ÜLO KASK

Energeetika

„Bioenergeetika on osa biomajandusest. Bioenergia tarbimine on üks võimalus hakkama saada maailmas, kus nafta, kivisüsi, turvas ja põlevkivi on otsakorral.” Nii kirjutasime maikuu Horisondis. Samas lubasime, et edaspidi räägime veel sellest hakkama saamise võimalusest, biomassi kasvatamise ja kasutamise riskidest ning eeskätt energiaks muundamise tehnoloogiatest.

SCANPIX

Aravetele rajatud biogaasijaam.

Tehnoloogilisi võimalusi biomassi energiaks muundamiseks on mitmeid, neist tuntumad mehaaniline, biokeemiline ja termokeemiline muundamine (vt joonis lk 50).

Püsib aga arusaamine, et biomassi muundamise tõhustamiseks on vaja leiutada üha uusi tehnoloogiaid ning ehitada keerukaid seadmeid ja süsteeme. Sageli on asi lihtsam kui arvatakse.

Meie kodudes seni veel laialt kasutusel olevate umbpõhjaliste ahjude kasutegur ei ületa 50 protsenti, pigem jääb sellest märksa allapoole, sest inimesed ei viitsi järgida tõhusa põletamise reegleid. Veelgi väiksema kasuteguriga töötavad lahtise suudmega kaminad.

Kui vahetada vana ahi nüüdisaegse suure soojusmahtuvusega materjalist ahju vastu, oleks kasutegur juba 80 või enamgi protsenti. Ning saavutame ka märgatava kütuse kokkuhoiu, mis küllaltki kõrge küttepuude hinna juures on üsna oluline. Kui näiteks puitkütust kasutavas eramus kulub keskmiselt 15 ruumimeetrit halge aastas, mis maksab koos kojutoomisega umbes 750 eurot, siis moodsa ahjuga küttes kuluks samas eramus küttepuid umbes 500 euro eest aastas.

Sama efekti annab vanade küttekatelde väljavahetamine uute tõhusate vastu, mille aasta keskmised kasutegurid pelletiküttel on kuni 85 protsenti.

Eelnev puudutab rohkem arenenud riike, kuid tohutut põletustehnoloogiate ja -seadmete tõhususe kasvu võib saavutada arengumaades. Aafrikas, paljudes Aasia ja Ladina-Ameerika riikides valmistatakse igapäevast toitu lõkkel või primitiivsetes küttekolletes. Seal moodustab kasutegur üksnes 5–10 protsenti küttematerjalis olevast energiast. Kui lisada, et arengumaades on peamised kütusevarujad perekonnas naised, siis nüüdisajastatud küttekolded

otsapidi biomassi küljes

võimaldavad paljudes riikides peale niigi defitsiitse puitmaterjali kokkuhoiu vähendada oluliselt ka naiste töökoormust. Suhteliselt odavate ja lihtsate kütteseadmetega on võimalik energiamuundamise kasutegurit kasvatada neli-viis korda.

Näiteid maailmast ja Eestist

Mitmel pool maailmas arendatakse biomassi termilise gaasistamise seadmeid, mis võimaldavad saadud gaasi peal käitada mootoreid ja turbiine soojuse ning elektri koosgenereerimiseks. Viimasel ajal on Eestiski selle valdkonna vastu suurt huvi tuntud ja aktiivsemad insenerid-ettevõtjad on alustanud oma seadmete valmistamist. Tõele au andes tuleb öelda, et termiline gaasistamine on uuesti leitud vana, sest eakamad inimesed mäletavad meiegi teedel pärast sõda sõitnud puugaasiautosid, mis vedasid endaga kaasa suhteliselt suuregabariidilist gaasigeneraatorit, gaasipuhastus- ja jahutusseadet, samuti kuivi puuklotse.

