

- KEEMIA
- VÄÄRISTAMINE
- ENERGEETIKA
- KESKKONNAKAITSE
- CHEMISTRY
- UPGRADING
- ENERGETICS
- ENVIRONMENTAL PROTECTION

Põlevad ja mittepõlevad ENERGIAALLIKAD



Kaante pildimaterjali tutvustus

Introduction of covers photos

Eesti Biokütuste Ühing (EBÜ) korraldab oma liikmetele igal aastal õppepäevi, mille käigus tutvutakse nii oma liikmete ettevõtete kui ka muude huvipakkuvate taastuvaid energiaallikaid soojuseks ja/või elektriks muundavate ettevõtete ja seadmetega. Viimastel kordadel tutvuti ASi Silpower hakkpuidule üle viidud põlevkivikateldega (esikaane sisekülg), täielikult uuendatud Ardu katlamajaga (tagakaane sisekülg) ja puidugraanulite tootmisega Stora Enso tehases Imaveres (tagakaas).

The Estonian Biofuels Association (EBA) organizes study days each year for its members, during which the members enterprises as well as other enterprises converting renewable energy sources to heat and / or electricity will be visited. In recent times was introduced AS Silpower oil shale boilers switched to wood chips(front cover inside), fully renovated Ardu boiler house (back cover inside) and the production of pellets in Imavere (back cover) at the Stora Enso pellet mill.



Auruturbiin Sillamäe ASi Silpower kuuluvas soojuselektrijaamas. Auväärses eas turbiin (vasturõhuauruturbiin АПР-6-5-1,5) on ikka veel töökorras. Sillamäe soojuselektrijaama elektriline võimsus on 18 MW, soojuslik võimsus 97 MW. Jaama neljast põlevkivikatlast kaks on ümber ehitatud hakkpuiduküttele.

Steam turbine at Sillamäe Thermal Power Plant belonging to AS Silpower. The respectable age turbine (an back-pressure turbine АПР-6-5-1,5) is still in working condition. The electrical capacity of Sillamäe Thermal Power Plant is 18 MW, the thermal capacity is 97 MW. Two of the four old oil shale burning boilers of the plant have been converted to wood chips combustion.



Elektrigeneraator Sillamäe soojuselektrijaamas. 6 MW võimsusega generaatooreid on jaamas kokku kolm.

Electrical generator in Sillamäe Thermal Power Plant. There are three generators with a electrical capacity of 6 MW.

Editorial Board

ÜLO KASK

Energeetikaekspert (Tartu Regiooni Energiaagentuur, TREA) / energy expert, Tartu Regional Energy Agency / Soojusenergeetika / thermal engineering, Eesti Biokütuste Ühingu juhatuse liige / Board member of the Estonian Biofuels Association, Eesti Kütte- ja Ventilatsiooniinseneride Ühingu liige / Member of the Estonian Heat and Ventilation Engineers Association, Eesti Soojustehnika Inseneride Seltsi liige / Member of the Estonian Thermal Engineering Engineers Association, Punane 36, 13619 Tallinn, tel 372 553 2910, e-mail ulo.kask@gmail.com

PRIIDU NÕMM

Majandus/economy, AS Utilitas Tallinn, AS Utilitas Eesti, juhatuse esimees / Chairman of Management Board, Eesti Jõujaamade ja Kaugkütte Ühingu liige / Member of the Estonian Power and Heat Association, Punane 36, 13619 Tallinn, tel 372 610 7115, GSM 372 508 7141, e-mail priidu.nomm@utilitas.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 Maavarade 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

KRISTIINA VIIRON

Toimetaja ja ajakirjanik / Editor and Journalist, AS Ekspress Meedia, Narva mnt 13, 10151 Tallinn, e-mail kristiina.viiron@maaleht.ee

Sisukokkuvõtte

Summaries

4

BIOMAJANDUS/BIOENERGY

Biokütuste kasutamine Eesti transpordisektoris aastal 2020

Use of biofuels in the Estonian transport sector in 2020. Anton Nõomaa, Ülo Kask 6

Biomasskütuste tulevik Euroopa Liidu dokumentide eelnõudes

Future of biomass fuels in the EU Commission proposals. Irje Möldre, Ülo Kask 10

Transpordikütuste maksustamine peaks soodustama biokütuste kasutuselevõttu
Taxation of transport fuels should promote the introduction of biofuels.

Ain Laidoja, Ülo Kask 14

TAASTUVAD ENERGIAALLIKAD / RENEWABLE ENERGY SOURCES

Taastuvatele energiaallikatele üleminek – mitte kas, vaid millal

Shift to renewable energy sources—not IF but WHEN. Rene Tammist 17

PÕLEVKIVIKEEMIA / SHALE CHEMISTRY

Põlevkivi kui unikaalne tooraine orgaaniliste hapete tootmiseks

Oil shale as a unique raw material for the production of aliphatic dibasic acids.

Rein Veski 20

TURVAS/PEAT

Turba kaevandusalasid saab korrastada ka osaliselt ning jääkvaru konserveerida

Peat extraction areas can also be partially restored, and the residual resources can be conserved. Tiit Saarmets 26

PUIT/WOOD

Puidu vastutustundlik kasutamine

Responsible use of wood. Daniel Paalsson 32

BIOMAJANDUS

Pürolüüs lisab biomassile oluliselt väärtust

Upgrading biomass by pyrolysis. Ain Laidoja 36

VARIA

Ajakirjandusülevaade

Press Review. Kristiina Viiron 39

Eesti Turbaliit 25

The Estonian Peat Association 25. Rein Veski 42

Raamatud

Books. Rein Veski 43

Doktorikraadi kaitsmised

Defence of Doctoral Thesis. Rein Veski 46

Peatoimetaja / Editor-in-Chief Kristiina Viiron

Narva mnt 13, 10151 Tallinn

kristiina.viiron@maaleht.ee

Keeletoimetaja Katrin Hallas

Kujundus Marju Vilberg

Inglise keel: Wiedemanni Tõlkebüroo OÜ, autorid

Trükikoda AS Aktaprint

1150 eks

Esikaane fotod Siim Lövi

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.*

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.

Praeguse ajakirja PÕLEVAD JA MITTEPÕLEVAD ENERGIAALLIKAD eelkäija 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 journals on the Estonian Biofuels Association's home page at www.eby.ee.

Summaries

Use of biofuels in the Estonian transport sector in 2020

Anton Nõomaa, Ülo Kask

The requirements of the EU Renewable Energy Directive (RED) in the transport sector are not only a problem for Estonia, but almost the whole of Europe, as exemplified by the latest Eurostat report. The current RED was adopted around 10 years ago, and when significant positive progress has been made in the production of renewable electricity in both the cost of production and the consumption efficiency. But the state of biofuels in transport is almost at the same place as it was 10 years ago. Consumption has grown, but production technologies and price levels are almost existent. The article discusses the pros and cons of the use of various biofuels and electricity in the transport sector. It is indicated which biofuels and which amount would be most effective in fulfilling the EU's obligation in Estonia.

Taxation of transport fuels should promote the introduction of biofuels

Ain Laidoja, Ülo Kask

According to the EU Renewable Energy Directive, Estonia needs to use in transport sector 10% of its total fuel consumption fuels or energy produced from renewable energy sources by 2020, while reducing CO₂ emissions by 20%. The current rates of excise tax on transport fuels are partly outdated in their ideas. This minimum excise tax level required by the Member States from 2003 has been exceeded by Estonia and in the case of petrol, by 1.6 times, in the beginning of 2018. The fuel taxation would be based on the energy content of the fuel as well as on the environmental impact of the fuel. We are still bioethanol taxed 1.4 times more expensive than petrol, and bio methanol taxed 2 times higher than gasoline. Unfortunately, the country still does not favour the use of biofuels with the established excise tax. Potential alternative fuel producers need a clear and long-term, up to 2050, investment security and excise tax exemptions (or exci-

se tax mitigation/tax relief) for biofuels used in transport.

Shift to renewable energy sources – not IF but WHEN

Rene Tammist

In the case of the transition to renewable energy, it is no longer a question of whether it is possible, but a question of when we will switch to renewable energy. This shift is already taking place.

At present, dozens of states and hundreds of cities, regions and enterprises, such as Apple, Coca-Cola, Facebook, and IKEA, have determined to switch completely to renewable energy.

The fact that the shift to renewable energy is technically feasible and necessary from the point of view of the environment has been common knowledge for years. Now, however, people are also coming to realise the economic benefits of this transition.

Oil shale as a unique raw material for the production of aliphatic dibasic acids

Rein Veski

In the Institute of Chemistry of the Estonian Academy of Sciences in 1960 to 1980 an original technology for producing individual aliphatic dicarboxylic acids or their dimethyl esters from oil-shale organic matter has been developed. Its one-step nitric acid and atmospheric oxygen oxidation affords organic acids from succinic to sebacic ones in more than 30 % yield, that of dimethyl esters being about 38 %.

The very high yield of compounds of one homologous series featuring the above technology makes it totally different from any other known one and renders its application perspective. As a starting material, the concentrate of oil shale organic matter, which also has other fields of application (filling material, both directly or in a modified form, etc.), is used.

The new technology has been subjected to laboratory tests, as well as pilot tests at the Kiviõli Oil-Shale Che-



Kiirpürolüüsioli tehas Empyro Hollandis.

Commercial scale fast pyrolysis Empyro plant in Holland.

mical Integrated Plant and to those on a continuous pilot-scale plant at the Experimental Works of the Estonian Academy of Sciences. The acids obtained meet in purity the requirements set on frostproof (–50°C) plasticizers, foamed polyurethane, polyamides and other chemicals. They have been tried out at specialized institutes for example at the Moscow Research Institute of Plastics, Vladimir Scientific Research Institute for Synthetic Oils, Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Central Institute of Agrochemical Services for Agriculture, and integrated plants of former Soviet Union.

Using the acids and esters produced from oil shale, different trends of chemical synthesis may be developed. In case of need, on producing dicarboxylic acids an oil-shale plant growth stimulator can be obtained as a by-product which can stimulate the development of dormant buds, especially in strawberry, cucumber and tomato.



FOTO AIN LAIDOJA

Peat extraction areas can also be partially restored, and the residual resources can be conserved

Tiit Saarmets

The maximum total production from Estonian peat mining has reached 1 million tonnes per year over the last few years, which constitutes up to 4 million cubic meters of milled peat with relative humidity. In resource calculations for permits for the extraction of the resource, predicted annual production is 500 cubic meters per hectare. Considering these figures, the necessary production area for maximum resource extraction for the last few years is 8 000 hectares. In reality, miners are now working an area of approximately 21 000 hectares. This sizeable area is spoiled by peat excavation. According to different estimations, there are 4 000–5 000 hectares of exhausted peat fields among extraction areas that have extraction permits; when the area needed for production is added, and spoiled land is subtracted, we get unused or little-used land with peat resources. Thus, 8 000–9 000 hectares of peat fields

covered by extraction permits are either out of use or used to a limited extent, but resources there have not been exhausted. In general, in the same production area there are areas where peat is extracted as well as places where extraction has been abandoned or for some reason the available resources are not suitable for sale, and production ceases. It is necessary to find the will and means to restore these parts of the extraction area or to conserve them.

Responsible use of wood

Daniel Paalsson

Wood is a unique and renewable raw material with versatile use in numerous recyclable applications and for production of green energy. The biorefinery is one cornerstone in a circular economy by providing for sustainable cascading use of locally grown wood.

Wood mainly consisting of carbon, oxygen and hydrogen, has an unique naturally rigid but flexible structure, which makes wood very suitable for use in buildings and furniture. Wood is built up of

basic biomaterials and the kraft process in the biorefinery separates the wood into cellulose, hemicellulose, lignin and extractives, which are used to produce a wide range of recyclable bioproducts, effectively replacing fossil carbon. At the same time a significant amount of excess green energy is produced in a waste and fossil carbon free process.

Upgrading biomass by pyrolysis

Ain Laidoja

Raw biomass with 50% moisture content has low calorific value and energy density, which relates to high transport cost of the fuel. Reducing moisture content by drying the wood, will help to increase calorific value. To increase energy density, wood has to be grinded and followed by pelletizing. This is mechanical upgrading of biomass. An alternative and competing technology for converting raw biomass to value added products is thermochemical conversion called pyrolysis.



Soomes on taastuvatest allikatest toodetud energia osakaal kõikides transpordiliikides kokku üle 20%, samuti Rootsis, kuid enamikul Euroopa riikidel on ELi nõudmiste täitmisega raskusi.

In Finland, the share of energy from renewable sources total in all modes of transport is more than 20%, as well as in Sweden, but most European countries are having difficulties to meet EU requirements.

FOTO TANEL MEOS

Biokütuste kasutamine Eesti transpordisektoris aastal 2020

Use of biofuels in the Estonian transport sector in 2020



ANTON NÕOMAA, VKG TRANSPORT AS
ÜLO KASK, EBÜ, TREA



Euroopa Direktiivi 2009/28/EÜ¹ kohaselt peab liikmesriik tagama, et taastuvatest allikatest toodetud energia osakaal kõikides transpordiliikides kokku on 2020. aastal vähemalt 10% energia lõpptarbimise liikmesriigi transpordisektoris. Transpordisektoris tarbitud koguenergia arvutamiseks võetakse arvesse ainult bensii- ni, diislikütust, maantee- ja raudteetranspordis tarbitud vedelat ja gaasilist biokütust ning elektrienergiat, mis toodetud taastuvatest energiaallikatest.

ELi nõudmiste täitmisega transpordi valdkonnas pole raskusi mitte ainult Eestil, vaid peaaegu tervel Euroopal, mida näitab ilmekalt viimane Eurostati raport (joonis 1).

¹ EUROOPA PARLAMENDI JA NÕUKOGU DIREKTIIV 2009/28/EÜ, 23. aprill 2009. Taastuvatest energiaallikatest toodetud energia kasutamise edendamise kohta ning direktiivide 2001/77/EÜ ja 2003/30/EÜ muutmise ja hilisema kehtetuks tunnistamise kohta (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:et:PDF>).

Euroopa Liidu keskmine on küll tänu Soomele ja Rootsil 6,7%, kuid enamikul riikidel jääb see näitaja alla ELi keskmist ja Eesti paistab silma viimasena, ainult 0,4% (vajaminevast 10%) ja sedagi tänu elektriautodele ja elektriga töötavale ühistranspordile. Selle viimase koha eest peaksid Eesti tarbijad heas mõttes tänama majandus- ja kommunikatsiooniministrit, sest fossiilkütuste ja biokütuste hinna erinevuse pärast hoiame kokku vähemalt 40–50 miljonit eurot aastas ja kuna Eestil oma biokütuste tootmisvõimsusi ei ole, siis kogu see rahahulk oleks ka läinud riigist välja.

Kehtiv taastuvenergia direktiiv on võetud vastu ligi 10 aastat tagasi ja kui taastuvatest allikatest elektri tootmises on toimunud märgatavaid positiivseid edasiminekuks nii tootmise omahinnas kui ka tarbimise ratsionaalsuses, siis biokütuste seis transpordis on peaaegu samas kohas, kus oldi 10 aastat tagasi (joonis 2). Kogused on küll kasvanud, kuid tehnoloogiad ja hinnatasemed on peaaegu endised.

Bioetanooli ja biodiislikütuse võimalused

Kui mujal maailmas on peamiseks transpordisektoris kasutatavaks vedelaks biokütuseks bioetanool, siis Euroopa Liidu riikides on selleks kindlalt biodiislikütus, mille taga on nii poliitilised kui ka kliimaatilised põhjused.

Biodiislikütuse kasutamise plussid:

- konkurentsivõimeline hind võrreldes teiste biokütustega;
- keskkonnasõbralik kasutamisel;
- valmis taristu kasutuselevõtuks;
- hea saadavus ja väikse poliitilise riskiga.

Biodiislikütuse kasutamise miinused:

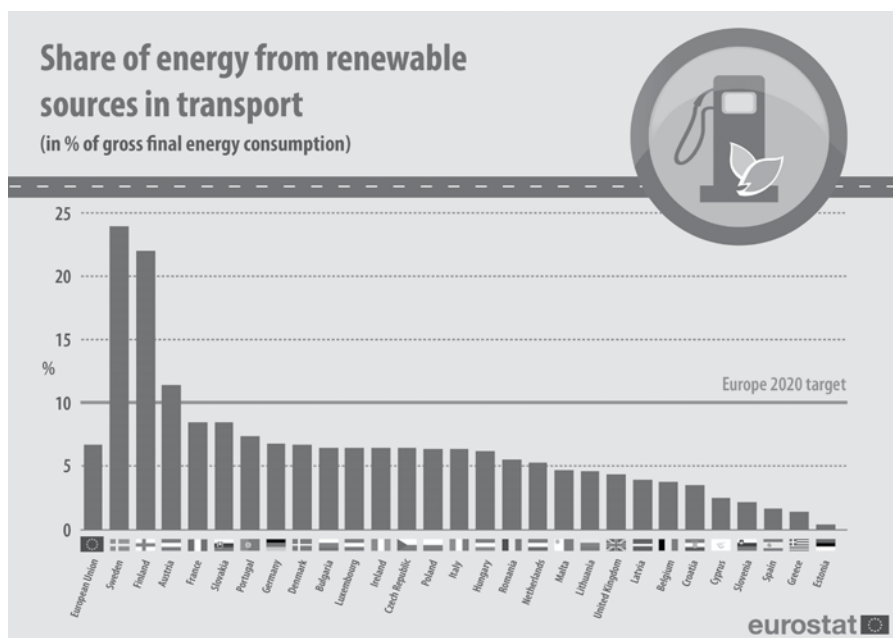
- üle 10% segud fossiilse diislikütusega võivad rikkuda mootori;
- 100% import;
- 1. põlvkonna biodiislikütuse tootmine on vähem keskkonnasõbralik;
- võimalikud biodiislikütuse hangumise probleemid talvisel perioodil.

Kõrvalolevas tabelis (tabel 1) on näha, et suuremad kui 10% segamismäärad toovad endaga kaasa suured piirangud toodete kasutajate ringis.

JOONIS 1.

Taastuvate energiaallikate osa transpordis ELi riikide lõikes 2015. aastal

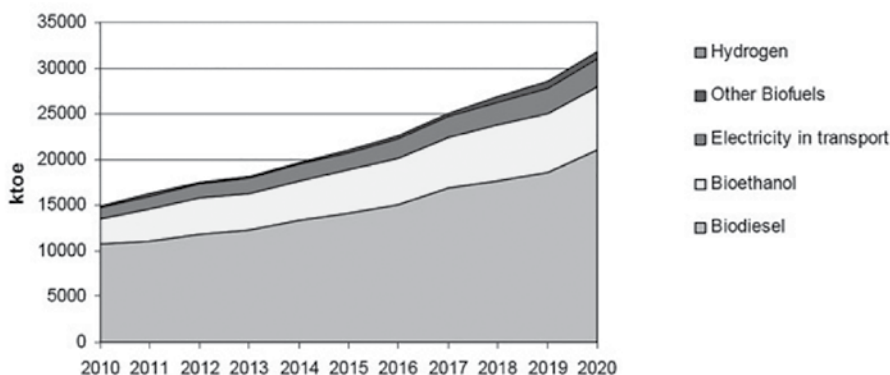
Figure 1. The share of renewable energy resources in transport by EU countries in 2015



JOONIS 2.

Taastuvenergia kasutamine ELi transpordis ja selle muutus

Figure 2. Use of renewable energy in EU transport and its change



TABEL 1.

Bioetanooli ja biodiislikütuse segamismäärad fossiilsete transpordikütustega, https://www.concawe.eu/wp-content/uploads/2017/01/jec_biofuels_2013_report_final.pdf

Table 1. Blending rate of bioethanol and biodiesel with fossil fuels

Blending grade	EU Member State	Brief description
E10	France	Up to 10% v/v ethanol blending in gasoline
E85	Austria, Germany, France, Sweden	Up to 85% v/v ethanol blending in gasoline for so-called flexi-fuel vehicles (FFV)
B7	France	Up to 7% v/v FAME blending in diesel fuel
	Germany	Plus 3% of renewable diesel
B20	Poland	For captive fleets
B30	France	For captive fleets
	Czech Republic	For captive fleets
B100	Germany	For specially adapted vehicles

Märkused: E10 ja E85 – tähendab vastavalt, et 10% ja 85% on segus bioetanooli. B7 ja B20 – tähendab, et vastavalt 7% ja 20% on segus biodiislikütust. For captive fleets – tähendab sisetanklate jaoks, näiteks suuremate bussiparkide jaoks.

TABEL 2.

Biokütuste ja fossiilsete mootorikütuste hindade võrdlus, september 2017

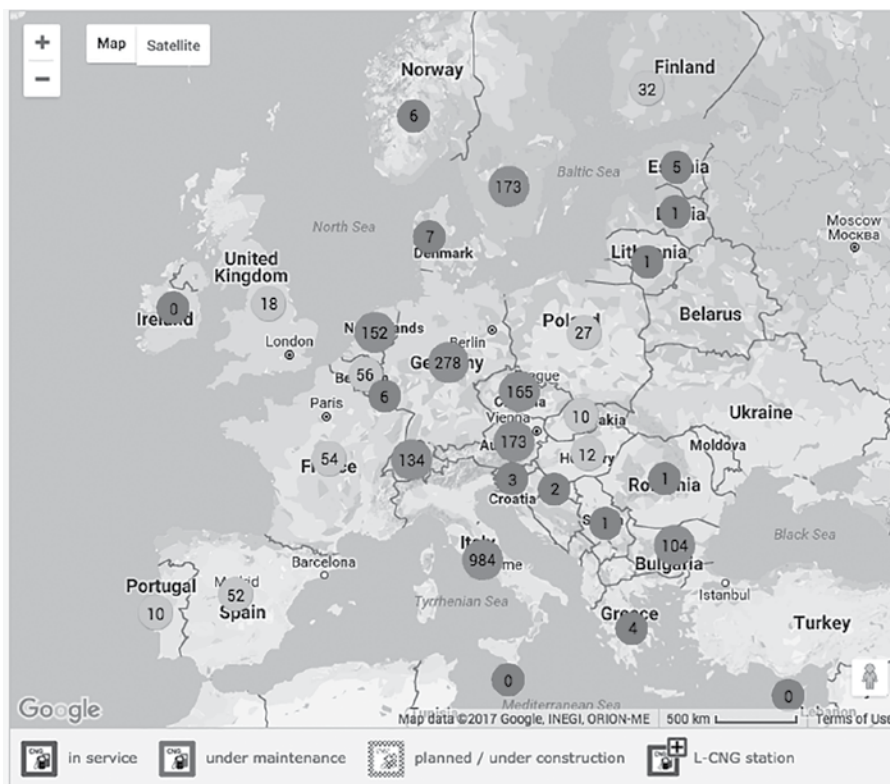
Table 2. Comparison of prices of biofuels and fossil fuels, September 2017

1	Etanool, €/l	0,56	Biodiisel FAME, €/l	0,92
2	Etanool teiseldataud energiaga, €/l	0,86	Biodiisel teiseldataud energiaga, €/l	1,01
3	Bensiin, €/l	0,53	Diisel, €/l	0,44
4	Hinnaerinevus liitri kohta, €	0,33	Hinnaerinevus liitri kohta, €	0,57
5	Tarbimise kogus aastas, t	252 000	Tarbimise kogus aastas, t	647 000
6	Lisakulu aastas bensiinile, €	8 316 000	Lisakulu aastas diislile, €	36 879 000

JOONIS 3.

CNG tanklate arv Euroopas, <https://www.ngva.eu/get-directions>

Figure 3. The number of CNG filling stations in Europe



Valmis taristu ja piisav tarbijate arv teevad biodiislikütuse ja bioetanooli peamisteks taastuvatest allikatest toodetud kütusteks, millega oleks Eestil võimalus täita ELi nõue. Kuna teised biokütused toetavad eesmärgi täitmist marginaalselt mõne protsendiga, siis turule tulevadki segud E10 ja B10 ehk siis vastavalt bensiin ja diislikütus 10% bioetanooli ja biodiislikütuse sisaldusega. Hinnaerinevuse fossiilsete transpordikütustega võrreldes katavad tarbijad tankimisel ja neid suurusjärke saab näha allolevast tabelist (tabel 2).

Hinnavõrdlusest on näha, et majanduslikult oleks kasulikum segada rohkem

etanooli kui biodiislikütust, kuid üle 10% segudega tulevad mängu tehnilised riskid ja keelud paljudelt autotootjatelt (kui on kasutusel tavamootorid, mitte biokütuste kasutamiseks kohandatud).

Vahepealne naftahind üle 100 USD/bbl tegi need hinnavahed juba minimaalseks, kuid pärast naftahinna kukkumist langes bioetanooli ja biodiislikütuse hind oluliselt vähem. Nii bioetanooli kui ka biodiislikütuse puhul prevaleerivad turul endiselt esimese põlvkonna tooted. Neid on üle 90% kogustest ning need konkureerivad otseselt toiduainete tooraineturgudega, mis ei lase hinnal koos naftahinnaga langeda.

Kahe aasta perspektiivis me mingist tehnoloogiamest enam rääkida ei saa, kuigi meie põhjanaabrite ponnistused on hakanud vilja kandma. Seal toodab enamik paberitööstuse kontserne teise põlvkonna transpordikütuseid oma tootmisjääkidest. Samuti on Soome kütusefirma NESTE üks samm teistest ees oma HVO diislikütusega². Seda on juba müügil ka Eesti tanklates Pro Dieseli nime all ning see on 7 senti liitri kohta kallim tavalisest fossiilsest diislikütusest.

Biometaani võimalused

Eesti Gaas ASi andmetel on Eestis täna naseks 600–700 surumaagaasi (CNG – compressed natural gas) kasutatavat sõidukit ja viis tanklat (joonis 3). Aasta lõpuks on tulemas veel kolm tanklat juurde. Arvestades seda, et Eestis on ligi 850 000 registreeritud sõidukit, moodustavad hetkel metaankütusel sõitvad sõidukid ainult 0,08% kogu sõidukite arvust.

2020. aasta eesmärk 10% tähendab Eestis 93 ktoe (kilotonni õli ekvivalenti), mis võrdub 117 mln Nm³ surubioagaasi (puhastatud biogaasi ehk õigemini biometaani) kasutamise transpordikütusena. Näitlikumalt nõuaks see (arvutuslike keskmiste kütusekulude ja läbisõitude alusel) 9714 bensiinisõiduki (täismassiga alla 3,5 t), 1000 diislbussi ja 1714 diiselveoauto kasutusele võtmist. Sellise koguse biometaani tootmine tähendab, et tuleb luua 42 biogaasijaama koos puhastusüksusega, mille aastane biometaani (metaani – CH₄ – sisaldus on biogaasis 98%) toodang on keskmiselt 2 756 000 Nm³ jaama kohta. Eesti praeguse 17 biogaasijaama biogaasi kogutoodang aastas on kuni 20 mln Nm³. Selle koguse väärindamine biometaaniks võiks anda ka kuni 20% vajaminevast transpordi biokütusest aastaks 2020, oleks ainult tarbijaid.

Viimase Eesti Vabariigi valitsuse meetmena septembrist 2017 toetatakse 28 miljoni euroga biometaani tootmist ja tanklate rajamist. See on kindlasti arvestatav tõuge tootmise alustamiseks, kuid vähemalt sama jõuline toetusmeede võiks olla tarbimise motiveerimiseks. Hea näide on tuua Soomest, kus 2017. aasta algusest riiklik gaasifirma Gasum müüb kõigile, kes ostavad gaasiauto, 69 euro eest kliendikaardi piiramatut kuutankimist. Täna on tulemuseks juba mõningad tankimise

² Sisaldab vähemalt 15% taastuvtoorainest toodetud teise põlvkonna biokomponenti HVO, mis sobib kõigile mootoritüüpidele. HVO – Hydrotreated vegetable oils (vesiniktöödeldud taimeõli, selle valmistamisel ei toimu järelesterdamist nagu tavalise biodiislikütuse valmistamise tehnoloogia korral).



Autode Müügi- ja Teenindusettevõtete Eesti Liidu (AMTEL) andmetel sõitis Eestis 2017. aastal 1200 elektriautot, mis teeb umbes 0,1–0,15% autode üldarvust.

According to the Estonian Automobile Manufacturers and Service Companies Association, in Estonia in 2017 1,200 electric cars were driven, which makes about 0.1–0.15% of the total number of cars.

FOTO TANEL MEOS

järjekorrad Helsingi piirkonna gaasitanklates.

Olulise osa näitarvust võiks täita Tallinna ühistranspordi biometaanile üleviimisega, kuid Tallinna linnavalitsus sellest riigi eesmärgist ei hooli ja ostab endiselt juurde uusi hübriidbusse. See on samas ka majanduslikult täiesti põhjendatud tegevus, mille kasuks Tallinna linna juhid on otsustanud.

Sõltumata biogaasijaama tüübist on toodetud metaankütus märgatavalt kallim surumaagaasist (CNG), mis sügisel 2017 maksis tanklas 0,811 €/kg. Biometaan on 1,7 kuni 2 korda surumaagaasist kallim (biometaanist toodetud surugaasi lõpphind tanklas oleks kuni 1,594 €/kg).

Eesti Arengufondis 2015. aastal valminud töös on analüüsitud, et hinnakompenseerimine biometaan kasutuselevõtu põhjustab kütuseturu kallinemise 30 miljonit eurot, lisanduvad veel investeringud tootmisse ja taristusse. Biometaan kasutuselevõtmise kõige tugevam argument on see, et see on kohalik ressurss ja kogu raha jääb Eestisse, ning sama uuringu põhjal võib panus SKTsse olla kuni 41 miljonit eurot aastas.

Elektriautode seis

Autode Müügi- ja Teenindusettevõtete Eesti Liidu (AMTEL) andmetel sõitis Eestis 2017. aastal 1200 elektriautot, mis teeb umbes 0,1–0,15% autode üldarvust. Enamik nendest on ostetud toetusprogrammiga ELMO, kus ostjale kompenseeriti 50% autode alghinnast. Arvestades, et praegu müüakse Eestis ainult 40–50 elektriautot aastas, on raske ette kujutada isegi kuni 1 protsendist elektriautode osakaalu Eestis aastaks

2020, mida majandus- ja kommunikatsiooniministeerium oma ettekannetes loodab. Kuna Eestis on juba rajatud arvestatav kiirlaadijate võrk, siis oleks mõistlik ELMO programmiga sarnaselt toetada elektriautode oste. Samas selleks, et elektriautodega täita direktiivi 2009/28/EÜ nõudmisi, oleks vaja tänavatele ligi 80 000 elektriautot ja nende ostude kompenseerimiseks (50% ulatuses) kuluks 1,6 miljardit eurot. Euroopa Komisjon, nähes sellist absurdset seisu praeguste elektriautode konkurentsivõime osas, töötas välja direktiivi paranduse, kus elektriautode tarbitud taastuv-elekter läheb viiekordselt arvesse. Ehk siis Eestile piisaks ka 16 000 elektriautot ja 320 miljonist eurost autoostu kompensatsioonideks, mis on endiselt tohtu suur summa.

Kokkuvõte

Igal kütuselahendusel (sh elekter) on oma plussid ja miinused. 2020. aastaks võetud ELi 10% eesmärgi (10% taastuvaid energiaallikaid riigis tarbitavatest mootorikütustest), ehk energaaltasemelt 93 ktoe, täitmine kolme aasta jooksul tundub olevat reaalne, kui 85% (ehk u 75 ktoe) kaetakse biokomponentide ning bensiini ja diislikütuse segamisega, 10% (u 12 ktoe) biometaan kasutuselevõtmisega ja 5% (u 6 ktoe) elektriautode abil.

