

- KEEMIA
- VÄÄRISTAMINE
- ENERGEETIKA
- KESKKONNAKAITSE

- CHEMISTRY
- UPGRADING
- ENERGETICS
- ENVIRONMENTAL PROTECTION

Eesti põlev- LOODUSVARAD ja -jäätmed



Eesti
Biokütuste Ühing **15**

Aravete biogaasijaam.
Aravete biogas plant.

Eesti Biokütuste Ühing 15

Eesti Biokütuste Ühing – EBÜ (www.eby.ee) – on asutatud 8. mail 1998. aastal, seega täitis ühingul tänava 15. tegevusaasta. 1999. a septembris liitus EBÜ Euroopa Biomassi Assotsiatsiooniga AEBIOM (www.aebiom.org).

EBÜ peamine eesmärk on olnud biokütuste laiemal kasutuselevõtu propageerimine ja selle tähtsuse teadvustamine nii oma liikmete seas kui kogu Eestis. On osaletud arvukatel seminaridel, konverentsidel, näitustel ja õppepäevadel nii kodu- kui välismaal. Meie liikmete esindajad on teinud nendel üritustel ettekandeid, tutvustanud ühingu tegevust, näidanud biokütuste kasutusvõimalusi ja uudistanud mitmeid huvitavaid ja uudseid biokütustel ja muudelgi taastuvatel energiaallikatel töötavaid objekte Eestis.

Nendest objektidest väärivad nimeitamist kindlasti Linnamäe hüdroelektrijaam, Tallinna ja Tartu elektrijaamad, ASi Lihula Soojus unikaalne luhaheinal

töötav katlamaja, põhupõletuskatlamajad Tamsalus ja Juulikul, Pääsküla ja Jõelähtme prügilad ja sealsed prügilagastid töötavad soojuse ja elektri koostootmisjaamad ja Räpina Paberivabrik. Aga leidub ka hulk muid huvitavaid kohti.

2013. aasta mais toimus õppepäev meie ühingu liikme Asi Kuressaare Soojus verivärskes ja Eestis unikaalse tehnoloogiaga (orgaanilise Rankine'i tsükliga – ORC) töötavas soojuse ja elektri koostootmisjaamas.

EBÜd on kutsunud osalema näitustele ja messidele, nagu ENEREX, Tartu Mets (Maamess), Tallinna vanalinna päevad, Jäneda talupäevad ja Pilliroo festival, kuid suurim huvi meie esindajate, stendide ja jaotusmaterjalide vastu on olnud Põlvamaa ökofestivalil „Rohelisem elu“, millele oleme saatnud esindajaid kolmel korral.

Ühingusse kuuluvate Tallinna Tehnikaülikooli (TTÜ) ja Eesti Maaülikooli (EMÜ) õppejõud ja teadurid, aga ka füüsilisest isikust liikmed, nagu Rein Veski, Avo Rosenvald ja Meeli Hüüs, on aval-

danud artikleid nii EBÜ väljaantavas ajakirjas kui ka paljudes muudes kodu- ja välismaistes väljaannetes. Viieteistkümne tegevusaasta jooksul avaldatud artiklite koguarv ületab juba 100 piiri. EBÜ egiidi all ja liikmete kaasabil on antud välja energiasäästu kalendrid (2009, 2010) ja metsaomanikele mõeldud brošüür „Puitkütus“ (2010).

EBÜ toetas oma liikmete TTÜ ja EMÜ ühise magistriõppekava väljatöötamist. Vastuvõtt sellele õppekavale algas käesoleva aasta juuni lõpus (www.ttu.ee/vastuvott/magistriope-2). Eriala lõpetajad leiavad töökohti ka meie ühingu liikmeteks olevates ettevõtetes.

Alates 2004. aastast annab EBÜ KIKi rahalisel toel välja ajakirja „Eesti Põlevloodusvarad ja -jäätmed“. Käesolev kümnes number on seega juubelihõnguline.

Kui EBÜ asutamise aegu olid ühingu liikmeteks peamiselt välisosaluselga ettevõtted, mis vahendasid välismaal valmistatud biokütuste ettevalmistamise ja põletamise seadmeid, siis nüüd on enamik liikmeid Eesti ettevõtted – põletusseadmete tootjad ning biokütuste valmistajad ja eksportijad.

JÄTKUB LK 47



AS Lihula Soojus. Luhaheinal pakid katlamaja laos.

AS Lihula Soojus. Hay bales stored at the boiler house.



KESSKONNAINVESTEERINGUTE KESKUS



EESTI BIOKÜTUSTE ÜHING



Toimetuskolleegium Editorial Board

ÜLO KASK

soojusenergeetika / thermal engineering, Tallinna Tehnikaülikooli soojustehnika instituudi teadur / Research scientist of Thermal Engineering, Department of Tallinn University of Technology, Eesti Biokütuste Ühingu juhatuse liige / Board member of the Estonian Biofuels Association, Eesti Kütte- ja Ventilatsiooniseneride Ühingu liige / Member of the Estonian Heat and Ventilation Engineers Association, Eesti Soojustehnika Inseneride Seltsi liige / Member of the Estonian Thermal Engineering Engineers Association, Kulli 20, 11317 Tallinn, tel 372 620 3908, e-mail ulo.kask@ttu.ee

PRIIDU NÖMM

majandus / economy, AS Tallinna Küte, AS Eraküte, juhatuse esimees / Chairman of Management Board, kommertsdirektor / Commercial Director, Eesti Jõujaamade ja Kaugkütte Ühingu liige / Member of the Estonian Power and Heat Association, AS Rapla Küte, nõukogu liige / Member of Supervisory Board of Rapla Küte. Punane 36, 13619 Tallinn, tel 372 610 7115, GSM 372 5087141, e-mail priidu.nommm@soojus.ee

REET ROOSALU

keskkonnaregistri maardlate nimistu, geoloogiline kaardistamine / Directory of Mineral Deposits of the Environmental Register, geological mapping, Maa-ameti geoloogia osakonna juhataja / Head of the Department of Geology, Estonian Land Board, Eesti Maaavarade Komisjoni esimehe asetäitja / Deputy Chairman of the Estonian Commission On Mineral Resources, Mustamäe tee 51, 10621 Tallinn, tel 372 665 0670, e-mail Reet.Roosalu@maaamet.ee

HEIKI RAUDLA

Toimetaja ja ajakirjanik / Editor and Journalist, Ajakirja Maamajandus vastutav toimetaja / Editor-in-Chief of the periodical Maamajandus (Rural Economy), AS Eesti Ajalehed, Narva mnt 11e, 10151 Tallinn, tel 372 661 3380, e-mail heiki.raudla@maaleht.ee

Peatoimetaja / Editor-in-Chief: Heiki Raudla
Narva mnt 11e, 10151 Tallinn, tel 372 661 3380,
e-mail heiki.raudla@maaleht.ee

Keeletoimetaja: Katrin Hallas
Kujundus: Anneliis Aunapuu

Inglise keel: Wiedemanni Tõlkebüroo OÜ
Trükikoda OÜ Paar
1000 eks

Esikaane fotod: Leonid Nikolajev (suur); Raivo Tasso ja Ülo Kask

Vastutus ajakirjas avaldatud arvamuste, uurimuste ja muude kaastööde sisu eest on ainult nende autoritel. / The responsibility for the opinions expressed in the articles, studies and other contributions signed rests solely with their authors.

Eesti Biokütuste Ühing 15	2, 47
15 Years of Estonian Biomass Association. Ülo Kask	
Summaries	4

BIOMAJANDUS/BIOECONOMY

Soojuse ja elektri koostootmise tehnoloogiatest	6
Combined Heat and Power Technologies. Aadu Paist	
Taastuvenergia 100% – puidu roll taastuvenergiALE üleminekul	10
Transition towards a Full Conversion to Renewable Energy – the Role of Wood. Rene Tammist	
Eesti Maaülikooli katlalabor	12
Boiler lab of the Estonian University of Life Sciences. Mart Hovi, Jaanus Uiga, Andres Menind, Margus Maidre, Madis Ajaots, Külli Hovi	
Energiataimede katsetest Eesti Maaülikoolis	16
Testing of energy crops at the Estonian University of Life Sciences. Maarika Alaru	
Biogaasi energeetiline potentsiaal	18
Energy Potential of Biogas. Ahto Oja	
Eesti taastuvad energiaressursid	20
Renewable Energy Resources in Estonia. Ahto Oja	
Termokeemiline muundamine	22
Thermochemical Conversion. Ülo Kask, Vilu Vares	

SÜNDMUSED/EVENTS

Eesti Geoloogiakeskuse XXI aprillikonverents: "Rakendusgeoloogilistest uuringutest Eestis – olevik ja tulevik"	27
The 21th conference of Geological Survey of Estonia: „On Applied Geological Studies in Estonia – The Present and The Future“. Rein Veski	
TEUK XIV: taastuvate energiaallikate uurimine ja kasutamine	29
The 14th Conference on Investigation and Usage of Renewable Energy Sources. Rein Veski	
12. Balti turbatootjate foorum: Teadmiste tähtsus turbatööstuses	30
The 12th Baltic Peat Producers Forum: Knowledge is necessity in peat. Rein Veski	

PÕLEVKIVI / OIL SHALE

Paljukiidetud ja -laidatud põlevkivi	32
The Praised and Blamed Oil Shale. Anto Raukas	

VARIA

Raamatud	36
Books. Rein Veski	
Ajakirjandusülevaade	38
Press review. Heiki Raudla	
Märgalataimede konverents Greifswaldis	47
The Conference in Greifswald: „International Conference on the Utilization of Emerged Wetland Plants“. Ülo Kask	
Rio+20 – vähese süsinikuga majanduse suunas	48
Rio+20: Towards Low-Carbon Economy. Rein Veski	
Eesti Biokütuste Ühing külas Röpina Paberivabrikus ja uues hakkpuidu katlamajas	48
Estonian Biofuels Association visiting Röpina boiler house. Rein Veski	

Ajakirja levitatakse Eesti Posti vahendusel või viiakse tasuta kohale vastavalt viimastel aastatel välja kujunenud ja KIKi ning EÜga kooskõlastatud jaotuskavale. Saajate hulgas on KIK, Keskkonnaministeerium, Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, Riigikogu, Eesti Teaduste Akadeemia, Eesti ülikoolid, Eesti Turbatootjate Liidu, Eesti Jõujaamade ja Kaugkütte Ühingu ning Eesti Biokütuste Ühingu liikmed, valitud Eesti raamatukogud, sh kõik maakondade ja valdade raamatukogud ning valla- ja maakonnavalitsused, ajakirja autorid, mitmed vastavas valdkonnas tegutsevad äriettevõtted jt.

Ajakirja EESTI PÕLEVLOODUSVARAD JA -JÄÄTMED viimaste aastakäikude täistekstidega saate soovi korral tutvuda Eesti Biokütuste Ühingu kodulehel www.eby.ee / If the reader wishes, he may get acquainted with full texts of the last years' issues of the journal *Estonian Combustible Natural Resources and Wastes* / Eesti Põlevloodusvarad ja -jäätmel on the Estonian Biofuels Association's home page at www.eby.ee.

Summaries

Ülo Kask

15 Years of Estonian Biomass Association

The Estonian Biomass Association (EBA) celebrates its 15th anniversary this year. The purpose of the EBA is to promote the wider use of biofuels and to increase the awareness of its importance among the members of the Association and the wider public in Estonia.

We have taken part in numerous seminars, conferences, exhibitions and workshops, both in Estonia and abroad. Representatives of the EBA members have made several presentations at those events, which have introduced the activities of the Association and the uses of biofuels. They have also visited various fascinating and innovative sites in Estonia that are powered with biofuels and other renewable energy sources.

Aadu Paist

Combined Heat and Power Technologies

Combined heat and power generation is a process in which two types of energy – thermal and mechanical energy – are produced from a single source. Thermal energy is used in technological processes, such as for heating domestic water or in absorption-based cooling processes in district cooling systems. Mechanical energy is normally converted into electricity, but it can also be used directly to operate pumps, compressors and ventilators.

Co-generation is a thermodynamically efficient use of fuels: it decreases the need for fuel and emissions per unit of energy produced; both types of energy can be generated at a lower price than when produced individually; the equipment is flexible and reliable.

The fuel efficiency of combined heat and power generation is normally 85 to 92%, which is comparable with the efficiency of a boiler at a modern local boiler house.

The most widespread co-generation technologies are integrated gasification combined cycle (IGCC); back-pressure steam turbine; automatic extraction turbine; heat recovery gas turbine; internal combustion engine; micro CHP; Stirling engine; fuel cells; steam engine; organic Rankine cycle technology and other technologies or their combinations that fall within the definition of “co-generation”.

Ülo Kask, Vilu Vares

Thermochemical Conversion

The purpose of the gasification of solid fuels, including biomass, is to convert fuels that are difficult to use into gas fuels offering significantly wider opportunities for use. Gasification can be considered as staged burning because when any fuel rich in volatile particles is burned, volatile substance is released first and the main part of the energy in the fuel is released.

The main stages of biomass gasification were already identified in the late 18th century and the first commercial applications emerged at the beginning of the 19th century.

As technology progressed, internal combustion engines operating with generator gas came into use at the end of the 19th century. Besides stationary engines, Europe and elsewhere in the world in the early 20th century also saw the use of cars, lorries and tractors powered by generator gas; yet, because the solution was awkward and unreliable, they did not become very widespread and soon fell out of use.

The 1970s energy crisis sparked new interest in biomass gasification. Gasification technology and equipment were developed based on the long-term experience in biomass gasification. Another reason why biomass gasification became the focus of more attention was the growing energy need in developing countries. As the high prices of oil-based fuels seemed to restrict the development and modernisation of many developing countries, biomass gasification, which utilised agricultural waste and affordably priced firewood, was deployed as an alternative energy generation method.

The full opening of the electricity market in 2013 and the increasing prices of oil shale energy due to strict EU environmental requirements are pushing industries towards using renewable energy sources and combining heat and power generation. This will create favourable conditions for building a co-generation plant on the island of Hiiumaa. What is more, the use of renewable energy sources is supported by the EU, which will also have a positive effect on the business environment.

Ahto Oja

Energy Potential of Biogas

According to the Estonian Institute of Economic Research, 13.13 million Nm³ of biogas was produced in Estonia in 2010, most of it (9.3 million Nm³) captured from landfills. Three million Nm³ of biogas was generated from sewage sludge and less than a million Nm³ from pig slurry. The biogas generation plant of Aravete Biogaas OÜ became operational at the end of 2012.

The maximum capacity of the plant is approximately six million Nm³ of biogas. Tartu and Kuressaare also have biogas generation plants that are producing biogas from sewage sludge.

Estonia's theoretical biogas potential is estimated at 1.322 million Nm³. The inputs of biogas production are: sewage sludge, biodegradable waste, large landfills, pig and cattle slurry and manure as well as green biomass from arable land, fallow land and semi-natural grassland.

The annual available volume of biogas together with landfill gas is 633 million Nm³, which means that the estimated volume of biomethane will be 380 million Nm³ per year by 2050. Because biomethane is, by its characteristics and energy content, similar to natural gas, a comparison with the consumption of natural gas is in order: in 2011, 632 million Nm³ of natural gas was consumed in Estonia.

Biomethane is the only local renewable energy source that will enable us meet the target of replacing 5 to 10% of total transport fuel with fuel from renewable sources.

Rene Tammist

Transition towards a Full Conversion to Renewable Energy – the Role of Wood

Estonia has vast biomass and biogas resources that remain largely untapped. About half of the Estonian territory is covered in forest, which means that wood constitutes an enormous natural resource of renewable energy. Considering we have to ensure the viability of our forests, the annual allowable cut is limited to eight million m³. It is important to note that the estimated allowable cut does not include wood waste or logging waste.

Co-generation plants have great potential in achieving the objective of 100% RES. The allowable cut of eight million m³ is sufficient to create, throughout the country, effective co-generation plants with a capacity of over 370 MW. These plants would effectively use local primary energy. The potential of co-generation plants was calculated based on the utilisation of useful heat load.

According to the calculations made by the authors of the plan, the co-generation plants fuelled by biomass generated 742 GWh of electricity in 2010. The estimated capacity is 1970 GWh of electricity in 2020 and 2060 GWh of electricity in 2030. According to the 100% RES scenario, biomass co-generation plants will generate 3457 GWh and 3213 GWh of heat in 2020 and 2030, respectively. This means that co-generation plants will generate 19% of electricity and 44% of heat in 2030, the year when Estonia is completely ready to convert to renewable energy sources.

Mart Hovi, Jaanus Uiga,
Andres Menind,
Margus Maidre,
Madis Ajaots, Külli Hovi

Boiler lab of the Estonian University of Life Sciences

Nowadays, there is no sense in arguing over the usefulness and necessity of using biofuels. The main issues are related to efficiency and volumes. In order to study the parameters of available fuels and to test boilers using biofuel, a boiler lab was established at the Estonian University of Life Sciences in 2013. The purpose of the tests carried out by the lab is to support studies in technical fields, to introduce the standards applicable to the relevant equipment and fuels, to make proposals for the improvement of boiler equipment based on heat release rates of the external surface of boilers and the characteristics of different types of fuel, to analyse the parameters of the fuels used together with fuel wood and to introduce the findings to users.

As the lab is operating at a university, its main purpose is to support studies in technical fields, notably bachelor and master studies in the field on energy use. The boiler lab enables us to verify the results of theoretical calculations, by conducting experiments on heat technological tests.

Although the main purpose of the lab is to support studies, it is also conducting tests in cooperation with producers to examine the qualities of fuels and to optimise burning technologies. The collected data can be used to determine optimal operating regimes for boilers.

Anto Raukas

The Praised and Blamed Oil Shale

Oil shale has been flatteringly dubbed "the brown gold of Estonia", "the foundation of the Estonian economy" and even "the Estonian "Nokia"". At a global scale, oil shale is considered to be the magic wand that will save the world from the energy crisis.

At the same time, the extracting and use of oil shale has caused justified outrage and concern. Surprisingly, oil shale as a natural resource and raw material for the oil and chemical industries does not have an economically justified market price. Oil shale as a liquid fuel is comparable to coal, which can also be used to produce liquid fuels. Therefore, the theoretical market price of oil shale should be calculated based on the market price of coal and the differences in the calorific value of the two types of raw material.

Environmental protection and the availability and price of resources are what matters in the power industry. From the point of view of environmental protection, the export of oil shale is unreasonable because the pollution from its production remains. 450 km² of land is under oil shale mines and waste treatment facilities in north eastern Estonia – about 15% of the territory of the county, or nearly 1% of the total territory of Estonia. The hills of semi-coke continue to pose a major threat to the environment. When oil shale is burned at power stations, large amounts of CO₂ and other gases are emitted into the atmosphere; the mining also alters the landscape and ground water regime.

The production and use of oil shale alters the environment. Therefore, more attention must be paid to the environmental impact of the oil shale industry. We have to consider carefully how much and to which directions should the oil shale industry be developed.

Ahto Oja

Renewable Energy Resources in Estonia

This paper deals with renewable energy resources and the potential of renewable energy in Estonia, taking into account the restrictions and barriers to the use of renewable energy.

The objective was to gather the best verified information about Estonian energy resources, both theoretical and technical/economic resources, and for each type of resource to provide an estimation of volume, availability, restrictions on usage and price until 2030, as well as a vision for 2050.

The theoretical primary energy potential of local renewable energy sources was based on the following: stumps, firewood, wood waste and logging waste in forests and firewood from land other than woodland; domestic waste in landfills and waste recycled for energy production or as fuel; straw and reed; allowed annual use of peat; semi-natural habitats; for biogas, green biomass from semi-natural lands, fallow lands and lands used for 5%.

Maarika Alaru

Testing of energy crops at the Estonian University of Life Sciences

In 2008–2012, the Estonian University of Life Sciences conducted a test to investigate which energy crops are suitable to be cultivated in the Estonian climate.

The findings of the test suggest that with 100 kg of nitrogen per hectare, the sunflower has the most potential of annual crops on barren soil. While slurry as a nitrogen fertiliser does not ensure the required volume of biomass in the case of either hemp or sunflower, sewage sludge, when used under controlled conditions (heavy metal content in sludge) as a fertiliser of both annuals and perennials, ensures the required above-ground biomass.

Of graminaceous crops, the biggest net energy gain (as assessed on the field) is provided by reed canarygrass (*Phalaris arundinacea*). The production of biomass from graminaceous crops was most efficient when fertilisers were not used. Energy efficiency was very high also when only sewage sludge was used. The use of mineral fertilisers reduced the energy efficiency significantly.



EMÜ energeetikaosakonna õppehoone uus katel, millele teeb tuld alla lektor Mart Hovi. *The new boiler in the Energy Studies Building of the Estonian University of Life Sciences, lit by lecturer Mr Mart Hovi.*

FOTO: RAIVO TASSO

Soojuse ja elektri koostootmise tehnoloogiatest

AADU PAIST
TÜÜ SOOJUSTEHNIKA
INSTITUUDI DIREKTOR



Soojuse ja elektri koostootmine (CHP – *combined heat and power co-generation*) on protsess, mille käigus väljastatakse ühest seadmest kaht liiki energiat – soojust ja mehaanilist energiat:

- **soojust** saab kasutada tehnoloogilistes protsessides, tarbevee soojendamiseks ja ruumide kütteks või absorptsioonil põhinevate jahutusprotsesside käitamiseks kaugjahutusüsteemides;
 - **mehaaniline energia** muudetakse tavaliselt elektri, kuid seda saab kasutada ka pumpade, kompressorite ja ventilaatorite otseseks käitamiseks.
- Koostootmine on termodünaamiliselt parim viis kütuse kasutamise efektiivsuse suurendamiseks: väheneb kütusekogus,

väheneb emissioon toodetud energiaühiku kohta, mõlemat energialiiki saab toota nende eraldi tootmisest madalama hinnaga, kasutatavad seadmed on eksploatatsioonis paindlikud ja talitluskindlad.

Elektrienergia ja soojuse koostootmisel on kütuse kasutamise kogukasutegur tavaliselt 85–92%, seega on see võrreldav tänapäevase lokaalkatlamaja katla kasuteguriga soojuse tootmisel.

Gaasiturbiin koos utilisaatorkatlaga – integreeritud gaaskombitsükel

Integreeritud gaaskombi tehnoloogia (*integrated gasification combined-cycle*, lühidalt IGCC) koos CO₂ eraldamise ja hoiustamisega võimaldab kasutada kivisütt sama keskkonnasõbralikult kui looduslikku gaasi. Samuti võimaldab see oluliselt vähendada CO₂ heitmeid.

IGCC tehnoloogia puhul on kolm põhietappi: kivisöe gaasistamine, gaasi puhastamine (tahked osakesed, väävel, elavhõbe ning CO₂) ja energia tootmine (gaasiturbiin + auruturbiin).

Levinud koostootmistehnoloogiad:

- kombineeritud tsükliga gaasiturbiin koos utilisaatorkatlaga,
- vasturõhu auruturbiiniga koostootmiseseade,
- vaheltvõttudega auruturbiiniga koostootmiseseade,
- gaasiturbiin koos utilisaatorkatlaga,
- sise põlemismootor,
- mikroturbiin,
- stirlingmootor,
- kütuseelement,
- aurumootor,
- orgaanilisel Rankine'i ringprotsessil põhinev koostootmiseseade,
- muud tehnoloogiad või nende kombinatsioonid, mis vastavad koostootmise mõistele.

Koostootmiseseadmete võimsusklassid

- **Mikrokoostootmiseseade** – koostootmiseseade, mille maksimaalne elektriline võimsus on alla 50 kW_e
- **Väikekoostootmiseseade** – koostootmiseseadmete talituslik kogum, mille installeeritud elektriline võimsus on alla 1 MW_e
- **Suured koostootmiseseadmed** – koostootmiseseadmete talituslik kogum, mille installeeritud elektriline võimsus on üle 1 MW_e

Vasturõhuturbiinid

Aurujõuseadmete töö põhineb Rankine'i ringprotsessil. Ainult elektrit tootvates elektrijaamades paisub aurukatlas genereeritud kõrgete parameetritega aur auruturbiinis rõhuni 2–5 kPa. Madala temperatuuri tõttu seda soojust ei kasutata. Madalarõhuline aur kondenseeritakse ja selle soojus kantakse ära jahutusveega. Seega kantakse jahutusveega ära kuni pool kütuse soojusest.

Vasturõhuturbiinidest väljub kogu aur rõhul, mis on vastavuses soojustarbija poolt vajatavaga. Turbiini lõpprõhu (vasturõhu) suurus sõltub tarbija (kaugkütte, tehnoloogia) vajadustest. Kaugkütte soojusvõrku antava vee temperatuur sõltub aga välisõhu temperatuurist.

Seega puudub vasturõhuturbiinil madalrõhuosa koos kondensaatoriga ja aur suundub turbiinist soojustarbijale. Nimeetatud turbiinid on töös vähepaindlikud, kuna soojustarbija auruvajadus määrab üheselt turbiini läbiva aurukoguse ja seega ka turbiini võimsuse.

Mida kõrgem on soojusvõrku antava vee temperatuur, seda kõrgem peab olema turbiini vasturõhk ja seda väiksem on toodetud elektrienergia kogus. Vastu-

Soojuse ja elektri koostootmise eelised

- energia muundamise suurem kasutegur (15–40% suurem kui elektri ja soojuse eraldi tootmisel);
- väiksem keskkonna saastamine, eriti CO₂ osas;
- kulude kokkuhoid, lisanduv konkurentsivõimelisus tööstus- ja äritarbijatele, pakkudes vastuvõetava hinnaga soojust kodutarbijale;
- elektritootmise detsentraliseerimine, vähendades ülekandekadusid ja suurendades süsteemi paindlikkust;
- varustuskindluse parandamine – kohalik koostootmine vähendab riski, et tarbija jääb ilma elektrita;
- väheneb kütusekulu ning riigi sõltuvus kütuseimpordist;
- suureneb tööhoive kohalike kütuste kasutamisel, uued töökohad maapiirkondades.

Tõhususnõuded

Koostootmist loetakse tõhusaks:

- kui järgmisi tehnoloogiaid kasutades – koostootmine vasturõhuturbiiniga, gaasiturbiin koos utilisaatorkatlaga, sise põlemismootoriga, mikroturbiiniga, stirlingmootoriga ja kütuseelemendiga – on aruandlusperioodil üldkasutegur vähemalt 75% ning primaarenergia sääst vähemalt 10%;
- kui kasutades kombineeritud tsükliga gaasiturbiini koos utilisaatorkatlaga ja vaheltvõttudega auruturbiini, on üldkasutegur aruandlusperioodil vähemalt 80% ning primaarenergia sääst vähemalt 10%;
- kui tootmine väike- või mikrokoostootmiseseadmega tagab primaarenergia säästu.

rõhuturbiiniga seadmete võimsused ulatuvad 1–250 MWni. Kütusena saab kasutada kõiki kütuseid.

Reguleeritava vaheltvõtuga auruturbiin

Nendes turbiinides eemaldatakse osa auru enne lõpprõhuni paisumist. Vaheltvõtu auru kasutatakse kütteks või tehnoloogilisteks vajadusteks. Mitu auru vaheltvõttu võimaldab soojusvõrku antava vee astmelist soojendamist.

Võrreldes vasturõhuturbiiniga aurujõuseadmega on vaheltvõtuga auruturbiini eeliseks see, et elektriline koormus ei sõltu välisest soojuskoormusest. Vaheltvõttudest võetav aurukogus on reguleeritav. Soojuskoormuse puudumisel töötab turbiin kondensatsioonrežiimis, kuid väiksema kasuteguriga kui kondensatsiooniturbiniid.

Turbiin on projekteeritud nii, et maksimaalne sisemine suhteline kasutegur on reguleeritavate vaheltvõttude koormamisel. Reguleeritavate vaheltvõttudega auruturbiin paikneb soojustarbijale võimalikult lähedal ja kondensaadi jahutamine toimub gradiiris. Reguleeritava vaheltvõtuga turbiini nimetatakse ka termofikatsiooniturbiniiks. Kui vaheltvõtu rõhk on madal (0,07–0,25 MPa), sobib see nii kütteks kui sooja veega varustamiseks. Tööstusliku vaheltvõtuga turbiinid on kõrgema vaheltvõturõhuga (< 0,6 MPa).

Gaasiturbiin koos utilisaatorkatlagaga

Gaasiturbiiniseadme töö põhineb Braytoni ringprotsessil. Võrreldes teiste soojusmootoritega on gaasiturbiin suhteliselt uus seade, võetud kasutusele viimase 50 aasta jooksul.

Elektrilised võimsused on 250 kW (mikroturbiinid 30 kW) kuni 480 MW.

Aurujõuseadme eelised ja puudused

Eelised:

- töökindel, kaua kasutusel
- lai võimsuste valik
- levinum tehnoloogia koostootmisjaamades
- sobib hästi ühtlastel koormustel

Puudused:

- ei talu väikesi koormusi
- suhteliselt kõrged hoolduskulud ja spetsialistide vajadus
- eeldab head toitevee ettevalmistust
- väikestel alla 1 MW võimsusega seadmetel on väike elektriline kasutegur tingituna auru madalatest parameetritest
- suur erimaksumus

Gaasiturbiini kasutegurit saab suurendada gaasiturbiini sisenevate gaaside temperatuuri tõstmisega. Kui gaasiturbiini labasid ei jahutata, võib gaaside temperatuur olla kuni 850–900 °C. Labade jahutamisel kuni 1400 °C.

Gaasiturbiinist täiendava elektrilise võimsuse saavutamiseks kasutatakse sageli vee või veeauru sissepritsimist. Võimsuse kasv saavutatakse gaasiturbiini läbiva massikulu suurenemisega. Samal ajal on see hea vahend NO_x-ide vähendamiseks, kuna alaneb leegi temperatuur.

Sissepritsitava vee või auru kogus sõltub sellest, kui palju on vaja lisavõimsust või millist NO_x taset soovitakse saavutada. NO_x vähendamine sellise meetodikaga on aga piiratud, sest suurte sissepritsekoguste juures suureneb vingugaasisisaldus ja põlemata süsivesinike kogus. Vee sissepritsimisel suureneb küll gaasiturbiini võimsus, kuid väheneb kasutegur. Sissepritsitav vesi peab olema soolavaba. Ebapiisav vee pihustamine võib kaasa tuua negatiivseid tagajärgi.

Soojust saadakse gaasiturbiinist väljuvate gaaside utiliseerimisel. Toodevad soojuse ja elektri suhe on piirides 2,0–3,5. Koostootmise kogukasutegur ulatub kuni 90 protsendini (väiksematel seadmetel 70–86 protsendini), kusjuures elektri osa ulatub 35 ja soojuse 55 protsendini.

Kombineeritud gaasi- ja auruturbiiniga süsteemi korral suunatakse gaasiturbiinist lahkuv gaas temperatuuriga 400–600 °C utilisaatorkatlasse, kus selle soojuse arvel toodetakse auru, mis suunatakse auruturbiini.

Utilisaatorkatlaid on kolme tüüpi:

- ilma lisapõletita
- lisapõletitega
- maksimaalse hulga lisapõletitega.

Sellise kombineeritud tehnoloogia korral võib elektriline kogukasutegur ulatuda 55–60 protsendini.

Ning kui kasutada kondensatsiooniturbini asemel termofikatsiooniturbini, võib protsessi kogukasutegur ulatuda kuni 93 protsendini.

Seega tagab kahe termodünaamilise ringprotsessi (Braytoni ning Rankine'i) kooskasutamine elektritootmise kasuteguri kuni 60%, kuid nimetatud tehnoloogia kasulikkus ilmneb suurematel võimsustel – 75–400 MW. Näiteks Westinghouse'i gaasiturbiin, mis oli projekteeritud gaaside temperatuurile 1238 °C, andis kombineeritud tsükli elektriliseks kasuteguriks 58%. General Electricu gaasiturbiin MS 9001 H sisenevate gaaside temperatuuriga 1430 °C annab kombineeritud tsükli elektriliseks netokasuteguriks 60%.

Kombitsükkel on äärmiselt paindlik. Võimalik on töötamine ka ainult gaasi-

turbiiniga, juhtides turbiinist väljuvad gaasid otse korstnasse.

Aurutsükli skeem võib olla lihtne üherõhuline või kompleksne kahe-kolmerõhuline vaheülekuumendusega aurutsükkel. Variandi valik sõltub tehnilis-majanduslikest teguritest, põhiliselt kütuse hinnast ja omadustest. Üherõhulise aurutsükliga kombineeritud seadmeid kasutatakse halva kvaliteediga, odava kütuse korral. Kalli kütuse ja baasilise elektri koormuse korral kasutatakse suurema kasuteguriga kahe- või kolmerõhulise aurutsükliga seadmeid. Uutes kombitsükliga elektrijaamades on aurutsükli auru parameetrid samad mis tavalistes aurutsükliga elektrijaamades – 560 °C ja 16,5 MPa. Suurem osa seadmetest on kahe- või kolmerõhulised.

Sisepõlemismootor

Sisepõlemismootoriga jõuseade põhineb kas Otto või Dieseli ringprotsessil. Sisepõlemismootorid sobivad koos elektriga madalatemperatuurilise soojuse tootmiseks.

Sisepõlemismootoriga soojuse ja elektri tootmise kasutegur ulatub 89–92 protsendini. Otto ringprotsessil töötavad seadmed kasutavad reeglina kütuseks maagaasi ning soojuse ja elektrilise võimsuse suhe on 1,2–1,7. Soojust väljastatakse nii heitgaaside soojusvahetist, mootori jahutussüsteemist, õlijahutist kui ka ülelaadimisõhu jahutist.

Lahkuvad gaasid jahutatakse soojusvahetis temperatuurilt 400–500 °C kuni 70 °C, sealt väljuva vee temperatuur ulatub kuni 115 °C. Lahkuvate gaaside soojusega on võimalik toota ka tehnoloogilist auru. Oma kompaktsuse ja suure kasuteguri tõttu on sisepõlemismootorid leidnud laialdast kasutamist.

Gaasimootoreid on nii karburaatoriga kui ka ülelaetavaid. Ülelaetavad mootorid on õhu-kütusesegu elektroonilise juhtimisega ja varustatud eelpõlemiskambriaga. Ülelaetavatel mootoritel kasutatakse järeljahuteid turbost väljuva kütuse-õhusegu või õhu jahutamiseks.

Õhu ja kütuse hulka ning segu koostist juhitakse põhiliselt drosseliga, heitgaaside möödaviiguga, aga ka gaasivoolu reguleerivate seadmetega, nagu karburaator-segisti, diferentsiaalrõhuregulaatorid ja gaasiklapid. Segu süütamine toimub süüteküünaldega, kusjuures igal küünlal on oma süütepool. Mootorite käivitamiseks kasutatakse elektri- või õhk/gaasi startereid.

Mootorite jahutussüsteemides kasutatakse veesärgi, õlijahuti või järeljahuti soojusvaheteid. Kogu jahutussüsteemis tekiv soojus koos põhilise soojusandjaga – heitgaasiga – kasutatakse ära soojusetootmises.

Mootorid on varustatud kaitsesüsteemidega, mis seiskavad mootori, kui

mingi parameeter ületab lubatu (detonatsioon, õlirõhk, jahutusvee temperatuur jne).

Väikese võimsusega sise põlemismootorid

Selle kategooria turu liider on Saksa tootja Senertec mudeliga Dachs 5,5 kW_e ja 14 kW_s. Kusjuures elektritootmise kasutegur on ca 25% ja summaarne kasutegur ca 80%, sõltuvalt hoonest võib kondensaatori kasutamisel olla summaarne kasutegur isegi 90%. 2004. aastal müüdi 10 000 sellist seadet.

Power Plus on tuntud ka kui katlatootja, Vaillant toodab seadet Ecopower 4,7 kW_e.

USA firma Vector CoGen 5 ja 15 kW_e kasutab Kawasaki mootorit, elektritootmise kasutegurid vastavalt ca 28% kuni 34% ja kogukasutegur 70% ja 79%.

Jaapanis on väikese võimsusega sise põlemismootorite tootjad YANMAR, Sanyo ja AISIN. Honda arendab koos firmaga Osaka Gas seadet väikemajadele 1 kW_e nime all Ecowill. 2004. aastal müüdi umbes 10 000 sellist seadet.

Nii väikeseadmete kasutegurid kui ka hinnad sõltuvad suuresti võimsusest:

- 1 kW_e – ca 6000 €/kW_e, elektritootmise kasutegur ca 20%
- 10 kW_e – ca 2500 €/kW_e, elektritootmise kasutegur ca 27%
- 20 kW_e – ca 2000 €/kW_e, elektritootmise kasutegur ca 29%

Mikroturbiin

Mikroturbiinide elektrilised võimsused on alla 50 kW_e. Soojust saadakse gaasiturbiinist väljuvate gaaside utiliseerimisel.

Toodetud soojuse ja elektri suhe on piirides 2,0–3,5. Koostootmise kogukasutegur väiksematel seadmetel on 70–86%, kusjuures elektri osa ulatub 30% ja soojusel 55%. Gaasiturbiiniseadmetele on iseloomulikud madalad hooldekulud.

Väikeste (0,5–3 MW_e) auruturbiinide tootjatest:

Dresser Rand, USA, toodab ka Euroopas; TMS, Saksamaa; Kaluga turbiinitehas, Venemaa; Shinko, Jaapan; General Turbo S.A, Rumeenia; Hangzhou Steam Turbine Co, Hiina.

Hind sõltub kompleksisusest ja auru parameetritest. Näiteks: 0,5–3 MW võimsusega turbogeneraatorite hinnad on vahemikus ca 0,5–1,5 miljonit €/MW_e.

Stirlingmootor

Välise põlemisega kolbmootori leiutas 1817. aastal Robert Stirling ning see põhineb kinnises silindris oleva töögaasi

(õhk, vesinik, heelium jne) perioodilisel kuumutamisel ja jahutamisel. Lihtne jaotustoru suunab töögaasi ühele või teisele poole kolbi.

Tänapäevane stirlingmootor põhineb kinnisel ringprotsessil, mis koosneb kahest isothermilisest ja kahest isohoorsest protsessist. Stirlingmootori silindris on kaks omavahel kooskõlastatult liikuvat kolbi: töökolb, mis annab kuumutatava gaasi paisumistöö edasi väntvõllile, ja nn väljatõrjekolb, mis suunab kuuma paisunud gaasi jahutatavasse külma ruumi.

Konsortsium ÜK, mis koosneb Taani, Norra, Rootsi teadlastest, on töötanud välja nn väikejõujaama Sigma PCP (*personal combustion power plant*). Seade töötab maagaasil, selle elektriline võimsus on 3 kW, soojuslik 9 kW ja kasutegur 95%.

Puidugraanulitega Stirling-koostootmisseade sai turvalmiks 2005. aasta alguseks. Takistuseks oli soojusvaheti ummistumine tuha ja tõrvaga.

Uus-Meremaa firma WhisperTech toodab stirlingmootoreid elektrilise võimsusega 1,2 kW_e ja soojusvõimsusega 8 kW_s.

Saksa firmad Mayer & Cie ja Sunmachine toodavad seadmeid elektrilise võimsusega 1,0 kW_e. Hollandi firma EnAtEc micro-cogen B.V. testib 1 kW_e elektritootmise seadet kasuteguriga 10%.

