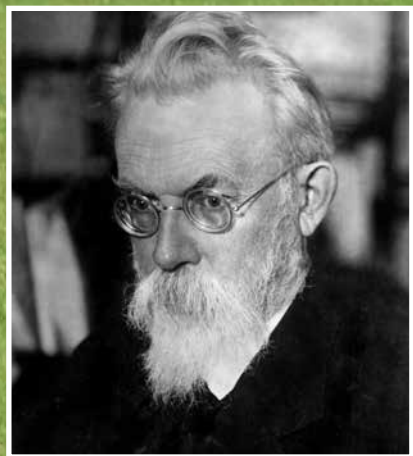


- KEEMIA
- VÄÄRISTAMINE
- ENERGEETIKA
- KESKKONNAKAITSE

LOODUSVARAD

- CHEMISTRY
- UPGRADING
- ENERGETICS
- ENVIRONMENTAL PROTECTION

Eesti põlev- ja -jäätmed



RAAMATUD

Eesti tingimustesse sobivate biogaasi metaaniks puhastamise tehnoloogiate rakendatavus ning keskkonna ja majanduslikud mõjud

The applicability of biogas to biomethane purification technologies and their environmental and economic impacts in Estonian conditions.

Viimastel aastatel on Eestis Euroopa Liidu rahalise toega ellu viidud üle kümne biogaasi/biometaanilase projekti, nt Biogashighway, BioGasBus, From Waste to Traffic Fuel, Spin, Baltic Manure, Biogas and Networks (BaN, BioEnArea alamprojekt) jpt. Selle tulemusena on praegu olemas valdkonda esindavad uurimis-arendustöö tegijad (valdkondlik esindusorganisatsioon Eesti Biogaasi Assotsiatsioon), aktiivne osalemine rahvusvahelistes projektides, hea infovahetus ja info kättesaadavus ning ettevõtete ja ülikoolide koostöö. Projektide käigus on põgusalt käsitletud biogaasi saamise tehnoloogiaid, võimalike jaamade asukohti, on tehtud tasuvusarvutusi, kuid seda eelkõige soojuse- ja elektri koostootmist silmas pidades. Vähemal määral käsitletuks on jäänud biogaasi biometaaniks puhastamise tehnoloogiad, samuti keskkonnamõjud ja majanduslikud arvutused tanklate võimaliku paiknemise ja/või biometaani gaasivõrku suunamise kohta.

Käesolev sihtasutuse Keskkonnainvesteeringute Keskus rahastatav ja TTÜ soojustehnika instituudi tehtud uurimis-arendustöö „Eesti tingimustesse sobivate biogaasi metaaniks puhastamise tehnoloogiate rakendatavus ning keskkonna ja majanduslikud mõjud“ keskendub peamiselt biometaani teemale.

Energiasalvestid ja salvestustehnoloogiad

Energy Storages and Energy Storage Technologies

Energiasalvestid on tänaste tarkvõrkude ja üha laieneva taastuvate energiaallikate kasutamise kontekstis üks võtmetehnoloogiaid. Ajalooliselt on energiasalvestitel olnud kolm suurt rolli. Esimesed kaks käivad nii elektri- kui ka soojussalvestite kohta. Esimene on tiputarbimise kompenseerimine nt madalama hinna või tarbimise perioodil salvestatud energia. Teine on varustuskindluse tagamine varutoite kaudu või muul moel. Kolmas ja mitte vähem tähtis on elektripaigaldistes ja -võrkudes elektri kvaliteedi, sh sageduse ja toitepinge tagamine. Raamat annab ülevaate kahest suurest energiasalvestamise viisist – elektri ja soojuse salvestamisest.



Puitkütus

Wood Fuel

Möödunud aastal kordustrukis ilmunud väljaanne tutvustab põhjalikult puitkütust: niiskust, kütteväärtust ja nendevahelist sõltuvust; puitkütuste liike, standardeid ja kvaliteedinõudeid, samuti puidu kütuseks väärastamise tehnoloogiaid. Brošüüri väljaandmist rahastab SA Erametsakeskus.

KIK toetab katlamajade ehitamist taastuvale kütusele

Toetuse saaja	Projekt	toetuse summa
SW Energia OÜ	Kärta katlamaja üleviimine põlevkiviõliit biokütusele	169 327.89
N.R. Energy OÜ	Märjamaa katlamaja üleviimine põlevkiviõliit bioenergia kütusele	621 287.05
AST Saeveski OÜ	OÜ AST Saeveski taasvõrkusel katlamaja rajamine	48 579.00
AS Suure-Jaani Haldus	Suure-Jaani biokütusel töötava katlamaja projekteerimine ja ehitus	240 208.50
N.R. Energy OÜ	Turba katlamaja üleviimine põlevkiviõliit hakkpuidule	642 912.72
AS Kuressaare Soojus	Upa õppehoone katlamaja üleviimine hakkpuidule	105 672.50
Grenster OÜ	Viinistu küla Ranna kinnistu katlamaja üleviimine taastuvale kütusele	72 691.55
AS Adven Eesti	Koostootmisjaama rajamine Rakvere Päikesel katlamaja juurde	1 406 056.27
SW Energia OÜ	Alu katlamaja rekonstrueerimine	272 152.50
Abris OÜ	AS ABRIS avariilise katlamaja rekonstrueerimine ja keskkonnasõbralikumaks muutmine	42 091.50
SW Energia OÜ	Kehtna alevi katlamaja rekonstrueerimine	321 870
N. R. Energy OÜ	Kiili hakkpuidu katlamaja	392 119.39
SW Energia OÜ/Kohila Maja OÜ	Kohila katlamaja üleviimine biokütusele	423 669.21
SW Energia OÜ	Käärdi katlamaja rekonstrueerimine	116 364
Leisi vallavalitsus	Leisi kooli katlamaja rekonstrueerimine	140 466
Puurmani Soojus OÜ	Puurmani aleviku katlamaja ümberehitamine	122 418.37
AS Põlva Soojus	Põlva linna J.Käisi tn katlamaja üleviimine taastuvale kütusele	575 240.20
Nissi Soojus AS	Riisipere katlamaja üleviimine hakkpuidule ja kaugküttevõrgu parendamine	387 856.33
Eraküte AS	Rapla linna keskkatlamaja üleviimine taastuvale kütusele	883 308.76
Fepower OÜ	Viljandi Tere katlamaja	379 712.06
Kose vallavalitsus	Ardu küla keskkatlamaja üleviimine hakkpuidule	700 355.80
Käina spordikeskus	Käina ujula katlamaja üleviimine taastuvale kütusele	65 000
Linnamäe Kodu OÜ	Läänemaal Oru vallas Linnamäe külas kivisõel töötava katlamaja üleviimine biokütusele	131 310.50
Soval Teenus OÜ	Juuru gümnaasiumi katlamaja rekonstrueerimine biokütuse põletamiseks	147 646.85
SW Energia OÜ	Surju põhikooli ja lasteaia katlamaja üleviimine biokütusele	51 385
Torma Vallavalitsus	Sadala põhikooli küttesüsteemi renoveerimine	11 340
Mäetaguse Kommunaal OÜ	Mäetaguse kaugkütte taastuvenergia allika üleviimine	394 118
Märjamaa vallavalitsus	Valgu külakeskuse katlamaja üleviimine pelletiküttele	11 483.79
Iisaku Elamumajandus OÜ	Iisaku aleviku katlamaja üleviimine taastuvale kütusele	189 478.82
Sangaste vallavalitsus	Keeni elamute biokütusel töötava konteinerkatlamaja ehitamine	200 000
Tõrva linnavalitsus	Tõrva kultuurimaja katlamaja rekonstrueerimine	28 464.60
AS Uikala Prügila	Biogaasil töötava koostootmisjaama rajamine Uikala prügilas	183 309.70
Rapla vallavalitsus	Hagudi kooli katlamaja renoveerimine	20 601.50
SW ENERGIA OÜ	Õisu katlamaja üleviimine põlevkiviõliit bioenergia kütusele	109 050.78
Pihla vallavalitsus	Sandla keskuse katlamaja üleviimine hakkpuidule	113 196
Are vallavalitsus	Are põhikooli õlikütelt bioküttele üleviimine	42 000
Kallaste linnavalitsus	Kallaste linna vabaajakeskuse soojavarustuse tagamiseks biokütuse katlamaja rajamine	266 171.07
Tõrva linnavalitsus	Biokütusel rajaneva katlamaja ehitamine Tõrva gümnaasiumile	311 258.27
Are vallavalitsus	Are Vallakeskuse õlikütelt bioküttele üleviimine	39 120
		10 379 294.48

Projektid aastatel 2014–2015

Toimetuskolleegium

Editorial Board

ÜLO KASK

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

PRIIDU NÖMM

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

REET ROOSALU

keskkonnaregistri maardlate nimistu, geoloogiline kaardistamine / Directory of Mineral Deposits of the Environmental Register, geological mapping, Maa-ameti geoloogia osakonna juhataja / Head of the Department of Geology, Estonian Land Board, Eesti 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 Eesti Ajalehed, Narva mnt 13, 10151 Tallinn, tel 372 680 4567, e-mail kristiina.viiron@lehed.ee

Sisukokkuvõtted

Summaries

4

BIOMAJANDUS / BIOECONOMY

Jäätmete väärastamine kütuseks

Refining municipal waste into fuel. Ülo Kask, Sulev Soosaar, Livia Kask

6

Biometaani tootmine ja kasutamine transpordikütusena

Production and use of biomethane as transport fuel.

Villem Vohu, Ülo Kask

15

Vladimir Vernadski biosfäär ja muistsed biosfäärid, elus- ja surnud aine, noosfäär ja inimkonna autotroofsus

Vladimir Vernadsky's Biosphere and Ancient Biospheres, Living and Dead Matter, Noosphere and Human Autotrophy. Rein Veski

22

Ecopellet valmistab graanuleid nii kütmiseks kui ka loomadele allapanuks ja söödaks

Ecopellet is producing pellets for fuel, litter and feed. Kristiina Viiron

30

PÕLEVKIVI / OIL SHALE

Vastuoluline maavara – põlevkivi

Controversial mineral resource – oil shale. Alvar Soesoo

26

Ärme õõnestame enda jalgealust

Let us not shoot ourselves in the foot. Silvia Lotman

28

UURING / RESEARCH

Mikroorganismid võivad anda rakenduse seni kasutuseta maavarale

Micro organisms may help to find a use mineral resources not used so far.

Anne Menert, Maia Kivisaar, Sirli Sipp Kulli

32

VARIA

Ajakirjandusülevaade

Press Review. Kristiina Viiron

36

Doktorikraadi kaitsmised 2014

Defence of Doctoral Thesis. Rein Veski

43

Raamatud

Books. Rein Veski

44

Eesti Biokütuse Ühingu aastakoosolek 2015

An annual meeting of EBA. Ülo Kask

47

EBÜ liikmed külastasid Iru elektrijaama jäätmepõletusplokki

Members of the Estonian Biomass Association (EBA) visited the waste incineration facilities of Iru power station. Ülo Kask

48

EBÜ liikmed külastasid Radviliškise masinatehast Leedus

Members of EBA visit the machine building plant in Radviliškis, Lithuania. Ülo Kask

48

Peatoimetaja / Editor-in-Chief: Kristiina Viiron

Narva mnt 11e, 10151 Tallinn, tel 372 680 4567,

kristiina.viiron@lehed.ee

Keeletoimetaja: Katrin Hallas

Kujundus: Marju Viliberg

Inglise keel: Wiedemanni Tõlkebüroo OÜ

Trükikoda OÜ Paar

1150 eks

Esikaane fotod: Sven Arbet (suur); Ilmar Saabas

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 EBÜga kooskõlastatud jaotuskavale. Saajate hulgas on KIK, Keskkonnaministeerium, Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, Riigikogu, Eesti Teaduste Akadeemia, Eesti ülikoolid, Eesti Turbatootjate Liidu, Eesti Jõujaamade ja Kaugkütte Ühingu ning Eesti Biokütuste Ühingu liikmed, valitud Eesti raamatukogud, sh kõik maakondade ja valdade raamatukogud ning valla- ja maakonnavalitsused, ajakirja autorid, mitmed vastavas valdkonnas tegutsevad äriettevõtted jt.