Vaadates, kui turumajanduslikult ebaefektiivsed on kõik need meetmed, pakuks ka sellele valdkonnale statistika-kaubandust ELi liikmesriikide vahel. Sama mis kehtib praegu elektriturul, kus üks liikmesriik, kellel on nõue juba täidetud, müüb „paberil“ oma ülejäägi teisele riigile.

Kasutatud allikad:

- Eurostat statistics explained, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable_energy_statistics
- Natural & Bio Gas Vehicle Association (NGVA) <http://www.ngva.eu/get-directions>
- Eesti statistika, <http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/SaveShow.asp>
- Eesti arengufond, http://www.arengufond.ee/wp-content/uploads/2015/10/Eesti_Arengufond_Biometaan_tootmine_ja_kasutamine_transpordik%C3%BCtusena_-_v%C3%A4%C3%A4rtusahel_ja_rakendusteenekud_2015.pdf
- Biofuels International, September/October 2017
- SCB Group, <http://www.starcb.com/Resources/Reports.aspx>
- C. Charles, I. Gerasimchuk, R. Bridle, T. Moerenhout, E. Asmelash, T. Laan, Biofuels At What Cost? A review of costs and benefits of EU biofuel policies" https://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/biofuels_subsidies_eu_review.pdf
- Infogram, <https://infogram.com/elektriautode-arvestis-1g0n2ov89jnnm4y>
- AMTEL, <http://amtel.ee/uute-autode-muugistatistika-0>
- Eesti Gaas AS, Surugaasi hind, <http://www.gaas.ee/surugaas/surugaasi-hind/>
- Heather D. C. Hamje, Heinz Hass, Laura Lonza, Heiko Maas, Alan Reid, Kenneth D. Rose, Tom Venderbo, "EU renewable energy targets in 2020: Revised analysis of scenarios for transport fuels", Institute for Energy and Transport, Ispra (VA), Italy, 2014. https://www.concawe.eu/wp-content/uploads/2017/01/jec_biofuels_2013_report_final.pdf
- Biometaan au sisse: Eesti hakkab selle tootmist toetama, <http://arileht.delfi.ee/news/uudised/biometaan-au-sisse-estti-hakkab-selle-tootmist-toetama?id=79609808>
- S&P Global Platts <https://www.platts.com/products/european-marketscan>

Biomasskütuste tulevik

Euroopa Liidu dokumentide eelnõudes



IRJE MÖLDRE,
SA ERAMETSAKESKUSE ARENDUSNÕUNIK
ÜLO KASK,
EBÜ, TREA ENERGEETIKAEXPERT



Järgmisel aastal selguvad bioenergia valdkonnas kolme olulise Euroopa Komisjoni eelnõu – taastuvenergia direktiivi uuendamine, LULUCF määrus ning jagatud kohustuse määrus – lõplikud sõnastused, millega kaasnevad eeldatavalt järgmised muutused (koondvaade tabel 1):

MÕISTETE TÄPSUSTUMINE. Taastuvenergia direktiivi muudatused täpsustavad selliseid biomassist toodetavate kütuste mõisteid nagu

- biomasskütused – biomassist toodetud gaas- ja tahked kütused;
- biokütused – transpordis kasutatav vedelkütus, mis on toodetud biomassist;
- vedelad biokütused – energia, seal-

hulgas elektri-, soojus- ja jahutusenergia (välja arvatud transpordi jaoks kasutatava energia) saamiseks kasutatav vedelkütus, mis on toodetud biomassist.

BIOMASSI KASUTUSE PIIRAMINE. Kui taastuvenergia direktiivi muudatused ja jagatud kohustuse määrus näevad ette energiatõhususe ja taastuvenergia osakaalu suurendamist, sh kaugküttes, siis LULUCF (*land use, land use change and forestry*) määrus piirab puidu kui taastuva energiaallika kasutust. LULUCF määrusest tingitud raie mahu piiramine Eestis kuni 10 miljoni tihumeetri aastast ja süsiniku sidumisel pigem puidust toodetesse on praeguste puitkütuste- ja puitkütustel energiatootmisvõimsuste töös hoidmine täiendava puidu impordita ning paberipuidu ekspordimahu säilitamine pikas perspektiivis küsitavad. Eesti ettevõtete puiduvajaduse prognoosi täitumiseks peaks raie maht olema üle 11 miljoni tihumeetri aastast. Puiduvajadus kasvab nii saetööstuses, vineeri ja spooni tootmisel kui ka puitkütuste, energia-, paberi- ja plaaditootmisel. LULUCF määrusest tuleneda võivad raie mahu piirangud ning nende rakendamise protseduurid aastaks 2021–2030 on veel kokkuleppimisel.

BIOMASSI SÄÄSTLIKU KASUTUSE TÕENDAMINE. Suuremad energiatootjad peavad tulevikus tõendama kasutatud biomasskütuste vastavust säästuskriteeriumidele. Kui praegu tõendavad tarneahela säästlikkust puidugraanuleid ja hakkpuitu ekspordivad ettevõtjad, siis taastuvenergia direktiivi muudatuste jõustumisel Eestis tuleb tõenäoliselt tõendada hakketootmise tarneahela säästlikkust ka siseriiklikul energiatootmisel.

ERAMETSA SÄÄSTLIKU MAJANDAMISE TÕENDAMISE OLULISUS. Puidumüüki kavandavatel metsaomanikel tuleb tõenäoliselt arvestada metsa säästlikku majandamist tõendava vastavussertifikaadi hankimisega. Lihtsaim on seejuures paluda selles osas abi oma metsaühistult või liituda mõne rühmasertifikaadiga. PEFC rühmasertifikaadi hoidjateks on näiteks Eesti Erametsaliit ja Keskühistu Eramets, Baltimaade suurima FSC rühmasertifikaadi hoidjaks on metsaühistu Ühinenud Metsaomanikud.

Käsitletud eelnõudega piiratakse puidu energeetilist kasutust, mis võib järgmisel kümnendil kaasa tuua vajaduse otsida puidule alternatiive küttevajaduse katmisel.



TABEL 1.

ELi dokumentide eelnõude arvatavad tulemused

Eelnõu	Eesmärk	Mõjutatud sihtgrupid	Tulemus
Taastuenergia direktiiv II (uuendatud – recall)	2030 taastuenergia osakaal 27%, energiatõhususe suurendamine 27%	> 20 MW energiatootjad, > 1 MW biogaasi tootjad, hakke- ja puidugraanulitootjad, metsaomanikud	Üleminek koostootmisele, biomassist toodetud kütuste säästlikkuse (sh kasvuhoonegaaside heite vähendamise) tõendamine
LULUCF (maakasutus, maakasutuse muutus, metsandus) määrus	2021–2030 LULUCF sektori kasvuhoonegaaside heide ei või ületada süsiniku sidumist riigi territooriumil	Metsaomanikud, kütuste tootjad, energiatootjad	Raiemahu piirang 8–10 mln tm/a, energeetikas biomassi kasutuse piiramine, süsiniku sidumine puidust toodetes
Jagatud kohustuse määrus	2005–2030 kasvuhoonegaaside heite vähendamine 30% (Eestis 13%) kasvuhoonegaaside heitkoguste kauplemissüsteemi mittekuuluvates sektorites	Transport, põllumajandus, jäätmekäitlus, tööstusprotsessid, < 20 MW energiatootjad, hoonehaldus	Säästlik sõidukipark, intelligentsed transpordisüsteemid, kliimasõbralik toidusüsteem, ringmajandus, energiatõhusad hooned (sh kütte- ja ventilatsioonisüsteemid)

Eesti ettevõtete puiduvajaduse prognoosi tähtsuseks peaks raiemaht olema üle 11 miljoni tihumeetri aastas.

FOTO SVEN ARBET

Kasutatud materjalid

- EJKÜ, EMK, EMPL ja AS Graanul Invest 2016 Puidukasutuse prognoos aastani 2018, aruanne. http://www.eramets.ee/wp-content/uploads/2013/01/Puidukasutuse_prognoos_aastani_2018.pdf
- Eesti Metsa- ja Puidutööstuse Liit 2015, Metsa- ja puidutööstuse tootmismahude ülevaade 2015, <http://empl.ee/wp-content/uploads/2015/01/Tootmismahud-detsember-2015-20141.pdf>
- Euroopa Komisjoni 20.07.2016 ettepanek: EUROOPA PARLAMENDI JA NÕUKOGU MÄÄRUS, millega lisatakse maakasutusest, maakasutuse muutusest ja metsandusest pärinevad kasvuhoonegaaside heited ja nende gaaside sidumine 2030. aasta kliima- ja energiapoliitika raamistikku ning muudetakse Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrust (EL) nr 525/2013 kasvuhoonegaaside heite seire- ja aruandlusmehhanismi ning kliimamuutusi käsitleva muu olulise siseriikliku ja liidu teabe esitamise kohta. <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/ET/1-2016-479-ET-F1-1.PDF>
- Euroopa Komisjoni 20.07.2016 ettepanek: EUROOPA PARLAMENDI JA NÕUKOGU MÄÄRUS, milles käsitletakse liikmesriikide võetud siduvaid eesmärke kasvuhoonegaaside heite vähendamiseks aastatel 2021–2030, et tagada vastupidav energialiit ning täita Pariisi kokkuleppe alusel võetud kohustused, ning millega muudetakse Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrust (EL) nr 525/2013 kasvuhoonegaaside heite seire- ja aruandlusmehhanismi ning kliimamuutusi käsitleva muu teabe esitamise kohta. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/HTML/?uri=CELEX:52016PC0482&from=ET>
- Euroopa Komisjoni 23.02.2017 ettepanek: EUROOPA PARLAMENDI JA NÕUKOGU DIREKTIIV taastuvatest energiaallikatest toodetud energia kasutamise edendamise kohta (uuesti sõnastatud)
- [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/HTML/?uri=CELEX:52016PC0767R\(01\)&from=EN](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/HTML/?uri=CELEX:52016PC0767R(01)&from=EN)
- Mart Raamatu ettekanne „Bioenergiat mõjutav seadusandlus Eestis ja Euroopa Liidus“ 11.10.2017 seminaril „Puit energiaks 2017“. <http://www.eramets.ee/wp-content/uploads/2014/06/Puiduenergia-ja-seadusandlus-Mart-Raamat.pdf>
- Madis Raudsaar 2017. Puidubilanss. Ülevaade puidukasutuse mahtudest 2015. <http://empl.ee/wp-content/uploads/2015/01/Puidubilanss-aruanne-2015-v3.pdf>
- Siim Kiisleri ettekanne Äripäeva konverentsil „Puidutööstuse äriplaan 2018“ 31.10.2017. <https://pood.aripeev.ee/Product/DownloadProductResourceFile/638>
- Rühmasertifikaatide taotlemine Eesti Erametsaliidu kaudu www.erametsaliit.ee



Demand on wood is rising in saw industry, plywood and veneer production as well as at the wood fuels, energy, and paper and board production.

Future of biomass fuels in the EU Commission proposals



IRJE MÖLDRE,
SA ERAMETSAKESKUSE
DEVELOPMENT ADVISOR



ÜLO KASK,
EÜ, TREA EXPERT ON ENERGETICS

Within the next year, final wording of the three important EU Commission proposals (renewable energy directive, LULUCF regulation, Effort Sharing regulation) for bioenergy will be set. Most probably next changes are coming (summarized in Table 1):

DEFINITIONS. Changes in renewables directive will clarify definitions of fuels produced from biomass such as

■ Biomass fuels - gaseous and solid fuels produced from biomass

■ Biofuels - liquid fuel for transport produced from biomass

■ Bioliq - liquid fuel for energy purposes other than for transport, including electricity and heating and cooling, produced from biomass

LIMITING USE OF BIOMASS.

Changes in renewables directive and effort sharing regulation aim to increase proportion of energy efficiency and energy from renewable sources, incl. district



FOTO RAIVO TASSO

heating but, LULUCF (*land use, land use change and forestry*) regulation will limit the use of wood as a source of renewable energy. LULUCF regulation leads to limitation of woodcutting in Estonia down to 10 mil. m³/y and carbon offsetting into wood products. It will mean that today's capacities of wood fuels and energy pro-

duction based on wood fuels without additional wood import as well as keeping export volumes of paper wood will be questionable in longer run. In order to cover companies' current need for wood in Estonia woodcutting must be more than 11 mil. m³/y. Demand on wood is rising in saw industry, plywood and veneer production as well as at the wood fuels, energy, and paper and board production. Possible cutting limits coming from LULUCF regulation and their implementation procedures for the period of 2021-2030 are still under negotiation.

VERIFICATION OF SUSTAINABLE USE OF BIOMASS. Bigger energy producers are supposed to verify compliance with sustainability criteria of used biomass fuels. Today pellets and wood chips exporters verify sustainability of their supply chain in Estonia, but renewables directive proposal probably arises a need for verification of sustainability of wood chips in domestic use.

IMPORTANCE OF VERIFICATION OF SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT. Forest owners who plan to sell wood must probably consider application of certificate on sustainable forest management. Easiest is to seek help of local forest association or to join with group certificate. Holders of the PEFC Group certificate in Estonia are Estonian Private Forest Union and Central Association Private Forest, biggest holder of the FSC Group certificate in Baltics is forest association Joint Forest Owners.

Analyzed proposals will limit usage of wood in energy purposes which way cause a need to search for an alternative to replace wood in meeting heating demand.

Sources:

- EJKÜ, EMK, EMPL ja AS Graanul Invest 2016 Puidukasutuse prognoos aastani 2018, aruanne. http://www.eramets.ee/wp-content/uploads/2013/01/Puidukasutuse_prognoos_aastani_2018.pdf
- Eesti Metsa- ja Puidutööstuse Liit 2015, Metsa- ja puidutööstuse tootmismahdade ülevaade 2015, <http://empl.ee/wp-content/uploads/2015/01/Tootmismahad-detsember-2015-20141.pdf>
- Euroopa Komisjoni 20.07.2016 ettepanek: EUROOPA PARLAMENDI JA NÕUKOGU MÄÄRUS, millega lisatakse maakasutusest, maakasutuse muutusest ja metsandusest pärinevad kasvuhonegaaside heited ja nende gaaside sidumine 2030. aasta kliima- ja energiapolitika raamistikku ning muudetakse Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrust (EL) nr 525/2013 kasvuhonegaaside heite seire- ja aruandlusmehhanismi ning kliimamuutusi käsitleva muu olulise siseriikliku ja liidu teabe esitamise kohta. <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/ET/1-2016-479-ET-F1-1.PDF>
- Euroopa Komisjoni 20.07.2016 ettepanek: EUROOPA PARLAMENDI JA NÕUKOGU MÄÄRUS, milles käsitletakse liikmesriikide võetud siduvaid eesmärges kasvuhonegaaside heite vähendamiseks aastatel 2021–2030, et tagada vastupidav energialiit ning täita Pariisi kokkuleppe alusel võetud kohustused, ning millega muudetakse Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrust (EL) nr 525/2013 kasvuhonegaaside heite seire- ja aruandlusmehhanismi ning kliimamuutusi käsitleva muu teabe esitamise kohta. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/HTML/?uri=CELEX:52016PC0482&from=ET>
- Euroopa Komisjoni 23.02.2017 ettepanek: EUROOPA PARLAMENDI JA NÕUKOGU DIREKTIIV taastuvatest energiaallikatest toodetud energia kasutamise edendamise kohta (uuesti sõnastatud)
- [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/HTML/?uri=CELEX:52016PC0767R\(01\)&from=EN](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/HTML/?uri=CELEX:52016PC0767R(01)&from=EN)
- Mart Raamatu ettekanne „Bioenergiat mõjutav seadusandlus Eestis ja Euroopa Liidus“ 11.10.2017 seminaril „Puit energiaks 2017.“ <http://www.eramets.ee/wp-content/uploads/2014/06/Puiduenergia-ja-seadusandlus.-Mart-Raamat.pdf>
- Madis Raudsaar 2017. Puidubilans. Ülevaade puidukasutuse mahtudest 2015. <http://empl.ee/wp-content/uploads/2015/01/Puidubilans-aruanne-2015-v3.pdf>
- Siim Kiisleri ettekanne Äripäeva konverentsil „Puidutööstuse äriplaani 2018“ 31.10.2017. <https://pood.ari-paev.ee/Product/DownloadProductResourceFile/638>
- Rühmasertifikaatide taotlemine Eesti Erametsaliidu kaudu www.erametsaliit.ee

TABLE 1.

Possible results of EU proposals

Proposal	Objective	Target group	Results
Renewables Directive II	2030 renewables 27 %, energy efficiency 27%.	>20MW energy producers, >1MW biogas producers, wood chips and pellets producers, Forest owners.	Transition to combined heat and power production, verification of sustainability (incl. greenhouse gases) of fuels produced from biomass.
LULUCF regulation	2021-2030 emission of greenhouse gases by LULUCF sector should not exceed carbon sequestration in state territory.	Forest owners, Producers of fuels and energy.	Cutting limit 8-10 mil. m ³ /y, limiting use of biomass in energetics, carbon offset in wood products.
Effort sharing regulation	2005-2030 reduction of greenhouse gases 30% (Estonia 13%) for Emission Trading System not belonging sectors.	Transportation, agriculture, waste management, industrial processes, <20MW energy producers and Housing.	Sustainable vehicle fleet, intelligent transportation systems, climate friendly food system, circle economy, energy efficient housing (incl. heating and ventilation).

Transpordikütuste maksustamine

peaks soodustama biokütuste kasutuselevõttu

The taxation of transport fuels



AIN LAIDOJA, ÜLO KASK,
EESTI BIOKÜTUSTE ÜHING

Kütuse hinnasilt tanklas ei ole piisav, et kütuste hindu omavahel võrrelda. Eriti selles osas, mis võimaldaks valida fossiilsete ja biokütuste vahel lähitult majanduslikust põhjendatusest ja keskkonnamõjust. Oluline oleks ka teada, kuidas ühe või teise kütuse kasutamine aitaks täita kohustusi, mida Eesti on võtnud kliimamõjude leevendamiseks.

Kütuse hinna lõpptarbijale moodustavad kütuse baashind, millele on lisatud

aktsiisimaks, varumakse ja kütuse jagamiskulud. See kõik on veel omakorda 20% käibemaksuga maksustatud (joonis 1). Veelgi keerulisemaks tavalisele tarbijale teeb kütuste hindade omavahelise võrdlemise asjaolu, et osa kütuseid müüakse liitri, teisi kilogrammi kaupa jne. Maagaasi müüakse börsil energiaühikutes, lõpptarbijale aga kilogrammides.

Maksustamise eesmärk

Aktiisimaksu eesmärgiks võiks olla saadud rahaliste vahendite suunamine tagasi teehoidu, samuti tarbijate suunamine kütuse valikul keskkonnamärgide täitmisele, linnaõhu puhtamaks muutmisele ja kohalike kütuste (nt biometaan, bioetanool jt) kasutamise suurendamisele, parandades seeläbi energiajulgeolekut ja riigi väliskaubandusbilanssi. Samuti võiks riigi eesmärk olla kohalike kütuste eelistamine imporditavatele kütustele.

Maksustamise alused

Aktiisiraha kasutamise sihipärane eesmärk täna puudub. Kui 2014. aasta lõpu oli teeseaduse §16 määratud teeohiule vähemalt 75 protsenti aastas kogutud kütuseaktsiisist, siis praegu puudub selge suunis kütuseaktsiisi kasutamise kohta. Kehtivat biometaani toetust ei rahastata tavakütuste aktsiisimaksust, vaid sootuks põlevkivi kaevandamismahu vähenemise järel vabanenud CO₂ kvoodi emissiooni-kaubandusest (atmosfääriõhu kaitse seadus §161 lg 3).

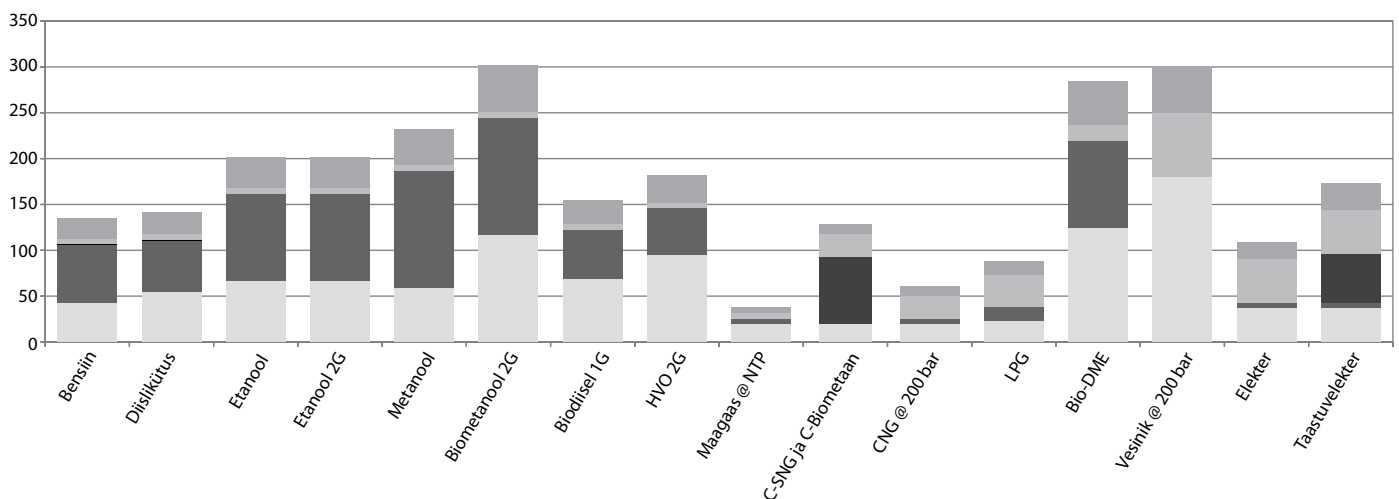
Kuni aastani 2011 olid biokütused maksuvabad (aktsiisiseadus), sh bioetanool, biometanool ja biodiislikütus.

Praegu kehtivad aktsiisimäärad transpordikütustele on osaliselt oma ideelt aegunud, tuginedes ELi nõudele kehtestada kütustele miinimum-maksumäär. Seda 2003. aastal kehtestatud ja liikmesriikidelt nõutud miinimummäära on Eesti ületa-

JOONIS 1.

Kütuse hinnakomponendid lõpptarbijale jaanuar 2018

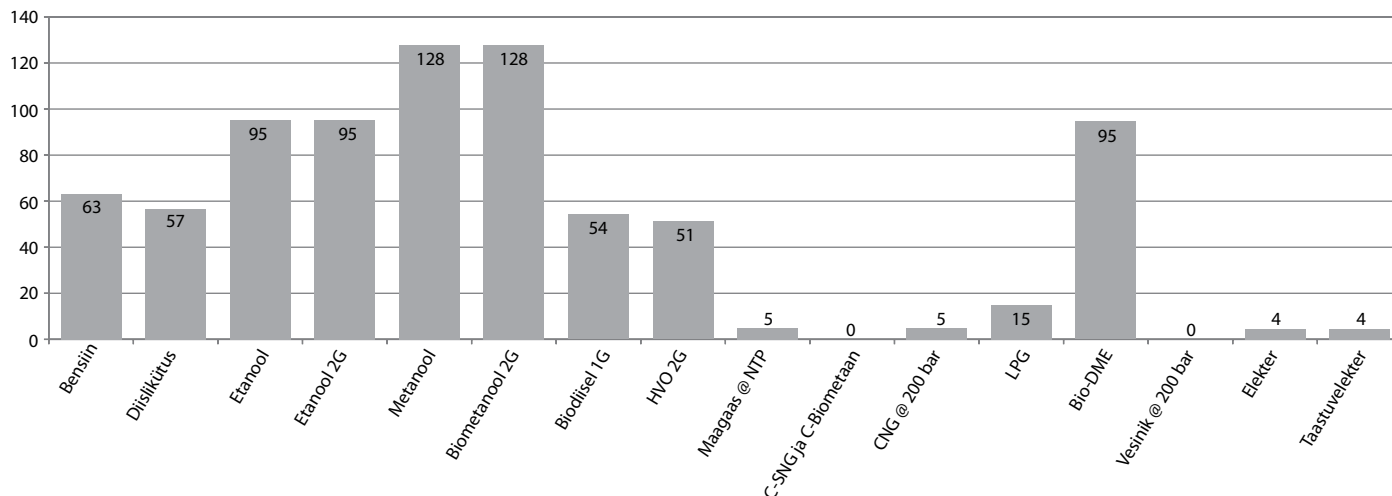
Figure 1. Fuel price components for final consumers January 2018



Joonis 2.

Aktsiisimäärad kütustele 2018 (€/MWh)

Figure 2. Excise duties for transport fuels in 2018 (€/MWh)



nud, näiteks benssiini puhul 2018. aasta alguseks aktsiisiseaduses kehtestatud 1,6 korda. Tabelis 1 on toodud tänased aktsiisimäärad arvatuna energiaühikutesse. Näiteks benssiiniga võrreldes on maagaas maksustatud 13 korda väiksema maksu-määraga, mis eksitab lõpptarbijat tegelike kütusehindade võrdlemisel.

Kütuste maksustamise aluseks võiks olla kütuse energiasisaldus ja samuti kütuse keskkonnamõju. 2011. aastal tuli Euroopa Nõukogu välja ettepanekuga maksustada kütuseid CO₂ emissiooni ja energiasisalduse järgi, kus kütuseid oleks koheldud võrdselt. Selle otsuse järgi oleks näiteks benssiini hind tõusnud CO₂ maksu mõjul umbes 5 €/MWh_{LHV} (LHV - lower heating value ehk alumine kütteväärtus). Biokütustele CO₂ maksumäära poleks rakendatud, mis oleks andnud biokütustele turul konkurentsieelise. Paraku seda Euroopa Komisjoni algatust ei toetatud.

Seetõttu on meil jätkuvalt bioetanool

benssiiniga võrreldes 1,4 korda kallimalt maksustatud ja biometanool benssiiniga võrreldes 2 korda kõrgemalt maksustatud (joonis 2). Veelgi hullem on olukord, et innovaatilised lahendused, nagu näiteks emulsioonkütused, kus kütusesse on lisatud vesi, ka aktsiisiga maksustatakse.

Sinna hulka kuulub ka vesinikkütusel sõitev kütuseelemendiga auto, mille tangitavaks kütuseks on mahu järgi 60%_{vol} biometanooli ja 40%_{vol} vett (vesinik sünteesitakse auto pardal). Seega riik ei soodusta biokütuste kasutamist kehtestatava aktsiisimaksuga.

Lisaks võiks kütuste maksustamisel arvesse võtta ka lämmastikoksiidide (NO_x), väävl- ja tahmaosakeste heidet. Maagaasi kui kõige puhtama kütuse madalam maksumäär võiks olla põhjendatud keskkonnasõbralikkuse kaudu.

Võrreldes elektriaktsiisiga, 4,47 €/MWh_{el}, on mootorikütused kõrgemalt maksustatud. Samas pole korrektne võrrelda elektriaktsiisi kütuseaktsiisiga, sest

energia muundamise kasutegurid on väga erinevad elektriauto, sisepõlemismootori ja kütuseelemendi kasutamisel.

Elektriautode panus (madal aktsiis) teedehoidu on väga väike ja elektriautode arvu kasvuga seoses tekib küsimus, millest finantseerida uute teede ehitust ja korrashoidu.

Kliimaeesmärgid ja keskkond

Eestit seob ELi taastuvenergiadirektiiv, mille kohaselt peab transpordikütuste tarbimismahust 10% olema aastaks 2020 taastuvenergiapõhine ja täidetud CO₂ emissiooni vähendamine 20% võrra. Eesmärk on ka 2030. aastaks vähendada CO₂ emissioone 40% võrreldes 2009. aasta tasemega ja 80% aastaks 2050. Siseriiklikke eesmärke on kirjeldatud energiamajanduse arengukavas (ENMAK) 2030. ja 2050. aasta kohta.

Maksustamine praegu

Eestis on toimunud nn tiigrihüpe mootorikütuste maksustamisel, mille tulemusel meie kütused on naaberriigi Lätiga võrreldes sedavõrd kallimad, et transiidifirmadel ja Lõuna-Eesti firmadel on majanduslikult kasulik käia naaberriigis tankimas.

Maksumäära kehtestamisel on bioetanooli puhul arvesse võetud näiteks see, et ta asendab benssiini, ja sellest lähtuvalt maksustatakse ka bioetanooli mahupõhiselt benssiini mahupõhise maksumääraga. Kuigi CNG samuti asendab benssiini, sarnast printsiipi maksustamisel ei rakendata.

Selleks, et etteantud kliimaeesmärke saavutada, on planeeritud soodustada alternatiivkütuste kasutamist.

TABEL 1.

EU transpordikütuste aktsiisimaksude miinimummäärad

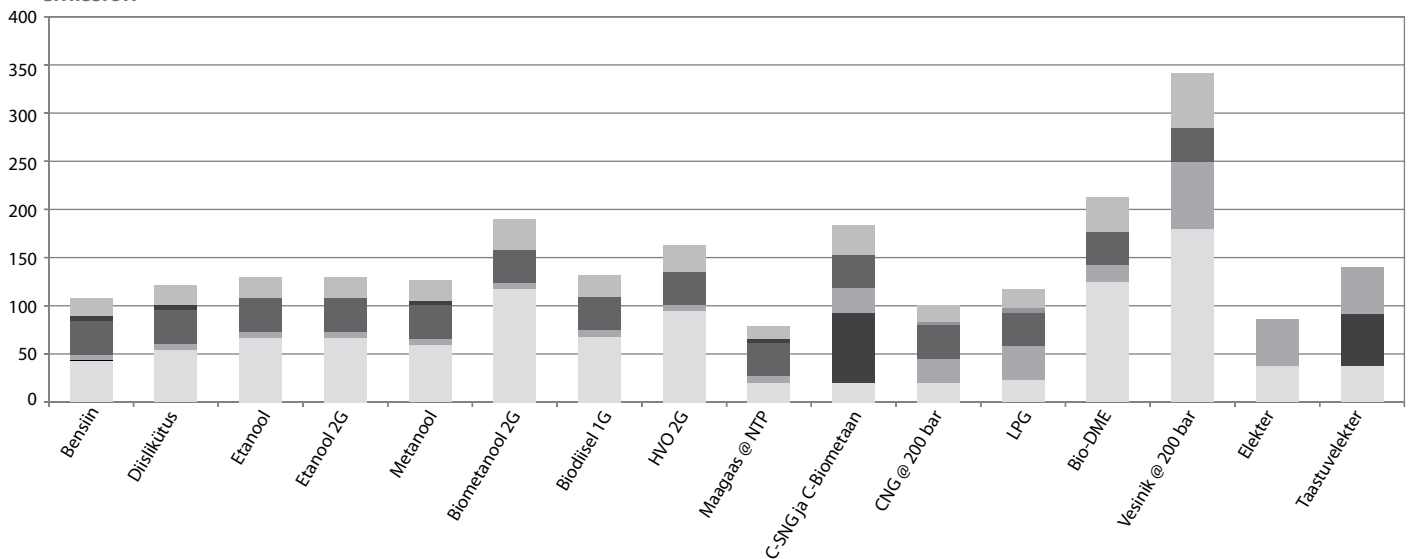
Table 1. Minimum excise duties on transport fuels in the EU

Kütus Fuel	Ühik Unit	Min. maksumäär Min rate	Eesti aktsiisi- maks Actual rate	Korda suurem/ väiksem Compare to	Aktsiis €/MWh Excise dutie
Benssiin Petrol	€/m ³	359	563	1,6	63,0
Diislikütus Diesel Fuel	€/m ³	330	493	1,5	49,5
Vedelgaas (LPG)	€/t	125	193	1,5	15,0
Surumaagaas (CNG)	€/GJ	2,6	47,32 € / 1000 m ³	1,4	5,0
Veeldatud maagaas (LNG)	€/GJ	2,6	66 €/t	1,4	4,9

JOONIS 3.