Kütuseelement

Kütuseelemendid, milles toimub kütuse elektrokeemiline oksüdatsioon ehk nn külm põlemine, mille tulemusena saadakse nii elektrit kui ka soojust, avastas juba 1839. aastal W. R. Grove, esimese seadme Euroopas valmistas saksa füüsik E. Justi 1955. aastal.

Juba 1992. aastal alustas Soomes tööd



Väikese võimsusega sise põlemismootor.



Stirling-koostootmisseade, mis kasutab kütusena puidugraanuleid.

Mõnede koostootmisseadmete näitajad / Indicators of certain CHP equipment.

NÄITAJA INDICATOR	ÜHIK UNIT	JÕUSEADMED POWER INSTALLATIONS					
		OTTOMOOTORID OTTO ENGINES		DIISELMOOTORID DIESEL ENGINES		GAASITURBIINID GAS TURBINES	
ELEKTRILINE VÕIMSUS ELECTRICAL POWER	MW _e	< 0,5 MW _e	> 0,5 MW _e	< 1 MW _e	> 1 MW _e	0,5–3 MW _e	
PÖÖRETE ARV REVOLUTIONS PER MINUTE	P/MIN	1500	1000	1500	1000	5000–14 000	
SOOJUSE- JA ELEKTRITOODANGU SUHE HEAT TO POWER RATIO		1,4–1,7	1,2–1,5	1,4–1,5	1,1–1,3	2,5–3,6	1,9–2,3
ELEKTRITOOTMISE KASUTEGUR POWER PRODUCTION EFFICIENCY	%	32–34	33–35	35–36	36–37	15–27	
SOOJUSETOOTMISE KASUTEGUR HEAT PRODUCTION EFFICIENCY	%	51–55	51–55	50–53	50–52	43–55	50–59
KOGUKASUTEGUR CHP ENERGY EFFICIENCY	%	83–89	84–90	85–89	86–89	58–70	77–86
KASUTATAVAD KÜTUSED FUELS USED		MAAGAAS/BIOGAAS NATURAL GAS/BIOGAS		DIISLIKÜTUS DIESEL FUEL		MAAGAAS/VEDELKÜTUS NATURAL GAS/LIQUID FUEL	
TÖÖTUNDE KAPITAALREMONDINI HOURS OF OPERATION UNTIL MAJOR REPAIRS ARE REQUIRED	H	35 000	50 000	25 000	45 000	20 000	40 000

kütuseelement-kombijaam võimsusega 200 kWe / 200 kW_{th}, maagaasi kuluga 50 m³ tunnis ja elemendi töötemperatuuriga 200 °C.

Alates aastast 1998 on USAs võimalik osta 200 kW fosforhappe-kütuseelemente nii elektri kui ka soojuse ja elektri koostootmiseks. Mitmed kompaniid USAs ja Euroopas plaanivad väga väikeste (1 kW ja alla selle) kütuseelementide tootmist.

Kütuseelement koosneb katalüsaatorit (plaatina, nikkel) sisaldavatest poorsetest elektroodidest, mille vahel on elektrolüüt – ioonmembraan. Anoodile juhitakse vesinik (vesinikku sisaldavad ained) ja ka toodile hapnik (õhk).

Vesiniku põlemisreaktsioonis peavad vesinik ja hapnik kontakteeruma ja vahetama elektrone. Kütuseelemendis on elektronide vahetus eraldatud aatomite kontaktist. Kahte elementi eraldav elektrolüüt lubab ühte kahest – kas vesiniku või hapnikuioonil läbida elektrodidevahelist vahemikku. Reaktsiooniks vajalik elektronide vahetus vesiniku ja hapniku vahel ei toimu mitte läbi elektrolüüdi, vaid välist elektriringi pidi, tekib alalisvool.

Aurumootor

Näitena võib siin tuua Spillingu aurumootori elektrilise võimsusega 25–1500 kW_e. Auru kulu on selle puhul kuni 40 t/h, aururõhk 6–60 baari ning vasturõhk kuni 20 baari.

Eelised:

- paindlik tööks väikestel koormustel. Elektriline kasutegur väikestel koormustel suurem kui auruturbiinil;
- vähem tundlik auru kvaliteedi suhtes, võimalus kasutada lihtsamat toitevee ettevalmistust;
- aurumootor võib töötada nii ülekuumendatud, küllastatud kui ka niiske auruga;
- töökindla õlivaba lahenduse korral on seade perspektiivne;
- alates 1999. aastast kasutatakse ka õlivabu keraamilisi tööpindu.

Puudused:

- võrreldes turbiiniga on hoolduskulud suuremad;
- kõrge müratase, vajab akustilist isolatsiooni;
- õli võib sattuda kondensaati, mis nõuab täiendavat veepuhastust;
- õlivabade aurumootorite töökindlus on veel väike;
- tootjaid on vähe, puudub konkurents.

Orgaaniline Rankine'i ringprotsess – OCR

ORC – *organic rankine cycle* – on sarnane auruturbiini ringprotsessiga. Soojust muundatakse mehaaniliseks energiaks

Rankine'i ringprotsessi abil, kuid nn termodünaamiliseks kehaks ei ole vesi, vaid kõrgmolekulaarsed orgaanilised vedelikud. See on turuvalmis tehnoloogia, mis töötati välja geotermiliste ja päikeseelektrijaamade tarbeks.

ORC tööpõhimõte on järgmine: katlas (katla kütuseks võib olla mis tahes kütus, kuid levinum on nn puitpõhiste ehk biokütuste kasutamine) kuumutatakse termooili kuni 300 °C, mis soojusvahetis kannab soojuse üle silikoonõlile. Orgaaniline soojuskandja silikoonõli aurustub ja paisub turbiinis.

ORC-tsükliga töötavaid seadmeid toodavad näiteks Saksa firma GMK, Itaalia firma Turboden ja Hollandi firma Triogen.

Eelised:

- termooili on madala rõhuga ja temperatuuriga;
- töötav keskkond (orgaaniline) pole korrodeeriv, see ei kuluta turbiini labasid;
- hoolduskulud on väiksemad kui auru-seadme puhul;
- ORC mooduli lisamine juba olemasolevale biokütusekatlale on suhteliselt lihtne;
- seade on hästi automatiseeritav, sisuliselt mehitamata, hoolduskulud väiksemad kui aurukatla korral;
- ei nõua vee keemilist ettevalmistust;
- müratase on madal;
- väga lai koormuste diapason (10–100%) ja suurem kasutegur töötamisel väikestel koormustel.

Puudused:

- suhteliselt uus tehnoloogia ja arendustöö jätkub;
- silikoonõli ja teised orgaanilised soojuskandjad on kergesti süttivad, lekkeid ei tohi esineda;
- suhteliselt suured investeeringud, tootjaid veel vähe ja konkurents puudub.

Koostootmisest Eestis

2013. aastal avati Tallinnas Iru Elektri-jaama prügi põletusplokk, mis hakkab põletama Eestis tekkivaid olmejäätmeid umbes 200 000 tonni aastas. Uue jaama soojuslik võimsus on 59 MW_s ja elektriline 17 MW_e. Tööd jätkab ka AS Terts prügilagaasil töötav koostootmisjaam Pääskülas 0,84/1 MW_e/MW_s.

Balti soojuselektrijaama tsirkuleeriva keevkihtkatlaga 11. plokk töötab koostootmisrežiimis ja toodab kuni 160 MW_s Narva linna soojusvarustuseks.

Kopli asuvate gaasimootorite soojusvõimsus on 2,4 MW_s ja elektriline 0,878 MW_e. Kütusena kasutatakse maagaasi. Toodetud soojus kasutatakse ära BLRT Grupi Kopli poolsaare tootmis-

kompleksi kütmiseks ning elekter läheb Eesti Energia elektrivõrku.

2012. aastal rajas Eesti Energia koostöös Valka linnavalitsusega uue biokütusel töötava koostootmisjaama. Uue koostootmisjaama elektriline võimsus on 2 MW_e, soojuslik võimsus 8 MW_s ning kütusena kasutatakse hakkpuitu, saepuru ja turvast. Uue koostootmisjaama valmimisega jäävad senised katlamajad reservi ja tipukoormuse katmiseks.

OÜ Pogi oli ainus soojatootja Paide linnas, mis tootis soojust biomassi ja kütteõli kasutavates katlamajades.

2012. aastal rajas ettevõtte koos Eesti Energiaga uue efektiivse ja keskkonnasõbraliku biomassil töötava elektri ja soojuse koostootmisjaama. Uue koostootmisjaama elektriline võimsus on 2 MW_e ning soojuslik võimsus 8 MW_s. Soojusega hakatakse varustama Paide linna, elekter läheb Eesti Energia võrku juba käesoleval aastal.

Weroli tehase territooriumile on rajatud maagaasil töötav nn kolmikjaam elektrilise võimsusega 4,3 MW, soojusliku 1,7 ja külmatootmisvõimsusega 2,5 MW.

Kuressaare biokütusel töötav koostootmisjaam elektrilise võimsusega 2,3 MW_e lülitati võrku 2012. aasta lõpus. Oma järke ootavad Kullimäe gaasigeneraator elektrilise võimsusega 0,1 MW_e, Oisu biogaasijaam elektrilise võimsusega 1,2 MW_e ja Vinni biogaasijaam elektrilise võimsusega 1,36 MW_e.

2014. aastal kavandatakse Painküla koostootmisjaama elektrilise võimsusega 4,2 MW_e ja Imavere koostootmisjaama 6,5 MW_e tootmisvõimsuste lisandumist.

Edukalt töötavad biokütust kasutavad koostootmisjaamad Tallinnas elektrilise netovõimsusega 21,5 MW_e, Tartus elektrilise netovõimsusega 22,1 MW_e ja Pärnus elektrilise netovõimsusega 21,5 MW_e. Soojusvõimsused on neis jaamades ca 50 MW_s. Tallinna elektrijaama skraber võimaldab veeaurude kondenseerumisest lisasoojusvõimsust kuni 18 MW_e.

Edasist koostootmise arengut hakkavad piirama vanad suurte soojuskadudega soojusvõrgud – nende rekonstrueerimise majanduslik ebaotstarbekus ja soojustarbivate väike maksevõime.

Kirjandus

www.cleancoalillinois.com/igcc.html

Eesti elektristeeemi tarbimise nõudluse rahuldamiseks vajaliku tootmisvaru hinnang. Elering. Tallinn, 2012. 27 lk.

www.spilling.de

M. Pehnt, M. Cames, C. Fischer, B. Praetorius, L. Schneider, K. Schumacher, J.-P. Vob. Micro Cogeneration. Springer. 2010. 346 pp.

Perspektiivsetest elektri ja soojuse koostootmise tehnoloogiatest Eestis. Koostajad R. Kruus ja V. Vares. Tallinn, 2002. 35 lk.

Taastuenergia 100% – puidu roll taastuenergiale üleminekul

RENE TAMMIST
EESTI TAASTUENERGIA
KOJA JUHATAJA



Puidu kasutamine energeetikas on kütnud viimasel ajal palju kirgi. Läänud aasta augustis Eesti Taastuenergia Koja ja Eesti Keskkonnauhenduste Koja poolt esitletud kava „Taastuenergia 100% – üleminek puhtale energiale“ koostajad on puidu kasutamisel energeetikas näinud suurenevat rolli.

Sajaprotsendiliselt taastuenergiale ülemineku kava visandab energiamajanduse arengusuuna, mis on lennukas, kuid meie kalkulatsioonide alusel realistlik. See on arengusuund, mis lubab Eestil kasutada ära oma majanduslikku ja geograafilist eripära ja ressursipotentsiaali ning olla eeskujuks ka teistele, tagades seejuures veel ühe jõulise mootori Eesti majandusele.

Eestis on suurepärase tuuleenergia,

biomassi ja biogaasi ressurs, mis on praegu suuresti veel kasutamata. Ligi pool Eesti pindalast on kaetud metsaga, seega moodustab puit suure taastuva loodusressursi. Arvestades sellega, et tuleb tagada metsade elujõulisus, on raiemaht kavas piiritletud 8 miljoni tihumeetriga. Oluline on märkida, et eeldatud raiemaht ei sisalda puidujäätmeid ega raidmeid.

Koostootmisjaamad kujutavad TE-100 stsenaariumi tarbimisvajaduse katmiseks suurt potentsiaali. Raiemaht 8 miljonit tm on piisav selleks, et luua üle riigi rohkem kui 370 MW efektiivseid koostootmisjaamu, mis kasutaks efektiivselt kohalikku primaarenergiat. Koostootmisjaamade potentsiaali arvutamisel on lähtutud kasuliku soojuskoormuse ära kasutamisest.

Kava autorite arvutuste kohaselt toodeti biomassi koostootmisjaamades 2010. aastal 742 GWh elektrienergiat ning aastal 2020 toodetakse prognooside kohaselt 1970 GWh, aastal 2030 aga 2060 GWh elektrienergiat. Tarbitud soojusest toodavad TE-100 stsenaariumis biomassi koostootmisjaamad 2020. aastal 3457 GWh ja 2030. aastal 3213 GWh. Seega annavad biomassi koostootmisjaamad aastal 2030 – kui Eestis on täielikult võimalik üle

minna taastuvate allikate kasutamisele – 19% elektrienergia toodangust ning 44% soojusenergia toodangust.

Arenguhüppe teevad TE-100 soojusetootmise prognoosi kohaselt ka biomassil töötavad katlamajad, tootes 2020. aastaks 1,42 TWh ja 2030. aastaks 2,76 TWh energiat. Puidul põhineva lokaalkütte tarbimine kahaneb 2020. aastaks 1985 GWh-ni ja 2030. aastaks 1578 GWh-ni. Hiljem puidu kasutus lokaalküttes väheneb veelgi ning aastaks 2050, tulenevalt keskkonnapiiirangutest ja inimeste mugavuseelustest, TE-100 stsenaariumi kohaselt puitu lokaalkütte allikana enam ei kasutata.

Biomassi primaarenergia vajadus suureneb 2020. aastaks 12,8 GWh-ni ning 2030. aastaks 14,9 GWh-ni, hakates seejärel vähenema. 8 miljoni tm raiemahu juures on kava autorid eeldanud, et kütte- ja paberipuidu, raidmete ja puidujäätmete energeetiline potentsiaal on 15,1 GWh, mis on enam kui piisav energiamajanduse vajaduste rahuldamiseks. Lisaks saab energiamajanduses vajaduse korral kasutada ka roogu, põhku ning kasvatada spetsiaalseid energiakultuure.

Biomassi kasutamisel energiamajanduses on ulatuslikud positiivsed mõjud

TABEL 1

Biomassi primaarenergia vajadus / Biomass primary energy demand.

GWh	2020	2030	2040	2050
CHP (KOOSTOOTMINE) / CHP (COMBINED HEAT AND POWER)				
ELEKTER ELECTRICITY	2317	2423	2250	2196
SOOJUS HEAT	4892	5948	5577	5461
EFEKTIIVSUS EFFICIENCY	85,0%	85,0%	85,0%	85,0%
KATLAMAJAD BOILER HOUSES	2034	3805	2587	2279
EFEKTIIVSUS EFFICIENCY	70,0%	72,5%	75,0%	75,0%
KOHALIKUD AHJUD LOCAL FURNACES	3608	2744	984	32
EFEKTIIVSUS EFFICIENCY	55,0%	57,5%	60,0%	60,0%
PRIMAARENERGIA VAJADUS PRIMARY ENERGY DEMAND	12 852	14 821	11 398	9969

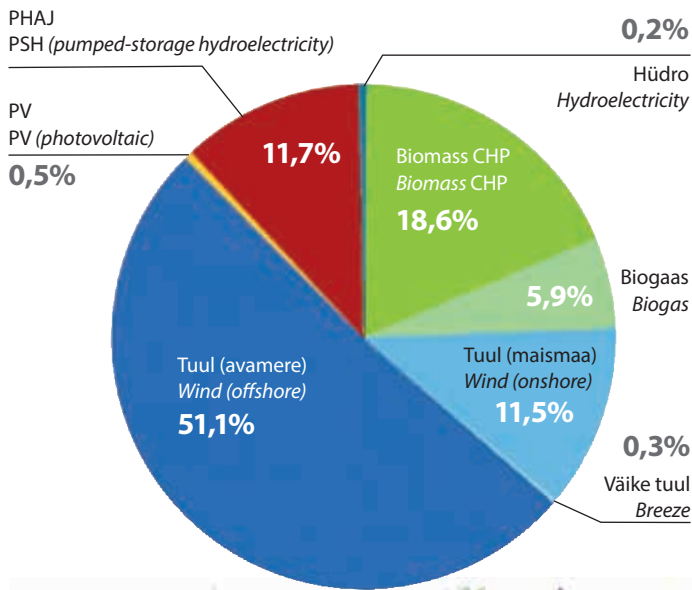
TABEL 2

Biomassi primaarenergia potentsiaal 8 miljoni tm juures / Biomass primary energy potential at 8 million solid cubic metres.

PRIMAARENERGIA PRIMARY ENERGY	TUHAT TM	KÜTTE- VÄÄRTUS MWH/1000 TM	GWh
RAIEMAHT ALLOWABLE CUT	8000		
KÜTTEPUU FIREWOOD	2590	2,0	5180
PABERIPUIT PULPWOOD	2235	2,0	4470
PEENPALK/JÄMEPALK SMALL LOGS/LARGE LOGS	3175		
PUIDUJÄÄTMED WOOD WASTE	1588	2,0	3175
RAIDMED LOGGING WASTE	1115	2,0	2229
PÕHK STRAW			300
ROOG REED			100
KOKKU TOTAL			15 454

Elektrienergia toodang 2030. aastal.

Electricity production in 2030.



Soojusenergia toodang 2030. aastal.

Heat production in 2030.

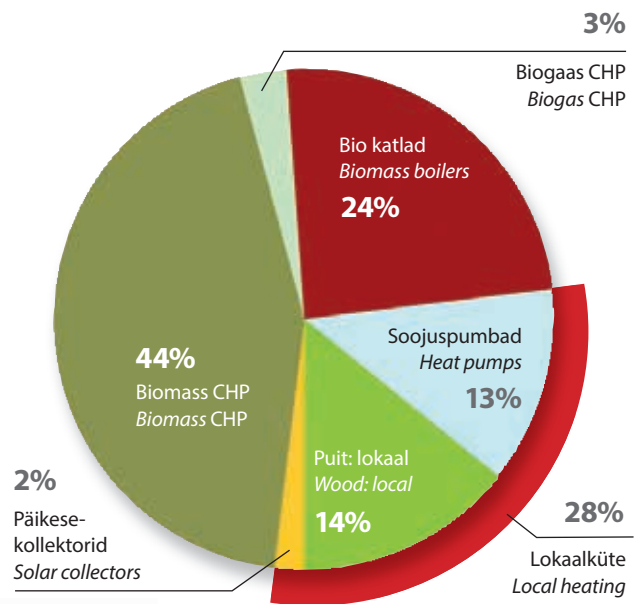


FOTO VIIG AITSAM

Puit moodustab Eestis suure osa taastuvast loodusressursist. Oluline osa on ka puidujäätmetel ja raidmetel. Wood constitutes a major part of the renewable natural resource in Estonia. Wood waste and logging waste also play an important role.

regionaalse tasakaalu parandamisele, sotsiaalmajanduslikule arengule ja energijulgeoleku tagamisele. Maapiirkondades loodavad tuhanded töökohad on juba iseenesest sedavõrd oluline argument, et ainuüksi töökohtade pärast tuleks selline kava ellu viia. Lisaks hoiab taastuvenergia suurem kasutamine kontrolli all elektri ja soojuse hinda. TE-100 kava rakendamisel on elektrienergia tootmise kulu 2030. aastal 19% madalam kui valdavalt põlevkivi- ja tuumaelektrijaamadel põhinev tootmisportfell.

Efektiivsetes soojuse ja elektri koostootmisjaamades ning katlamajades saab madalama soojuse hinda kui põlevkiviõli või maagaasiga köetavates asulates. Tähtsusetu pole ka energijulgeoleku aspekt. Hajusalt paiknevat energiatootmist on raske saboteerida ning ka ekstreemsed ilmaolud ei löö seda rivist välja.

Kokkuvõtteks tagab taastuvenergia-

le üleminek Eestis madalamad energiahinnad, säästab loodust ning kindlustab parema elukeskkonna. Väärtustades taastuvaid energiaallikaid, loome 10 000 uut otsest töökohta energiasektoris ja konkurentsivõimelise tootmisportfelli, puhtama ja rohelisema Eesti, mis on majanduslikult mõtestatud alustel.

Kava elluviimiseks on vaja vaid tarku otsuseid poliitikutelt, sõnastamaks pikaajalised riiklikud eesmärgid energia säästmiseks, taastuvenergia osakaalu suurendamiseks ja kasvuhoonegaaside heitmete vähendamiseks, samuti tuleb näha ette meetmed nende eesmärkide saavutamiseks. Kava elluviimiseks tuleks luua investeerimistoetuste programm, mida ei rahasta maksumaksja, vaid mille allikateks on ELi heitme- ja rohesertifikaatide kaubanduse tulud ja struktuurivahendid. Soodustada tuleb arukate võrkude ja salvestusvõimsuste arendamist.



FOTO LEONID NIKOLAJEV

Eesti Maaülikooli katlalabor

MART HOVI JAANUS UIGA ANDRES MENIND MARGUS MAIDRE MADIS AJAOTS KÜLLI HOVI
 EESTI MAAÜLIKOOLI EESTI MAAÜLIKOOLI EESTI MAAÜLIKOOLI RAPLA METALL OÜ PILSU TALU, EESTI MAAÜLIKOOLI
 TEHNIKAINSTITUUT TEHNIKAINSTITUUT, TEHNIKAINSTITUUT RANNU SEEME OÜ EESTI MAAÜLIKOOLI
 TARTU REGIOONI ENERGIAGENTUUR MTÜ TEHNIKAINSTITUUT

Biokütuste kasutamise kasulikkuse ja vajalikkuse üle energiatootmises ei ole tänapäeval enam mõtet vaielda. Põhilised küsimused on pigem seotud kasutamiseefektiivsuse ja -mahtudega. Uurimaks biomassist saadavate kütuste parameetreid ning biokütuseid põletavaid katelseadmeid, avati 2013. aasta alguses Eesti Maaülikooli tehnikainstituudi katelseadmete labor.

Eesti taastuvenergiaalased suundumused on praegusel ajal suuresti mõjutatud Euroopa Liidu pikaajalisest energiapoliitikast (20-20-20 eesmärgid, energia tegevuskava aastani 2050). 2050. aastaks pole veel siduvaid eesmärke seadud, kuid 20-20-20 eesmärkide täitmiseks võttis iga liikmesriik endale kohustused taastuvenergia osakaalu suurendamiseks lõpptarbimises, võttes aluseks 2005. aasta osakaalud.

2010. aastal oli Eesti jõudnud oma eesmärgile (25%) suhteliselt lähedale – nimelt moodustas taastuvatest energiaallikatest toodetud energia 24% summaarsest energia lõpptarbimisest. Sealjuures toodeti 97% tarbitud taastuvast energias biomassist. Enamik biomassist kasutati soojuste tootmisel. Kuna lisaks taastuvenergiaalaste eesmärkide täitmisele väljendub puitkütuste kasutamise kasulikkus ka asjaolus, et selle hind on fossiilkütuste hinnast madalam, võib eeldada, et biomassi tarbimine energia tootmiseks lähiaastatel veelgi suureneb.

Lõuna-Eestis moodustas biomass 2011. aastal 62% suuremate katelseadmete (nimivõimsus > 300 kW) poolt tarbitavate kütuste primaarenergiasaldusest, kogutarbimisest 37% (vt diagramm all). Kütuste primaarenergiasaldus väljendab kasutatud kütusekoguste energiasaldust alumise kütteväärtuse järgi arvutatult.

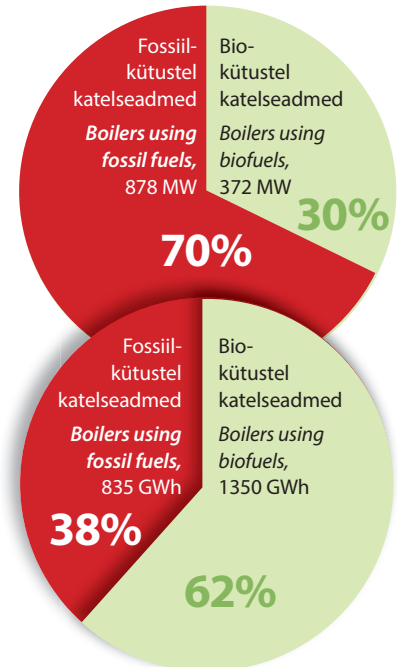
Kokku põletati 2011. aastal Lõuna-Eesti suuremates katelseadmetes biokütuseid koguses, mille summaarne primaarenergiasaldus ulatus 1350 GWh-ni. Samal ajal kasutati vaid 835 GWh ulatuses fossiilkütuste primaarengiat. Vaadates diagramme (paremal), saab järeldada, et teades ainult kütuste alumisi kütteväärtusi ning kasutades katelseadmete installeeritud võimsusi, ei ole olemasolevate andmete abil võimalik hinnata, millise kasuteguriga regiooni suuremad katelseadmed töötavad.

< 300 kW nimivõimsusega katelseadmete kohta andmeid ei koguta ning seega on nende töörežiimist ning kasutatava kütuse eripärasid tulenevate kasutegurite leidmine veelgi probleemsem.

Puitkütuste kasutamine soojuste ning ka elektri tootmisel järk-järgult suureneb ning seega on vajalik, et suureneks ka kasutatavate kütuste ja katelseadmete kohta antava info maht ja kvaliteet. Üks võimalusi andmete kvaliteedi parendamiseks on teostada kvalitatiivseid uuringuid ja katseid ülilooli kui erapooletu osapoole tasandil.

Katelseadmete õppelaboratoorium

Uurimaks Eestis, eelkõige Lõuna-Eesti regioonis kasutatavate puitkütuste ning Eestis toodetavate väikekatelde parameetreid, avati Eesti Maaülikooli tehnika-



Lõuna-Eesti regiooni katelseadmed ning nendes kasutatavad kütused 2011. aastal.
The boilers of Southern-Estonia and the fuels used in 2011.

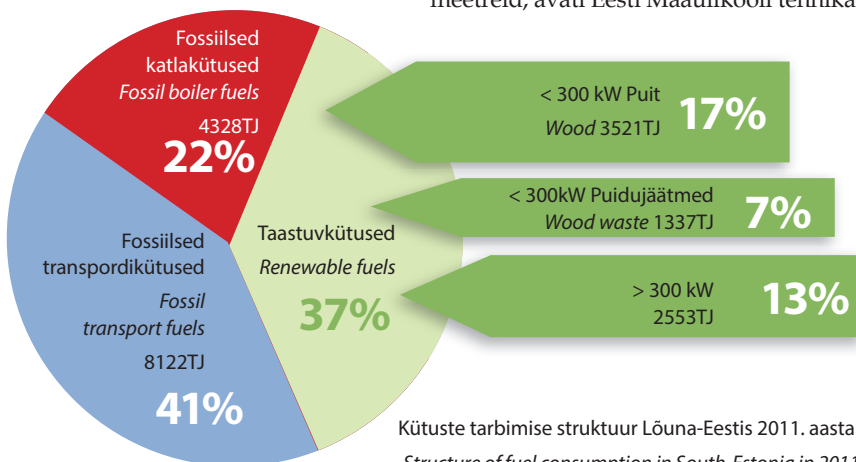
instituudis käesoleva aasta alguses katelseadmete õppelaboratoorium.

Laborikatsetuste eesmärgid:

- Toetada õppetööd tehnikaerialadel.
- Valdkonna seadmete ja kütuste kohta käivate standardite laialdasem tutvustamine.
- Ettepanekute tegemine katelseadmete konstruktsiooni täiendamiseks vastavalt katelseadme välispinna soojuseraldusele ning kütuste eripäradele.
- Kasutatavate kütuste parameetrite kvalitatiivne analüüs koostöös puitkütuste tarbijatega ning tulemuste levitamine kütuste kasutajate seas.

Kuna tegemist on ülilooli juures tegutseva laboratooriumiga, on labori põhieesmärk toetada õppetööd tehnikaerialadel, eelkõige energiakasutuse bakalaureuse- ja magistriõppes. Tehnikaerialade profileerivate õppeainete „Soojusõpetuse põhikursus“, „Katelseadmed“ ja „Taastuvenergia allikad“ põhiprogrammis on mitmed harjutustööd, mille käigus tutvutakse soojatootmisega. Katlalabor võimaldab arvutuste käigus saadud teoreetilisi andmeid kontrollida reaalsete soojustehniliste eksperimentidega.

Kuigi labori peamine eesmärk on õppetöö, toimuvad samas ka koostöös tootjatega katsed eri kütuste omaduste



Kütuste tarbimise struktuur Lõuna-Eestis 2011. aastal.
Structure of fuel consumption in South-Estonia in 2011.

uurimiseks ja põletustehnoloogiate optimeerimiseks. Kogutud teave võimaldab leida kateltele optimaalsed töörežiimid.

Katlalabori soojusskeem koosneb katlastendist ja akumulaatorpaagist, kuhu saab salvestada katelde töö käigus tekki-va soojusenergia. Katelde katsestendid on varustatud mitmekülgse pidevalt areneva mõõtetehnikaga, mida saab kergesti ümber seadistada. Laboris saab praegu mõõta kütuse niiskust, tihedust, mahumassi, põlemise leegi temperatuuri, suitsugaasi temperatuuri ja koostist ning põlemisel tekkiva tuha massi ja mahtu.

Korstnasadestite visuaalsel vaatlusel saab tuvastada põlemise kvaliteeti – täielikul põlemisel tekkiv tuhk on valge, mittetäielikul põlemisel tekkiv tahm aga musta värvi. Õppetöö käigus tekib arvestatav kogus soojusenergiat, mis juhitakse tehnikainstituudi maja küttevõrku. Katsete tegemise ajal on katlalabor õppehoone põhiline soojusvarustaja.

Digitaalne andmehõive lubab jälgida katelde tööparameetreid nii ülikooli lo-kaalvõrgus kui ka interneti vahendusel. Toimunud mõõtmiste kokkuvõtted säilitatakse mõtteserveris ning neid saab kasutada ka edaspidiste katsete võrdlusmaterjalina. Lisaks olemasolevale andmete registreerimissüsteemile on arendusjär-gus ka SCADA-laadne juhtimis- ja visua-liseerimistarkvara, mille kaudu katlalabo-ri infosüsteem moodustab terviku kogu õppehoone infrastruktuuriga.

Katla käivituskatse

Katelde uuringu käigus on koostatud laboratoorse töö meetodika üldnimetuse all „Katla käivituskatse“, mille käigus prognoositakse katla ja selles leiduva vee massi alusel töörežiimi jõudmiseks vajalik kütusekogus. Lähtudes katla sildiandmetest ja mõõtmistulemustest, arvutatakse energiahulk, mis on vajalik süsteemi temperatuuri tõstmiseks ühe kraadi võrra. Selle väärtusest saab tuletada koguenergia, mis on vajalik soovitud temperatuuritõusuks. Saadud energia alusel arvutatakse vajaminev kütusekogus.

Eksperimendi eesmärk on tutvustada üliõpilastele soojustehnika põhimõisteid, nagu kasutegur ja võimsus. Katsele eelneb tutvumine veekatla tehniliste andmete ja soojusskeemiga. Tehniliste andmete hulgas on tootja poolt esitatud kasutegur, süsteemis ringleva vee kogus ja katla mass, millest saab tuletada katla töörežiimile viimiseks vajaliku energiahulga. Lisaks peab üliõpilane arvutama väikese ringi veemahu ja torustiku massi, sest ka need kuuluvad soojenevasse süsteemi. Lõpptulemuseks arvutab üliõpilane energiahulga, mis võimaldab süsteemi temperatuuri tõsta töötemperatuurile.

Temperatuuride mõõtmisel kasuta-

takse 1-Wire andureid DS1820. Andurid on paigaldatud soojusmagistraali toru pinnale isolatsioonikihi alla ning termilise kontakti parendamiseks sisetatud metalliga termopasta abil, mida kasutatakse muidu arvutiprotsessorite jahutamisel. Andurite kõrvale on paigaldatud visuaalse näidikuga paisumistermomeetrid, mis võimaldavad mõõtetulemusi kontrollida. Sama meetodiga on vertikaalsihil soojusakumulatsioonipaagi pinnale kinnitatud iga 10 cm tagant silikooniga fikseeritud temperatuurandurid. Katlalabori väljund on varustatud temperatuuranduritega siseneval ja väljuval suunal.

Põlemisõhu temperatuuri andur on asetatud 1,5 meetri kõrgusele ruumi keskele. Suitsugaasi temperatuuri andur on soojustakistusega suitsutoru pinnast isoleeritud, sest eelnimetatud andurite mõõtepiirkond on ülevalt piiratud 130 °C, suitsugaasi temperatuur küündib aga kohati üle 200 kraadi. Meie kasutatav tehniline lahendus võimaldab hiljem mõõdetud suitsugaasi temperatuuri näidud teisendada tegelikuks väärtuseks.

Esialgne energiaarvestus toimub stationaarse veemassi ja temperatuurimuutuse järgi. Paigaldatud on ka digitaalse väljundiga veekulumõõturid, mis anna-



Niiskusemõõtja WILE biomassi niiskuse ekspresshindamiseks.

WILE moisture meter for quick assessment of biomass moisture.

vad ühe impulsi 10 liitri vee läbivoolul. Kogu katlalabori poolt õppehoone küttevõrku antud soojuse registreerib soojussõlmes paiknev energiaarvesti. Enamik katlaruumis tekkinud jääsoojusest kogutakse maja sundventilatsiooni kaudu kokku ning jaotatakse regeneratiivse soojus-tagasti vahendusel teistesse ruumidesse.

Üliõpilased hindavad katse- kasutatava kütuse omadusi: niiskusesisaldust, kütteväärtust, partikli suurust ja ühtlust ning struktuuri. Kütuse omadusi hinnatakse nii ekspressmeetodil kui ka ahju-

kasutatava niiskusemõõtjat WILE, mis mõõdab niiskust materjali elektrijuhtivuse kaudu. Ahjumeetodi puhul viiakse proovikeha temperatuurikeskkonda 105 °C seniks, kuni keha mass enam ei kahane. Enamasti on selleks vaja 24 tundi, kuid see sõltub proovikeha suuruselt.

Standardite tutvustamine

Järgmine katlalabori tegevuse eesmärk on valdkonna seadmete ja kütuste kohta käivate standardite laialdasem tutvustamine. Näiteks standard EN303-5:2012 määrab kuni 500 kW võimsusega katelde testimise ja omadused. Standardikohaselt peavad katlad olema tulekindlad ja



OÜ Rapla Metall täiustatud katlamudel LUK-38.

Improved boiler LUK-38 of OÜ Rapla Metall.

kasutamisel ohutud. Katlad peavad olema valmistatud mittepõlevast materjalist ja vastupidavad deformatsioonile. Nad peavad taluma normaalses tööolukorras tekkivat survet. Soojuskandja ei tohi kuumeneda üle ohtliku piiri 110 kraadi. Katlast ei tohi lekkida põlemisgaase. Leegid ei tohi katlast väljuda ja söed ei tohi katlast välja kukkuda. Ka ahjud ja kütused on standardiseeritud.

Katsed katlalaboris näitasid, et eelmiste mudelite pinnatemperatuurid katla ees ja taga on suhteliselt kõrged. Standardikohaselt ei tohiks katla metallosade pinnatemperatuurid ületada keskkonnatemperatuuri rohkem kui 35 kraadi võrra. Koostöös katlatootjaga Rapla Metall OÜ on täiustamisel toodete soojustehnilised omadused. 2013. aasta Maamessil Tartus esitleti uut mudelit katlast LUK-38, millel on parendatud soojusisolatsioon. Parendatud konstruktsiooniga katlaid katsetatakse eeloleval kütteperioodil EMÜ katlalaboris. Lisaks käivituskatsele toimuvad seadistus- ja bilansikatsed.

Kütuste uuring

Eraldi tähelepanu väärib kütuste uuring, mille käigus tehti kvantitatiivanalüüsid näiteks Annikoru Seemnekeskuse viljapuhastusjääkidele. Ettevõtte põllud asuvad peamiselt Rannu, Konguta, Puhja ja Nõo vallas. Kokku on ettevõttel 2325 hektarit maad, millest 1100 hektaril kasvatatakse talivilja ja rukist, 300 hektaril liblikõielisi ja kõrrelisi heintaimi. 831 hektaril kasvatatakse suvirapsi, hernest, kaera, suviotra ja suvinisu. Sertifitseeritud seemnepõlde on kokku 777 hektarit ja mahepõlde 87 hektarit.

Katsete eesmärk on hakata kasutama seemnekeskuse energiavarustuses oma tootmisest tekkivat biomassi. Hinnangu-



Annikoru seemnekeskus kavatab toota olulise osa tehnoloogiliselt vajaminevast soojusenergiast tootmisjääkide põletamise teel.

Annikoru seed centre is planning to produce a significant portion of the heat required for their operations by burning processing waste.

FOTOD KÜLLI HOVI

TABEL 1

Kaugküttekatalamajade puitkütused ASis Otepää Veevärk.

Fuel wood used at district heating boiler houses of AS Otepää Veevärk.

KÜTUS FUEL TYPE	ISELOOMUSTUS DESCRIPTION	PARAMEETRITE MÄÄRAMINE DETERMINATION OF PARAMETERS
HAKKPUIT WOOD CHIPS	TARNIJA UPM KYMMENE AS. KÜTUSE KESKMIINE NIISKUS NING KOOSTIS AASTA LÄBI EELDATAVASTI STABIILNE SUPPLIER UPM KYMMENE AS. AVERAGE MOISTURE CONTENT AND COMPOSITION OF THE FUEL IS PRESUMABLY STABLE THROUGHOUT THE YEAR	JAH YES
KASEKOOR BIRCH BARK		JAH YES
HAKKPUIT WOOD CHIPS	OKASPUUHAKE, SISALDAB ROHELIST TOORMASSI (OKKAD) SOFTWOOD CHIPS, INCLUDES GREEN BIOMASS (NEEDLES)	JAH YES
SAEPURU SAWDUST	OKASPUIT – MÖÖBLI- JA SAETÖÖSTUSE JÄÄGID SOFTWOOD CHIPS – WASTE FROM FURNITURE INDUSTRY AND SAWMILLS	JAH YES
KÜTTEPUIT FIREWOOD	-	EI NO

liselt ulatub tootmisjääkide voog kuni 0,5 m³/h. Viljajääkide uuring näitab, et briketeerimisel on head tulemust raske saada, sest puistematerjal ei osuta briketimasinas piisavalt vastusurvet.

Paremaid tulemusi annab briketeerimisel lisaainena kasutatav saepuru. Täpsete vahekorrad väljaselgitamine vajab katseid. Eksperimentaalselt toodetud odra ja kaera puhastusjääkidest brikett okaspuusaepuruga vahekorras 50 : 50 oli heade omadustega.

Katlalaboris on katseliselt põletatud teraviljatootmisel tekkinud puhastusjääke. Segajääk heinaseemne ja teravilja tootmisest, mis tavaliselt on kompostitud, põletati automaatsööturiga 50 kW võimsusega katlas puistena ja briketeerituna. Briketi tootmisel selgus, et ilma sideaineta ei püsi materjal koos, kuid siiski suureneb

puistetihedus 400 – > 600 kg/m³. Saadud tehiskütus on kasutatav energeetilise toormena, kuid tuleb arvestada suurest tuhasisaldusest tulenevate probleemidega. Oli täheldatav ka tuha sulamine, mille käigus moodustuvad põletis tahked kogumid. Seega peaks põletusseade olema varustatud tuha automaateraldusega.