Väikeseadmeid elektrilise võimsusega 10–50 kWel ja soojusliku võimsusega 30–110 kWth toodavad tänapäeval mitmed firmad. Suurim pikaajaliselt ja edukalt töötanud gaasigeneraator, kus kasutatakse kütuseks mööblija parketitööstuse jääke, asub Austrias Güssingis. Selle juurde kuuluva soojuse ja elektrikoostootmisseadme elektriline võimsus on 2 ja soojuslik võimsus 4,5 megavatti. Soojus suunatakse linna kaugküttevõrku. Rusikareegli kohaselt saab ühest kilogrammist kuivast puidust ühe kilovatt-tunni elektrit ja kaks kilovatt-tundi soojust ehk seadme ühe kilovati elektrilise võimsuse kohta kulub kolm-neli kilogrammi puitu tunnis. Sajast kilogrammist puidust saab 34–40 kuupmeetrit puugaasi.

Kui vahetada vana ahi nüüdisaegse suure soojusmahtuvusega materjalist ahju vastu, oleks selle kasutegur 80 või enamgi protsenti senise vaevalise 50 asemel.

Biogaasi saamine loomasõnnikust ei ole Eestis nii uudne kui elektri genereerimine puugaasist, sest esimesed biogaasijaamad rajati omaaegsesse Linnamäe kolhoosi ja Pärnu seavabrikusse juba 1980. aastatel. Nüüdseks on kõik vastavad seadmed demonteeritud. Täna töötab Eesti suurim biogaasijaam Paljassaare reoveepuhastusjaamas ja üks uusimaid käivitati Kuressaares. Tänavu juuni keskel lasti Aravetel käiku Eesti esimene biogaasijaam, kus loomasõnnikust ja biomassist toodetava biogaasi abil käitatav soojuse ja elektri koostootmisseade, elektrilise ja soojusliku võimsusega vastavalt 1,9 ja 2,0 megavatti, hakkab varustama soojusega lähedaloleva asula elamuid. Meie klimaatilistes tingimustes tuleb osa soojusest kasutada kääritatava materjali soojendamiseks.

Kütust või inimtoitu?

Euroopa Komisjoni kõrge energiapoliitik on öelnud, et Euroopa Liidu eesmärk suurendada vedelate biokütuse osakaal 2020. aastaks 10 protsendile kogu vedelate mootorikütuste kasutusest on saavutatav üksnes juhul, kui selleks ajaks on olemas nn teise põlvkonna tehnoloogia, mis ei kasuta toormeks toidukultuure. Praegu sellist kaubanduslikku tehnoloogiat ja seadmestikku veel ei ole. Prantsuse keskkonnaminister Jean-Louis Borloo on öelnud, et mitte kõik 10 protsenti ei pea tulema biokütusest, sest kliimategevuse ja taastuva energia pakett annab võimaluse kasutada sõidukites ka biometaani, elektrit või biovesinikku – taastuv ei tähenda ainult vedelaid biokütuseid. Sarnasest lähtekohast on koostatud Eesti taastuvenergia tegevuskava. Arvestades teiste tehnoloogiate keerukusega – elektriautod, vesinikuga töötavad autod ja muud – on siiski tõenäoline, et esialgu jäävad biokütused Euroopas sõidukites kasutatavate taastuvate kütuste nimekirja tippu.

ÜRO omaaegne (2000–2008) toiduga tegelev eriraportöör Jean Ziegler nimetas biokütuseid „kuriteoks inimkonna vastu", pidades sellega silmas just toiduhindade tõusu. „Kui aga lisada veel väljasurevad liigid, kellest paljusid pole suudetud kirjeldadagi, ning hüdroloogilise režiimi rikkumine ja kaasnev mullaerosioon, siis tundub biokütuse tootmine eriti keskkonnavaenulik tegu," on lisanud teadlased Jörn Scharlemann ja William Laurance ajakirjas Science.