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

Summaries

Ülo Kask, Sulev Soosaar, Livia Kask

Refining municipal waste into fuel

The article gives a brief overview of the prefeasibility study on fuel production from municipal solid waste (MSW) performed by the Department of Thermal Engineering of Tallinn University of Technology. The study was ordered by the Waste Recycling Competence Center of the Estonian Waste Management Association and conducted in frames of the project Waste Recycling Cluster. The research was co-financed by the European Regional Development Fund through Enterprise Estonia.

The major goal of the study was to analyse the technical and economic aspects for improving the quality of waste derived fuels produced in Estonia.

The waste related policy and legislative framework in the EU and Estonia are described, including aspects of waste trading and end-of-waste policy. In recent years, the minimization of landfilled waste and turning it into a resource has been an important objective of the EU. According to the policy the waste prevention should be the first priority of waste management, and the re-use and material recycling should be preferred to energy recovery from waste. Nevertheless, the use of waste as a fuel is considered as a recycling operation (R1) if certain efficiency conditions are met.

The terminology on waste fuels is explained and requirements on properties of refuse derived fuels (RDF) in several countries are presented. A brief overview of the international standardisation process of waste fuels is provided and standards on solid recovered fuels (SRF) are described.

It is pointed out that waste derived fuels (RDF/SRF) are not common fuels that can be freely traded but should be tailored for very specific users, as for example cement plants. An introduction to major technologies for production of waste derived fuels, especially of RDF/SRF pellets, is given. The potential for waste fuel manufacturing in Estonia is estimated and the key aspects of refining the sorted MSW into a densified fuel are presented.

Villem Vohu, Ülo Kask

Production and use of biomethane as transport fuel

Estonia's biomethane potential is around 450 million Nm³, of which grass biomass accounts for over 80%. This distribu-

tion of resources is owed to the fact that around one-third of the theoretical total yield of Estonia's grass biomass (about 2.2 million tonnes DW) reaches a value-creating stage, while 1.4 million tonnes in dry weight is left unused in agriculture every year.

If 9.5% of Estonia's aggregate petrol and diesel fuel consumption were replaced by biomethane, then depending on the type of fuel replaced, the required amount of biomethane would be 109-139 million Nm³ – equivalent to 24-31% of the available resource.

In the most favourable scenario, the direct impact of using biomethane would be:

- a fuel market price rise of 3.2% (€30 million per annum); and
- a direct increase in value added (GDP) of €41 million per annum (the increase in value added exceeding the fuel market price rise).
- The indirect impact of using biomethane would be:
- a higher level of self-supply in motor fuels and hence improved energy security;
- an increase in production activities and the indirect positive impact thereof on the economy as a whole;
- an improvement in the productivity of the agriculture sector and the creation of new jobs in biomethane production; and
- an increase in the efficiency of land use.

The most economically efficient way of using biomethane is related to the following criteria:

Large production units – The production of biomethane yields considerable economies of scale. As output grows from 2 to 5 million Nm³/p.a. and over, production costs decrease by 14% across the entire value chain.

Biomethane stations connected to the natural gas network – Analysis of logistics costs shows that the most economical way of transporting biomethane within a 50 km radius is the transport of grass biomass as a biomethane substrate. In Estonia this would mean that around 80% of the country was within a reasonable distance of natural gas pipes and that preference should be given to the establishment of stations connected to the pipe network.

Replacement of petrol consumption with biomethane consumption – Replacement of petrol with biomethane would yield the best economic effect of any analysed scenario (with CNG replacing petrol at a lower replacement coefficient than it replaces diesel fuel). Therefore, consumption of biomethane should be targeted at replacing petrol, which requires a change in the preferences of retail

consumers (households) (including the creation of a network of CNG filling stations).

Rein Veski

Vladimir Vernadsky's Biosphere and Ancient Biospheres, Living and Dead Matter, Noosphere and Human Autotrophy

The article introduces Vladimir Vernadsky (1863–1945), one of the most brilliant scientists and compiler of research of his time, the developer of the notions of living and dead matter, creator of the study of the biosphere, the developer of the ideas of noosphere and human autotrophy, and the founder of the Radium Institute. For professionals in the energy and chemistry sectors, Vernadsky's living matter (living organisms) means renewable fuel or raw material, while dead matter means fossil fuels. Vernadsky's bioinert matter, including soil, is an intermediate formation created when renewable fuels are swallowed by the bowels of the earth. Some people consider the notions of biosphere and living matter (living organisms) to be synonyms; for some, biosphere means an environment that is in interaction with living matter; for others, biosphere (Vernadsky's bioinert system) is a system comprising living matter and its environment. In such a case, biosphere is synonymous with ecosphere, ecosystem and bioinert system. Even Vernadsky himself was inconsistent when using the notion of biosphere. Vernadsky also interpreted the notion of noosphere in various ways.

Sometimes he considered humans as a part of the noosphere, sometimes not. However, before his death, Vernadsky was convinced that after the defeat of Nazi Germany, mankind would move into a new era – Noosphere. When working in France, Vernadsky published an article on Human Autotrophy. He wrote about synthesising food, to reduce man's dependency on the living organisms and biological resources of the biosphere.

Alvar Soesoo

Controversial mineral resource – oil shale

Since Estonia regained its independence, the state has been focused on mineral resources other than oil shale. Politicians often say that in Estonia, a small country deprived of natural resources, oil shale is the only real and profitable mineral resource.

For many years, oil shale has been

successfully used to generate energy, as well as by the chemical industry and to some extent the oil industry, and many people probably feel no need for the development of new, game-changing technologies. While for a long time our oil shale-based energy could be considered from the perspective of energy independence, in particular electricity independence, this may not be the case in the context of all kinds of strong links and political agreements in the increasingly globalised world.

The oil shale industry faces a number of issues. Should we stop extracting oil shale entirely or use it only to produce high added-value products?

Even if we continue our current patterns of oil shale mining – 20 million tonnes a year – we will encounter problems. For how long will we have the high quality and cheaply available resource? Seeing as the amount of active resources is about 1.3 billion tonnes, we will get nearly 5 billion tonnes when topping this up by passive resources. How much of it can be extracted? In the case of underground mining, losses make up at least one third of the total volume. This raises the question about why we have we still not implemented a technology for refilling mined-out areas. Is it because we have not had enough money to develop such technology? Or is it because of the lack the desire to do so? Surface mining is restricted due to nature conservation areas, bogs and built-up areas. Nearly 3 billion tonnes of oil shale is recorded as passive reserves, mainly due to environmental restrictions or because it is deposited under water bodies or facilities.

The National Development Plan for the Utilisation of Oil Shale foresees reducing losses and saving resources. It is obvious that the savings achieved by introducing new technologies will be marginal if high quality oil shale worth hundreds of millions of euros goes unused due to nature conservation restrictions.

Silvia Lotman

Let us not shoot ourselves in the foot

As regards environmental protection, it is clear that the bigger quantities of oil shale are extracted the more our living environment and nature is damaged. While the socio-economic benefits from mining and using oil shale are reaped today, its environmental impact will persist for at least 3 or 4 human generations. Therefore, it is difficult to perceive all environmental impacts, while the security of jobs provided by the oil shale industry in north-eastern Estonia is a very tangible benefit.

Oil shale mining only contributes 0.9



% to Estonia's GDP; according to differing opinions, indirect, or consequential, impact increases that contribution to 2-4 %. The financial assessment of damage is less precise. While the oil shale industry pays environmental charges to compensate for environmental damage, if we add the amount of compensation for earlier environmental damage to the price of oil shale, it would be too high for oil shale users. Therefore, EU funds and money from the Estonian state budget has been used to address the issues of the region. North-eastern Estonia has received tens of millions to combat residual pollution, develop water management and improve the status of water bodies.

Sadly, the Government has opted for an easy way out when preparing the National Development Plan for the Utilisation of Oil Shale. While the objective of the draft development plan is to increase the efficiency of mining and using oil shale and to reduce its environmental impact, rather than aiming at improving the situation, it simply settles for maintaining the status quo and avoiding deterioration. In fact, the situation will continue to deteriorate with each subsequent tonne of oil shale extracted because, as stated in the evaluation report, the impact of the oil shale industry on landscape, quality of water and soil, hazardous waste generation, climate and public health is increasing.

Kristiina Viiron

Ecopellet is producing pellets for fuel, litter and feed.

Ecopellet, a company located in Sipa village, not far from Märjamaa, Rapla County, produces pellets from waste wood or hay or both - wood and hay. The pellets are used as fuel and also as bird bedding and pet litter, including litter used in cat toilets. Hay pellets are an excellent addition to the diet of small rodents as a substitute for hay.

Anne Menert, Maia Kivisaar, Sirli Sipp Kulli

Micro organisms may help to find a use mineral resources not used so far.

The objective of project "Study on the possibility to produce biogenic methane gas in drilled wells (in situ) from argillite is found in Estonia" conducted in 2014 by research company BiotaP OÜ and Tartu University was to establish whether the combined effect of suitable conditions (pH, pressure, community of micro organisms) would allow producing local biogenic methane gas from the organic matter and how to achieve the maximum methane content in the gas.

Jäätmete väärastamine kütuseks



ÜLO KASK, SULEV SOOSAAR, LIVIA KASK
TALLINNA TEHNICAÜLIKOOI SOOJUSTEHNICA INSTITUUT

Käesolev artikkel tutvustab Tallinna Tehnikaülikooli soojustehnika instituudilt tellitud uurimus-arendustöö „Jäätmekütuse pelletite tootmise teostatavuse eeluuring“ olulisemaid

tulemusi. Uuringu tellis ülikoolilt MTÜ Eesti Jäätmekäitlejate Liidu Kompetentsikeskus ning see korraldati EJKLi Kompetentsikeskuse projekti „Jäätmete Taaskasutusklastre“ raames. Uuringut

toetas EASI vahendusel Euroopa Regionaalarengu Fond.

Uurimuse eesmärk oli identifitseerida tehnilis-majanduslikke võimalusi Eestis toodetud jäätmekütuse kvaliteedi ja tootmistehnoloogia muutmiseks, lähtudes lisanduvate tarbijate vajadustest, ja seeläbi parandada toodangu rahvusvahelist konkurentsivõimet ning kaubeldavust.

Artiklis käsitletakse lühidalt jäätmete alast poliitikat Euroopa Liidus, sh Eestis, ning jäätteks olemise lakkamise ja jäätme-kaubandusega seonduvat poliitikat. Vaatluse all on lühidalt jäätmekütuseala terminoloogia ja tutvustatakse mitmes riigis jäätmekütusele esitatavaid nõudeid. Lugu käsitleb ka jäätmekütusealast standardimist ja tuuakse välja selle olulised standarditavad omadused. Tutvus-

TABEL 1.