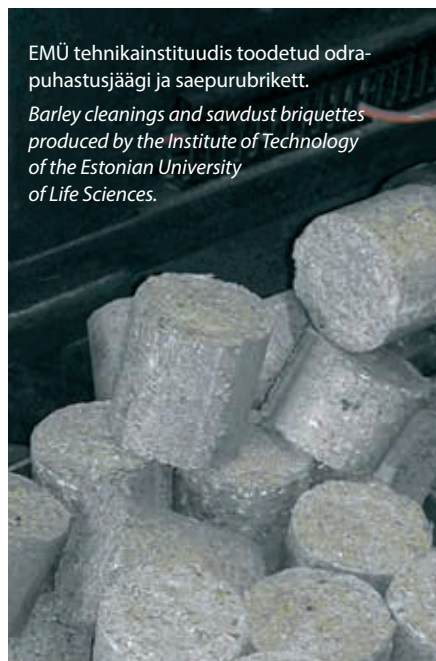
Viljajääkide probleem on suur tuhasisaldus, tuhk ummistab kolde. Rapsi puhastusjäägil oli mõõdetud tuhka massi järgi 6%, kuid tuhahulk mahuna on lausa 20%. Veel vajaks uurimist viljapuhastusjääkide koospõletamine turbaga ja segubrikettide püsivus transpordil ning säilitamisel.

Briketeerimiseks sobiv niiskus tundub olevat 10–15%. Väiksema niiskusega toore tolma häirivalt ja suurema niiskusega brikett laguneb. Siiski võib nentida, et briketimasinast läbi juhitud puhastusjääk on mahumassilt 1/3 võrra tihedam. Töötlemata kujul 400 kg/m³ ja briketeeritult 600 kg/m³ puistes.

Käesoleva aasta aprillikuus katsetati katlalaboris ka mitut vineeritööstuse jääkmaterjali, mis on kasutusel energeetilise toormena ASis Otepää Veevärk. Ettevõtte põhitegevus on lisaks Otepää vallas vee- ja kanalisatsioonimajandusega tegelemisele ka kaugküteteenuse pakkumine Otepää vallasiseses linnas. Ettevõtte kaugküttekatalamajades kasutatakse valdavalt puitkütuseid (vt tabel 1).

Kuna käesoleval juhul kasutatakse puitkütuseid soojusenergia tootmiseks, on tähtsamateks kütuse parameetriteks kütteväärtus (MWh/m³) ja tihedus (kg/m³). AS Otepää Veevärk tõi kütuse parameetrite määramiseks EMÜ tehnikainstituudi katelseadmete laborisse tabelis 1 märgitud puitkütused.

Katelseadmete labor on praegu käivituskäigus ning seetõttu piirduti puidu



EMÜ tehnikainstituudis toodetud odrapuhastusjäägi ja saepurubrikett.

Barley cleanings and sawdust briquettes produced by the Institute of Technology of the Estonian University of Life Sciences.

TABEL 2

Katse- ja arvutustulemused / Test and calculation results.

Kütuste teoreetiline tuhasus ning kuivaine alumised kütteväärtused on võetud kirjandusest.

KÜTUS FUEL	TARBIMISAINE NIISKUS MOISTURE CONTENT	TEOREETILINE TUHASISALDUS THEORETICAL ASH CONTENT	MÕDETUD TUHASISALDUS MEASURED ASH CONTENT	ARVUTUSLIK KÜTTEVÄÄRTUS MJ/KG CALCULATED CALORIFIC VALUE	KÜTUSE TIHEUS KG/M ³ FUEL DENSITY	ARVUTUSLIK KÜTTEVÄÄRTUS MWH/M ³ CALCULATED CALORIFIC VALUE
HAKKPUIT WOOD CHIPS	30%	0,30%	0,31%	12,1	190,7	0,64
KASEKOOR BIRCH BARK	46%	2,40%	0,85%	8,5	301,0	0,71
HAKE + KASEKOOR (50/50) WOOD CHIPS + BIRCH BARK	39%	1,35%	1,37%	10,1	251,5	0,70
SAEPURU SAWDUST	21%	0,30%	0,61%	14,1	195,4	0,77
HAKKPUIT (OKASTEGA) WOOD CHIPS (WITH NEEDLES)	54%	-	-	7,7	329,4	0,71

omaduste määramisel järgneva:

- tarbimisaine niiskus, %;
- kütuse tihedus, kg/m³;
- kütuse arvutuslik kütteväärtus, MWh/m³;
- kütuse põlemiskatses järele jäänud tuha kogus (kg) ja kütuse indikaativne tuhasisaldus, %.

Katelseadmete laboris kasutatavate katelseadmete etteandemehhanismi eripärast ning mõotmissüsteemi häälestusperioodi kestusest tulenevalt ei määratud kütuse põletamisel saadud soojusenergia kogust. Katse- ja arvutustulemused on koondatud tabelisse 2. Niiskuse määramisel võeti igast kütusest neli proovi – keskmise niiskuse määramisel eemaldati maksimumaalne ja minimaalne tulemus. Kütuse tihedus on arvatud kogu katsetatud kütuseliigi koguse jaoks.

Niiskuse määramisel lähtuti valemist:

$$W_t = \frac{M - M_t}{M} \cdot 100\%,$$

W_t - KÜTUSE TARBIMISAINE NIISKUS, %;
M - NIISKE PUIDU MASS, KG;
M_t - KUIVA PUIDU MASS, KG.

Kütuse arvutusliku kütteväärtuse määramisel lähtuti valemist:

$$Q_a^t = Q_a^k (1 - W_t / 100) - 2,44W_t / 100$$

Q_a^t - KÜTUSE TARBIMISAINE ALUMINE KÜTTEVÄÄRTUS, MJ/KG;
Q_a^k - KÜTUSE KUIVAINE ALUMINE KÜTTEVÄÄRTUS, MJ/KG.

Tulemustest nähtub, et kõigi kasutatavate kütuste arvutuslikud kütteväärtused on suhteliselt sarnased. See aga ei tähenda, et kasutatavate katelseadmetega on võimalik kogu soojus kasulikult kätte saada. Esialgsed tulemused katlalaboris näitavad, et niiske hakke W_t > 40% puiste valgustus sööturi punkris jätab soovida. Tihti moodustub võlv, mis takistab automaatsööturi tööd. Kuivema materjali kasutamisel on varisevus parem ja ka kütteväärtus suurem.

Soovitisi laboritööde metoodika täiustamiseks

Katsetuste käigus on tekkinud järgmised tähelepanekud ja ettepanekud laboratoorsete katsetuste kohta:

Kui valdkonnaga pidevalt ei tegele, siis on mõtet vajalikud alganded (alumised kütteväärtused, katelseadmete seadearvud jms) koondada tabelitöötuse faili, mille abil on mugav teha kontrollarvutusi.

Mahumassi määramiseks on otstarbekas kasutusele võtta üks 0,05–0,1 m³ suurusega kast, mille abil saab kütuse tiheduse leidmisel kasutada mitmete katsete tulemusi.

Katelseadmest väljuvat soojushulka ei olnud katsetuste tegemise ajal võimalik otseselt mõõta – selle arvutamine praegu mõõdetavate suuruste põhjal on ilmselt võimalik, kuid esimesel korral aeganõudev. Veevarvestite kasutuselevõtt on võtmeküsimus.

Kasutades mitmesuguseid kütuseid, selgus, et katelseadmega tarnitud punkris

esineb probleeme – etteandemehhanismi kohal tekib sageli võlv, mis vähendab etteannet või takistab kütuse ligipääsu täielikult. Seetõttu ei saa põlemisprotsess toimuda optimaalselt. Kui punkrit välja ei vahetata, siis ei tohiks punkrisse ladustatav kogus ületada 2–3 kotti. Võib-olla peaks kasutama punkri väristajat.

Eelmises punktis öeldut rakendades peaks suurenema ka põlemistemperatuur ning seega vähenema pinnakadude osakaal kogu katelseadme soojusväljastusest.

Kuna maja katuseeni ulatuv korsten tekitab tööolukorras liiga tugeva tõmbe, on kaalumisel kaks varianti tõmbe reguleerimiseks. Suitsugaasi ventilaator, mis töötab sagedusmuunduriga, võib olla nii tõmbe parandaja kui ka pidurdaja rollis. Automaatklapp, mis laseb suitsumagistraali lisaõhku, oleks odavam ja kiiretoimeline lahendus.

Tunnustus

EMÜ tehnikainstituudi katlalabori sisustamist ning artikli jaoks vajalike andmete kogumist toetas Euroopa Liit Interreg IVA ja IVC programmide ECOHOUSING ja BIO-EN-AREA kaudu. Katlalabori töökorda seadmisele on aktiivselt kaasa aidanud Rapla Metall OÜ. Samuti soovivad töö autorid tänada ASi Otepää Veevärk ning Annikoru seemnekeskust tõhusa koostöö eest.

Kirjandus

Koppel, E. M. (koostaja). Eesti Vabariigi aruanne Euroopa Komisjonile taastuvatest energiaallikatest toodetud energia kasutamise ja edendamise edusammude kohta. 2011. Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, Tallinn. 26 lk. Kättesaadav: <http://www.mkm.ee/nreap-2/> (20.04.2013).

Uiga, J., Kikas, M., Muiste, M. Taastuvkütuste kasutamise koordineerimine Lõuna-Eesti regioonis. Taastuvate energiaallikate uurimine ja kasutamine, Tartu, 2012, 28–38.

Kirjalik teabenõue Keskkonnateabe Keskusele, 2011.

Statistikaamet. KE07: Kütuste tarbimine kütuse liigi ja maakonna järgi.

Tartu Regiooni Energiaagentuur MTÜ. Biomassi kasutamine Lõuna-Eesti regioonis. Tartu, 2013. 61 lk.

Eesti Standardikeskus. EVS-EN 303-5:2012. Küttekadlad. Osa 5: Käsitse ja automaatselt köetavad tahkekütusekatlad nimisoojustusvõimega kuni 500 kW. Mõisted, nõuded, katsetamine ja märgistus.

Paist, A., Poobus, A. Soojusgeneraatorid. TTÜ Kirjastus, Tallinn, 2008.

Hovi, M. jt. ECOHOUSING – energiatõhusate ja keskkonnahoidlike elamutele pühendatud projekt. Keskkonnatehnika 1/2013.



Energiataimede katsetest Eesti Maaülikoolis

MAARIKA ALARU
EMÜ TEADUR



Aastatel 2008–2012 korraldati Eesti Maaülikoolis põllumajandusministeeriumi finantseerituna katse, mille eesmärk oli leida sobivad energiakultuurid Eesti kliimas kasvatamiseks.

Bioenergiakultuuride valikul oli esmane kriteerium nende maapealse biomassi kasvatamise võime ja võimalikult vähesed kulutused nende kasvatamiseks. Kirjandusest saadud informatsiooni põhjal valiti üheaastastest kultuuridest kanep ja päevalill ning mitmeaastastest heintaimedest oli katses seitse taimikut: päideroog (sort 'Pedja'), ohtetu luste (sort 'Lehis'), harilik kerahein (sort 'Jõgeva 220') ja idakitseherne (sort 'Gale') puhaskülvinä ja eespool nimetatud kõrrelise segukülv idakitsehernega.

Üheaastaseid põllukultuure kasvatati neljal lämmastikväetise foonil: 1) kontrollvariant, N_0 ; 2) mineraalne ammoooniumnitraat N_{100} ; 3) Tartu reoveesete, lämmastiku kogus arvestatud 100 kg N ha; 4) veiseläga 100 kg N ha. Heintaimede saagikust võrreldi $N_{0P_0K_0}$, $N_{0P_{30}K_{60}}$, $N_{60P_{30}K_{60}}$ ja reoveesete foonil. Reoveesete laotati lappidele iga vegetatsiooniperioodi alguses ja seda anti koguses, mis vastas lämmastiku normile 60 kg ha.

Maapealne biomass

Katsesse valitud üheaastaste energiakultuuride kanepi ja päevalille maapealsed biomassid olid meie tingimustes oodatust väiksemad, seda eriti kanepi puhul (vt diagramme).

Kuna energiakultuurid ei tohiks toiduviljaga konkureerida paremate muldade

pärast, siis kasvatatakse neid eeldatavasti ikka vähem viljakatel muldadel ja see omakorda nõuab suuremaid investeeringuid (suuremad väetis kogused), et tagada suurt maapealset biomassi. Lisaks on väga oluline uurida kanepi kasvatamist pikemaajalise külvikorra raames.

Väetisevariantidest osutus sobivaimaks reoveesete foon, kus taimedele vajalik lämmastik mineraliseerus aeglaselt ja oli Eesti tingimustes suhteliselt aeglase algarenguga kanepi ja päevalille taimede kiirel kasvuperioodil juuni lõpus ja juuli alguses kättesaadav. Lägaga ja reoveesetega väetamine toimus enne külvi. Mai esimesel dekaadil antud läga lämmastik seevastu ei taganud suuri maapealseid biomasse ja kanepi puhul oli läga variandilt saadud biomassaak statistiliselt võrdne kontrollvariandiga.

Kirjanduse andmetel on võimalik saada juba väikeste lämmastikväetise koguste (60 kg/ha) puhul suuri maapealse biomassi saake. Katses lähtuvalt võib väita, et kanepi briketiks tootmise puhul on lämmastikväetise norm 100 kg N ha Eesti vähevilkakatel muldadel ebapiisav kogus.

Mitmeaastaste heintaimede puhul on kolmest võrreldud kõrrelisest suurim potentsiaal biomassi tootmisel päiderool. Ohtetu luste ja keraheina saagikus on sellega võrreldes väiksem. Ida-kitseherne kasvatamine energiatootmise eesmärgil ennast ei õigusta, sest aeglase algarengu tõttu on selle saagikus esimesel kolmel aastal väike. Samal põhjusel ei sobi idakitseherne kasvatamiseks segus kõrrelisega.

Meie poolt uurimistöö alguses püstitatud hüpotees, et idakitseherne kasvatamisega on võimalik loobuda lämmastikväetisest, ei leidnud katses kinnitust. Edaspidi oleks vaja uurida seemneseadusi, kus idakitseherne kõrval on veel mõni liblikõieline, mis oleks konkurentsivõimeline kohe külvi järel ja täidaks esi-

mesel kolmel aastal taimikus idakitseherne kohta.

Reoveesete sobib väetisena heintaimede biomassi tootmisel. Kõige suurema efekti annab see päideroo puhul, kus reoveesetega väetatud variandi saak oli võrreldes mineraalväetist saanud variandiga võrdne või isegi suurem. Ohtetu luste ja keraheina puhul oli reoveesete efektiivsus väiksem ja nende saak on suurem mineraalväetisega väetades. Reoveesete annab suurima efekti niiskema kasvuperioodiga aastatel. Kuivematel aastatel on selle mõju saagile väiksem. Reoveesetega väetamine ei suurendanud meie katses raskmetallide sisaldust mullas.

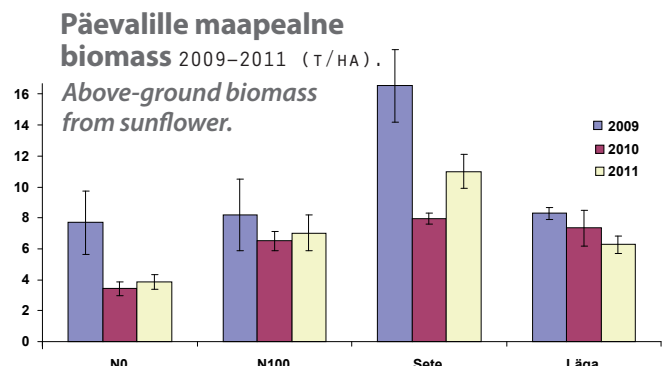
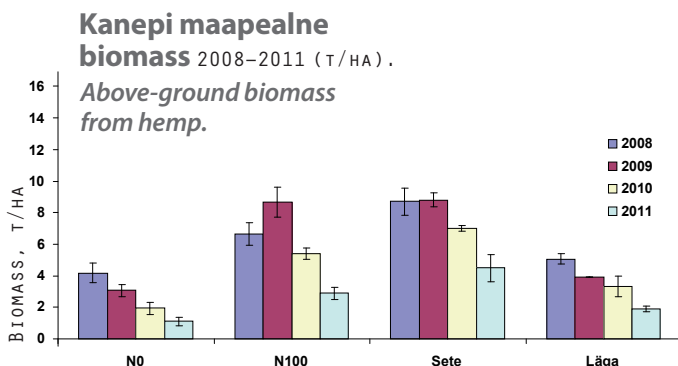
Eestis on heintaimede biomassi saaki võimalik koristada ainult suvel. Koristusaaja valikul tuleks lähtuda biomassi saagist ja võimalusest seda põllul kuivatada. Meie katse tulemuste põhjal on optimaalne heintaimede saagikoristusaeg ajavahe- mikus augustikuu algus kuni augustikuu keskpaik. Varasema saagikoristuse korral on saak väiksem ja hiljem koristades võib olla probleemiks saagi kuivatamine põllul.

Ühenniitelist saagikoristamist tuleb eelistada kaheniitelisele, sest ädalast saadav energia on väiksem võrreldes biomassi põletamisel saadava energiaga.

Metaani- ja etanoolisaak

Meie uurimustöös oli pearõhk asetatud energiataimede sobivusele tahke kütuse (briketi ja puidugraanulite) tootmiseks, kuid katse käigus uurisime lisaks ka kanepi ja päevalille potentsiaali biogaasi ja bioetanooli allikatena. Võrdluseks on esitatud tabelites 1 ja 2 veel ka maapirni, amuuri siidpõõrise, energiaheina Szarvasi-1 ja hirs metaani- ja etanoolisaagid. Kui tahke kütuse korral eelistatakse ligniinirohket materjali, siis biogaasi ja bioetanooli tootmisprotsessis peab ligniinisaldus olema võimalikult väike.

Ligniinisaldus taimedes suureneb nende vananemisel, seega sõltuvalt lõpp-produktist peab taimede koristusaeg olema erinev. Suurema etanooli- ja biogaasisaagi saamiseks peab kanepit ja päevalille koristama nende seemnete vahaküpsuses (Eesti tingimustes augusti lõpus – septembri esimesel poolel), tahke



TABEL 1

Kanepi briketiks tootmise majandusanalüüs

SÕLTUVALT ERI VÄETISFOONIDELT SAADUD MAAPEALSEST BIOMASSIST (2008.–2011. A KESKMINE, TULUD JA KULUD €/HA).

Economic analysis of the production of hemp for briquetting, DEPENDING ON THE AMOUNT OF ABOVE-GROUND BIOMASS PRODUCED BY USING DIFFERENT FERTILISERS (THE MEAN OF 2008–2011, REVENUES & COSTS € HA).

TEGEVUS ACTIVITY	N100 100 KG N HA	SETE SLUDGE 100 KG N HA	LÄGA SLURRY 100 KG N HA
TOODANG, T/HA PRODUCTION	5,9	5,8	3,6
BRIKETIST SAADUD TULU REVENUE FROM BRIQUETTES	784.70	771.40	478.80
ÜHTNE PINDALATOETUS SINGLE AREA PAYMENT	91.10	91.10	91.10
TULUD KOKKU TOTAL REVENUE	875.80	862.50	569.90
KULUD / Costs:			
KÜND PLOUGHING	57.70	57.70	57.70
KULTIVEERIMINE, 2 X CULTIVATION, 2 X	43.80	43.80	43.80
VÄETAMINE + TRANSPORT FERTILISING + TRANSPORT	95.65	135.00	376.35
SEEME SEEDS	170.50	170.50	170.50
KÜLV SOWING	43.00	43.00	43.00
KORISTUS + TRANSPORT HARVESTING + TRANSPORT	20.70	19.60	16.60
BRIKETTIMISE KULU BRIQUETTING COSTS	474.95	466.90	289.80
KULUD KOKKU TOTAL COSTS	906.30	936.50	997.75
KASUM/KAHJUM PROFIT/LOSS-	30.50	- 74.00	- 427.85

kütuse tootmisel aga oktoobri alguses.

Metaanisaaki mõjutas usutaval määral taimede ligniinisaldus: metaanisaak oli ligniinisaldusega negatiivses korrelatsioonis ($r = -0,70$; $P < 0,05$). Maapealse biomassi ligniinisaldus oli mõjutatud taimede arengufaasist koristusajal. Väiksem ligniinisaldus oli taimedel, mille areng oli aeglasem.

Taimed, mis pärinevad lõunapoolsest piirkonnast, arenevad Eesti tingimustes aeglasemalt, sest koristusajaks kogunenud efektiivsete temperatuuride summa on tunduvalt väiksem kui nende päritolumaal. Taimede hemitselluloosi- ja tselluloosisaldused metaanisaaki usutaval määral ei mõjutanud, tendentsina võib märkida, et hemitselluloosi/ligniini suhe oli positiivses korrelatsioonis metaanisaa-giga ($r = 0,61$). Kõige madalam hemitselluloosi/ligniini suhe oli päevalillel.

Tulemustest selgus, et etanoolisaak sõltus biomassi tselluloosisaldusest. Mida suurem oli tselluloosisaldus, seda suurem oli glükoosisaak, erandiks olid vaid päevalill ja pilliroog. Parim etanoolisaak 83,40 g/kg saadi kanepi proovidest, mille tselluloosisaldus oli suurim 53,86%. Oktoobris koristatud maapirni etanoolisaak oli väiksem 36,55 g/kg.

Ühe- ja mitmeaastaste energiataimede etanoolisaak pinnaihiku kohta oli usutaval määral kõige suurem amuuri siidpöörisel ja kõige väiksem maapirnil. Kui-

TABEL 2

Päevalille briketiks tootmise majandusanalüüs

SÕLTUVALT ERI VÄETISFOONIDELT SAADUD MAAPEALSEST BIOMASSIST (2009.–2011. A KESKMINE, TULUD JA KULUD €/HA).

Economic analysis of the production of sunflower for briquetting, DEPENDING ON THE AMOUNT OF ABOVE-GROUND BIOMASS PRODUCED BY USING DIFFERENT FERTILISERS (THE MEAN OF 2009–2011, REVENUES & COSTS € HA).

TEGEVUS ACTIVITY	N100 100 KG N	SETE SLUDGE 100 KG N	LÄGA SLURRY 100 KG N
TOODANG, T/HA PRODUCTION	7,2	9,5	7,3
BRIKETIST SAADUD TULU REVENUE FROM BRIQUETTES	957.60	1263.50	970.90
ÜHTNE PINDALATOETUS SINGLE AREA PAYMENT	91.10	91.10	91.10
TULUD KOKKU TOTAL REVENUE	1048.70	1354.60	1062.00
KULUD / Costs:			
KÜND PLOUGHING	57.70	57.70	57.70
KULTIVEERIMINE, 2 X CULTIVATION, 2 X	43.80	43.80	43,80
VÄETAMINE + TRANSPORT FERTILISING + TRANSPORT	95.65	135.00	376.35
SEEME SEEDS	110.15	110.15	110.15
KÜLV SOWING	43.00	43.00	43.00
KORISTUS + TRANSPORT HARVESTING + TRANSPORT	44.30	55.31	44.77
BRIKETTIMISE KULU BRIQUETTING COSTS	579.60	764.75	587.65
KULUD KOKKU TOTAL COSTS	929.90	1209.71	1263.42
KASUM/KAHJUM PROFIT/LOSS	118.80	144.89	- 201.42

gi kanepi proovidest saadi etanooli 1 kg kohta kõige enam, siis väike saagikus aastate ja väetisevariantide keskmisena põhjustas ka väikse etanoolisaagi pinnaihiku kohta.

Energiataimede maapealse biomassi saagikus Eesti muutlikes ilmaoludes oli eri aastatel väga ebastabiilne, seetõttu oleksid otstarbekad edaspidised uurin-gud eelkõige amuuri siidpöörise-ga ja energiaheinaga Szarvasi-1.

Briketiks pressimise analüüs

Majandusliku analüüsi tarbeks kasutatud põllutööde, seemne, väetiste jms hinnad saadi eri allikatest:

- Põllutööde hinnad - www.eria.ee, Masinakulude algoritmid
- Kanepiseemne hind 3.83 €/kg - www.perfectplant.ee, (2008)
- Min.Nväetis NH4NO3, 325 €/t - www.pikk.ee, 2011
- Läga 5.75 €/t; transport 4.80 €/t - Haage Agro (2009)
- Reoveesete 6 €/t, transport 4.80 €/t - www.pikk.ee (2011)
- Brikettimise kulu 80.50 €/t - EMÜ, Agraarökonomi-ka ja turundus
- Briketi hind 133 €/t - www.diislikeskus.ee/puit1
- Põllutööde (102 kW traktoriga) hinnad - www.eria.ee
- Ühtne pindalatoetuse suurus - www.pria.ee (2011).
- Kanepi biomassist valmistatud briketi hind kujunes järgmise tehnoloogia järgi: biomassi niitmine, selle vedu kuivatisse, kuivatamine, seejärel jahvatamine ja briketiks kokkupressimine.

Lägaga väetatud variandi suur negatiivne eelarve oli tingitud eelkõige väi-

kesest saagikusest ja suhteliselt suurest väetamiskulust.

Kanepist valmistatud briketi mi-nimaalne hind, mille puhul kasumit veel ei saada, aga kulud saab kaetud, on N100, reoveesete ja veiseläga puhul vastavalt 138.20, 145.80 ja 254.85 €/t.

Kuna päevalille maapealne biomass oli kanepi biomassist 1,2–2,0 korda suurem (vastavalt väetusvariandile), siis majanduslikult ebaotstarbekaks osutus ainult lägaga väetatud variant.

Kokkuvõte

Katses tulenevalt võib väita, et 100 kg N koguse juures on väheviljakatel muldadel üheaastastest kultuuridest perspektiivikaim kasvatada päevalille.

Läga lämmastikväetisena ei taga vajaliku suurusega maapealset biomassi ei kanepi ega päevalille puhul, samas reoveesete annab kontrollitud tingimustes (raskmetallide sisaldus settes) nii ühe- kui ka mitmeaastaste energiataimede väetise-na vajaliku maapealse biomassi suuruse.

Heintaimedest annab kõige suurema netoenergiaaagi (hinnatuna põllul) päi-deroog. Kõige efektiivsem oli heintaimede biomassi tootmine siis, kui väetisi ei kasutatud. Väga hea oli energiakasutus-efektiivsus ka juhul, kui kasutada väeti-sena ainult reoveesetet, mineraalväetiste kasutamisel väheneb energiakasutusefektiivsus oluliselt.

Biogaasi energeetiline potentsiaal

AHTO OJA

EESTI BIOGAASI
ASSOTSIATSIOONI
JUHATUSE ESIMEES



Konjunktuuriinstituudi ülevaate (2011) järgi toodeti Eestis 2010. aastal 13,13 miljonit Nm³ biogaasi, millest enamik pärines prügilatest (9,3 miljonit Nm³). Reoveesetest toodeti ligi 3 miljonit Nm³ ja alla miljoni Nm³ sealäga. 2012. aasta lõpul alustas biogaasi tootmist Aravete Biogaas OÜ jaam, mille maksimaalne võimsus on umbes 6 miljonit Nm³ biogaasi. Biogaasijaamad töötavad ka Tartu ja Kuressaare reoveemudal.

Eesti teoreetiliseks biogaasi potentsiaaliks on hinnatud 1,322 miljonit Nm³. Biogaasi tootmise sisendid on: reoveemuda, biolagunevad jäätmed, suurimad prügilad, sigade ja veiste läga ja sõnnik, roheline biomass kõlvikutelt, kasutamata põllumaade pindadelt ja poollooduslikelt rohumaadelt.

Eestis kasutatava biogaasi potentsiaal on realiseeritav järgmiselt:

- 15% (2020) kuni 25% (2050) looduskaitse eesmärkidel niidetud poollooduslike kooslustega maade heinast;
- 20% (2020) kuni 50% (2050) kasutamata põllumaadest saadavast silost (saagikus 15 t/ha, biogaasi took 155 Nm³/t VM);
- 5% põllumajanduskõlvikutest on Eesti maaelu arengukava järgi soovitatav kasutada energiakultuuride kasva-

tamiseks (1 078 330 hektarist 5% on 53 917 ha, arvestatud on saagikusega 15 t/ha, biogaasi took 155 Nm³/t VM);

- 80% tekkivast reoveemudast kasutatakse biogaasi tootmiseks;
- 65–72% kogu tekkivast sõnnikust ja lägast on võimalik töödelda biogaasiks;
- 80% on võimalik toota liigiti kogutud biojäätmest (toiduainetööstus, köögi- ja sööklajätmed).

Reaalselt kasutatav biogaasi hulk koos prügilagaasiga on aastas 633 miljonit Nm³, mis teeb biometaanina aastaseks arvatavaks koguseks 2050. aastal 380 miljonit Nm³. Kuna biometaan on oma omadustelt ja energiasalduselt võrreldav maagaasiga, olgu toodud võrdluseks maagaasi tarbimine Eestis 2011. aastal – 632 mln Nm³.

380 miljoni Nm³ biometaani primaar-energiavõimsus on 3,8 TWh, millega saaks varustada 38% kasuteguriga toodetud elektriga 502 221 leibkonda (1 154 881 inimest, arvestades inimese kohta 1,25 MWh; Eesti Statistikaameti andmetel oli 2011. a Eestis leibkonna keskmine suurus 2,3 inimest) ja 42% kasuteguriga toodetava soojusega 214 177 leibkonda (494 000 inimest, arvestades inimese kohta 3,23 MWh). Välditav CO₂ kogus oleks sealjuures 4 miljonit tonni aastas.

Eeldame, et pool aastas toodetavast 633 miljonist Nm³ biogaasist kasutatakse soojuse tootmiseks või elektri ja soojuse koostootmiseks ja teine pool kasutatakse mootorikütustes ehk siis 185 miljonit Nm³ juba 98% CH₄ sisaldusega biometaanina (sh ilma prügilagaasita), mis vähendab suure lämmastikusisalduse tõttu metaani osakaalu biometaanis. Statistikaameti

andmetel tarbiti Eestis 2011. aastal kokku 556 000 tonni diislikütust ja 266 000 tonni bensiini. Arvestades, et liiter bensiini kaalub 0,76 kg ja liiter diislikütust 0,82 kg, tarbiti ühtekokku 678 miljonit liitrit diislikütust ja 350 miljonit liitrit bensiini.

Kuna ühe liitri vedelkütuse energiasaldus on ligilähedane ühele kuupmeetri biometaanile, saab asendada 185 miljonit Nm³ biometaaniga umbes 20% 2011. aastal tarbitud fossiilsetest vedelkütustest (umbes miljard liitrit aastas). Teadupärast on Eesti riiklik eesmärk asendada 2020. aastaks 10% mootorikütustest taastuvatest allikatest pärineva kütusega. Seega saaks 50% tehniliselt kasutatava biometaaniga täita selle riikliku eesmärgi peaaegu kahekordselt, sest on selge, et seal, kus on soojatarbimine, on mõistlik kasutada biogaasi ka elektri ja soojuse koostootmiseks.

Samas ei ole mõtet harrastada elektri ja soojuse koostootmist kohtades, kus soojusele pole kasutust. Biogaasi potentsiaal peaks jätkuma mõlemaks otstarbeks ja vajadusel saab biometaani tootmist ka suurendada, eriti roheline biomass arvel, suurendades nende alade pindala, kust rohelist biomassi koguda. Näiteks suurendada kasutamata maade kasutust üle 50% või looduskaitsealuste maade heina kasutamist üle 50%. Seal, kus maa ei sobi põllu- või metsamajanduseks, võiks seda kasutada energiakultuuride tootmiseks biogaasi tarvis. Kohtades, kus maa ei kõlba ka selleks, tuleks kasutada maad tuulikute ja päikesepaneelide jaoks või metsaistanduste (energiavõsa) rajamiseks.

Biogaasi aastane potentsiaal aastatega oluliselt ei muutu. Kui muutub, siis saab see ainult suureneva, sõltuvalt muude kütuste hindadest. Ettevõtluse Arendamise Sihtasutuse metaankütuste töörühm töötas 2012. a välja ettepanekud kuni 10% mootorikütuste asendamiseks biometaaniga ja edastas need majandus- ja kommunikatsiooniministeriumile.

Biometaani kasutamine transpordis

Biometaan on praegusel ajal ainus kodumaine taastuvkütus, mille abil on võimalik täita eesmärk asendada 5–10% transpordis kasutatavast kütusest taastuvkütustega. Eesti Biogaasi Assotsiatsiooni (EBA) eesmärk on edendada Eestis biogaasi ja biometaani tootmist. EBA töötas 2012. aasta kevadel koostöös EASi metaankütuste töörühmaga välja ettepanekud biometaani valdkonna edendamiseks transpordikütusena.

EASi metaankütuste töörühm analüüsis nelja Euroopa Liidu riigi kogemust biometaani kasutamisel transpordikütusena (EAS/EBA Ahto Oja, Tallinn, 2011). Teadaolevalt on majandus- ja kommuni-

TABEL

Biogaasi tootmine 2007–2010:

71% prügilagaasist ja 23% reoveesetest, ülejäänud biogaas kääritati sealäga. 2010. aastal toodetud biogaasist põletati peaaegu pool küünalpõletis (eelkõige prügilagaas).

Production of biogas in 2007–2010:

71% was produced from landfill gas and 23% from sewage sludge; the rest was fermented from pig slurry. About half of the biogas produced in 2010 was burned in candle burners (in particular landfill gas).

	2007	2008	2009	2010
KOKKU BIOGAASI TOOTMINE (MLN Nm ³) TOTAL BIOGAS (MILLION Nm ³)	12,54	11,65	13,59	13,13
SH BIOGAAS REOVEESETTEST INCL. BIOGAS FROM SEWAGE SLUDGE	2,64	2,84	2,69	2,96
SH BIOGAAS SEALÄGAST INCL. BIOGAS FROM PIG SLURRY	0,57	0,39	0,59	0,85
PRÜGILAGAAS LANDFILL GAS	9,34	8,62	10,32	9,32

ALLIKAS: EESTI KONJUNKTUURIINSTITUUT 2011, BIOENERGIA TURU ÜLEVAADE, MKM
SOURCE: ESTONIAN INSTITUTE OF ECONOMIC RESEARCH 2011, OVERVIEW OF THE BIOENERGY MARKET, MINISTRY OF COMMUNICATION AND RESEARCH

katsiooniministeeriumil kavas käesoleval aastal kehtestada määrus, mis kohustab vedelkütuste müüjaid müüma 5% biokütuse osakaaluga vedelkütuseid, aga suure tõenäosusega hakkavad kütuse sissevedajad vastavaid segusid lihtsalt importima. Ülejäänud 5% on kavas saavutada biometaanu kasutuselevõtuga transpordis. Biometaan on kohalik taastuvkütus, mille tootmine annab tööd ja jätab maksud Eestisse. Äsja valminud Eesti Arengufondi rakendusuringu (Oja 2013) alusel on biometaanu aastane avalike hüvede summa koos väliskaubanduse potentsiaaliga 275 mln eurot aastas (lisa 1).

Biogaasisektori seosed teiste valdkondadega

Biogaasi tootmine ja tarbimine on mitmetahuline ja mitmesuunaline. Seda mitmekesisust saab kirjeldada nii seoste kaudu teiste valdkondadega kui biogaasi väärtusahela abil. Biogaasi valdkond on tihedalt seotud teiste aladega, näiteks on sellel tugevad seosed energeetika ja energiapolitiika, keskkonnakaitse, jäätmekäitluse, põllumajanduse, regionaalse arengu ning teadus- ja arendustegevusega.

Biogaasi tootmise energiapolitiilised seosed väljenduvad kohalike taastuvenergiaallikate kasutuselevõttus, mis vähendab sõltuvust importkütustest. Samuti edendab biogaasi tootmine hajutatud energiatootmist, mis ei sõltu ilmastikuoludest (biogaasi tootmine ei sõltu tuule tugevusest ega päikese paistmisest ega veetasemest), mis omakorda tagab

stabiilsema energiatootmise. Biogaasi saab kasutada elektri ja sooja tohusaks koostootmiseks (kasuteguriga üle 85%, soojuse ja elektri eraldi tootmisel ei ole kasutegur üle 40%). Tulevikus on võimalus müüa puhastatud biogaasi ehk biometaanu maagaasivõrku või kasutada seda taastuva mootorikütusena.

Biogaasi tootmise keskkonnakaitse-line aspekt väljendub fossiilsete kütuste kasutamise ja sellega seostuva (õhu) saaste vähenemises, samuti vähenevad kasvahoonegaaside emissioonid põllumajandusest. Biogaasi tootmise käärimisjätki saab kasutada väetisena, kusjuures on oluline laotada seda taime kasvuperioodil, mitte sügisel. Kääritamata läga laotamine põhjustab ebameeldivat lõhnaprobleemi, kuid biogaasi tootmisel tekkiv käärimisjätk laotamisel ei haise ja sel on samaväärsed väetusomadused nagu sõnnikul või lügasel. Eri uuringute alusel paraneb toitainete kättesaadavus taimedele käärimisjätki korral võrreldes lügasel isegi kuni 10%.

Biogaasi seos jäätmemajandusega seisneb reoveesete kasutamises biogaasi tootmiseks, samuti sobivad biolagunevad jäätmed biogaasi tootmise tooraineks. Seetõttu ei saa pidada õigeks biolagunevate jäätmete masspõletamist koos olmejäätmetega või eraldi. Biogaasi tootmist võib vaadelda kui jäätmekäitluslahendust – anaeroobne kääritamine ehk biogaasi tootmine on üks efektiivsemaid biojäätmete käitlemise ja energiaksi muundamise tehnoloogiaid.

Biogaasi mõju põllumajandusele seisneb tahesõnniku ladustamise vajaduse kadumises, sest tahesõnnik asendatakse vedela käärimisjätkiga. Ühtlasi lihtsustub käitlemisprotsess. Biogaasi tootmisel hävivad sõnnikus olevad umbrohu-seemned ja patogeenid ning vähenevad kulutused käärimist soodustavate preparaatide ostuks. Lisaks väheneb võimaliku metaanimaksu risk.

Biogaasisektori areng tooks kaasa maamajanduse mitmekesistumise ja pakkuks täiendavat tulu põllumajandustootjatele energiatooraine/energiataimede kasvatamisel, mida näiteks väetatakse biogaasi tootmise käärimisjätkiga. Samuti mitmekesistaks selline areng põllukultuuride kasutamist ning uute energiakultuuride kasvatamist.

Biogaasi tootmise regionaalpoliitiline mõju seisneb väikeasulate mikrogaasivõrkude rajamises ja madalamas soojaenergia hinnas ning maapiirkondade täiendavas tööhoives. Biogaasi kasutuselevõttul on oma osa parema elukeskkonna loomises ja seeläbi piirkondade suurema konkurentsivõime tagamises (nt väiksem lõhnaprobleem, hooldatud põllud).