Kütuste hinnad maksustatuna energiasisalduse ja CO₂ heite järgi

Figure 3. Cost of transport fuels at the pump based on taxation energy content and CO₂ emission



Alternatiivkütuste taristu direktiivis on nendeks kütusteks nimetatud:

- elekter
- vesinik
- biomassist toodetud ja transpordis kasutatav vedel- ja gaaskütus
- sünteetilised ja parafiinkütused
- maagaas, sh biometaan, CNG ja LNG
- LPG

Eesti aktsiisiseadus on raskesti arusaadav ja ühes seaduses on aktsiisimäärad nii mootorikütustele kui ka joogialkoholile (bioetanool sobib nii joogiks kui sise põlemismootoris kasutamiseks).

Eraldiseisev kütuseaktsiisiseadus oleks parem lahendus. Maksuäärade osas puudub loogika. Maksuäärade käsitlevad kütuseid ebavõrdselt, sest ei arvesta kütuste keskkonnamõju. Ebavõrdne kohtlemine väljendub ka biometaan kui ühe kütuseliigi ainuelistamises.

Bensiini aktsiisimäärad on Eestis kõrgeimad, kuigi tarbija tuleks suunata rohkem tahmavabamate kütuste (nende, mille põletamisel sise põlemismootoris tekib vähem tahma ja peenosakesi) kasutamisele.

Näited

Auto kasutab bensiini asemel sise põlemismootoris biometanooli. See oleks Eestis maksustatud aktsiisiga 563₂₀₁₈ €/m³ ja võttes metanooli energiatiheduseks 4,41 kWh/l_{LHV}, siis biometanooli aktsiis oleks 563/4,41 = 128 €/MWh_{LHV}. Bensiini aktsiisiga (63₂₀₁₈ €/MWh) võrreldes oleks see 128/63 = 2,0 korda kõrgemalt maksustatud.

Auto, mis kasutaks kütuseseguna 60%_{vol} biometanooli ja 40%_{vol} vett. Mak-

sustatud aktsiisiga 563₂₀₁₈ €/m³ ja võttes metanooli energiatiheduseks 4,41 kWh/l_{LHV}, saame küttesegu aktsiisiks 239 €/MWh_{LHV}. Võrreldes bensiini aktsiisiga (63₂₀₁₈ €/MWh_{LHV}) on see 239/63 = 3,8 korda kõrgemalt maksustatud.

Pikaajaline arenguvaade, investeerimiskindlus kuni 2050

Võiks proovida kütuste maksustamist alustada n-ö tühjalt kohalt, tehes seda loogiliselt ja läbimõeldult uut alustel.

Tavakütuste aktsiise saaks kasutada näiteks taastuvkütuste turule aitamiseks, nagu seda on tehtud katlamajade, kaugküttevõrkude ja koostootmisjaamade investeringutoetuste kujul või siis taastuenergia toetusena elektritootmises.

Maksueesmärk võiks olla soodustada laialdasemat alternatiivsete kütuste, sh taastuval energiaallikatel põhinevate kütuste kasutamist, et anda tarbijale valikuvabadus, ning taastuenergiat põhinevaid alternatiivkütuseid soodustada Eesti kliimamõjude leevendamise ja taastuenergiakohustuse täitmise eesmärgil.

2018. aasta riigieelarves on kavandatud kütuseaktsiisi laekumine summas 581 miljonit eurot.

Potentsiaalsetele alternatiivkütuste tootjatele on vaja selget ja pikaajalist kuni aastani 2050 kehtivat investeerimiskindlust, aktsiisivabastust transpordis kasutatavatele biokütustele.

Eestis ei maksustata otseselt transpordisektori emiteeritavat CO₂. Aktsiisimaks on ainuke hoob mõjutada kütusetarbimist.

Kui rakendada uut maksuskeemi, siis oleksid transpordikütuste hinnad sellised nagu joonisel 3.

Eesti inimestele jääks 2018 kätte 172 miljonit eurot rohkem (arvutus põhineb aktsiisimääral, mis rakendub 10. jaanuar 2018). Lisaks saaksime tagasi praegu Läti voolava aktsiisiraha, mille suurus on hinnanguliselt 50 miljonit eurot¹ aastas.

Uue maksuskeemi järgi oleks kütus küll odavam kui Lätis, aga ilmselt poleks hinnavahe piisav motiveerimaks lätlasti siin massiliselt tankimas käima. Eesti diislikütus oleks lõpptarbijale sel juhul 3 €/MWh_{LHV} odavam.

Kuid selline õiglane maksustamine ei aita turule taastuenergiapõhiseid alternatiivkütuseid. CO₂ hinna juures 7 €/t oleks maksueelis vaid 1,7 €/MWh CO₂ emissiooni maksustamisest tulenevalt. Fossiilkütustega konkureerimisel on määravaks toornafta hind ja CO₂ hind.

Eeldades, et biokütuste tootmise kulud, sh toorme hind, on stabiilsed, on biokütustele turuletulekuks vajalik toornafta hinnatase alates 113 USD/bbl, eeldusel, et CO₂ hind jääb tasemele 5 €/t. Naftahinna tõusu alternatiivina sobiks ka CO₂ hinna tõus taastuvkütuse turuletulekuks, kuigi selle mõju on väiksem kui toornaftahinna mõju. Näiteks süsinikdioksiidi heite hinnatase 30 €/t annaks taastuvkütusele hinnaelise vaid 7,5 €/MWh, mis aga pole paraku piisav teise põlvkonna biokütuste tootmiseks.

Kõigi nende eeltoodud numbrite täpsustamine eeldab põhjalike majandusanalüüside tegemist ja igakülgset mõjude hindamist. Lihtsalt riigieelarvesse täiendada raha pumpamise võiks asendada põhjendatud ja eesmärgipärase mootorikütuste maksustamisega.

¹ <https://majandus24.postimees.ee/4303275/alan-vaht-riigi-kaotus-kutuseaktsiisist-ulatub-50-miljonini-aastas>



Hinnanguliselt on päikesepaneelide installeeritud koguvõimsus Eestis ületanud 10 MW piiri.

FOTO RAIVO TASSO

It is estimated that the total installed capacity of solar PV-panels in Estonia has exceeded the 10 MW limit.

Taastuvatele energiaallikatele üleminek – mitte kas, vaid millal

Shift to renewable energy sources – not IF but WHEN



RENE TAMMIST, MTÜ EESTI
TAASTUVENERGIA KODA JUHATAJA

Taastuvenergiele ülemineku puhul pole enam küsimuseks, kas see on võimalik, vaid millal me taastuvenergiele üle läheme. Üleminek on juba toimumas. Praeguseks on kümned riigid, sajad linnad, regioonid ja ettevõtted, nagu Apple, Coca-Cola, Facebook, IKEA, seadnud sihiks täieliku ülemineku taastuvenergiele. See, et üleminek taastuvenergiele on tehniliselt teostatav ja keskkonna seisukohalt vajalik, on olnud teada juba aastaid, ent nüüd on sellele lisaks järjest ilmsemaks saanud ka ülemineku majanduslik kasu.

Kiirenev globaalne üleminek taastuvenergiele

2016. aastal põhines Euroopa Liidus kõikidest valminud elektrijaamadest 86% taastuvenergiel. Kõige enam lisan-

dus tuuleelektrijaamu 12,5 gigavatiga, päikeseelektrijaamu 6,7 gigavatiga, kuid kivisööelektrijaamu lisandus vaid 243 megavati jagu. Fossiilkütusel elektrijaamu läks 2016. aastal kasutusest välja 12 gigavatti. 2017. aastal täisvõimsusel tööle hakkav Auvere elektrijaam võib jääda ainsaks käesoleval aastal tahkel fossiilkütusel lisanduvaks soojuselektrijaamaks Euroopa Liidus. See tõik näitab Eesti senise energiapoliitika mahajäämust.

Kogu ELi elektritootmisvõimsustest on tuuleelektrijaamad 16,7 protsendiga esikohal, tõugates esimest korda troonilt kivisööelektrivõimsused. Globaalselt on loobunud sadadest gigavattidest uutest kivisööjaamadest ning teatatud olemasolevate jaamade enneaegsetest sulgemistest. Mitu aastat järjest põhineb enam kui pool uutest elektrijaamadest taastuvatel energiaallikatel.

Laiemalt võttes on käimas rohetehnoloogiate revolutsioon, mis oma ulatuselt ja mõjult on sarnane esimese tööstusrevolutsiooniga, ent oma kiiruses võrreldav digitaalse revolutsiooniga. Tohtu hinnalangus on toimunud nii taastuvenergia, energiasäästu, elektromobiilsuse kui ka akutehnoloogias. Taastuvenergia

sektoris on tehnoloogia areng parandanud nii päikesepaneelide kui ka tuulikute tootlikkust, mis lubab paari aasta taguse ajaga võrreldes näiteks uutel moodsatel tuulikudel toota elektrit isegi kuni poole võrra rohkem. Seda ka Eestis. Hiljutised tuule- ning päikeseenergia vähempakkumised üle maailma on võidetud hindadega, mis on odavamad kui ükskõik millisest teisest uuest elektrijaamast toodetud energia.

Arengud Eestis 2016. aastal

2016. aasta investeeringud ja lisandunud võimsused taastuvenergeetikas on peaaegu sama suured kui aastatel 2013–2015 kokku. Investeeringuid on kannustanud perspektiiv, mille kohaselt kaotab riik tänasel kujul elektrituruseaduses sisalduva toetusskeemi. Seetõttu viiakse lõpule varem algatatud projektid ja ka tänavuse aasta osas võib ennustada tootmisvõimsuste kasvu. Jätkuvalt on aga selgusetu riigi poliitika taastuvenergia investeerimise suhtes pärast 2020. aastat. Selline ebamäärasus avaldab kindlasti mõju ka investeeringutele taastuvenergia sektoris lähiaastatel.

Taastuvenergia osakaal Eestis suurenes 2015. aastal energia lõpptarbimises

Eurostati andmetel 2,3% võrreldes 2014. aastaga: 26,3%-lt 28,6%-ni. Soojussektoris kasvas taastuenergia osakaal samal perioodil 45,1%-lt 49,6%-ni. Elektrisektoris on taastuenergia osakaal 2015. aasta seisuga 15,1% ning transpordisektoris 0,4%.

Eestis toodeti Eleringi andmetel 2016. aastal taastuvatest allikatest elektrienergiat võrku 1414 GWh, mis on 6% vähem kui sellele eelneval aastal ning moodustas 15,1% elektrienergia kogutarbimisest. Enamik taastuvatel allikatel põhinevast elektrienergiast ehk 785 GWh toodeti biomassist, biogaasist ja jäätmetest, mis kokku moodustas 55,6% toodetud taastuvelektrist. Tuuleenergia osakaal moodustas 2016. aastal 41,7% taastuenergia toodangust ja kokku toodeti aastas 589 GWh elektrienergiat. Erinevalt 2015. aastast ei täitunud elektrituruseaduses ette nähtud toetatavale tuuleenergiale seatud toetuspiir – 600 GWh aastas.

Uusi taastuenergia elektrilisi tootmisvõimsusi lisandus võrku 42,19 MW. Soojuse ja elektri koostootmises valmis 2016. aasta teises pooles hakkpuidul töötav Imavere koostootmisjaam, mille soojuslik võimsus on 28 MW ning elektriline võimsus 10 MW. Samuti alustas tööd energiakontserni Utilitas Vao II hakkpuidu koostootmisjaam soojusliku võimsusega 76,5 MW ja elektrilise võimsusega 21,4 MW.

Tuuleenergia võimsusi lisandus 2016. aastal 7,05 MW ühe tuulepargi kujul ning kokku on seega Eestis paigaldatud 309,96 MW tuuleenergia võimsusi. Päikeseelektrijaamasid lisandus 3,74 MW ning hinnanguliselt on päikesepaneelide installeeritud koguvõimsus jõudnud 10 MW piirini. Päikeseelektri tootjaid lisandus 2016. aastal ligi 250, kellest 243 on liitunud võrguga, ning lisanduvad autonoomsed tootjad, kes võrguga ei ole liitunud.

Taastuenergia tervikpilt Eestis ja võrdluses ELi riikidega

2016. aasta lõpuks oli Eestis installeeritud 456,6 MW töötavaid taastuenergiat põhinevaid elektritootmise võimsusi. Installeeritud elektritootmisvõimsustest on jätkuvalt kõige enam tuule ning biomassi tootmisvõimsusi. 2016. aastal lisandus enim taastuenergia tootmisvõimsusi biomassist toodetavast elektrist – võrreldes 2015. aastaga 31,4 MW võrra.

Tuuleenergia võimsused moodustavad 2016. aasta seisuga taastuenergia installeeritud võimsustest 65% ehk 309,96 MW, biomassi tootmisvõimsused 25% ehk 118,85 MW. Ülejäänud tootmisvõimsused kokku moodustavad ligi 8% installeeritud võimsusest. Samuti on oluline ära märkida päikesenergia koguvõimsuste kiire kasv, mis ületas 2016. aastal biogaasi installeeritud võimsuse ning paikneb nüüd taastuenergia tootmisvõimsuste seas kolmandal kohal pärast tuult ja biomassi.

Eestis on taastuenergia tootmisvõimsustesse investeeritud 837,3 miljonit eurot. Võrreldes 2015. aastal lisandunud investeeringutega (3 miljonit eurot), suurenesid 2016. aastal investeeringud oluliselt – investeeringuid taastuenergia tootmisvõimsustesse lisandus 69,3 miljoni euro väärtuses.

Kui võrrelda Eestit naabritega, siis taastuenergia osakaal elektri kogutarbimises on Eestis 15,1%, meie naabritel Soomes 32,5% ja Lätis 52,24%. Euroopa Liidu keskmine näitaja 2015. aastal oli 28,8%. Meie suhtelist mahajäämust kinnitab ka hiljutine OECD raport „Keskkonnatoime ülevaated: Eesti“, kus leiti, et Eesti taastuenergiaallikates toodetava elektri näitajad on ühed OECD madalamad.

Transpordisektoris oli Eesti taastuenergia kasutamise näitaja kõigest 0,2%, mis jääb kaugele maha Euroopa 2020. aastaks seatud 10% eesmärgist. Alternatiivkü-

tuste infrastruktuur on hiljutise Euroopa Komisjoni liikmesriigi põhise hinnangu kohaselt Eestis puudulikult arendatud ning kavandatavad meetmed ebamääraseks.

Allolev graafik demonstreerib seda, et valdav osa taastuenergiast toodetakse Eestis soojusmajanduses. Kütte- ja jahutuse sektoris on taastuenergia osakaal kasvanud riiklike meetmete ja erainvesteeringute toel. Elektrituruseaduses sätestatud toetusmehhanismide abil, mille kohaselt makstakse võrku antud nõuetekohase tootmiseseadmega toodetud elektrienergiale toetust 53,7 €/MWh, on rajatud 10 aastaga 118,85 MW koostootmisvõimsusi. Oluline on olnud ka hakkpuidu soodne ja stabiilne hind erinevalt fossiilsetest allikatest.

Kaugküttesektoris on üha enam katlamaju ja koostootmisjaamu üle minemas taastuvatele kütustele. Statistikaameti andmetel oli taastuenergia osakaal kaugküttes 2015. aastal 46%. See protsent on aastate jooksul tunduvalt kasvanud, 2008. aastal oli ta kõigest 22%.

Taastuenergia osakaal lokaalküttes on hinnanguliselt üle 60%. Lokaal- ja kohtküttes on enimkasutatavaks kütuseks puit, mis omakorda jaguneb järgmiselt: 96% moodustavad küttepuud ja 4% puidubrikett, -graanulid ning puiduhake ja -jäätmel. Soojuspumpade toodang on aasta-aastalt kasvanud ja ületas kolmandiku lokaalkütte kogumahust. Maagaasist toodetav soojus moodustab vaid 17% lokaal- ja kohtküttes toodetud soojusest. Kerge ja raske kütteõli, kivisöe ning muude kütuste osakaal marginaliseerub lähiaastatel veelgi seoses riigipoolse aktsiisitoetuse kavaga.

Eesti võimalus

Eestile võiks taastuenergiale panustamine senisest suuremas mahus olla suureks võimaluseks. Aastaks 2030 oleks taastuenergiale üleminek tehniliselt teostatav, majanduslikult otstarbekas ja lubaks Eestil kasutada ära oma geograafilist eripära



ja ressursipotentsiaali ning selle kasutamise kuluefektiivsust.

Üleminek taastuvate allikate kasutamisele on muutunud poole võrra soodsamaks, investeeringute kogukulu ulatub 3 miljardi euron. Paranenud tehnoloogia tõttu peab vähem rajama ka energiatootmisvõimsusi. Aastatel 2017–2030 kasvatakse plaani elluviimine riigi SKTd keskmiselt 2,2% aastas. Kodumajapidamiste ostujõud kasvab 100% taastuvenergia mõjul 368 miljoni euro võrra aastas ja valitsussektori netotulud kasvavad 139 miljoni euro võrra aastas. Ligi 600 miljoni euro eest aastas impordiksime vähem fossiilkütuseid.

Üleminekut oleks võimalik rahastada kohalikku tarbijat koormamata erakapitalist ja riigi CO₂ oksjoni tuludest ning ELi taastuvenergia koostöömehhanismidest. Ent nende meetmete rakendamine vajab riigipoolset tahet ja eestvedamist. Riigi ning ettevõtjate partnerlus on vajalik ka selleks, et koos kohaliku taastuvenergia tootmisega anda tuge ka vast tärnand kodumaisele taastuvenergia tehnoloogiaarendusele.

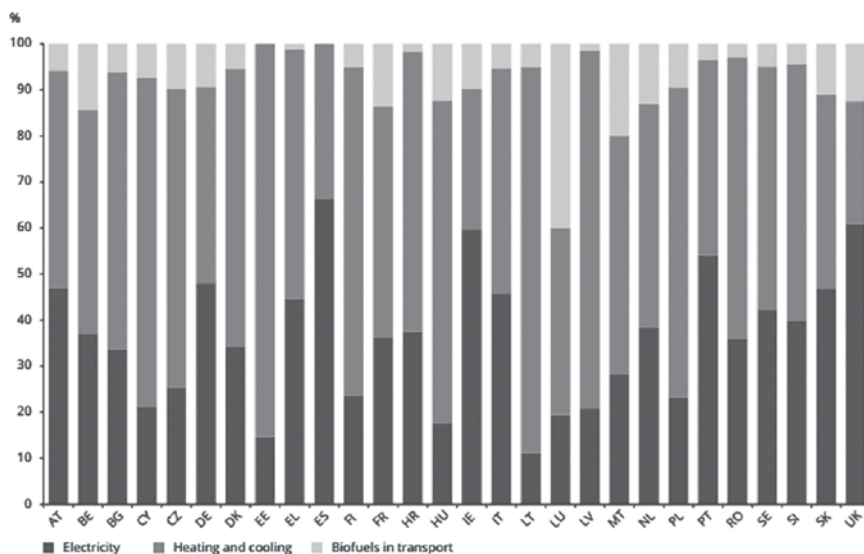
Kiiremat üleminekut taastuvenergiale soovivad Eestile ka rahvusvahelised organisatsioonid. Tänavu ilmunud OECD raportis „Keskkonnatoime ülevaated: Eesti“ tõdeti, et vaja on vähendada põlevkivi osakaalu energialiikide seas ning soodustada taastuvate energiaallikate kasutamist ja energiatõhusust.

Erasektor on valmis ambitsioonika väljakutse vastu võtma. Selle toetuseks ja suutlikkuse ilmetamiseks on fakt, et kümne aastaga on taastuvenergiast elektritootmisle investeeritud 837 miljonit eurot. Taastuvenergia sektor annab Eestis tööd juba rohkem kui 3000 inimesele ning ainuüksi töötajumakse laekub riigieelarvesse enam kui paarikümne miljoni euro jagu aastas. Tarbijad säästavad tänu tehtud investeeringutele igal aastal

JOONIS 1.

Taastuvenergia osakaal lõpptarbimisest elektri-, soojuste ja jahutuse ning transpordisektoris 2014. aastal (%)

Figure 2.2 Breakdown of 2014 RES consumption into renewable electricity, renewable heating and cooling and biofuels in transport (%)



Notes: This figure shows how the realised final renewable energy consumption in 2014 is distributed over renewable electricity, renewable heating and cooling and biofuels in transport. Wind power and hydropower are normalised (%). The consumption of RES accounts for only biofuels complying with the RED sustainability criteria. The country codes are defined in Table A3.1.

Source: Compiled from data from Eurostat, 2016b.

Allmärkus: Graafik näitab, kuidas jaguneb 2014. aastal taastuvenergia lõpptarbimine taastuvate energiaallikate vahel elektri, soojuste ja jahutamise ning transpordi sektorites. Tuuleenergia ja hüdroenergia on normaliseerunud (%). Transpordikütuste tarbimisel on arvestatud ainult jätkusuutlikkuse kriteeriumidele vastavate biokütustega.

Allikas: „Trends and projections in Europe 2017“, EEA Report No 17/2017
Allikas: Koostatud Eurostati andmetel 2016b

40 miljonit eurot küttearvetelt, sest uued moodsad koostootmisjaamad kasutavad kallima kütteõli ja maagaasi asemel kohalikku väheväärtuslikku hakkpuitu, samuti on vähenenud maagaasi tarbimine 300 miljonit m³ (40%). Taastuvenergiale ülemineku plaan on konkreetne võimalus panna alus Eesti majanduse uuele kasvumootorile ning tutvustada Eestit taastuvenergia kompetentsikeskusena. Vajalik on vaid riigipoolne valmisolek.

Tööd alustas energiakontserni Utilitas Vao II hakkpuidu koostootmisjaam soojusliku võimsusega 76,5 MW ja elektrilise võimsusega 21,4 MW.

In the autumn 2016 started to work Vao II CHP (thermal capacity 76,5 MW, electrical capacity 21,4 MW) running on wood chips and belonging to Utilitas Group.

FOTO KARLI SAUL



Põlevkivi kui unikaalne tooraine orgaaniliste hapete tootmiseks

Oil shale as a unique raw material for the production of aliphatic dibasic acids



REIN VESKI

Põlevkivi kasutamise riikliku arengukava 2016–2030“ (Põlevkivi..., 2015) lugejal tuleb tõdeda, et suure riigiosalusega tööstusharu arengut ei saa raskesti prognoositavate tegurite tõttu ennustada. Nii ei saa teada, kas aastatel 2025–2030 tarbib tööstus 28 või hoopiski 9,1 miljonit tonni põlevkivi. On kirjutatud, et arengukava peab „olema piisavalt paindlik, et võimaldada selle seisukohtade perioodilist ülevaatamist ja tegelike oludega vastavusse viimist, et realiseerida põlevkivi kui rahvusliku rikkuse kasutamisega seotud riigi huvi mõistlikul viisil“.

Siinne artikkel arutlebki ühe „mõistliku viisi“ – põlevkivist alifaatsete dikarboksüülhapete ja taimakasvustimulaatori tehnoloogia arendamise hetkeseisu. Tehnoloogia arendasid Eesti teadlased välja eelmise sajandi teisel poolel, pidades silmas Nõukogude Liidu majandushuvisid ja -tingimusi. Vähem kui aastaga ennast ära tasuv tööstuslik eksperimentaaltehas Kohtla-Järvele jäi ehitamata, sest poliitiline olukord muutus.

Tehnoloogia võimaldab toota keemiatööstusele enam huvipakkuvaid dikarboksüülhappeid – merevaik-, glutaar-, adipiin-, pimeliin-, kork-, aselaiin- ja sebatsiinhapet – odavast toormaterjalist üheastmelisel oksüdatsioonil, samal ajal

kui neid kõiki saadakse siiani mitmeastmelisel oksüdatsioonil nappivast või kallist toorainest.

Nafta *contra* põlevkivi

Põlevkivikeemiatööstuse areng on sõltunud naftakeemiatööstuse arengust. Kui naftat ja maagaasi veel ei ammutatud, oli majanduslikult tasuv toota õli ja gaasi sapropeelkütustest (sapropeeliitidest) – põlevkividest ja sapropeelsütest. Kamberahjude sulgemine Kohtla-Järvel oli ilmekas näide odava maagaasi mõjust põlevkivitööstuse ühe suuna taandarengule.

NSV Liidus tähendas riiklik arengukava viisaastakuplaani, mida tuli täita ja ületada. Kui mujal maailmas oli põlevkivi kaotamas positsiooni, siis plaanimajanduslikus Eesti NSVs mitte ja nii on Eesti nüüdisajalgi kõige arenenuma põlevkivitööstusega riik maailmas. Tänu naftakriisidest tingitud hinnatõusudele pole huvi põlevkivi vastu ka mujal maailmas kadnud. Ühtlasi on kriisid, millega on kaasnenud nafta hinnalangus, seadnud põlevkivikeemiatööstuse konkurentsivõime korduvalt kahtluse alla. Riigi osalusega põlevkivitööstuse arengut saab siiski maksude abil kas pidurdada või ergutada.

Naftakriisid on sundinud õlitööstust ja energiatootmist omavahel enam kokku sobitama, on leitud uusi turge põlevkivi termilise töötuse saadustele, sh meie põlevkiviõlitööstusele kõige iseloomulikumatele toodetele – fenoolidele. Neist metüülresortsiin on leidnud kasutamist isegi kosmeetikatööstuses. Fenoolid ongi üks kukersiitpõlevkivi termilise töötuse iseloomulikumaid saadusi, lisaks õlile iseloomulikud alkaanid ja alkeenid, mis on võimaldanud teadlastel teha järelmisi kivi

orgaanilise aine unikaalse ehituse kohta – kaudselt ka selle tooraineliste omaduste kohta.

Termiline destruktsioon *contra* oksüdeeriv destruktsioon

Esiatsed seisukohad kukersiitpõlevkivi kõrgpolümeerse orgaanilise aine ehituse kohta kujunesid elementanalüüsi alusel. Siis selgus erinevus humiitide hulka kuuluvatest kivisütest suurema vesiniku- ja hapnikusisalduse poolest. Pärast alkaanide, alkeenide ja pikkade külghelatega alküülresortsiinide määramist utteõlis oli teadlastel, sh Klesmendil (1923–1988) ja Ülo Lillel (sünd 1931), võimalik teha juba põhjapanevamaid järeldusi orgaanilise aine ehituse kohta ja Lillel koostada n-alküül-1,3-benseendioolil põhinev struktuurivalem.

Agu Aarna (1915–1989) ja Endel Lippmaa (1930–2015) – keemilise analüüsi, ja Lippmaa – tuumamagnetresonantsspektroskoopia andmed kinnitasid aromaatsete struktuurielementide olulisust põlevkivi orgaanilises aines. Seega oli fenoolide jt hapnikku sisaldavate aromaatsete struktuurielementide esinemine põlevkiviõlis ootuspärane. Kuid need võisid kas või osaliselt tekkida ka alifaatsetest struktuurielementidest utmisel 500–550 °C juures.

On veel teine viis kõrgpolümeerse orgaanilise aine struktuuri uurimiseks – madaltemperatuurne oksüdeeriv destruktsioon kaaliumpermanganaadi, lämmastikhappe või mõne teise oksüdeerijaga. Paul Kogerman (1891–1951) sai meetodi rakendamiseks ärgitust kivisüte uurijalt W. A. Bone'ilt, kelle laboris Londoni Kuninglikus Teaduse ja Tehnika Kolledžis ta oli ennast üliõpilase-uurijana täiendanud (Veski, 2004). Humiitide alla liigituvate

kivisüte oksüdeerimisel kaaliumperman-ganaadi leeliselises vesilahuses tekivad hu-miite iseloomustavad benseenkarboksüül-happed alates bensoehappest kuni kuue karboksüülrühmaga melliithappeni välja. Mida enam kivisüsi on maapõues meta-morfiseerunud, seda enam tekib mitme karboksüülrühmaga happeid.

Lisaks tekkis ka orgaanilise aine läh-testruktuuri määramise seisukohalt in-fovaest oblik- ja sipelghapet ning oksü-datsioonilõppsaadused süsinikdioksiid ja vesi. Oblikhapet (HOOC-COOH , C_2) ja lühikese süsiniku ahelaga alifaatseid happeid tekkis Bone'i oksüdatsioonitin-gimustel ohtralt ka meie põlevkivist, ben-seenkarboonhappeid üldse mitte.

Pärast Kogermani surma jätkas struktuuriuuringuid ENSV TA Kee-mia Instituudis Aleksandra Fomina (1908–1986) oma lähimate kaastöötajate Linda Pobuli (sünd 1920) ja Zinaida Degterjovaga (1913–1991). Pobul muutis oksüdatsioonitingimusi ja täiustas analüüsimeetodikat, mis võimaldas määrata oksüdatsioonisaaduste hulgas alifaatseid dikarboksüülhapped merevaikhappest ($\text{HOOC-(CH}_2)_2\text{-COOH}$, C_4) sebatsiinhappeni ($\text{HOOC-(CH}_2)_8\text{-COOH}$, C_{10}), benseenkarboksüülhappeid ei leitud. 33astmelise oksüdatsiooni abil saadi kukersiidi orgaanilise aine kohta hiljem isegi üle 40% alifaatseid happeid.

Kukersiiti kuumutades peaks jõudma temperatuurini, kus oksüdatsioonil lagunevad aromaatsed struktuurielemendid muutuvad stabiilseks ja tekivad benseenkarboksüülhapped. Selliseid katseid pole eesmärgipäraselt korraldatud. Kaudne vastus on siiski olemas. Kukersiidi kuumutamisel (autoklaavis rõhu all, 250 ja 300 °C) järele jääva tahke jäägi oksüdeerimisel tekkisid lisaks alifaatsetele hapetele peamiselt kolme kuni viie happerühmaga benseenkarboksüülhapped, poolkoksi oksüdeerimisel lisaks melliithape (Veski jt 1986).

Benseenkarboksüülhapete peaaegu täielik puudumine oksüdatsioonisaadustes viitas võimalusele toota põlevkivi orgaanilisest ainest alifaatseid dikarboksüülhappeid asendamaks enam keemiatööstuses kasutatavaid adipiin- ja sebatsiinhapet.

Olukord pool sajandit tagasi

Pärast teist maailmasõda hakkasid poelettide alla ilmuma adipiinhappest valmistatavad naiste nailonsukad ja mustale turule nailonkiust valmistatud imeõhukene langevarjusiid. DuPonti firma oli vastava tehnoloogia välja töötanud juba 1940. aastatel.