Jäätmetekke kvantitatiivsed eesmärgid „Riigi jäätmekavas 2014–2020“

Targets related to waste generation in National Waste Management Plan 2014–2020.

Mõõdik Indicator	Baastase 2011 Reference level 2011	Sihttase 2020 Target level 2020
I strateegiline eesmärk – vältida ja vähendada jäätmeteket / Strategic objective 1 – prevention and reduction of waste		
Olmejäätmete tekke kasvuprotsent sisemajanduse kogutoodangu kasvuprotsendist perioodi jooksul Municipal waste generation growth of GDP growth during the period considered	Alla ½ SKT kasvuprotsendist Below ½ of GDP growth	Alla ½ SKT kasvuprotsendist Below ½ of GDP growth
Pakendijäätmete tekke kasvuprotsent sisemajanduse kogutoodangu kasvuprotsendist perioodi jooksul Packaging waste generation growth of GDP growth during the period considered	Ületab SKT kasvuprotsenti Exceeds GDP growth	Alla 2/3 SKT kasvuprotsendist Below 2/3 of GDP growth
II strateegiline eesmärk – võtta jäätmed ringlusse või neid muul viisil taaskasutada maksimaalsel tasemel Strategic objective 2 – maximum recycling or recovering of waste		
Olmejäätmete ringlussevõtu osakaal olmejäätmete kogumassist Proportion of recycled municipal waste of total municipal waste	27%	50%
Pakendijäätmete ringlussevõtu osakaal pakendijäätmete kogumassist Proportion of recycled packaging waste of total packaging waste	56% (2010)	60%
Biolagunevate jäätmete ringlussevõtu osakaal olmejäätmete kogumassist Proportion of biodegradable municipal waste of total municipal waste	5%	13%
Biolagunevate jäätmete osakaal ladestatavate olmejäätmete kogumassist Proportion of biodegradable waste of total landfilled municipal waste	57%	20%
Ehitus- ja lammutusjäätmete taaskasutuse osakaal nende jäätmete kogumassist Proportion of recovered construction and demolition waste of total construction and demolition waste	72%	75%
Elektroonikaromude kogumise osakaal kolmel eelneval aastal turule lastud elektri- ja elektroonikaseadmete kogumassist Proportion of WEE collection of EEE placed on the market in the three preceding years	50%	65%
Kantavate patarei- ja akujäätmete kogumise osakaal jäätmete kogumassist Proportion of portable waste batteries and accumulators of total waste	33%	45% (2016)

Tabel 1 esitab eesmärgi, mida tuleb arvesse võtta jäätmekütuste tootmise planeerimisel, seejuures on vaja silmas pidada, et jäätmekava oluliseks põhimõtteks on küll jäätmete taaskasutuse suurendamine, kuid see peab toimuma ringlussevõtu eelistades.

Table 1 illustrates the objectives to be considered when planning the production of waste fuel, though it should be borne in mind that while an important principle of the waste management plan is to increase recovery of waste, priority should be given to recycling.



FOTO TANEL MEOS

Tekkinud jäätmeid tuleks korduvalt kasutada või siis taaskasutada. Viimati märgitud tegevuse hulka kuulub ka jäätmekütuse kui sorditud põlevate jäätmete energiakasutus, sh teatud tingimustel põletamine.

The generated waste should be reused or recovered. The latter includes energy recovery from waste fuel, i.e. sorted combustible waste, including incineration on certain conditions.

tatakse sorteeritud jäätmete vääristamist ja eri tüüpi jäätmekütuste valmistamise tehnoloogiaid.

Jäätmete alasest poliitikast Euroopa Liidus (EL) ja Eestis

ELi jäätmepoliitika kõige üldisemad õigusaktides kajastuvad põhimõtted on esitatud jäätmete raamdirektiivis 2008/98/EÜ. Direktiiv esitab jäätmehierarhia, mida kohaldatakse prioriteetide järjestuses jäätmetekke vältimist ja jäätmete käitlemist käsitlevates õigusaktides ja poliitikas. Eestis on jäätmehierarhia sätestatud jäätmeseaduses (§22¹):

- 1) jäätmetekke vältimine;
- 2) korduskasutuseks ettevalmistamine;
- 3) ringlussevõtt;
- 4) muu taaskasutamine, nagu energiakasutus;
- 5) kõrvaldamine.

Sageli lisatakse jäätmetekke vältimise järele jäätmetekke vähendamise põhimõte. Seega tuleks püüelda eesmärgi poole, et jäätmeid ei tekiks või oleks nende teke võimalikult väike. Siiski tuleks tekkinud jäätmeid korduvalt kasutada või siis taaskasutada. Viimati märgitud tegevuse hulka kuulub ka jäätmekütuse kui sorditud põlevate jäätmete energiakasutus, sh teatud tingimustel põletamine. Hierarhia viimasel astmel on kõige ebasoovitavam tegevus, kõrvaldamine, mis hõlmab jäätmete ladestamist prüglas, kuid ka segajäätmete lauspõletamist.

Eestis on jäätmete alase tegevuse põhisuunad lähiaastateks fikseeritud „Riigi jäätmekavas 2014–2020“. Eesmärgiks on seatud vältida jäätmeteket nii palju kui võimalik, toetada korduskasutust, võtta jäätmeid ringlusse ja taaskasutada muul viisil ning ladestada prügilasse võima-

likult vähe jäätmeid. Segajäätmete taaskasutuses rakendatavaks peamiseks tehnoloogiaks kavandatakse kujundada jäätmete masspõletus ja mehaanilis-bioloogiline töötlemine (MBT) koos jäätmekütuse tootmisega.

Seoses jäätmekütuste tootmise arendamisega tuleb kindlasti arvesse võtta „Riigi jäätmekavas 2014–2020“ püstitatud eesmärgid. Kava peaesmärk on jäätmekäitluse hierarhiat järgiv säästev jäätmehooldus ja püstitatud kolme strateegilise eesmärgi hulgas on mitmeid, millega taotletakse jäätmetekke vältimist ja vähendamist. Jäätmete teket ja käitlust hõlmavad arvulised eesmärgid esitab kokkuvõtlikult tabel 1.

Samas mõjutab jäätmekütuste tootmise võimalikke mahtusid suund jäätmetekke vältimisele. Kuigi jäätmetekke vältimine on juba aastaid olnud ELi jäätmepoliitika tähtsaim eesmärk, on sellele suunatud meetmete praktikas rakendamine paljudes ELi liikmesriikides, sh ka Eestis olnud seni pigem tagasihoidlik. Valdav osa jäätmekorralduse eesmärgid ja meetmeid on siiani olnud suunatud jäätmete taaskasutuse suurendamisele, prügilasse ladestamise vähendamisele ja muule jäätmekäitlushierarhias madalamal tasemel olevale tegevusele.

Jäätmekaubandus ja jäätteks olemise lakkamine

Euroopa Liidus jäätmekaubanduse kohta kehtiva õigustiku põhisätted on fikseeritud Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrusega nr 1013/2006 jäätmesaadetiste kohta. Määruses on kehtestatud menetlused ja kontrollimeetmed jäätmesaadetistele olenevalt nende päritolust, sihtkohast ja marsruudist, veetavate jäätmete liigist ja käitlusviisist sihtkohas.

Määrust kohaldatakse jäätmesaadetistele järgmistel juhtudel:

- liikmesriikide vahelistel ühendusesisel vedudel või transiidi puhul kolmandate riikide kaudu;
- impordil ühendusse kolmandatest riikidest;
- ekspordil ühendusest kolmandatesse riikidesse;
- transiitveol ühenduse kaudu, teel kolmandast riiki ja kolmandast riigist.

Kuna ELi määrused rakenduvad liikmesriikidele otse, siis sätestab Eesti jäätmeseadus (§108) jäätmete riikidevahelise veo kohta, et jäätmeid veetakse üle riigipiiri kooskõlas Eesti Vabariigi suhtes jõustunud välislepingutega ning Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määruses 1013/2006/EÜ jäätmesaadetiste kohta sätestatud korras.

Eestist eksporditakse põhiliselt neid jäätmeid, mille taaskasutamismõimalused Eestis puuduvad või on piiratud. Ekspordis on suurem osa mitmesugustel metallijäätmetel, aga ekspordi läheb ringlussevõtu eesmärgil ka oluline osa kogutud vanapaberist ja plastist. Jäätmete eksport 2011. aastal oli 0,48 miljonit tonni. Eestisse imporditakse selektiivselt kogutud olmejäätmeid põletamiseks Iru elektrijaama jäätmepõletusplokis.

Jäätmete ja jäätmekütuste kaubanduse, sh ka väliskaubanduse juures on vaja kindlasti arvestada jäätteks olemise lakkamisega – *end-of-waste* (EoW) seotut. ELi riikides on juriidiline alus jäätteks olemise lakkamise määratlemiseks esitatud direktiivis 2008/98/EÜ, mis käsitleb jäätmeid. Üldised põhimõtted jäätteks olemise lakkamise kohta annab direktiivi artikkel 6, millest liikmesriigid oma õigusaktides peavad juhinema¹. Direktiiviga määratletakse, et jäätmed lakka-

¹ Eestis esitab vastavad sätted jäätmeseaduse §2¹.

vad olemast jäätmed, kui nad on läbinud taaskasutamistoimingu, kaasa arvatud ringlussevõtt, ning samas esitatakse teatud üldised tingimused, mille alusel tuleb välja töötada vastavad lakkamise kriteeriumid. Samas märgitakse direktiivis, et tuleks kaaluda konkreetsete kriteeriumide väljatöötamist selle kohta, millal jäätmed lakkavad olemast jäätmed, vähemalt täitematerjalide, paberi, klaasi, metalli, rehvide ja tekstiili kohta. Seejuures on sätestatud, et kui ühenduse tasandil ei ole kriteeriume kehtestatud, võivad liikmesriigid kohaldatavat kohtupraktikat arvesse võttes iga üksikjuhtumi puhul otsustada, kas teatavad jäätmed on lakanud olemast jäätmed. Näiteks Eesti jäätmeseaduse §2¹ lg 2 kohaselt võib valdkonna eest vastutav minister oma määrusega kehtestada kriteeriumid, mille alusel mõned jäätmeliigid lakkavad olemast jäätmed².

Euroopa Komisjoni (EK) koordinee-

² Seni on selle sätte alusel keskkonnaministri määrusega kehtestatud biolagunevatest jäätmetest komposti tootmise nõuded (määrus 7, 08.04.2013).

rimisel kuulutas Teadusuuringute Ühis- keskuse (Joint Research Centre – JRC) Perspektiivsete Tehnoloogiauuringu- te Instituut (Institute for Prospective Tech- nological Studies – IPTS) juba 2010. a välja konkursi jäätmekütuste jäätteks olemise lakkamise võimaluste uurimi- seks. Konkursi võitis ja uuringut asus korraldama Austria keskkonnaagen- tuur (Umweltbundesamt GmbH). Tee- ma keerukust näitab asjaolu, et siiani ei ole uuringu lõpparuannet veel ava- likustatud³. Uuringu vahearuaande esi- algse seisukoha alusel saab järeldada, et tahkete jäätmekütuste osas võib osutu- da edaspidi võimalikuks jäätmeprüu- ja -plasti jäätmesaatust teatud juhtudel lõpetada [Study ...].

