Vokietijoje – apie 28 ct/kWh.

Tačiau plėtojant vėjo energetiką susiduriama ir su kai kuriomis problemomis. Kraštovaizdį keičiančios vėjo jėgainės kelia ir jų kaimynystės bijančių gyventojų nepasitenkinimą, todėl vėjo energetikos projektuose turi būti nustatytas jėgainių vizualinis poveikis, jų įtaka kraštovaizdžiui, biologinei įvairovei, triukšmo lygiui. Reikia įvertinti ir tai, kad kol kas vėjo elektrinių gaminama elektros energija yra brangesnė negu pagaminta atominėje ar šiluminėje elektrinėse. Be to, dėl vėjo jėgainių darbo elektros tinkle būtinas galios rezervas ir reikalingos dirbančios kito tipo elektrinės, galinčios keisti savo galią – tai priklauso nuo vėjo kitimo. Atsižvelgiant į tai, kad pajūrio zona tinkamiausia vėjo jėgainių parkų statybai, gana siaura, iki 2010 metų Lietuvoje numatoma pastatyti vėjo jėgainių, kurių instaliuota galia sieks 200 MW (Žin., 2005, Nr. 77-2651). Toks vėjo jėgainių kiekis nesukeltų didesnių problemų elektros sistemos režimams valdyti, sistemos galiai ir energijai balansuoti bei rezervuoti.

Naujosios vėjo energetikos pradžia Lietuvoje galima laikyti 2003 metus, kai Skuode vietinio verslininko Algimanto Lukošiaus pastangomis buvo pastatyta (perkelta iš Danijos) ir pirmoji į elektros tinklą įjungta 160 kW galios vėjo jėgainė. Iki tol buvo tik nelabai sėkmingi bandymai statyti dažniausiai savos konstrukcijos vėjo jėgaines.

2004 metais kovo 9 dieną Kretingos rajone, Vydmantuose, į Lietuvos energetikos sistemos tinklą įjungta Vokietijos kompanijos „Enercon“ nauja parodomoji 630 kW galios vėjo jėgainė E-44 (32 pav.). Šios jėgainės bokšto aukštis – 78 m, vėjaračio skersmuo – 44 m, generatoriaus maksimali galia – 630 kW, pasiekiamo pučiant 11,5 m/s stiprumo vėjui. Mažiausias reikalingas vėjo greitis – 3 m/s, o vėjo greičiui padidėjus daugiau nei 25 m/s, jėgainė automatiškai sustabdoma. Vydmantų elektrinės veikimo rezultatų analizė suteikė pagrindą vėjo jėgainių parkams projektuoti ir statyti Lietuvoje.

2004 metais Kretingalės apylinkėse, greta Klaipėdos–Liepojos plento, bendra Lietuvos ir Danijos kompanija BNE įrengė pirmąjį vėjo jėgainių parką (33 pav.).

Šiame parke sumontuotos šešios NEG Micon vėjo jėgainės NM 52/900. Šių jėgainių 52 m skersmens vėjaračiai iškelti 74 m aukščio bokštuose. Kiekvienos jėgainės galia 900 kW, o bendra viso parko galia – 5,4 MW. Į šį vėjo jėgainių parką Lietuvoje danai investavo apie 25 mln. Lt, tačiau kompanija, nors ir gavusi visus reikalingus Lietuvos Respublikos Vyriausybės ir Lietuvos Respublikos ūkio ministerijos pritarimus bei leidimą gaminti elektros energiją, susidūrė su gretimų žemės sklypų šeiminių protestais.



32 pav. Vydmantų vėjo jėgainė Enercon E-44



33 pav. Pirmasis Lietuvoje vėjo jėginių parkas
Kretingalės apylinkėse

Todėl, nepavykus susitarti su kai kuriais kaimynais bei dėl įvairių kitų priežasčių, taip ir nepradėjusios veikti jėgainės 2007 metų rugsėjį buvo demontuotos ir išgabentos iš Lietuvos.