Biogaasi võivad toota ka bioenergiaühistud, sellel on hulk positiivseid külgi – suureneb sotsiaalne sidusus ja koostöö, energiasõltumatus, paraneb väikemajapidamiste majanduslik toimetulek jne. Biogaasi tootmise majanduspoliitiline tahk on kohaliku tootmise/põllumajanduse/ehituse edendamine, täiendavate töökohade loomine, investeringud ja ettevõtete areng.

LISA 1

Eesti Arengufondi rakendusuringu "Biometaanu avalikud hüved" lühikokkuvõte (lühendatult).

Biometaan on hetkel ainuke väljakujunenud tehnoloogiaga kohaliku taastuva biokütuse tootmise võimalus Eestis. Biometaanu sarnasusest maagaasiga johtub ka selle tootmise turutõke. Biometaanu tootmiseks on vaja teha investeeringuid, mistõttu selle omahind kujuneb suuremaks kui surumaagaasi hind maagaasitanklas. Sestap tuleb biometaanu tootmist toetada, kui ühiskonnal on soov asendada osa imporditavatest fossiilsetest kütustest kohaliku taastuva kütusega – biometaaniga.

Biogaasi saab biomassi anaeroobse käärimise teel vähemalt 37 °C juures. Biogaasis on keskmiselt 60% metaani (CH₄). Biometaan on puhastatud biogaas, kus metaanisaldus on 90–99%.

Biometaan ja maagaas on sarnase koostise ja kütteväärtusega -> 10 kWh/Nm³, 37 MJ/Nm³.

Eestis toodeti 2010. a biogaasi 13 mln Nm³, millest enamik pärines prügilatest, ja pool toodetud kogusest ei leidnud kasutamist. Aastaks 2012 on biogaasi tootmine kahekordistunud, umbes 25 mln Nm³.

Eesti teoreetiline biogaasi (60% CH₄) potentsiaal on 1,5 miljardit Nm³/a, puhastatuna biometaaniks on Eesti teoreetiline potentsiaal 900 mln Nm³ (CH₄ 98%).

Reaalselt kasutatav biogaasi hulk aastas on 633 mln Nm³, sellele vastav biometaanu potentsiaal on 380 miljonit Nm³/a, millest 9 miljonit Nm³ moodustab prügilagaas.

80% biometaanu potentsiaalilt (304 mln Nm³/a) kasutatakse transpordis aastal 2050. See moodustab 30% 2011. a vedelkütuste aastastest tarbimisest.

Metaankütuste soodustamiseks transpordis tuleb välja tööta-

da biometaanu kvaliteedistandard (metaanisaldusega 95%), luua tasuta parkimise võimalus metaansõidukitele, säilitada ja tagada kütuseaktsiisivabastus biometaanile ning säilitada aktsiisierisus transpordikütusena kasutatavale surumaagaasile (CNG). Näidisjaama biometaanu omahinnaks silohinnaga 30 €/t kujunes 1 €/Nm³. Samaväärse surumaagaasihind tanklas on 0,46 €/Nm³ (ilma käibemaksuta).

Biometaanis on 90–99% metaani (ja 1–10% CO₂), Põhjamaades tavaliselt 95%. Vene päritolu maagaasis on metaani 98% (0,06% CO₂), mida kasutatakse Eesti maagaasitorustikus.

Biometaanu tootmiseks peab tegema rohkem kulutusi, sestap tuleb tema tootmist ühiskonnal toetada.

Biometaanu tootmisega ja tarbimisega kaasnevad mitmed avalikud hüved, nagu kohaliku taastuvenergia tootmine hajaenergeetikas, energiapuulgeoleku suurenemine, sõltumatus kliimast (tuulest, päikesest ja veetasemest), regionaalne tasakaalustatud areng, lisandub 700–800 töökohta, toimub põllumajanduse mitmekesistamine, sõnniku käärimisjätki haisuvaba levitamine, vähem reostust levib pinnasesse, pinna- ja põhjavette, iseeneslik metaaniheide on väiksem, väiksemad õhuheitmed võrreldes fossiilsete kütustega, käärimisjätk kui maheväetis. Kui arvutada need avalikud hüved rahasse, siis saab ühiskond 380 mln Nm³ biometaanu tootmisest kaudselt kasu 275 mln €/a.

ALLIKAS: Oja, A. 2013. **Biometaanu kasutamise avalikud hüved**. Biometaanu kasutamise avalikud hüved aastas on maksimaalselt 275 mln € ja need katavad biometaanu tootmise kuni 90% investeeringutoetuse vajaduse nelja aastaga, Eesti Arengufond, Tallinn-Ääsmäe-Viin. 71 lk.

Käesolev artikkel on lühikokkuvõtte vabatahtliku töö tulemustest, mis valmis energiaressursside töörühmas teemal Eesti Energiamaajanduse Arengukavast aastani 2030 (ENMK 2030), visiooniga aastani 2050. Töö on toodud wiki-keskkonnas www.energiatalgud.ee ja selle koostasid eelkõige oma valdkonna parimad asjatundjad olemasoleva info alusel. Autor tänab kõiki, kes energiatalgute keskkonnas Eesti taastuvressursside töörühmas kaasa löid.

Eesti taastuvad energiaressursid

AHTO OJA

EESTI BIOGAASI
ASSOTSIAATIOONI
JUHATUSE ESIMEES,
ENMAK 2030 (+2050)
RESSURSSIDE TÖÖRÜHMA
KOORDINAATOR,
EESTI ARENGUFOND



Kirjutis käsitleb energiakandjaid ehk -ressursse. Eesmärk on olnud koguda kokku teadaolev parim tõendatud informatsioon Eesti energiaressursside kohta.

Energiaressursside kaardistamisel ei ole loodud uut infot, vaid on lähtunud parimast teadmisest. Energiaressursside kirjeldamisel ja prognoosimisel on lähtunud ressursi kasutamist puudutavatest üldpõhimõtetest, mis tulenevad mh säästva arengu seadusest.

Mets

Metsast saadava puidu energeetiline ressurss ja selle kasutamise eeldused:

- aastane raiemaht on 12 mln tm (metsanduse arengukava 2020), lähtudes mõelduka puidupakkumise optimaalse puidukasutuse stsenaariumist, sest see oleks jätkusuutlik kasutusmäär järgmise 40 aasta jooksul;
- kännud on sisse arvestatud 150 000 tm ulatuses;
- jäätmed, valdavalt puidutööstusest, on sisse arvestatud koguses 2,232 mln tm aastas;
- mittemetsamaalt saadava küttepuidu kogus on 200 000 tm;
- raidmete kogusest 1,435 mln tm on energiaks kasutatav 50% ehk 718 000 tm;
- aastate lõikes kogused oluliselt ei muutu ning võimalikke impordi ja ekspordi mõjusid ei ole arvestatud, samuti ei ole arvestatud paberipuidu energeetilise ressursiga.

Kõikide nimetatud allikate puhul tuleb arvesse võtta, et osa nendest kasutatakse ära puidupõhiste toodete valmistamiseks. Oodatavad toormehahud on 0,72 mln tm puitmassi ja paberi valmistamiseks (sellest osa on paberipuu, mida pole siin energeetiliseks ressursiks arvestatud). 0,4 mln tm läheb puitplaatide valmistami-

Eesti kohalike taastuvate ressursside teoreetilise primaarenergia potentsiaal

Eesti kohalike taastuvate ressursside teoreetilise primaarenergia potentsiaali (GWh/a) arvestamisel on võetud eelduseks:

- kännud, küttepuidu, puidujäätmed ja raidmed metsas ning mittemetsamaalt pärinev küttepuidu;
- 2011. aastal ladustatud olmeprügi prügilates ning taaskasutatud jäätmed energiatootmiseks või kütusena;
- põhk ja roostik, mille kogused on toodud Maaelu Edendamise Sihtasutuse (MES) 2007. aasta biomassi aruandes;
- poollooduslikud kooslused (25 000 ha);
- biogaasi puhul 75 000 ha poollooduslike maade rohumassi, 100% kasutamata maade ja 5% kasutuses maade rohelist biomassi;
- päikesepaneelid;
- ranniku lagedad alad, kuhu saab püstitada 17,5–21 GW tuulikuid;
- tuuleenergia merel;
- hüdroenergia teoreetiline installeeritud võimsus – 300 MW;
- turba aastane lubatud kasutusmäär (2,6 mln tonni).

Teoreetilise primaarenergia potentsiaali alusel on arvatud Eesti taastuvenergia kasutatav potentsiaal, arvestades piiranguid ja kasutuselevõtu takistusi.

seks, 1,25 mln tm puidugraanulite tootmiseks (mis omakorda on energeetiline potentsiaal, kuigi liigub täna peamiselt ekspordile).

Metsast saadava küttepuidu ja sellega seotud majandamise (raidmed, kännud) ning töötlemisjäätmete ja mittemetsamaalt saadava küttepuidu energeetiline ressurss on aastas kokku 44 PJ (12,311 TWh).

Jäätmed

Eeldusel, et AS Eesti Energiale kuuluv Iru soojuse ja elektri koostootmisjaam (SEK) töötab alates 2020. aastast täisvõimsusel ja kasutab energia tootmiseks aastas 220 000 t olmejäätmeid, saab sellest 136 GWh elektrit ja 330 GWh soojusenergiat.

Prügilagaasi energeetiliseks väärtuseks on hinnatud 66 GWh aastas ja prügilagaasi kogus väheneb 10% kümne aasta jooksul, kuna suletud prügilates lõpeb biogaas otsa.

Keskonnaministeeriumile (KKM) ja jäätmekavale jäätmete prognoosi teinud SEI Tallinna jäätmeekspert Harri Moora ütles, et maksimaalselt lisandub Iru 220 000 tonnile olmejäätmetele 100 000 tonni olmejäätmetest saadud jäätme-kütust. Lihtsuse huvides on võrdsustatud nende kütteväärtused ning nende

primaarenergiasalduseks on arvestatud 2,2 MWh/t. Vastavalt sellele suurenes ka jäätmetest saadava primaarenergia kogus umbes kolmandiku võrra.

Jäätmetest saadava energia eeldused:

- Iru põletatakse 220 000 tonni olmejäätmeid aastas;
- lisanduvad muud jäätmed suurusjärgus 100 000 tonni aastas;
- kui Eesti olmejäätmetest jääb puudu, tuuakse neid sisse;
- prügilagaasi aastane potentsiaal on 66 GWh;
- muudest jäätmetest kütuse tegemise võimalustega ei ole arvestatud;
- prügilagaasi kogus väheneb 10% aastas, kuna väheneb suletud prügilatest saadava biogaasi kogus;
- jäätmete keskmiseks energiasalduseks on võetud 2,2 MWh/t;

kokku on seega jäätmete energeetiline potentsiaal 770 GWh ehk 2,77 PJ aastas.

Energeetilised taimed

Energia muundamiseks rohelisest, mittepuidulisest biomassist on viis allikat: põhk, roog, poollooduslike koosluste maa ning kasutamata ja kasutuses olev põllumajanduslik maa, mis sisaldab ka rohumaid.

Poollooduslike koosluste kogupindala on praegu ca 100 000 ha. Maaelu arengukavas (MAK) on eeldatud, et perioodi 2007–2013 lõpuks hooldatakse poolloodusliku koosluse hooldamise toetuse abil Natura 2000 võrgustiku alal asuvaid poollooduslikke kooslusi umbes 35 000 hektaril.

Poollooduslike koosluste energeetilise potentsiaali eeldused:

- poollooduslike koosluste kogupindala on praegu ca 100 000 ha;
- see oluliselt ei muutu;
- lammi-, puis- ja pärisaruniidu pindala kokku on 49 000 ha;
- 25 000 ha kogutakse heina (vajadusel tehakse graanuleid) põletamiseks – see on umbes 50% lammi-, puis- ja pärisaruniitude pindalast (49 000 ha);
- põletamise korral on arvatud biomass kalorsuse põhjal energiapotentsiaaliks eri niidutiüpidel: lamminiidul 105 GJ, pärisaruniidul 49 GJ ja puisniidul 31 GJ hektaril;

seega on 2050. aastaks 25% poollooduslike koosluste energeetiline kasutatav potentsiaal 469 GWh ehk 1,69 PJ.

Roog. Lähtudes TTÜ soojustehnika instituudi teadlaste hinnangust bioenergeetilisel eesmärgil koristamiseks sobivate roostike leviku kohta ja arvestades kevadise koristuse korral kuivainesaagiks 4,5 t/ha ning kuivaine kütteväärtuseks 4,93 MWh/t, võime arvestada, et sealt saadava biokütuse kogus küündib teoreetiliselt 250 GWh-ni aastas.

Põhk. Kokku toodeti põhku aastate 2004–2006 keskmisena 673 945 tonni, mis moodustab energeetilisest väärtusest teoreetiliselt 3201 GWh bioenergiat aastas.

Põhu kogusaagist võiks biokütusena väärtust olla vaid talivilja põhul, esmajoonel rukkipehul, kuid seda vaid lokaalse küttena talude või ettevõtete kuivatites.

Kui eeldada, et 10% põhu teoreetilisest kogusest on kasutatav energeetiliselt otsustarbel ja 90% läheb tagasi mulda, siis on põhu arvatavalt kasutatav energeetiline potentsiaal 320 GWh ehk 1,15 PJ aastas.

Biogaas

Kasutamata maade energeetilise potentsiaali kasutamine biogaasi tootmiseks on võimalik järgmistel eeldustel:

- rohumaadeta on põllumaid 1 078 330 ha;
- ühtset pindalatoetust (ÜPT) taotleli 2011. a 915 561 hektarile;
- kasutamata põllumaad, millele ei ole taotleatud ÜPTd, on 162 769 ha;
- biogaasi tootmiseks on sellest 2020. aastal kasutatav 20% ehk 32 554 ha;
- ... aastal 2050 juba 50% ehk 81 385 ha;
- nendel põldudel võib kasvatada kultuure, mida saab kääritada üksinda ja mis on energiarikkad;
- rohumaad kokku ilma 100 000 ha pool-

looduslike kooslusteta on 246 330 ha, sellest 192 000 ha on saanud ÜPT, kuid sellel ei karjatata loomi;

- kui eeldada, et 20% sellest pindalast on kasutatav biomassi kasvatamiseks, kasutatakse biogaasi tootmiseks 2020. aastal 38 400 ha;
- kui eeldada, et 50% sellest pindalast on kasutatav biomassi kasvatamiseks aastal 2050, kasutatakse biogaasi tootmiseks 96 000 ha.

1 078 330 hektarist rohumaadeta põllumaadest on 5% ehk 53 917 ha MAKi järgi soovitatav kasutada energiakultuuride kasvatamiseks ja biogaasi tootmiseks.

Eesti Konjunkturiinstituudi ülevaate järgi toodeti 2010. a seisuga Eestis 13,13 mln Nm³ biogaasi, millest enamik pärines prügilatest (9,3 mln Nm³), reoveestest toodeti ligi 3 mln Nm³ ja alla miljoni sealärgast. 2012. aasta lõpul alustas biogaasi tootmist Aravete Biogaas OÜ maksimaalse võimsusega ca 6 mln Nm³ biogaasi, ja veel kaks põllumajanduslikku (Oisu ja Vinni) ning kaks reoveemuda kasutatavat biogaasi jaama on valmimas (Kuressaare ja Tartus).

Eesti teoreetiliseks 60% CH₄ sisaldusega biogaasi potentsiaaliks on hinnatud 0,8–1,5 miljardit Nm³ (biometaanina, kus metaani (CH₄) on 98%, siis vastavalt 480–900 miljonit Nm³ aastas), sõltuvalt sellest, kui palju maad kasutatakse roheline biomassi kasvatamiseks.

Biogaasi tootmise sisenditeks on reoveemuda, biolagunevad jäätmed, suurimad prügilad, sea- ja veiste läga ja sõnnik, roheline biomass kõlvikutelt, kasutamata põllumaadelt ja poollooduslikelt rohumaadelt. Soome Biogaasi Assotsiatsioon on koostanud taastuva metaanimajanduse teekaardi aastani 2050, kus metaani ei toodeta ainult anaeroobse kääritamise protsessis, vaid talletatakse päikese- ja tuuleenergiat metaanina. Eestis pole selliseid arvutusi seni tehtud, küll on see aga vajalik uurimisteema.

Eesti tehnilis-majanduslikult kasutatav biogaasi potentsiaal kujuneb:

- 15% (2020) kuni 25% (2050) looduskaitse eesmärkidel niidetud poollooduslike kooslustega maade heinast;
- 20% (2020) kuni 50% (2050) kasutamata põllumaadest saadavast silost (saagikus 15 t/ha, bio-

gaasi took 155 Nm³/t);

- 5% põllumajanduskõlvikutest on MAKi järgi soovitatav kasutada energiakultuuride kasvatamiseks (1 078 330 hektarist 5% on 53 917 ha, arvestatud on saagikusega 15 t/ha, mille biogaasi took on 155 Nm³/t);
- biogaasi tootmiseks kasutatakse 80% tekkivast reoveemudast;
- 65–72% kogu tekkivast sõnnikust ja lägast on võimalik toota biogaasi;
- samuti 80% liigiti kogutud biojätmetest (toiduainetööstus, köögi- ja sööklajätmed).

Teoreetiliselt kasutatav biogaasi hulk aastas on 633 mln m³ koos prügilaga, mis teeb 2050. aastal biometaanina aastaseks arvatavaks koguseks 380 miljonit Nm³. Kuna biometaan on oma omadustelt ja energiasisalduselt võrreldav maagaasiga, siis olgu võrdluseks toodud maagaasi aastane tarbimine Eestis 2011. a – 632 mln Nm³/a.

Turvas

Millised on Eesti tehnilis-majanduslikult kasutatavad turbaressursid aastal 2013, 2020, 2030, 2040 ja 2050?

Ressursi ammendumise kiirus on olnud siiani 0,8–1 mln tonni aastas. Eeldades, et ressursi kasutamise intensiivsus ei suurene, on arvestuslik kasutatav turbaressurs aastal 2020 umbes 192 mln tonni, 2030. a 182 mln tonni, 2040. a 172 mln tonni ja 2050. a 162 mln tonni. Teoreetiliselt

on võimalik ammutada aastas maksimaalselt 2,6 mln tonni turvast. Seega võivad ülalnimetatud arvud turbatootmise intensiivtumisel maksimaalse lubatud tasemeni olla järgmised: 181, 155, 129 ja 103 mln tonni. Turba aktiivne varu võib täieneda kasuute geoloogiliste uuringute tulemusel või varukategooriate muutmise tulemusel, aga varukategooria muutumise tulemusel võib see ka väheneda (eelkõige keskkonnakaitseliste piirangute mõjul). Need muutused ning nende ulatus ei ole seaduspärase ega prognoositavad.

Millised on turbaressursside kasutuspiirangud?

Vabariigi Valitsuse määrus „Turba kriitilise varu ja kasutatava varu suurus ning kasutusmäär“ sätestab turba kriitilise varu ja turba kasutatava varu suuruse ning aastased kasutusmäärad.

Kogu Eesti turba kriitilise varu ja kasutatava varu suurus ning aastane kasutusmäär (tuhanded tonnides) on järgmine: kriitiline varu – 1 590 000; kasutatav varu – 573 100; aastane kasutusmäär – 2653.



HÄSTILAGUNENUD TURVAS

- aktiivset tarbevaru 153 846 300 t
- passiivset tarbevaru 46 327 300 t
- aktiivset reservvaru 81 290 700 t
- passiivset reservvaru 476 470 000 t

VÄHELAGUNENUD TURVAS

- aktiivset tarbevaru 45 397 500 t
- passiivset tarbevaru 11 998 700 t
- aktiivset reservvaru 82 801 100 t
- passiivset reservvaru 109 133 000 t

KOKKU

- 1 357 934 300 tonni hästilagunenud ja 249 330 300 tonni vähelagunenud turvast

Termokeemiline muundamine

ÜLO KASK

TTÜ SOOJUSTEHNIKA
INSTITUUT,
TEADUR



VILLU VARES

TTÜ SOOJUSTEHNIKA
INSTITUUT,
EMERIITDOTSENT



Mõisted

- **Termokeemiline muundamine** (*thermochemical conversion*) – kõrgtemperatuurine protsess (pürolüüs, gaasistamine, söestamine), mille käigus muudetakse tahked ained (kütused) sekundaarseteks tahketeks, vedelateks või gaasilisteks energiakandjateks (tahk-, vedel-, gaaskütusteks).
- **Pürolüüs** (*pyrolysis*) – termiline protsess (ka utmine, krakkimine ehk kuivdestillatsioon), mille käigus aine muundatakse kõrgel temperatuuril ilma õhu juurdepääsuta (või vähese õhu juuresolekul) lihtsamateks ühenditeks. Võimaldab toota vedelkütuseid.
- **Gaasistamine** (*gasification*) – termiline protsess, mille käigus aine muundatakse kõrgel temperatuuril gaasiliseks energiakandjaks (gaaskütuseks). Eesmärk on saada peamiselt gaaskütuseid.
- **Söestamine** (*carbonisation*) – termiline protsess, mille käigus tahke aine muundatakse kõrgel temperatuuril ilma õhu juurdepääsuta (või vähese õhu juuresolekul) peamiselt söeks.
- **Röstimine** (*torrefaction*) – söestamise erijuhtum, kui aine söestatakse osaliselt. Eesmärk on suurendada saadava produkti energiatihedust (MWh/m^3), võrreldes lähteainega.
- **Gaasigeneraator** ehk **gaasisti** (*gasifier*) – seade, kus toimub kütuse gaasistamise protsess.
- **Generaatorgaas** (*syngas*) – gaasistamisel saadav küttegaas, mida saab puhastatuna kasutada otse põletamisprotsessis (nt küttekolletes), sise põlemismootorites (bensiin- ja diiselmootorid), gaasiturbiinides ja kombineeritud energia muundamise protsessis (elektritootmisel kahe erineva termodünaamilise tsükli abil).
- **Puugaas** (*wood-gas*) – küttegaas, mis tekib biomassi (puidu) kuumutamisel ilma õhu juurdepääsuta (või vähese õhu juuresolekul) või pürolüüsi meetodil.

Ajaloo

Teadaolevalt on biomassi gaasistamisprotsessi põhilised etapid tuntud juba 18. sajandi lõpust. 19. sajandi alguses jõuti esimeste kaubanduslike rakendusteni. Sajandi keskpaigaks oli näiteks suur osa Londoni linnast valgustatud gaasilampidega ja üha kasvav tööstus kasutas energiatootmiseks gaasiteid, mis töötasid kivisöö ja biomassi baasil. Peale valguse leidis generaatorgaas rakendust ka hoonete kütmisel ning toidu valmistamisel nn puugaasipliidil (*wood gas stove*) [1].

Tehnoloogia arenedes hakati 19. sajandi lõpus energiatootmiseks kasutama ka generaatorgaasil töötavaid sise põlemismootoreid. Statsionaarsete mootorite kõrval võis 20. sajandi alguses Euroopas ja mujal maailmas näha generaatorgaasil töötavaid veo- ja sõiduaautosid ning traktoreid, kuid need ei saavutanud laialdast kasutamist ning mõne aja möödudes kadusid täielikult, kuna tegu oli siiski veel suhteliselt ebamugava ja ebausaldusväärse lahendusega [1].

Euroopas, Aasias, Ladina-Ameerikas ja Austraalias leidsid biomassil töötavad gaasistid energiatootmisel taaskasutust alles teise maailmasõja ajal. Peamine põhjus oli üldine naftapõhiste kütuste nappus. Näiteks Euroopas toimis põhiline transpordisüsteem vaid tänu peaaegu miljonile puugaasil sõitvale sõidukile, kõige rohkem oli neid Soomes, Prantsusmaal ja Rootsis [2]. Enamikul juhtudel kasutati generaatorgaasi tootmiseks kas puitu või kivisütt.

Sõja lõppedes nende kasutus taas häabus, kuna suhteliselt odavate naftapõhiste kütuste kättesaadavus paranes oluliselt. Samas jätkas Rootsi uuringuid puugaasi kasutusvõimaluste alal (strateegilise hädaolukorra plaani raames), et vähendada sõltuvust imporditavast naftast. 1970.–1980. aastatel tekitas energia-

kriis ehk naftašokk taas huvi biomassi gaasistamisvõimaluste vastu. Pikaajalise biomassi gaasistamiskogemuse baasil oli välja töötatud toimiv gaasistamistehnoloogia ning seadmestik. Teine põhjus, miks biomassi gaasistamine huviorbiiti kerkis, oli seotud arengumaade üha kasvava energiavajadusega. Kuna naftapõhiste kütuste kõrge hind näis oluliselt piiravat paljude arengumaade arengut ja moderniseerimist, muutus biomassi gaasistamine, mis võimaldas kasutada põllumajandusjäätmeid ja taskukohase hinnaga küttepuitu, alternatiivseks energiatootmisviisiks. Lisaks täheldati arenevates maades, et gaasistite levik võis vähendada maapiirkondades paiknevate väikese võimsusega elektri- või soojusetootjate kulutusi kütusele, võimaldades sealsetel tööstustel ja kogukondadel paremmini toime tulla [1].

Gaasistusseade ehk gaasisti

Tahkete kütuste, sh biomassi gaasistamise eesmärk on tavaliselt raskestikasutatavate kütuste muundamine lihtsamini ja laiemalt kasutatavateks gaaskütuseks, mille rakendamisel on märksa avaramad võimalused. Gaasistamist võib käsitleda ka kui astmelist põletamist, sest mis tahes lendosisterikka kütuse põletamisel eraldub esmalt lendaine ning selle põlemisel vabaneb põhiline osa kütuse energiast.

Gaasistatud biokütust kasutatakse enamasti põletusseadmetes ja peamine erinevus otsepõletamisest on asjaolu, et gaaskütus põletatakse sageli sise põlemismootorites või muudes seadmetes, kus tahkeid kütuseid ei saa põletada.

Gaasistusseadme põhilised komponendid on ventilaator (*blower*) gaasivoolu tekitamiseks, elektrisüütaja (*igniter*), kütusemahuti (*fuel bin*), kolle (*furnace*) koos restiga või restita, generaatorgaasi puhastus- ja jahutussüsteem (*gas cleaning system*), tuha ja kondensaadi kogumise konteiner/mahuti (*ash and condensate bin/tank*) ning torustike süsteem (*pipng*). Gaasisti parema töökindluse tagamiseks on oluline kasutada parima kvaliteediga materjale, mille valikul tuleb kindlasti arvestada temperatuuri ja rõhu muutumisega, pingete ning deformatsiooniga. Olulist rolli mängib ka seadme korrapärane hooldamine [8].



Fotodel (üal ja all): puugaasil töötavad sõiduaudot [2].
Photos (above and below): wood-gas powered cars.



Gaasistite tüüpe

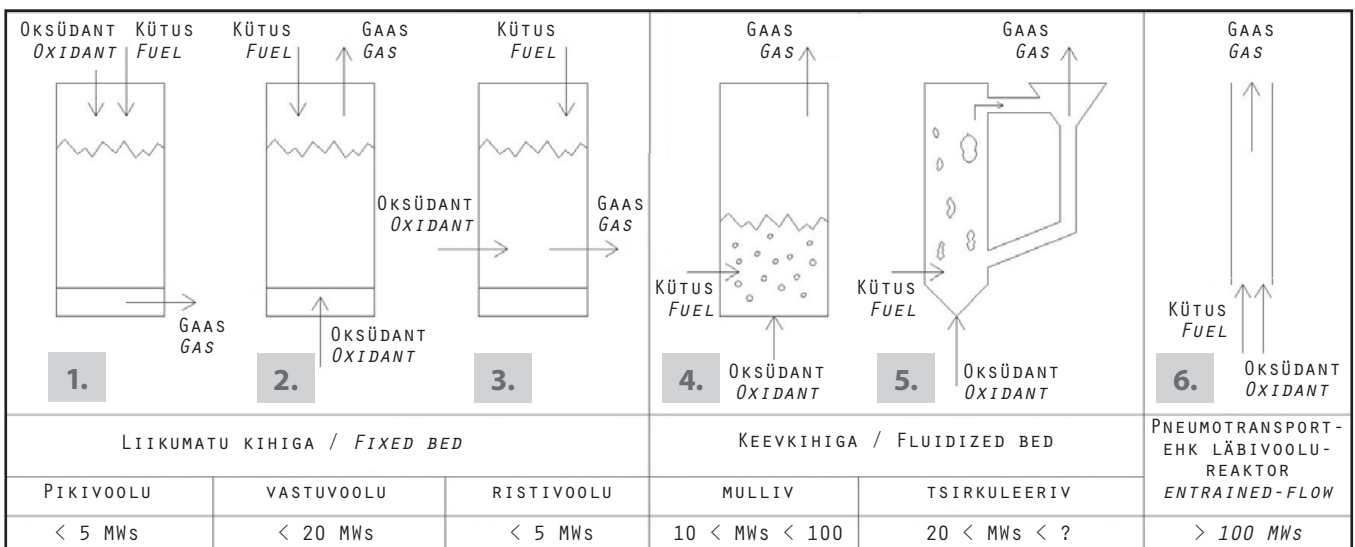
Tänapäeval kasutatakse mitmesuguseid gaasistamissüsteeme, seda sõltuvalt gaasistatava kütuse omapärasest ja vajalikust soojusvõimsusest. Gaasistussüsteem koosneb peamiselt reaktorist või konteinerist, kuhu juhitakse kütus (biomass) ja piiratud koguses õhku. Tuntumad reaktorite tüübid on kujutatud joonisel 1:

- liikumatu kihiga (*fixed-bed*) reaktorid:
 - o vastuvoolu;
 - o pärioolu;
 - o ristivoolu;
- keevkihtreaktorid (*fluidized-bed*):
 - o mulliv;
 - o tsirkuleeriv;
- pneumotransport- ehk läbivoolureaktor (*entrained-flow*).

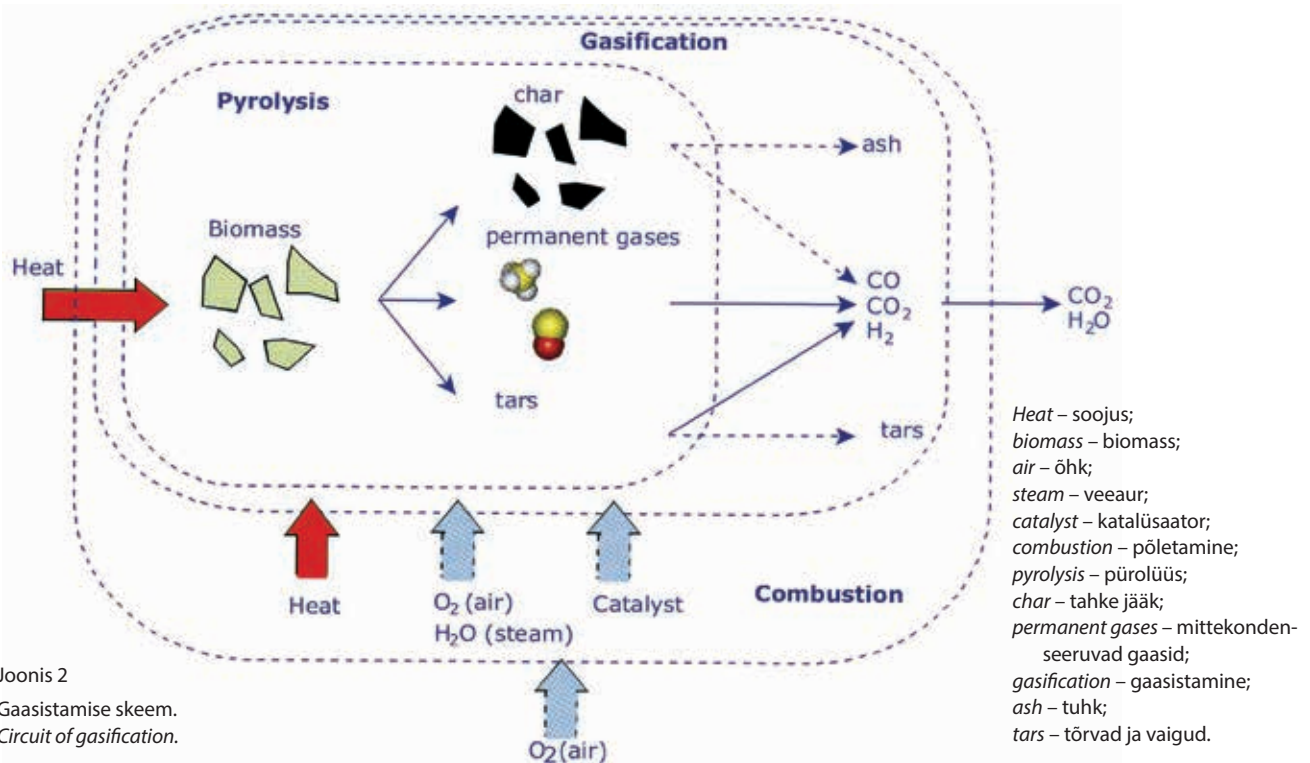
Liikumatu kihiga reaktorite korral toimub kütuse etteanne reaktori pealt. Kütus liigub reaktoris raskusjõu mõjul aeglaselt alla, reageerides samal ajal õhuga. Keerukate keemiliste gaasistamisreaktsioonide tulemusena saadakse generaatorgaas. Reaktori põhja koguneb tuhk, mis eemaldatakse.

Neist kõige vanem ja lihtsam reaktoritüüp on vastuvoolu (ehk ülesvoolu) reaktor (joonisel 1 olev teine reaktor). Vastuvoolureaktorist väljuv generaatorgaas (300–600 °C) [1], mis sisaldab suurel määral tõrvühendeid, tahma ja tuhka, on sobilik otse gaasipõletis kasutamiseks. Mootorites kasutamiseks peab generaatorgaasi eelnevalt jahutama ja puhastama. Selle reaktori eelis seisneb seadme lihtsuses, efektiivsuses, võimaluses kasutada eri tüüpi kütuseid ning madalas generaatorgaasi väljumistemperatuuris. Puudused on eelkõige seotud tõrvühendite eemaldamise vajadusega generaatorgaasist.

Pärioolu (ehk pikivoolu) reaktor võimaldab toota generaatorgaasi (700–750 °C)



JOONIS 1
Levinumad reaktorite tüübid / Common types of reactor.



Joonis 2
 Gaasistamise skeem.
 Circuit of gasification.

[1], mis ei sisalda tõrva, küll aga tahma ja tuhaosakesi (joonisel 1 olev esimene reaktor). Pärast jahutamist ja puhastamist on generaatorgaas sobilik kasutamiseks sise põlemismootorites. Päriivoolureaktori peamine eelis ongi tõrvavaba generaatorgaasi tootmine ja selle kasutusvõimalus sise põlemismootorites. Puuduseks on reaktori väike efektiivsus ja selle tundlikkus kütuse omaduste suhtes.

Ristivoolureaktor on tehnoloogilise lahenduse poolest üks lihtsamaid reaktoreid (kolmas reaktor joonisel 1). Sellest väljuv generaatorgaas (1500 °C ja kõrge ma temperatuuriga) [1] on väikese tõrvasisaldusega (eeldusel, et kasutatakse nõutava kvaliteediga kütust). Reaktori eeliseks on lühike käivitusae ja kiire seadme koormuse muutmine. Peamised puudused on seotud väljuva generaator-

gaasi kõrge temperatuuri ja suure voolukiirusega ning tundlikkusega kütuse omaduste suhtes.

Keevkihiga reaktorites antakse reaktori alt nii õhk (aur ja/või hapnik on samuti kasutatavad), mis tekitab inertsest materjalist (nt liiv) keevkihi, kui ka peened kütuseosakesed, mis suunatakse otse keevkihi peale. Tänu reaktoris tekkivale heale soojuse- ja massilevile on seadmes temperatuur ühtlasem ja keemilised gaasistamisreaktsioonid kiiremad [6]. Toode tav generaatorgaas suunatakse tsüklonisse, kus eemaldatakse lendtuhk ja inertsed osakesed. Keevkihiga reaktoreid on kahte tüüpi: mulliva ja tsirkuleeriva keevkihiga reaktorid (neljas ja viies reaktor joonisel 1).

Tööpõhimõttelt on eelnimetatud reaktoritüübid sarnased, erinedes peamiselt reaktorisse suunatava gaasivoolu kiiruse

poolest; tsirkuleeriva keevkihiga reaktoris on gaasivool kiirem kui mulliva keevkihiga reaktoris. Keevkihiga reaktorite peamine eelis liikumatu kihiga reaktorite ees on väiksem tundlikkus kütuse omaduste (tuhasus, fraktsioon) suhtes, lisaks on reaktoris temperatuuriväli ühtlasem ja see on lihtsalt kontrollitav.

Puudustena võib välja tuua toodetava generaatorgaasi suure tõrva-, tahma- ja tuhasisalduse ning selle aurudes leiduvate leelismetallide ühendite poolt põhjustatavad reaktori konstruktsioonimaterjalide korrosiooni probleemid [1, 5].

Pneumotransport- ehk läbivoolureaktorite korral suunatakse peenestatud biomass koos hapnikuga (harvemini kasutatakse õhku) voolusesse, kus toimub gaasistamine väga kõrge temperatuuril (kuues reaktor joonisel 1). Tänu süsteemi

TABEL 1

Kütusele esitatavad nõuded vastavalt reaktori (gaasisti) tüübile [13].

Requirements for fuels according to the type of reactor (gasifier).

GAASISTUSREAKTORI TÜÜP TYPE OF GASIFICATION REACTOR	ALLAVOOLU DOWNDRAFT	ÜLESV OOLU UPDRAFT	KEEVKIHT FLUIDIZED BED	LÄBIVOOLU CROSSDRAFT
OSAKESTE MÕÖTMED, MM SIZE OF PARTICLES	20–100	5–100	10–100	< 1
TARBIMISKÜTUSE NIISKUS, % MOISTURE CONTENT OF FUEL	< 15–20	< 50	< 40	< 15
TUHASUS KÜTUSE KUIVAINES, % ASH CONTENT IN DRY MATTER	< 5	< 15	< 20	< 20
KÜTUSE MORFOLOOGILINE ISELOOMUSTUS MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FUEL	ÜHTLANE EVEN	PEAAEGU ÜHTLANE NEARLY EVEN	ÜHTLANE EVEN	ÜHTLANE EVEN
MAHUKAAL, KG/M ³ SPECIFIC WEIGHT	> 500	> 400	> 100	> 400
TUHA SULAMISPUNKT, °C ASH MELTING POINT	> 1250	> 1000	> 1000	< 1250

heale reaktsioonivõimele on reaktorist väljuv generaatorgaas väga väikese tõrvasisaldusega.

Läbivoolureaktoreid on kahte tüüpi: šlakkuv (*slagging*) ja mittešlakkuv (*non-slagging*) [7].

Šlakkuvas läbivoolureaktoris liiguvad mööda reaktori seinu alla sulavad tuha komponendid, mis väljuvad reaktorist vedela räbu ehk šlakina. Tagamaks, et reaktoris toimuks vajalikud gaasistamisreaktsioonid, peab reaktorist väljuva šlaki massivool olema vähemalt 6% reaktorisse antavast kütusevoolust [7]. Mittešlakkuva läbivoolureaktori seinad hoitakse šlakist puhtana. See läbivoolureaktori tüüp sobib eelkõige väikese tuhasusega biomassi gaasistamiseks. Läbivoolureaktorite põhiline eelis seisneb generaatorgaasi väikeses tõrvasisalduses ja peamine puudus on kasutatava kütuse osakeste piiratud suurus.