ELis on kujunenud olukord, kus ka jäätmekütuste staatust – jäätmed või mit- te enam jäätmed, s.t viimasel juhul toot- ed – on hakatud liikmesriikides regulee- rima erinevalt, mis on tekitanud teatud ringkondades tõsist vastuseisu. Näiteks

³ Augustis 2011 valmis vahearuanne (296 lk) [Study ...].

on jäätmekütuste (nii RDF kui SRF) staa- tusega seoses saatnud EKile märgukirja (18.02.2014) neli mõjukat rahvusvahelist assotsiatsiooni – CEMBUREAU, CEWEP, ESWET ja MWE⁴. Kirjas juhitakse EK tä- helepanu asjaolule, et mõned liikmesriigid (näitena viidatakse Austriale ja Itaaliale) on hakanud oma riigis määratlema vas- tavaid jäätteks olemise lakkamise (*end of waste*, EoW) kriteeriume, mille tulemusena RDF ja/või SRF muutuvad jäätmetest too- deteks (kõrvalsaaduseks (vt jäätmeseadus §2²) või sekundaartooraineks). Sellisele olukorrale juhitakse tähelepanu põhiliselt keskkonnahoiu pärast, sest jäätmekütuse jäätmete hulka kuulumise lakkamine an- nab võimaluse seda põletada suvalistes kolletes ja seadmetes, isegi kodumajapida- mistes. Seega väljub selliselt määratletud jäätmekütuste kasutamine tööstusheidete direktiivi (2010/75/EL) regulatsiooni alt, samuti nõrgeneb kontroll jäätmekütuste kaubanduse, sh rahvusvahelise kauban- duse üle. Märgukirja kokkuvõttes osas nõutakse, et EK tagaks jäätmekütuste jää- mise ELi jäätmeid käsitleva regulatsiooni alla, seda eriti jäätmesaadetiste, põletami- se (sh tööstusheidete) ja parima võimaliku tehnika (BAT) kasutamise osas jäätmete põletamisel ja koospõletamisel.

Jäätmekütuste alane terminoloogia

Jäätmete energiakasutuseks on põhiliselt kaks võimalust – masspõletamine või jäätmekütuse tootmine. Olmejäätmete (*municipal solid waste* – MSW) masspõle- tamise (*incineration*) korral tavaliselt jää- meid eelnevalt ei töödelda, eraldatakse ainult ohtlikud osised ja suuremõõtmeli- ne prügi. Kütuse tootmiseks eraldatakse reeglina taaskasutatav osa ja metall, klaas ning muud mittepõlevad materjalid.

Jäätmekütuste (prügikütuste) alane terminoloogia ei ole kahjuks välja kju- nenud, seda ei eesti ega ka näiteks inglise keeles. Kuna Eestis on jäätmekütuse toot- mist ja kasutamist alustatud suhteliselt hiljuti, siis on terminoloogia osas otstar- bekas lähtuda rahvusvahelistest inglisi- keelsetest terminitest.

Alustuseks tuleb märkida, et ELi jät- menimistus, mis on kehtestatud otsusega 2000/532/EÜ, on koodiga 19 12 10 tähis- tatud „põlevjäätmed (prügikütus)“, mille vasteks inglise keeles on „combustible waste (refuse derived fuel)“, seega otse- selt RDF⁵.

⁴ CEMBUREAU – The European Cement Associa- tion, CEWEP – Confederation of European Waste- to-Energy Plants, ESWET – European Suppliers of Waste to Energy Technology, MWE – Municipal Waste Europe.

⁵ Siinjuures tuleb pöörata tähelepanu nimistu rubriigi 19 12 nimetusele: „Jäätmete mehaanilise töötlemise jäätmed (nt sortimis-, purustamis-, kokkupressi- mis- või granuleerimisjäätmed), nimistus mujal nimetamata“.

TABEL 2.

Maksimaalseid piirväärtusi alternatiivkütuste koostisainete sisalduse osas (mg/kg)

Limit values in European countries for alternative fuels.

Aine	Saksamaa	Austria		Hispaania	Belgia	Prantsusmaa
	*A	*A	*B			
Kaadmium (Cd)	9	27	2	100	70	
Tallium (Tl)	2	10	3	100	30	
Elavhõbe (Hg)	1,2	2	0,5	10	5	10
Cd+Tl+Hg kokku	–	–	–	100	–	100
Arseen (As)	13	15	15	–	200	–
Koobalt (Co)	12	100	20	–	200	–
Nikkel (Ni)	100	200	100	–	1000	–
Plii (Pb)	400	500	200	–	1000	–
Kroom (Cr)	250	300	100	–	1000	–
Antimon (Sb)	120	20	5	–	200	–
Tina (Sn)	70	70	10	–		–
Vanaadium (V)	25		100	–	1000	–
As+Cr+Co+Ni+Pb+ Sb+Sn+V kokku	–	–	–	5000	2500	2500
Vask (Cu)	700	500	100	–	100	–
Mangaan (Mn)		300	–	–	2000	–
Berüllium (Be)	2	–	5	–	50	–
Seleen (Se)	–	–	–	–	50	–
Telluur (Te)	–	–	–	–	50	–
Tsink (Zn)	–	–	400	–	5000	–

Märkused:

*A – plast, tekstiil, puit jm suure kütteväärtusega osised üldjäätmetest;

*B – põlevjäätmed üldiselt, kütteväärtusega 25 MJ/kg.

Allikas: [Lechtenberg]

TABEL 3.

SRFi klassifitseerimissüsteem

SRF classification system.

Klassifitseerimise alus Basis for classification	Statistilise näitaja liik Type of statistical indicator	Ühik Unit	Klassid / Classes				
			1	2	3	4	5
Kütteväärtus, alumine (NCV) Lower calorific value (NCV)	Keskmine Average	MJ/kg (ar)	≥ 25	≥ 20	≥ 15	≥ 10	≥ 3
Kloorisisaldus (Cl) Chlorine content (Cl)	Keskmine Average	% (d)	≤ 0,2	≤ 0,6	≤ 1,0	≤ 1,5	≤ 3,0
Elavhõbedasisaldus (Hg) Mercury content (Hg)	Mediaan Median	mg/MJ (ar)	≤ 0,02	≤ 0,03	≤ 0,08	≤ 0,15	≤ 0,50
	80. protsentiil 80th percentile	mg/MJ (ar)	≤ 0,04	≤ 0,06	≤ 0,16	≤ 0,30	≤ 1,00

ar – tarbimisaines; d – kuivaines
ar – as received basis; d – dry basis

Eesti „Riigi jäätmekavas 2014–2020“ on jäätmekütus (kui RDF) määratletud järgmiselt:

Jäätmekütus (Refuse Derived Fuel (RDF)) – segajäätmete töötlemisprotsessis, mille käigus eemaldatakse teatud taaskasutatavad ja mittepõlevad materjalid, järele jääv kütuseks muudetav põlev materjal.

Jäätmetest energia tootmisel peetakse kõige sagedamini jäätmekütusena silmas RDF- (*refuse derived fuel*) ja SRF- (*solid recovered fuel*) kütuseid, mida toodetakse korduskasutusse mitteminevatest (*non-recyclable*) tavajäätmetest (*non-hazardous*), sh olme- ja tööstusjäätmetest. Kuigi neid termineid kasutatakse lihtsustatud käsitluses ka sünonüümidenäna, on tegemist siiski reeglina erinevate kütustega. Kuna eesti keeles vastavad terminid puuduvad, siis selguse huvides kasutame käesolevas uuringus ingliskeelseid lühendeid – RDF ja SRF.

RDF tähistab enamikul juhtudel n-ö toorjäätmekütust, mis on saadud jäätmete (sagedamini olmejäätmete) lihtsustatud töötlemise tulemusel, millega on teatud määral parandatud jäätmete omadusi kütusena kasutamiseks ja välditud töödeldud jäätmete klassifitseerimist tahketeks sega(olme)jäätmeteks (*solid mixed (municipal) waste*). Seega on jäätme-massist kõrvaldatud taaskasutatav osa ja kütuseks minev osa tavaliselt kuivatatud ning peenestatud või lihtsamal juhul on eemaldatud ainult suuremad tükid ja metallosed. Tulemuseks on põletamisele minevatest sorteerimata olmejäätmetest paremate omadustega kütus, mille kütteväärtus jääb tavaliselt vahemikku 8–14 MJ/kg. Mitmes riigis on töötatud välja oma standardid RDF kohta, nt UNI 9903 (1992, Itaalias), SFS 5875 (2000, Soomes), Saksamaal kvaliteeditunnistus RAL-GZ 724 (2001). USAs (ASTM) on RDF kütus liigitatud seitsmesse liiki, sh RDF1–RDF5 on tahked kütused.

Kui üldkäsitlustes kasutatakse jäät-

mekütuste kohta ka termineid sekundaar- või asenduskütus (*secondary fuels, substitute fuels*), vedelkütuse kohta SLF (*substitute/secondary liquid fuel*)⁶, siis olme-jäätmetest toodetud tahkete kütuste kohta on inglise keelest lähtuvalt kasutusel veel rida spetsiifilisi termineid, näiteks:

packaging derived fuel (PDF);
process engineered fuel (PEF);
paper and plastic fuel/fraction (PPF);
recovered fuel (REF);
tire/tyre derived fuel (TDF).

Kasutusel on veel teisigi nimetusi, nt tähistab termin *hot-mix* sageli tahket jäätmekütust, mis on valmistatud tahkete ja vedelate, sageli ohtlike jäätmete segamise teel. Lisaks eelmainitud nimetustele ja nende lühenditele on mõnel üldistaval juhul kasutusel WDF (*waste derived fuel*), seda tavaliselt siis, kui koos RDF/SRF-kütustega käsitletakse mitmesuguseid põlevjäätmeid (nt puit, paber, plastid jm) eraldi.

Lisaks on mitmes riigis kasutusel ka omakeelsed terminid ja nende vastavad lühendid, nt Saksamaal üldnimetusena *Ersatzbrennstoff* (EBS) ja selle alaliigina väiksema kütteväärtusega *Sekundärbrennstoff* (SBS), samuti segaolme-jäätmetest toodetud *Brennstoff aus Müll* (BRAM), Soomes *kierrätyspolttoaine* (inglisekeelse lühendina tavaliselt REF), Rootsis *brännbart avfall* ja selle alaliigid *bränslekross* ning *papper, trä och plast* (PTP).

Nagu eelnevast järeldub, on jäätmekütuste kohta kasutatavate terminite tähendused rahvusvaheliselt ja sageli ka riikide siseselt ühtlustamata. Nii RDF, REF, PDF, PPF kui ka PEF võivad tähistada sisuliselt sama kütust, kuid võimalikud on ka spetsiifilisemad tähistused. Näiteks PEF on osalt kasutusel RDFi paralleelterminina, kuid sagedamini tähistatakse sellega siiski jäätmekütust, mis on tavalisest RDFist suurema kütteväärtusega.

⁶ SLF võib tähistada ka peenestatud tahket jäätmekütust – *shredded light fraction/fuel*, ka *auto shredder residue* (ASR), *auto shredder fluff*, *residues from shredding* (RESH) või *auto fluff* või *fluff*.

Nõuded jäätmekütustele

Illustreerimaks kokkuvõtlikult riikidevaheliste erinevuste ulatust nn alternatiivkütustele (s.t laiemalt kui jäätmekütustele) kehtestatud koostisainete sisalduse osas on näitena esitatud tabel 2⁷.

Jäätmekütuste standardimise üldine olukord

Võrreldes RDF-kütustega tähistab SRF tavaliselt suhteliselt parema kvaliteediga kütust, mis on samuti toodetud eelsorditud olme- ja tööstusjäätmetest, seejuures on reeglina arvestatud kütuse tarbija(te) konkreetsete nõudmistega.