2006 metų spalį Kretingos rajone, Kiauleikiuose, pradėjo veikti ir į energetikos sistemos 110 kV perdavimo tinklą įjungtos pirmosios trys bendrovės „Vėjų spektras“ vėjo jėgainių parko jėgainės Enercon E-70. Šios jėgainės 2 MW galia pasiekia, kai pučia 12 m/s greičio vėjas. Kad vėjo jėgainė pradėtų veikti, reikalingas 3 m/s vėjo greitis, o automatiškai išjungiamo vėjo greičiui pasiekus 28 m/s. Trimentis 71 m skersmens vėjaratis, kurio darbinis plotas 3959 m², pakeltas į 85 m aukščio bokštą. Bokšto apačioje sumontuota jėgainės kontrolės ir valdymo aparatūra. Jėgainės valdymas visiškai automatizuotas. Enercon vėjo jėgainių ypatybė ta, kad jose nėra pavarų dėžės ir vėjaratis kintamu nuo 6 iki 21 min⁻¹ dažniu tiesiogiai suka lėtaeigį žiedinį sinchroninį elektros generatorių. Elektros generatoriaus gaminama 400 V įtampos kintamų parametrų elektros srovė išlyginama ir paverčiama 20 kV įtampos kintama elektros srove, kuri perduodama į vėjo jėgainių elektros pastotę, kur toliau transformuojama į 110 kV įtampos elektros srovę ir tiekama į energetinės sistemos tinklą. Kadangi šiose jėgainėse nėra vieno iš triukšmo šaltinių – pavarų dėžės, jos veikia tyliai ir jų keliamas triukšmas neviršija leistino 45 dB (A) lygio. Elektrines prižiūri ir aptarnauja Vokietijos kompanijos „Enercon“ serviso specialistai.

2007 metų vasarį oficialiai atidarytas ir pradėjo veikti visas vėjo jėgainių parkas. Bendrovei „Vėjų spektras“ priklausančiame parke (34 pav.) Kretingos rajone, Kiauleikiuose, Kveciuose, Rūdaičiuose veikia penkiolika vėjo jėgainių E-70, kurių bendra galia siekia 30 MW. Nuo veikimo pradžios iki 2007 metų spalio „Vėjų spektro“ parko elektrinės jau pagamino 56,6 mln. kWh, o per metus šiame parke planuojama pagaminti apie 75 mln. kWh elektros energijos. Bendrovė „Vėjų spektras“ planuoja statyti dar 10 tokio tipo vėjo jėgainių, tuomet bendrovės viso jėgainių parko galia pasieks 50 MW.

2007 metų gegužę Benaičių kaime (Kretingos raj.) oficialiai atidarytas dar vienas 16 MW galios vėjo jėgainių parkas, per metus pagaminsiantis apie 44 mln. kWh elektros energijos. Koncernui „Achemos grupė“ priklausanti bendrovė „Achema hidrostotys“ pastatė šešias Danijos kompanijos VESTAS naujausio modelio jėgaines V-90, kurių kiekvienos galia 2,75 MW. Bendrovė „Achema hidrostotys“ į vėjo jėgainių parką investavusi 98 mln. Lt, atsipirkimo tikisi per 14 metų. Benaičių vėjo jėgainių parkas jau pagamino 14 mln. kWh elektros energijos.



34 pav. Bendrovės „Vėjų spektras“ parko vėjo elektrinės Enercon E-70

Artimiausiu laiku Kretingos rajone planuojama pradėti statyti 8 MW galios vėjo jėgainių parką Sudėnuose ir 6 MW galios vėjo jėgainių parką Lendimuose. Šiuose parkuose numatoma pastatyti 2 MW galios Enercon E-82 vėjo jėgainės su 82 m skersmens vėjaračiais.

Šiuo metu Lietuvoje iš viso veikia 37 vėjo jėgainės, iš jų 21 – vėjo jėgainių parkuose, kitos – pavieniui veikiančios į elektros tinklus įjungtos jėgainės. Bendra visų šiuo metu veikiančių vėjo jėgainių galia siekia apie 55 MW.