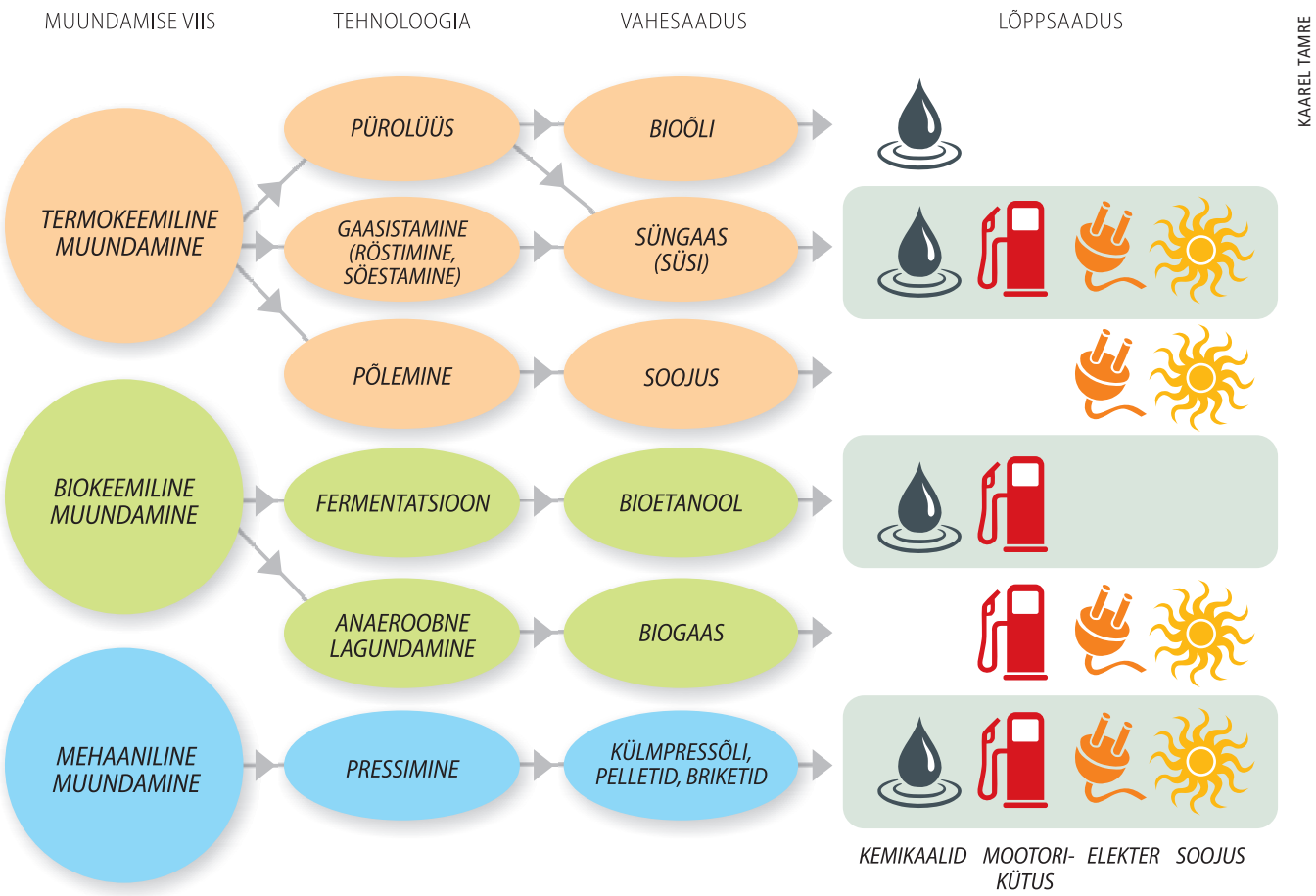
Euroopa Komisjoni esindaja on öelnud: „Et saavutada oma kümneprotsendilist eesmärki, on meil vaja neli miljonit tonni põllumajanduslikke tooteid. Teravilja kogutoodang on 2,2 miljardit tonni. Kuidas neli miljonit tonni saab üldse omada suurt mõju teravilja hinnale?"