Adipiinhappest valmistatavat kap-

rooni (nailon-6, $[-\text{CO}(\text{CH}_2)_5\text{NH}-]_n$) toodeti maailmas pärast sõda aastaks kuni 30 000–35 000 t ja nailon-6,6 viis korda enam. Dzeržinski tehases postkast nr 16 toodeti 1958 vaid kaprolaktaami 14 000 t/a, kavaga suurendada toodang 22 000 tonnini. Sobiva tooraine – fenooli tonn maksis üle 4500 rubla ja seda nappis. Kaprolaktaami tootmise kõrval tekkis adipiinhapet, 1000 t/a. Olukorra parandamiseks võtsid NSVL MN ja NLKP 1958 vastu määruse polümeersete materjalide, k.a sünteeskiudainete tootmise suurendamiseks aastatel 1959–1965. Erilise tähelepanu all olid polüamiidid.

Määrus päris tühjale kohale ei tulnud. Juba alates 1950. aastast uuriti Riiklikus Lämmastikutööstuse Instituudis (GIAP) kaprolaktaami tootmist benseenist (üle tsükloheksaani ja nitrotsükloheksaani).

1951. aastal rajatud Lissitšanski keemiakombinaati kavandati tsehhi võimsusega 10 700 t kaprolaktaami ja 16 000 t adipiinhapet aastas. Üle tsükloheksaani toodetava adipiinhappe hinnaks arvutati 3750 rubl/t.

NSV Liidus otsustati kaprolaktaami eelistootmise kasuks, kuid tunti muret tsükloheksaani ja benseeni kui tooraine peatse ammendumise pärast ja otsiti neist erinevaid lähtematerjale. Üheks selliseks lähtematerjaliks oli kukersiit, millest adipiinhappe tootmise kavandajad midagi ei

teadnud, ka polnud siis veel keemiainstituudis infot üleliidulistest ettevõtmistest. Välismaa ajakirjadest saadi teada suurest nõudlusest adipiinhappe järele ja hakati tegutsema.

Pilootkatsed Kiviöli keemiakombinaadis

Dikarboksüülhapete tehnoloogia juurutamiseks rajati Kiviöli keemiakombinaati perioodilise töötükliga pilootseade. Seni üsna naistekeskne uurimisgrupp vajab Kiviölis hädasti meestööjõudu ja nii võeti nooremteadurina tööle Männiku ehitusmaterjalitehase lubjatshehi meistrina töötnud, siinse loo autor Rein Veski, lisaks mehaanikuid ja laborante. Juhataja Aleksandra Fomina tegeles juurutamise organisatoorse poolega, aga kui ta doktorikraadi kaitsmine ja Tbilisis toimunud teadusnõukogu sektsiooni töö „Uued meetodid kivisüte kompleksseks töötlemiseks“ aprillis 1962 kattusid, tuli Veskil lennata kohale ja veenda vene kivisöeteadlaste eliiti kirjutama oma otsusesse rahaeraldust suure dikarboksüülhapete katseseadme projekteerimiseks. Põhjenduseks olid edukad katsed Kiviöli perioodilise töötükliga pilootseadmel ja seal valmistatud puhaste dihapete segude eelkatsetused NSV Liidu erialainstituutides ja sealt saadud positiivne vastukaja.



Ajalooline hetk enne Kiviöli keemiakombinaadi autogaraži rajatud kaitseekraani taga oleva põlevkivi-oksüdatsioonireaktori esimest käivitamist. Vasakult nooremteadur Rein Veski, mehaanik Ragnar Palmre ja nooremteadur Aleksandr Iljin, ees laborant Esta Nuutre vanemteadurite Linda Pobuli ja Zinaida Degterjovaga.

The historic moment at automobile garage of Kiviöli Oil-Shale Chemical Integrated Plant – the first launch of the oil shale oxidation reactor, placing behind the protective shield. On the left junior researcher Rein Veski, mechanic Ragnar Palmre and junior researcher Aleksandr Iljin, in front of the assistant chemists Esta Nuutre, senior researchers Linda Pobul and Zinaida Degterjova



Dikarboksüülhapete pilootseade Kiviõlis. Sektori juhataja Aleksandra Fomina oksüdatsioonikatset jälgimas, Rein Veski näite kirjutamas ja Aleksandr Iljin ventiili abil käsitsi rõhku reaktoris vajalikul tasemel hoidmas. Vasakul on kaitsekilbi varjus 74-liitrine oksüdatsioonireaktor ja esiplaanil lämmastikhappe „ladu“, paremal diklooretaaniga ekstraheeritavate toordikarboksüülhapete vaakumdestillatsiooniseade.

Dicarboxylic acid pilot device at Kiviõli, Estonia. The head of the sector, Aleksandra Fomina, Institute of Chemistry, Estonian Academy of Sciences observed the oxidation experiment, Rein Veski writing the data, Aleksandr Iljin manually holding the pressure in reactor at the required level. On the left 74-litre oxidation reactor and "storage" of nitric acid, to the right, a vacuum distillation device for raw dicarboxylic acids extracted with dichloroethane.

Ettekande kaasautorid olid instituudist Aleksandra Fomina, Silvia Kivirähk, Zinaida Degterjova, Aleksandr Iljin ja kombinaadist Ilmar Tānav ja Arne Hannus, kõik need, kes olid kaasa löönud Kiviõli pilootkatsetel.

Raha saadi ja hiljem polnud selle saamisega raskusi, kuna hapetest huvitatud organisatsioonide jagus.

Dikarboksüülhapete katsetsehh TA Tehnilises Katsebaasis

Katsetsehhi projekteeris Anton Ontoni töögrupp Eesti Tööstusprojekti keemia-instituudist antud lähteandmete alusel. Rööpselt seadmete montaažiga komplekteeriti vahetusmeistreid, insenere ja aparaaditöölisi ning hakati neid välja õpetama. Keemiainstituudi rikastamisprotsesside sektori töötajad Viktor Aheilik jt lasid dihapete tsehhi varustamiseks käiku põlevkivi orgaanilise aine kontsentraadi (kerogeen-90) flotatsioonirikastusseadme. Joululaupäevaks 1964 lahendati esimene muret tekitanud sõlm: happel-kindlaks ümberehitatud plunžerpumbad kohandati sobivateks kontsentraadi lämmastikhappelise suspensiooni pidevaks rõhu all reaktoritesse doseerimiseks.

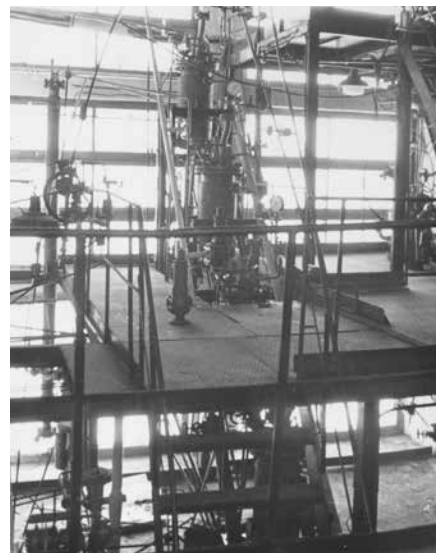
Pärast aastavahetust alustati oksüdatsioonikatsetega. Keemiainstituut määras Rein Veski katseseadme teaduslikuks

juhendajaks. Pobuli ja Degterjova vastutada jäid toorhapete puhastamine (vaakuumdestillatsioon, kristallimine), hiljem liitunud Avo Männiku (1934–1983) juhendada jäid katsetööd hapete puhastamiseks üle dikarboksüülhapete dimetüülestrite.

Lämmastikhape reageerib põlevkivi orgaanilise ainega pärast algtemperatuuri saavutamist eksotermiliselt ja võib kontrolli alt väljuda, mis ka esimese katse tegemisel Kiviõli perioodilise töötükliga pilootseadme reaktoris juhtus. Pideva töötükliga reaktorite käivitamine kulges algusest peale suuremate tõrgeteta ja etteantud režiimi hoidmine osutus lihtsaks, mis oli oluline tehnoloogia edasist arengut silmas pidades.

Murekohaks oli rõhu all töötavate roostevabast terasest 1X18H9T valmistatud reaktorite vastupidavus lämmastikhappele ja -oksiididele 140 °C juures. Keevisõmbulisi tuligi aeg-ajalt üle keevitada, sobivamaks osutus argoonkeevitus. TPIst kaasatud Vambola Kallasti ja katsebaasi inseneri Artur Laamani katsed eri materjalist katsekehade näitasid reaktori metalli valiku õigsust. Kui osa reaktoreid kaskaadis õnnestus asendada titaanvooderdusega reaktoritega, osutusid nende keevisõmblused äärmiselt vastupidavateks.

Reaktsioonisegu aurutati kokku raamsegajaga vaakuumaurutis-ekstraktoris, regenereeritud lämmastikhape suunati



Pideva töötükliga läbi kahe korruse rajatud oksüdatsioonireaktorite kaskaad põlevkivi orgaanilise aine dikarboksüülhapeteks lõhestamiseks.

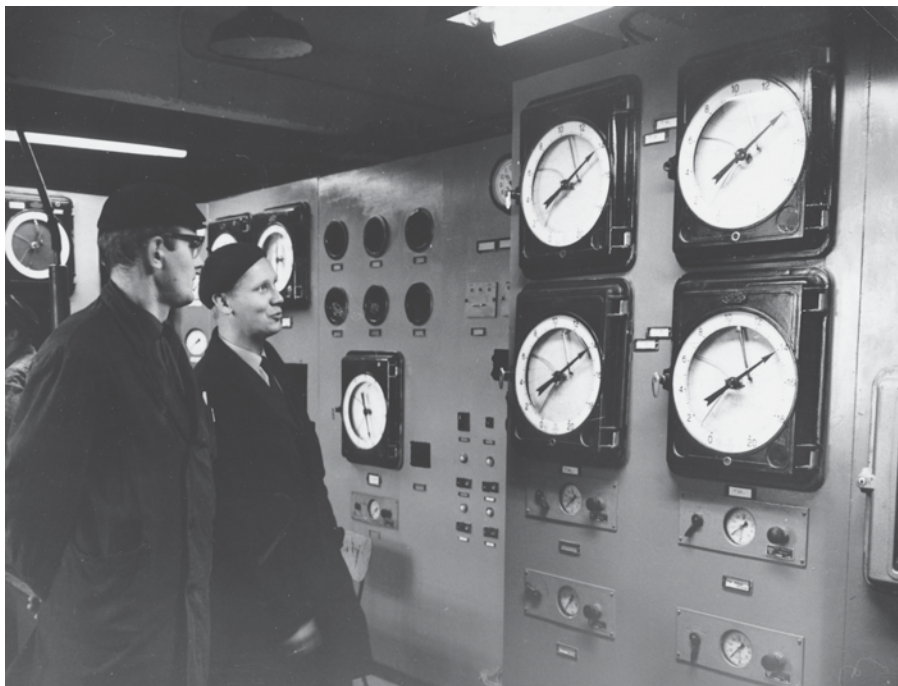
A cascade of reactors for continuous flow process oxidation of organic matter of oil shale into dicarboxylic acids.

tagasi oksüdatsioonisõlme. Pilootseadmel ekstraheeriti toordikarboksüülhapet diklooretaaniga, mis üsna pea kanti ohtlike mürkide nimekirja.

Ekstraheerimisest loobumine lihtsustas tehnoloogiat tublisti. Toordikarboksüülhapped suunati aurutatist kõrgvaakuumis töötavasse destillaatorisse. Selle konstrueerimisel oli eeskujuks Pobuli laboris katse-eksituse meetodil valmistatud klaasaparatuur. Nii valmis seade, mille sarnast keemiatööstusaparaatide hulgas polnud olemas. Keegi ei mõelnud siis selle patenteerimisele. Ennemini oldi mures, kas laboriseadme paarkümmend korda suurem seade häireteta tööle hakkab. Hakkas.

Teel suurtootmisesse. Esimene etapp: dikarboksüülhapped

Põhiliselt 1967. aasta esimesel poolel saadud katseandmete alusel koostati keemia-instituudis projekteerimisinstituudi Leningiprogaž etalon-eeskirja kohaselt veniva pealkirjaga venekeelne „Reglement kukersiidi kerogeenist merevaikhappe, dikarboksüülhapete fraktsioonide, IIIY-3 tüüpi vahtpolüesteruretaanide, plastifikaatorite ja taimekasvustimulaatorite tööstusliku katseseadme projekteerimiseks“. Abiks oli Lissitšanski keemikombinaadist, GIAPist ja mitmest teisest üleliidulisest erialainsti-



Dikarboksüülhapete tsehhi juhataja Avo Poom (vasakul) ja teaduslik juhendaja Rein Veski oksüdatsioonireaktorite töönäite kontrollimas.

Avo Poom, head of the dicarboxylic acid pilot-plant (left) and Rein Veski, scientific supervisor in the Control board room of the oxidation unit.



Aparaaditöötaja destillatsiooniseadet teenindamas.

Operator servicing high vacuum dicarboxylic acid distillation unit

tuudist saadud adipiinhappe katseadme dokumentatsioon.

Oluline osa tehnoloogia aparatuurisel vormistamisel oli tsehhiülemal Ilmar Nikopensiusel (kes siis veel end Soome sõjaväes olemise pärast Eduard Talderina varjas). Reglement kinnitati NSVL Nafta-keemiatööstuse Ministeeriumi Põlevkivitöötlemise Peavalitsuses. Juba järgmisel aastal koostas Lengiprogaz Kiviõli Keemiakombinaadi tellimisel „Tehnilis-majandusliku ettekande“. Kombinaadi esindajad olid kohal ka bilansskatsete ajal, kui valmistati hapete partiisid üleliidulistele katsetajatele ja tsehh töötas pikemat aega järjest kolmes vahetuses.

Tehnoloogia kujutab endast 87–90% kukersiidi orgaanilise aine kontsentraadi pidevat oksüdeerimist neljast reaktorist koosnevas kaskaadis 30% lämmastikhappesega õhuhapniku manuluses 140 °C juures 10 atü rõhul (Fomina jt 1968 ja 1984). Reaktsioonisegult eemaldatakse oksüdatsiooni vahesaadus – polüfunktsionaalsed happed (15% kerogeeni kohta), mille neutraliseerimisel saadakse taimekasvustimulaator SRV (Veski, Fomina, 1984).

Lämmastikhappe regenereeriti aurutamise teel, aurutsujäägi – toordikarboksüülhapete saagis põlevkivi orgaanilisele ainele arvestatuna oli 76,5%. Kui pole öeldud teisiti, on saagis ka allpool arvutatud lähte orgaanilisele ainele.

Happed eraldatakse jäägist vaakuum-

destillatsiooniga (3–10 mmHg, 260 °C). Destillatsioonil sublimeerub sublimateeriks nimetatud vastuvõtjasse glutaarhappe lisanditega merevaikhape, millest saadi ümberkristallimisel 2,2% puhast kristallilist merevaikhapet. Pärast temperatuuri tõstmist lülitatakse vaakumventiili abil töösse põhivastuvõtja, kuhu kogutakse hapete segu kuni sebatiinhapeni. Destilleeruvad happed on piisavalt puhtad otse kasutamiseks, kuid ümberkristallimise teel täiendavalt puhastatavad.

NSV Liidu vajadus merevaikhappe järele oli 1970. aastal 3000–5000 t/a, hapet veeti teistest riikidest sisse. Tuula Üleliidulises Teadusliku Uurimise ja Projekteerimise Instituudis prooviti keemiasstituudist saadud merevaikhappes valmistada elektrosünteesiga pikemaajad dihappeid. Destillaadist saadi 6,2% puhas kristalliliste dikarboksüülhapete C₅–C₁₀ segu, milles adipiin-, pimeliin-(C₇) ja korkhape (C₈) moodustasid > 94%.

Selle segu vastu tundis väga suurt huvi Moskva ettevõtte postkast M-5883, keda esindas Keemiatööstuse Ministeeriumi Üleliiduline Plastmasside TUI Moskvast. Kristalliliste hapetega sai asendada puhast sebatiinhapet külmakindlate (–50 °C) plastifikaatorite valmistamisel.

Vene sõjatööstusele pakkusid tollal veelgi suuremat huvi kristallilistest hapetest valmistatavad külmakindlad aviomäärained. Kristallimisel järele jääva

dihapete segu redestilleerimisel saadi 16,7% Vladimiri Sünteesvaikude TUI tootmiskatsete alusel otsustades vahtpolüuretaanide toormeks hästi sobivat hapete C₄–C₁₀ segu, kokku saadi dikarboksüülhappeid 25,1% kukersiidi orgaanilisest ainest.

Lihtsustatud tehnoloogia abil saadi 2,2% kristalset merevaikhapet ja 24,1% redestillaati, kokku 26,3% dihappeid, millele lisandus (mõlemal variandil) 18,4% taimekasvustimulaatorit, seega kokku kas 43,5 või 44,7% kaubasaadusi põlevkivi orgaanilise aine kohta.

1968. aastal valmistati katsebaasis Moskva plastmassiinstituudile katseteks 70 kg suurune kristalsete hapete katsepartii, mis sisaldas 99,9% dikarboksüülhappeid. 1974. aastal ootas Vladimiri instituudi töötajat katsebaasis 200–250 kg suurune katsepartii vahtpolüuretaani (DUDEG 2 jt) valmistamiseks siseruumide tingimustes, et õpetada katsebaasi töötajaid välja.

Kasvustimulaatorit saadeti laiali erialainstituutide jaotuskava alusel, lisaks üksikisikutele ja organisatsioonidele üle kogu Nõukogude Liidu. Kuni 50 kilogrammiseid partiisid viidi ka rongiga kohale. Suurim partii oli 300 kg.

NSV Liidu peasanitaararstilt oli luba tootmiskatseteks ja tagasiside katsetajatelt oli positiivne. Stimuleerivad doosid olid üliväikesed, üledoseerimise oht,



Dikarboksüülhapete dimetüülestrite rektifikatsioonikolonn vastuvõtjatega.
Rectification column for dicarboxylic acid dimethyl esters with receivers.

mida juhtus näiteks merevaikhappe kasutamisel, peaaegu olematu. Enamsaak saadi varasema saagi ja täiendavalt puhkevate pungade arvel.

Teel suurtootmisesse. Teine etapp: dikarboksüülhapete dimetüülestrid

Alates 1966. aasta esimesest poolest said Männiku katsebaasi laboriruumid alaliseks töökohaks Rein Veskile ja äsja Moskvast aspirantuurist saanud värskele teaduste kandidaatidele Avo ja Emilia Männikule, nooremteadur Jevgenia Bondarile, laborantidele Hallopile ja Kazmiertsükile, mehaanik Aare Pärnale, hooajaliselt veel Pobulile, Degterjovale jt keemiainstituudist. Avo Männiku töögrupp kuulus tema abikaasa Emilia, Sibille Müller ja Olga Ikonopistseva. Männiku eestvedamisel lasti 1969. aastal käiku suur läbi korruste ulatuv TA SKBs konstrueeritud rektifikatsioonikolonn, mis võimaldas saada senise 26,3% asemel 32% dihappeid, metüülestritena 38% kukersiidi orgaanilise aine kohta arvutatuna.

Ühtlasi selgus võimalus saada alifaatsete trikarboksüülhapete trimetüülestrite segu. Peagi tuli NSV Liidu eriala institutidelt kinnitus dihapete segu asendatavuse kohta individuaalsete di- ja trimetüülestrite ning nende segudega. Estreid sai hõlpsasti kõrgemate alkoholidega ümber esterdata plastifikaatoriteks ja määrdaineteks.

NSV Liidu Keemiatööstusministeeriu-

mist utsitati takka, sest isegi 2% saagisega sebatsiinhappe dimetüülestri valmistamine omahinnaga 6000 rbl/t oleks olnud nende arvates suur võit, mis teisalt peegeldas äärmiselt pingelist olukorda eriti külmakindlate plastifikaatorite ja aviomäärete osas. Hapete tsehhis oldi siis juba võimalised tootma üle 6% happeid sebatsiinhapet asendama. Sebatsiinhappest valmistatud plastifikaatorite asendamine kristalsete hapete või nende metüülestritega andis tollaste arvutuste kohaselt majanduslikuks efektiks 500–1500 rbl tonni kohta.

Kui kellelgi peaks tekkima huvi dihapete/diestrite tehnoloogia tasuvuse vastu turumajanduse tingimustes, tuleks tööjõu, energia, rajatiste, seadmete, põlevkivi, lämmastikhappe, metanooli ja muude kulutuste rublad asendada dollaritega. Siin toodud majandusnäitajad iseloomustavad olukorda maailmaturul ja kunagises NSV Liidus, millel puudub igasugune side tollase ja nüüdisaegse dollari ja rubla kursiga.

Turumajanduseta valuutahädas NSV Liit oli enne majanduse kokkuvarisemist otsustanud rajada Kohtla-Järvele dihapete ja taimekasvustimulaatori tootmiseks eksperimentaaltehase võimsusega 100 000 t põlevkivi orgaanilist ainet aastas: kaubasaadusteks dihappeid ja nende segusid 25 100, taimekasvustimulaatorit 18 400, kokku 43 500 t. Aastane majanduslik efekt ainuüksi hapete kasutamisest oli 28 miljonit rbl/a, tasuvusaeg tunduvalt vähem kui aasta. Erikapitaalmahutused olid väiksemad adipiin- ja sebatsiinhappe

tootmiseladmete omadest (Veski jt 1971).

Puhaste individuaalsete diestrite ja nende segude tootmisvariandi reglement oli tollal veel koostamisel, dihapete toodang kasvanuks 32 400 t/a ja majanduslik efekt oleks ligilähedaselt kahekordistunud. Seda eeldusel, et Eestisse oleks rajatud nii hapete/estrite kui ka lämmastikhappe tehas võimaldamaks lämmastikhappe torutransporti. 1970. aastate algul oli peenpõlevkivi hulgihind 4 ja hiival 3,17 rbl/t, Slantsõ kombinat müüs kerokeen-70 hinnaga 60 rbl/t (omahind 47 rbl/t), 30 000-tonnise aastavõimsusega flotovabriku kontsentraadi omahinnaks kalkuleeriti siis 33,6, veelgi suurema võimsuse korral 25 ja kerokeen-90 omahinnaks 32,4 rbl/t.

Patendid ja väitekirjad

Dikarboksüülhapete tehnoloogiat kaitsti NSV Liidu autoritunnistustega, mis olid eelduseks välisriikides patenteerimisel, autoriteks keemiainstituudi, katsebaasi ja Kiviõli keemiakombinaadi töötajad (vt nt Fomina jt, 1977).

Dikarboksüülhapete ja kasvustimulaatori teemal kaitstesid keemiainstituudis väitekirju Linda Pobul „Eesti kukersiit-põlevkivi kerogeeni oksüdeerimine leeliselise permanganaadiga“ (1958, juhendaja A. Fomina), Zinaida Degterjova „Kukersiidi kerogeeni lämmastikhappeline oksüdeeriv destruktioon“ (1962, juh Fomina), Aleksandra Fomina „Kukersiidi keemiline loomus ja teke“ (doktoriväitekirj, 1962), Rein Veski „Alifaatsete dikarboksüülhapete ja taimekasvustimulaatorite keemilise tehnoloogia väljatöötamine kukersiidi kerogeenist“ (1969, juh Fomina), Sibille Müller „Küllastatud alifaatsete dikarboksüülhapete dimetüülestrite ümberestardamis- ja hüdroolüüsireaktsioonide uurimine“ (1970, juh Fomina ja Avo Männik), Vera Punga „Põlevkivitaimekasvustimulaatori keemiline loomus ja toime“ (1973, juh Fomina ja Zinaida Degterjova), Silvia Kivirähk „Uurimus küllastatud α, ω -dikarboonhapete segudest polüestrite ja polüesteruretaanide sünteesis“ (1975, juh G. Kolesnikov ja Fomina), Aleksander Kitsnik „Kukersiit-põlevkivi süvarikastamisprotsessi uurimine ja rikastamistehnoloogia väljatöötamine“ (1978, juh Rudolf Koch), Jevgenia Bondar „Sapropeliitpõlevkivide orgaanilise aine struktuuri uurimine lämmastikhappelise oksüdeeriva lõhestamise meetodiga“ (1982, juh Fomina ja Rein Veski).

Väljaspool keemiainstituuti valminud töödest oli olulisim Jüri Kannu TPIs val-

minud doktoridissertatsioon „Küllastunud alifaatsete dikarboksüülhapete segu lahutamisevõimaluste uurimine“ (1967, juh Agu Aarna). Happesegused katsetati keemiainstituudis ka polüamiidide ja villa modifikaatorite sünteesimisel (Aili Kogerman).

Olukord adipiin- ja sebatsiinhappe tootmisel

Olulisemate dihapete tootmisest annavad teavet internetis pakutavad ülevaated. Üksikisikust huvilisele läheks see maksmata u 5000, korporatsioonile u 10 000 USA dollarit, maksta tuleks eraldi iga huvipakkuva ülevaate eest.

Üht-teist saab teada ka maksmata. Nii on merevaikhappe toodang alates 16 000 kuni 30 000 t/a ja kasvab 10% aastas. Hapet saadakse lisandina adipiinhappe tootmisel, nagu glutaarhapetki.

Ülemaailmne nõudlus adipiinhappele oli 2012. aastal 2,3 mln t ja see kasvab 3–5% aastas. Turu suurus oli 2016. aastal hinnanguliselt 7,1 mlrd USA dollarit ja maht 3,74 mln tonni, kasvades aastatel 2017–2025 vastavalt 6,0 ja 4,1% aastas (Adipic..., 2017). Suure puhtusastmega adipiinhappest läheb 85% nailon-66 tootmiseks, väiksema puhtusastmega hapest läheb 5% polüuretaanide, 4% adipiinhappe estrite ja 6% muude toodete valmistamiseks, k.a toiduainetööstusse, kus leiavad kasutamist veel mõned teised dihapped. Ligi 95% adipiinhappest toodetakse tsükloheksaanist, mis oksüdeeritakse algul õhuga (125–165 °C, 8–15 atm) tsükloheksanoolist ja -anoonist koosnevaks KA öliks. Optimaalsetel tingimustel on konversatsiooniaste 4–11%, selektiivsus 85%, mida realselt on raske saavutada. Järgmises astmes oksüdeeritakse KA öli 93–95% selektiivsusega adipiin- ja vähesel määral merevaik- ja glutaarhappeks, summaarne selektiivsus optimaalsetes tingimustes seega u 80%.

Suurimad tootjad 2016. aastal olid Hiina ja USA, kes koos Euroopa ettevõtetega tootsid umbes 2/3 adipiinhappest, neile järgnes Jaapan ja enam-vähem võrdsete tootmismahutudega Lõuna-Korea, Taiwan, Kanada, Lõuna-Ameerika, teised Ida- ja Lõuna-Aasia riigid ning lootelust välja jäänud riigid (Adipic ..., 2017).

Keskmine adipiinhappe müügihind aastal 2012 oli 1600 USD/t ja see pole pakumiste alusel otsustades oluliselt muutunud. Põhitootjad on Invista, Ascend, Honeywell, BASF, Radici, China Shenma ja PetroChina. Ukrainas toodetakse adipiinhapet Severodonetski ettevõttes Azot

ja Rivne (varem Rovno) linna ettevõttes Rivneazot (viimases 25 000 t/a, kaassaadusena merevaik- ja glutaarhappe segu). Kui Eestis projekteeriti katsetehast, käidi tollases Lissitšanski keemiatehases snitti võtmas. Azot toodab nüüdisajal adipiinhappest 50 000 t kristallilist ja 60 000 t vedelat kaprolaktaami aastas.

Pimeliinhapet (C_7) pakutakse harva tonni ületavas koguses, siis hinnaga 600–5000 USD/t, tavapakumisel jääb kilogrammi hind vahemikku 1–99 USD/kg, sobib näiteks defitsiitse aminohappe lüsiini valmistamiseks. Korkhapet C_8 tekib vähesel määral sebatsiinhappe tootmisel. Aselaiinhapet C_9 suurtes kogustes ei pakuta, toodetakse oleiinhappest.

Sebatsiinhapet toodetakse põhiliselt kastoörõlist, algul seda leeliselises keskkonnas 250 °C juures seebistades. Tekkiv riitsinusöli laguneb riitsinoolhappeks $CH_3(CH_2)_5CH(OH)CH_2CH=CH(CH_2)_7COOH$, mis lõhestub 2-oktanooliks $CH_3(CH_2)_5CH(OH)CH_3$ ja sebatsiinhappeks. 2009. aasta tootmisvõimsus oli 150 000 ja vajadus 140 000 t/a. Kui aastal 2001 maksis sebatsiinhappe tonn 5600 USD, siis 2009. aastal tunduvalt vähem 3600 USD, nüüdisajal on suuremaid partiisid pakutud 2500–3500 USD/t (Sebacic..., 2017). Suurim eksportija on Hiina – u 100 000 t/a.

Kokkuvõtteks

Kõiki siin nimetatud väga laialdase kasutusvaldkonnaga dikarboksüülhappeid saaks toota üheastmelisel oksüdatsioonil põlevkivitööstuses üle jääma kippuvast peenpõlevkivist valmistatavast kukersiidi orgaanilise aine kontsentratsioonist. Dihapped on vaakuumdestilleerimise teel puhastatavad või dimetüülestritena rektifitseeritavad individuaalseteks hapeteks, pärast seebistamist ümberkristallitavad soovitud puhtusastmeni.

Dihapete katsetööstust ehitati Eestis üles kümneid aastaid ja kui seda peaks hakatama uuesti kavandama, on oskus-teave meetodi edasiarendamiseks olemas. Keemiainstituudis patenteeritud tehnoloogiat rakendati katsetehhis näiteks raskesti rikastuvalle Bulgaaria Krasava leiukoha põlevkivile (tellimistö V/O Vneštelnika vahendusel) ja rikastamist mittevajavale, kuid raskesti peenendatavale 86,7% orgaanilise aine sisaldusega Budagovo bogheedile (loomingulise koostöölepingu alusel Irkutski polütehnilise instituudi teadlastega, Veski jt 1975).

Saadud happed, vaatamata benseenkarboksüülhapete lisanditele, sobisid samade toodete valmistamiseks kui ku-

kersiidi dihapped. Katsetehhis oksüdeeriti omaalgatuslikult peenendatud dik-tüoneemakilt, et saada kogemust väga suure mineraalainesisaldusega põlevkivi tehnoloogiakõlblikkuse kohta. Laborikatsete alusel leidub dihapete tootmiseks veel teisigi sobivaid sapropeliite, need eristuvad kukersiidist kas väiksema dihapete saagise, lisandite, aga samuti rikastamis- või peenendamiskulude poolest. Nii saadi kaudselt kinnitust kukersiidi orgaanilise aine unikaalse keemilise ehituse kohta.