Eelnimetatud gaasistusseadmete kõrval on teisigi gaasistusüsteeme, mis on kas hübriid-kombinatsioonid kolmest tuntud reaktoritüübist või täiesti uued tehnoloogilised lahendused, mis on veel väljatöötamisel.

Gaasistamise etapid

Kütuse gaasistamise protsess (joonis 2 [13]) koosneb tinglikult järgmistest etappidest:

- kütuse kuivamine;
- kütuse pürolüüs (tahke kütuse muundamine gaasiks, kondenseeritavateks aurudeks ja tõrvaks ning vaikudeks);
- järgnev aurude termiline krakkimine veeauru või süsinikdioksiidi toimel gaasiks ja tõrvaks ning vaikudeks;
- tõrva ning vaikude gaasistamine veeauru või süsinikdioksiidi toimel;
- põletatava gaasi, aurude ja tõrva ning vaikude osaline oksüdeerumine.

Pürolüüsi etapp on kergelt endotermiline ja temperatuuridel üle 500 °C saadakse 75–90 massiprotsenti lendainetest.

Saadava gaasi saagised, kondenseerimisvõimelise auru (sh tõrvad ja vaigud) ja järelejääva tahke jäägi kogused sõltuvad peamiselt kuumutamise määrast ja lõpptemperatuurist.

Protsessi kõrge temperatuur on sõltvalt reaktori tüübist saavutatav mitmeti:

- osa toodetud gaasist suunatakse tagasi reaktorisse ja põletatakse koos lähedased stöhhiomeetrilise koguse hapnikuga;
- pürolüüsil jäägina saadud tõrvad ning vaigud põletatakse kohapeal või eraldi;
- lähtematerjal osaliselt põletatakse.

Gaasistusreaktorist lõpp-produktina saadav gaas sisaldab soovitatavate komponentidena süsinikmonoksiidi, vesinikku ja metaani, lisaks veel veeauru, süsinikdioksiidi ja lämmastikku (juhul kui reaktorisse on lisatud õhku ja mitte puhas hapnikku).

Gaasistamisprotsessi mõjutavad tegurid

Kuna erinevate keemiliste, füüsikaliste ja morfoloogiliste omadustega kütused vajavad eri gaasistamismeetodit, on välja töötatud mitmeid gaasistusseadmete tüüpe. Igal gaasistusseadmel on oma tehnilised ja majanduslikud eelised ja puudused. „Universaalset“ gaasistit, milles oleks võimalik kasutada kõiki või enamikku gaasistatavaid aineid (kütuseid), praegu ei eksisteeri ning suure tõenäosusega lähitulevikus ka ei tule.

Gaasisti normaalse toimimise ja efektiivsuse tagamiseks peavad olema kütusel teatud omadused. Gaasistamisprotsessi mõjutavad eelkõige kasutatava kütuse

- niiskus – suur niiskusesisaldus põhjustab toodetava generaatorgaasi madalat kütteväärtust ja probleeme tõrvasisaldusega,
- kütteväärtus – mõjutab gaasistamisüsteemi üldist efektiivsust,
- tuhasus ja tuha keemiline koostis –

võib põhjustada reaktori šlakkumist, lendainesisaldus – suur lendainesisaldus halvendab generaatorgaasi kvaliteeti ja tekib vajadus generaatorgaasi puhastamiseks enne mootorites kasutamist,

- põlevainete elementkoostis ja muud olulisemad komponendid (nt N, S, Cl, leelismetallid, raskmetallid) mõjutavad gaasistamisreaktsiooni kulgemist,
- morfoloogia ja mahukaal – võib tekkida probleeme kütuse etteandmisel (ummistused), see võib mõjutada gaasistamisreaktsiooni kulgemist ja toodetava generaatorgaasi kvaliteeti ning energeetilisi omadusi [4, 9].

Biomassi gaasistamise algusaegadest alates on kasutatud puitu nn puugaasi tootmiseks. Puit koosneb suures osas tselluloosist, hemitselluloosist ja ligniinist, vähesemal määral leidub vaikusid ja fenooli. Puitkütuste elementkoostises on peamiselt kolm komponenti: süsinik (C) (48–50% kuivaines), hapnik (O) (38–42% kuivaines) ja vesinik (H) (6–6,5% kuivaines). Muude ühendite sisaldus jääb alla 1%. Puidu keskmine kuivaine kütteväärtus on ~19 MJ/kg. Niiskus on vastavalt keskkonnatingimustele muutuv, selle suurenedes puidu kütteväärtus väheneb.

Puidu (sarnaselt teiste tahkete biokütustega) lendainesisaldus on suur (80–90%) ja tuhasus väike (kuni 2% koos koorega). Puidu mahukaal muutub vastavalt niiskusele ja sõltub puidu siseehituslikust omapärasest [10].

Arvestades puidu põhiomadusi, on seda kütust kõige sobivam kasutada keevkihtreaktorites. Alternatiiviks on vastuvoolureaktori kasutamine, kuid sel juhul tuleb arvestada toodetava generaatorgaasi tõrvasisaldusega, selle puhastamine on kallid ja üsna keerukas. Pärvoolureaktori korral on suhteliselt tõrvavaba generaatorgaasi tootmiseks vaja kasutada väikese suhtelise niiskusega (soovitavalt alla 15%, mitte üle 20%) puitkütust (hakkpuit, puitklotid) [4].

TABEL 2

Mõningad tüüpilised gaasistusreaktorite (gaasistite) karakteristikud [13].

Certain characteristics of gasification reactors (gasifiers).

REAKTORI TÜÜP TYPE OF GASIFICATION REACTOR	ALLAVOOLU DOWNDRAFT	ÜLESVOOLU UPDRAFT	KEEVKIHT FLUIDIZED BED	LÄBIVOOLU CROSSDRAFT
GAASI VÄLJUMISTEMPERatuur, °C TEMPERATURE OF GAS AT OUTLET	≥ 700	200–400	< 900	≈ 1450
GAASI TÕRVASISALDUS, G/NM ³ TAR CONTENT OF GAS	0,015–0,5	30–150	MÕÕDUKAS MODERATE	VÄIKE SMALL
JUHTIMINE OPERATION	LIHTNE SIMPLE	VÄGA LIHTNE VERY SIMPLE	MÕÕDUKAS MODERATELY COMPLEX	KOMPLEKSNE COMPLEX
TUNDLIKUS KOORMUSE KÕIKUMISELE SENSITIVITY TO LOAD FLUCTUATIONS	TUNDLIK SENSITIVE	POLE TUNDLIK NOT SENSITIVE	MÕÕDUKALT TUNDLIK MODERATELY SENSITIVE	POLE TUNDLIK NOT SENSITIVE
NÕUDED KÜTUSELE REQUIREMENTS FOR FUEL	VÄGA KRIITILISED VERY CRITICAL	KRIITILISED CRITICAL	VÄHEM KRIITILISED LESS CRITICAL	AINULT PEENKÜTUS FINE FUEL ONLY
SEADMETE ÜHIKVÕIMSUSED, MW _s UNIT GENERATION CAPACITY	< 5	< 20	10–100* ; 20–??**	> 100

* MULLIV KEEVKIHT/BUBBLING FLUIDIZED BED; **TSIRKULEERIV KEEVKIHT/CIRCULATING FLUIDIZED BED

Gaasistite omaduste võrdlus

Tüüpilised nõuded kasutatavale biomassile põhiliste reaktoritüüpide kaupa on esitatud tabelis 1 [13]. Kui kasutatakse puitkütust, siis enamikul juhtudel selle tuhasus, mahukaal ja tuha sulamispunkt vastavad tabelis toodud nõuetele. Osakeste mõõtmete ja ühtluse nõuded tähendavad seda, et üldjuhul tuleb puitkütust peenestada hakkuriga, mis tagab osakeste ühtlase ja nõutava suuruse. Nõutava niiskuse saavutamiseks tuleb kasutada kas nn õhkuiva puitkütust või seda nõutava niiskuse niivatada.

Rohtse biomassi kasutamisel on ainult granuleerimise või briqueteerimise korral võimalik saavutada nõutud osakeste suuruse vahemik, lisaks sellele võib rohtse biomassi tuha sulamistemperatuur olla alla 1000 °C (kaeraõlgedel algab tuha pehmenemine juba 735 °C). Seega tuleb rohtse biomassi kasutamisel kindlasti kontrollida tuha sulamistähtajaid, et vältida tuhaosakeste omavahelist kleepumist reaktoris.

Mõned tüüpilised Hollandi allikatest pärinevad gaasistite parameetrid on toodud tabelis 2 [13]. Hinnanguliselt on gaasistusreaktoriga elektri ja soojuste koostootmisseadme elektriline kasutegur suurusjärgus 25%, soojuslik kasutegur 50% ja kogukasutegur 75%.

Firma Spanner Re² (www.holz-kraft.de) valmistab puidu termokeemilise muundamise seadmeid ehk puugaasistiteid, millele lisatakse kohapeal kokkumonteeritavad soojuste ja elektri koostootmisseadmed (SEK). Viimased koosnevad sisepõlemismootorist ja generaatorist koos vajalike abiseadmete ja automaati- kaplõkiga (joonis 3).

Olenevalt seadme mudelist on nende elektriline võimsus kas 30 kW või 45 kW ja soojuslik võimsus vastavalt 70 kW või 100 kW. Puitkütuse kulu on umbes 30 kuni 45 kg/h, mis teeb 1 kWel võimsuse kohta kütusekuluks 1 kg/h. Väiksema gaasistusseadme + SEK maksumus oli (12.2012) 132 000 eurot ja suurema maksumus 136 000 eurot, kuuldavasti on hinnad 2013. aastal suure nõudluse tõttu tõusnud. Käivad katsetused 100 kWel võimsusega SEK tootmiseks, prototüüp läbib eelkatsetusi.

Puidu gaasistamise tehnoloogiat kasutav SEK Hiiumaale

Elektrituru täielik avanemine 2013. aastal ja Euroopa Liidu karmide keskkonnanõuete tõttu üha kallimaks muutuv põlevkivienergia sunnivad rohkem kasutama taastuvaid energiaallikaid ning tootma koos nii elektrit kui soojust, mis looks soodsad tingimused ka Hiiumaa koostootmisjaama (SEK) rajamiseks. Taastuvenergiale on määratud ka toetused, mis samuti mõjuvad ettevõtluskeskkonnale positiivselt. Eelnõu kohaselt planeeritakse tõhusal soojuste ja elektri koostootmisrežiimil toodetud elektrienergia eest tasuda toetust 0,072 eurot kWh miinus toetusperioodi kaalutud keskmine hind elektribörsil.

Negatiivsetest arengutest tuleks arvestada puidu ja transpordikütuse hinna muutumisega, kallinemine tähendaks planeeritavale koostootmisjaamale lisakulutusi ning mõjuks arengule pigem pärssivalt. Samuti muudab ettevõtluskeskkonna ebasoodsamaks soojuste nõudluse vähenemine pidevate energiasäästumeetmete rakendamise tulemusel.

Kui Kärddla koostootmisjaam valmib paralleelselt sadamapiirkonna arendusega, jääb jaam esmalt teenindama sadamapiirkonda ja hiljem saab selle vajaduse korral ühendada Kärddla kaugküttepiirkonnaga. Kärddla sadamapiirkonda kavandatavate hoonete soojuskoormus kokku on umbes 1 MW. Selle koormuse katmiseks sobiks kasutada puidugaasistusset seadet ja saadaval gaasil töötavat sisepõlemismootorit ning viimasega ühendatud elektrigeneraatorit (võib kasutada ka mitut väiksema võimsusega seadet). Seadme elektriline võimsus jääks piiresse 300–350 kW. Teise võimalusena võiks kasutada kuumaõhuturbiiniga SEKi.

Kirjandus

1. Hubert E. Stassen. Small-Scale Biomass Gasifiers for Heat and Power. A Global Review. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, 1995.
2. <http://www.lowtechmagazine.com/2010/01/wood-gas-cars.html>.
3. <http://www.green-trust.org/woodgas.htm>.
4. Wood gas as engine fuel. FAO Forestry Department, 1986.
5. Ralph P. Overend. Thermochemical Conversion of Biomass, in Renewable Energy Sources Charged with Energy from the Sun and Originated from Earth-Moon Interaction, [Ed. Evald E. Shpilrain], in Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK, [<http://www.eolss.net>], 2004.
6. http://www.princeton.edu/pei/energy/publications/texts/Small_scale_gasification.pdf.
7. <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2004/c04039.pdf>.
8. Vesa Mikkonen. Wood Gas for Mobile Applications. Äänekoski, Finland, 2010.
9. http://www.bioenergybaltic.ee/bw_client_files/bioenergybaltic/public/img/File/Biomassi_gaasistamine.pdf.
10. V. Vares, Ü. Kask, P. Muiste, T. Pihu, S. Soosaar. Biokütuste kasutaja käsiraamat. Tallinn, TTÜ kirjastus, 2005.
11. <http://extension.psu.edu/Powerpoints/Haner.Wood%20GasificationOPT.pdf>.
12. http://www.ieatask33.org/app/webroot/files/file/publications/new/Small%20Small_scale_gasification_overview.pdf.
13. Handbook Biomass Gasification, editor Harrie Knoef. BTG Biomass Technology Group BV, 2005, 378 pp.
14. Thermochemical Processing of Biomass: Conversion into Fuels, Chemicals and Power, editor Robert C. Brown, Wiley & Sons, 2011, 330 pp.
15. Biofuels: Alternative Feedstocks and Conversion Processes, editors A.Pandey, C. Larroche, S. C. Ricke, C.-G. Dussap, E. Gnansounou. Academic Press, 2011, 629 pp.



FOTO ÜLO KASK

Joonis 3. Spanner Re² puugaasisti.
Spanner Re² wood gasifier.

Eesti Geoloogiakeskuse XXI aprillikonverents:

“Rakendusgeoloogilistest uuringutest Eestis – olevik ja tulevik”

REIN VESKI

TEHNIKAKANDIDAAT

Eesti Geoloogiakeskuse (EGK) aprillikuu algul korraldatud konverentsid jõudsid 21. verstapostini. Korraldamist toetas Keskonnainvesteeringute Keskus.

25 aastat tagasi ilmus 1. aprilli ajalehes Sirp ja Vasar meie geoloogide fosforiidsõjast mõjutatud pöördumine Eesti avalikkuse poole. Seega piisavalt ammu, et vaadata ajas tagasi ja arutada geoloogiliste uuringute tuleviku üle.

Konverentsiülevaates keskendume, nagu ajakirjal on tavaks, põlevloodusvarade temaatikale. Kuna sel konverentsil vaadati rohkem kui varasemat sellealastel üritustel tehtule ja varem kavandatule, alustame Rein Raudsepa (Keskonnaministeerium – KKM) ettekandest „Viis viimast aprillikonverentsi: jutud ja ettepanekud“. Nii tuletame lugejale meelde teemad, millest räägiti eelmistel konverentsidel.

2008. aasta konverents kandis nime „Põlevkivimaa – probleemid ja tulevik“ (sellest kirjutas lühidalt ka EPLVJ 2009). Räägiti põlevkivikeemia uuringute halvast seisust, kvootidest, tuumaenergeetikast, ressursist, arengukava koostamise aeglusest, keskkonnasõbralikust kaevandamisest, kaevandusveest, tehismaastiku geopargist ja veidi ka teisest põlevkivist – diktüoneemakildast.

Kuigi siis oli parasjagu kirumist, leidis Raudsep ikkagi positiivset: veel samal aastal kinnitas Riigikogu põlevkivi arengukava ja 2011. aastal loodi TTÜ Virumaa Kolledži koosseisus Põlevkivi Kompetentsikeskus. Mis ei tähenda, et kirujad poleks uut põhjust leidnud.

2009. aastal arutati teemal „Unustatud maavarad“. Põlevkivi pole keegi unustanud ja sellest seekord ei räägitud, küll aga fosforiidiga seoses diktüoneemakildast. Tehti juttu turbavannidest. Kõik ülejäänud käis akaustobioliitide jt mittepõlevate maavarade kohta. Raudsepa sõnum oli järgmine: nelja aastaga pole midagi juh-

tunud. Graniit on endiselt maapõues, fosforiit diktüoneemakilda hoolsa valve all, pole alustatud raudkvartsiidi ja diktüoneemakilda uurimistööid, kuigi soovi on selleks avaldatud.

Aprill on ka naljakuu. Nii tehti päevakohane ettekanne meie unustusse vajuma kippuvast puusõe miilimisest soomaagist raua saamise otstarbeks, ka ei toodeta meil veel uraani. Nõudlust ju oleks. Mitte nii nagu järvelubjaga, et nõudlus sai varem otsa kui varud.

Saabus aasta 2010, teema jälle ajakohane: „Eesti maapõu ja selle arukas kasutamine“. Räägiti maapõueseadusest, Maardu pumpelektrijaamast, põlevkivi kaevandamisemahtudest, teemantidest ja kullast, kilda haruldastest metallidest, ÜRO maavarade klassifikatsioonist. Raudsep: „Midagi suurt pole juhtunud. Maapõueseaduse ajakohastamine käib, Nabala kandis ei ole lube veel väljastatud, soovitatud väikekarjääre pole rajatud. Tulu on tõusnud diskussioonidest.“

2011. aastal lisandus maapõuele merepõu: „Eesti mere- ja maapõueuurin-

se tegemine (või selle muutmine) ja Nabala piirkonda kavandatud täiendavad uurimised.

Aasta hiljem (2012): jätkati rakendusliku teemaga „Rakendusgeoloogilistest uuringutest Eestis“ (http://www.egk.ee/wp-content/uploads/2012/03/Aprill_2012_teesid_netti.pdf). Kuna sellest on veel vähe aega mööda läinud, nimetame vaid arutlusaluseid teemasid: geoloogilise kaardistamise jätkusuutlikkus, põlevkivi suurim lisandväärtus, fosforiidi keskkonnasõbralik kaevandamine ja kasutamine. Üldse kuulati 18 ettekanne, osavõtjaid oli üle 170. Raudsep: „Põlevkivi kasutamise riiklikku arengukava 2008–2015 on uuendama hakatud, läbirääkimised käisid põlevkivi kasutamise riikliku arengukava 2016–2030 ümber.

2013. aasta konverentsi avas EGK juhataja Aivar Pajupuu, Eesti esindaja



Rein Raudsep Keskonnaministeeriumist esineb ettekandega, mis kannab pealkirja „Viis viimast aprillikonverentsi: jutud ja ettepanekud“.

Mr Rein Raudsep from the Ministry of the Environment giving the presentation “The last five April conference: discussions and proposals”.

gutest ning arukast kasutamisest” (vt <http://www.egk.ee/wp-content/uploads/2011/05/Teesid.pdf>). Arutati võistupakkumiste, kaevandamise, maapiirkondade sotsiaalse sidususe ja ka soosetete suure raskmetallide sisalduse üle. Raudsep: „Nagu ikka, avaldati üsnagi vastakaid arvamusi, kas kaevandada maavarasid põhjavee tasemest kõrgemal vs. muudkui vett pumbata.“ Mõtlemise ja kõhklemise järku jäi uue maapõueseadu-

metsandus. Biomajandusest veel eelmises EPLVJis (2012).

ELi innovatsioonipartnerluse kaudu on rakendusgeoloogidele tekkinud uued koostöövõimalused, mis võivad osutada väga kasulikeks, kuid pole otseselt rahastatavad. Need ei haara energeetika ja mittepõllumajanduslikku tooret, küll aga puutu ja metallimaake, tööstuslikke ja ehitusmaterjalina kasutatavaid mineraale, haruldast toorainet, kaevandamist

kui seesugust, kaarte, jäätmete taaskasutamist, haridust jpm. Ettekandest leiate viiteid osalemise üle otsustamiseks.

Meie ja Euroopa geoloogiateenistustest rääkis Anne Pöldvere (EGK), meil olid Eesti Geoloogiline Komitee (1937–1940), ENSV Geoloogia Valitsus (1957–1991) ja nüüd on Eesti Geoloogiakeskus (alates 1991). Viimane on alates 1. juulist 2003 Euroopa Geoloogiateenistuste Ühenduse (EuroGeoSurveys) täieõiguslik liige.

Kui nüüd jätkata põlevkivi kohta käivate ettekannetega, siis sinna liigitub ka Anto Raukase (TTÜ Geoloogia Instituut – GI) ettekanne Eesti tuumajaama vajalikkusest seoses põlevkivienergia perspektiivitusega. Tarmo All, Janne Tamme, Rein Raudsepa ja Ave-Õnne Jalakase (KKM) ettekanne „Põlevkivi kasutamise riikliku arengukava 2016–2030 koostamisest“ andis tunnistust, et põlevkiviõli ja -gaasi tootmine on eelistatav, tagamaks varustuskindlust, eriti kodumaise diislikütuse valmistamise korral. Arengukava eesmärk on põlevkivi kaevandamise ja töötlemise efektiivsuse suurendamine ja keskkonnamõju vähendamine.

Üks keskkonnamõju vähendamise viise on kaevanduskambrite tagasitaitmine tardseguga, mis minimeeriks põlevkivikadu. Ettekandjad olid Jaanus Purga, Viktor Undusk ja Siim Kadak (Viru Keemia-grupp – VKG). Alla Šogenova, Jüri Ivask, Kazbulat Šogenov ja Rein Kuusik (GI) rääkisid põlevkivienergeetika heite CO₂ kinnipüüdmisest, selle kasutamisest ja ladustamisest.

Vello Kattai (IB Steiger) rääkis maavara (ehituskips, Alžeeria) otsingu ornitoloogilisest meetodist, kuid küsimused tulid hoopiski Jordaania põlevkivide kohta. Ettekandjal olid vastamiseks kasutada vaid avalikud andmed. Küsitajate ja kuulajatele jäigi selgusetuks, miks Eesti Energia (EE) hoiab uurimisanndmeid põlevkiviteemaga kursis olevate eestimaalaste eest saladuses. Seda olukorras, kus Jordaania põlevkivi uurivatel konkureerivatel suurfirmadel, nagu Shell, Petrobras, Alstom jt, on enam andmeid teada, kui meil on avaldatud.

EE-1 on Jordaania kasutada osa suurest Attarati leiukoha põlevkivist. Selle kuiva kivi kütteväärtus on 1200–1500 kcal/kg (diktioneemakildal näiteks 1300), väävlisisaldus 2,8% (kildal 2,7), õlisaagis kivist 8% (kildal 3), uraanisisaldus 28 ppm (kildal 98). Kildast saadud õli väävlisisaldus on 2,8%, andmed Attarati kohta pole avalikud, kuid Jordaania El-Lajjuni leiukoha kivist saadud õlis on väävli 8–10%! Selle põlevkivi orgaaniline aine sisaldab 30–50% lahustitega väljapestavaid bituumeneid. Ülejäänud orgaanilisest ainest saab õli utmise teel.

Kilda bituumenisaldus on väike. Lisan, et viimasel ajal pole Jordaania

põlevkive meenutavat diktioneemakilta Eestis käsitletud energeetilise kütusena, kuna ainuüksi selle tuhk reostaks keskkonda raskmetallidega.

Mall Orru ja Heli Milveki (EGK, TTÜ Mäeinstituut – MI) esinemisest võis oodata keskendumist turbateemadele. Saimegi teada, et nad tegid 34. rahvusvahelisel geoloogiakongressil ettekande „Chemical properties of peat in three peatlands with balneological potential in Estonia“.

Sealt tagasi tuldi teabega, et kui mujal maailmas kavatakse maavara kasutusele võtta, teevad eksperdid igakülgse keskkonnamõju hinnangu, mida oponeerivad looduskaitsjad. Esitatud seisukohtade põhjal teeb valitsus otsuse. Meil tehakse tihti mitu aastat nõudvaid keskkonnamõju hinnanguid, mis venitavad varude kasutuselevõtmist.

Heaks keskkonnaks georadariga uurijatele on osutunud turbalasuandid. Hästi sai määrata turbakihi paksust, eri niiskusega või käännusega turbakihte. Vastavatest kogemustest rääkisid Jüri Plado, Argo Jõeleht ja Mario Mustasaar (TÜ geoloogiaosakond – TÜ). See on vaid üks kasutussuundi. Geoloogiliste struktuuride (nt Jõhvi raudkvartsiidi kehad, rabakivimassiiv) uuringutes saab kasutada ka gravimaktivälja. Sellest tegid ettekande Mihkel Štokalenko (EGK) ja Tarmo All (KKM).

Raul Kurrista, Rita Käär ja Uile Lemberg (Keskkonnauuringute Keskus) rääkisid Geotehnikalabori töödest, Ülo Sõstra (MI) Eesti aluspõhja tektoonilistest uuringutest. Sten Suuroja, Kalle Suuroja, Kuldev Ploomi ja Andres Kase (EGK) ettekanne oli Tallinna-Helsingi tunnelist, Peeter Väling ja Jaan Lutt (Veeteede Amet) rääkisid Veeteede Ameti hüdrograafiaosakonna töödest.

Nabala teemal rääkisid Kalle Suuroja ja Katrin Kaljuläte (EGK). Nende mahukas artikkel „Nabala needus ja geoloogiline kaardistamine“ on juba näinud trükivalgust ajakirjas Keskkonnatehnika (2, 2013).

Valter Petersell (EGK) rääkis globaalse temperatuuri ja meretaseme tõusu mõjust Lääne-Eesti rannavööndile.

Kalev Kallemetsa (VKG) ettekandest „XXI sajandi mäenduse ökonoomika“ selgus, et paremad toormed on ammen-dunud, mistõttu nii nafta, kulla, vase kui Eesti maavarade puhul (põlevkivi, fosforiit, magnetiit, glaukoniit) võib väita, et muutub võimalikuks nende kui järjest keerukamate toormete ökonoomne töötlemine.

Geoloogide aprillikonverents on olnud koht, kus on tõsise näoga nalja visatud. Eks ikka nii, et mõni uskuma jääb. Nii rääkis Heidi Soosalu (EGK, MI) maavärinast kui maavarast ja Eesti maavärinate arukast kasutamisest. Seni on neid osatud

registreerida, kasutada kaardistamiseks ja muudeks geoloogisteks uuringuteks.

Kalle Kirsimäe (Tartu ülikool) ettekanne „Rakendusgeoloogia piirid – kus on rakendusliku ja akadeemilise geoloogia veelahe?“ pole kogumikust võimalik üle lugeda, et sügavamalt mõelda selle üle, kas oli tegu nalja või probleemipüstitusega. See-eest on üleloetav Enno Reinsalu, Veiko Karu ja Margit Kolatsi (MI) 35 viitega ettekanne „Tehnogeoloogia“. See ettekanne oli tulevikuotsinguline – mõtlen terminikasutuse koha pealt. Autorid ei varjanudki, et tehnogeoloogiat ei ole veel õppekavades, kuid arvasid, et võiks olla. Termin (*techno-geology, technogeology, техническая геология*) on samas siiski laialt kasutuses, Venemaal isegi üks sama pealkirjaga raamat juba 1934. aastal ilmunud.

Tehnogeoloogiast arutledes kasutavad autorid sageli mõistet „tehnogeen“. Sellele on juba raskem mujalt tuge leida. Reinsalu on ka varem kaevandatud alade tehnogeensete struktuuride (<http://www.ene.ttu.ee/maeinstituut/geoloogideIII-kokkutulek/Varjatud%20struktuurid/sld005.htm>) kirjeldamisel seda mõistet kasutanud, nii maastike kui maapõue uutmoodustiste kohta. Näiteks on ta nimetanud tasandatud karjäärivaale jämedaks tehnogeeniks. Teisalt on väidetud, et kaevandatud ala ise ongi tehnogeen (http://www.gi.ee/seminar/2006-01-20/geoseminar_2006-01-20_reinsalu.pdf).

Olen seda meelt, et inimtegevusest tulenevate moodustiste kohta käivaid mõisteid tuleb edasi arendada. Siin pole ülearune meenutada, et vaevalt kuu aega enne geoloogide konverentsi peeti üle maailma Vladimir Vernadski 150. sünniaastapäeva, mis Eestis üsna märkamatu mõõdu. Tema oli just see mees, kes väitis, et inimkond on saanud suureks geoloogiliseks jõuks. Juba inimese-eelsed organismid jätsid tema biosfääriõpetuse kohaselt meile tohutud geoloogilised moodustised, näiteks meie põlevkivi, pakivi, fosforiidi. Inimene on, lisaks tuhaväljadele ja prügimägedele, saanud hakkama veelgi keerulisemate geoloogiliste moodustiste tekitamisega, nagu ehitised, infrastruktuuri elemendid jm. Ehk aitab inimese tegevuse parem mõistmine uute geoloogia-alaste mõistete kujundamisel.

Siin toodud ülevaade ei asenda teemadesse enam süveneda tahtjatele 64-leheküljelist kogumikku, mis on kättesaadav: <http://www.egk.ee/2013/04/04/xxi-aprillikonverentsi-ettekannete-teesid/>, fotod <http://www.egk.ee/2013/04/15/fotod-xxi-aprillikonverentsilt/>.

Aprillikonverentsi osalejaid käisid tervitamas Jakob Westholmi gümnaasiumist alguse saanud liikumise, väikeste kivisõprade seltsi Paepõnnid lapsed.



TEUK XIV: taastuvate energiaallikate uurimine ja kasutamine

REIN VESKI

TEHNIKAKANDIDAAT

Järjekorras 14. TEUKi konverents toimus Tartus Eesti Maaülikooli saalis 8. detsembril 2012, osavõtjaid oli sellel ligi kakssada pluss need, kes jälgisid konverentsi otseülekandest. Nagu tavaks, anname siin ülevaate ettekannetest, mis haakuvad ajakirja teemaga.

Konverentsi programm on leitav internetist (<http://tek.emu.ee/uudised/arhiiv/teuk-xiv/>), samuti osa ettekannete slaidid ja kogumik (<http://tek.emu.ee/teuk-konverentsid/>).

Ettekanded jagasime siin vastavalt taastuvkütuse agregaatolekule. Alustades gaasilisest – metaanist –, jagunesid ettekanded omakorda metaani tootmist ja kasutamist käsitlevateks. Tiit Kallaste, Anton Lauri, Sirje Pädami, Anne Meneriti, Ülo Kase, Janita Andrijevskaja ja Livia Kase ettekandes (need ka slaididel ja posteril) keskenduti mootorikütuseks töödeldava metaani saamisele Hinnu seafarmis ja tootmise laiendamisele lähiümbruse bioloogundatava materjali kaasamisel.

Argo Normaku ja Allan Kaasiku ettekanne oli samuti suunatud mootorikütuse kasutamisele metaani valmistamiseks põllumajandusettevõtetes tekkivast veise-, sea- ja linnusõnnikust. Nad esitasid lisaks ka samasisulise posterit. Oli veel üks poster Normakult, Erkki Jõgilt ja Jaak Suurperelt anaeroobse kääritamise parameetrite modelleerimise ja automaatjuhtimise kohta. Pärtel Niitaru tutvustas biometaanitootmismeetodite ja võrdles eri tüüpi surugaasiballoonide omadusi. Ahto Oja, Jaanus Tamm ja Jaanus Sahl rääkisid esimestest kogemustest sõidukite üleviimisel metaankütustele.

Vedelkütuseid käsitles Marti Tutti, Timo Kikase ja Jüri Olti ettekanne ja poster põhu jt põllumajandusjäätmete eeltöötlemise (näiteks lämmastikhape, kaaliumhüdrosiidi vesilahus) mõjust etanooli saagisele.

Jaanus Uiga, Martin Kikase ja Marek Muiste ettekanne taastuvkütuste kasutamise koordineerimisest Lõuna-Eestis (lisaks slaidid) käsitles tahkekütuseid,



TEUK XIV kogumiku esikaas / TEUK Conference proceedings front page

TEUK XIV. Taastuvate energiaallikate uurimine ja kasutamine / Investigation and Usage of Renewable Energy Sources. The Fourteenth Conference Proceedings. Eesti Maaülikool. Tartu, 2012. 153 lk.

kõlama jäi puiduteema kõrval ka muu biomass. Maarika Alaru, Ruth Lauki ja Merrit Noormetsa posteril vaagiti kiukanebi briketiks töötlemise majanduslikku otstarbekust.

Valdek Tamme, Regino Kask, Peeter Muiste ja Hannes Tamme (lisaks slaidid) võrdlesid oma ettekandes viit tööstuslikku puidu niiskusmõõtjat. Kaugkütte tulevikuperspektiividest väikeasulates Elva linna näitel tegi ettekande Alo Allik (lisaks slaidid). Mart Hovi, Andres Menind, Külli Hovi, Argo Ladva ja Annes Andresson esitasid ettekande ja posterit (saadaval slaidid) ahjude uuringuprojekti Ecohousing kohta, kasuteguri suurendamiseks on oluline mõõta suitsugaaside temperatuuri.

Konverentsi lõpetas diskussioon taastuvenergia rollist Eesti energiaportfellis. Esinesid Rene Tammist Taastuvenergia Kojast, Ahto Oja Eesti Biogaasi Assotsiatsioonist, Peeter Muiste EMÜ metsatööstuse osakonnast, Ülo Kask Tallinna Tehnikaülikoolist ning Martin Kruus Eesti Tuuleenergia Assotsiatsioonist ja Nelja Energia ASist.

Tammist rääkis päevakorra kerkinud Eesti Taastuvenergia Kojast ja Eesti Keskkonnaühenduste Kojast ühisalgatusest teemal „Taastuvenergia 100% – üleminek puhtale energiale Eestis“, vajadusest seada pikaajalised riiklikud eesmärgid, koostada investeerimistootuse programm, võtta kasutusele targad võrgud, arendada energiasalvestusvõimsusi.

Diskussiooni moderaator, Eesti Arengufondi energia- ja rohemajanduse suuna juht Peep Siitam tegi ettekande Eesti energiamajanduse pikaajalise arengukava uuendamise kohta. Mõlemad ettekanded on slaididena leitavad.

FOTO REIN VESKI



Konverentsist osavõtjad.
The participants in the Conference.



12. Balti turbatootjate foorum: Teadmiste tähtsus turbatööstuses

REIN VESKI
TEHNIKAKANDIDAAT

Balti riikide turbaühingud korraldavad igal aastal turbatöötajatele üleläätsikulist foorumeid. 2012. aastal oli võrustajaks Eesti Turbaliit. Arvult oli see juba kaheteistkümnend foorum ja peeti Tallinnas hotell Olümpia konverentsikeskuses teemal „Teadmiste tähtsus turbatööstuses“.

Mõnes mõttes oli tegemist peoga katku ajal, kuna vihmane suvi tõi Eestisse turbaikalduse aasta, parem polnud olukord ka lõunanaabrite juures. Nagu korraldajad mainisid, toob just kesine turbatoodete pakkumine foorumile tavapäraselt enam turba ostjaid, et kindlustada endale vajalik koguses turvast.

Osavõtjaid oli üle 240 inimese Baltimaadest, Venemaalt, Poolast, Hollandist, Soomest, Rootsist ja Itaaliast. Avaürituseks oli osavõtjate pidulik vastuvõtt Lennusadamast.

Foorumi avaüritusel rääkis Gerald Schmilewski Saksamaalt EPAGMA (European Peat and Growing Media Association) aastaid kestnud uuringust „Turba ja teiste aianduses kasutatavate kasvustraatide koostisosade elutsükli võrdlev analüüs – eesmärgid, tulemused ja järeldused“. Ta võrdles „roheliste alternatiivide“ keskkonnamõju ja tarbimisväärtust. Vaatluse all oli puu- ja peenes- tatud kookspähkli koor, taimejäänuste kompost, hästi- ja vähelagunenud turvas, riisikestad, puidukiud ja nende segud.

Õige segu valik on eriti oluline toiduainet kasvatamisel. Soovitatud segud sisaldasid turvast. EPAGMA ühendab

17 ettevõtet ja 5 ühendust 27 EL liikmesriigist, Eestist on selles esindatud AS Tootsi Turvas.

Järgnesid võrustajate ettekanded. MTÜ Eesti Turbaliit tegevdirektoril Erki Niitlaanel tuli Eesti turbatööstuse hetkeolukorrast ja tulevikuperspektiividest rääkides konstateerida riigi vähest tuge turbatööstusele: ei kaitsta tehtud investeeringuid ega toetata uute tegemist. Samuti on osutunud ülearu keeruliseks kaevanduslubade saamine. Samas pakub just turvasküte üht odavamast toasooja.

Järgnesid lühivõtteid Läti (Ilze Ozola) ja Leedu (Giedrius Kavaliauskas) turbatööstusest. Põhjamaaber Jaakko Silpola rääkis turbatööstuse väljakutsetest.

Töörühmi juhtisid ja andsid sellest kõigile osavõtjatele aru Ilkka Heikkilä Soomest (turbakaevandamistehnoloogia), Edgar Karofeld Eestist (turbaalade



Ettekande Eesti turbatööstustest tegi Turbaliidu tegevdirektor Erki Niitlaan.
Mr Erki Niitlaan, the managing director of the Estonian Peat Association, introduced the Estonian peat industry.



Üks töörühma esindajatest Hans Verhagen (Holland) kokkuvõtet tegemas.
A member of the working group Hans Verhagen (The Netherlands) drawing conclusions.

**12th Baltic Peat Producers Forum (BPPF):
Knowledge is necessity in peat**



Foorumist osavõtjad külas kodumaise turbakasutaja Nurmiko kasvuhoones.

Forum participants visited the greenhouses of domestic peat user Nurmiko.

taastamine), Hans Verhagen Hollandist (kasvusubstraatide kasutamine), Mariko Rukholm Eestist (eksporditurud) ja Kari Mutka Soomest (turba vastutustundlik kasutamine energeetikas). Eestist eksporditakse turbatooted enam kui 60 riiki, peamiselt Belgiasse, Hollandisse ja Saksamaale.

Hein Boon Hollandist tegi ettekande turbaalade vastutustundlikust majandamisest ja sertifitseerimisest. Tema arvates oleks ELi turbatööstusele vaja kehtestada ühtsed keskkonnanõuded ja ökomärgis.

Frank Hellinga, samuti Hollandist, sõnastas ettekande „Turbast puidugraanu-

lini“, juttu tehti juba kaevandatud turba töötlemise seadmetest.

Foorumi kolmandal päeval käidi Väo koostootmisjaamas, kus lisatakse hakkpuidule umbes 10% turvast. Külastati Muuga sadamat ja kodumaiste turbakasutajate Sagro ja Nurmiko kasvuhoo- neid.

Konverentsi korraldamist toetas Keskkonnainvesteeringute Keskus ning mitmed Eesti ja Euroopa turbavaldkonna ettevõtted.



Balti Turbafoorumi osavõtjad.

Participants in the Baltic Peat Producers Forum.

Järgmine iga-aastane foorum toimus 4–6.9.2013 Leedus / Annual international Baltic States forum for peat producers took place in Vilnius, Lithuania, 4–6 September 2013 (<http://www.asocdurpes.lt/news/baltic-states-forum-for-peat-producers-2013-vilnius-lithuania-04-06-09-2013>).

Paljukiidetud ja -laidetud põlevkivi



FOTO HEIKKI BAUERT

ANTO RAUKAS
AKADEMIK, TTÜ
GEOLOOGIA INSTITUUDI
VANEMTEADUR,
AJAKIRJA OIL SHALE
PEATOIMETAJA



Põlevkivi on nimetatud meelitavalt Eestimaa pruuniks kullaks, meie majanduse vundamendiks ja isegi Eesti Nokiaks. Maailma mastaabis peetakse põlevkivi võluvitsaks, mis päästab energiakriisist.