„Biokütuse tootmise põhieesmärk peaks olema võimalikult väike oht maailma kliimale ning elustiku mitmekesisusele," on öelnud ühe uurimuse juhtautor Martha Groom Washingtoni ülikoolist. Ta on soovitanud edaspidi kasvatada pigem vetikaid ja kiirekasvulisi puid, sest nende puhul on kasu maa pindala kohta kõige suurem. „Teine uuring kinnitab, et paljude biokütustega kaasnevad suured kahjud keskkonnale (hävitatakse vihmametsi), eriti juhul, kui käib jutt maisist, suhkruroost ning palmiõlist valmistatud biokütustest," kirjutab Andy Tait Greenpeace'ist.

Don Mitchelli aruandes Maailmapangale on välja toodud, et umbes kolmandik Ameerika Ühendriikides toodetud maisist läheb bioetanooliks ja pool Euroopa Liidus toodetud taimeõlist biodiiselkütuseks. Sama raporti kohaselt on biokütus toidu hinda kergitanud 75 protsendi võrra. Ameerika Ühendriikide valitsus aga väidab, et taimedest tehtud kütus annab vähem kui kolm protsenti toiduhinna tõusust. Riigijuhid on kirjeldanud kõrgemaid toidu ja kütuse hindu kui „esimest tõelist globaliseerumisega seotud majanduskriisi".

Väidetakse, et biokütuse tootmine on mõjutanud toiduturgu peamiselt kolmel teel: esiteks on see suunanud osa vilja toidutootmiselt kütusetootmisele, teiseks on talunikke julgustatud eraldama maad biokütuse tootmiseks ja kolmandaks algatanud spekuleerimise vilja hinnaga, ajades hinda kõrgemaks.

Biomassi energiaks muundamise viisid, tehnoloogiad ja saadused



Teistes uuringuis on vaadeldud toidukriisi märksa pikemas perioodis või ei ole neid kolme faktorit seostatud ning jõutud seetõttu väiksemate arvudeni: toiduainete hinnatõusust on biokütuse mõju 15–25 protsenti. Toidukriisi on neis uuringuis seostatud valdavalt suurenenud nõudlusega Indias ja Hiinas.

Toiduainete hinnatõusu põhipõhjus on mitmete faktorite koosmõju, aga ka infot ära kasutavad spekulandid, kes eeltoodud põhjendusi arvestades tõstavad lihtsalt müügihinda. Biokütuse tootmist ei tasu küll ainsa kurjajuurena näha.

Siinkohal siiski teadmiseks, et maisikogusest, mille ümbertöötlemine annab nii palju bioetanooli, et täita keskmise sõiduauto kütusepaak, piisab Ladina-Ameerikas seitsme inimese toitmiseks aasta jooksul.

Inimesed, kes sünnivad aastal 2100, elavad maailmas, kus nafta majanduselus ei domineeri.

Biokütuste elukaar

Biokütuste energeetilist efektiivsust väljendatakse suhtega, kus murru lugejas on muundatud kütuses sisalduv energia ja nimetajas fossiilse kütuse energia, mis kulus biomassi biokütuseks muundamiseks ja mida võiks nimetada biokütuse muundamisteguriks (ingl *fuel energy ratio*, FER). Kui FER <1, siis kaotatakse energias, ja kui FER >1, siis saadakse täiendavat energiat ehk saadava biokütuse energiasisaldus on suurem, kui selle valmistamiseks kulunud fossiilne kütus kogu ahela jooksul. Kirjanduse andmetel on FER-i variatsioon üsna suur, alates 0,44 kuni 5,6. Madalamad väärtused iseloomustavad maisist esimese põlvkonna vedelate biokütuste ja suuremad väärtused tselluloosi sisaldavatest (ligno-tselluloossetest) taimedest teise põlvkonna vedelate biokütuste valmistamist.