Viimastel aastatel on liigutud SRFi omaduste rahvusvahelise ühtlustamise poole – välja on töötatud mitmed eurostandardid.

Euroopa Liidus jõuti vajaduseni reguleerida nõudeid jäätmekütusele ja selle omadusi käesoleva sajandi alguses. Selleks moodustati 2002. aasta kevadel Euroopa Standardimiskomitee (CEN) tehniline komisjon CEN/TC 343 „Solid Recovered Fuels“. Seejärel andis Euroopa Komisjon välja mandaadi (M/325; 26.08.2002), mille alusel alustas CEN ettevalmistusi SRFiga seotud dokumentide väljatöötamiseks. CEN/TC 343 töö eesmärgiks seati järgmisi küsimusi hõlmavate standardite väljatöötamine:

- terminoloogia;
- kütuse spetsifikatsioonid ja klassid;
- kvaliteedijuhtimise süsteem;
- proovide võtmine;
- füüsikalised ja mehaanilised testid;
- keemilised testid;
- täiendavad testid.

Eesmärkide saavutamiseks moodustati viis töögruppi, kes teevad tihedat koostööd ning lisaks koordineerivad oma tegevust teiste CENi tehniliste komisjonidega, nt CEN/TC 104, 134, 292, 335 ja 366.

⁷ Tuleb arvestada, et andmed tabelis on esitatud 2009. a seisuga ja käesolevaks ajaks võib piiranguid olla muudetud.

TABEL 4.

Olmejäätmete kogused Eestis (t)

Municipal waste in Estonia (t).

Kood / Code	Jäätmeliik / Type of waste	2010	2011	2012	2013
20 01 00	Olmejäätmete hulgast väljanõpitud või liigiti kogutud jäätmed* <i>Separated from municipal waste, or separately collected waste*</i>	69 109	67 633	63 613	61 267
20 02 00	Aia- ja haljastusjäätmed / <i>Garden and park waste</i>	23 624	26 485	20 874	21 494
20 03 00	Muud olmejäätmed / <i>Other municipal waste</i>	316 697	322 896	296 571	297 112
20 03 01	Prügi (segaolmejäätmed) / <i>Rubbish (mixed municipal waste)</i>	280 929	280 070	267 178	288 592
20 00 00	Olmejäätmed kokku* / <i>Total municipal waste*</i>	409 429	417 014	381 058	379 873
15 01 00	Pakendid (sh lahus kogutud olmejäätmed) <i>Packaging (including separately collected municipal packaging waste)</i>	127 832	163 286	162 298	165 061

* – välja arvatud koodigrupis 15 01 (pakendid) arvestatud jäätmed

* – excluding waste in code group 15 01 (packaging)

Allikas: [Eesti jäätmekäitluse ...]

Source: Estonian waste handling overview 2008-2010

Lisaks ollakse pidevas kontaktis mitme rahvusvahelise organisatsiooniga Euroopas – ECOS, CEPI, CEMBUREAU, FEAD ja PlasticsEurope⁸.

Samas tuleb rõhutada, et standardimise töö on keerukas ja seetõttu on täpsete regulatsioonide osas kõiki osapooli rahuldava lahenduseni jõudmine väga aeganõudev protsess. Lisaks toimub kiire tehnoloogiline areng ja muutuvad keskkonnanõuded, mis tingib vajaduse tänapäevastada ka standardeid. Vaatamata laiale koostööle standardite ettevalmistamisel esineb tõsiseid eriarvamusi, mis raskendavad tööde lõpetamist. Näiteks 2010. aastal valmis ja kiideti liikmesorganisatsioonide poolt heaks üks võtmetähtsusega standard EN 15359 (SRF – spetsifikatsioonid ja klassid), kuid juba veebruaris 2011 esitas selle kohta oma pretensioonid ECOS [ECOS]. Novembris 2011 otsustas CENi tehniline nõukogu (CEN/BT) siiski standardi avaldada, kuid nõustus vajadusega standard kiirendatud korras simust CEN/TC 343 plenaaristungil ja otsustati ühehäälselt, et nimetatud pretensiooni alusel pole vajadust standardi kiireks muutmiseks ega täiendamiseks. Seejärel otsustas CEN/BT, et küsimusega edasi ei tegeleta.

CEN/TC 343 poolt praeguseks koostatud 20 standardist (sh mitmeosalised) on järgnevalt kirjeldatud ühte, milles on normeeritud tahkete jäätmekütuste omadused.

Standardi EN 15359:2011 – Tahkejäätmekütused. Spetsifikatsioonid ja klassid⁹ (*Solid recovered fuel. Specifications and classes*) – eesmärk on esitada tahkejäätmekütuste

mekütuste (SRF) üheselt määratletud ja selged liigitamise ning spetsifitseerimise põhimõtted, mille rakendamine soodustab SRFi aktsepteerimist kütuseturul ja seega lihtsustab ning edendab nende kaubandust, sh importi ja eksporti. Standardiga kehtestatud nõuded kuuluvad rakendamisele tarbijale üleantavale (*delivery*) kütusele.

Oluline on teada, et see standard ei hõlma ohtlikke jäätmeid ega ka töötlemata tahkeid olmejäätmeid (MSW). Samuti tuleb arvestada, et nimetatud standard ei käsitle järgmisi bioloogilist päritolu jäätmeid¹⁰:

- põllumajanduse ja metsanduse taimsed jäätmed;
- toiduainetööstuse taimsed jäägid, juhul kui tekkiv soojus kasutatakse ära;
- värske paberimõssi tootmise ja paberimõssist paberi tootmise kiulised taimsed jäägid, juhul kui need põletatakse nende tekitamise kohas ja tekkiv soojus kasutatakse ära;
- puidujäätmed, välja arvatud puidukaitsainetega töötlemise või pinna katmise tulemusena halogeenitud orgaanilisi ühendeid või raskmetalle sisaldada võivad puidujäätmed, eelkõige ehitamisel ja lammutamisel tekkinud puidujäätmed;
- korgijäätmed.

Ehitiste lammutamisest ja ehitusteguvusest pärinev jäätmepuit on siiski selle standardiga hõlmatud.

Standardi artikkel 7 kehtestab SRFi klassifitseerimise aluseks olevad arvulised piirväärtused järgmistele kütuseomadustele:

- kütteväärtus;
- kloorisisaldus;
- elavhõbedasisaldus.

Iga omaduse alusel eraldi liigitatakse kütus viide klassi (vt tabel 3).

Näide klassifitseerimisest: kui SRFi

¹⁰ Aluseks on jäätmepõletusdirektiivi 2000/76/EÜ artikli 2(2) a sätteid (i)–(v).

tarbimiskütuse alumine kütteväärtus on 19 MJ/kg, keskmine kloorisisaldus 0,5% kuivaines ja elavhõbedasisalduse mediaan tarbimisaines on 0,016 mg/MJ 80. protsentiili väärtusega 0,05 mg/MJ, siis klassifitseeritakse vastav SRF klassi koodiga järgmiselt: „NCV 3; Cl 2; Hg 2“.

Tahkejäätmekütuse vastavuseks standardi EN 15359:2011 nõuetele peavad olema täidetud järgmised tingimused:

kütus peab olema klassifitseeritud vastavalt standardi artiklile 7;

kütus peab kvaliteedi osas vastama artiklis 8 esitatud nõuetele;

kütuse omadused peavad olema esitatud vastavalt artiklile 9.

Lisaks peab tahkejäätmekütuse tootja/tarnija andma kütusepartiiiga kaasa vastavustunnistuse¹¹ (*declaration of conformity*), mille alusdokumendid tuleb säilitada, et võimaldada vajadusel hiliemat kontrolli.

Kokkuvõttes – millised omadused täpselt ja milliste väärtustega määratleda, seda otsustavad müüja ja konkreetne ostja omavaheliste läbirääkimiste käigus ja fikseerivad selle ostu-müügilepingus. Kuidas vajalikke omadusi nõutava täpsusega määrata, seda sätestavad eespool loetletud ülejäänud Euroopa Standardimiskomitee tehnilise komisjoni CEN/TC 343C poolt koostatud standardid.

Jäätmekütuse tootmise perspektiividest Eestis

Hindamaks jäätmekütuse tootmise perspektiive on vaja analüüsida viimaste aastate jäätmetekke statistikat ja prognoosida seda lähitulevikuks.

Jäätmetestatistika näitab, et juba alates 2008. aastast on Eestis olmejäätmete teke oluliselt vähenenud¹². Sellise tendentsi

¹¹ Üldkriteeriumid vastavustunnistuse kohta on toodud standardites EN ISO/IEC 17050-1:2010 ja EN ISO/IEC 17050-2:2004.

¹² 2008. a hakkas kehtima sortimata olmejäätmete vastuvõtu ja ladestamise keeld kõikidele prügilatele.

⁸ ECOS – European Environmental Citizens Organisation for Standardisation; CEPI – Confederation of European Paper Industries; CEMBUREAU – European Cement Association; FEAD – European Federation of Waste Management and Environmental Services; PlasticsEurope – Association of Plastics Manufacturers.

⁹ Eesti standardina EVS-EN 15359:2011 (avaldatud ja jõustatud ingliskeelsena).

ühiks põhjuseks võis algul pidada majanduslangust ja sellest tulenevat elanike osujõu vähenemist. Kuid sama tendents on jätkunud ka viimasel neljal aastal (2010–2013, vt tabel 4). Statistika osas on mõju avaldanud ka meetoodilised muudatused olmejäätmete tekke arvestamisel. Nimelt on pakendijäätmete liigiti kogumine iga aastaga suurenenud, vähendades arvestuslikku olmejäätmete (nimistu koodigrupp 20) teket, kuna liigiti kogutud pakendijäätmed kajastuvad jäätmenimistus eraldi jäätmegrupina (koodi grupp 15), kuigi nad tekivad valdavalt olmes.

Kui olmejäätmeid (grupp 20) tekkis aastatel 2000–2010 keskmiselt 360 kg elaniku kohta, siis aastatel 2012 ja 2013 oli vastav näitaja juba 288 kg/elanik.

Eestis on olmejäätmete teke jõudsalt vähenemas. Võrdlemaks jäätmetekke olukorda üldise seisuga Euroopas, saab kasutada Eurostati andmeid elaniku kohta tekkiva olmejäätmete koguse osas. Kui 2013. aastal registreeriti Eestis olmejäätmete tekkeks 293 kg elaniku kohta, siis vastav EL 28 keskmine oli 481 kg/el, seejuures neljas ELi riigis ületas teke 600 kg/el, olles näiteks Taanis 747 ja Saksamaal 617 kg/el [Environment ...]. Soomes oli vastav näitaja 493 ja Lätis 312 kg/el.

2013. a käivitati Eesti Energia Iru prügi-põletusjaam, mis põletab suure osa varem ladestamisele läinud segaolmejäätmetest (võimsus kuni 220 000 tonni jäätmeid aastas). Olmejäätmete taaskasutusest enamiku moodustab bioloogiline ringlussevõtt, eelkõige kompostimine ja pinnasetöötus.

Hindamiseks Eestis olmejäätmetes sisalduvat energiat ja jäätmekütuse tootmise võimalikke mahtusid on tehtud arvutused 2013. a kohta. Kasutatud on Eesti keskkonnaagentuuri andmeid [Eesti jäätme-käitluse...] – jäätmete üldkogused; ja TTÜ soojustehnika instituudi ning SEI Tallinna poolt Iru Elektriijaama jäätmeplakis tehtava uuringu esialgseid andmeid¹³ – segaolmejäätmete koostis ja koostisosade energiasisaldus. Käesoleva uuringu praegusel etapil on tehtud jäätmekütuse tootmiseks sobiva materjali ja selles sisalduva energia arvutused kahes variandis: lähtudes kõigi olmejäätmete (kood 20 00 00) ja eraldi segaolmejäätmete (kood 20 03 01) kogusest. Massi põhjal on jäätmekütuseks sobivate jäätmete osatähtsus segaolmejäätmetes u 42% ja tarbimisaine kaalutud keskmine kütteväärtus 19,2 MJ/kg (vt tabel 5).