HIDROENERGETIKOS PLĖTRA LIETUVOJE

Petras Punys

Lietuvos hidroenergetikų asociacija,
LŽŪU

Hidroenergetika – gerai išvystyta elektros gamybos technologija. Pasaulyje, kaip ir Lietuvoje, ji naudojama daugiau kaip 100 metų. Šiuo metu hidroenergija pasaulyje ir Lietuvoje yra svarbiausias atsinaujinantis energijos išteklius elektrai gaminti ir užtikrina didžiausią globalinę aplinkosaugos naudą, kai išvengiama atmosferos taršos ir su ja susijusios klimato kaitos. Europos Sąjungoje pagal elektros gamybą hidroenergetika galėtų pirmauti mažiausiai dar 20–30 metų, kol rinkos vertę įgis kiti atsinaujinantieji energijos ištekliai elektrai gaminti. Nepaisant aiškių jos privalumų, hidroenergetika kartu daro įtaką fizinei ir gamtinei upių aplinkai, kurią taikant pažangias hidrotechnikos ir bioinžinerijos technologijas įmanoma sumažinti.

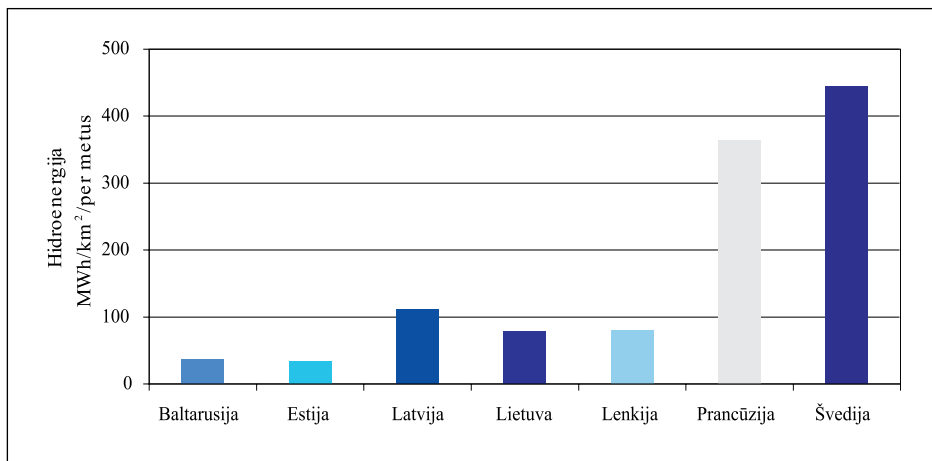
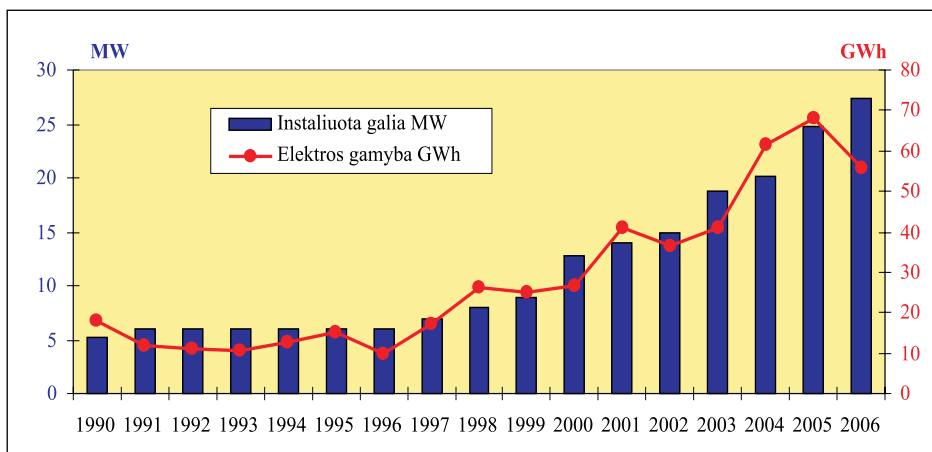
Lietuvoje elektrai gaminti apie 96% kuro yra importuojama. Tie sąlyginai nežymūs 4% šiuo metu beveik tenka išimtinai hidroelektrinėms (toliau – HE). Minėtą HE indėlį, neperžengiant leistinų poveikio upių ir žmogaus aplinkai ribų, būtų galima padidinti 3–4 kartus.