Kirjandus

- Adipic Acid – Insights. 2017. <https://www.coherentmarketinsights.com/market-insight/adipic-acid-market-318>.
- Fomina, A. S., Veski, R., Degtereva, Z., Pobul, L., Talder, E., Männik, A., Pärn, A. 1968. Production of saturated dicarboxylic acids and plant growth stimulant by oxidation of kukersite kerogen with nitric acid and atmospheric oxygen. United Nations Symposium on the Development and Utilization of Oil Shale Resources. Preprint. Tallinn. 13 pp.
- Fomina jt, 1984. Фомина, А., Вески, Р., Мянник, А. Химическая переработка керогена сланца-кукерсита надиметилловыми эфирами дикарбоновых кислот и сланцевое ростовое вещество. Под ред. О. Г. Эйзена. Валгус: Таллин. 1984. 233 стр.
- Fomina, A. S., Pobul, L. Y., Degtereva, Z. A., Veski, R. E., Kirret, O. G., Nikopensius, I. A., Myannik, A. O., Pyarn, A. V., Poorn, A. I., Murumets, K. V., Ulanen, Y. S., Tyannav, I. V., Kotov, A. M. 1977. Method for processing caustobiolites of sapropelite type with oxidizer. Australian Patent 476 436. Prior 20.02.73, accepted 03.09.1976, published 22.08.1974. 19 pp.
- Põlevkivi kasutamise riiklik arengukava 2016–2030. Tallinn. 2015. 140 lk. https://www.riigiteataja.ee/akti/3180/3201/6002/RKo_16032016_Lisa.pdf.
- Sebacic Acid. 2017. http://www.castoroil.in/castor/castor_seed/castor_oil/sebacic_acid/sebacic_acid.html.
- Veski ja Fomina, 1984. Вески, Р., Фомина, А. Сланцевое ростовое вещество – СРВ. Валгус: Таллин. 25 стр.
- Veski jt, 1986. Вески, Р., Клесмент, И., Побуль, Л., Сидорова, С., Тааль, Х. 1986. Состав продуктов низкотемпературного ожигания кукерсита по данным окислительной деструкции. – Изв. АН ЭССР. Химия, 35, 4, 255–264.
- Veski, R. Inimesed ja molekulid: järg Paul Kogermani kukersiidi kerogeeni struktuuriuuringutele. 2004. Rmt: Paul Kogerman ja tema aeg. Teaduste Akadeemia Kirjastus: Tallinn, 43–51.
- Veski jt, 1975. Вески, Р. Э., Фомина, А. С., Поом, А. И., Пярн, А. В., Мянник, Э. И., Шишков, В. Ф., Тутурин, В. В., Кутуев, Б. А. Химическая переработка будаговского сапропелита на насыщенные дикарбоновые кислоты. – Химия твердого топлива. 1975, 1, 42–46.

Turba kaevandusalasid saab korrastada ka osaliselt ning jääkvaru konserveerida

Peat extraction areas can also be partially restored, and the residual resources can be conserved



TIIT SAARMETS,
MAAPARANDUSINSENER

Eesti turbakaevandajate viimaste aastate maksimaalne kogutoodang on küündinud 1 miljoni tonnini aastas, mis teeb kuni 4 miljonit kuupmeetrit tingniiskusega freesturvast. Maavara kaevandamislubade ressursi kalkulatsioonis prognoositakse aastaseks 1 ha toodanguks 500 kuupmeetrit. Lähtuvalt nendest arvudest on vajalik tootmispind viimaste aastate maksimaalse toodangu kaevandamiseks 8000 ha. Tegelikult töötavad kaevandajad praegu umbes 21 000 hektaril. Nii suur on turba kaevandamisega rikutud maa pindala.

Erihinnangute põhjal on ammendunud turbaalasid kaevandamislubadega kaetud kaevandusalade hulgas 4000–5000 ha, kui liita siia tootmiseks vajalik pindala ja lahutada kogu rikutud pinnas, saame turbaressursiga pinna, mida ei kasutata või kasutatakse vähe. Seega on kasutusest väljas või vähe kasutatav 8000–9000 ha kaevandamislubadega kaetud turbaaladest, kus ei kaevandata ja ressurss ei ole ka ammendunud.

See osa kaevandusaladest oleks vaja korrastada ja olemasolev jääkressurss konserveerida. Nii korrastamise kui ka jääkressursi konserveerimise eesmärk peaks olema muuta see maapind kasvuhoo-
hoonegaase emiteerivast maast kasvuhoo-
negaase siduvaks looduskeskkonnaks.

Korrastada osaliselt või konserveerida

Eelnevat aluseks võttes vajaks korrastamist või jääkressursi konserveerimist umbes 13 000 ha turba kaevandamisala, kust turba lagunemise tulemusena emiteeritakse aastas õhku umbes 130 000 tonni kasvuhoo-
negaasi, mida saaks lihtsalt vältida, kui see pind korrastada ja muuta kasvuhoo-
negaase siduvaks.

Kaevandusala ei ammendu üheaegselt kogu tootmisala ulatuses (erinev lasundi sügavus, kaevandamise erinev intensiivsus jne) ja see takistab korrastamisega alustamist kogu turba kaevandusalal korraga. Enamasti toimub samal tootmisväljal kohati kaevandamine ja kohati on tootmisväljakud tootmisest välja langenud või mingil põhjusel ei sobi sealne ressurss turustamiseks ja tootmine peatatakse (küttefreesi tootmispind). On vaja leida võimalused ja tahtmine, et kaevandusala osaliselt korrastada või konserveerida. Osalisest kaevandusala korrastamisest saab kasu nii looduskeskkond kui ka kaevandaja. Osalist kaevandusala korrastamist peab aktsepteerima nii keskkonnaamet kui ka maa hilisem kasutaja (maaomanik) ning ka kohalik omavalitsus. Samas võib mingi aja möödudes osutuda vajalikuks avada uuesti see osa kaevandusest, kus jääkressurss on konserveeritud, ja jätkata kaevandamist.

Enamasti on maa kasutajaks pärast ammendunud kaevandusala korrastamist Riigimetsa Majandamise Keskus (RMK), kuna see maa oli enne kaevanduse avamist RMK bilansis ja suure tõenäosusega läheb ka pärast korrastamist tagasi RMK bilanssi. Muidugi meeldiks maaomanikule saada tagasi metsastatud maa, kuid see ei ole enamasti võimalik, sest ammendunud

rabas on puidu kasvatamine tihti kulukas ja väheefektiivne. Alustada tuleb ammendunud rabale sobivamatest kooslustest ja pikkamööda liikuda metsastamise poole, kui maapinnale on tekkinud metsa looduslikuks tekkeks sobivad tingimused ja veerežiim on stabiliseerunud.

Kes annab korrastamise tingimused või siis otsuse (loa) jääkressurss konserveerida osaliselt korrastataval kaevandusalal ja millal?

Korrastamise eesmärk on enamasti määratud maavara kaevandamise loas ja arendaja võiks lähtuda sealsetest nõuetest või teha ise ettepaneku korrastamiseks, kooskõlastades selle keskkonnaametiga.

Korrastamine nõuab projektlahendust, et tagada ühtlane korrastamisnõue kogu kaevandusalale. Kaevandusala osalisele korrastamisele ei ole võimalik ega otstarbekas projekti koostada, kuna kaevandusala osalise korrastamisega muudetakse ainult lokaalset osa kaevandusalast ja selle mõju ei ulatu reeglina väljapoole kaevandusala. Piisab, kui korrastustegevus kooskõlastatakse keskkonnaametis ja see ühtib kaevandamisloas märgituga. Kindlasti tahab ka kohalik omavalitsus (KOV) korrastamise koha pealt sõna sekka ütelda ja seda peaks võimaldama siis, kui korrastatakse kogu kaevandusala.

Kui ressurss on ammendunud või mingil põhjusel ei sobi kasutamiseks, tehakse vastav muudatus maavarade registris, keskkonnaamet teeb ettepaneku korrastamise alustamiseks ning arendaja võib asuda ala korrastama.

Kes võib sellisest osalisest korrastamisest?

Kindlasti võib ühiskond, sest korrastamisega peatatakse põhjendamatu kasvuhoo-
hoonegaaside emissioon ammendunud

kaevandusalt ja visuaalne pilt on pärast osalist korrastamist palju parem kui korrastamata ammendunud kaevandusalt.

Võidab ka loodus, sest selles osas saavad areneda uued biotoobid ning taastub loomastik ja linnustik. Osaline korrastamine takistab võimaliku kahjutule levikut ühelt tootmisväljalt teisele ning samuti piirab tootmisalalt tolmu kandumist kaevandusalt väljapoole, vältides tuulekoridoride tekke võimalusi ja sellest põhjustatud kuiva turba erosiooni.

Võidab ka keskkonnaamet, sest kui arvestada seda korrastatud alana, väheneb rikutud maa pind ja suureneb korrastatud maa pind, mis on oluline kaevandussektori käsitlemise seisukohalt.

Kui maa-amet lõpetaks pärast kaevandusala osalist korrastamist arendajalt maamaksu nõudmise, võidaks ka arendaja ja tal tekiks huvi alustada korrastamisega esimesel võimalusel. Olukord oleks vastupidine tänasele, kus arendaja huvi on lükata korrastamist võimalikult kaugele tulevikku edasi, et optimeerida kulusid.

Kui suur peaks olema kaevandusala tootmisväli, kus võiks korrastamisega (konserveerimisega) alustada?

Sellist ühtset piiri on keeruline kehtestada, kuid arendaja määrab selle oma taotlusega. Oluline on, et korrastatava ala saab välja lülitada kuivendusvõrgu tööst ja sellel alal tekkivad üleujutused ei takista kaevandamistegevust kõrval paikneval kaevanduslal. Hea oleks, kui korrastamisele minev ala oleks omaette süsteem ja piirneks teega või tulekaitse ribaga. Üldiselt tasub alustada korrastamisega, kui korrastatava ala suurus on > 10 ha, kuid sõltuvalt olukorrast võib olla eraldiseisev tootmisala ka väiksem.

Kuidas korrastada osaliselt ammendunud tootmisalasid?

Korrastamise eesmärk on katta ammendunud tootmisala turbapind võimalikult kiiresti tiheda rohttaimestikuga, et peatada turba lagunemine ja vähendada kasvuhooonegaaside emissiooni. Suhteliselt kiire kaetuse rohttaimestikuga tagab veerežiimi muutmine ja ammendunud tootmisväljade üleujutamine või pinnakihi liigniiskeks muutmine, mille tulemusena hakkab liigniiskusega kohastunud taimestik levi- ma looduslikul teel. Mõne aasta jooksul asendub see madal soo taimestikuga ning mõnel juhul ka turbasambaga. Sageli ei õnnestu ammendunud kaevandusala osa üle ujutada, sest kõrvalolevatel tootmisväljakutel toimub kaevandamine ja üleujutus takistaks edasist kaevandamist.



Turbaraba, kus ei ole kaevandatud juba üle 6 aasta ja mida ei ole ka korrastatud, sest oodatakse kogu kaevandusala ammendumist.

Peatland with no peat extraction for over 6 years, and the area has not been restored because the entire extraction area is expected to become exhausted.

Sellises olukorras on parim viis korrastada ammendunud kaevandusala mitmeaastase rohttaimestiku külvi. Sobivam oleks, kui rohttaimestik taluks ka liigniiskust, sest alati on võimalik tõsta veetaset selliselt, et see ei sega kõrval olevat kaevandamistegevust. Kasutades heinaseemne külvi üheaegselt turbatuha külvi korrastatavale pinnale ja selle olemasolu korral ka puhastusseadmetest eraldatud jääkmuda külvi, saadakse kiirekasvuline ja tiheda kamaraga rohumaa, mis tunduvalt vähendab kasvuhooonegaaside emissiooni. Mõne aasta pärast asendub rohuline sambla ja sambliku rindegaga korrastatava

ala märjemal osal ning kohati lisandub puurinne. Selline korrastamise viis on sobiv ka jääkressursi konserveerimiseks ja hiljem on vajaduse tekkimisel võimalik ressursi kasutamist jätkata.

Millised on korrastamise võimalused?

Võimalusi on mitmeid, kuid nendest põhilisemad on järgmised:

- jätta ammendunud kaevandusala korrastamata;
- korrastada majandustegevuseks sobival eesmärgil;
- luua tingimused ammendunud ala looduslikuks korrastamiseks.



Liigniiske turbapind ammendunud tootmisalal, kus kaevandamine lõppes eelmisel hooajal ja remonttöid ei tehtud. Siia ei ole midagi külvatud, taimed on ise levinud kõrval olevalt alalt ja mõne aasta pärast on kogu tootmisväli kaetud rohttaimestikuga.

Excessively wet peat bog surface of exhausted production area where the mining ended last season and no repair work was done. Nothing has been sown here, plants have spread from the neighbouring area, and in a few years the whole production area will be covered with herbaceous flora.



Päideroo külv konserveeritava ressursiga või ammendunud ressursiga kaevandusale (tootmisväljade keskosas on ressurs ammendunud, kuid väljaku otstes on turbalasundi sügavus > 2 m). Veetaseme tõstmine maapinnani ei olnud võimalik naaberalal kaevandamise jätkumisest tingituna (veetaset ei muudetud ja kuivendusvõrk jätkas töötamist).

Reed canary grass seeding in an extraction area with either conservable or exhausted resources (in the middle of the production area, the resources have been exhausted, but at the edges of the field, the depth of the peat deposit is > 2 m). Raising the water level up to the surface of the ground was not possible due to continued extraction in the neighbouring area (the water level was not changed and the drainage grid continued to work).



Sama päideroopõld mis eelmisel fotol, kuid neli aastat pärast külvi.

The same reed canary grass field as in the previous photo, four years after reed canary grass seeding.



Sama päideroopõld 7 aastat pärast päideroo seemnete külvi.

The same reed canary grass field, 7 years after reed canary grass seeding.

Kehtiva seaduse kohaselt jäetakse osaliselt ammendunud kaevandusala korras- tamata seniks, kuni kogu kaevandusala- lt on maavara välja kaevatud.

Alles siis, kui kogu ressurs on tootmis- alal ammendunud, tuleb kaevandusala korraldada ressursi jäägi kontrollimine ja bilansi ühtlustamine maavarade registris ning teha vastav parandus. Pärast seda tuleb taotleda keskkonnaametilt korrasta- mise tingimused ja koostada korrastamise projekt ning asuda seda projekti realisee- rima, kui keskkonnaamet ei nõua kesk- konnamõju hindamist (KMH). Vastasel korral asuda tegema KMHd, korrastada ammendunud kaevandusala ja anda see üle keskkonnaametile. Sealt edasi läheb see ala tõenäoliselt RMK hallata.

Ammendunud tootmispinnal toimub intensiivne turbakihi lagunemine ja kas- vuhoonegaaside emissioon. Kuna see kaevandusala on suurema tootmisala osa, siis hakatakse seda korrastama umbes 20–30 aasta pärast. Selle aja jooksul la- guneb ka viimane turbakiht ja järele jääb mineraalne aluspõhi, kuhu on äärmiselt raske midagi külvata. Võimalik on ku- jundada sellest veekogu, kus aegamööda hakkab taastuma elukeskkond. Kõik, kes mingil põhjusel külastavad seda ammen- dunud kaevandusala, süüdistavad aren- dajat inetu jäätmaa tekitamises. Tegelikult ei ole arendaja milleski süüdi, sest seadus ei nõua korrastamist enne kogu kaevan- dusala ammendumist ega võimaldagi selleks mõistlikku lähenemist. Korrasta- misele asumiseks osaliselt ammendunud tootmisalal on vaja läbida kohutavalt suur bürokraatia ja dokumentatsiooni koos- tamise kadalipp, mis läheb arendajale mõttetult kalliks. Seepärast on lihtsam ja odavam oodata kogu kaevandusala res- sursi ammendumist ja teha siis vajalikud toimingud.

Nagu näha, ei ole ammendunud väl- jal vaja teha midagi muud, kui sulgeda kuivendussüsteemist väljavool. Enamasti sulgub see ise, kui ülesõitused ei puhasta- ta, ja loodus hakkab ala ise korrastama.

Alustada tuleks ammendunud kaevan- dusala korrastamist (või ka konserveeri- mist) esimesel võimalusel, kui selleks on tingimused olemas (ressurs ammendu- nud või ressursi kasutusväärtus puudub). Sellisel puhul on võimalik kasutada mit- mesuguseid korrastamise (või konservee- rimise) lahendusi:

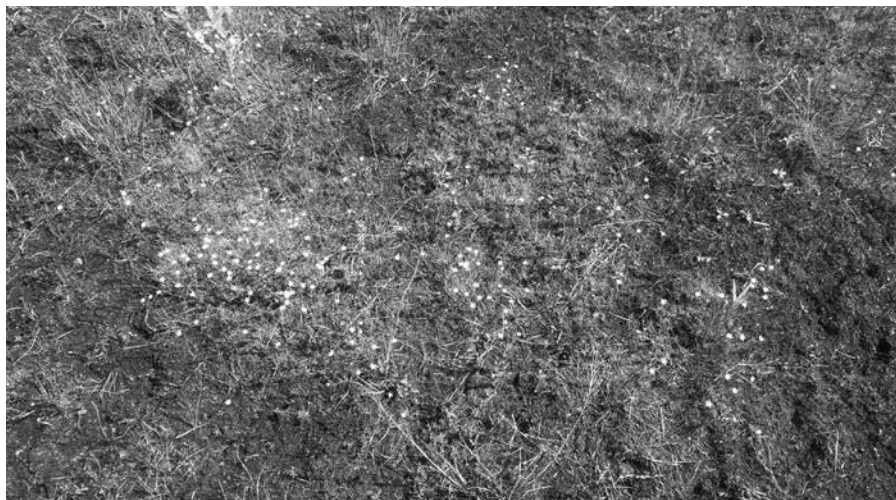
- rohukamara tekitamine kaevandus- alale eesmärgiga peatada kasvuhoo- negaaside emissioon (kasutatav nii ammendunud kui ka konserveerimist vajava jääkressursi korral);

- ujutada (tõsta veetase vähemalt maa-pinnale) kaevandusala üle ja jätta looduslikult taastuma;
- korrastada ammendunud kaevandusala taastuvaks sooks (külvata sambla kasvukihi peenes turbapinnale ja katta see põhuga).

Ammendunud tootmisväljale on külvatud päideroo seeme ja seda on väetatud biopuhasti settemudaga. Tulemuseks on esimese külviaasta suvel tugev ja võsunud taimestik ja sügiseks korralikult tihe rohukamar, mis on peatanud kasvuhooonegaaside emissiooni ja muutnud visuaalselt ebamäärase jääkraba kauniks rohumaaks. Kuna turbapind on pehme, ei ole seda võimalik kasutada heina- ega ka karjamaana. Kuivenduskraavide äärtele ei õnnestunud külvata ja veetase on kraavis madal, läheb mõned aastad aega, enne kui kraaviperved ja kraavid taimestuvad.

Päideroo taim püsib monokultuurina umbes neli aastat ja asendub siis muude rohttaimedega (umbrohi), kui külvi ei uuendata. Rohukamarale on looduslikult lisandunud hulka muid rohttaimi tänu päideroo suurele kõdumassile, mis langes nuna maapinnale on loonud soodsa keskkonna sammalde ja samblike arenguks. Turbapind on tihedalt kaetud taimedega ja kasvuhooonegaaside emissioon on asendunud süsinikku siduva rohumaaga. Lähemal vaatlusel on näha, et tekkinud on puurinne ja kraavid on kasvanud võsa ja mättaid täis.

Rohukamara hulka on lisandunud esimesed puurinde eksemplarid, mis on oluliselt kõrgemad kui taimestik. Rohurinne on muutunud vähem dominee-



Ammendunud kaevandusala korrastamine taastuvaks sooks.

Rehabilitation of an exhausted extraction area for recovery.

rivaks. Kujunemas on metsale kohane pinnakate, mis vastab varju taluvatele taimedele ja vastab ka kujunenud vee-režiimile. Kogu maapind on kattunud samblaga, üksikutes kohtades esineb ka turbasambla laiike.

Seades eesmärgiks taastada samale ammendunud alale soo, on vaja esmalt kuivendusvee väljavool korrastatavalt alalt sulgeda ja tasandada tootmispind. Tasandamise käigus enamik kuivenduskraave suletakse ja tekitatakse kohev pinnakiht, kuhu külvatakse turbasambla diaspoorid.

Kui kaevandusala tasandati ja vee väljavool suleti, külvati turbasambla diaspoorid, mis kaeti peenestatud põhu piisava kihiga, et päikesevalgus neid enne nende sidumist turbapinnasega ära ei kuivataks. Diaspoori külvid toimusid enne sadude perioodi (septembris), sü-

gisvihmad ujutasid kiiresti külvipinna üle ja tingimused sambla kasvamiseks olid loodud. Korrastamise alustamisest on möödunud neli aastat, kuid erilist samblakasvu siiski täheldada ei õnnestu.

Kahepaiksed on asunud sellesse kooslusesse elama ja taimkate on katnud enamiku korrastatavast alast, kuid ei ole näha seost korrastamissuunaks olnud raba taastamisega. See vähene turbasammal, mis korrastatud alal laiguti on tekkinud, on tõenäoliselt looduslikku päritolu ja külvil ei ole märgatavat mõju turbasambla levikule. Tehtud märkimisväärsed kulutused ammendunud kaevandusala korrastamisele taastuvaks sooks ei ole täitnud oma otstarvet ja oleks võinud olla olemata. Looduslik korrastamine oleks toiminud sama hästi ja kui turbapinda poleks eelnevalt tasandatud, siis ka oluliselt kiiremini.



Kohati on näha niiskuslembeste taimede vahel erinevaid sambla ja samblike liike, kõrgemates kohtades esineb ka puid. Märjemates kohtades on üksikud turbasambla laigud, peamiselt kuivenduskraavi kohal või pervel.

In places one can see various types of moss and lichen between moisture-loving plants, and there are also trees in higher places. In damper places there are a few patches of peat moss, mainly above or on the sides of a drainage ditch.





Vähese jääkressursiga kaevandusalaale on külvatud kõiskanepi seeme ja väetatud seda veepuhastus-
seadme mudaga.

*Rope-hemp seeds have been sown in an extraction area with few residual resources and fertilized with
sludge from a water treatment plant.*



Kaevandamine on sellel tootmisväljal veel eelmisel hooajal toimunud, vaalud on väljakul veel värsked,
kuid juba tungib rohhtaimestik niiskemale tootmisvälja osale.

*Peat was still excavated in this production area in the previous season; peat rows are still fresh, but herba-
ceous flora is already pushing through to the more humid part of the production area.*

Ammendunud kaevandusala korras-
tamine kultuurtaimede kasvatamiseks
on üks võimalus võtta ammindunud
kaevandusala kasutusele põllumajandus-
maana või metsamaana.

Paljud kultuurtaimed kasvavad turba-
pinnasel hästi või talutavalt, kuid osalisel
korrastamisel ei muudeta maa kasutami-
se lepingut ega sihtotstarvet. Maa jääb
arendaja hallata ning rendileping keelab
arendajal majandustegevuse pärast kae-
vandamist, mistõttu ei ole maatulundus-

maaks korrastamine arendajale mõttekas,
sest hilisem kasutamine pole lubatud. Nii
see ei peaks olema, vaid kaevandaja võiks
sellelt maalt tulu teenida, kui sellega saa-
vutatakse ammindunud kaevandusala
korrastamine. Sellisel juhul jääks maa
kaevandaja kasutusse ja maa rendileping
jätkuks samadel tingimustel, nagu oli
allkirjastatud kaevandamisloa saamisel,
kuni kogu kaevandusala ammindumi-
seni ja korrastatud maade üle andmiseni
maomanikule.

Kanep kasvab kõrge, kuid korista-
mine on raskendatud, sest maapind on
koristusajal üsna pehme ja koristusteh-
nikale raskesti läbitav. Kui kaevandusala
tohiks kasutada maatulundusmaana,
annaks see arendajale täiendava huvi
ammendunud kaevandusala osaliseks
korrastamiseks. Samuti võiks külvata
ammendunud alale muid niiskuslembe-
seid taimi või istutada metsa, kuid aren-
daja peab teenima oma tegevusest tulu,
sest muidu ei ole mingit huvi korrastada
varem, kui seadus nõuab.

Kui nüüd sulgeda väljavool kuiven-
duskraavidest, on juba teisel hooajal
märgatav osa tootmispinnast nõrgalt
rohtunud. Rohukamar areneb kiires-
ti edasi vastavalt sellele, kuidas kasvab
veetase ammindunud kaevandusalal ja
kus püsib piisav niiskuserežiim kogu suve
jooksul.

Pilliroo mass, mis aastast kasvab, on
piisavalt suur, et katta süsiniku emis-
sioon turbapinnalt. Aja jooksul tiheneb
ka pilliroo alune pinnakate ja sellele pin-
nale sobivaim korrastamine on saavuta-
tud ilma olulisi kulutusi tegemata (kui-
venduskraavidest väljavoolu sulgemine
oli ainuke korrastamistöö). Võib vaielda,
kas see on kogukonna vaatevinklist sobi-
vaim, kuid ka siis, kui suurte kulutustega
oleks sellele pinnale rajatud mets, oleks
tulemus mõne aasta möödudes samasu-
gune nagu nüüd kohe pärast kaevanda-
mise lõpetamist, kuna pilliroog läm-
matab puude istikud. Kasvama jäävad ehk
üksikud tugevamad isendid, kuid kas see
väärrib kulutusi?

Luues tingimused looduslikuks ise-
korrastumiseks, on tulemused kiired ja
tõhusad. Sageli on tootmisest välja lan-
genud pinnalt kuivendusvee väljavool
peatunud, sest torud on ummistunud
ja remonttööd tegemata. Sellistel pin-
dadel toimub aeglane muutumine sademete-
st põhjustatud liigniiskuse tõttu
madal soo tunnustega alaks, kuhu levi-
vad õhu kaudu mitmesugused niiskus-
lembesed taimed, ja juba mõne aasta
pärast võib soodsates niiskustingimus-
tes ala kattuda esmase rohukamaraga,
mis on eelduseks looduslikule korras-
tamisele. Kui aga jääkraba on kuiven-
duse mõju all, ei toimu looduslikku
korrastamist palju aastaid, vahel isegi
aastakümneid.

Esimesel aastal pärast kaevandamise
lõpetamist tekib turbapinnale niiskuse
keskkonnas roheline kattekiht ja turvas
hakkab tihenema. Sademete mõjul niis-
kus jääklasundis suureneb ja turbapin-
nale tekivad loigud (sõltuvalt sademete

hulgast võib see toimuda juba esimesel aastal pärast kaevandamise lõpetamist), mis kattuvad niiskuslembeste taimedega. Fotol olevatel tootmispindadel ei ole kaevandamistegevust toimunud 3 viimasel aastal ja tootmispindade madalam osa on üle ujutatud (vähemalt suurema osa aastast). Aastast aastasse üleujutatud ala laieneb ja vastavalt sellele laieneb ka taimestunud osa kaevandusalast. Samal ajal taimestunud osa laienemisega asenduvad taimeliigid püsivatega ja tiheneb rohukamar. Juba viiendal aastal pärast looduslikku korrastamist on ammendunud kaevandusala oluliselt loodussõbralikuma väljanägemisega ja seda korrastamiseks peaaegu mingeid kulutusi tegemata.

Esimesed puud ilmuvad sellisele looduslikult korrastuvalle alale 4.–6. aastal pärast kaevandamise lõpetamist. Muidugi sõltub looduslik korrastamine palju kaevandusala looduslikust seisust kaevandamise lõpetamise ajal. Kuivenduskraavide seisukord on loodusliku korrastamise käigule äärmiselt oluline, sest võsastunud ja rohtunud kraavide korral on taimeistiku levik ammendunud tootmisalale märksa kiirem kui värskest läbi puuritud kraavide korral.

Kokkuvõtteks ja soovitusks.

Ammendunud kaevandusala osaline korrastamine on äärmiselt oluline ja loodussõbralik tegevus ning selline tegevus tuleb vabastada bürokraatiaahelaist, mis takistavad korrastamisega alustamist ja võimaldavad venitada vahel aastakümneid. Selle ajaga, kui kogu kaevandusala on ammendunud ja saab korrastamisega alustada, oleks mets nendel osaliselt korrastatud aladel juba suureks kasvanud. Keegi oleks võinud maast tulu saada ja rahastada kas või edasisi korrastustöid. Osaline korrastamine vähendaks tublisti ohtu, et mingi arendaja läheb pankrotti ja kaevandusala peab korrastama maaomanik (riik). Ühtlasi võtaks osaline korrastamine maha vajaduse korrastamisfondi loomiseks nii arendaja kui ka riigi tasandil.

Korrastamise varajane alustamine peab olema arendajale lihtsalt elluviidav ja korrastamise tulemus huvipakkuv. See kõik ei tohi olla takistatud ametnike põhjendamatute nõudmistest ja bürokraatlike takistuste esitamisega (KMH, kinnistute moodustamine, projektide koostamine jne).

Korrastamise suund peab olema mõistuspärane ja loodussõbralik, mitte kellegi



Kaevandusala see osa oli juba tootmisperioodi viimases staadiumis harvast (kütte-) turba kogumiseset põhjustatuna rohtunud pillirooga. Pärast veerežiimi muutmist ja tootmistegevuse peatumist vallutas pilliroog kogu kaevandusala.

Reed started growing in this part of the excavation area during the last phase of production due to infrequent harvesting of fuel peat (for heating purposes). After changing the water regime and stopping the production of peat, reeds spread across the extraction area.



Ammendunud kaevandusalal, kust kuivendusee väljavool on takistatud, toimub taimestumine koos liigniiskuse levikuga.

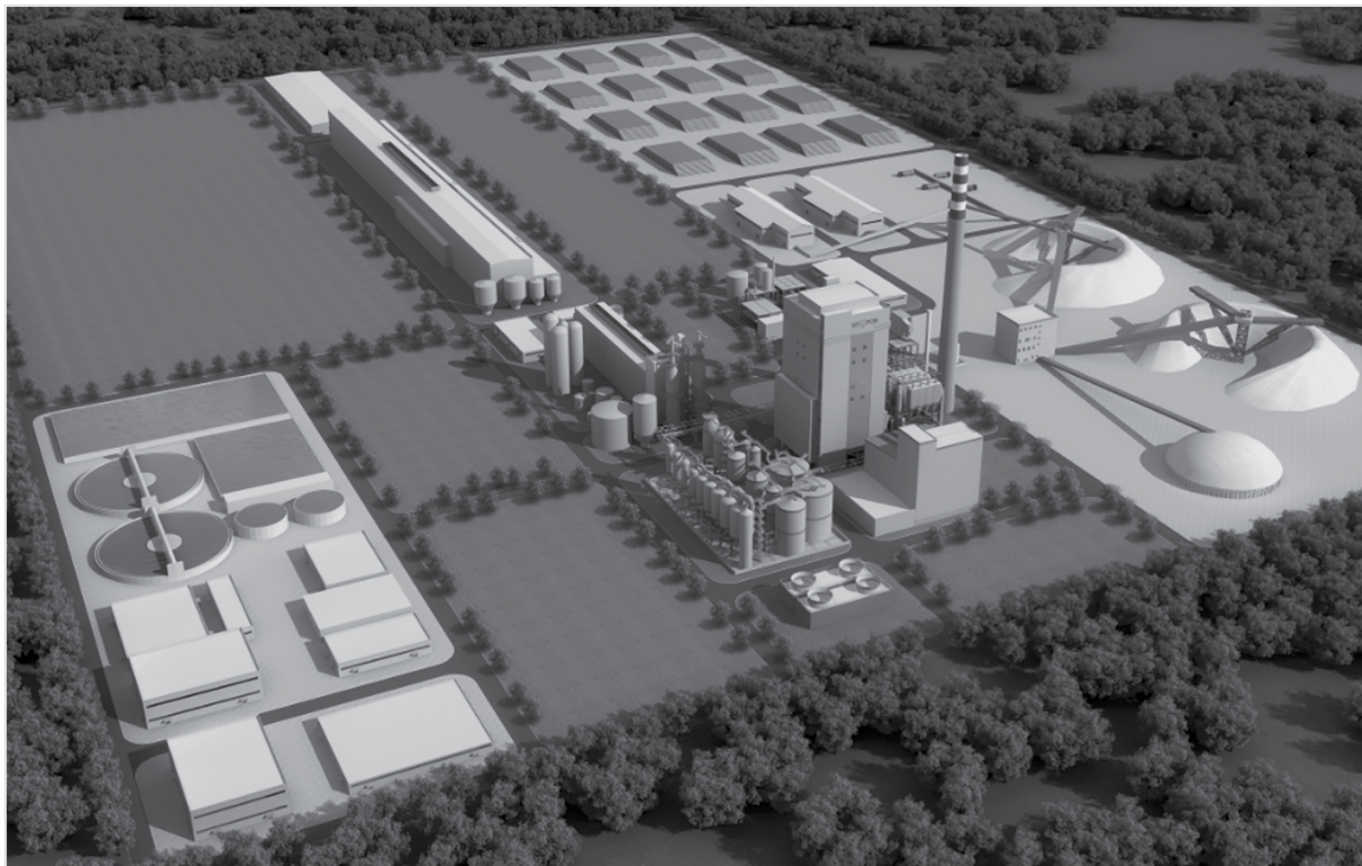
Plants grow rapidly due to excessive moisture in the exhausted extraction area where the flow of drainage water is blocked.

erahuvide rahuldamine (marjakasvatus) ega katsetuste ja abirahade väljapumpamise koht pseudouuringute (turbasambla kasvatamine) läbiviimiseks.