2013. a kohta saadud tulemused on varasemates uuringutes esitatutest üsna erinevad, olles tunduvalt väiksemad. Selleks on nii objektiivseid kui subjektiivseid mõjureid. Objektiivseks mõjuriks on üldiste jäätmekoguste oluline kahanemine, subjektiivselt mõjutab tulemusi kõige enam asjaolu, et uuemast arvutusest on 13 TTÜ STI segaolmejäätmete uuring ei ole veel lõpetatud – puudub ühe sesooni jäätmete analüüs.



Eestis põletatakse olmejäätmeid Eesti Energia Iru elektrijaamas.

In Estonia, municipal waste is incinerated at Iru power station owned by Eesti Energia.

FOTO ILMAR SAABAS

TABEL 5.

Potentsiaalne kütus ja energia olmejäätmetest Eestis, 2013

Potential for fuel and energy generation from municipal waste in Estonia, 2013

Jäätmeliik Type of waste	Kood Code	Kogus, tuh t Quantity, thousand pcs	Jäätmekütuseks sobiv osa, tuh t Part suitable for use as waste fuel, thousand pcs	Energia, TJ Energy, TJ
Kõik olmejäätmed Total municipal waste	20 00 00	379,9	161,3	3094
Segaolmejäätmed Mixed municipal waste	20 03 01	288,6	122,5	2350

välja jäetud biojäätmed, s.t köögi- ja sööklajajäätmed ning aia- ja haljastusjäätmed¹⁴, samuti ei ole arvesse võetud pakendijäätmete sortimisjääke.

Jäätmekütuse energiasisaldus ja selle suurendamise võimalused

Olmejäätmete tüüpilist kütteväärtust on hinnatud vahemikus 8–12 MJ/kg. Jäätmete töötlemine suurendab kütteväärtust. Jäätmekütust on võimalik põletada koos tavakütusega – tahkete fossiilsete kütustega, hakkpuidu ja turbaga – või anda lisakütusena tsemendipõletuspöordahju, kõrgahju jm.

Kasutades jäätmeid kütusena, on vaja teada jäätmete kütteväärtust, niiskust ja tuhasust, tuha iseloomu, kahjulike ainete (kloor, väävel, elavhõbe jne) sisaldust, tüki suurust, lendosade sisaldust, arvutusteks ka elementkoostist. Kuna olme-14 Biojäätmed on käesolevast arvutusest välja jäetud, kuna kütust (RDF või SRF) toodetakse reeglina sortitud jäätmetest, millest on enamik biomassist eraldatud.

jäätmed on eri materjalide segud, siis on nende omadused määratud üksikute komponentide omadustega ja komponentide suhteliste kogustega.

Jäätmed, millest tavaliselt toodetakse RDFi, koosnevad järgmistest materjalidest: rehvid, kumm, paber, tekstiil, kasutatud õlid, puit, plast-, tööstusjäätmed, ohtlikud jäätmed ja tahked olmejäätmed. Tsemendiahjud vajavad ühtlast RDFi koostist, millel peaks olema mitte ainult ühtlane kuju ja suurus, vaid ka stabiilne kütteväärtus.

Olmejäätmed on halva kvaliteediga kütus ja eeltöötlemine on vajalik nt pelletite valmistamiseks, et parandada konsistentsi, ladustamise ja käitlemise omadusi, põlemisprotsessi kulgemist ning kütteväärtust.

Jäätmekütuse esimeseks ja kõige lihtsamaks väärastamise tehnoloogiaks, s.o energiasisalduse suurendamise võimaluseks, on jäätmekütuse (RDF, SRF) kuivatamine. Kuivatamine on ka mis tahes muu jäätmekütuse rahvusvahelisse kaubandusse suunamise eeldus. Tegelikult



Joonis 1. Pakendatud jäätmekütus – Packed RDF (<http://www.swrbioenergy.co.uk/gallery/>)

peaks see olema igasuguse tarbija juures kasutamise eeldus, sest jäätmekütuse kivitamine vajaliku piirini (tavaliselt alla 18%) võimaldab seda ladustada. Niiskem kütus võib suuremas kuhjas ise süttida.

RDFi tootmisprotsessis on kaks allsüsteemi: eelsüsteem ja lõppfaas. Eelsüsteemi ehk eeltöötuse ülesanne on koguda olmejäätmed ning eraldada sealt põlevad ja mittepõlevad fraktsioonid, et toota sisendit lõppfaasile. Lõppfaasi süsteem võib olla kas terminine või bioloogiline muundamine.

RDFi tootmise liin koosneb mitmest järjestikusest protsessist, et eraldada soovimatud osad ja et põlevosa oleks RDFi vajalike omadustega. Põhilised protsessid on sõelumine, purustamine, peenestamine, sorteerimine, metalli, klaasi või märja orgaanilise materjali eraldamine, kuivatamine ja pressimine. Neid protsesse on võimalik korraldada eri järjekorras sõltuvalt olmejäätmete koostisest ja soovitatavast jäätmekütuse (SRF, RDF) kvaliteedist.

Tehnilis-tehnoloogilised võimalused jäätmete kaubeldavust paremaks muuta. Jäätmekütuse pakkimine

RDFi materjali saab lihtsalt pressida ja pakida pallideks (ruloonideks, joonis 1) ning kiletada. See võimaldab kütust ladustada nii sees kui ka väljas, kuna sellisel kujul ilmastikutingimused kütust ei mõjuta. Palle

on võimalik transportida mööda raudteed, maanteed ja veetranspordiga [vt nt <http://www.flexus.se/index.php?ref&id=6>].

Jäätmekütuse pakkimise (pallimise) eelised:

- puhas ja korralik ladustamine;
- lõhnatu ladustamine;
- ei ole energia ja massi kadu, materjali omadused säilivad;
- vähendab kuni kolmandiku võrra olmejäätmete mahtu;
- ei lähe käärima;
- ei ole isesüttiv.

Puuduseks võib pidada lisamaterjali vajadust pakkimiseks (kile), küllaltki suurt transporti- ja laomahtu (väike mahuline energiatihedus (GJ/m^3) – vähemalt kaks korda väiksem kui pelletitel) ja seega vastavalt suurem rahaline kulu, võrreldes jäätme pelletitega. Tarbija juures vajatakse eraldi liini pallide lahtivõtmiseks ja kohevamaks muutmiseks, et saaks jäätmekütust koldesse suunata. Kuivatatud jäätmekütuse pallide kasutamine võib majanduslikult mõttekaks osutuda tootmise lähipiirkonnas, mõnesaja kilomeetri raadiuses.

Jäätmekütuse jahu (pulbri) tootmine

Jäätmekütusest jäätmejahu valmistamine kuul- ja haamerveskites on teostatav, kuid seda tuleks teha vahetult enne jäätmejahu

suunamist tolmpõletusseadmesse (nt katlasse), sest jahu transport oleks tülikas ja kallis. Samas tuleb arvestada, et pehme plasti jahvatamine nõuab spetsiaalseid seadmeid ja tehnoloogiat (kiirekäigulised veskid ei sobi, sest pehme plast võib hakata sulama ja kleepuma). Kuna viimasel ajal tolmpõletusseadmete osakaal põletusseadmetes väheneb, siis on raske näha jäätmejahule kasutuskohi.

Jäätmekütuse graanulite valmistamine

Kõige levinumad meetodid väikese tihedusega RDFi lähtematerjali tihendamiseks ja mahulise energiasisalduse suurendamiseks on granuleerimine (pressimine silindrilisteks graanuliteks, läbimõõt tavaliselt 8–10 mm).

Koheva RDFi niiskus on pressitud RDFi tootmisel väga oluline. Kui niiskus on väiksem kui 12% (mõnedel andmetel kuni 15%), saab toota tugevat, stabiilset pelletit. Kui niiskus suureneb, hõõrdumine pressimisel väheneb ning niiskusega 25% väheneb RDF-pelleti tihenemine. Selle tulemusena on graanul kehva välispinnaga, väikese tihedusega ning halva mehaanilise püsivusega käitlemisel. Koheva RDFi niiskusesisaldus peaks jääma alla 25%. Kuid olmejäätmete niiskus on tavaliselt rohkem kui 20% ning mittepõleva materjali eemaldamine ei vähenda niiskust. Niiskust saab vähendada jäät-

mete peenestamise, õhuga separeerimise (puhumise), õhuga kuivatamise ja kuiva materjali lisamise teel. Enne graanuliteks pressimist lisatakse mõnel puhul sideaineid, et saavutada graanulite paremat kvaliteeti (mehaaniline vastupidavus ja libedam välispind) [Data ...].

Jäätmekütuse (RDF) granuleerimine on otstarbekas ka jäätmete puistetiheiduse (energiatiheduse) seisukohalt, see aitab paremini materjali käidelda, laadida, transportida, ladustada ja koldesse suunata. Granuleeritud kütus (joonis 2) on ka suurema mehaanilise tihedusega ($1,2\text{--}1,3\text{ g/cm}^3$) ja seetõttu sisaldab rohkem energiat mahuühiku kohta kui granuleerimata materjal (mahuline tihedus ehk puistetiheidus $600\text{--}700\text{ kg/m}^3$). Tolmusus ja lõhnad on viidud miinimumini, kuna pelletid on homogeniseeritud ja suure surve all pressitud.

Tahkete olmejäätmete granuleerimine hõlmab järgmisi protsesse: ebasobivate materjalide eraldamine, purustamine, suure ja väikese kütteväärtusega orgaaniliste jäätmete segamine ja tahkestamine. Tavaline PEF koosneb 70–90% paberist ning ülejäänud osa on plast.

Protsess on põhiolemuselt meetod, mis tihendab jäätmeid või muudab nende füüsilist vormi ja suurendab orgaaniliste ainete sisaldust anorgaaniliste materjalide ja niiskuse eemaldamise abil. Tahkete sorteerimata olmejäätmete kütteväärtus on sageli 1000 kcal/kg ($4,19\text{ MJ/kg}$ ehk $1,16\text{ MWh/t}$). Jäätme-graanulite kütteväärtus on neli korda suurem, umbes 4000 kcal/kg ($16,7\text{ MJ/kg}$ ehk $4,65\text{ MWh/t}$) sõltuvalt orgaanilise aine osakaalust jäätmetes ning protsessis kasutatavatest lisanditest ja sideainest (kui seda kasutatakse). 100 tonnist toorprügist (MSW) saab pärast eeltötlust toota keskmiselt umbes 15–20 tonni jäätme-graanuleid [vt ka <http://www.ecomena.org/refuse-derived-fuel/>].

Jäätme-graanulite eelised võrreldes jäätme-pallidega on samad, kuid pole vaja kilet pakendamiseks, sama energiasisalduse jaoks vajatakse väiksemat laomahtu ja neid on lihtsam/mugavam laost koldesse suunata (saab täielikult mehhaniseerida ja automatiseerida), nad sobivad ka sellistele kolletele, kuhu puistatav ja kohev jäätmekütus ei sobi. Puuduseks on kallim tootmine võrreldes jäätme-pallidega.