Šalies hidroenergiją sudaro mažieji (mažos ir vidutinės upės, kurių įrengtų HE galia būtų mažesnė už 10 MW) ir didieji (didžiosios upės – Nemunas ir Neris, HE galia $P > 10$ MW) ištekliai. Pastarieji pramoniniu požiūriu yra svarbiausi ir ekonomiškai efektyviausi.

Šalies hidroenergijos ištekliai nėra dideli, o jų efektyvus panaudojimas labai priklauso nuo upės hidrologinių ir topografinių sąlygų. Šalies upių energetiniam pajėgumui palyginti su kitų šalių potencialu naudojamas indikatorius – vienetinė hidroenergija, parodanti, kiek energijos per metus susidaro 1 km² (35 pav.).

Kaip matyti, Lietuvos ir Lenkijos teritorijų upių hidroenergija yra panaši (apie 80 MWh/km²/metus), Latvijos – trečdaliu didesnė (111), o Estijos ir Baltarusijos – beveik dviem trečdaliais mažesnė (33 ir 36 MWh/km²/metus). Palyginimui – kalnuotų šalių (Austrija, Norvegija, Prancūzija, Švedija, Šveicarija) – nuo 4 iki 40 kartų didesnė.

Remiantis LŽŪU mokslininkų duomenimis, mažųjų HE skaičius 2006 metais šalyje jau viršijo 80, įrengta galia – daugiau nei 27 MW, o vidutinė elektros gamyba siekia 65 GWh per metus (36 pav.).


 35 pav. Vienetinė hidroenergija (MWh/km² per metus)


36 pav. Mažųjų HE galios ir elektros gamybos dinamika

Mažo patvankos aukščio (<5 m) HE sudaro 51%, vidutinio patvankos aukščio (5–15 m) – 43%, didelio patvankos aukščio (>15 m) – 6%. Daugiau nei 80% mažųjų HE amžius siekia 0–19 metų, 5% – nuo 20 iki 39 metų ir daugiau nei 10% – nuo 40 iki 59 metų. Palyginimui: senųjų Europos Sąjungos šalių HE parkas yra gerokai senesnis (nuo 40 iki 59 metų siekia daugiau nei 20%, o daugiau nei 60 metų eksploatuojama beveik pusė HE – 47%).

Šalies vidutinė mažųjų HE galia yra 340 kW. Panaši ji yra naujose Europos Sąjungos šalyse, o senųjų Europos Sąjungos šalių statistinės elektrinės galia dvigubai didesnė – 700 kW.

1 MW galios statistinė mažųjų HE Lietuvoje pagamina apie 2,4 GWh per metus. Naujose Europos Sąjungos šalyse šis rodiklis gerokai didesnis – 4 GWh per metus. „Renergos“ (buvusi „Achemos hidrostotys“) 1 MW galios statistinė HE kasmet pagamina beveik dvigubai daugiau už šalies vidurkį (daugiau nei 4 mln. GWh per metus). Analogiškai Kauno HE 1 MW galia atitinka apie 3,5 GWh per metus. Nepaisant fakto, kad absoliuti dauguma šalies mažųjų HE yra naujos statybos, jau minėtas techninis vandens jėginių tobulumas yra sąlyginai menkas. Tad ateityje jų laukia modernizavimas.

Atnaujintas Papartynės malūnas (Ventos upė). 2000 metais įsteigus UAB Rudikių malūną (direktorius – Kęstutis Stuburas), nutarta atstatyti senąjį Papartynės malūną, kuris pradėjo veikti 1868 metais. Prieš 35 metus nustojęs veikti malūnas-hidroelektrinė jau atrodė apgailėtina. 2002 metų rugsėjį baigtas pirmasis Papartynės HE atstatymo etapas (37 pav.).