Korrastamine ei tohi kujuneda põhjendamatult kulukaks, vaid peab olema loodusele vastuvõetav ja kohalikule kogukonnale sobiv. See tuleb saavutada koostöös keskkonna endaga ja tuleneb loodusliku paljunemise initsiatiivist. Eesmärgipärasem on luua looduslikuks korrastamiseks sobivad tingimused ja jätta

ära vahelesegamine looduslikule taastumisele.

Osaline korrastamine peab andma võimaluse arendajal vabaneda maarendi maksest või annab arendajale korrastamisest saadavat tulu, kasutades ammendunud kaevandusala maatulundusmaana. Puudub vajadus kinnistu jagamiseks ning tagastamiseks riigile. Maa tagastatakse riigile (Maa-ametile) pärast kogu kaevandusala ammendumist ja korrastamist.



Est-For Investi kavandatava puidurafineerimistehase eskiis.

Puidu vastutustundlik kasutamine

Responsible use of wood



DANIEL PAALSSON,
EST-FOR INVEST ENGINEERING &
CONSTRUCTION MANAGER

Puit on ainulaadne ja taastuv tooraine, mida saab mitmekülgset kasutada töötlemiseks ja rohelise energia tootmiseks. Puidurafineerimistehas on üks ringmajanduse nurgakividest, mis võimaldab puidu kui kohaliku taastuva

tooraine jätkusuutlikku astmelist (*cascading*¹) kasutamist.

Puit koosneb peamiselt süsinikust, hapnikust ja vesinikust. Puidul on loomult jäik, kuid samas paindlik struktuur, mis teeb sellest väga sobiva materjali kasutamiseks ehitistes ja mööblitootmises.

Kuna puit on üles ehitatud biomaterjalidest, jagatakse puidurafineerimistehases *kraft*-protsessis puit tselluloosiks, hemitselluloosiks, ligniiniks ja ekstraktiivaineteks. Neid kasutatakse väga mitmesuguste, fossiilset süsinikku edukalt asendavate

taaskasutatavate biotoodete valmistamiseks. Ühtlasi toodetakse jäätme- ja fossiilse süsiniku vabas protsessis märkimisväärses koguses rohelist energiat.

Puidu astmeline kasutamine

Tavaliselt saab küpsest puust enam-vähem võrdses koguses:

- ehitusmaterjali ja mööblit betooni ja fossiilse süsiniku asendajana;
- põhilisi biomaterjale, mis asendavad mitmesugustes biotoodetes fossiilset süsinikku;

¹ The use of the wood cascade is stressed in the Commission's Circular Economy package (COM (2014) 398), which states it will encourage the cascading principle for the sustainable use of biomass. The EU Forest Strategy document (COM (2013) 659) also determines that wood be used in the order of the following priority: wood-based products, extension of service life, re-use, recycling, bioenergy and disposal.

- biokütuseid rohelise energia (sooja ja elektri) tootmiseks fossiilsete kütuste asemel.

Ehitusmaterjalid ja mööbel valmivad saeveskis ja puidutöötlemistehastes saepalkidest, samas kui biomaterjale toodetakse puidurafineerimistehases paberipuidust ja saeveskite kõrvaltootest puiduhakkest.

Primaarsed biokütused on puukoor, puidupraht ja muu puidu biomass või graanulid, mis ei sobi ehitus- või biomaterjalide tootmiseks.

Teise põlvkonna biokütused, mis ei konkureeri toidutööstusega, on biogaas, biodiisel, etanool, metanool, dimetüüleeter ja ligniin, mida saab toota eraldi või puidurafineerimistehases. Puidurafineerimistehast, millel on hea ligipääs taristule, kommunaalvõrkudele, logistikale, tööjõule ning kus on rakendatud piisavalt ranged meetmed reovee ja suitsugaaside töötlemiseks ja puhastamiseks, saab lihtsalt ja väikese investeeringuga laiendada selliselt, et see saaks vastu võtta biojääke lähedalasuvatest põllumajandusettevõtetest ja kohalikest omavalitsustest, et tõhusalt, keskkonnasõbralikult ja säästlikult toota suures koguses teise põlvkonna biokütuseid.

Kuna igast puust saab ühesuguse segu ökoloogilistest materjalidest ja biokütustest, on kasulik, kui saeveskid ja puidurafineerimistehased on metsa lähedal, et maksimaalselt kasutada ära metsaressursside astmelist rakendamist. Ligikaudu poole värske puidu massist moodustab vesi ning lisaks pikematele vahemaadele suurendab vee transport koormust keskkonnale, kuna toorpuidu eksportimisel tarbitakse rohkem fossiilkütuseid.

Puidust saadavad biomaterjalid biotoodete tootmiseks

Tänapäevane puidurafineerimistehas suudab toota põhilisi biomaterjale, millest omakorda valmistatakse mitmesuguseid keskkonnasõbralikke, ökoloogilisi ja taaskasutatavaid tooteid, mis kõik asendavad edukalt fossiilset süsinikku ja/või muid mittetaastuvaid ressursse kasutatavaid tooteid.

Puhas tselluloos (40–60% biomassist) on lineaarne polüsahhariid, millel on 7000–15 000 glükoosimolekuli ning mida kasutatakse tekstiili ja mittekootud kanga, tugevduskiudude jms tootmiseks. Samuti vee sidumiseks ja konsistentsi tagamiseks toiduainetes, farmaatsiatoo-

Puidust saadavad biomaterjalid biotoodete tootmiseks

Tselluloos	40–60%	Tualettpaber Paber Papp	Viskoos ja filamentkiud Paksendi Kihitekitaja Veetõrjuja Emulsioonide stabilisaator	Tekstiilid (tehiskiud/ viskoos) Mittekootud kangas Toiduained Farmaatsiatooted Värvid ja liimid Kosmeetika Puurimismuda
Hemitselluloos	20–30%		Suhkruasendajad Õhutõkked Rasvatõkked	Toiduained Toidupakendid
Ligniin	20–30%	Biokütus	Gaasilised, vedelad ja tahked kütused Betooni- ja keraamilise valu lisaaine Süsinikkiud Koostisaine vaikudes, liimainetes, vahuvastastes ainetes, säilitusainetes, kuivsäilitajates, tuleaeplastites, vulkaniseerimise ja polümeerisatsiooni võimendajates	Autokütus Ehitised Konstruktsioonid Lennukid Sõidukid Laevad
Ekstraktiivained	1–5%	Biokütus	Jõudlust suurendav aine ja lõhnaaine Biodiisel	Farmaatsiatooted, kosmeetika Seebid, šampoonid, Detergendid Antioksiidandid Bioaktiivsed ained Värvid ja katted Autokütus

Wooden biomaterials for bio-based production

Cellulose	40–60%	Tissue Paper Paperboard	Fibres and filaments Thickener Film-former Water retention Emulsion stabiliser	Textiles (rayon / viscose) Non-woven products Food stuff Pharmaceuticals Paints and glues Cosmetics Drilling mud
Hemicellulose	20–30%		Sugar (zero calorie) Air barriers Fat barriers	Food stuff Food packaging
Lignin	20–30%	Biofuel	Gaseous, liquid and solid fuels Additive for concrete and ceramics castings Source for regular & active carbon fibres Ingredient in resins, adhesives, de-foaming agents, preservatives, powder conditioners, fire retardants, vulcanisation and polymerisation enhancers	Vehicle fuel Buildings Structures Airplanes Vehicles Ships
Extractives	1–5%	Biofuel	Performance ingredient and fragrant Biodiesel	Pharmaceuticals, Cosmetics Soaps, shampoo, detergents Antioxidants Bio-active substances Paints and coatings Vehicle fuel

detes, värvides, liimides, kosmeetikas ja tööstuslikus puurimismudas kasutatavates toodetes.

Hemitselluloos (20–30% biomassist) on hargnenud ahelaga polüsahhariid, millel on 500–3000 glükoosimolekuli polümeeri kohta ja mida kasutatakse teise põlvkonna biokütuste (etanool) ja suhkruasendajate tootmisel ning rasva- ja õhutõkkena pakendites.

Tselluloos (45–55% biomassist) koosneb tselluloosist ja hemitselluloosist ning seda kasutatakse taaskasutatava paberi, papi ja kartongi, pehme paberi, absorben- tide ja hügieenitoodete tootmiseks.

Ligniin (20–30% biomassist) on keerulise struktuuriga orgaaniline polümeer, mida kasutatakse, et toota teise põlvkonna gaasilisi, vedelaid ja tahkeid biokütuseid, lisaaineid betooni ja keraamikatoodete kvaliteedi parandamiseks, süsinikkiudu, vaikude ja liimainete toimeaineid, vahuvastaseid aineid, säilitusaineid, kuivsäilitajaid, tuleaeglusteid.

Ekstraktiivained (1–5% biomassist), kaasa arvatud tallõli, on rasv- ja vaikhapete (kampol) segu, mida kasutatakse teise põlvkonna biodiisli, samuti toime- ja lõhnaainena näiteks värvides, pinnakatetes, puhastusvedelikes, seepides ja kosmeetikas.

Fotosüntees ja globaalse soojenemise leevendamine

Ökomaterjalide ja biokütuste tootmist võimaldab fotosüntees, milles kasutatakse tõhusalt ja jätkusuutlikult päikesevalgust ja kasvavat taimestikku, et

kombineerida süsinikdioksiidi, vett ja lämmastikku väikese mikroelementide kogusega, et saada biomass. Kui süsinikdioksiid pärineb bioloogilisest materjalist, siis ei suurenda puidu kasutamine kasvuhoonegaaside kontsentratsiooni maailmas, vaid säilitab süsiniku tasakaalu looduses. Isegi siis, kui puud metsas raiumata jätta, surevad ja mädanevad need lõpuks nii või teisiti ning sellega eraldub atmosfääri süsinikku märksa lühema aja jooksul, võrreldes fossiilse süsinikuga, mis moodustus ja ladestus ligi 300 miljonit aastat tagasi. Seetõttu tuleb fossiilse süsiniku tarbimist oluliselt vähendada või see välistada.

Puidu astmeline kasutamine saeveskites, puidutöötlemistehastes ja puidurafineerimistehastes kiirendab ja suurendab fossiilse süsiniku asendamist, tootes samas rohelist ja taastuvat energiat. Biomassis, sh puidus, leidub ka raskmetalle (nt Cd, Hg ja Pb) ja isegi arseeni (As), mis on ohtlikud elemendid ning millele tuleb erilist tähelepanu pöörata puidurafineerimistehase projekteerimisel ja käitamisel ning biojääkide, mis koosnevad peamiselt soodakatlast ja biomassikatlast pärit tuhasta, taaskasutamisel.

Puidu koostis

Puit koosneb süsinikust (49,5%), hapnikust (41,8%), vesinikust (6,3%), lämmastikust (2,2%) ning lisaks vajalikest raskmetallidest Cr, Cu, Ni ja Zn (0,2%), mida nimetatakse mikroelementideks, ja ebavajalikest raskmetallidest Cd, Hg, As

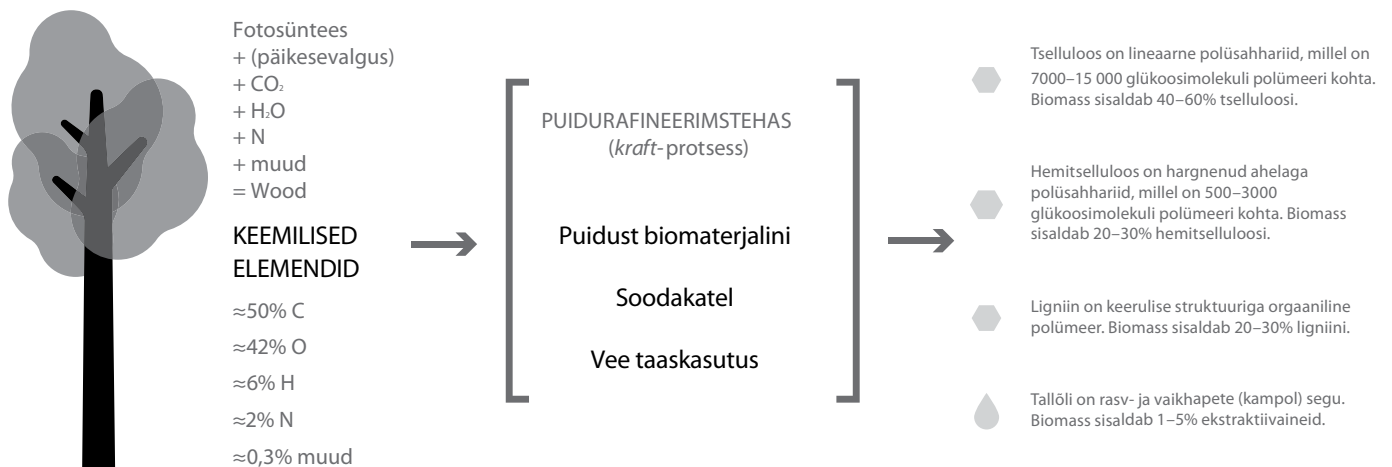
ja Pb (0,1%). Seda protsendilist jaotust peaks kasutama vaid võrdluseks, kuna tegelikult erinevad need väärtused sõltuvalt liigist ja päritolust (kasvukohast). Järelikult satub igasugusest puidu kasutamisest (näiteks mööbel, ehitus) keskkonda väike kogus raskmetalle, kuid võrreldes puidu põletamise või selle metsas mädaneda laskmisega on puidurafineerimistehase eelis selles, et raskmetalle on võimalik ohjata, hallata ja jääke hoida väikestes kogustes ning puidus sisalduvad ebavajalikud raskmetallid suures osas ohutult kõrvaldada.

See aga tähendab, et õhku ja vette paisatavad kogused on jätkusuutlikult käitatavas puidurafineerimistehases rangete keskkonnalubade piirmäärades ja kõrvaldatakse ohutult prügilates või tsemendis stabiliseeritud kujul, mida saab uuesti kasutada tsiviilehitustööl.

Puidurafineerimistehas toimib kui neer, elutähtis organ, mis aja jooksul puhastab metsad soovimatutest raskmetallidest. Puidurafineerimistehase protsessid tagavad, et biomaterjalid, mida toodetakse ja kasutatakse fossiilse süsiniku asendamiseks biotoodetes ja teise põlvkonna biokütustes, ei sisaldaks raskmetalle. Ladestub vaid väike kogus ning suurem osa tahketest jääkidest sobib taaskasutamiseks põllumajanduses ja/või metsanduses, kus taimed saavad kasu tuhas sisalduvatest mikroelementidest.

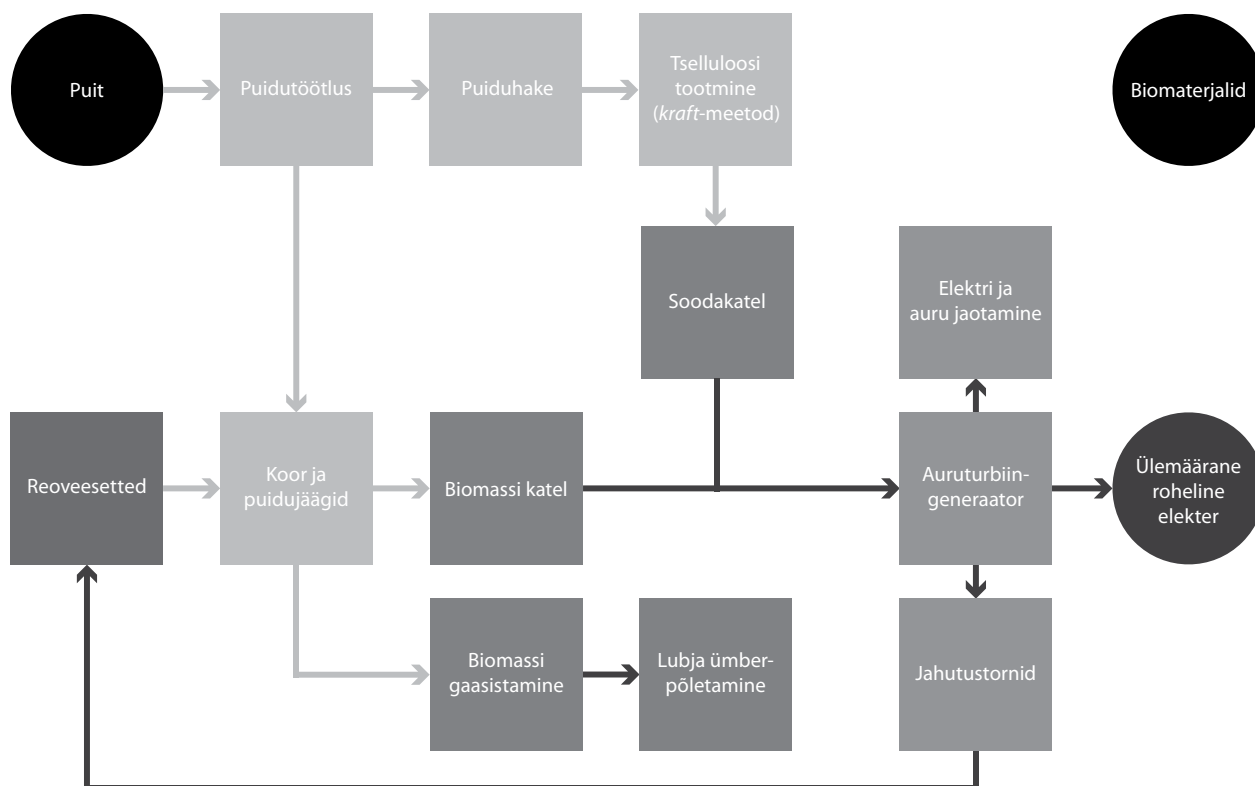
Kui puit lihtsalt suurtes või väikestes kogustes ära põletada, väljuvad raskme-

Puidurafineerimistehase toodang Biorefinery production



PUIDURAFINEERIMISTEHAS – ENERGIABILANSS

Biorefinery – energy balance



tallid ahjust koos suitsugaasidena, kui ei rakendata nõuetekohast suitsugaasidest puhastamist, nagu tehakse võimsate katelde puhul, või nad ladestuvad tuhas, mis teeb selle kasutamise põllumajanduses ja/või metsanduses vähem soovitatavaks.

Puidurafineerimistehase protsessid

Puidurafineerimistehas kasutab saeveskisse mittesobivaid väiksema läbimõõduga paberipuidupalke ja -hakke, mis on puidutöötlemise jäägid. Paberipuu tuuakse raudteed mööda või veokiga puidurafineerimistehasesse, kus see kooritakse, töödeldakse laastudeks ja segatakse saeveski laastudega. Puitlaaste keedetakse, teostatakse hapnikupõhine delignifikatsioon ja pleegitamine, mille järel tselluloosist ja hemitselluloosist koosnev tselluloos kuivatatakse ja pallitakse, et see maailma eri punktides asuvatesse paberitehasesse saata. Kuivatamise asemel võib tselluloosi saata otse tualettpaberit, paberit või pappi tootvasse integreeritud tehasesse.

Tselluloosi ja hemitselluloosi eraldi tootmiseks hüdrolyüsatakse puitlaastud enne keetmist ja ekstraheeritakse hemi-

tselluloos. Keetmise ja hapnikupõhise delignifikatsiooni ajal eemaldatakse ligniin ja ekstraktiivained koos keetmisel kasutatud kemikaalidega. Segu (mustleelis) aurustatakse, et eemaldada vesi ja suurendada kütteväärtust.

Seejärel saab eraldada ka ekstraktiivained ja osa ligniinist. Järelejäävat orgaanilist ainet kasutatakse kütusena soodakatlas, mis võimaldab kemikaale taaskasutada, ja selles genereeritakse kõrgsurveaur. Puidurafineerimistehase koore- ja puidujäägid ning vajaduse korral täiendav juurdehangitav biomass põletatakse eraldi tsirkuleerivas keevkihiga biomassikatlas, milles toodetakse kõrgsurveauru.

Ekstraheerivad ja kondenseerivad turbiinageneraatorid töötavad kõrgsurveauruga, tootes protsessi jaoks vajalikku auru ja elektrit, ning ülejäänud elektrienergia suunatakse elektrivõrku.

Umbes pool paberipuu koorimisest saadud koorest ja puiduprahist gaasistatakse ja süngaasi (CO) kasutatakse lubjapõletamise süsteemis, et muuta kasutatud kemikaalid (kustutatud lubi ehk CaCO₃) aktiivseteks kemikaalideks (põletatud lubi ehk CaO). Sellega välditakse raske kütteõli kasutamist ja tagatakse, et

puidurafineerimise protsessis ei kasutata fossiilset süsinikku ehk fossiilseid kütuseid. Aastas 750 000 tonni biomaterjale tootva puidurafineerimistehase energiabilanss tagab umbes 300 000 MWh roheline elektri pideva ja jätkusuutliku tarne elektrivõrku.

Puidurafineerimistehas asub tavaliselt soojatarijast (nt kaugkütet ja/või -jahutust kasutav kohalik omavalitsus) suhteliselt kaugel ja seega kombineeritakse protsessi- ja jahutusvee ahelaid, et tagada kogu soojuse tõhus kasutamine puidurafineerimistehases.

Suletud tsükkel võimaldab maksimaalselt taaskasutada kogu toodetud soojuse, sh puidurafineerimistehase protsessivee eelsoojendamiseks, selle asemel, et kasutada eraldi protsessi- ja jahutusvee tsükleid. Keskmiselt 9 °C asemel on n-ö külm protsessiveesi aasta läbi 30 °C. Seeläbi on roheline elektri tootmine maksimaalne, kasutades täielikult ära kogu madala temperatuuriga soojuse kuni 5 000 000 MJ ulatuses päevas. Teisisõnu, selline aastas 750 000 tonni biomaterjale tootev tänapäevane puidurafineerimistehas toodab ligikaudu 16 MW (10%) täiendavat rohelist elektrienergiat.

Pürolüüs lisab biomassile oluliselt väärtust

Pyrolysis adds significant value to biomass



AIN LAIDOJA,
EESTI BIOKÜTUSTE ÜHING

Kütuseks kasutatava värske biomassi transport on kulukas, sest sellel on väike kütteväärtus ja energiatihedus.

Kuivatamine aitab küll kütteväärtust suurendada, kuid energiatiheduse parandamiseks on vaja puit peenestada ja seejärel graanuliteks pressida. Seda nimetatakse mehaaniliseks biomassi väärindamiseks. Üks alternatiivsetest ja konkureerivatest tehnoloogiatest on termokeemiline väärindamine – pürolüüs.

Pürolüüs on orgaanilise aine termiline lagundamine kõrgel temperatuuril ilma hapniku juurdepääsuta. Pürolüüsi protsessi käigus tekib alati kolm produkti:

- Tahke jääk (puusüsi, koks, grillsüsi (ingl *biochar, charcoal, char, coke*) jne)
- Kondenseerunud gaas – vedelik (sh pürolüüsiõli ja vesi)
- Kondenseerumatu gaas (sh CO_2 ; CO ; H_2 ; CH_4 jne)

Puidu põlemisele eelneb alati pürolüüs. Põlemine on orgaanilise aine reaktsioon hapnikuga, mille käigus vabaneb hulgaliselt soojust ja kus põhilisteks põlemisproduktideks on veeaur ja CO_2 . Olenevalt sellest, mis on soovitud lõpp-produkt, va-

TABEL 1.
Pürolüüsi liigid
Different modes of pyrolysis

Pürolüüsi meetod	Vedeliku saagis wt%	Tahke aine saagis wt%	Gaasi saagis wt%	Märkused
Kiirpürolüüs	75	12	13	500 °C ja viieaeg reaktoris mõned sekundid
Keskmise kiirusega pürolüüs	50	25	25	500 °C ja viieaeg reaktoris alla minuti või mõned minutid
Torrefitseerimine		82	12	Kuni 300 °C ja viieaeg reaktoris kuni pool tundi
Söestamine	30	35	35	400 °C ja viieaeg reaktoris päev või rohkem
Gaasistamine	5	10	85	800 °C ja rohkem

litakse protsessiks vajalikud parameetrid: temperatuur, rõhk ja orgaaniliste osakeste reaktsioonis viibimise aeg.

Eestis on pikaajalised kogemused, kuidas põlevkivist pürolüüsireaktoris õli toota. Kasutatakse kahte tehnoloogiat, neist uuemas, tahke soojuskandjaga pöörlevas reaktoris kuumutatakse peeneks jahvatatud põlevkivi 500 °C juures ja põlevkivi osakese viieaeg reaktoris on umbes 20 minutit.

Puidust pürolüüsiõli saamise eesmärgil on kõige suurema saagikusega kiirpürolüüs. Ka põlevkivist võiks saada suuremat õlisaagist kiirpürolüüsi kasutades, kuid kiirpürolüüsikatseid põlevkiviga pole Eestis tehtud.

Eestis on juba enne II maailmasõda kasutusel olnud ja on praegugi puugasi generaatoreid, kasutatud rehvidest on toodetud rehviõli, toodetakse grillsütt ja aetakse tõrva ja tõkatit. Kõigi eespool mainitud tegevuste puhul on tegu pürolüüsi-ga, kus protsessi parameetrid on erinevad

ja need on valitud, pidades silmas soovitud lõpp-produkti.

Torrefitseerimine

Torrefitseerimine on pürolüüs mõõdukal temperatuuril, kus soovitakse parandada puidu kui kütuse omadusi. Tüüpilise nn kergpürolüüsi (ingl *mild pyrolysis*) puhul kaotab puidu kuivaine 30% oma massist ja vaid 10% energiasaldusest. See loob konkurentsieelise torrefitseeritud puidugraanulitele transpordis võrreldes tava-graanulitega. Selle mõju avaldub eriti mandritevahelises transpordis, kus kulude kokkuvõtte on märgatav. Lisaks muutub kütus teatud piires vethülgaavaks ja puiduosakesed muutuvad hapramaks, mistõttu väheneb oluliselt energiakulu peenestamisele. Kliimaeesmärkide saavutamise nimel on paljud sөөlektrijaamad sunnitud minema fossiilkütuste põletamiselt üle taastuvkütustele. Suur eelis



Puidust saadud kütused.

Fuels derived from wood.

FOTOD AIN LAIDOJA



Torrefitseeritud graanulid.

Torrefied pellets.



Kiirpürolüüsioli tehase Empyro Hollandis.

Commercial scale fast pyrolysis Empyro plant in Holland.

TABEL 2.

Kiirpürolüüsioli omadused

Properties of fast pyrolysis bio-oil

Tihedus (kg/m ³)	Kütteväärtus LHV (kWh/kg)	C	H	O	Niiskusesisaldus (%)
1200	4,7	54	6	40	25

torrefitseeritud puidugraanulite puhul on see, et olemasolevaid söeektriiaamu saab suhteliselt väikeste kulutustega ümber ehitada torrefitseeritud puidule (*Capital avoidance cost*). Just viimati mainitud eelise tõttu võib loota ka, et torrefitseeritud pelletite eest makstakse kõrgemat hinda.

Eestis kavandab torrefitseeritud puidugraanulite tootmist ettevõtte Baltania, mille tootmismahuks on planeeritud 160 000 tonni torrefitseeritud graanuleid aastas.

Kiirpürolüüs

Sobivaim puidu pürolüüsi meetod suurima koguse vedelprodukti saamiseks on kiirpürolüüs. Eestile kõige lähem töötav ettevõtte, mis kasutab kiirpürolüüsitehnoloogiat, asub Soomes Joensuu. Plaanis oli rajada Fortumile kuuluva tehase sarnane kiirpürolüüsitehas ka Pärnusse, kuid selle projekti seis on praegu teadmata.

Hollandis, Hengelo linnas asub bioõlitehas Empyro B.V., kus toodetakse umbes 18 000 tonni kiirpürolüüsioli aastas. (<http://www.empyroproject.eu/>)

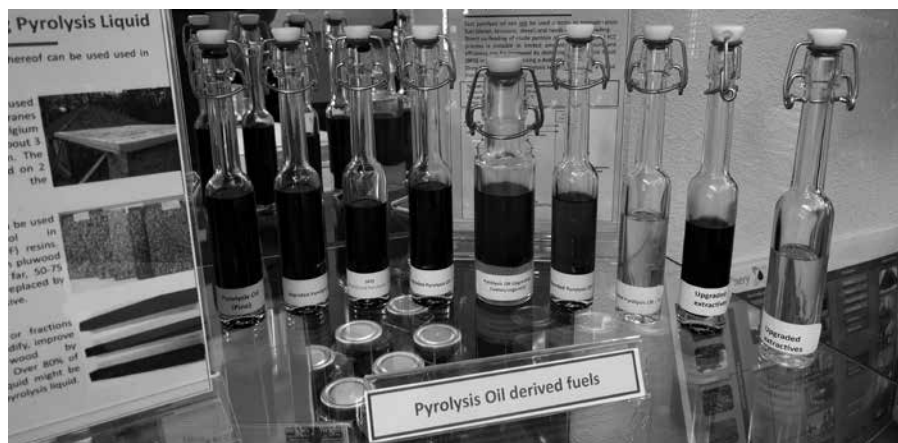
Kiirpürolüüsioli

Kiirpürolüüsioli (ingl *fast pyrolysis biooil*, lühendina FPBO) on oma omadustelt väga erinev toornaftast, vt tabel 2. Kui toornafta sisaldab põhiliselt süvisinikühendeid, siis nn toor-kiirpürolüüsioli (*crude fast pyrolysis oil*) sisaldab lisaks süsinikule ja vesinikule ka olulisel määral

hapnikku ja vett. Õli iseloomustab suur happesus, mis tingib vajaduse kasutada happekindlaid mahuteid, toruühendusi, põleteid jne. Niiskusesisaldus on umbes 25%, sellest osa pärineb kütusega reaktorisse sisse antud niiskusest ja teine osa puidus olevast vesinikust tekkinud nn pürolüüsi protsessiveest. Kiirpürolüüsioli ei segune bensiini ega diislikütusega. Ühest tihumeetrist puidust on võimalik saada kuni 300 kg kiirpürolüüsioli.

Kiirpürolüüsioli kasutamine

Kiirpürolüüsioli saab põletada sarnaselt fossiilsete kütustega, nagu toornaftast saadud kütteõlisid või kodumaist põlevkivioli. Kasutuskohaks võivad olla näiteks katlamajade tipuvõimsuse katlad.



Pürolüüsiolist toodetud kütused (BTG Bioliquids BV Hollandis).

Fuels derived from fast pyrolysis bio-oil (BTG Bioliquids BV).