Firma Global Fuel Trading – GFT (<http://www.globalfueltrading.com/ccf-fuel.html>) on välja töötanud viisi muundada tahkeid olmejäätmeid CCF (ingl k *Coal Comparable Fuel* – kivisöe-ga võrreldav kütus) graanuliteks. Neid on sobiv põletada nii kivisöe (ka ligniid) elektrijaamades tolmustatud kujul (tolmpõletuskatlad), keevkihtkateldes,

restkoldega kateldes kui ka tsemendiahjudes. Firma väitel saavutavad nad oma kütusega kaks korda suurema energiatoodangu kui tahkete olmejäätmete masspõletusjaamas ja seda tunduvalt väiksema investeeringu maksumusega.

CCF-graanulid on väidetavalt varasemate tehnoloogiatega toodetud RDF-kütustest paremad. CCFi vähese niiskuse ja lähtematerjali selekteerituse tõttu on kütteväärtus suur – ligikaudu 23 MJ/kg . CCF koosneb valdavalt kuivade orgaaniliste jäätmete (paber, papp, vineer, puit, kummi, riidekangas, kiudained jms) ja plastjäätmete segust. CCFi väävlisisaldus on väiksem kui kivisööl. Lämmastiku- ja kloorisisaldus on umbes võrdne kivisöe samade elementide sisaldusega, kuid oluliselt väiksem on fluorisaldus. Umbes 20% väiksem on CCFi süsinikusisaldus, võrreldes kivisöega annab see otsest väiksema CO_2 -heite.

Muud võimalikud tehnoloogiad

Peale pressimise jagunevad tehnoloogiad, mille käigus on võimalik jäätmekütuseid väärastada, laias laastus soojuslikeks (termilised protsessid) ja mittesoojuslikeks.

Termilised protsessid:

- gaasistamine – saadakse põlevgaas, vesinikku ja sünteetilisi kütuseid;
- depolümerisatsioon (ingl k *hydro thermal liquefaction*) – saadakse sünteetilist naftat, mida hiljem rafineerida;
- pürolüüs – saadakse bioõlisid ja koksi (sütt);
- gaasistamine plasmaleegis (PGP) – saadakse rikastatud süngaasi (H_2 ja CO), mida kasutada kütuselementi-

des, et toota elektrit plasmakaare tekitamiseks.

Mittesoojuslikud protsessid:

- anaeroobne kääritamine – saadakse biogaasi ja biometaan;
- fermenteerimine – saadakse etanooli, piimhapet või vesinikku;
- mehaanilis-bioloogiline töötlus (MBT);
- MBT + anaeroobne kääritamine;
- MBTst RDFi valmistamine.

Eeltoodust näeme, et jäätmeid saab muundada vedelateks (etanool, diislikütus jm) ja gaasilisteks (süngaas) kütusteks ning kemikaalideks peamiselt termokeemiliste protsesside (pürolüüs, gaasistamine jm) vahendusel. Segalmejäätmete biolaguneva fraktsiooni saab töödelda biokeemiliste protsesside vahendusel samuti gaasilisteks (biogaas, biometaan jm) ja vedelateks kütusteks (bioetanool jm).

On olemas kaubanduslik ja tööstuslik tehnoloogia tööstuslikuks kasutuseks sobiva etanooli tootmiseks, kasutades kombinatsiooni gaasistamisest, plasmagaasistamisest ja fermentatsioonist. Toodetud etanool tagab, et prügi ei ladestata ja samas saadakse kasulikke ja väärtuslikke lõpp-produkti. Sama efekt saavutatakse, combineerides gaasistus- ja Fischeri-Tropschi tehnoloogiat, et toota prügist reaktiivkütust, mida saab kasutada lennunduses.

Kui jäätmekütusest on gaasistusprotsessis saadud süngaasi, siis viimatimärgitu edasisel töötlemisel on võimalik saada mitmesuguseid vedelaid õlikütuseid ja vedelaid (petro)kemikaale.

Termokeemiliste protsesside tulemusel muundatakse tahke, süsinikku sisaldav materjal gaasilisteks produkti-



Joonis 2, RDF-graanulid – RDF pellets (<http://www.wxteneng.com/en/Refuse-Derived-Fuel-RDF--44.html>)

deks, mis sisaldavad CO_2 , CO , H_2 , CH_4 ja inertseid gaase. Tootmissaadust (generaatorgaasi ehk süngaasi) saab kasutada katlakütusena küttesüsteemides, valgustusgaasina või soojuse ja elektri koostootmiseks, puhastatuna ja vääristatuna (lisatakse nt vesinikku) samuti transportivahendite kütusena.

Jäätmekütuse pürolüüsil ehk termokeemilisel lagundamisel (krakkimisel) kuumutatakse materjali õhu juuresolekuta (temperatuurivahemik on tavaliselt 500–600 °C), jäätmekütus peenestatakse enne kuumutamist 2–8 mm tükkideks. Pürolüüsil saadakse gaas, mis kiirel jahutamisel (vesijahutus) muutub vedelaks jäätmekütuseks, nn plastiõliks. Osa gaasist moodustab metaani, mis ei kondenseeru, ja seda saab kasutada mujal (või sama pürolüüsireaktori) kütusena.

Plastiõli (vt joonis 3) kütteväärtus on 9,5 MJ/kg ja see on märksa väiksema väävlisisaldusega (0,005 % S) kui tavaline kütteõli, rääkimata laevakütusest. Selle kütteväärtus on umbes 8 % väiksem kui tavalise auto diislikütuse ja laevakütuse oma, kuid palju parem punkrikütusest, kui võrrelda viskoossust, tuhasust ja heitkoguste hulka ning kvaliteeti.

Jäätmekütuse gaasistamine ja veeldamine on tänapäeval juba teostatavad ja osa tehnoloogiaid on jõudnud kaubanduslikku faasi, kuid nendel tehnoloogiatel töötavad tehased on tõenäoliselt arvestatud suurele jäätmekütuse mahule (vähemalt 100 000 t/a), et suuta toodangu maksumuselt konkureerida konventsionaalsete vedelkütustega. Nende rajamine vajaks ilmselt suurt riiklikku investeerimistoetust.

Kokkuvõte

Tuleb tõdeda, et jäätmekäitlust üdiselt ja ka jäätmekütustega seonduvat mõjutavad poliitilised tegurid sel määral, et nõudluse ja pakkumise vahelist tasakaalu või sellele lähedast seisundit ei ole tekkinud. Kuna ka jäätmekäitlusega seotud energia- ja tooraineturgid mõjutavad poliitilised tegurid oluliselt, siis on raske teha tulevikuprognose. Üldise suundumusest võib täheldada, et tulenevalt ELi keskkonna- ja jäätmepoliitikast rajatakse mitmetesse ELi liikmesriikidesse uusi jäätmekütuse põletusseadmeid. Seetõttu väheneb tõenäoliselt jäätme(kütuse) vedu riikidesse, kus praegu on jäätmepõletusvõimsuste ülejääk, nagu Saksamaale ja Rootsi. Samal ajal võib soovitatava jäätmehierarhia põhjal prognoosida jäätmetekke teatavat vähenemist ja ringlussevõtu ning taaskasutamise osatähtsuse kasvu. Kuna jäätmete energiakasutus (R1) on jäätmehierarias väga madalal kohal, siis on küll võimalik selle osatähtsuse tõus, kuid absoluutmahus on vähe-

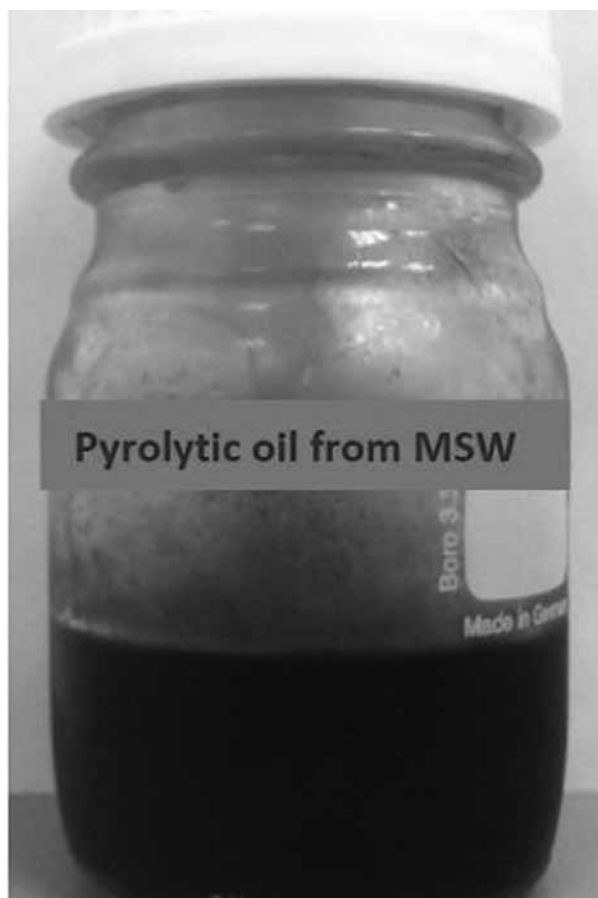
nemine keskpikas perspektiivis küllaltki tõenäoline. Poliitikast tuleneva innovatsiooni ja investeerimistoetuste toel on võimalik jäätmekütuste tootmise ja kasutamise tehnoloogia kiirenev areng, kuid analoogiline trend on tõenäoline ka jäätmetekke vältimise ja ringlussevõtu osas.

Jäätmekütus (RDF, SRF) ja ka sellest toodetud graanulid ei ole universaalne kütus, millega saaks kütuseturul vabalt kaubelda. Sellise kütuse tarbijateks saaksid olla suuri põletusseadmeid kasutavad ettevõtted, eelkõige tsemenditehased, kuid näiteks ka lubja- ja metallurgiatehased ning teatud tingimuste täidetuse korral samuti koostootmis- või elektrijaamad.

Kuna tsemenditööstus võiks suure tõenäosusega olla peamine Eestist tarnitava jäätmekütuse tarbija ja tsemenditootmise tehnoloogia eeldab spetsiifiliste omadustega kütuse (lisaks põhikütusele) kasutamist, siis oleks soovitatav ekspordile suunatud jäätmekütuse tootmisel orienteeruda mitte niivõrd RDFi kui just parema kvaliteediga SRFi tootmisele. Seejuures ei ole jäätmekütuse tootmise ja turustamise aspektist esmase tähtsusega kütuse vorm (helves, graanulid), vaid kütuse kvaliteet ja selle stabiilsuse tagamine pikema perioodi jooksul.

Kirjandus

1. Study on the suitability of the different waste-derived fuels for end-of-waste status in accordance with article 6 of the waste framework directive. Second Interim Report. Draft for consultation. Umweltbundesamt. Vienna, august 2011.
2. Lechtenberg, D. Alternative fuels: Quality management as a base for successful implementation and reliable substitution rates. Global Cement Magazine. June 2009, pp. 24–26.
3. ECOS appeal against ratification of EN 15359 'Solid recovered fuels – Specifications and classes' European Environmental Citizens' Organisation for Standardisation. Brussels. 18.02.2011.
4. Eesti jäätmekäitluse ülevaade 2008–2010. Keskkonnateabe Keskus. 2012.
5. Environment in the EU28. Eurostat News Release 54/2015. 26 March 2015.
6. Data Summary of Municipal Solid Waste Management Alternatives, Volume IV: Appendix B-RDF Technologies. (<http://www.nrel.gov/docs/legosti/old/4988d.pdf>; 16.02.2015).