37 pav. Papartynės hidroelektrinė

Dabar šiame malūne yra įrengta hidroelektrinė, restauruotos dvi „Frensis“ tipo vandens turbinos, kurių bendras pajėgumas – 70 kW. Patvankos aukštis – 2,3 m, vidutinis upės debitas – 4 m³/s. Vidutinė elektros gamyba – 0,33 GWh per metus. Šiandien įmonėje sukurtos septynios darbo vietos. Malūną numatoma restauruoti ir pritaikyti turizmui.

Jurbarko HE nuo žiočių įrengta 115 km atstumu, 14,9 m vandens patvanka, vidutinis vandens debitas – 549 m³/s, įrengta galia – 110 MW, elektros gamyba – 518 mln. kWh (38 pav.).



38 pav. Jurbarko hidroelektrinė

GEOTERMINĖS ŠILDYMO SISTEMOS INDIVIDUALIEMS NAMAMS

Rimvydas Ambrulevičius
LŽŪU Žemės ūkio inžinerijos institutas

Šilumos siurbliai leidžia iš žemos temperatūros šilumos šaltinių gauti aukštos temperatūros šilumos srautus. Juos naudojant mažinamas neatsinaujinančių energijos šaltinių naudojimas, o kartu ir aplinkos tarša. Šilumos siurblio veikimo principas analogiškas šaldymo mašinoms. Skirtumas tas, kad šilumos siurblys ne šalina šilumos perteklių, bet transportuoja šilumą iš išorinio žemos temperatūros šaltinio į šildymo sistemos kontūrą. Apie 75% šilumos mašinai reikalingos energijos imama iš aplinkos, o likusią dalį sudaro elektros energija kompresoriaus pavarai ir cirkuliaciniams siurbliams. Paimamos iš aplinkos energijos santykis su jai transformuoti reikalingu energijos kiekiu vadinamas šiluminio siurblio transformacijos koeficientu. Nors sistema naudoja pakankamai daug elektros energijos, bendrame balanse šilumos siurblių panaudojimas leidžia taupyti tradicinius energijos šaltinius tiek buityje, tiek pramonėje.

Šildymo sistemą sudaro šilumos siurblys, žemos temperatūros šilumos šaltinis ir aukštos temperatūros kontūras. Nuo šių sistemos komponentų tinkamo parinkimo priklauso, koks bus sistemos efektyvumas.

Žemos temperatūros šaltiniai gali būti labai įvairūs. Didelės galios energetiniuose objektuose paprastai naudojama giluminių žemės sluoksnių šiluma, užtikrinanti didelius energijos srautus. Tai pirmiausia geoterminaliai giluminiai vandens šaltiniai. Jų temperatūrų diapazonas labai platus – nuo 50 iki 250°C. Mažos galios objektuose (<100 kW) pasirinkimo variantų gerokai daugiau. Visų pirma tai viršutinių žemės sluoksnių šiluma. Nuo žemės centro, kurio temperatūra daugiau nei 3000°C, link paviršinių sluoksnių teka energijos srautas. 5000 m gylyje atsižvelgiant į geologines sąlygas ji sumažėja iki 170–250°C. Palyginus su saulės energetine apšvita šis energijos srautas keliolika kartų mažesnis ir mūsų geografinėje platumoje sudaro apie 50 W/m². Šiltuoju metų laiku žemėje akumuluojama ir saulės energija. Savaiame suprantama, kad yra palankesnių energetiniu požiūriu vietų, kur aukšta grunto temperatūra yra nedideliame gylyje. Nedideliuose energetiniuose objektuose naudojant šilumos siurblius pakanka nuo kelių iki keliasdešimt metrų gylyje esančios temperatūros. Paprasčiausiu atveju šilumos šaltinis bus 1–2 m gylyje užkastas vamzdinis kolektorius. Vasarą tokia temperatūra pakankamai aukšta ir šilu-