Arvesse peab võtma kiirpürolüüsioli väiksemat kütteväärtust, aga eriti tuleb arvestada, et õli on suure happesusega ning vajab spetsiaalseid torustikke ja põleteid, mis happelises keskkonnas vastu peavad. Põletamisel konkureerib kiirpürolüüsioli puidugraanulitega, mille käsitlemine on erinev, kuna tegemist on tahke kütusega.

Kiirpürolüüsioli ei saa kasutada olemasolevates sisepõlemismootorites, vaid see vajab edasist väärimist. Tavakütustest (bensiin ja diislikütus) erineb kiirpürolüüsioli just oma suure hapnikusisalduse (ballast), niiskusesisalduse, happesuse ja kaks korda väiksema kütteväärtuse poolest. Olenevalt kütuse kasutamiskohast, kas siis turbiinis, suures tööstuslikus sisepõlemismootoris või tavapärasel automootoris, on väärimise aste erinev.

Lisaks katlas põletamisele soojuse saamiseks ja põletamisele kütusena turbiinis või sisepõlemismootoris kasutatakse pürolüüsioli ka keemiatoodete tootmiseks. Puit koosneb sellistest komponentidest nagu tselluloos, hemitselluloos, ligniin ja ekstraktiivained. Pürolüüs küll lõhub algse struktuuri, kuid siiski saab õli fraktsioneerida mitmesugustesse toodetesse, mille kasutus keemiatööstuses on võimalik mitmel moel.

Keskmise kiirusega pürolüüs

Eesti Biokütuste Ühing käis Kohtla-Järve põlevkivikompetentsikeskuses oma silmaga kaemas, kuidas on võimalik pürolüüsi protsessiga puidust õli saada.

Keskmise kiirusega pürolüüs ja selle saadused erinevad tugevasti kiirpürolüüsist ja selle saadustest. Kui kiirpürolüüsi puhul oli võimalik saada 75 wt% saagis puidu kuivainest, mis sisaldas 25% niiskust, mida eraldada pole võimalik, siis



Pürolüüsiõli fraktsioneerimine (BTG Bioliquids BV Hollandis).

Fractionated products from fast pyrolysis bio-oil (BTG Bioliquids BV).

keskmise kiirusega pürolüüsi puhul on vedelfraktsiooni saagis väiksem, s.o umbes 50 wt%, aga saadus on selgelt eraldunud suurema kütteväärtusega õlifraktsioon ja orgaanikat sisaldav veefraktsioon.

Pürolüüsi protsessi produktid jagunevad:

- 50wt% vedelfraktsioon (orgaanika + orgaanikat sisaldav veefraktsioon)
- 25 wt% gaasi
- 25 wt% tahke jääk – süsi

Tootmise tasuvust arvestades võiks eespool nimetatud saagiste puhul saada söe müügihinna 100 €/t korral kolmandiku müügikäibest, teist sama palju võiks saada peenkeemia toodete realiseerimisest, mida saab küll väikestes kogustes, aga mille ühikuhind võib olla kuni 50 k€/t. Ülejäänud sissetulek tuleks õli müügist.

Laborikatse Kohtla-Järve kompetentsikeskuses

Katse eesmärk oli demonstreerida puidust õli saamist sarnases reaktoris ja sarnasel moel, nagu saadakse pürolüüsimisel õli põlevkivist.

Materjal

Värsket leppapuitu suhtelise niiskusega umbes 50wt% kuivatati soojal põrandal nädala jooksul. Katseks kasutati sõelutud, umbes 3 cm suurust hakkpuitu.



Vedelfraktsioon pürolüüsi protsessist, milleks on orgaanikat sisaldav veefraktsioon.

Aqueous liquid phase from fast pyrolysis of wood.

Meetod

Enne katse sooritamist mõõtsime puidu niiskust, mis oli 5,71wt%. Täitsime 5-liitrise reaktori ja sellesse mahtus 1241,2 g hakkpuitu. Seega on sellise kütuse puistetiheus $1,2412/0,005 = 248 \text{ kg/m}^3$. Reaktorit kütisime elektriga ja pürolüüsi temperatuuriks valisime 500 °C.

Saagised:

1. Vedelproduktid kokku 580 ml / 614,6 g. See oli selgelt eraldunud kahte faasi, millest üks oli tume õli ja teine osa orgaanikat sisaldav vee osa, vt fotot vedelfraktsioonist. Saagiseks 49,5 wt%.
2. Tahke jääk ehk puusüsi 335,2 g. Saagiseks 27,0 wt%.
3. Ülejäänud osa oli kondenseerumatu gaasid, mida me kokku ei korjanud. 23,5 wt%.

Söestamine

Söestamisel on eesmärgiks maksimeerida pürolüüsi protsessi tahket jääki. Eestis toodetakse tööstuslikult grillsütt (*charcoal*). Kui aga sama toode on kasutusel näiteks mullaviljakuse parandajana, siis kutsutakse seda biosöeks (*biochar*).

Söestamise protsessi esimeses faasis puit kuivab ja eraldub vaid veeaur. Seejärel temperatuur tõuseb ja juba alla 200 kraadi tem-

peratuuril algab pürolüüs. Lenduvad esmalt kõige kergemad gaasid, mida saab kasutada põletamiseks, et saada protsessile vajalik soojus. Temperatuuri hoitakse suhteliselt madalana, umbes 400 °C juures, selleks et söe saagis oleks suurim. Saadud süsi ei ole puhas süsinik, vaid sisaldab lisaks mineraalainetele ka veel seni eraldumata raskemaid süsivesinikke. Olenevalt soovitud söe kvaliteedinõuetest saab söesaldust suurendada näiteks temperatuuritõusuga, tänu millele seni lagunemata raskemad süsivesinikud lagunevad ja lenduvad gaasina. Seda rohkel määral pürolüüsitud toodet nimetatakse koksiks (*coke*).

Ühe tonni söe tootmiseks kulub umbes 7 tm puitu. Puidu kuivaines on umbes 50% süsinikku ja üks tihumeeter puitu kaalub 444 kg. Teoreetiliselt võiks saada puusütt üle 200 kg tihumeetri kohta, aga praktikas saadakse kuni 35% kuivainest, s.o umbes 150 kg/tm.

Gaasistamine

Gaasistamine on protsess, kus eemärk on maksimeerida pürolüüsigaasi väljatulekut, vt fotot puidust toodetest, viies pudel. Gaasi kasutamise eesmärgist sõltuvalt valitakse gaasistamistehnoloogiat, mis võimaldab saada soovitud puhtusastme ja koostisega gaasi.

Suuri tööstuslikke gaasistamistehnoloogiasid Eestis kasutusel ei ole. Töötavaid puugaasigeneraatoreid on Eestis alla kümne. Tüüpiline väike puugaasigeneraator toimib koostootmisjaamana, kus puidu elektriks muundamise kasutegur on umbes 23%. Suur osa puidus olevast algsest energiast kulub puidu kuivatamisele suhtelise niiskuse protsendini 10–15, mis on puugaasist jaoks optimaalne. Gaasireaktoris puit osaliselt põletatakse protsessi jaoks vajaliku soojuse saamiseks ja tekkinud õhulämmastikku ja CO₂ sisaldav suhteliselt lahja puugaas põletatakse sisepõlemismootoris vahekorras 1 osa õhku ja 1 osa puugaasi. Mootori jahutusvett saab vajadusel kasutada näiteks hoonete kütteks.

Tõrv ja tõkat

Tõrvaks nimetatakse toodet, mis on aetud (tavaliselt) männijuurikatest ja vaigustest oksa- ja tüveosadest. Tõkat on kasekoorest aetud tõrv.

Tõrva üheselt defineeritud polegi, kuna selle all mõistetakse nii erinevaid ühendeid. Üks adekvaatsemad definitsioone on see, et tõrv on segu orgaanilistest kompleksetest süsivesinikest, sh aromaatsed ja hapnikku sisaldavad ühendid, mille molekulmass on suurem kui 78, mis on benseeni molekulmass.

Kohalikud energiaallikad ja nende kasutamine

Noppeid Eesti trükiajakirjandusest 2016–2017

HAKKPUIT

■ 18. august 2016 Põhjatäht, KIK eraldas SW Energiale Kärla katlamaja renoveerimiseks toetust

Keskkonnainvesteeringute Keskus (KIK) eraldas SW Energiale Kärla keskkuse katlamaja renoveerimiseks toetust summas 99 999 eurot pluss käibemaks. Plaanis on ehitada uus hakkpuidul töötav täisautomaatne mehitamata katlamaja.

■ 26. oktoober 2016 Sõnumitooja, SW Energia ehitab Raasikule uue katlamaja ning soojatrassi

Raasiku valla uue soojatootja SW Energia piirkonnajuht lubab, et nemad lähiaastatel soojahinda ei tõsta. Raasiku valla uue soojatootja SW Energia OÜ nimi on Raasiku kandis tuttav – ettevõtte on viimased kaks aastat pakkunud hoolde- ja opereerimisteenust Mistra-Autextile kuulunud katlamajas ning ehitab praegu Kehrasse uut katlamaja. Nüüd on SW Energia hallata kogu Raasiku valla kaugküttevõrk, plaanis on ehitada Raasikule uus katlamaja, remontida Aruküla oma, renoveerida trassid ning viia kütmine üle hakkpuidule.

■ 18. mai 2017 Maa Elu, Tsirguliinast tuleb värviline multš

Mullu sügisel asutatud Estmulch OÜ toodab Valgamaal Tsirguliinas lisaks naturaalsele veel kuut värvi multši, mida saab kasutada aianduses ja haljastuses pinnasekattematerjalina.

TUULEENERGIA

■ 5. august 2016 Saarte Hääl, Tuul, päike, puit ja läga saavad Saaremaal elektriks

Eesti suurima jaotusvõrguettevõtte OÜ Elektrilevi teenindusallas on Saare maakond kõige elektrijaamade rohkem piirkond. Et Saaremaa elektrivõrk on aga ette nähtud suhteliselt vähesel tarbimise jaoks, siis see suuremas matus elektritootjate liitumist ei võimalda.

Võimsuse poolest jagunevad jaamad järgmiselt: tuuleelektrijaamad – 17 072 kW, päikesesajaamad – 784 kW ja koostootmisajaamad – 2920 kW. Seega tuleb umbes 80% tootmisvõimsusest tuuleelektrijaamadest.

■ 19. jaanuar 2017 Pärnu Postimees, Tootsi tuulepargist saab Estonian Airi uus vaatus

Riigi otsuse tõttu eraldada Tootsi tuulepark Eesti Energiale on pöördunud Euroopa Komisjoni poole ja läinud kohustusse hulk tuuleenergia ettevõtteid, kes nõuavad otsuse tühistamist. Suurimat tuuleenergia tootjat esindava Allar Jõksi sõnusti võib seda juba lugeda pretsendiks. „Sellise argumentatsiooni ja suurusjärguga vaidlust ei ole Eestis varem olnud,“ rääkis Sorainen advokaadibüroo vandeadvokaat Allar Jõks, kes esindab vaidluses riigiga Nelja Energias ja selle tütarfirmasid VV Tuulepargid, Aseri Tuulepark, Pakri Tuulepargid ja Hanila Tuulepargid. Suurusjärgu all peab Jõks silmas kuni 15 miljoni eurost summat, mille ulatuses on riik tuuleenergia ettevõtete hinnangul andnud Tootsi Suursoo eraldamisel Eesti Energiale riigiabi.

■ 20. jaanuar 2017 Pärnu Postimees, Eesti Energia juht: Tootsi tuulepark annab sama raha eest poole rohkem

Eesti Energia arendatav Tootsi tuulepark suurendab tuuleenergia tootmist Eestis peaaegu 300 gigavatt-tunni võrra aastas. Riigi energiaettevõtte juht Hando Sutter ütleb vastulauses erasektori tuuleenergia ettevõtetele, et kasvav tuuleenergia toodang elektritarbijate taastuvenergia tasu ei tõsta, küll aga vähendab tuuleenergia tootjatele makstavat toetusmäära. Tootsi tuulepargi ümber keerlevate vaidluste eesmärk on Sutteri sõnusti takistada uue tuulepargi juurdepääsu taastuvenergia toetusele, millele kehtib iga-aastane 600 gigavatt-tunni piirmäär.

■ 15. veebruar 2017 Äripäev, Hiiu- maa meretuulepark astus sammu rajamisele lähemale

Juba kümme aastat Hiiumaa loode- ja põhjaküljele kavandatud kuni 160 tuulikuga meretuulepargi rajamine sai möödunud reedel keskkonnaministriumilt rohelise tule.

„Valminud keskkonnamõjude hinnang annab meile kindluse, et meretuulepark rajatakse viisil, millel puuduvad olulised negatiivsed mõjud nii Hiiu- maa elanikele kui ka külastele,“ sõnas tuuleparki kavandava AS Nelja Energia tegevjuht Martin Kruus, viidates sellele, et seljataha on jäänud mitu aastat väldanud alusuuringud, millel nüüdseks kokku pandud lõppraport põhineb. Hiiumaa rannikust umbes 12 kilomeetri kaugusele planeeritud pargi valmimiseni on aga veel pikk tee minna.

■ 20. aprill 2017 Äripäev, Taastuvenergia osa tarbimises suurenes

Esimeses kvartalis tootsid Eesti elektrijaamad taastuvenergiat 424 gigavatt-tundi ja taastuvenergia moodustas 15,8 protsenti elektrienergia kogutarbimisest, mis on ligi 3 protsendi võrra rohkem kui möödunud aastal samal ajal, teatas Elering. Aasta tagasi esimeses kvartalis kattis taastuvenergia 13 protsenti kogutarbimisest ja 2015. aasta samal perioodil 17,8 protsenti. Taastuvenergia osakaalu selle aasta sihttasemeks on Eesti seadnud 15,2 protsenti.

Tuuleenergia moodustas esimese kvartali taastuvenergia kogutoodangust 44,9 protsenti ning toodetud 191 gigavatt-tundi oli eelmise aasta sama perioodiga võrreldes heade tuuleolude toel kolmandiku võrra suurem.

■ 28. aprill 2017 Äripäev, Tootsi tuulepargi maa läheb avalikule pakkumisele

Valitsus loobub kirgi kütnud plaanist anda Tootsi Suursoo kinnistu üle Eesti Energiale ning korraldab endise turbamaardla müügiks avaliku enampakkumise. Valitsus tühistas eilsel kabinetinõupidamisel varasema korralduse, millega oleks kinnistu antud ilma enampakkumiseta üle Eesti Energiale. Hulk tuuleenergia ettevõtteid pöördus kinnistu enampakkumiseta eraldamise

asjus kohtusse. Firmed leidsid, et riik on Tootsi Suursoo riigifirmale andmisega andnud kuni 15 miljoni euro eest ebaseaduslikku riigiabi.

■ 7. august 2017 Õhtuleht, Hiidlased tuulepargi vastu: „Miks me peame Hiiumaaga riskima?“

Mittetulundusühingu Hiiu Tuul juhatuse ja Hiiu vallavolikogu liige Inge Talts edastas ühe Hiiumaa sõbra küsimuse tuulepargi keskkonnamõtjude aruande arutelult. Aruandes lubatakse, et tuulepargi müra Hiiumaal vastaks elamupiirkonna normile. „Miks on vaja müra normini tõsta,“ küsib Talts. „Hiiumaale tullaksegi ju selleks, et olla vaikus.“

Hiljuti sõlmiti Hiiu valla ja aktsiaselts Nelja Energia vahel koostööleping, mis Hiiumaale meretuulepargi rajamise korral tagab vallale osa tulust. AS Nelja Energia plaan on 12 kilomeetri kaugusele Hiiumaa rannikust rajada meretuulepark võimsusega 700 kuni 1000 MW, mis on 100 kuni 160 tuulikut. Ometi ei tohiks mitmete kohalike elanike arvates tuulepargi projektiga Hiiumaal jätkata.

■ 16. november 2017 Tööstus, ajalehe Äripäev lisa, Tuuleenergia märksõnad: kasv, odavnemine, digitaliseerimine

Tuuleenergiast on praegu aktuaalsed kolm märksõna – kasv, hinna odavnemine ja digitaliseerimine.

PÄIKESEENERGIA

■ 9. veebruar 2017 Äripäev, Eesti Energia katsetab päikeseelektrit

Eesti Energia hakkab müüma päikeseelektrit ettevõtetele, kes peavad ise päikeseenergia tootmist tülilaks ja kulukaks. „Päikesepaneelid on nii palju odavamaks läinud, et nüüd on meie laiuskraadil see hetk, kus päikeseenergia hakkab tasuvaks saama,“ ütles Eesti Energia tootearendusjuht Teet Kerem.

■ 24. märts 2017 Tartu Postimees, Raadi vanal sõjalennuväljal hakkab laiuma suur päikeseпарк

Tartu servas enam kui 600 hektaril laiulal Raadi endisel sõjalennuväljal kasvab noor mets, selle vahelt paistavad varemed. Punakotkaste lahkumise on möödas veerandsada aastat,

vanale lennuväljale on selle ajaga ehitatud vaid õhulosse. Nüüd on lennuvälja kaugemas otsas, Tartu ja Luunja valla mail puhumas uued tuuled: sooja- ja elektritootja Fortum Tartu plaanib sinna päikeseenergia tootmise pargi rajada. Planeeringu eesmärk on päikeseenergia tootmise park, mille võimsus on 50–60 MW.

■ 5. aprill 2017 Äripäev, Päikeseenergia osa kasvab tänu energiasaadusele

Päikeseenergia kasutajate hulgas on eraklientide kõrval suurenenud ettevõtete osakaal. Seda soodustab tehnoloogia hinnalangus, teisalt on ettevõtete jaoks üha olulisem olla võimalikult keskkonnasäästlik. Tehnoloogia odavnemine ja toodangu võimsuste kasv on tugev kombinatsioon. Kujundlikult öeldes tähendab see järjest võimsamaid päikesepaneelide ühe ruutmeetri kohta.

■ 13. aprill 2017 Harju Elu, Keila päikeseelamu valmib sügisel

Keila linnas Piiri tänav 5a kinnistule ehitatav kortermaja eristub teistest hulga energiasäästlike uuenduste poolest. Hoone katus ja rõdude piirded kaetakse üle 400 päikesepaneeliga, 32 korteriga viiekorruselise elamu valmib veel tänavu sügisel.

■ 19. juuni 2017 Äripäev, Tuulefirma püüab päikest

Praegu Eesti suurimaks tuuleenergia tootjaks peetava ja äsja Läti graanulitootmise ning koostootmisjaama rajanud Nelja Energiaga seotud investimisettevõtte püüab samuti päikest. Tallinnas tegutsev ja Nelja Energia aktsionäridega seotud investimisettevõtte Marble Invest OÜ tütarettevõtte Ubik Solutions valmistas koostöös TTÜ teadlastega uudse päikeseenergia muunduri, mis on mõeldud väiksematele päikeseenergia lahendustele.

■ 7. juuli 2017 Sakala, Kaht Männimäe kortermaja toidab päikeseenergia

Viljandis Männimäe elurajoonis töötavad kahe kortermaja katusel päikesepaneelid ning ühistu esindajate kinnitusest toovad need elanikele rahalist kasu.

Möödunud aastal said kaks Männimäel vastamisi seisvat maja renoveerimise käigus päikesepaneelid. Riia maantee 34a katusele pandi 44 ning

Männimäe tee 31 maja katusele 45 päikesepaneeli.

■ 7. august 2017 Lääne Elu, Päikeseenergia valgustab nüüd veel kuut bussipeatust

Lääne-Nigula vald paigaldas bussipeatustesse kuus päikese jõul töötavat valgustit. Valgustuse said Turvalepa, Koela, Saunja, Kirimäe ja kaks Rehemäe bussipeatust. Kokku on neid Lääne-Nigulas nüüd kahekümne ringis, ütles Lääne-Nigula vallavanem Mikk Lõhmus. „Kogu raha, ligi 10 000 eurot, tuli valla eelarvest,“ ütles Lõhmus. Valgustid paigaldati liiklusohutuse suurendamiseks.

■ 17. august 2017 Järva Teataja, Ettevõtja rajab 4500 paneeliga päikesejaama

Päikesejaama rajab Eesti kapitalil põhinev ettevõtte Olsson & Nielsen Nordic OÜ. Jaama arendaja Aap Hirvesoo täpsustas, et paneelid võtavad tulevikus enda alla ligi kaks ja pool hektarit maad. Hektar kinnistust jääb tulevikumõtetele, kus elektrienergiat võiks edaspidi ka kohapeal tarbima hakata.

■ 5. september 2017 Võrumaa Teataja, Väimelas valmib võimas päikeseпарк

Järgmisel nädalal valmib Väimelas 400 kWp* võimsusega päikeseпарк, mille rajab OÜ Solar4you. Firma tehniline juht Andres Ruusmann ütles eile Võrumaa Teatajale, et tööd on kavas lõpetada 11. septembril. „Alustasime päikesepaneelide paigaldamisega kolm nädalat tagasi. Paigaldajaks on meie alltöövõtja. Tegu on üle keskmise suurusega pargiga ja taoliste ehitusaeg ongi tavaliselt kuu aega, kui mingeid tõrkeid ei tule.“

BIOKÜTUS

■ 1. august 2016 Meie Kodu, Kunda saab ainulaadse biometaanitootmise

Kohalikule kapitalile kuuluv Green-Gas Energy ja haavapuitmassi tehas Estonian Cell kirjutasid alla lepingule, mille alusel rajatakse Kundasse Baltimaade esimene biometaanitootmisüksus. Investeeringu väärtus on ligi 3,5 miljonit eurot. GreenGas Energy plaaneerib ühes aastast toota 6–7 miljonit kuupmeetrit biometaanit, mis on võrreldav Narva, Tartu ja Pärnu liinibusside aastase kütusekogusega.

■ **18. jaanuar 2017 Autoleht, Biokütus jõuab lõpuks ka Eestisse**

Bensiini sekka piiritust, diislikütusse sünteetilist biodiislit, maagaasi hulka biometaani – nii kavatseb Eesti täita kohustuse muuta kümme protsenti mootorikütusest taastuvtoormest pärinevaks. Aastaks 2020 peab ka Eestis kümme protsenti transpordikütusest pärinema taastuvallikast, nõuab Euroopa Liit (EL). Eesti on ses vallas rongist väga maha jäänud, sest kui ELis keskmiselt liigub taastuvkütuse jõul umbes 6 protsenti autodest, laevadest ja lennukeist, siis meil on biokütuse turuosa kõigest 0,2%.

■ **10. mai 2017 Pärnu Postimees, Väike ja suur häda töödeldakse gaasiks**

Pärnakast ettevõtja Rain Jung, kes jagab oma tegemisi suvepealinna ja pärispealinna vahel, on osaline ambitsioonikas plaanis töödelda kogu Eesti reoveesete. „Tahame Pärnus teha pilootprojekti: korjata kokku kogu reoveesete, seda kääritades võtta välja biogaasi, puhastada see biometaaniks kvaliteedis, mis võimaldab seda kasutada samaväärselt maagaasiga ja millega on võimalik kütta kodusid, busse, teha elektrit. See, mis kääritusest järele jääb, kõlbaks põlule väetiseks,“ selgitas Jung. Mõte on pakkuda jätkusuutlikku lahendust reoveesete ja liigiti kogutud biojäätmete käitlemiseks. Ja seda Eesti-ülese lahendusena.

■ **24. august 2017 Lõunaleht, Võrus avati Baltikumi moodsaim tankla**

Teisipäeval avas Alexela Oil Võrus Kose teel pidulikult Baltimaade kõige moodsama tankla. Selles tanklas saab tankida kõiki liike kütuseid, millega Eestis praegu sõita saab, sealhulgas kahte sorti gaasi, ja laadida ka elektrit.

■ **13. november 2017 Äripäev, Biometaani tanklad kerkivad kogu Eestis**

Keskonna Investeeringute Keskus on toetanud 15 biometaanitankla rajamist kokku 2,6 miljoni euroga, enim toetusraha sai Alexela.

AS Alexela Oil on kaheksa tankla tarbeks saanud 1,15 miljonit eurot, lisaks sai samasse gruppi kuuluv AS Alexela Energia Võrru mobiilse lahustankla rajamiseks 130 050 eurot. ASi Jetoil omanikega seotud OÜ Jetgas on saanud kolme biometaani tankla projektiks

840 000 eurot ja AS Eesti Gaas samuti kolme tankla rajamiseks 476 140 eurot.

■ **22. november 2017 Virumaa Teataja, Eesti Gaas hakkab biometaani müüma**

AS Eesti Gaas ja Rohegaas OÜ sõlmisid koostöölepingu, mille kohaselt ostab Eesti Gaas järgmise kahe aasta jooksul Rohegaas OÜ-lt ligikaudu 11 miljonit kuupmeetrit biometaani. Eesti Gaasile kuulub seitse surugaasitanklat, kus biometaani ehk rohegaasi müüakse.

Ettevõtte teatel lisandub neile selle aasta lõpus üks tankla Tallinnas ning uuel aastal plaanitakse avada kolm müügikohta, üks neist Rakveres Rägavere teel Eesti Gaasi kinnistul. Biometaani müük saab võimalikuks, kuna Rohegaas OÜ koostöös haavapuitmasitehasega AS Estonian Cell rajab Kunda-Baltikumi esimese biometaani tootmise üksuse, mis alustab tööd uue aasta alguses.

PRÜGI

■ **4. oktoober 2016 Eesti Päevaleht, Jäätmete põletamine jättis prügiladjõude**

Tallinlaste kodude ja Kunda tehasekatelde kütmiseks kulub nii palju prügi, et seda tuleb importida. Veel kuus aastat tagasi ladestati prügilasse kaks kolmandikku Eesti kodudest kogutud olmeprügist. Seejärel käivitusid Tallinnas Ragn-Selli ja Jõelähtme prügila prügikütusetehtased (ingl RDF – *refuse derived fuel*), 2013. aastal ka Iru elektrijaama prügipõletusplokk ja olmeprügi vedu prügilasse kahanes kümnendikuni kodudest kogutud prügist. Keskonnaagentuuri jäätmearuandluse infosüsteemi JATS andmeil koguti mullu Eestis 395 516 tonni olmeprügi. Eesti Energia Iru jaama prügiplokk põletas samal aastal 245 000 tonni olmeprügi, teised taaskasutajad, nende seas RDFi tehased, kasutasid ligi 160 000 tonni. See tähendab, et Eestil ei jäänud enam olmeprügi üle, vaid pigem puudu.

■ **6. jaanuar 2017 Harju Elu, Irusse tuleb prügi ka Inglismaalt**

Mullu tootis Maardus asuva Iru elektrijaama jäätmepõletusjaam 129 gigavatt-tundi elektrit ja 292 gigavatt-tundi soojust, mis on uus rekord. Põletati 248 000 tonni segaolmejäätmek

mida on 3000 tonni rohkem kui aasta varem. Samas katsetati ka hakitud rehvide põletamist. Tunamullu tekkis Eestis üle 308 000 tonni segaolmejäätmek. Iru jaam suudaks aastaks energiaks töödelda kuni 250 000 tonni jäätmeid. Täisvõimsusel töötades põletab jaam tunnis keskmiselt 30 tonni segaolmejäätmek. Keskmiselt käib Iru ligi 70 prügiautot päevas.

■ **17. veebruar 2017 Äripäev, Prügi põletamine on liiga lihtne**

Eesti ja Euroopa Liidu ühine eesmärk on võtta 2030. aastal uuesti ringlusse ligi 65% segaolmejäätmek, millest saaks toota uusi tooteid. Eestis tekib igal aastal ca 300 000 tonni segaolmejäätmek, millest suurem osa põletatakse, alla kümnendiku läheb prügilasse ja sordituna eksporti. Ringlusse jõuab kolmandik olmejäätmek. Prügi põletamine elektrijaamades ei ole keskkonnaohalik lahendus. Tänapäevased elektrijaamad järgivad väga rangeid keskkonnanorme ja aitavad vähendada fossiilsete kütuste kasutamist. Prügist energia tootmine on parem alternatiiv prügi ladestamisele prügilates, kuid põletusse peaks jõudma vaid sellised jäätmed, mida pole võimalik ringlusse võtta.

■ **9. november 2017 Maaleht, Kas plaanitav põletamismaks ajab eestlased lõpuks prügi sorteerima?**

Keskonnaministeerium tahab kehtestada jäätmek põletamise maksu ja tõsta jäätmek prügilasse ladestamise tasu. See muudaks olmejäätmek äraveo kallimaks ja peaks panema inimesed rohkem prügi sorteerima.

Eestis on olmejäätmek sortimine olnud kohustuslik juba ligi kümme aastat, kuid see pole loodetult käima läinud. Eesmärk on aastaks 2020 ringlusse võtta vähemalt 50 protsenti olmejäätmek, kuid 2014. aastal oli see 32 ning 2015. aastal vaid 30 protsenti.

Peamine sorteerimise põhimõte seisneb selles, et ringlussevõtt oleks põletamise ja ladestamise kõrval odavam. Siuliselt tähendabki see põletamismaksu kehtestamist ning jäätmek prügilasse ladestamise tasu tõstmist. See suurendaks ministeeriumi hinnangul jäätmekäitlejate motivatsiooni korraldada olmejäätmek liigiti kogumist paremini.

Ülevaate koostamisel oli abiks
dea.digar.ee



FOTO REIN VESKI

Eesti Turbaliit – 25



REIN VESKI

24. novembril 2017 tähistas Eesti Turbaliit (www.turbaliit.ee) Tallinnas Nordic Hotel Forumis konverentsiga oma 25. tegutsemisaastat. Tagasivaate tegutsemise algaastatele tegi Turbaliidu esimene esimees Tiit Saarmets (fotol ettekannet tegemas) ASist Tootsi Turvas.

Ta oli ka aastatel 1996–1999 ajakirja Eesti Turvas / Estonian Peat toimetuskolleegiumi liige. Nimetatud väljaanne oli ajakirja Põlevad ja Mittepõlevad Energiaallikad eelkäija alates aastast 1993.

Eesti energeetikaministri Arvo Niitenbergi ja keskkonnaministri Andres Tarandi toetusel asutatud ajakiri oli eelmise sajandi lõpus turba- ja energeetika-keskne, hiljem rohkem keskkonda väärtustav ja on nüüd oma 25. ilmumisaasta künnisele kaarega tagasi jõudnuna jälle energeetikakesksem.

Palju põnevaid ettekandeid

Saarmets kirjastas juubeliks raamatu „Eesti turbaressurs: säilitamine, kaevandamine ja kasutamine“. Jüri Tiidermann osaühingust ASB Greenworld Eesti andis ülevaate kasvuturba turu arengust ja tulevikusuundumustest, millega meie turbatöötajatel tuleb paratamatult arvestada.

Külalisesineja Mia Suominen Soome firmast Vapo OY rääkis turba uutest kasutus-suundadest, Henri Satuli konsultatsioonifirmast Aula Europe (http://www.aulaeurope.eu/en_GB/front-page) ELi energiaturba eeskirjadest.

Kõlasid veel ettekanded MKMi geoloogiateenistuse projektijuhilt Alvar Soesoolt geoloogiateenistuse moodustamisest, muinsuskaitseameti vealuse pärandi vaneminspektorilt Maili Roiolt sooarheoloogiast, keskkonnaministeeriumi looduskaitse peaspetsialistilt Herdis Fridolinilt soode väärtustest ja kaitstusest, Heiki Kanne Aesti Skincare OÜst tutvustas turbast tehtud kosmeetikatooteid, Turu-uuringute ASi ettekanne rääkis elanike teadlikkusest ja hoiakutest maapõue, sh turbatootmise valdkonnas.