Teise suurusena, millega võrreldakse erinevalt toodetud biokütuseid, tuleks nimetada kasvuhoonegaaside (KHG) bilanssi. Kogu kasvuhoonegaaside voo väärtused alates taimede kasvatusest kuni biokütuse valmistamiseni muutuvad samuti suurtes piirides: alates –89 Mg CO_{2ekv}/ha kuni 9,6 Mg CO_{2ekv}/ha, kus teisiti öelduna on välja toodud kogu protsessi käigus emiteeritava süsihappegaasi kogus (1 Mg = 1 tonn) ühe hektari (ha) kasvupinna kohta. Negatiivne väärtus tähendab, et atmosfäärist eemaldatakse kasvuhoonegaase ja positiivne väärtus, et toimub kasvuhoonegaaside heide ehk lisandumine. Parimaks kasvuhoonegaaside eemaldajaks on teise põlvkonna vedelate biokütuste valmistamine ja lisab neid gaase vitshirsi kasvatamine ning sellest biokütuse tegemine. Kahjuks tuleb nentida, et erinevad uurimisrühmad rakendavad erinevat metoodikat ja seetõttu on üsna erinevad ka nende tulemused isegi siis, kui analüüsitakse samu taimi ja tehnoloogiaid. Enne biokütuste toot-

MIS ON MIS ?

Biomassi termiline gaasistamine on ammutuntud tehnoloogia, kuid tänapäeval arendatakse seda edasi eesmärgiga saada puhast sünteetilist ehk süngaasi mootorikütuseks ning soojuse ja elektri koostootmisjaamades kasutamiseks, eeskätt seal, kus käigus sisepõlemismootorid). Pürolüüsi põhisaaduse – bioõli – kasutusvaldkond on laiemgi, alates mootorikütusest kuni kemikaalide valmistamiseni.

Pürolüüs on aine muundamine kõrgel temperatuuril ilma hapniku juurdepääsuta. Võrreldes täielikuks põlemiseks vajatava õhuhulgaga, võidakse seda ses protsessis juurde anda kuni kümnendik. Pürolüüsi käigus töödeldakse biomassi eesmärgiga saada rohkem vedelaid fraktsioone. Protsess toimub valdavalt temperatuurivahemikus 250–550 °C, tavapäraselt üle 430 °C.

Gaasistamine on tahke- või vedelkütuse orgaanilise osa võimalikult täielik muutmine põlevgaasiks. Protsess kulgeb kõrgel temperatuuril, kuni 1000 °C, vaba või seotud hapniku (õhk, veeaur jt) osalusel, kus täielikuks põlemiseks vajaliku õhu hulgast antakse ainult 20–60 protsenti. Erinevalt kütuste töötlemisest ilma õhu juurdepääsuta, nagu pürolüüs, muutub gaasistamise käigus süsihappe- ja vingugaasiks ning vesinikuks peaaegu kogu kütuses sisalduv põlevaine.

Röstimine ehk torrefitseerimine on orgaanilise aine, näiteks puidu kuumtöötlemine ehk mahe pürolüüs, kus temperatuur jääb vahemikku 200–320 °C. Selle käigus eralduvad osaliselt lendained ja materjal pruunistub. Selle energiatihedus kasvab oluliselt, viis kuni kuus korda.

Söestamine on orgaanilise aine muundamine söeks või pürolüüsi protsessi tulemusel jääksöeks. Söestamine ei erine oluliselt gaasistamisest ja pürolüüsist, vaid eesmärk on saada toormest maksimaalselt söestunud fraktsiooni. Selle protsessi tulemusel saadakse ka kõigile tuntud grillsütt, mis on paljudes Aasia ja Aafrika arengumaades peamine toiduvalmistamise kütus. Lõppsaaduseks võib olla ka biosüsi, mida kasutatakse mullaviljakuse parandajana.