mos siurblys dirbs pakankamai efektyviai. Kuo didesnė pirminio šilumos šaltinio temperatūra, tuo didesnis energijos transformacijos koeficientas. „Nibe“ firmos siurbliams transformacijos koeficientas, kai 7°C temperatūra iš pirminio šaltinio keliama iki 45°C, sudaro 3,5. Temperatūrai pirminiame šaltinyje sumažėjus iki minus 7°C, transformacijos koeficientas sudarys tik 2,2. Todėl sistema veiks efektyviau, kai kolektorius įrengiamas giluminia-me grunto sluoksnyje, kur temperatūra daug stabilesnė ir gilėjant didėja. Žemutinė zona yra ne mažesniame nei 20 m gylyje ir labai priklauso nuo grunto termofizikinių savybių bei geologinių sąlygų. Apytikriai galima pasirinkti tokius grunto parametrus: tikroji šilumos talpa apie 840 kJ/(kgK); tankis 1000–800 kg/m³; šiluminis laidumas 1,2–5 W/(mK). Šilumos laidumas labai priklauso nuo vandens kiekio grunte ir yra pakankamai geras net išalusiam grunte. Žemos temperatūros kontūro tipas priklauso nuo sklypo ploto ir reikiamos šildymo galios. Dažniausiai naudojami vertikalūs kolektoriai. Juos sudaro vertikalūs 30–100 m gylio gręžiniai. Į juos dedami plonasieniai plastikiniai arba variniai, padengti plastiko sluoksniu, vamzdžiai. Vienas metras kolektoriaus leidžia gauti 30–70 W galią. Didesniuose sklypuose galima taikyti horizontalių kolektorių (vamzdžiai įgilinami 1,2–2 m). Jam reikalingas plotas turi būti du kartus didesnis už šildomą statinio plotą. Svarbu ne tik kolektoriaus instaliavimo gylis, bet ir atstumas tarp kolektoriaus kanalų. Jis turi būti ne mažesnis nei 50 cm. Priešingu atveju gruntas vamzdžių zonoje smarkiai atšaldomas ir sumažėja šilumos siurblio efektyvumas. Mažesniuose sklypuose galima naudoti spiralinį kolektorių. Jį sudaro apie metro skersmens spirale susuktas vamzdis. Jam įgilinti kasama apie 2,5 m gylio tranšėja. Šiluminėmis savybėmis jis artimas horizontaliam kolektoriui, bet nereikia didelio ploto jam įrengti.

Kiek galima gauti šilumos iš gruntinio kolektoriaus? Intensyviai dirbant siurbliu gruntas aplink vamzdžius gali būti atšaldytas iki temperatūros, žemesnės nei 0°C, nes ištekancio iš šilumos siurblio antifrizo temperatūra gali būti neigiama. Nors tai nepablogina šilumos perdavimo grunte, tačiau smarkiai sumažėja šilumos siurblio efektyvumas. Grunto atšaldymo efektas mažesnis, kai šilumos siurblys dirba ciklais, nes pauzių metu gruntas atšyla. Įjungdami siurblių naktį, kai elektros energijos tarifas mažesnis, papildomai didiname sistemos ekonomiškumą. Akumuliacinės talpyklos sumontavimas sistemoje tokiu atveju būtinas. Joje galima akumuliuoti šilumą ir iš kitų šaltinių – saulės kolektorių, kietojo kuro katilo. Grunto kolektoriaus perkrovimas nesudaro didelių problemų, tačiau sistemą reikia eksploatuoti tokiu režimu, kad šilumos siurblio transformavimo koeficientas būtų kuo didesnis.

Didelė dalis išsakytų teiginių gali būti taikoma žemos temperatūros

šaltiniu naudojant vandenį. Tiesioginis vandens tiekimas į šilumos siurblio garintuvą nesukelia problemų tik esant mažai mineralizuotam vandeniui. Priešingu atveju garintuvo šilumokaityje kaupiasi karbonatai ir sistemą reikia periodiškai plauti. Nepageidautinas tiesioginis nefiltruoto vandens paėmimas iš atvirų vandens telkinių. Ribojama ištekancio iš šilumos siurblio vandens temperatūra. Esant nepakankamam vandens debitui ir dideliam energijos poreikiui gali užšalti pirminis sistemos kontūras. Minėtų trūkumų neturi uždaros sistemos su tarpiniu šilumos nešėju. Tarpiniame kontūre cirkuliuoja neužšalantis skystis. Žemos temperatūros kolektorius įrengiamas kaip ir imant šilumą iš grunto. Tokiose sistemose taip pat ribojama ištekancio šilumos nešėjo temperatūra norint išvengti ledo susidarymo ar net kontūro užšaldymo. Pirminio kontūro kolektorius gali būti montuojamas vertikaliuose gręžiniuose, vandens telkiniuose.