Samas on kutsunud põlevkivi kaevandamine ja kasutamine esile põhjendatud meelepaha ja palju kahtlusi. Võime tuua arvukaid näiteid looduskeskkonna pöördumatust muutusest ja elukvaliteedi halvenemisest Kirde-Eesti kaevandustööstuspiirkonnas. Toome näiteks Illuka valla, kus paljud majapidamised on jäänud joogi- ja tarbeveeta. Hiljuti peatas

keskkonnaminister lõhketööde korraldamise öisel ajal, sest see häiris oluliselt inimeste kodurahu. Kuid see on vaid jäämäe veepealne osa.

Igäihel oma arvamus ja ettekujutus

Terminil „põlevkivi“ puudub ühene määratlus. Lihtsustatult hõlmab see nimetus kõiki settekivimeid, mis sisaldavad tahket orgaanilist ainet, mida on võimalik kasutada kütusena ja/või millest saab kuumutamisel (utmisel) toota põlevkiviõli ja -gaasi. Selleks, et lugeda settekivimit põlevkiviks, peab selles olema orgaanilist ainet vähemalt 5%.

Kuna maailmas pole kaht ühesuguste omaduste ja genesiga põlevkivi, kannavad need eri nimesid, näiteks lamosiit, tasmaniit, vollongiit, torbaniit jne. Meie põlevkivi kannab kukersiidi nime.

Hiljuti tegid geoloogid Enli ja Tarmo Kiipli ajakirja Oil Shale veergudel ettepaneku nimetada kukersiitideks kõiki meie

Almaakaevandamisel jäetakse toetamiseks suured tervikud, mis suurendavad väärtusliku maavara kadusid. Nende edasine kasutamine on seni lahendamata.

Large quantities of shale are left as support for the mine overburden. This will increase the loss of valuable natural resources. No solution has been proposed for the further use of these amounts.

kukersiidile lähedase koostise ja genesiga, vetikat *Gloecapsomorpha prisca* sisaldavaid põlevkive, kuid vaevalt saab seda ettepanekut lugeda mõistlikuks. Säilitagem seda traditsioonilist nime ikka vaid Balti basseini põlevkividele.

Kas põlevkivienergia saab olla odav?

Eestis ei ole praegu kuumemat teemat kui eluasemekulude kontrolli all hoidmine. 2011. aastal suurenesid eestimaalaste eluasemekulud võrreldes eelneva aastaga 5,9% ja 2012. aastal tervelt 9% ehk kahe

aastaga kokku 14,9%. Kui rääkida elektri, soojusenergia ja kütte hinnatõusust, on arvud veelgi masendavamad: 2011. aastal oli tõus selles valdkonnas 6,2 ja 2012. aastal 11,4% ehk kahe aasta kokkuvõttes 17,6%.

Võrreldes möödunud aasta detsembriga oli käesoleva aasta jaanuaris tarbijahinnaindeksi peamiseks mõjutajaks elekter, mis jõudis kodudesse keskmiselt 23,6% kallimalt. Nõukogude ajast on meil kujunenud veendumus, et põlevkivielekter on odav. See on sügav eksitus, sest õigete hindade juures on põlevkivielekter kallis ja selle mõju keskkonnale suur.

Vahetult enne Eesti taasiseseisvumist 1989. aastal toodeti Eesti Energia elektri jaamades 17,4 miljardit kWh elektrienergiat, mille müügist laekus 233,7 miljonit rubla. Samal ajal kulutati elektrienergia tootmiseks 191,9 miljonit rubla. Kilovatt-tunni keskmiseks tariifiks kujunes 1,62 kopikat, omahinnaks 1,33 kopikat. Kui meie doteeritud elektri hind oli tollal tühine, siis 1988. aastal oli see Soomes 9,9 USA senti, Rootsis 10,2, Prantsusmaal 13,6, Itaalias 14,8, Suurbritannias 16, Austrias 18,1 ja Saksamaal LVs 24 senti.

Kuidas oli võimalik toota elektrit nii odavalt? Eks ikka seetõttu, et riigile (ehk "rahvale") kuuluvat ressursi põletati ressursimaksuta, keskkonda tugevasti saastades ja inimeste elutingimusi halvendades. Põlevkivi edasisel kasutamisel peame aga arvestama ressursi- ja kaevandamisega olulise tõusuga ning keskkonnale tekitatud kahjude senisest suurema hüvitamisega.

Sellisel juhul muutuks põlevkivielekter turul konkurentsivõimeetuks. Pealegi loobuksime põlevkivi ahju ajades vabatahtlikult iga tonni pealt vähemalt 40 euro suurusest lisatulust, mida saaksime põlevkiviõli müües.

On hinnatud, et põlevkivielektri hind uuest Auvere jaamast tuleks ca 60–70 eurot MW/h ja seega pääseks seal toodetud konkurentsivõimeetu elekter turule vaid tipukoormuste katmiseks ja sedagi mõne tuhande tunni ulatuses aastas. Kuna põlevkivi hind paratamatult tõuseb, on uurimise all kavad kasutada põlevkivi jaamades kütusena imporditavat kivisütt.

Põlevkivil kui loodusvaral ning elektrienergia, õli- ja keemiatööstuse toorainel pole majanduslikult põhjendatud turuhinda. Vedelkütuse toorainena on see võrreldav kivisöega, millest saab samuti toota vedelkütuseid. Seetõttu võiks võtta põlevkivi teoreetilise turuhinna arvutamisel aluseks toorainete kütteväärtuste erinevuse ja kivisöe turuhinna.

Põlevkivi keskmine kütteväärtus

lõpptarbimiskohas on alla 10 MJ/kg, kivisöel aga 25 MJ/kg. Võttes kivisöe maailmaturu hinnaks ca 95 EUR/t, saaksime põlevkivi teoreetiliseks turuhinnaks ligikaudu 40 EUR/t. Elektri jaamadele ja õlitehastele müüdava põlevkivi hind on aga kordades madalam.

Eestis leiduva põlevkivi kui ühe olulisema loodusvara varu kasutusõigust ei anta mitte enampakkumise teel, vaid administratiivse otsustuse põhjal ressursi kasutada sooviva ettevõtja soovivalduse alusel. Põlevkivi lõppkasutuse (elektritootmine, õli- ja keemiatööstuse tooted) keskkonnamõju, ressursikasutuse majanduslik efektiivsus ning kasu riigi majandusele ei ole kasutusõiguse andmisel otsustuskriteeriumideks. Kaevandusloa omanik on põlevkivi lõppkasutuse suveräänne otsustaja, kes määrab tarnetingimused. Sõltuvalt valitud kaevandamisviisist määrab ta ka kadude suuruse.

Kas me armastame kukersiit-põlevkivi?

Kindlasti mitte, sest miks me muidu ajame seda võimalikult kiiresti ja suurtes kogustes ahju. Kuulus Vene keemik Dmitri Mendelejev väitis, et nafta põletamine on võrdne rahatähtede põletamisega. Eks sama ole ka põlevkiviga, sest otsepõletamine on põlevkivi kasutamise kõige primitiivsem viis.

Põlevkivi kasutamise riiklikus arengukavas aastani 2015 ja selle rakendusplaanis määratleti põlevkivikasutuse riiklik huvi, milleks on Eesti tarbijate tõrgeteta varustamine elektri- ja soojusenergiaga ning väärtustatud põlevkivitoodetega, rakendades põlevkivi kaevandamisel ja töötlemisel parimat võimalikku tehnoloogiat, kasutades põlevkivi ja sellega kaasnevaid loodusvarasid efektiivselt ning võimalikult väikese keskkonna- ja sotsiaalse mõjuga nii, et põlevkivi jätkuks võimalikult pikaks ajaks ja oleks tagatud riigi julgeolek ning jätkusuutlik areng.

Põlevkivi kaevandamise ülempiiriks seati 20 miljonit tonni aastas, kuid valitsusliidu programmis 2007–2011 oli kirjas, et liit seab eesmärgiks põlevkivi aastase kaevandamismahu vähendamist maksimaalselt 15 miljoni tonnini aastas. Prioriteetseteks kasutamissuundadeks loeti elektri ja põlevkiviõli tootmist Eesti riigisisese tarbimise katmiseks; põlevkivi kasutamist selle täiendavaks väärtustamiseks (mootorikütused, keemiatooted jms) parima võimaliku tehnoloogia baasil ning kodumaise tsemenditootmise vajadusteks. Põlevkivi kasutamist elektri ja põlevkiviõli tootmiseks Eestist väljaveoks lubati vaid piiratud mahus.

Kuid elu on näidanud, et Eesti Vabariigis ei võeta seadusi vastu mitte nende täitmiseks, vaid võimalikult ulatuslikuks rikkumiseks, sest Eesti Energia kinnitab uhkeldades, kui suur osa elektrist eksporditi igal aastal naaberriikidesse.

Veelgi drastilisem on olukord põlevkiviõli osas. Kuni 2007. aastani oli Eesti maailma suurim põlevkiviõli tootja, kuid nüüd oleme me esikoha loovutanud Hiinale. Kuid praegugi toodame me aastas üle poole miljoni tonni põlevkiviõli (sellest Eesti Energia sadmetel Enefit-140 210 000 ja VKG umbes 350 000 tonni), millest ligikaudu kolmveerand läheb ekspordiks, sellest üle poole Hollandi kaudu eri firmadele (54%), vähemal määral Venemaale (15%) ja Suurbritanniasse (8%).

Ma ei taha väita, et eksportimine oleks halb, kuid arengukava vastuvõtmisel me kõige lihtlasemalt petsime "põlevkivi-valdasid", kes nõustusid kaevandamismahtudega vaid Eesti riigi ja rahva kodumaiseid varustuskindluse huve silmas pidades.

Kuidas hinnata põlevkivi väärtust?

Põlevkivi puhul on kõige olulisem orgaanilise aine sisaldus. See võib olla kas orgaanilistes lahustites lahustuv või mittelahustuv. Lahustuvat orgaanilist ainet – bitumoidi – on põlevkivides suhteliselt vähe – kuni 5% (kukersiidi kuni 1%). Lahustumat orgaanilist ainet, kerogeeni, iseloomustatakse selle elementkoostise kaudu.

Põlevateks komponentideks on süsinik ja vesinik, kuid peale nende kuuluvad orgaanilise aine koostisse veel hapnik, lämmastik ning vähemal määral fosfor, kloor ja mitmed teised elemendid. Oluliseks näitajaks kerogeeni hindamisel on vesiniku (H) ja süsiniku (C) aatomsuhe (H/C). Mida suurem see suhe on, seda suurem on ka põlevkivi õlisisaldus.

Kukersiidi puhul on keskmine näitaja 1,51, kuid veelgi õlirikkamad on Šotimaa põlevkivi (1,74), Tasmaania saare tasmaaniit (1,55) ja USA Green Riveri leiukohta põlevkivi (1,53). Õlisaagis on orgaanilise aine lähtematerjalist ja selle lagunemisastmest. Õlisaagist väljendatakse protsentides kerogeeni suhtes ja kukersiidil on see 65–67%, kivimile ümberarvutatult aga umbes 19–23%.

Seega peame meie enda kukersiidi kvaliteediga väga rahul olema. Kuid kõikjal pole põlevkivi vääristamine sama lihtne kui meil.

Mineraalosa vähendab põlevkivi kütteväärtust. Kui kukersiidist eraldatud kerogeeni soojusväärtus ulatub 8900 kcal/kg,



Uus Auvere põlevkivielektri jaam tuleb küll kõigiti tänapäevane, kuid sealt pärinev elekter ei ole tõenäoliselt oma hinna poolest konkurentsivõimeline.

The new oil shale power station in Auvere, despite being cutting-edge, will unlikely offer electricity at competitive prices.

levkivi on üks maailma kehvemaid. Arvestada tuleb ka võimaliku ebasoodsa poliitilise olukorraga. Tõsi, igasugune põlevkivi põleb suure kuumuse juures, kuid teda tasub põletada vaid siis, kui selle kütteväärtus on üle 1000 kcal/kg ja orgaanilise süsiniku sisaldus üle 15%.

Jordaania 26 põlevkivileiukohast on kõige paremini läbi uuritud El Lajjuni maardla, kus need näitajad on üsna piiripealsed: vastavalt 1140–2320 kcal/kg ja 17,93%. Kuid arvestada tuleb suurt väävlisisaldust (4,54%), mille ärastamine vajab eritehnoloogiaid, milleks puuduvad Eesti spetsialistidel vajalikud kogemused.

Utmiskatseid on tehtud Jordaania põlevkiviga mitmes riigis. On selgunud, et utmine õigustab end vaid juhul, kui õlisaagis Fischeri järgi ületab 7% ja kui orgaanikasisaldus on üle 25%. El Lajjuni põlevkivil on keskmised näitajad vastavalt 10,5 ja 22,1%, teistes leiukohtades on need veelgi madalamad, näiteks Jurf Ed Darawishis 5,7 ja 18%. Nagu nähtub toodud andmetest, on isegi El Lajjuni leiukoha põlevkivi sobivus utmiseks majanduslikult küsitav.

Toome võrdluseks, et kukersiidi vastavad keskmised näitajad on 23 ja 35%. Eriti hirmutav on Jordaania põlevkivide väävlisisaldus, mis ulatub saadavas õlis 11 protsendini (Eestis keskmiselt 1,1%), mis teeb väga problemaatiliseks saadava toorõli rafineerimise. Pealegi kavatseme me Jordaania õlitööstust rajada tehnoloogiale Enefit-280, mida ei ole veel Eestiski edukalt evitatud.

Meie tahke soojuskandja meetodil saadav põlevkiviõli ei hülga oma kvaliteedi poolest. Seda saab küll kasutada otse-põletamiseks, kuid tema väärindamine kvaliteetseks diislikütuseks või bensiiniks vajab veel põhjalikke teoreetilisi ja rakenduslikke uurimistöid. Tehnoloogia kuldreegel on see, et tirazeerida saab vaid tööstuslikult edukalt juurutatud tehnoloogiad, seda reeglilt pole Eesti arendajad järginud.

Esialgu oli Eesti Energial Jordaania Attarat Um Ghudrani leiukoha baasil kaks arendusprojekti: ca 38 000 barrelise päeva-toodanguga õlithese ning kuni 900 MW võimsusega põlevkivielektri jaama ehitamine. Nüüd enam õlithesest suurt ei räägita ja 2017. aastal valmiva elektri-

siis kukersiidi enda keskmine kütteväärtus on 3600 kcal/kg. Põletamisel mineraalosa laguneb ja tarvitab soojust, lisaks aurub põletamisel ka kivimis sisalduv niiskus. Seega saame põlevkivide põletamisel lisaks soojusele ka suure koguse jääk- ehk ballastaineid, mis vähendavad tema väärtust kütusena.

Tuhandest tonnist põlevkivist moodustab põlev osa umbes 350 tonni, tuhka saame ligikaudu 550 tonni ja niiskust (vett) on selles 100 tonni ringis. Vastavad arvud kivisöe puhul oleksid 850, 100 ja 50. Seega kuuluvad põlevkivid energia-vaeste ja keskkonda tugevasti saastavate kütuste hulka.

Põlevkiviõli tootmisel saame me igast kukersiiditonnist 125 kg põlevkiviõli,

430 kilogrammi tuhka, 180 kg süsihappegaasi ja 35 kuupmeetrit retortgaasi. Seega on siingi ballastainete hulk suur.

Julged mehed need Eesti mehed!

Otse imetlusväärne on Eesti Energia julgus hakata kaevandama ja töötleva kukersiidi oluliselt erinevat põlevkivi rangete keskkonnanõuetega USAs. Veelgi julgemad on ettevõtte sammud Jordaania, kus kavatsetakse rajada ööpäevas tuhandeid barreleid tootvad õlithesed ja tolpõlevkivil töötavad elektri jaamad. Ja seda veepuuduses vaevlevas poolkõrbelises piirkonnas.

Kui Eesti kukersiitpõlevkivi on üks maailma paremaid, siis Jordaania põ-

Kohtla-Järve poolkoksimägi on endiselt ohuks keskkonnale.

A semi-coke hill near Kohtla-Järve continues to pose a threat to the environment.

jaama võimsus on kängunud kordades väiksemaks. Rahvale lohutuseks kõneldakse, et Enefit Outotec Technology avas Frankfurdis Enefit-tehnoloogial põhineva pilootseadme, mis võimaldab testida õli tootmist erineva päritolu ja koostisega põlevkivist. Kuid iga vähegi tootmisega seotud inimene teab, kui pikk on tee pilootseadmelt pooltööstuslike katsetusteni ja sealt reaalse tootmiseni. Seetõttu palvetagem, et Käo ja Liive lõpetaksid oma elu hea tervise juures, sest Eesti Energia ei taha meist halba keegi ja Eesti Energia ebaedu tooks raskusi kogu rahvale.

Milliseid meetmeid saab riik rakendada?

Energeetikas on olulised keskkonnahoid, ressursi kättesaadavus ja hind. Keskkonnahoidu silmas pidades on põlevkivienergia eksport ebamõistlik, sest saaste tootmisest jääb meile. Poliitikutud uhkeldasid juba Nõukogude ajal, et elekter on meie olulisim eksportartikkel.

1980. aastate lõpul läks üle poole toodetud põlevkivielektrist Vene NFSV ja Läti tarbijatele. Kuid spetsialistid teadsid juba siis, et elektrienergia tootmiskuludest hakkavad kujunema Eesti majandust laostavad vääristunud proportsioonid nii vabariigi SKT loomisel kui ka loodud väärtuste jaotamisel, kõnelemata kahjustest keskkonnale, inimeste tervisele ja sotsiaalelule.

Peamised riigi käes olevad hoovad põlevkivikasutuse suunamisel on seadused ning keskkonnakasutuse tasud ja maksud. Põlevkivi kaevandamine ja kasutamine on reguleeritud praegu mitmete õigusaktidega, millest kõige olulisem on maapõueseadus, mis määrab põlevkivi kasutamissuunad ja kaevandamismahud.

Olulised õigusaktid, mis reguleerivad põlevkivi kasutamist põletusseadmetes ja õlitootmisel, on välisõhu kaitse seadus ja jäätmeseadus, mille kohaselt tuleb kasutada vaid parimaid võimalikke tehnoloogiasid ja täita keskkonnahoiu nõudeid. Eriti oluline on kaevandamise lubatud aasta-maht, mis on praegu 20 miljonit tonni.

Kuid sellele vaidlevad arendajad jõuliselt vastu, nõudes kas aastamahu olulist suurendamist või hoopis selle nõude lõpetamist. Selle saavutamiseks võetakse



FOTO ARVO KÄÄRD

appi isegi sotsiaalteadlased, kes hirmutavad inimesi Kirde-Eestis algava tööpuuduse ja SKT olulise vähenemisega. Seda on lihtne teha Tallinnas elavatel "pintsaklipslastel", kes ise ei pea elama kaevandus-tööstuspiirkonnas ja taluma sealseid ebameeldivusi.

Loodusvarade kasutamist reguleerib keskkonnatasude seadus, mille puhul on põlevkivi kaevandamise ja kasutamise seisukohast tähtsad fikseeritud maavara kaevandamisõiguse ja vee erikasutusõiguse tasu ning saastetasu. On selge, et põlevkivikasutamise väliskulusid tuleb senisest enam sisestada loodusvara kasutamise tasusse ning tuleb vähendada tasakaalustamatust põlevkivi keskkonnatasude kasutamisel.

Olulise sammuna on vaja käivitada uuringud põlevkiviõli väärastamiseks mootorikütusteks, et vähendada sõltuvust imporditavatest naftal baseeruvatest kütustest ja seeläbi suurendada Eesti energeetilist sõltumatust. Kuid siin seisab ees veel palju lahendamata tehnoloogilisi probleeme.

Ka õli ei pruugi kasumliku rafineerimistehase jaoks jätkuda. Enefit-280 käivitumisel peaks Eesti Energia õlitoodang kasvama 470 000 tonnini aastas ja kui käivituks veel kaks samalaadset, siis ulatuks toodang miljoni tonnini aastas. Kuid selleks ei pruugi jätkuda põlevkiviressurssi ja Enefit-280 käivitamisega on tehnilised probleemid. Ja kerkib küsimus, kas seda sellises mahus on vaja.

Palju muret on meil põhjaveega, mille kvaliteet põlevkivibasseinis halveneb. Seni on loomata usaldusväärsed pidevalt töötavad hüdroteoloogilised mudelid, mis võimaldaks määrata kujunevate depressioonilehtrite ulatust ja väljapumbatava vee nõuetele vastavust BHT, KHT, hõljumi, sulfaatide ja fenoolide osas.

Ida-Virumaal on põlevkivikaevandus-

te ja jäätmeheidlate all 450 km² maad, mis moodustab 15% maakonna pindalast ehk ligi protsendi kogu Eesti pindalast. Endiselt on keskkonnale suureks ohuks poolkoksimaed.

Põlevkivi põletamisel elektrijaamades lendub õhku suures koguses CO₂ ja teisi gaase, kaevandatud aladel muutuvad maastikupilt ja põhjaveežiim.

Põlevkivi tootmine ja tarbimine muudavad keskkonda ning paralleelselt põlevkivitööstuse arendamisega tuleb pöörata järjest rohkem tähelepanu keskkonnamõjudele. Seetõttu peame hoolega kaaluma, millistes mahtudes ja millistes suundades põlevkivitööstust edendada. Loodame, et sellele annab vastuse praegu koostamisel olev põlevkivi kasutamise riiklik arengukava.

Eesti kukersiit on maailma kõige paremini uuritud põlevkivi, mille kaevandustööde planeerimiseks rajatud puuraukude arv ulatub 10 000 piirimaile. Kogunenud teadmised ja oskused põlevkivi uurimisel ja kasutamisel on suur väärtus ning paljud riigid tunnevad meie kogemuste vastu huvi.

Paraku tuleb kurbusega nentida, et me hindame enda teadmisi põlevkivivaldkonnas selgelt üle. Noorte pealekasv põlevkiviteadusse on peaaegu olematu ja juba aastaid ei saa me ajakirjale Oil Shale vajalikul hulgal tasemel artikleid, sest kirjutamisvõimelisi spetsialiste jääb järjest vähemaks. Ei ole meil enam isegi põlevkiviuringute instituuti.

Ka põlevkivijaamu ei projekteeri Eesti spetsialistid. Paljud kaevandusväljad on juba ammendatud ja kaevandamine on nihkunud maardla keskosast äärealadele, kus põlevkivi kvaliteet on nigelam ja kaevandamistingimused keerukamad.

Kõik see mõjutab põlevkivi hinda ja tekitab täiendavat koormust keskkonnale.

Raamatud

Trumm, U., Rozental, V.

Eesti turbatööstuse ajalugu

History of the Estonian Peat Industry (Summary, pp 254–258; Tables of Content, pp 260–261).

Koostajad T. Kään, E. Niitlaan. Eesti Turbaliit. Tallinn, 2012. 264 lk + DVD.



Eesti turbatööstuse ajalugu käsitlev raamat jaguneb kaheks osaks. Varasema ajaloosa kirjutas Uno Trumm, viimased 60 aastat võttis kokku Väinu Rozental. Turbatööstuse ajalugu arvestatakse raamatus alates 1860. aastast, kui Eesti ja maailma esimene mehhaniseeritud pressturbatööstus alustas Sindi kalevivabriku turbarabas turba kaevandamist.

Turba kasutamise ajalugu Eestis on veelgi pikem. Kasutusvaldkonnad on muutunud vastavalt siseriiklikele vajadustele, viimastel aastakümnetel on välisturgude nõudlus kujundanud turbaettevõtte alusturbakaevandajatest aiandusturba kaevandajateks. Kütteturba kaevandamine on säilitanud oma koha läbi sajandite.

Teadusuuringutel ja seadustel on olnud tööstusharu kujundamisel oluline osa. Raamatu tagakaanelt leiame kinnituse, et vähemalt „turbavarudelt on Eesti kümne rikkama riigi hulgas maailmas“. Raamat on rikkalikult illustreeritud, piltide allkirjad on tõlgitud inglise keelde. Lisaks ingliskeelne sisukokkuvõte ja sisukord. Raamatu väljaandmisele on tugevasti kaasa aidanud SA KIKi toetus ja meie turbatööstuse juhtisikute huvi saada oma tööstusharu ajalugu kaante vahele.

Hiscock, G.

Earth wars

The Battle for Global Resources. John Wiley & Sons. Singapore, 2012. 286 pp.

Raamatus „Maa sõjad. Võitlus globaalressursside pärast“ kirjutab Aasia ekspert Geoff Hiscock 14 peatükis toidust, veest, energiast ja metallidest, nendest, kes on ressursside valdkonnas niiditõmbajad. Vaatluse all on Hiina, India, Jaapan, Brasiilia, Venemaa, Austraalia, Kanada, Katar, Kasahstan, Türgi, Iraan, Indoneesia ja Mehhiko. Käsitletakse kivisütt, tuumaenergiat, puhast-rohelis-kallist energiat ja kildaenergiaga seonduvat. Arutatakse tulevikusuundumuste üle.

Lepasaar, J.

Sooradadel

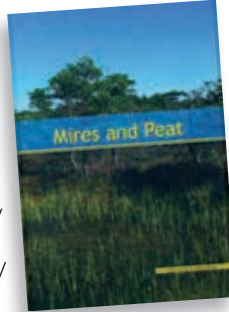
Teine, täiendatud ja parandatud trükk. Tartu, 2011. 175 lk.

Raamat vahendab autori soomatkade muljeid. On varustatud lühikese ülevaatega Edela-Alutaguse sookaitsealadest ja soodest, autori eluloo ning isiku-, kohanimed ja liikide registriga. Väljaandja Pärandkoosluste Kaitse Ühing. Raamat ilmub SA KIKi toetusel.



Mires and Peat

Ed. M. Kļaviņš. University of Latvia Press: Riga. 2010. 216 pp. (on kättesaadav/available: http://www.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/appgads/PDF/mirespeat.pdf)



Kollektiivne monograafia sisaldab toimetaja avasõna ja 13 artiklit Läti ja Poola soode ja turba kohta. Raamatu tekst on internetist kättesaadav, seega toome siin vaid soid ja turvast käsitlevate artiklite sisu iseloomustavad märksõnad: öietolmuanalüüs, soojärved, plankton, mikroreljeef ja -maastik, botaaniline koostis, lagunemisaste, andmetetöötlus, humifikatsioon, humiinhapped, turvasmullad, keemilised elemendid, metallide sorptsioon, analüüsimetodid, reostus, akumulatsioon, orgaanilise süsiniku vormid.

Geoloogia Instituudi kuuskümmend viis aastat

Loomine ja muutumised, inimesed ja teadus, meenutused ja suundumused / Institute of Geology: Sixty Five Years of History (Summary, pp 296–300). Koostanud ja toimetanud A. Aaloe, A. Heinsalu, D. Kaljo. TTÜ Kirjastus. Tallinn, 2012. 341 lk.



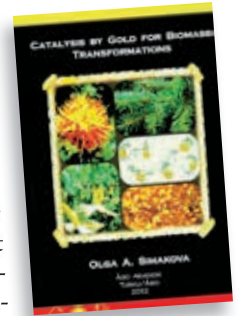
Nagu pealkirjast selgub, on raamat laiahaardeline kokkuvõtte instituudi tegevusest, mis ainuüksi kaitstud väeteskirjade üle otsustades haarab enda alla maakoore sügavusse minnes turba- ja sapropeeli, kukersüütpõlevkivi ning diktüoneemakilda alaseid uuringuid, kui piirduda Eesti põlevloodusvaradega; samuti loetakse üles instituudi kõik töötajad aastatel 1947–2011. Raamatus on ingliskeelne sisukokkuvõtte.

Simakova, O. A.

Catalysis by Gold for Biomass Transformations

Åbo Akademi University. Åbo, 2012. 227 pp.

Rootsis kaitstud doktoridissertatsioon käsitleb mitme olulise keemiasaaduse valmistamist puidutööstuse jäätmetest (hemitselluloos ja ekstraktiivained) kuldkatalüsaatorite abil. Tegemist on alternatiivide otsingutega naftakeemiatööstusele.



Lähtematerjalina leiavad kasutust vaigud, orgaanilised happed, terpeenid, steroolid, fenoolid, suhkrud jm. Neid on võimalik katalüsaatoritega selektiivselt oksüdeerida, hüdrogeenida ja isomeriseerida. Viimasel ajal on hakatud toetama nn biomajandusega seotud projekte. Kes soovib selles kaasa lüüa, sel on võimalus saada raamatust ettekujutus biomassile lisaväärtuse andmise uuematest viisidest.

V. Karu

Potential Usage of Underground Mined Areas in Estonian Oil Shale Deposit

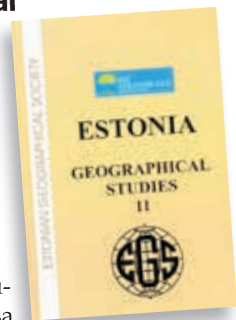
/ Altkäevandatud alade kasutamine Eesti põlevkivimaardlas. TTU Press. Tallinn, 2012. 191 pp.

Doktoridissertatsioonis käsitletakse Ida-Virumaal suletud põlevkivikaevanduste vee kasutamist soojus- või kineetilise energia allikana. Koostati kaevandusvee kasutamise potentsiaali kaart, mis põhineb veesamba survele, ehk mida kõrgem sammu, seda mõttekam on sellesse kohta rajada soojuspump. Soovitati rajada üks selline Ahtme soojuselektrijaama juurde. Optimaalseks peeti soojuspumba võimsust 10 MW. Sompka kaevanduse kaevandusveet juba kasutatakse Kiikla asulas. Ahtme väljavoolu vett annaks kasutada Kose asula kütteks.

Estonia. Geographical Studies 11

Ed. A. Raukas, K. Kuk, T. Vaasma. Estonian Academy Publishers. Tallinn, 2012. 168 pp. [On the occasion of the 32nd International Geographical Congress. Cologne 26–30 August 2012.]

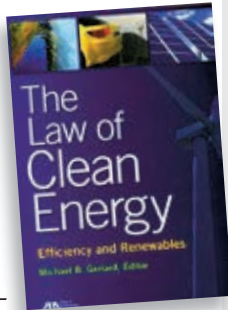
Ingliskeelne artiklite kogumik, mis sisaldab üheksa artiklit, sh põlevkivitööstuse (Anto Raukas „Energy crisis and the oil shale industry“), kaevandusvee kasutamise (Veiko Karu kaasautoritega „Potential use of underground mine water



in heat pumps”, vt tema dissertatsiooni tutvustust samas raamatute ülevaates), märgalade kohta (Elve Lode kaasautoritega “Basin delineation of small wetlands of Estonia: LiDAR-based case study for the Selisoo Mire and lakes of the Kurtna kame field”) jt.

The Law of Clean Energy: Efficiency and Renewables

Ed. M. B. Gerrard. American Bar Association. Chicago, 2011. 642 pp.



Raamatu alapealkiri viitab õigusaktidele taastuvenergeetikas. Tegemist on juristidele ja otsuste tegijatele olulise raamatuga.

Raamat käsitleb USA seadusi. Nende tundmine võib lihtsustada meie vastava ala eest vastutavate inimeste ja institutsioonide tööd ja on kasulik materjal ka üliõpilastele. Teosest võib tõusta kasu samuti neile, kes kavatsevad investeerida taastuvenergeetikasse või tunnetavad fossiilkütuste kõrgajastu hääbumist.

14. peatükis käsitletakse biokütuseid alates definitsioonist, töötlemisest, kasvuhooenergia emissioonist, mõjust vee kogudele, riiklikust toetamisest, USA ja osariikide nõuetest, taastuvkütuste standarditest, kõike seda seadusemuutusi käsitledes, kuni toimunud kohtuprotsesside kirjeldamiseni. Käsitlemist leiavad ka toidu ja biokütuste vahekorra küsimused ja biorafineerimise arengu toetus.

Sean Cubitt, S.

Eco Media

Rodopi. Amsterdam, New York, 2005. 168 pp.

Aastal 2012 suure hilinemisega Eesti raamatukogudesse jõudnud Uus-Meremaa Waikato ülikooli professori Sean Cubitti järjekordne raamat võib pakkuda huvi neile, kes puutuvad igapäevatoos kokku Maa globaalse soojenemise, ökoterrorismi, biojulgeoleku, geneetiliste muutumiste, keskkonnaeetika või loomadesse suhtumise küsimustega. Seda küll meedia kajastuse-na. Autori arvates tuleb tehnoloogilisse meediasse suhtuda tõsiselt, kuna see on inimeste ja roheline maailma lahutamatu osa.

Frank Oldfield, F.

Environmental Change

Key Issues and Alternative Perspectives. Cambridge University Press. Cambridge, 2011. 363 pp.

Raamatus vaadeldakse keskkonnamuutusi tagasiulatuvalt 400 000 aasta

jooksul. Ollakse arvamusel, et viimasel 1000 aastal on toimunud suured muutused tingituna tööstusrevolutsioonist. Suurimad muudatused on toimunud tühe põlvkonna eluea jooksul.

Raamat on mõeldud geograafia, keskkonna, bioloogia ja ökoloogia alal tegutsejatele. Selles kirjeldatakse keskkonna muutuste mudeleid. Osaliselt vaadatav:

<http://www.amazon.co.uk/Environmental-Change-Issues-Alternative-Perspectives/dp/0521536332>

James Delingpole

Kliimapeetus

Miks roheline liikumine on nagu arbuus – pealt roheline, seest punane. Kunst. Tallinn, 2012. 385 lk.

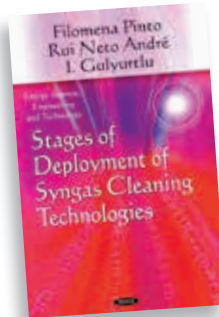
Erinevalt Oldfieldi raamatust on siin tutvustatava raamatu autori eesmärk näidata, et kliimasoojenemise teooria (Climategate) on huvigruppide poolt fabritseeritud äriidee.

Autor vaatab kriitiliselt Commoneri ökoloogia põhimõisteid, Lovelocki Gaia hüpoteesi, arutleb Rooma klubi seisukohtade ja säästliku arengu üle. Nii jõutakse järeldusele, et „ökovärk“ on planeedile kahjulikum kui näiteks naftatööstus.

Pinto, F., André, R. E., Gulyurtlu, I.

Stages of deployment of Syngas Cleaning Technologies

Nova Science. Hauppauge, 2010. 102 pp.



Raamat kuulub „Energy Science, Engineering and Technology“ sarja. Sellest sarjast on aastatel 2009–2012 jõudnud ilmuda 56 raamatut, sh ka põlvkivi ja kildagaasi kohta. „Süngaas“ (syngas – synthesis gas) on lühend sõnast „sünteesigaas“, kuna see on läheteegas teise (Ficher-Tropsi, metanooli, ka dimetüüleetri süntees) ja kolmanda põlvkonna biokütustele (vesinik) ning on ka teatavate bakterite kaasabil anaeroobselt kääritatav (butanool, etanool, või- ja äädikhape jt kemikaalid).

Raamatus vaadeldakse biomassi pürolüüsil saadava sünteesigaasi põhilisi puhastusmeetodeid. Sünteesigaas on ka otse kasutatav elektri ja soojuse koostootmisel.

Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 2012

Annual of the Geological Survey of Estonia 2012 (Summary). Koostaja ja toimetaja M. Kukk. Eesti Geoloogiakeskus. Tallinn, 2013. 140 lk.



Raamat sisaldab 56 töö ülevaadet, koostööprojekte, registreid jm andmeid Geoloogiakeskuse kohta.

Põlevmaavaradest uuriti vaid turvast (Leinasoo II, Sangla II, Varudi II ja Farvele kuuluv Ohtu). Uuriti Eesti Energiale kuuluvaid tuhavälju ja nende alade hüdrokeoloogiat, lisaks õlithese tootmisala pinnast. Tunti huvi ka pinnase radoonisisalduse vastu. Enamik töid käsitles mineeraaltooret.

Privalova, E.

Towards Novel Biogas Upgrading Processes

Åbo Akademi University. 2013. 166 pp.

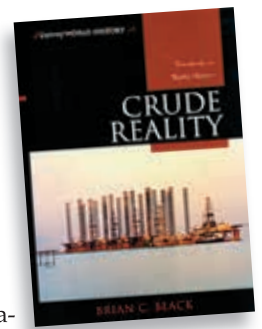


Raamat on akadeemiline dissertatsioon rootsi- ja venekeelse sisukokkuvõttega ning kuue teemakohase publikatsiooni äratrukiga. Erinevalt eelmisest raamatust kirjeldatakse selles käärimisel tekkinud biogaasi väärastamist ja põhirõhk on CO₂ eraldamisel. Selgitati meso- ja termofiilsete bakterite toodetud biogaasi puhastamise erinevusi.

Black, B. C.

Crude Reality. Petroleum in World History

Rowman & Littlefield Publishers: Lanham etc. 2012. 277 pp.



Nafta ajalugu on jagatud kaheksa peatükki vahel alates aastatest 1750–1890, s.o alates naftast kui millestki mustast ja kleepuvast kuni musta kullani. Ajaloo järgmiseks perioodiks valiti vahemik 1890–1960. Sealt edasi jõutakse välja nüüdisaega – naftamajanduse globaliseerumiseni, lõpuks aega, mil on oluliseks saanud mõiste Peak Oil ja kliimamuutused. Raamatu autor on ajaloo- ja keskkonnaprofessor.

KOOSTAS
REIN VESKI

Kohalikud energiaallikad ja nende kasutamine

Ülevaade Eesti ajakirjandusest 2012.–2013. aastal



FOTO SVEN ARBET

Energiapoliitika

E24 majanduslehe andmel (27.9.2012) leiab Riigikontroll oma analüüsis, et põlevkivielekter on Eestis põhjendamatult soositud, põlevkivi kaevandamiselt makssavad ettevõtted liiga madalaid saastetasusid ja põlevkivi ressursimaks on neli korda väiksem, kui peaks olema. Eesti Energia juhi Sandor Liive sõnul on aga Riigikontrolli järeldused tehtud ekslike andmete põhjal. Majandusminister Juhan Partsi arvates ei ole analüüsi järeldused kooskõlas selle eesmärgiga – aidata kaasa tarbija jaoks pikaajaliselt soodsaima elektritootmisportfelli leidmisele. Majandusminister lisas ka, et talle jääb arusamatuks Riigikontrolli väide, et metsarikas Eestis ei või suuri elektrijaamu kütta hakkpuiduga.

Riigikontrolli raport lähtub sellest, et Euroopa Liit jätkab karmi kliimapoliitikat, mis toob kaasa CO₂ kvoodi kallinemise ja 2050. aastaks CO₂ emiteerimise keelustamise Euroopa Liidus. Sellest lähtudes soovitatatakse analüüsis, et riik peaks panustama taastuvenergiasse. Seda suunda pooldas ka keskkonnaminister Keit Pentus, kes ütles raportit kommenteerides, et ministeerium koostab tegevuskava Eesti üleviimiseks ainult taastuvenergia kasutamisele. Parts viitas omakorda asjaolule, et Euroopa kliimapoliitika pole leidnud

globaalset toetust ja praegusel kujul vähendab see Euroopa majanduslikku konkurentsivõimet.