Kõige enam küsimusi kutsus esile Tartu ülikooli loodusgeograafia teaduri Mait Sepa ettekanne „Kliima muutustest emotsioonideta“.

Arutelu emotsioonideta siiski ei kulgenud, kuna turbakaevandamine on üks ilmastikust enim sõltuvaid majandusharusid. Et mitte sõltuda vihmast, tuleks tehnoloogiat muuta, see aga ei pruugi olla odav.

Paduvihma trotsides mindi ka üle tänava Merineitsi restorani pikaks veninud teisest-pidulikust üritusest lõõgastuma ja Eesti Vabariigi 100. sünnipäevale pühendatud revüüd vaatama. Seal anti võimalus neile, kes vabaduse nimel polnud lubanud kartulikoori süüa, nüüd seda teha. Nimelt on restorani menüüs „Höbelõhe kartulikoortega“, motoks: „Kui need on Eesti kartulikoored, siis sellises Eestis tahaksin elada“.

Turbaliidu tegevdirektor Erki Niitlaan andis konverentsile eelnenud aastakoosolekul ülevaate 14.–20. juulil 2020 Eestis toimuva 750 osavõtjaga rahvusvahelise turbakongressi – 16th International Peat Congress – ettevalmistustööst. Ka seekord on kavas, nagu varasematelgi kordadel, arutada turba ja turbamaade üle üldisemalt, täpsemalt ökosüsteemi teenuste üle (<http://www.turbaliit.ee/international-peatland-congress-2020/>). Kongressist osavõtjate jaoks on Turbaliit lasknud teha Eestist ja meie turbaalal tegutsejatest video.

Raamatud

Climate change and environmental ethics.

Ed V. P. Nanda. Transaction Publishers. New Brunswick (N.J.). London. 2011. 283 pp.

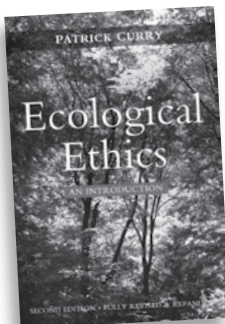
Kliimamuutusi ja keskkonaeetikat käsitleva artiklikogumiku esmatrükk jõudis meie raamatukokku suure hiline misega. Probleem pole selle ajaga oma tähtsust kaotanud. Raamat jaguneb kaheks: üldiseks (Gaia hüpoteesi prohvetlik ettearvatus, eetika ja antropotsentrismile vastanduv biotsentrism, kliimapolitiika moraalne kahetähenduslikkus, ettevaatlik vastutamine) ja rakenduslikuks (uus paradigma ja eetika, globaalkriisid ja reformid).



Curry, P. Ecological Ethics. An Introduction.

Polity Press. Cambridge. Malden (Mass.). 2nd ed., fully revised and expanded. 2016. 332 pp.

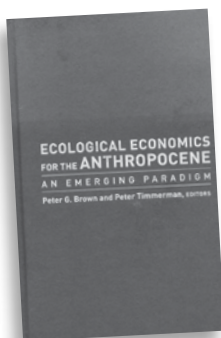
Patrick Curry raamat ilmus esimest korda 2012. aastal, sinne on selle kolmas, parandatud ja täiendatud väljaanne, mille 15 peatükiga tutvumine võimaldab süvenemist ökoloogiaetika probleemistikku. Sel teemal pole vist kirjutatud raamatut, kus ei nendita ülemaailmsel kriisi ja kriisi põhjustajat – inimest. Ökoloogiline eetika väärtustab muid organisme neid inimesele vastandamata. Vastandatakse näiteks realismi relativismile, arutatakse naturalismile iseloomulike eksiarvamuste, religioosse ja ilmaliku ning muud liiki eetika üle. Kirjutatakse antropo- ja ökotsentrismist, eri värvingutega eetikatest – nt *environmentalism*, päästepaadi ökoloogia, loomaõigus, animanizm, biotsentrismi eri suunad, süva- ja tumeroheline ja muude varjunditega ökoloogia, sh kõige pikema nimega *Light Green or Shallow (Anthropocentric) Ethics*, Gaia teooria, ökofeminism, roheline budism jm. Käsitletakse moraali, teadmiste ja õppe küsimusi, sh ökoloogilise eetika algõpetust: Malthuse seisukohad, ülerahvastumine, kliimamuutus, energeetika, geotehnika, süsinikukaubandus, ökosüsteemi teenused, säästev areng, kasvupiirangud, kapitalism ja selle alternatiivid, väljapääsu leidmine.



Ecological Economics for the Anthropocene.

An Emerging Paradigm. Ed P. G. Brown, P. Timmerman. Columbia University Press. New York. 2015. 389 pp.

Ökoloogiline ökonoomika käsitleb majandust ökoloogia seisukohast, vaadeldavas kollektiivmonograafiasse on toodud Antropotseeni (inimese ajastu) mõiste. Uus paradigma on suuresti üles ehitatud ökoloogilise ökonoomika ühe alusepanija ameeriklase Aldo Leopoldi seisukohtadele. Autorid on üsna optimistlikud kosmosesse pürgiva inimkonna tuleviku suhtes, kuid on olnud sunnitud küsima: „Kas intelligents on tappev?“



Eesti Geoloogiakeskuse XXIV aprillikonverents. Maapõuekasutus ja keskkonahoid.

2016. 58 lk. http://www.egk.ee/wp-content/uploads/2016/03/Aprill2016_teesidA4_veeb.pdf

Ajakirja lugejatele huvipakkuvamad ettekanded on küllap järgmised: Ene Kadastiku (haridus- ja teadusministeerium) „Rahvusvaheline koostöö Eesti maapõueteaduste valdkonnas“, Erik Puura (TÜ) „Geoloogia areng Eestis – koostöö või rööprähklemine?“, Anto Raukase (TLÜ loodus- ja terviseteaduste instituut) „Kes ei tea minevikku, see ei suuda orienteeruda ka tulevikus“, Enno Reinsalu (TTÜ Mäeinstituut) „Fosforiidi-jooks“, Kalmer Sokmani, Eduard Pukkoneni (Eesti Energia) „Quo vadis Narva karjäär?“ ja Vello Kattai (EGEOS) „Kas lööme põlevkivi õlitööstusele hinged?“.



Eesti Geoloogiakeskuse XXV aprillikonverents. Maapõueuuringud uue tee alguses.

2017. 59 lk. http://www.egk.ee/wp-content/uploads/2017/03/Aprillikonverents_2017_teesidA4.pdf

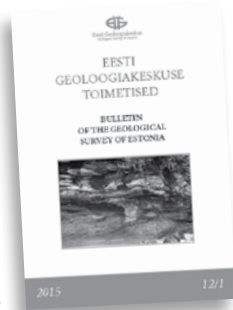
Märtsi viimasel päeval 2017 tähistati aprillikonverentsiga Eesti geoloogia-teenistuse 80. aastapäeva, mis tingis tagasivaatavaid ettekandeid. Huvipakkuv oli Erik Puura kogemus kombineerida geoloogia, keemia ning keemiatehnika alaseid teadmisi, et soovitada leostumis- ja kuumenemisprotsessidest haaratud diktüoneemaargilliiti sisaldavatele Maardu fosforiidikarjääri puistangutele prügimäe rajada. Neid oskusi on vaja veel maa-aluse gaasistamise kohta otsuse tegemisel jm. Anto Raukas rääkis näidete varal ebateadusest geoloogide mängumaal, täpsemalt mõõdetud taset šungiidkultusest. Tegemist on kivimiga, millest valmistatakse ilmastikukindlaid kive ja plaate hoonete sise- ja välisviimistluseks. Väino Puura ettekanne oli maapõuekasutuse ja loodushoiu teaduspõhisusest. Enno Reinsalu võttis üles Rakvere maardlast toodetud fosforiidi maksumuse küsimuse. Hardi Aosaar rääkis meetodilistest mõõdalaskmistest maailma põlevkiviuuringutel, Hella Riisalu geoloogiliste proovide laboratoorse analüüsi strateegiat põlevkivi näitel, Alla Šogenova, Kazbulat Šogenov ja Jüri Ivask uutest geotehnoloogiatest seoses põlevmaavarade ammutamise ja maapõues hoiustamisega. Valter Petersell, Siim Nirgi ja Mark Karimov rääkisid Kirde-Eesti mustade gneisside ja kiltade polümetalsest mineralisatsioonist. Jutt pole põlevkivina kvalifitseeruvast diktüoneemakildast, vaid laialt metamorfiseerunud grafiitgneissidest ja -kiltadest, kus grafiidikihi paksus ulatub isegi 1,6 meetrini ja süsinikusisaldus on vahemikus 5–15%.



Eesti Geoloogiakeskuse toimetised. 12/1. Bulletin of the Geological Survey of Estonia. 12/1.

2016. 81 lk. http://www.egk.ee/wp-content/uploads/2016/04/Toimetised_2015_A4_veeb.pdf

Toimetises käsitletakse ressursi ja maa-vara valitsemise ülevaatamist (Kaupo Reede, Timo Tatar ja Joel Peetersoo), majandusgeoloogiat (Väino Puura), säästvate arengut ja Eesti geoloogiat (Anto Raukas), küsitakse „Kauaks veel põlevkivi?“ (Eduard Pukkonen), arutatakse fosforiidi, keskkonna ja inimese vahetõrja (Valter Petersell), Ida-Virumaa tööstus- ja maastiku väärtustamise (Kaie Metsaots) üle jm.



Eesti Riigikogu toimetised,

2016. 33, 264 lk. <http://www.digar.ee/viewer/et/nlib-digar:294006/263243/page/3>

Toimetistes ilmusid artiklid Eesti Geoloogiateenistuse loomise vajadusest. See moodustati Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi 13.04.2017 käskkirjaga Rakverre alates 1.1.2018. Eesti Geoloogiakeskuse XXV aprillikonverentsi ettekannetest (vt ülal) kajastavalt rahulolu tehtud otsusega. Kalev Kallendal ilmus artikkel „Maavarasid tasub majandada“, Dimitri Kaljolt, Erik Puuralt ja Aivar Soesoolt „Eesti maapõue vajab süsteemset lähenemist – akadeemiline vaade praktiliste järeldustega“. Neis käsitleti kõiki meie maavarasid. Esitan artiklites võimendatud kohti: „Kuivendatud rabades turvas lihtsalt laguneb, emiteerides süsihappegaasi“, „Kõigis iPhone’ides kasutatakse kaheksat muldmetalli, millest kuus on olemas Eesti fosforiidis“, „Võti Eesti rahva looduse- ja kasutamiseks on reeglid, uuringud ja tipp tehnoloogia“, „Maapõuest ja maavarade kaevandamise tegelikest asjaoludest teab avalikkus üpris vähe“, „Maavara vallas on vajalikud uuringud ligi 30 aastat tegemata jäänud“, „Eestlaste arvamus maavarade uurimise ja kasutamise riskidest on jäänud nõukogude korra ja fosforiidisõja aegadesse“.



Eesti statistika aastaraamat. 2016. Statistical Yearbook of Estonia.

2016. Tallinn. 440 lk. https://www.stat.ee/valjaanne-2016_eesti-statistika-aastaraamat-2016

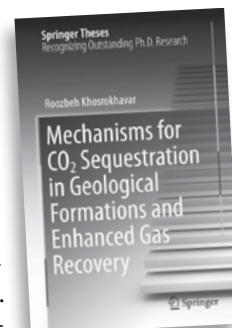
Meeldetuletuseks, et 2016. aastal ilmus Eesti statistika aastaraamat viimast korda paberikandjal ja on edaspidi kättesaadav vaid Statistikaameti veebilehel. Sealt on võimalik ka edaspidi saada andmeid põlevkivi, turba, turbabriketi, küttepuidu, -briketi ja -graanulite kaevandamise või valmistamise ning kasutamise kohta, ka välismaiste ja kodumaiste vedel- ja gaaskütuste kohta. Raamatus on 2014. aasta andmed võrdluses varasemate aastatega.



Khosrokhavar, R. Mechanisms for CO₂ Sequestration in Geological Formations and Enhanced Gas Recovery.

Springer. 2016. 111 pp.

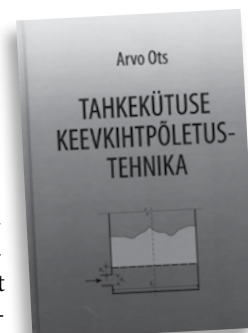
Huvipakkuv on Euroopa kildagaasi leiukohtade kaart seisuga 2013. Põhjust lõunasse kulgeb kaks katkevate võõndit, üks saab alguse Norrast, jätkub Rootsis, Saksamaal, Madalmaadel, Belgias, Luksemburgis, Prantsusmaal, Hispaanias ja Portugalis, teine algab kolme Balti riigiga ja jätkub Poola, Ukraina, Rumeenia, Serbia, Bulgaaria ja Türgi Euroopa-osaga. Osa riikidest on uuringud keelanud, Eesti mitte, kuid meil pole ka kildagaasi ega -naftat, vähemalt diktüoneemakildas ja kukersiitpõlevkivis mitte. Uuring on Belgia-keskne, kuid edusammud kildagaasi ja -nafta ammutamisel tagavad ettevõtetele ja majapidamistele madalama maagaasi ja nafta/naftasaaduste hinna, mis ei pruugi sugugi meeldida meie põlevkivilõuutajatele ja rohelise mõtteviisiga inimestele. Töös käsitletakse veel CH₄ ja CO₂ maa-alust ladustamist.



Ots, A. Tahkekütuse keevkihtpõletustehnika.

Toim L. Abo. TTÜ Kirjastus. 2016. 800 lk.

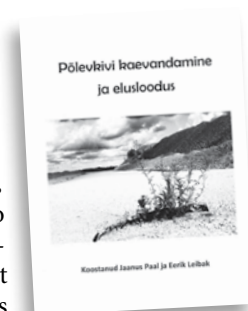
Arvo Otsa monograafia on väärikas jätk tema põlevkivi põletamise teemalistele raamatutele, mis ilmusid eesti ja inglise keeles. Vaatluse all oleva raamatu sisese juhatavas osas antakse ülevaade tahkekütuste põletamisest üldiselt ja keevkihis esinevatest üksiknähtustest, edasi juba põletamisest statsionaarses ja tsirkuleerivas keevkihis. Iseloomustatakse põlevkivi ja hakkpuidu ning nende koospõletamise ja kivisöö-põlevkivi põletamise katlaid. Monograafia on mõeldud käsiraamatuna inseneridele, uurijatele, doktorantidele ja üliõpilastele.



Põlevkivi kaevandamine ja elusloodus.

Koostanud ja toimetanud J. Paal ja E. Leibak. TÜ Kirjastus, 2017. 275 lk.

Kollektiivse monograafia autorid, lisaks koostajatele, Jaanus Paalile ja Erik Leibakule, on Madis Metsur, Ivar Ojaste, Indrek Tamm, Uudo Timm. Nad uurisid põlevkivibasseini eri alade kaevandamistundlikkust eesmärgiga selgitada piirkonnad, kus kaevandamine ohustab vähem ökosüsteemide funktsionaalsust. Käsitletakse karjäärialade korraldamist elukohtade soodsamaks muutmiseks, säilitamiseks või taastamiseks.



Tampio, E. Utilization of Food Waste Via Anaerobic Digestion. From Feedstock to Biogas and Fertilizers.

Tampere University of Technology, 2016.
75 pp. https://tutcris.tut.fi/portal/files/7939873/Tampio_1405.pdf

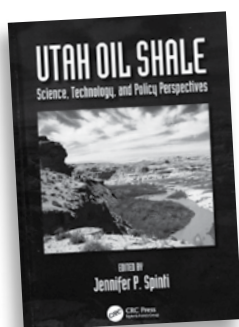
Doktoritöös antakse ülevaade toidu- ja jäätmete tekkimisest, koostisest, eeltöötusest ja anaeroobsest kääritlemisest, saaduste kasutusvõimalustest põllumajanduses. Leiti, et meetodil on potentsiaali toidujäätmete utiliseerimisel suure metaanisaagise tõttu, jäägid aga on põllumajanduskatsete alusel sobilikud lämmastikku sisaldava väetismaterjalina, kas kohe või pärast järeltöötlemist.



Utah Oil Shale. Science, Technology, and Policy Perspectives.

Ed J. Spinti. CRC Press. Boca Raton (Fla). 2017.
337 pp.

President Donald Trumpi kava luua töökohti (kuni 2000) võib aidata Enefiti Utah' projekti ellu viia. Ka artiklite kogumik räägib Utah' põlevkiviurintugest aastatel 2006–2015. Kirjutatakse põlevkivi sisaldavast alast ja selle veevaru kasutamisest, õhukvaliteedist ja süsinikehitmete küsimustest, põlevkiviurintugest Utah' ja kogu Green Riveri leiukohas, sh pürolüüsi eri variantidest, k.a maa-alusest töötlemisest. Kogumik on koostatud ajal, kui Enefiti osalus oli Ühendriikides teada, kogumikus on ka neile ja Red Leafle kuuluva ala kaart, millel on märgitud varasemate katsetuste kohad.



Veski, R. Tappev mõistus ehk elus- ja surnud aine, bio- ja noosfäär, inimkonna autotroofsus Vernadskiga ja Vernadskita.

2017. 450 lk.

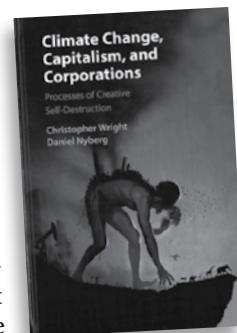
Ajakirja eelmises numbris kuulutasin sama raamatu ilmumist, kuid mitme ootamatu asjaolu tõttu ilmus see aasta hiljem uues küljenduses mahukamana. Raamatu osaline kokkuvõte ilmus ajakirja 2015. aasta numbris (lk 22–25), nüüd on ilmunud Mihkel Kunnuse raamatututvustus koos lühisukorraga <http://mihkelkunnus.blogspot.com/2017/03/meie-komberuum-vernadskiga-ja.html>, ja ma olen ise raamatus toodud mõtteid edasi arendanud: <http://forte.delfi.ee/news/teadus/teadlane-kusib-kas-me-oleme-ikka-veel-homo-sapiens-sapiensid?id=77404744>, <http://forte.delfi.ee/news/teadus/100-protsendi-toenaosus-kruokulmutatud-inimene-on-sama-surnud-kui-balsameeritud-vaarao?id=77157142>, <http://forte.delfi.ee/news/maa/teadlane-kirjutab-soda-on-viis-kuidas-elusloodus-endagahakkama-saab?id=78002764>.



Wright, C., Nyberg, D. Climate Change, Capitalism, and Corporations. Processes of Creative Self-Destruction.

Cambridge University Press. 2016. 254 pp.

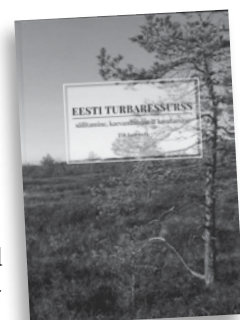
Christopher Wright and Daniel Nyberg tunnevad oma raamatus muret fossiilkütuste kasutamisest tulenevate kliimamuutuste pärast, mida põhjustab korporatiivne kapitalism ja keskkonnakaitse. Vihjatakse Karl Marxile, kellele oli kapitalism looduse lõputu ekspluateerimise majandussüsteem. (Samas on teada, et ühiskond ei saa areneda keskkonda mõjutamata – R. V.) Autorid visualiseerivad joonisel süsinikdioksiidi emissiooni langusperioode, mis said alguse 1970. aasta naftakriisiga, millele järgnes 1980. algusaastate majanduslangus, edasi NSV Liidu kokkuvärsimine (ka meil vähenes drastiliselt põlevkivi energeetiline kasutamine – R. V.), 1990ndate lõpuaastate Aasia majanduskriis ja 2009. aasta majandussurutis. Kriisid, mida peetakse arengut tagant tõukavateks, pole suutnud olukorda päästa, seda pole suutnud ka selles ega paljudes teistes raamatutes antud soovitusel.



Saarmets, T. Eesti turbaressurss: säilitamine, kaevandamine ja kasutamine.

2017. 195 lk.

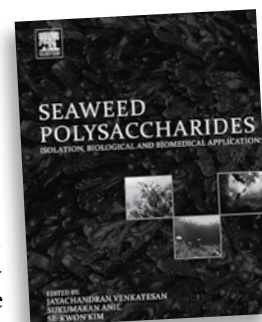
Turbakaevandamist õppinud, õpetanud, kaevandamistööd juhendanud ja ammandatud turbaraba korrastanud Tiit Saarmets kirjastas värvitrüki suu-reformaadilise raamatu turbakaevandajatele ja -kasutajatele, aga ka valdkonna vastu huvitundjatele.



Seaweed Polysaccharides. Isolation, Biological and Biomedical Applications.

Toim J. Venkatesan, S. Anil, S.-K. Kim. Elsevier. Amsterdam. 2017. 392 pp.

Raamat vetikate polüsahhariidide kohta on siiski eeskätt mõeldud medikutele, kuid raamatu lõpulehekülgedel on kirjutatud ka vetikate kasvatamisest, bioetanooli tootmisest, nende väetisena ja muuks otstarbeks kasutamisest. Samuti antakse väga põhjalik ülevaade vetikate keemilisest koostisest.



**ÜLEVAATE RAAMATUSEST
KOOSTAS REIN VESKI**

Doktorikraadi kaitsmisi

Allik, A. Design of Distributed Energy Solution Based on the Increasing of Direct Consumption of Electricity Generated from Wind and Solar Energy (Hajaenergeetika lahenduse planeerimine lätudes tuule- ja päikeseenergiast toodetud elektri kohapealse otsetarbimise osakaalu suurendamisest). Eesti Maaülikool (EMÜ). 2016. 152 lk. <https://dspace.emu.ee/xmlui/handle/10492/2999?locale-attribute=et>
Alo Alliku tööst selgub võimalus suurendada taastuvenergia otsetarbimist. Nii on näiteks soovitatud väiketuulikute inverteri suurust vähendada, kasutades inverteri-eelset elektrienergiat osaliselt tarbevee soojendamiseks, mis suurendab kohapeal tarbitava taastuvenergia osakaalu. Juhendaja professor Andres Annuk (EMÜ), oponent professor Emmanuel S. Karapidakis (Technological Educational Institute of Crete, Kreeka).

Espenberg, M. Impact of Management on Peatland Microbiome and Greenhouse Gas Emissions (Inimtegevuse mõju turbaalade mikrobiomile ja kasvuhoonegaaside emissioonile). University of Tartu Press. 2017. lk 152. http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/58072/espenberg_mikk.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Mikk Espenberg annab ülevaate turbaalade rakendusest põllumajanduses, metsanduses, energiatootmises, reoveekäitluses jm. Töös uuriti majandusmeetmete, peamiselt kuivendamise mõju turbaalade mikrobiomile ja kasvuhoonegaaside emissioonile, mis on erinev põhjapoolkera parasvöötme turbaaladel võrreldes troopikaaladega. Ka on see erinev rabades võrreldes madal-soodega. Näiteks vähendas mahajäetud turbakaevandusaladel energeetikas kasutatava päideroo kasvatamine CH_4 emissiooni isegi siis, kui metanogeenide arvukus katseperioodil veidi suurenes. Anti soovitus kasutada sooderikastes paikkondades turbaalasid reovee puhastamiseks. Juhendajad vanemteadur Marika Truu ja professor Jaak Truu TÜst, oponent PhD Kim Yrjälä Helsingi ülikoolist.

Kanarbik, L. Ecotoxicological Evaluation of Shale Fuel Oils, Metal-Based Nanoparticles and Glyphosate Formulations (Põlevkivikütteõlide, metalliliste nanoosakeste ja glüfosaadipõhiste herbitsiidide ökotoksikoloogilised uuringud). TUT Press. 2017. 145 lk. <https://digi.lib.ttu.ee/i/?7180>

Liina Kanarbiku mitme eesmärgiga uurimistöös uuriti põlevkivikütteõlide käitumist pinnases Eesti ilmastikutingimustes, kasutades võrdlevalt standardiseeritud ja modifitseeritud testmeetodeid. Mõistmaks paremini kemikaalide käitumist eri keskkonnaoludes, korraldati katseid nii labori- kui ka välitingimustes. Pinnases liikuvam kergem põlevkivikütteõli osutus nii vee- kui ka mullaorganismidele raskeõlist mürgisemaks, oli lagunes aeglaselt. Oli liikuvus ja biosaadavus mullaorganismidele sõltus mulla tüübist. Põlevkivikütteõlide keskkonnoahtlikkus ei korreleerunud nende keemilise koostisega (nt polüaromaatsete ja C_{10} – C_{40} süsivesinike sisaldus). Juhendajad vanemteadur Irina Blinova (KBFI) ja professor Marina Trapido (TTÜ), oponentid dotsent Kaja Orupõllu (EMÜ) ja professor Arno Christian Gutleb (Iuliu Hatieganu Meditsiini ja Farmaatsia Ülikool, Rumeenia).

Kasak, K. Greenhouse Gas Emissions and Water Treatment Efficiency in Subsurface Flow Filters Using Various Substrates (Kasvuhoonegaaside lendumine ja reoveepuhastuse efektiivsus erinevate filtermaterjalidega pinnasfiltrites). University of Tartu Press. 2016. 128 lk. http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/51539/kasak_kuno.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Kuno Kasaku doktoritöö tulemused näitasid, et hüdratiseerunud tuhaplatoo sete on liiva, kruusa, kergkruusa ja turba kõrval igati sobilik alternatiivne filtermaterjal järelpuhasti filtritele erinevatest reovetest fosfori eemaldamiseks, et saavutada kasvuhoonegaaside väike emissioon. Tuhaplatoo settega saavutati väga hea fosforiärastamine nii hall- kui ka reoveest. Reaktiivsed kaltsiumimineraalid, reageerides atmosfääri CO_2 -ga, settisid kaltsiumkarbonaadi ehk kaltsiidina. Metaani oksüdeerivatele ja denitritifitseerivatele bakteritele mittesobivast aluselise ja sulfaadirikkast keskkonnast tingituna vähenes ka CH_4 ja N_2O voog. Juhendajad professor Ülo Mander ja vanemteadur Marika Truu TÜst, oponent PhD Florent Chazarenc (Ecole des Mines de Nantes, Prantsusmaa).

Lebedev, D. Research and Development of Storage Based Energy Management System for Households (Energiasalvestil põhineva energiahaldussüsteemi uurimine ja väljatöötamine kodumajapidamistele). TUT Press. 2017. 133 lk. <https://digi.lib.ttu.ee/i/?7387>

Denis Lebedevi doktoritöös uuriti *Energy Management System*'i (energia haldamise süsteemi) kasutamise võimalusi kodumajapidamises eesmärgiga vähendada rahalisi kulutusi tarvitatavale elektrienergiale, salvestades madala hinnaga elektrienergiat ning tarbides seda kõrge elektrienergiahinna perioodil. Juhendaja doktor Argo Rosin (TTÜ), oponentid professorid João Martins (Universidade Nova de Lisboa, Portugal) ja Anna Mutule Riia TÜst.

Vaasma, T. Enrichment, Atmospheric Dispersion and Deposition of Naturally Occurring Radionuclides from Oil Shale-fired Power Plants (Looduslike radionukliidide kontsentreerumine põlevkivi põletamisel ning nende atmosfäärne levi ja sadenemine elektrijaamade ümbruses). 175 lk. http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/58223/vaasma_t_aavi.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Taavi Vaasma tööst selgus, et lähtepõlevkivis leiduvad radionukliidid (peamiselt uraan ja toorium) kontsentreeruvad kuni 10kordselt atmosfääri paisatavasse lendtuhka. Neist saadavad aastased kiirgusdoosid elanikele ületavad mitmeid kordi doose, mille allikaks on tehislukud protsessid – teatud meditsiiniprotseduurid, tuumajaamad, teiste fossiilkütuste tööstus. Radionukliidid on kandunud elektrijaamadest üle 50 km kaugusele, koormates enam lähiala mõne kilomeetri kaugusel. Võrreldes 1970. ja 1980. aastatega on emissioon kuni sada korda vähenenud, kuid kogus vajab täiendavat uurimist. Juhendajad PhD Madis Kiisk ja dotsent Alan Henry Tkaczyk TÜst, oponent PhD Bogusław Michalik (Silesian Centre for Environmental Radioactivity, Poola)

Yörük, C. R. Experimental and Modeling Studies of Oil Shale Oxy-fuel Combustion (Põlevkivi hapnikus-põletamise eksperimentaalne uurimine ja modelleerimine). TUT Press. 2016. 111 lk. <https://digi.lib.ttu.ee/i/?6923>
Can Rüstü Yörük uuris põlevkivi hapnikus-põletamise otstarbekust. Leiti võimalus vähendada CO , SO_2 ja karbonaatse CO_2 emissiooni, kui põletada temperatuuril alla 840 °C. Ühtlasi loob see eeldused nõutavaks CO_2 püüdumiseks. Tuhka jääb tavapõletamisest enam CaCO_3 . Tööd juhendasid professor Andres Triikkel ja PhD Rein Kuusik (TTÜ), oponeerisid professor Ron Zevenhoven Åbo Akademist ja PhD Indrek Aarna Eesti Energiast.



Uus hakkpuidukatel
rekonstrueeritud Ardu
katlamajas. Varem
põletati põlevkiviõli,
kuid 2104. aastal viidi
katlamaja täielikult üle
biokütusele.

*New wood chips burning
boiler in reconstructed
Ardu boilerhouse.
Previously, oil shale oil
was burned, but in 2104
the boiler plant was
completely transferred to
biomassfuel.*

Hakkpuit liigub laost kraap-
konveieri abil otse katlasse.

*The wood chips moves from
the fuel storage straight
into the boiler by the scrape
conveyor.*



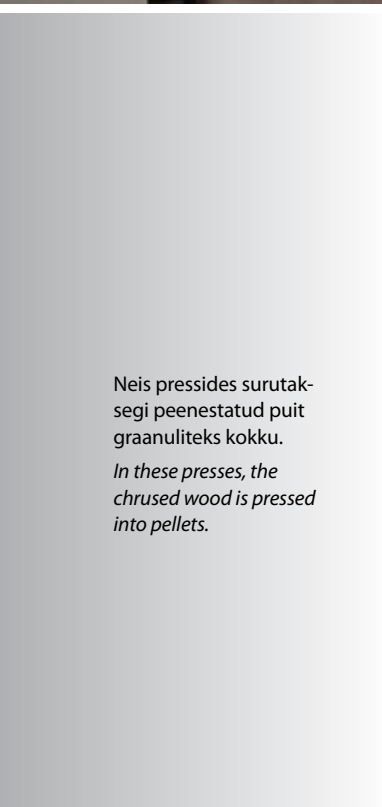
Eesti Biokütuse Ühingu
liikmed arutlevad Ardu katla-
majas nähtu üle.

*Members of the Estonian
Biofuel Association are discus-
sing what was seen in Ardu
boiler house.*



Aurukatel Stora Enso Imavere puidugraanuli-tehases. Auru vajatakse graanulite tootmise protsessis.

Steam boiler at Stora Enso Imavere Pellet Factory. Steam is needed in the pellet production process.



Neis pressides surutaksegi peenestatud puit graanuliteks kokku.

In these presses, the chruised wood is pressed into pellets.



Graanulite laadimissõlm.
Pellet loading unit.