Žemos temperatūros šilumos šaltinis gali būti ir aplinkos oras. Tokioje sistemoje oras gali būti atšaldomas iki temperatūros, artimos tarpinio šilumos nešėjo virimo temperatūrai. Bet tai kaip minėta mažina šilumos siurblio veikimo efektyvumą. Tenka pasirinkti kompromisinį variantą, nustatant temperatūrų skirtumą tarp cirkuliacinių kontūrų. Kiek šilumos galime paimti iš oro? Ne tiek ir daug, nes palyginus su vandeniu ir gruntu oro tankis ir šiluminė talpa daug mažesni. Jei iš oro atšaldę vienu laipsniu gauname 1 kJ šiluminės energijos, tai iš vandens – keturis kartus daugiau. Labai skiriasi ir tankis. Vienas kilogramas oro normaliomis sąlygomis užima apie 0,8 m³ tūrį, o vanduo – tik 0,001 m³. Todėl orinėse sistemose reikės daug didesnių pratekėjimo kanalų ir šilumokaičių negu sistemose vanduo/vanduo, o ventiliatoriaus darbui – papildomos energijos. Problemų sudaro ir ore esantys vandens garai. Žemesnėje nei 0°C sistemoje vanduo pereina į kietąjį būvį. Susidaręs ledo sluoksnis ant šilumokaičio paviršių blogina šilumos perdavimą iš aplinkos oro. Tenka periodiškai sistemą atitirpinti. Šis reiškinys ypač akivaizdus šaltuoju periodu, kai reikia daug šilumos. Nors sistemos oras/vanduo įrengimo kaštai daug mažesni, bet Lietuvos sąlygomis jos įrengimas pakankamai rizikingas. Eksploatacinės išlaidos (elektros energijos kaštai) palyginus su sistemomis vanduo/vanduo arba gruntas/vanduo bus akivaizdžiai didesnės: sunaudojama didesnė galia orui prapūsti pro šilumokaitį, didesnė šilumokaičio kaina ir mažesnis transformacijos koeficientas esant neigiamai aplinkos temperatūrai. Oras/vanduo sistemas galima rekomenduoti įrengti objektuose, kur nėra galimybės įrengti grunto kolektoriaus.

Beveik visose sistemose su šilumos siurbliais maksimali temperatūra antriniame kontūre sudaro 50–55°C laipsnius. Tai leidžia pašildyti vandenį tik iki 45–50°C. Todėl šilto vandens poreikiams tenkinti teks parinkti dides-

nės talpos tūrinį šildytuvą arba naudoti daugiau elektros energijos bei periodiškai pakaitinti sistemą iki 65–75°C.

Kokiu būdu galima pagerinti šildymo sistemos su šilumos siurbliu ekonominį efektyvumą? Pirmiausia mažinant sistemos komponentų kainą, nes pačių siurblių kainų skirtumas nedidelis. Galima mažinti gruntinio kolektoriaus kaštus, įrengiant tik du vertikalius kolektorius. Tačiau esant dideliame šilumos poreikiui bus intensyviai atšaldomas gruntas kolektoriaus zonoje ir sumažės šilumos siurblio efektyvumas imant energiją iš žemos temperatūros šaltinio. Parinkus mažos galios pigesnę siurblių nebūs galimybės efektyviai išnaudoti naktinį tarifą ir akumuliuoti šilumą, o energijos trūkumą teks dengti iš tradicinių ir brangių šaltinių. Ekonominiu požiūriu racionalus variantas – parinkti mažesnės galios šilumos siurblių ir grunto kolektorių, o energijos poreikį ekstremaliais atvejais žiemą padengti deginant biomasę. Projektą koreguoti reikia labai kvalifikuotai, nes sutaupę instaliavimo kaštus neišvengiamai padidinsime išlaidas energijai. Firmos, įrengiančios tokias sistemas, turi sukaupusios duomenų bazes ir sudariusios skaičiavimo metodikas, paremtas eksploataavimo patirtimi bei vietos geologinėmis savybėmis. Abejotiniais atvejais gruntas tiriamas papildomai.