Samuti leidsid Riigikontrolli audiitorid, et valitsuse energiapoliitika on aegunud ega arvesta avaneva elektrituruga. Kui seni on olnud energiamajanduse aluseks arusaam, et Eestis peab olema oma tarbimise katteks piisavalt elektrijaamu, siis avanenud elektriturul ei pruugi see olla otstarbekas lahendus.

Eesti Teadusagentuuri Uudiskiri (13.5.2013) tõstab aga esile Maailma Energeetikanõukogu julge järelduse: ratsionaalne energiapoliitika on muutunud võimatuks. Nimelt toimus käesoleva aasta aprillis Hiinas Pekingis Hiina energiaalane tippkohtumine, millest võttis osa Maailma Energeetikanõukogu Eesti rahvuskomitee peasekretär Mihkel Härm, kes jagas oma muljeid ja andis ülevaate teemadest, millest mainekal kohtumisel räägiti. Kohtumisel arutati arengute üle energetikavaldkonnas ja põhjalikult kajastati muret tekitavaid teemasid.

Mihkel Härm toob näiteks, et kui Eestis tekitab kirgesid 300 MW võimsusega Auvere elektrijaama ehitus ja uue tuulepargi avamine on suur sündmus, siis Hiinas valmib üks tuumajaam iga kuu, üks söejaam iga päev ja üks tuulik iga tund. Kiire arenguga kaasnevad kahjuks ka suured keskkonnaprobleemid. Ekspertide hinnangul

tuleb järgmise 10 aasta jooksul Aasias vee-kriis. Puudus on nii puhtast joogiveest kui ka karmisveest põllumajanduses. Seda teadvustatakse, kuid midagi ette ei võeta.

Kohtumisel jäi veel kõlama, et ratsionaalne energiapoliitika on muutunud paljudes riikides võimatuks. Valijate jaoks on muutunud energeetika justkui religiooniks: käibel on rida dogmasid, mida usutakse pimesi. Seetõttu peavad poliitikud lubama valijatele võimatut – odavat ja keskkonnasõbralikku energiat. Erinevate lobigruppide töö tõttu usuvad valijad, et fossiilkütustevaba odava energiaga tulevik on võimalik, nii ollaksegi nii fossiilkütuste kui ka tuumajaamade vastu. Tõdeti, et ei ole aga võimalik ühtaegu sulgeda tuumajaamu, lõpetada fossiilkütuste kasutamist ning loota, et tööstus on ikkagi konkurentsivõimeline.

Maailma Energeetikanõukogu Eesti rahvuskomitee peasekretär Mihkel Härm on jaganud ka seisukohta (ERR 29.1.2013), et Eesti energiapoliitika on lühinägelik: Eestil ei ole väljapoole suunatud energiapoliitikat ning selle asemel, et mõelda 40 aastat ette, mõtleme vaid 4 aastat ette, kui sedagi. Mihkel Härm rääkis intervjuus ETV saatele "Terevisioon", et Eesti energiapoliitikas on väga suuri vastuolusid, kuna otsuseid tehakse kiirustades ja läbi mõtlemata ning väga lühikese ajaperspektiiviga. "Kui me näiteks võtame transpor-

Eesti kolmas tänapäevane biojaam, mis toodab veise- ja seasõnnikust elektrit ja soojust, mis edaspidi jõuab ka asula elanikeni, hakkas tööle Lääne-Virumaal Vinnis.

Estonia's third modern biostation, which produces electricity and heat from cow and pig manure, became operational in Vinni, Lääne-Viru County.



disektori energiapoliitika – mida sisuliselt ei ole olemas –, siis ühest küljest on Eesti elektriautode kontsentratsiooni osas maailma esinumber. Aga samal ajal me lõpetame trollide kasutamist Tallinnas, me ostame uued rongid, mis ei ole elektri-, vaid diislrongid. Need kaks asja ei ole nagu omavahel kooskõlas,” nentis Härn.

Sama lugu on Härni sõnul taastuvenergiapoliitikaga. Ühest küljest ütleb riik, et eesmärk on vähendada energiakulusid tarbijale, kuid teisest küljest lõpetatakse kõige odavama taastuvenergia tootmine biomassist ning ehitatakse juurde tuulikuid, millest saadav energia on kõige kallim. Kõige läbimõtlematum on Härni arvates Eestis põlevkivitulude kasutamine. Ta tõi võrdluseks Taani ja Norra, mis sarnaselt Eestiga on energiarikkad riigid ning on aastaid oma energiatulusid investeerinud, kogunud neid tuleviku jaoks, Eesti aga on põlevkivist saadud tulu jooksvalt ära kulutanud. Siiski sai ta tuua ka positiivse näite: “Eesti Energia ostab energiamaadraid, mis on tulevikku silmas pidades väga mõistlik otsus – energia ja energiaressurss on väärtus. Aga samas avalikkus justkui vaatab, et energiaressursi omandamine on halb asi ja ettevõtte ei oleks pidanud seda tegema.”

Käesoleva aasta 30. jaanuari E24 teatab, et Eesti asub maailma energiapoliitika edetabelis 35. kohal, olles varasemaga

võrreldes 3 kohta tõusnud. Raporti järgi on meil bensiin ja elekter taskukohasemad kui näiteks Venemaal. Edetabelit koostab Maailma Energeetikanoorkogu (WEC), selles on 94 riigi andmed ja hindamise aluseks on 2011. aasta statistika. WECi volinik Einari Kisel rääkis edetabelit tutvustades, et see hindab riikide energeetika keskkonnamõju, taskukohasust tarbijatele ja varustuskindlust. WEC võtab arvesse ka riigi sotsiaal-poliitilise olukorra ja SKT. Kiseli sõnul peaks parema koha saamiseks olema meie elektritootmisportfell mitmekesisem ja selle keskkonnamõju väiksem.

Juunikuu lõpul sai teatavaks põlevkivi sotsiaalmajanduslikku mõju analüüsinud poliitikauuringute keskuse Praxis analüüs (ERR 27.6.2013), millest järeldub, et maksumõjusid ja kaevandamispiirangud võivad tõsiselt pidurdada Ida-Virumaa arengut. Analüüsi autorite hinnangul tuleks anda enam initsiatiivi ja otsustusõigust kohalikule omavalitsusele, kelle territooriumil kaevandus või tööstus paikneb.

Käesoleva aasta 10. mai Eesti Päevalehe juhtkiri kannab pealkirja: „Põlevkivi on Eesti asi”. Jutt käib sellest, et kui kaks aastat tagasi Eesti Energia Ameerikas Utah’ osariigis põlevkivimaardla ostis, oli sõna „kildagaas” enamikule energiaäri alal võhikutele tundmatu, aga nüüd on kildagaasist kuulnud iga ilmaelu jälgiv inimene. Samuti rõhutatakse, et kuigi põlevkiviõlil ei ole praegu peavooluprognosides märkimisväärselt kohta, on selge, et tegelikult ei tea keegi kindlalt, mida tulevik toob. Ka põlevkivist õli tootmise võimaluste uurimist ei saa seetõttu *a priori* halvaks pidada. Küll võib küsida, kas just Eesti Energia peab sellega tegelema, pealegi veel välis-turgudel. „Põlevkivi kasutamise kompetentsi leidub maailmas peale Eesti väheses riikides,” nendib juhtkiri. „Hea asi on Eesti Energia välisprojektide kontekstis igatahes see, et maailma energianäljal ei ole praegu lõppu näha.”

Statistikaameti andmetel on taastuvate energiaallikate kasutuselevõtt vähendanud põlevkivi osatähtsust Eesti elektritootmises. Elektri kogutoodang oli 2012. aastal ligikaudu 12 teravatt-tundi, mis on 7% vähem kui aasta varem, teatab Statistikaamet. Elektrienergia toodang taastuvatest energiaallikatest suurenes varasema aastaga võrreldes ligi neljandiku. Taastuvelektri toodangu kasvu mõjutas enim puitkütustest saadud elekter, mille tootmine kasvas 2011. aastaga võrreldes ligi kolmandiku ja moodustas taastuvelektrist 68%. Tuuleenergiatoodang suurenes 2012. aastal varasema aastaga võrreldes ligi viiendiku. Kui elektrijaamades vähenes põlevkivi tarbimine 8%, siis õliteshas-tes see põlevkiviõlitudangu kasvu tõttu suurenes – sealjuures jäi põlevkivitoodangu maht 2011. aastaga võrreldes samaks.

2012. aastal kasvas põlevkiviõlitudang varasema aastaga võrreldes 7%, kusjuures eksporditi 80% toodangust.

Elektri kogutoodangu andmeid kogub Statistikaamet kõikidelt elektrit tootvatelt ettevõtetelt – nii nendelt, kes edastavad toodangu võrguettevõtetele, kui ka nendelt, kes toodavad oma tarbeks. 2012. aastal oli valimis 60 ettevõtet.

Samas selgub 17. juuni Maalehest, et maavaradest kaevandati Eestis möödunud aastal kõige enam ikkagi põlevkivi. Leht viitab Maa-ameti geoloogia osakonnas valminud Eesti maavarade koondbilansile 2012. aasta kohta. Peamiste andmetena on ära toodud maardlate ja mäeeraldiste varu seis aruandeaasta alguses ja lõpus ning varu muutused aasta jooksul. Seisuga 31.12.2012 oli keskkonnaregistri maardlate nimistus arvele võetud 887 maardlat. Kehtivaid maavara kaevandamise lube on üle 600. Kõige enam kaevandati 2012. aastal põlevkivi (ligikaudu 19 miljonit tonni), liiva ja kruusa (kokku ligikaudu 5,2 miljonit kuupmeetrit), lubjakivi ja dolokivi (kokku ligikaudu 2,7 miljonit kuupmeetrit) ning turvast (ligikaudu 0,6 miljonit tonni). Väiksemas koguses kaevandati ka savi ja meremuda. Maapõueseaduse kohaselt on maavaradeks dolokivi, fosforiit, järvelubi, järvemuda, kristalliinne ehituskivi, kruus, liiv, lubjakivi, meremuda, põlevkivi, savi ja turvas, mis on arvele võetud keskkonnaregistri maardlate nimistus.

Taastuvenergia

Eurostati andmetel oli taastuvenergia osatähtsus energia lõpptarbimises Euroopa Liidu liikmesriigiti väga erinev. 2011. aastal oli osatähtsus suurim Rootsis (46,8%) ning väikseim Maltal ja Luksemburgis (vastavalt 0,4% ja 2,9%). Eestis oli see suhtarv 25,9%. Eesti oli esimene liikmesriik, kus 2020. aastaks seatud eesmärk (s.o 25%) ületati.

Käesoleva aasta 19. märtsi Õhtulehes ilmus artikkel „Tootjate lobitöö sundis tarbijad juba aastaid maksma taastuvenergia eest ülemäärast raha”. Kirjutise järgi on taastuvenergia tootjate lobitöö loonud Eestis olukorra, kus inimesed maksavad iga kuu nn taastuvenergia tasu väidetavalt kaks korda rohkem, kui neilt oleks põhjendatud küsida. Kui mõnel Eesti elektritarbijal oleks raha ja viitsimist kohtus käia, saavutaks ta suure tõenäosusega viimaste aastate jooksul enamakstud raha tagasimaksmise. „Majandusministeerium on juba aastaid võidelnud selle nimel, et alandada aastaid tagasi riigikogu kehtestatud taastuvenergia tootjatele makstavaid toetusi, mis omakorda tulevad tavatarbija taskust,” seisab artiklis.

Nimelt peab taastuvenergia tasu olema seotud elektrituruhinnaga ehk kui



turuhind tõuseb, siis taastuvenergia tasu langeb. Ja teiseks, ei tohi olla ülekompenseerimist investeerijale. Öhtulehele on kinnitatud, et taastuvenergia tootjate marginaalid on kohati kuni kaks korda kõrgemad, kui oleks mõistlik. Teisisõnu tähendab see seda, et tarbijad on maksnud tuule või mis tahes roheline elektri tootjatele rohkem raha, kui oleks olnud mõistlik ja Euroopa reeglite kohane.

22. märtsil nentis Taastuvenergia Kojajuhataja Rene Tammist (BIONEER.EE), et Öhtuleht on avaldanud üsna tendentsliku loo ning kasutanud avalikus propandas meetodeid, mis juhivad tähelepanu reaalselt probleemidelt kõrvale. Probleemidest aga Tammisti hinnangul Eesti energiamajanduses puudu ei ole. Elektri ja küttehindade järjepidev kasv, massiivne põlevkivienergeetika subsideerimine, Eesti Energia küsitavad investeeringud nii Eestis kui ka väljaspool ja kodukulusid vähendavate investeeringute pidurdumine energiamajandusse on vaid väike loetelu probleemidest, millele rahvas õigustatult lahendust ootab.

Tammisti selgitusel moodustab põlevkivist saamata jäänud ressursitasu suurima osa subsiidiumist. Teiseks, suuruselt järgmiseks allikaks on CO₂ subsiidiumid, mille väärtust on keskkonnaministerium aastatel 2008–2012 hinnanud 680 miljoni eurole. Kolmandaks, 150 miljoni eurone toetus pärineb otse riigieelarvest. Neljandaks, Narva elektrijaamadele maksti põ-

levkivi ja hakkpuidu koospõletamise eest taastuvenergia tasu Riigikontrolli arvu- tuste kohaselt kokku 51,5 miljonit eurot. Viiendaks, põlevkivituha ohutuks tegemiseks on riik keskkonnaministeriumi hinnangul juba viidatud kirjas maksnud 30 miljonit eurot.

Kui panna need summad omavahel võrdlusesse, siis joonistub selgelt välja, et subsiidiumite vahe on järjepidevalt olnud ligi kümnekordne põlevkivienergeetika kasuks. Tammist tunnistab, et ebaõiglaselt on jäetud taastuvenergia tasu maksmine tarbija kanda. Ehkki see tasu moodustab 6% elektriarvest, on tegu siiski põhimõttelise küsimusega energiamajanduse korraldamisel. Taastuvenergia Koda on teinud korduvalt ettepanekuid taastuvenergia tasu elektriarvelt maha võtmiseks. Riigil oleks võimalik kasutada taastuvenergia toetamiseks CO₂ kvoodi müügist laekuvaid tulusid, mida praegu planeeritakse Narva katelde investeeringuteks. Kogu heitmekaubanduse mõte ongi selles, et tehtaks investeeringuid CO₂ heitmete vähendamiseks ja seetõttu oleks eesmärgipärane see kvoot just selleks kulutada.

Bioenergeetika areng

2012. aastal jätkus Eestis viimastel aastatel iseloomulik taastuvatest energiaallikatest elektrienergia tootmise kiire kasv ning selle osakaalu suurenemine siseriiklikus elektritarbimises (põllumajandusministeri, 2012. aasta ülevaade). Samas oli

kasv võrreldes 2011. aastaga tagasihoidlikum, mis oli suuresti tingitud sellest, et piirati taastuvenergia toetust Eesti Energiale biomassi kasutamisel Narva elektrijaamades. AS Eleringi andmetel moodustas taastuvatest energiaallikatest toodetud elektrienergia 2012. aastal kokku 14,9% tarbimisest, mis on võrreldes 2011. aastaga 2 pp võrra rohkem. Kokku toodeti 2012. aastal taastuvenergiat 1,37 TWh, mis on võrreldes 2011. aastaga 18% enam.

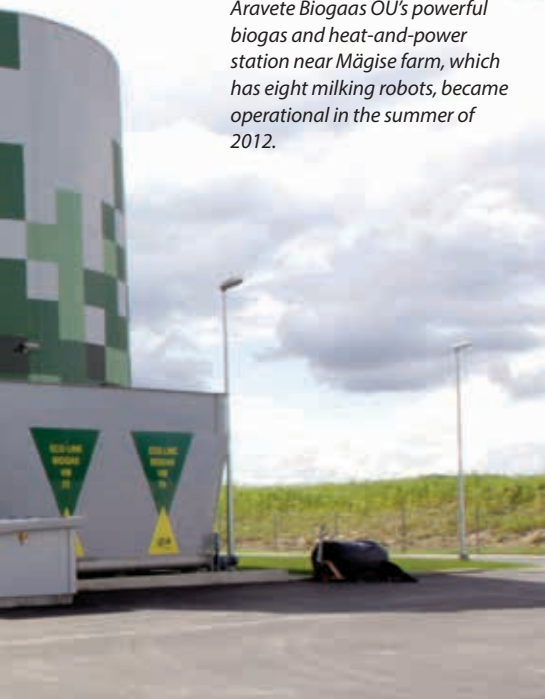
Suurima osa taastuvenergiast moodustas biomass, millest toodeti 2012. aastal elektrienergiat 880 GWh.

Eesti elektrimajanduse arengukavas on seatud eesmärgiks aastaks 2015 saavutada taastuvenergia osakaal elektritarbimises 15% ning 2012. aastal see tase juba saavutati. Sellest tulenevalt otsustati 2013. aasta alguses muuta elektrituru seadust ning taastuvenergia tasu mõningal määral kärpida, see käib eelkõige biomassi kasutamise kohta suurtes elektrijaamades ning tuuleenergia tootmisel.

Soojusenergia koha pealt on valdav osa Eesti asulaid läinud üle biomassi kasutamisele, mis on võrreldes näiteks maagaasiga oluliselt soodsam, ning ühe suure monopoolse tarnija asemel on mitu väikest kodumaist tarnijat. Näiteks on lähiaastatel valmimas hakkpuitu kasutavad elektri ja soojuse koostootmisjaamad Võrus, Rakveres ja Paines, mis toovad kohalikele elanikele kaasa märkimisväärse küttekulude vähenemise. Lisaks valmis 2013.

2012. aastal suvel alustas tööd Aravete Agro OÜ-le kuuluva kaheksa lüpsirobotiga Mägise farmi kõrvale kerkinud võimas biogaasi- ning elektri ja soojuse koostootmisjaam.

Aravete Biogaas OÜ's powerful biogas and heat-and-power station near Mägise farm, which has eight milking robots, became operational in the summer of 2012.



aasta alguses Eesti Energia Iru elektrijaama jäätmepõletusplokk, mis võimaldab maagaasi asemel elektri ja soojuse koostootmisel kasutada olmejäätmeid, mis on esimesega võrreldes tunduvalt soodsam ja keskkonnasõbralikum.

Hakkpuidu laiem kasutuselevõtt on tähendanud pidevat küttepuu hinna tõusu, mis loob enam võimalusi täiendava biomassi tootmisel ja töötlemisel nii metsandussektorile kui ka põllumajandusele. Viimane saab lisaks põllumajandustootmise jäätmete ja kõrvalsaaduste tõhusamale ärakasutamisele kasvatada energია-võsa ja rohtseid energiakultuure. Seni on siiski vaid üksikuid näiteid rohtse biomassi kasutamisest soojuse tootmisel, nt Lihula ja Tamsalu katlamajad.

Kui soojus- ja elektrienergia osas ei valmista Euroopa Liidu taastuvenergia direktiivis sätestatud eesmärkide täitmine raskusi, siis transpordisektoris võib see olla üsna problemaatiline. 2012. aastal oli taastuvenergia osakaal transpordis umbes 1%. 2011. aastal algatatud Eesti elektromobiilsuse programm, millega toetatakse elektriautode ostmist, ei ole seni taastuvenergia osakaalule transpordis märkimisväärt mõju avaldanud.

Olulisemad bioenergia investeringutoetused on Keskkonnainvesteringute Keskuse (KIK) kaudu rahastatav roheline investeerimisskeem, millega suunatakse heitkoguse ühikutega kauplemisest saadavad vahendid muuhulgas biomassi

kasutatavate koostootmisjaamade toetamiseks, ning maaelu arengukava (MAK) meetmed 1.4.3 „Investeeringud bioenergia tootmisesse“ ja 3.1 „Majandustegevuse mitmekesistamine maapiirkondades“.

KIKi meedet rakendati bioenergia projektide toetamiseks aktiivselt 2011. aastal ning mitmed toetust saanud projektid on veel valmimisel. 2012. aastal bioenergia projekte meetmest ei rahastatud ja vahendeid kasutati tänavavalgustuse kaasajastamise toetamiseks seitsmes Eesti linnas.

Bioenergia investeringutoetuse alusel toetatavad tegevused on energია-võsa kasvatamiseks, bioenergia tootmiseks ja biomassi töötlemiseks vajalike masinate ja seadmete ostmise ning hoonete ja rajatiste ehitamine. Bioenergia all mõistetakse biomassist toodetud elektri- ja soojusenergiat ning transpordikütust.

2012. aasta 16. veebruari Maaleht kirjutab, et Euroopa, sealhulgas Eesti sõidukitel on kohustus kasutada biokütuseid, kuid nende kütuste allikas on siiani leidmata. Kui mõne aasta eest murdsid põllumehed pead selle üle, kust leida oma viljale turgu ja saada saagi eest tasu, mis tootmise vaeva vähegi vääriks, siis nüüd, kui vilja hinnad on tublisti tõusnud ja vilid läheb hästi kaubaks, seisab Eestil ees uus harutamist vajav probleemipundar – kuidas täita Euroopa Komisjoni nn kliimapaketi direktiivi, mille eesmärk on asendada 2020. aastaks kümnendik transpordikütusest biokütusega? Kui veel läinud kümnendi keskel räägiti rohkem biodiislikütusest, siis asjatundjate hinnangul on bioetanooli tootmisel maa- ja tooraineressurssi arvestades suurem potentsiaal.

Eesti Energial tekkis huvi bioetanooli vastu siis, kui ettevõtte poole pöördus firma Bemixe OÜ, kes mõtles rajada elektrijaamaga ühendatud etanoolitehase. 2008. aasta kevadel tutvustas Bemixe OÜ juhataja Tiit Maidre Eesti rukki suurt potentsiaali nii etanooli kui elektrienergia tootmisel. Bemixe korraldas koos Eesti Energia ASiga teostatavusuuringu bioetanooli tehase rajamiseks Narva elektrijaamade uute põlevkivikatelde juurde.

Plaanimat lahendus nägi ette kasutada etanooli tootmiseks elektrijaama auru. See vältiks täiendavate koguste fossiilkütuste või hakkpuidu põletamist.

2012. aasta 24. septembri Maalehes kirjutab Farm Plant Eesti teravilja ja rapsi tootejuht Marge Pähkel, et viljahind määratakse suurte viljakasvatustoodangu järgi. See on globaalne börs ja Eesti head saagid seda eriti ei mõjuta, küll aga mõjutab maailmas toimuv meie viljahinda. Hinnaliikumist mõjutab ka euro ja USA dollari suhe.

Käesoleva aasta kevadel levis Eesti meedias uudis, et Euroopa Liit keelustab kaheks aastaks neonikotinoidide kasu-

tamise. Aprilli lõpul Euroopa Liidu toiduahela ja loomateravilja apellatsioonikomitee toimunud hääletuse tulemused võimaldavad Euroopa Komisjonil keelustada alates selle aasta detsembrist kaheks aastaks kolme mesilaste suremisega seostatud neonikotinoidi kasutamise.

Jaanuaris Euroopa toiduohutusameti poolt avaldatud analüüsi kohaselt kujutavad palju kasutatavad pestitsiidid tiامت-oksaaam, klotianidiin ja imidaklopriid mesilaste populatsioonile tõsist ohtu. Euroopa Komisjon otsustas kõnealused pestitsiidid keelata jaanuaris pärast seda, kui Euroopa Liidu teadlased avaldasid sellekohase uuringu. Kuigi teadlased järeldasid, et neid keemilisi putukatõrjevahendeid ei ole võimalik mesilasperede kollapsiga otseselt siduda, pidas Euroopa Komisjon vajalikuks nende kasutamine kaheks aastaks peatada. Valdav osa kriitikast, sealhulgas neonikotinoidide tootvate keemiakontsernide Syngenta ja Bayeri oma, on keskendunud katsete disainile. Väidetavalt ei olnud pestitsiidijääkide kogus, millega mesilased katsetes kokku puutusid, vastavuses tavapärasel korjeldud saadava doosiga. Osa tootjaid ja teadlasi väidab endiselt, et seos neonikotinoidide ja viimastel aastatel toimunud “mesilaspere kokkukukkumise sündroomina” (*Colony collapse disorder – CCD*) tunnut nähtuse vahel pole piisavalt tõestatud.

Piirangu jõustumise ajal ei saa Syngenta müüa taimekaitsevahendit Cruiser, mida kasutavad laialdaselt maisi- ja rapsikasvatavad kaitseks lehetäide ja teiste kahjurite vastu. Samas on see keeld vesi konkurentide veskile, kes toodavad alternatiivseid taimekaitsevahendeid – nagu näiteks Dow Chemical. Osa teadlasi leiab, et ka nendes leiduvate koostisosade mõju mesilaste tervisele on vähe uuritud. Syngenta ja Bayer väidavad, et nende tehtud uuringute põhjal läheks neonikotinoidide keeld Euroopale maksma miljardite eurode väärtuses viljasaaki. Euroopa Liidus mesilaste kaitseks võetud meetmed tekitavad rapsikasvatajatele rohkem tööd ja võivad kaasa tuua suuremaid saagikadu- sid (Saarte Hää 10.6.2013).

Puit energiaallikana

Olgugi et põllumajandusministeeriumi ülevaate kohaselt (1.4.2013) on hakkpuidu laiem kasutuselevõtt toonud kaasa pideva küttepuuhinna tõusu, kirjutab Maaleht (16.8.2012), et mullusega võrreldes on küttepuude hinnad lausa viiendiku võrra langenud. “Hinnad on langenud 20 protsenti,” tõdeb Vaido Kalm Jõgeval küttepuude müügiga tegelevast osatühingust Picea Grupp. Neilt saab toored kasehalud kätte 35 euroga ruum. Valgamaal ajalehekuulutuse kaudu küttepuuid pakkuv mees tõdeb,

et tänavu pole korralikku müüki olnud. Ei kevadel ega ka praegu.

“Hind on madalam kui mullu, kuid pakkujaid on väga palju ja inimestel pole raha ka,” tõdeb müüja, kes ei taha oma nime lehes avalikustada. Tema müüb toorest puud ja küsib kase eest 30 ning teiste liikide eest 25 eurot ruum. “Hinnad olenevad kütteväärtusest,” selgitab Tartu kandis tegutseva OÜ Peeter ja Pojad juht Peeter Änilane. Kõige kõrgema kütteväärtusega on kask, must lepp ja saar. Väiksem on kütteväärtus okaspuudel, haaval ja hallil lepal.

Samuti selgub artiklist, et lisaks küttepuudele on mullusest odavam ka hakkpuit, mille hind võib veelgi langeda. Kui mullu maksis hakkpuidu megavatt-tund 17–18 eurot, siis tänavu 16,5–17,5. “Praegu pakutakse turul tooret rohkem,” ütleb RMK puiduturustusosakonna turustusspetsialist Üllar Rosin.

Eesti Energia teatas samal nädalal, et seoses kooskõlastusringile läinud elektrituru seaduse muutmise eelnõuga lõpetati Narva elektrijaamades hakkpuidust taastuvenergia tootmine. Eesti Energia ostenud puiduhakke kogus jääb nüüd turule, suurendades pakkumist veelgi. See on aga hea uudis hakkpuidul töötavatele katlamajadele, kuna majandusteooria kohaselt peaks pakkumise suurenemise tulemusena hind langema.

Käesoleva aasta veebruarikuu Äripäev (17.2.2013) kirjutabki, et hakkpuidu kasutamine on Eestis aasta-aastalt kasvanud, ent nüüd on tekkinud tõsised müügi- ja probleemid raiejäätmetega – seda seoses Narva elektrijaamade otsusega lõpetada hakkpuidust taastuvenergia tootmine. “Hakkpuidu tootmiseks sobib igasugune puit, kuid eelkõige oleme huvitatud raiega kaasnevate raidmete hakkimisest,” selgitab RMK puiduturustusosakonna juhataja Ulvar Kaubi. “Raidmetega pea võrdses mahus tekib sobivat materjali metsaprandustööde käigus, kui on vaja metsateede ääri ja kraavide kaldaid puhastada.”

Kaubi lisab, et sealt saadavat materjali nimetame laasimata tüvesteks. Tema sõnul on viimaste aastate jooksul kohalik hakkpuidu nõudlus kasvanud, kuid pakkumised on olnud veelgi suuremad ja see on avaldanud survet hakkpuidu hinnale. “Suure pakkumise taga on suhteliselt kehv kütte- ja paberipuidu nõudlus, mistõttu osa sellest materjalist on samuti ära hakitud,” kinnitab Kaubi.

RMK plaanib käesoleval aastal toota üle 200 000 kuupmeetri hakkpuitu, mis on siiski vähem kui möödunud aastal. “Kõikides Eesti piirkondades ei ole hakkpuidule veel turgu ja seetõttu igal pool me raidmeid kokku ei korja, kuid oleme nii-öelda valmis oma tegevust laiendada, kui suudame tootmise jätkamiseks vajalikud müügingimused kokku leppida,”



Hakkpuit moodustab suure osa taastuvast loodusressursist.
Wood chips constitutes a remarkable part of the renewable natural resource.

FOTO HEIKI RAUDLA

märgib Kaubi. “Metsaraie ja raidmete tootmine on protsessina selliselt välja kujundatud, et tagada hakkpuidule nõutud kvaliteet.” Näiteks ei sobi kokkuveotraktori teele kuhjatud oksad, mistõttu tuleb hakkimiseks kogutavad oksad raielangil panna väikestesse aunadesse kuivama ning alles siis, kui suvi on möödas, veetakse need traktoriga tee äärde. “Kokkuveo käigus pudenevad siis okkad maha ja saame kvaliteetse toorme,” ütleb ta.

ASi Repo Vabrikud juhataja Tiit Kolk märgib, et pärast küttepuidu põletamise lõpetamist Narvas on selle hind langenud umbes 15% ja seda on nüüd piisavalt nii kohalikele katlamajadele kui ka tööstusele – seda vaatamata asjaolule, et uusi puiduhakke katlamaju on Eestis viimastel aastatel KIKi toel rajatud ja rajamisel üle neljakümne. Eesti Erametsaliidu juhatuse esimees Taavi Ehrpais tõdeb, et hakkpuidu kasutamine on siiani aasta-aastalt suurenenud, kuid sellel aastal on seoses Narva jaamadega tekkinud raskused raiejäätmete müügi- ja võimalustega.

“Pakkumine ületab hetkel selgelt nõudlust ja metsaomanikud on hakanud järjest enam raiejäätmeid metsa jätmä,” ütleb ta. “Ka mina olen loobunud okaspuu raiejäätmete varumisest ja samuti kaalun aina rohkem, kui kaugelt tasub veel kokkuveoda ära.”

Ehrpais räägib, et kui veel mõni aasta tagasi oli metsas lubatud eriotstarbeline diisel ja võsa ning raiejäätmete hind oli kõrgem, siis oli võimalus ka metsaomanikul sellest ärist midagi teenida. “Täna on ülestöötamise ja kokkuveo hinnad tõusnud ja puistekuupmeetri hind vähenenud,” kinnitab ta. “Metsaomaniku rõõmuks on jäänud ainult puhtad kraavid ja raielangid, mis on muidugi tore, aga mär-

kimisväärtust tulukust see tegevus täna ei tekita.”

Tema sõnul saavad täna väheväärtusliku puidu kasutamisest kasumit vaid koostootmisjaamade omanikud, kuna toetust makstakse ainult neile. Kohalik katlamaja, mis samuti kasutab hakkpuitu, mingit toetust praegu kahjuks ei saa. “Palju õiglasem oleks toetada hoopis väheväärtusliku puu metsast välja toomist,” leiab Ehrpais. “See motiveeriks metsaomanikke tegema rohkem hooldusraiet ja võimaldaks suurendada veelgi hakkpuidu tootmist.” Ta lisab, et selle tulemusel muutuks küttepuu odavamaks ka inimestele, kes oma tuba puudega kütavad.

Käesoleva aasta algus tõi Eesti katlamajades hakkpuidu kasutamisel positiivseid uudiseid. Näiteks plaanib Nissi vald ehitada ümber Riisipere katlamaja ning rekonstrueerida ka soojatrassid. Kui tööd on lõppenud, peaksid soojaarved olema senisest kuni veerandi võrra väiksemad (Harju Elu 15.3.2013).

1973. aastal ehitatud katlamaja koetakse praegu põlevkiviõliga. ASi Nissi Soojus juhataja Jaanus Tederi kinnitusele on õlist soojuse saamine kallis nii tootjale kui ka tarbijale. Ümberehitusplaane on Nissi vallas peetud paar aastat. 2010. aasta sügisel kirjutati KIKile taotlus, et saada katlamaja ning soojatrasside remondiks raha. Eelmise aasta sügisel saadi vastus, et taotlus on rahuldatud, vastav leping sõlmiti novembris. Projekti elluviimiseks on aega järgmise aasta lõpuni. Kuid soojatootja tahab tööd lõpetada aasta varem ehk tänavu detsembriks. Katlamajas asendatakse üks kahest õlikatlast hakkpuidukatlagaga. Üks õlikatel jääb esialgu alles, sest ka ootamatute remontide ajal peab asula saama kütet.

Saaremaa Kärla valla soojusenergia-tootja kavatses samuti võtta põlevkiviõli asemel kasutusele hakkpuidu, mis langeb soojuse hinda tarbija jaoks umbes 20 protsenti (Saarte Hääl 21.3.2013). "Kärla katlamajas on praegu kasutusel põlevkiviõli, mis on nii kallis, et mõistlik on minna üle kohalikule kütusele," ütles SW Energia OÜ juhatase esimees Tarmo Saarts, kelle sõnul plaanib ettevõtte kasutada kütusena Saaremaalt varutud hakkpuitu.

Katlamaja ümberehitustöödeks taotleb SW Energia OÜ toetust KIKilt. Positiivse otsuse korral alustatakse ehitustööga järgmisel kütteperioodil. Arvestades biokütusel töötava katlamaja ehituseks saadavat toetust ja konkurentsiameti meetodikat soojusenergia hinna kooskõlastamisel, kujuneb biokütusel töötava katlamaja amortisatsiooniajaks 20 aastat. Seoses sellega taotleb SW Energia OÜ vallalt Kärla asula katlamaja ja soojusvõrkude haldamise tähtaja pikendamist 20 aasta võrra ehk 2034. aasta 1. juulini.

Pärnus asuv SW Energia OÜ on Eesti kapitalil põhinev ettevõtte, mis toodab soojusenergiat ligi 100 katlamajas kõikides maakondades üle Eesti. Kärla katlamaja varustab soojusenergiaga korterelamuid ja mitut vallale kuuluvat hoonet, sealhulgas koolimaja, lasteaeda ja spordikompleksi.

Viljandimaal Viiratsi vallas Vana-Võidu renoveeris OÜ Avoterm väikekatlamaja, mis on nüüd üks tänapäevasemaid Eestis, ning see võimaldab langetada piirkonna soojuse hinda kuni 30% (Delfi.ee 21.6.2013). OÜ Avotermi juhatase liikme Mati Sarapi sõnul on senine Vana-Võidu võrgupiirkonnas kehtiv soojuse piirhind 86,57 eurot MWh, mis katlamaja renoveerimise tulemusena võib langeda 63 eurole, kui kõik endised tarbijad jätkavad oma hoonete kütmist samast soojusvõrgust. Vana-Võidu katlamaja soojusenergia kadu trassides vähenes pärast soojustrasside peatorustiku väljavahetamist rohkem kui kaks korda – 860 MWh-lt aastas 411 MWh-le.

"Vana-Võidu katlamaja on projekteeritud ja ehitatud, kasutades parimat võimalikku tehnoloogiat, ja võime julgelt väita, et tegemist on Eesti kõige modernsema väikekatlamajaga," ütles Sarap. Kogu Vana-Võidu katlamaja soojustootmise protsess on Sarapi sõnul üksikasjaliselt läbi mõeldud, alates kütuse ladustamisest kuni soojusenergia võrku edastamiseni. Tootmine on mõeldud toimimiseks ilma füüsilise sekkumiseta: seadmed on varustatud kaugjälgimis- ja juhtimissüsteemi ning videovalvega, mis muuhulgas kuvab nii põlemisprotsessi katlakoldes kui hakkpuidu koguseid kütuselaos. "Katelde operaatoritel tuleb üksnes hoolt kanda vajalike hooldustööde teostamise eest," lisas Sarap.

Aastatel 2012–2013 rekonstrueeris OÜ Avoterm Vana-Võidu katlamaja ja soojustrassid, mille käigus vahetati välja Vana-Võidu soojustrasside peatorustikud ning ehitati välja uus täisautomatiseeritud hakkpuidukatlamaja. Hakkpuidukatla võimsus on 1,5 MW ja vedelkütusekatla võimsus 2,3 MW.

Katlamaja ja soojustrasside renoveerimine sai võimalikuks tänu KIKile, mis rahastas nimetatud töid 50% ulatuses. OÜ Avoterm paigaldas 100% oma ressurside eest Vana-Võidu katlamaja vedelkütusel toimiva reservkatla, mis tagab soojusenergiaga varustamise ka hakkpuidukatla võimaliku seiskumise puhul. Katlamaja ehitus- ja renoveerimistööd lõppesid tänavu mai lõpus. Täiendavalt investeeris Avoterm katlamaja videojälgimissüsteemi ja viimistlusse. OÜ Avoterm on 1997. aastal loodud Eesti kapitalil põhinev ettevõtte, mille põhitegevuseks on soojusenergia tootmine, jaotamine ja müük. Avoterm haldab 30 katlamaja üle Eesti. Ettevõtte annab tööd 22 inimesele.

Keskkonnasõbralik hakkpuitu kasutav ainulaadne koostootmisjaam valmis tänavu Võhmas (ERR uudised 25.6.2013). Jaam töötab pürolüüsi põhimõttel toimival tehnoloogial. Võhma koostootmisjaam on esimene omataoline Eestis, pürolüüsi põhimõttel toimivat tehnoloogiat pole siin varem soojus- ja elektrienergia tootmiseks kasutatud. Koostootmisjaam võimaldab hakata pakkuma Võhma elanikele sooja tarbevett läbi aasta. Lisaks on koostootmisjaama soojusenergia odavam katlamajas toodetavast energiast.

Jaama rajas Alternatiivenergia Grupp, kelle jaoks on see teine elektrijaam. Varem on ettevõtte töösse andnud Leevi hüdroelektrijaama ning nõustanud hüdroelektrijaamade rajamist. Jaama rajamist rahastas KredEx investeerimislaenu käendusega ning toetas KIK kvoodimüügist saadud vahenditest. Koguinvesteering jaama rajamisse on 0,7 miljonit eurot.

Keskkonnateabe Keskus on oma kodulehele (www.keskkonnainfo.ee) lisanud ülevaate Eesti metsade raie-mahu kohta 2012. aastal. Koguraie-maht oli raiedokumentide andmetel 11 091 747 m³. Sellest RMK maal tehti raieid 3 779 433 m³, erametsades oli kavandatud raie-maht 7 177 702 m³ (füüsilisest isikust metsaomanikud 3 309 681 m³ ja juriidilisest isikust metsaomanikud 3 868 021 m³) ning muudele maadele kavandatud raie-maht 134 612 m³. 2011. aastaga võrreldes kasvas raie-maht riigimetsas 4,1% ja erametsades kavandatud raie-maht 3,4%. Eraldi on välja toodud andmed valgustus-, harvendus- ja uuendusraie, aga ka sanitaarraie kohta. Erametsade andmed ei kajasta mitte tegelikku raie, vaid metsateatistega esitatud raieplane.