Anaeroobne lagunemine on orgaanilise aine lagunemine vaba hapnikuta keskkonnas seal elavate mikroorganismide (arhede, metaanbakterite) toimel.

Käärimine ehk fermentatsioon on teatud tüüpi organismide (bakterite ja pärmseente) ainevahetusprotsess, mis toimub anaeroobses keskkonnas ühenditeni, mille edasine oksüdatsioon saab toimuda ainult hapniku osalusel. Käärimisprotsessil vabanevat energiat kasutavad vastavad organismid elutegevuseks. Etanoolkäärimise lõppsaadus on etanool ja jääk ehk praaga, mis sobib loomasöödaks või biogaasiks muundamiseks.

Pressimine ehk densifikatsioon on peenestatud tahke materjali tihendamine kõrge rõhu all. Näiteks saepurust pressitakse puitgraanulid ehk pelletid, mis on kõrgekvaliteediline ja mugavalt kasutatav biokütus. Oluline on, et pressimissaaduse energiatihedus oleks kuni 3,5 korda suurem lähtematerjali omast, mis vähendab veokulusid. Õli sisaldavatest seemnetest pressitakse samuti kõrge surve all tooõli, mida hilisema töötlemise käigus metanooliga saab muuta biodiislikütuseks. ●

ÜLO KASK

Kõrgefektiivne, pelletitega köetav keskküttekatel.

mise tehnoloogiate ja selleks kasutatavate taimede sarjamist tuleks saavutada konsensus biokütuste elukaare hindamise metoodika valikul ja luua ühtne standard, mis arvestaks ka ökoloogia teoreetilisi aluseid.

Enamik elukaarehinnanguid on siiski üksmeelel, et mitmeaastastest ja ligno-tselluloossetest kultuuridest valmistatud vedelad biokütused aitavad leevendada inimkonna energianälga ning kasvuhoonegaaside heidet. Taimeteadlased ja ökoloogid peaksid panustama uute geneetiliselt muundatud taimeliikide (ka vetikate ja bakterite) loomisse, mis oleksid praegusest vastupidavamad kliimatingimuste ja ümbritseva keskkonna suhtes ning vähenõudlikud pinnase (toitainete) osas. Hea, kui tekiks ja laabuks koostöö eelnimetatud teadusrühmade ning keemikute, energeetikute, majandusteadlaste ja poliitikute vahel, et suudetaks välja töötada ökoloogiliselt ohutud ja produktiivsed ahelad taimsest materjalist nii vedelate kui gaasiliste biokütuste tootmiseks ja kasutamiseks.

Kuidas edasi?

Inimesed, kes sünnivad aastail 2030–2050, näevad naftaajastu langust. Inimesed, kes sünnivad aastal 2100, elavad maailmas, kus nafta majanduselus ei domineeri. Uute võimaluste otsinguil kasvava energiavajaduse rahuldamisel vastandavad taastuvenergeetikud end tuumaenergeetikutele. Kivisöele toetuvad energeetikud püüavad rääkida puhtast söest, mille põletamisel peaks atmosfääri eraldunud süsihappegaasi hulk olema võimalikult väike, sama käib põlevkivienergeetika kohta.

On selge, et väga pikas perspektiivis võidab selle võistluse taastuvenergeetika, kuna tehnoloogia areneb järjest edasi, kuid lähiaastakümnetel säilib rohkesti söejaamu ning ilmselt ehitatakse uusi tuumajaamugi. ●

AUTORIST

ÜLO KASK (1952) on lõpetanud Tallinna Polütehnilise Instituudi tööstusliku soojusenergeetika erialal. Tallinna Tehnikaülikooli soojustehnika instituudi teadur, tehnikateaduste magister. On avaldanud teaduslikke ja populaarteaduslikke kirjutisi bioenergia, energia tõhusa muundamise ja säästliku kasutuse alal. Osalenud paljudes Euroopa Liidu projektides. Eesti Biokütuste Ühingu juhatuse liige.