Klientams rekomenduojamos sistemos sudaromos pakankamai optimaliai, o būtinas rezervas numatomas minimalus. Todėl projektą koreguoti gali tik kvalifikuoti specialistai.

Kokios turi būti prielaidos tokio tipo sistemai diegti? Pirmiausia – tai naujos statybos ir kompleksiskai renovuoti namai su gera atitvarinių konstrukcijų šilumos izoliacija. Paprastai juose įrengiamos žemos temperatūros šildymo sistemos (šildomos grindys arba sienos) su šilumos akumuliatoriais gerai dera su šilumos siurbliais, o statiniui šildyti nereikia didelės galios. Namuose su dideliu energijos poreikiu ir nerenovuota šildymo sistema šiluminiai siurbliai nepateisins vilčių. Antra prielaida – reikalinga autonominė, nereikalaujanti priežiūros ir saugi sistema. Svarbu ir ekonominės prielaidos. Reikia pripažinti, jog pradinės investicijos į šią sistemą pakankamai didelės. Atsižvelgiant į sistemos šilumos galią ir tipą jos sudaro nuo 35 iki 55 tūkst. Lt. Jeigu negalima prisijungti prie dujų tinklo arba tai susiję su didelėmis investicijomis, geoterminis šildymas lieka ko gero vienintelė alternatyva autonominei šildymo sistemai.

Vadovaudamasi tokiomis prielaidomis, UAB „Kauno hidrogeologija“ parengė ir įdiegė nemažai projektų individualiems gyvenamiesiems namams. Kaip sėkmingą projektą galime paminėti individualaus namo Garliavoje (Kauno raj.) geoterminio šildymo sistemą (39 pav.).



39 pav. Katilinė su šilumos siurbliu

Čia žemos temperatūros šaltinį sudaro du vertikalūs kolektoriai (gręžinio gylis – 80 m). Pirminiame kontūre naudojamas ekologiškas neužšalantis skystis. Sistemoje sumontuotas Q17RS šilumos siurblys ($P_s=12,5$ kW). Pastato šildomas plotas sudaro apie 200 m². Prieš instaliuojant naują šildymo sistemą papildomai šiltintos pastato sienos. Pirmo aukšto patalpose įrengtos šildomos grindys, antrame aukšte – radiatoriai. Papildomai šildyti, ruošti šiltą vandenį bei dezinfekciniam kaitinimui naudojama elektros energija (šildytuvo galia 6 kW). Dviejų zonų šilumos akumuliatoriaus talpa – 500 l. Tai leidžia taikyti naktinį tarifą bei neatšaldomą kolektoriaus zoną, nes siurblys dirba su didelėmis pertraukomis.

Kokie tokios sistemos eksploataavimo kaštai? Kaip minėta, pagrindinė dalis – tai elektros energijos kaina. Per šildymo sezoną ji sudaro apie 2200 Lt. Šildymui taikomas dviejų tarifų elektros energijos apmokėjimas. Iki rekonstrukcijos namas buvo šildomas kietuoju kuru (lapuočių mediena), sezono metu sunaudojant apie 20 m³ medienos. Kūrenimo sezonui kuras kainavo apie 2000 Lt. Naudojant medienos briketus, kurių kaina – nuo 420 iki 560 Lt/t, išlaidos kurui praktiškai tokios pat kaip suvartotos šilumos siurblio elektros energijos kaina. Koks šildymo kaštų lygis tokioms sistemoms bus ateityje, sunku prognozuoti, nes energetinių išteklių kainų didėjimas neišvengiamas. Kita vertus, tai trumpina tokių sistemų atsipirkimo laiką bei vartotojų suinteresuotumą.

Kalbos redaktorė Laura Bočiarovienė
Išleido Lietuvos Respublikos ūkio ministerija
Spausdino UAB spaudos namai „ARX BALTICA“
Veiverių g. 142B, 46353 Kaunas