2012. aastal sai hoo sisse Maaelu arengukava (MAK) 2014–2020 ettevalmistamine ning põllumajandusministeeriumis on valminud ka esialgne rahastuskava. Eesti Erametsaliidu tegevdirektor Priit Põllumäe teatab Erametsakeskuse koduleheküljel (www.eramets.ee), et liit tegi põllumajandusministeeriumile kirjaliku ettepaneku, kus toonitati, et metsade majandusliku ja ökoloogilise väärtuse parandamise toetusmeetme eelarve peaks jääma perioodiga 2007–2013 samasse suurusjärku, mis on 15 miljonit eurot seitsme aasta kohta. See võimaldaks metsaomanikel teha vajalikud mahus hooldusraieid. Lisaks on liit seisnud selle eest, et Natura metsatoetus jätkuks ka uueneval maaelu arengukava perioodil.

Tuule- ja päikeseenergia

Tuul on olnud osa nii meie esivanemate kui ka tänapäeva elust ja tööst. Tuule- ja vesiveskid, kalapüük või tänapäeval purjetamine, tuulegeneraatorid ja lohesurf – kõik need vajavad tuult. 15. juunil tähistati üle maailma tuulepäeva.

Taastuvenergiast toodetud elektri osatähtsus tasapisi suureneb. Kaks kolmandikku tuleb biomassist ja biogaasist, ligi kolmandiku annab tuuleenergia (Tehnikamaailm 3.7.2012). Möödunud aasta lõpuks pidi ajakirja andmeil taastuvenergia tootmine jõudma Eestis 1455 GWh-ni. Aasta varem moodustas taastuvenergia tootang Eestis elektritarbimisest koos elektrijaamade omatarbega ligi 13%, läinud aasta esimeses kvartalis suurenes taastuvenergia osa juba 16 protsendini. Eelkõige oli selle taga nii biomassist, biogaasist kui ka tuuleenergiast saadud elektri tootmise kasv. Taastuvenergiast moodustas aasta kokkuvõttes 66% jäätmetest ja biomassist, 31% tuuleenergiast ning 3% hüdroenergiast toodetud elekter.

2011. aastal lisandus uutest taastuvenergia tootmisvõimsustest enim elektrituulikuid, mis andsid energiat kokku 35,3 MW. Valmisid 24 MW võimsusega Aseriaru tuulepark, Aulepa tuulepargi 9 MW võimsusega teine etapp ning Nasva tuulik 2,3 MWga.

2011. aasta seisuga saime taastuvenergiast põhinevat elektrit kokku 258,2 MW. Tootjatest andsid elektrituulikud 184 MW, biomassil ja turbal töötavad koostootmisjaamad 67,5 MW, hüdroelektrijaamad ligi 4 MW ning prügilagaasil töötavad jaamad 2,7 MW.

Kokku hoiavad taastuvenergia tootmisvõimsused ära ligi miljoni tonni põlevkivi põletamise Narva elektrijaamades ning sellega seotud keskkonnakahju. Taastuvenergia toetusi maksti välja 61,9 miljonit eurot.

Kuigi ühtse regulatsiooni puudumise ja mõnede tehniliste probleemide tõttu

võib väikeste elektrituulikute kasutussevõtt vahel olla keeruline, pole looduslikud tingimused tuule püüdmiseks Eestis sugugi laita (Tehnikamaailm, Kodu ja Ehitus 3.2012). Väiketuuliku hankijal tasub teemasse süveneda, teiste kogemusest õpida ja asjatundjatelt nõu küsida.

19. sajandi lõpus hakati tuulikuid kasutama elektrienergia saamiseks. Sellele järgnes lühike tuuleenergia buum, kuni avastati nafta, ning siis rallis maailm jõuliselt edasi naftal. Tänapäevaks oleme jõudnud ringiga tagasi taastuvate energiaallikate juurde, mis on taas fookuses paljudes riikides üle maailma.

Eestis räägib tuuleenergia kasutamise poolt pikk rannajoon ja hõre asustus, lisaks kasvav elektri hind. Tuuleenergia Assotsiatsiooni arendusjuhi Criss Uudami hinnangul on Eestis 50–100 väiketuulikut. Tegemist on tõusva trendiga. Lisaks väiksematele elektriväetel kasvab elektrituulikute soosing ka maailmavaatelistel põhjustel – taastuvenergia kasutamine on keskkonnateadlike inimeste jaoks argument iseenesest.

Taastuvenergia OÜ omaniku Sven Lõökese sõnul mõeldakse Eestis väikesest elektrituulikute rääkides tavaliselt kuni 5 kilovattise nominaalvõimsusega tuuliku, võimsamad on vähem levinud. Väikesed elektrituulikud paiknevad enamasti masti otsas, kuid teatud tingimustel ka ehitisega integreeritult. Tuulikud võivad olla kas autonoomsed (*off-grid*) või võrku ühendatud (*on-grid*). Rootori telje disain võib olla horisontaalne (ingl lühend HTWT) või vertikaalne (VAWT).

Enamasti kasutatakse maailmas horisontaalse teljega elektrituuliku. Põhjus on selge: need muundavad masti otsa paigaldatult energiat tuulest elektriks tõhusamalt, ka kasutusvõimalused on laiemad. Elektrituulikuga toodetava energia koguse määravad põhiliselt neli tegurit: tuule kiirus, rootori pindala, tuuliku võimsus ja õhutiheduse paiknemiskohas.

Kui seni on väiketuulikud olnud üksikute entusiastide hobi, siis nüüd leidub üha enam neid, kes mitte ainult ei osta elektrit, vaid võivad ka ise seda müüa (Maaleht 25.10.2012). "Mina olen tuulikute fänn. Mul oli juba enne teist maailmasõda tuulik, millega sain sõja ajal valguse tallu," räägib Paldiski lähedal Kersalu külas elav Ilmar Laherand, kes oma talu õuele Eestis toodetud moodsa elektrituuliku püsti laskis panna. Tegu on 20 meetrit kõrge, betoonvundamendile püstitatud ja 10 kW võimsusega tuulegeneraatoriga Tuje 10, mis toodetud Koeru lähedal tegutsevas AS Koneskos. Laheranna krundil hiljaaegu tööle pandud tuulik on esimene omalaadne Eestis, kusjuures püstitatud ilma toetuseta.

Konesko projektijuhi Indrek Gregori sõnul püstitas ettevõtte läinud aastal neli

Taastuvenergiast toodetud elektri osatähtsus tasapisi suureneb. Kaks kolmandikku tuleb biomassist ja biogaasist, ligi kolmandiku annab tuuleenergia.

The share of electricity from renewable sources is growing. Two thirds of renewable energy are produced from biomass and biogas and about one third is wind energy.

tuulikut, sel aastal paigaldatakse veel kaheksa ning tellimusi on ootel kümme-kond. Nõudlust on mõjutanud nii makstav toetus kui elektri hinna tõus.

Generaator käivitub, kui tuule kiirus on 3 m/s, ja talub tuult, mis puhub kiirusega 50 m/s. Tuulik varustab majapidamist elektriga põhimõttel, et puudu jääv energia kompenseeritakse võrgust ja liiaga toodetud energia müüakse võrku. Üle jääva elektrienergia müümise eelduseks on mikrotootja võrguleping, selle olemasolul saab sõlmida elektrienergia ostumüügilepingu. Praegu on Eestis sellise lepingu sõlminud üks mikrotootja, huvi on tundnud veel mitmed.

Ettevõtluse õppejõud Toomas Saal püstitas oma Hiiumaa suvekoju 2011. aastal 10 kW võimsusega tuuliku, mille tellis OÜ-lt Bakeri. Läinud aasta novembris ühendas ta võrku sama võimsa päikesepaneeli, mille soetamiseks sai riiklikku toetust.

"Kuna Hiiumaal on palju elektrikõikumisi ja -katkestusi, on mul huvi iseseisva, ökoloogiliselt puhta energiatootmise vastu," põhjendab Saal. "Kuna tuule ja päikese abil saab elektrit vahel rohkem, vahel vähem, on vaja panna tööle süsteem tuulik-päikesepaneel-diiselgeneraator, ideaalis biodiisliga. Nii saab stabiilse varustatuse."

Läinud aasta mais andis Väike-Maarja vallavalitsus ehitusloa Eldur Eelmaale 10 kW võimsusega tuulegeneraatori püstitamiseks Pandivere külla Kaiavere tallu. "Algul rakendasin vanemate majapidamises päikeseenergiat vee soojendamiseks, 4 m² päikesepaneeli toodab 55 kantmeetrit sooja vett aastas. Aprilli keskel tuli mõtte proovida järele ka tuulik, sest maal ruumi on," põhjendab peremehe poeg, energiaaudiitor Janar Eelmaa, kes sai tuuliku püstitamiseks ligi 30 000 eurot KredExi toetust. Eelmaa sõnul oli kogu investeering tuulikusse koos käibemaksu ja projekterimisega 43 000 euro ümber,

sellele lisandub võrguga ühendamise kulu, tema puhul umbes 1000 eurot. Autonoomne ehk akupangaga lahendus läheks tema hinnangul kaks korda kallimaks. See on põhjus, miks valis Eelmaa võrguga liitumise. Pealegi näitab kogemus, et tuulevaikseid hetki tuleb ette just kõige külmemal ajal ja autonoomse süsteemiga võib siis hätta jääda.

Toetust elektrit tootvate taastuvenergiaseadmete, sh väiketuulikute ja päikesepaneelide kasutuselevõtuks sai KredExilt taotleda eelmise aasta aprillis eramajade rekonstrueerimise toetuse raames. Toetust anti 70% seadme maksumusest ja seda võis kasutada kuni 11 kW võimsusega tuuliku soetamiseks. Esitati 252 taotlust, keskmine taotletud summa oli 10 983 eurot. Toetust saadi 11 tuuliku, 64 kollektori ja 25 päikesepaneeli paigaldamiseks.

Inseneriteenuste ettevõtte Energiapartner OÜ tegevjuhi Mikk Saare hinnangul on huvi suurenemine tuulikute vastu loogiline. Kui seni seati neid kodumajapidamistesse üles üksikuid – seda põhiliselt kohtades, kus puudus võrguühendus –, siis nüüd on tuulikuid lihtne võrku ühendada ja puudub vajadus soetada akupark.

Päikesepaneelide pluss on see, et need ei häiri naabreid ka tiheasustuse korral, samas toodab päike elektrit rohkem suvel, aga tuulik aasta ringi.

Eesti Tuuleenergia Assotsiatsiooni tegevjuht Tuuliki Kasonen selgitab samas Maalehes, et eraisikute väiketuulikute asukohavalik algab eelkõige piisava tuule olemasolu ja selle tugevuse väljaselgitamisest.

Ta rõhutab, et isegi siis, kui tegu on rannikualaga, kus tuul löösub pidevalt, tuleb ikkagi konkreetsetes paigas leida tuulikule parim asukoht, sest hoonete, metsa ja muude takistuste lähedus vähendab toodangut ning lühendab tekkivate õhukeeriste tõttu tuuliku osade eluiga.

Väiketuulikute kõrval võib mõelda ka elektrit tootvatele päikesepaneelidele, mille puhul on investeering energiaau-

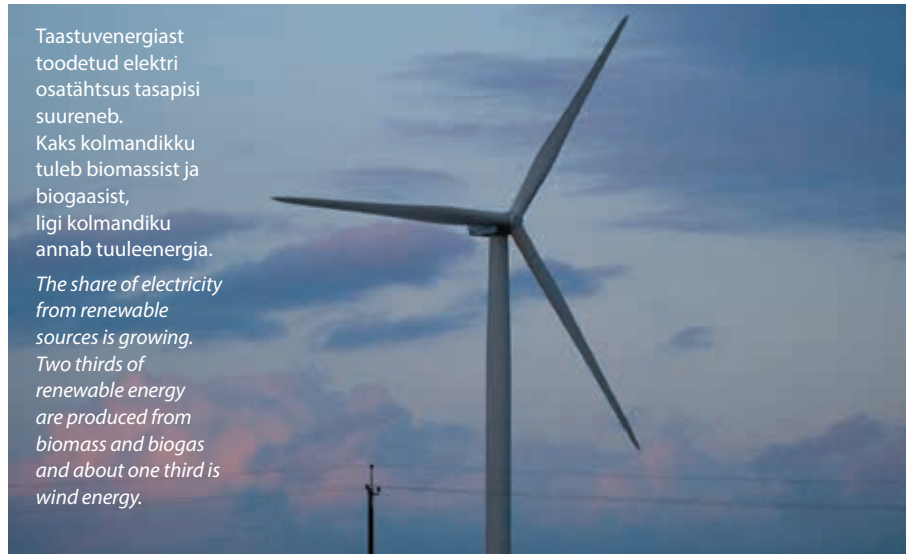


FOTO ANDRES PUTTING

diitor Janar Eelmaa hinnangul kaks korda väiksem (Maaleht 25.10.2012). Teatavasti on Saksamaa suurim päikeseenergia tootja maailmas, seal asub umbes 50% kogu maailma päikeseelektrijaamadest. Kui võrrelda päikesepaneelide tootlikkust Eestis ja Saksamaal, siis aasta lõikes on see sama. Eestis on päikeseenergiat küll vähem, aga seda kompenseerib keskmisest madalam õhutemperatuur, mis omakorda suurendab päikesepaneelide efektiivsust. Eesti eripära on, et talvekuudel kahaneb päikesepaneelide tootlikkus oluliselt ehk perioodil märts kuni oktoober toodavad päikesepaneelid 90% kogu aastast energiakogusest.

Kõige optimistlikumad prognoosid ütlevad, et 2020. aastal võiks päike anda 5–25% kogu energiatootmisest maailmas (Eesti loodus 12/12).

Päikeseenergia taastootmise tehnoloogiad muutuvad pidevalt odavamaks, see tõttu ka kasulikumaks. Traditsioonilised energiaallikad lähevad aga pidevalt kallimaks. Meie laiustel on võimalik võtta päikeselt energiat veesoojendamiseks ja kütteks, kasutades päikesepaneele. Samuti saab päikeselt elektrienergiat fotoelektriliste seadmete abil. Eestis on päikesepaisteliste tundide arv aastas Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudi andmete järgi keskmiselt 1745,7. See arv on saadud vaatluste tulemusel aastatel 1971–2000. Maksimum registreeriti 1997. aastal – 2341 tundi – ning miinimum 1977. aastal – 1124 tundi. Päikesepaistelisi tunde oli aastatel 2005–2010 tehtud vaatluste järgi keskmiselt 1862,3.

Aastas Maale langeva Päikese kiirgusenergia hulk on tohutu: 178 000 TW. See arv ületab kogu inimkonna energiakulu samal ajavahemikul umbes 15 000 korda. Eesti-suurusele pindalale langenud energiat piisaks, et täielikult rahuldada maailma praegused vajadused.

Energiavarude sõltumatust ja üleminekut päikeseenergeetikaajastule on oluliseks pidanud nii USA, Jaapan kui ka Euroopa Liit. EL on isegi välja öelnud, et pooljuhtpäikeseenergeetika on selle sajandi prioriteetne suund energeetikas. Eestis on praegusajal päikese kiirgusenergiat ehk kõige enam kasutatud majapidamisvee soojendamiseks suvekuudel. Seda on rakendatud näiteks Väandra haiglas ja Keila SOS-lastekülas. Ilmselt üsna pea hakkavad päikeseenergiat sel moel kasutama ka kämpingud ja turismitalud, kus sooja vee tarve on üsna suur. Maasse salvestatud päikeseenergia arvel on soojuspumba abil võimalik aasta ringi kütta elumaju – ka see kaudne päikeseküte on Eestis üsna hästi levinud. Nii viisi tuleb soe majja näiteks Paldiski reisisadama terminalis, Rõuge põhikoolis ja Jägala kirikus. Seni pole meil päikeseenergiast aga peaaegu üldse toodetud elektrit, kuigi võimalused sel-

leks on.

Paraku pole Eesti elektrimajanduse arengukavas aastani 2015 päikeseenergeetikat peaaegu mainitudki. Ometi on Eestis, Tallinna Tehnikaülikooli materjaliteaduse instituudis päikeseplatereidid võrdlemisi pikka aega uuritud ja neid ka välja töötatud. Seega on olemas nii kogemused ja teave kui ka pädevad inimesed. Ühtlasi on materjaliteaduse instituudile antud Euroopa Liidu päikeseenergeetika materjalide ja seadiste teaduse tippkeskuse ja rahvusliku keemia ning materjaliteaduse tippkeskuse nimetus. Kõik eeldused selleks, et arendada kõrgtehnoloogilist Eestit, oleks justkui olemas. Päikeseplatereidide kõrge hinna taga peitub nende tootmiseks kasutatav materjal: enamik praegusaegsetest päikeseplatereididest on valmistatud kristallilisest ränist. Kuigi räni on looduses üks enim levinud elemente, pole tema ülipuhtaid monokristalle sugugi lihtne ega odav kasvatada. Viimasel ajal on räni monokristallide hinda tugevalt kergitanud ka üha suurenev nõudlus. Seetõttu otsivad teadlased alternatiive, uusi materjale ja tehnoloogiaid. Päikeseplatereidide valmistamise ja uurimise kõrval lööb TTÜ aktiivselt kaasa päikesepaneelide üleuroopalisel katsetusprogrammil PERFORMANCE. Euroopa Liit rahastab seda projekti mitme miljoni krooniga ning lähiajal peaks Tallinna Tehnikaülikoolis valmima moodne labor, kus saab katsetada eri tootjate loodud päikesepaneelide tööd Eesti oludes.

Tuumaenergeetika

Juba 2008. aastal avaldas üks Riigikogu liige avalikult arvamust, et kasvuhoonegaaside emissiooni vastu saab ainult tuumaenergeetika arendamisega – see on tuule, vee ja päikese kõrval ainuke heitainevaba energiaallikas (Eesti Ekspress 28.2.2008). Tuumaenergia on tema hinnangul kõige odavam, seejärel tulevad gaas, kivisüsi, turvas, puit ja tuul. Kõige kallim on elekter, mida toodavad avamerele paigutatud tuulegeneraatorid.

Aastaid hiljem teatab E24 äriuudiste portaal (9.11.2012), et Eesti Energia kavandab Suur-Pakri saarele tuuleparki, kuid mõni aasta tagasi tegid geoloogid energiafirma tellimusel saarel geoloogilisi uurinuid tuumareaktori ehituse ettevalmistamiseks. Nüüd ütleb Eesti Energia juht Sandor Liive, et suhtub tuumaprojektidesse väga konservatiivselt. Samuti selgub, et Leedu sotside eestvõttel korraldati tuumaenergia küsimuses referendum, mille võitsid jaama vastased. Nii Eesti Energia kui ka Stenbocki maja jäid olukorda kommenteerides napisõnaliseks. Keegi pole siiani julgenud otsesõnu tunnustada, et Ignalina ehk Visaginase projekt on läbi kukkunud ja Eestist ei saa tuumariiki niipea.

Fukushima järel on seda energialiiki ka

poliitiliselt keeruline arendada, kuigi majandusministeeriumi lauasatilis on valmis kirjutatud tuumaenergia eelnõu, lausa nii üksikasjalik, et riigikogu oleks pidanud valima ka reaktori tüübi: odavam vanem tüüp või kallim uuem tüüp.

Eesti Energia juht Sandor Liive oli kaks nädalat varem öelnud Postimehele, et Euroopa Liidu kliimapoliitika on teinud investeerimise tuumaprojektidesse ja teistesse suurtesse elektriprojektidesse võimatuks. Tuumaenergiat saavad endale Liive sõnul lubada suured ja rikkad riigid – Hiina, India, Araabia Ühendemiraadid, Suurbritannia –, kes saavad ehitust toetada.

Eesti tuumaajastu algust võib lugeda sellest, kui peaminister Andrus Ansip kirjutas toonase Leedu peaministri Algirdas Brazauskase eestvõttel alla kolme Balti peaministri ühisavaldusele, et riigid ehitavad koos uue reaktori Ignalina tuumaajama.

Ideest silmanähtavalt vaimustatud Eesti Energia juhid sosistasid toona ajakirjanikule, et kui leedukad venitama hakkavad, teeme oma Eesti ajama. Leedukad hakkasidki üsna kohe venitama, kuigi seda võib vaadata ka nii, et hoopis eestlased käitusid arrogantselt. Vähemalt Ignalina projekti algusaastail eestlased ülbelt siiski ei käitunud – nii oli see aga ilmselt viimasel ajal, kui Eesti Energia finantsajud olid välja arvutanud, et äriliselt tasuvaks ei saa tuumaprojekt kunagi.

Eesti Energia unistas ka osalusest mõnes Soome tuumaprojektis, mida oli seal samuti mitu, sealne energiahiid Fortum ei saanud aga ehitusluba. Mõni nädal tagasi sai tagasilöögi ka Fennovoima tuumaajama projekt, sest Saksa E.ON otsustas projektist lahkuda. Soomlastel tuleb nüüd leida uus tuumaenergiakogemusega partner, milleks Eesti Energia ka parima tahtmise juures ei sobi.

Biogaasijaamad

2012. aasta juunis teatas Maaleht, et Aravete Agro OÜ-le kuuluva kaheksa lüpsirobotiga Mägise farmi kõrvale kerkinud võimas biogaasi- ja koostootmisjaam alustab tööd (14.6.2012). “Hakkame biogaasijaama abil tootma kuni kaks megavatti elektrit ja kaks megavatti sooja. Soojusenergia müüme Aravete katlamajja, mille omanikuks on OÜ Avoterm. Nii et maju hakatakse juba sellest sügisest kütma meie toodetud soojaga,” teatas Aravete Agro OÜ juhatuse esimees Leonid Linkov, kes on selle suurejoonelise ettevõtmise eestvedaja.

Protsessi vahesaaduseks on biogaas, kus toormena kasutatakse veiste vedel- ja tahesõnnikut. Lisaks sõnnikule kasutatakse toormena muid biolagunevaid materjale umbes 100 000 tonni aastas.

Mägise farmis on 1400 lüpsilehma, koos noorloomadega on veiseid üle 3000.

Projekti arendab OÜ Aravete Biogaas, mille osanikud on võrdsetes osades üks Eesti suurimaid piimafarme Aravete Agro OÜ ning energiaettevõtte Baltic Biogas OÜ.

Aravete biojätmetel põhineva soojus- ja elektrienergia koostootmisjaama valmimist finantseerib KIK Euroopa Regionaalarengu Fondi kaudu.

Tänavu tuli uudistele biogaasijaamades lisa: kui viimased vead kõrvaldatud, hakkab OÜ Estonia ja Nelja Energia koostöös valminud Oisu biogaasijaam suunama soojust Oisu asula soojatrassi (Maaleht 17.3.2013). Oisu biogaasijaama kaht kääritit ja üht järelkääritit hakati sooja ja elektri tootmiseks vajaliku tahe- ja vedelsõnnikuga täitma läinud aasta septembris ja need said täis kuu ajaga. Kokku mahutavad nad 11 000 tonni sõnnikut. Jaam on suuteline võtma vastu kümne kilomeetri raadiusest 3000 lehna ja sama paljude noorloomade sõnniku.

Oisu alevikule soojust müüva OÜ Avotermi juhatuse liige Mati Sarap on ajakirjanduses öelnud, et soojahinna kohta ei julge ka tema veel midagi öelda, sest kõik oleneb sellest, palju biogaasijaam odavamalt sooja andma hakkab. Oisu biogaasijaam on suvel Aravetel valminu järel teine veisesõnnikust soojust ja elektrit tootev jaam Eestis. See on ehitatud Saksa tehnoloogia järgi ja nemad ka vastutavad biojaama tööle hakkamiseni ning veel kaheaastasel garantiiperioodil. Jaam toodab aastas 8000 MWh elektrienergiat ja 2000 MWh soojusenergiat.

Biojaamas muudetakse 1,2 megavattise generaatori abil elektriks ja soojuseks 100 000 tonni Estonia OÜ ja tema tütar-ettevõtete tahesõnnikut ning läga aastas. Reaktorisse lisatakse ka söötmisest üle jäänud silo. "Vajadusel võime silo osa suurendada ja seda ka spetsiaalselt selleks otstarbeks toota, näiteks võime reaktorisse panna kolmanda niite rohusilo," lausus OÜ Estonia nõukogu esimees Jaanus Marandi. Elektri ja sooja tootmine tuleb tema selgitusel ots otsaga kokku ja pole kiire kasu teenimise projekt, vaid põllumajandusfirmale eelkõige keskkonnasõbraliku tootmise küsimus. KIKi toetatud projekti viib ellu OÜ Oisu Biogaas, millest 60% kuulub osühingule Estonia ja 40% osühingule Nelja Energia. Estonia poolt on tooraine, Nelja Energialt kogemus.

Eesti kolmas tänapäevane biojaam, mis toodab veise- ja seasõnnikust elektrit ja soojust, mis edaspidi jõuab ka asula elanikeni, hakkas tööle Lääne-Virumaal Vinnis (Maaleht 26.4.2013). Vinni biogaasijaamas töötab neli kääritit – kaks põhi- ja kaks järelkääritit. Käärimise optimaalne temperatuur on 40 kraadi ning läga käärimise aeg 35–44 päeva. Gaasi tootmiseks vajalik sõnnik tuuakse viiest ettevõttest. Tammiku farm asub otse biogaasijaama kõrval ning läga tuleb sinna toru kaudu.

Moodustati OÜ Vinni Biogaas, mille osanikud on OÜ 4E Biofond ja OÜ Askoterm, väikeosanik Tammiku OÜ. Tehnoloogia pärineb BioConstruct GmbH-lt Saksamaalt, ehitab KMG Inseneri Ehitus. Biogaasijaama juhtimine on automatiseeritud, temperatuur, mahtuvus, rõhk kontrollitavad ja juhitavad. Aastane toodang on ligi 9600 kW soojusenergiat ja 9600 kW elektrienergiat. Soojusenergiat, mis trassi mööda katlamajja jõuab, katab Vinni asula vajadusest umbes 40 protsenti.

Fosforiit

2011. aasta sügisel teatas Viru Keemia Grupp (VKG) oma soovist hakata Eesti fosforiidivarusid uurima ja kasutama (Eesti Päevaleht 10.5.2013). Teade tõi kaasa nii fosforiidialade omavalitsusjuhtide kui ka avalikkuse tulise vastuseisu. Rägavere vallas toimunud kohtumisel firma juhtidega tegid kohalikud elanikud plaani maatasa. Novembris 2011 kuulutas keskkonnaminister Keit Pentus Riigikogu kõnepuldist, et fosforiit pole Eestis kaevandatav ega ka uuritav. Geoloog Anto Raukas võrdles uuringutele ei ütlemist Stalini-aegse geeniuuringute keelamise põhjendusega, et gene pole olemas.

2013. aasta jaanuaris võttis VKG oma juhatuse nõunikuna ametisse Ida-Viru endise maavanema Riho Breiveli, kelle ülesandeks sai uuringute nõustamine ja avalikkuse teavitamine. Peagi teatas nii Breivel kui ka ettevõtte, et aktiivselt fosforiidi teemaga ja selle uurimisega enam ei tegelda, kuigi huvi on alles. Käesoleva aasta maikuu Eesti Päevaleht (10.5.2013) kirjutab, et Viru Keemia Grupp võttis vastuseisu tõttu fosforiidikaevandamise plaanidega aja maha. Nii nagu 25 aastat tagasi, istus ka tänavu kevadel Virumaal ratas-tele poolteist tuhat roheliste rattaretkel osalejat, kellest paljudel on südames mure võimaliku fosforiidikaevandamise pärast. Saja seitsmekümne viie kilomeetri pikkuse

se rattaretkel „Kuidas elad, Pandivere?“ üks olulisemaid teemasid on sel aastal just fosforiidivarude võimaliku uurimise ja kaevandamise kohta selguse saamine. Selleleemaline väitlus toimus Väike-Maarja ligidal Eipri külas.

VKG avalike suhete osakonna juhataja Julia Piilmann lisas siiski, et huvi fosforiidimaardlate vastu on säilinud. „Selleks, et huvi saaks põhjendada või ümber lükata, on vaja teha kaasaegseid geoloogilisi uuringuid,“ ütles ta. Kuna need pole praegu lubatud, jääbki püsima varasem, äraootav olukord. „Nii riigil kui ka kohalikel omavalitsustel on kasulik omada täpset pilti tema valduses olevatest kasulikest maavaradest. VKG on endiselt valmis fosforiidimaardlate uuringuid korraldama ja kinni maksuma,“ sõnas Piilmann.

Aasta varem oli Äripäev kirjutanud (15.2.2012), et keskkonnaministeerium sai erafirmalt fosforiidi uurimise taotluse, kuid taotleja keeldus oma huviseid ja tausta selgitamast. Taotluse esitas möödunud aasta viimastel päevadel registreeritud ettevõtte Valguskandja OÜ. Keskkonnaminister Keit Pentus keeldus Valguskandja OÜ-le luba andmast.

Praegu on meie fosforiidivaru passiivne kahel põhjusel. Esiteks, kaevandamise tasuvus ei ole tõestatud. Teiseks: kaevandamisel, nagu mis tahes maavara väljamisel, on suur keskkonnamõju. See pärast saabki öelda, et fosforiit ei ole kaevandatav (Eesti Loodus 2012/3). „Ent iga passiivse maavara saab muuta aktiivseks, kaevandamisväärses, kui tema toodete hind muutub tasuvaks, kui luuakse paremaid tehnoloogiaid maavara kaevandamise, kaevise rikastamise ning toodangu edasise töötlemise jaoks. Ennekoike tuleb aga tõestada, et kaevandamise keskkonnamõju ei ületa talutavaid piire,“ seisab loodusajakirja artiklis.

REFEREERIS HEIKI RAUDLA



Suhtumine põlevkivisse kui energiaallikasse on kutsunud Eestis esile tuliseid debate.

Oil shale as an energy source has become the subject of heated debate in Estonia.

ALGUS LK 2

Kui möödunud sajandi lõpus tootsid ja paigaldasid ühingu liikmeteks olevad Eesti firmad valdavalt 1 MW võimsusega katlaid, siis tänapäeval ollakse valmis rajama ka 100 MW võimsusega katlamaju.

Heameel on tõdeda, et valdav osa Eesti linnade ja külade kaugküttesüsteemides toodetavast soojusest saadakse biomassist (hakkpuut, puitjätmed, koor, põhk, luhahein, biogaas jms). Näiteks AS Kuressaare Soojus on pärast koostootmisjaama käivitamist läinud sisuliselt 100% üle kohalikule puitkütusele. Ennekõike tänu biokütuste kasutamisele (osakaal umbes 65%) on Eestis saavutatud olukord, kus Euroopa Liidu ees võetud kohustus toota 25% tarbitavast elektrist taastuvate energiaallikate baasil saab 2013. aastal täidetud.

ÜLO KASK

EESTI
BIOKÜTUSTE ÜHINGU
JUHATUSE LIIGE

ASi Kuressaare Soojus uus soojuse ja elektri koostootmisjaam (käivitati 2012 lõpus).
The new heat-and-power station of AS Kuressaare Soojus (put into operation at the end of 2012).



FOTO ARVID PEEL
ASIST KURESSAARE SOOJUS, EBÜ LIIGE

Märgalataimede konverents Greifswaldis

Märgalade taimestiku energiaressursina kasutamise eeliseks võrreldes näiteks põllumajandusliku maa taimestikuga peetakse seda, et need ei hõiva toidutaimede kasvatamiseks kasutatavat maad, samuti on märgalad piisavalt toitainerikkad ja seetõttu puudub vajadus taimi väetada, isegi kui koristada saaki igal aastal.

Konverents oli väga esinduslik – osalejaid oli ligi sada paljudest Euroopa ja muu maailma riikidest. Esitati ligi 60 suulist ettekannet, peale nende stendiettekandeid. Eestist osales konverentsil üheksa inimest, kellest seitse esines ettekandega:

Kristina Akermann (EMÜ): „Small scale studies of thatched roofs in Estonia“ (väikesemahulised uuringud Eesti pillirookatustest);

Livia Kask (TTÜ): „Common reed as a promising natural energy crop in Estonia“ (pilliroo väljavaated loodusliku energiataimena Eestis);

Ülo Kask (TTÜ): „Essential properties of reed and their influence on combustion equipment“ (pilliroo põhiomadused ja mõju põletusseadmetele);

Siim Link (TTÜ): „Reed as gasification fuel compared to woody fuels“ (pilliroo gaasistamine võrreldes puitmaterjaliga);

Indrek Melts (EMÜ): „Floodplain meadows as alternative source of biomass for bioenergy production“ (luhad biomassi alternatiivse allikana);

Jaan Miljan (EMÜ): „Thermal conductivity of timber framed walls insulated with reed“ (pillirooga isoleeritud puitseinte soojusjuhtivus);

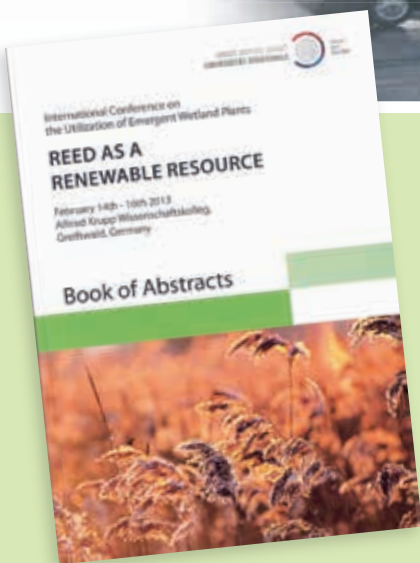
Urmas Peterson (EMÜ, Tartu Observatoorium): „Remote monitoring of reed expansion on the coasts of Baltic sea and the shores of large shallow lakes“ (pillirooväljade laienemise kaugmonitoring Läänemere rannikul ning suurte ja madalate järvede kallastel).

Viimasel päeval toimusid külastused, mille käigus vaadati pilliroovaiba kudumist (dekoratiivseinte ja varjete ehitamiseks), taastatud ja rekultiveeritud turbavälju, biogaasijaama ja taastuvenergiakeskust, mille huvitavaim osa oli märja biomassi gaasistusseade – nn hüdrotermilise söestamise (HTC – *hydro thermal carbonization*) seade.

Konverentsi ettekannetega saab tutvuda veebilehel www.rrr2013.de.

Käesoleva aasta 14.–16. veebruaril toimus Saksamaal Greifswaldis konverents International Conference on the Utilization of Emerged Wetland Plants (maapealsete märgalataimede kasutamise rahvusvaheline konverents).

Konverents, mille konkreetsem nimi oli Reed as a Renewable Resource (pilliroog taastuvressursina), oli pühendatud peamiselt pilliroole ja teistele märgalade taimedele. Märgalade ja rannikualade biomassi on Euroopas seni vähe kasutatud. Pilliroogu peamiselt katuste ehitamiseks, kuid on veel taimi, mida saaks nii ehitusmaterjalina kui energiatoormena kasutusele võtta.



ÜLO KASK

EESTI BIOKÜTUSTE ÜHINGU
JUHATUSE LIIGE

Rio+20 – vähese süsinikuga majanduse suunas

Säästva Eesti Instituut / Stockholmi Keskkonnainstituudi Tallinna keskus tähistas pidulikult oma 20aastast panust rohelisse mõtteviisi 26. novembril 2012 Lennusadama ruumides korraldatud foorumil ja sellele järgnenud pidulikul vastuvõtul.

Kuulati esinemisi, kuulati-vaadati IT-visionääri, Euroopa Innovatsiooni- ja Tehnoloogiainstituudi juhatuse liikme ja Eesti Infotehnoloogia Kolledži õppejõu Linnar Viigi videotervitust „Ettevõtlus ja IT-perspektiivid“. Paneeldiskussioonil arutati vähese CO₂-heittega majandusele ülemineku võimaluste, takistuste ja lahenduste üle. Selles osalesid Keit Pentus-Rosimannus, Annika Markovic, Charlie Heaps ja Joakim Helenius. Päeva lõpetas pidulik vastuvõtt. Lisateavet instituudi ja keskuse tegevuse, foorumi ja sellel esinejate kohta leiata asutuse trükistest ja internetist <http://www.seit.ee/et/uudised/uudised>.



Panelistid/Panelists:

investeeringuspankur / investment banker Joakim Helenius, SEI USA keskuse juhataja / SEI US Centre Director Charlie Heaps, Rootsi keskkonnasaadik / Ministry of Environment, Sweden Annika Markovic, keskkonnaminister / Minister of Environment, Estonia Keit Pentus-Rosimannus. Moderaator/Moderator Stockholmi Keskkonnainstituudi tegevjuht / SEI Executive Director Johan Kuylenstierna.



SEI direktori aastast 1992 Lars Kristofersoni tervituskõne.
Lars Kristoferson, SEI Executive Director 1992 greetings.

SEI SÄÄSTVA EESTI INSTITUUT
STOCKHOLMI KESKKONNAINSTITUUDI
TALLINNA KESKUS

Eesti Biokütuste Ühingu külas Räpina Paberivabrikus ja Räpina linna uues hakkpuidu katlamajas

Eesti Biokütuste Ühingu (EBÜ) väljasõit Räpinasse juunis 2012 teenis korraga mitut eesmärki. Räpina vallamajas kuulati ühingu juhatuse esimehe Ülo Kase ettekandeid Põhjamaade biokütuste ühingutest ja taastuvkütuste varust ja kasutamise statistikast, k.a. ülevaade vetikatest kui tulevikukütusest. Kinnitati EBÜ majandusaasta aruanne ja arutati tulevikuplaane. Ühingu sai uue liikme.

Külalastati kaht Räpina ettevõtet. Alustati iidsest ligi 300 aastat tegutsenud, nüüd uuenduskuuri läbinud AS Räpina

Paberivabrikust. Tehas kasutab toorainena Eestis kogutud vanapaberit. Seal on kasutatud ka riidekaltse ja viimasel ajal ka raha. Täpsemalt purustatud Soome markasid. Toodanguks on eri paberisordid, kunsti- ja kontoritarbed. Tehase uues osas valmistatakse Prantsusmaalt ostetud seadmetel spetsliimi abil löögile ja survele vastupidavad pakkenurki. Nende toore on oma tehases valmistatud papp. Keskkonnateadlik kodanik saab tehasesse tasuta ära anda vanapaberit. Vajadus on 5000 tonni vanapaberit aastas, mis on

ligikaudu 85 000 puu või umbes 425 ha metsa jagu. Eestis tekib hinnanguliselt 40 000–70 000 t ja kogutakse vaid 25 000 t vanapaberit aastas. Lähemat infot leiab tehase kodulehelt <http://www.rappin.ee/>.

Külalastamise ajal ehitamise lõpujärgus AS Revekori hakkpuidu katlamaja läks käiku veel sama aasta sügisel ja võimaldas Räpinas langetada soojusenergia hinda. Leektoru katla maksimaalne võimsus 3 MW, kasutegur 85%.

■ Täpsemalt katlamajast http://www.roostik.ee/ettekanded/Varska%20ettekanded/AS%20Revekor_VK_21_11_2012.pdf

Revekori katlamaja 700 m³ hakkpuidulao poolne ots.
Revekor AS boiler house woodchip's storage (700 m³).



Õppepäevast osavõtjad Räpina Paberivabrikus, tagaplaanil tooraine – vanapaber.

Participants in the EBA's training day at Rappin Paper Mill, the background material – waste paper. More info: <http://www.rappin.ee/eng>