Joonis 3.
Jäätmetest (tõenäoliselt RDFist) valmistatud kütteõli
Pyrolysis oil from municipal solid waste
(http://www.southampton.ac.uk/engineering/research/projects/advanced_waste_gasification.page)

Biometaani tootmine ja kasutamine transpordikütusena



VILLEM VOHTU (EESTI ARENGUFOND) JA
ÜLO KASK (TALLINNA TEHNICAÜLIKOOLI
SOOJUSTEHNICA INSTITUUT)

Sissejuhatus

Käesolev artikkel käsitleb biometaani tootmist, selleks perspektiivseid toormeid Eestis ja tingimusi, mille korral oleks tootmine tasuv.

2015. aasta märtsis valmis Eesti Arengufondi tellimusel töö „Biometaani tootmine ja kasutamine transpordikütusena – väärtusahel ja rakendusetepanekud“, artikkel tutvustab selle tulemusi.

Töös selgitatakse, milline võiks olla efektiivseim biometaani transpordikütusena kasutamise viis, ja antakse huvitatud osapooltele edasi visioon parimast võimalikust tootmise ja kasutamise praktikast. Mikroökonomiliste näitajate baasil on loodud biometaani tootmise väärtusahela mudel, mille kaudu on kirjeldatud eri kütuseliikide asendamise mõjusid majandusele. Mudeli koostamisel lähtutakse eeldusest, et prognoositav turg on välja kujunenud.

Töös ei vaadelda turu väljakujunemise protsessi või otseseid turu stimuleerimise meetmeid, kuid käesolev töö võiks olla sisendiks kirjeldatud meetmete planeerimisel. Analüüsitakse, millisel viisil aitab biometaani tootmine kasvatada jõukust. Kirjeldatakse, milliseks võiks kujuneda biometaani kasutuselevõtu mõju transpordikütuste turule, riigieelarvele, lisandväärtuse loomele ja tööjouturule.

Biometaan ehk puhastatud biogaas on taastuvatest energiaallikatest üks perspektiivsemad kütuseliike asendamaks transpordisektoris fossiilseid kütuseid. Eesti biometaani toormeressurssidest (valdavalt rohtne biomass) piisaks teoreetiliselt kuni veerandi Eesti transpordisektori kütusevajaduse rahuldamiseks. Tegemist on seni ühe enim alakasutatud taastuva energiaressursiga Eestis.

Praegu Eestis biometaani transpordikütuseks ei toodeta, kuid teema on aktuaalne – eksisteerivad eri arendamise staadiumis äriprojektid. Samas ei ole bio-

TABEL 1.

Eesti biometaani potentsiaal toorme liikide lõikes

Estonian biomethane potential by sources of raw material.

Toorme liik Source of raw material	Biometaani potentsiaal, mln Nm ³ aastas Biomethane potential, Nm ³ /y	Osakaal % Share %
Rohtne biomass põllumajanduslikelt maadelt Grass biomass from agricultural land	375	83,3
Põllumajandustootmise jäägid Agricultural waste	44	9,8
Tööstuslike protsesside jäätmed Industrial waste	17	3,8
Prügilagaas Landfill gas	9	2,0
Muud jäätmed (reoveesete, biojätmed) Other waste (sewage sludge, bio waste)	5	1,1
Kokku / Total	450	100

Märkus: Tabel on koostatud A. Oja ("Biometaani kasutamise avalikud hüved", Eesti Arengufond, Tallinn, 2013) andmete alusel ja rohtse biomassi ressursi näitajat on korrigeeritud Ü. Kase andmete ("Biogaas rohtsest biomassist ja biometaani ressurs", Eesti Arengufondi vaheraport, Tallinn 2014) alusel. Autori arvutused.

Note: The table is based on the data from publication "Biometaani kasutamise avalikud hüved" (Public benefits from using biomethane) by A. Oja, Estonian Development Fund; the indicator of grass biomass resource has been corrected by the data from "Biogaas rohtsest biomassist ja biometaani ressurs" (Biogas from grass biomass and biomethane resource) by Ü. Kase, interim report by the Estonian Development Fund, Tallinn 2014. Calculations by author.

metaani tootmine mõeldav ilma toetusteta, kuna see on konkureeriva toote – maa-gaasi tootmisest oluliselt kallim.

Biometaani toormeressursid

2010. aasta seisuga toodeti Eestis 13,13 mln Nm³ (Nm³ – normaalkuupmeeter, gaasi mahu mõõtühik 0° C juures ja rõhul 1 atm) biogaasi, sellest enamik pärines prügilatest (9,3 mln Nm³). Reoveesetest toodeti ligi 3 mln Nm³ biogaasi ja alla 1 miljoni Nm³ toodeti biogaasi sealägaast. 2012. aasta lõpus alustas biogaasi tootmist Aravete Biogaas OÜ, maksimaalse võimsusega u 6 mln Nm³ biogaasi aastas, ja praegu valmistatakse seda veel kolmes põllumajanduslikus biogaasijaamas (Oisu, Vinni ja Ilmatsalu). Lisaks töötavad kolm reoveemuda kasutavat biogaasijaama (Tallinn, Kuressaare ja Tartu) ning 2014. aastal lisandus AS Estonian Celli reovee kääritamise üksus.

Eesti biometaani tootmise potentsiaals on biometaani ekspert Ahto Oja hinnanud¹ 380 mln Nm³, seda prognoosi on korrigeeritud käesoleva töö raames² 450 mln Nm³-le tulenevalt rohtse biomassi ressursi ümberhindamisest.

¹ A. Oja. "Biometaani kasutamise avalikud hüved", Eesti Arengufond. Tallinn, 2013.

² Ü. Kask. "Biogaas rohtsest biomassist ja biometaani ressurs", Eesti Arengufondi vaheraport. Tallinn, oktoober 2014.

Tabelis 1 esitatud biometaani potentsiaal toorme liikide lõikes annab põllumajandusliku päritoluga ressursside (rohtne biomass ja põllumajandusjäätgid) summa u 93% koguressurssist, millest kõige suurem osa tuleks rohtsest biomassist.

Arvestades, et 9,5% Eestis kasutatavate fossiilsete transpordikütuste asendamine eeldab 109–139 mln Nm³ biometaani tarbimist aastas, kasutatakse potentsiaalset ära 24–30%, mis annab toormega varustatuse suhtes piisava kindluse. Samas viitab tabelis 1 kirjeldatud toormeressursi struktuur asjaolule, et tulevikus planeeritava biometaani kasutuse võtmetegur on rohtse biomassiga seotud küsimused.

PRIA andmetel oli selliseid maid, kus 2012. aastal kasvatati rohtset biomassi, u 560 000 ha, millest 100 000 ha on mahepõllunduslikud alad. Nimetatud andmete alusel on Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudi teadlased hinnanud rohtse biomassi kuivaine (KA) kogusaagiks Eestis u 2,2 mln tonni. Potentsiaalne saagikus võib olla pakutud tasemest 10–15 (20)% kõrgem, mis käib eeskätt põllukultuuride kohta tavaviljeluses ja on saavutatav põhiliselt parema väetamise ning suurema saagivõimega.³

³ R. Viiralt, A. Selge. "Eesti põllumajandusmaade kasutus rohusööda tootmiseks ja rohtse biomassi ressurs", Eesti Arengufond. Biometaani programmi vaheraport. 2014.

PRIA loomade registri andmete alusel arvatud Eesti põllumajanduslike rohusööjate loomade ligikaudne rohtse biomassi kuivaine tarbimine aastas on 800 000 tonni ja seega jääb ligikaudu 64% rohtsest biomassist (kokku 1,4 mln t) loomasöödana kasutamata ja toiduks väärindamata. Kasutamata rohumass purustusiidetakse ning jäetakse lagunema rohumaadele. Osaliselt kogutakse tekkinud rohumass kokku, vinnastatakse põldude servades ja jääb sinna lagunema. Marginaalne osa kasutatakse loomakasvatustes allapanuna ning omaette rohumaade alakasutuse liigiks on põhjendamatult väikestel loomkoormustel karjatamine⁴. Seega jääb kolmandik Eesti kasutuses olevast põllumajandusmaast (300 000–350 000 ha) väärtusloomest välja või on alakasutatud ja nende maade kasutamise peamised tulud tulevad ettevõtjatele põllumajandustoetustest. Rohumassi kasutamine biometaani tootmiseks on üks võimalustest rohumaade ressursi paremaks ärakasutamiseks⁴.

Logistikakulud

Biometaani (sh ka biometaani toorme) logistika planeerimise vaates on kaks võimalikku alternatiivi:

- biometaan toodetakse toormeressursside lähedal ja toimub biometaani vedu;
- biometaan toodetakse tarbimiskoha või maagaasivõrgu ühenduskohas ja toimub toorme vedu.

Kuna läga ja rohtse biomassi biogaasi toogi (toodang substraadi ühiku kohta) erinevus on ligikaudu viiekordne (vastavalt 30 Nm³/t ja 150 Nm³/t), siis on oluline analüüsida ka substraatide logistikakulusid eraldi. Seega on võrdluses kolm transpordikulude arvestust, gaasi, läga ja rohtse biomassi transpordi korral. Erinevate transpordiülesannete ökonoomika võrdlemiseks on koostatud kulude arvutus, mis on taandatud biometaani ühikule sõltuvalt vahemaast (vt joonis 1).

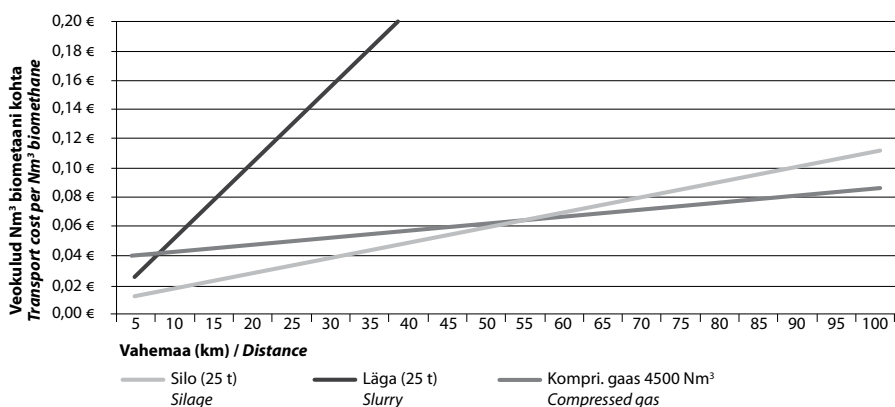
Joonis 1 põhjal on võimalik tuvastada, et silo transport on odavam biometaani transpordi viis kuni 50–55 km raadiuses⁵.

Juhul kui transpordi vajadus ületab niimetatud kauguse, on odavam vedada biometaani komprimeeritud gaasina komposiitmahutites (4500 Nm³). Seega saaks silo puhul olla biometaanijaama põhjendatud transpordiraadiuseks kuni 55 km (logistikakulu kuni 6 sent/Nm³) ja samale logistikakulule vastaks läga transport u 12 km raadiuses. Arvestades Eesti gaasivõrkude paiknemist, on u 50 km transpordiraa-

JOONIS 1.

Transpordikulude sõltuvus veokaugusest – biometaan võrdluses substraatidega

Transportation costs depending on distance (biomethane comparing in different substrates – silage and slurry).



dius piisav, et enamikul juhtudel eelistada toorme kokkuveo logistikat ja loobuda komprimeeritud gaasi veost.

Logistikakulud sõltuvad tugevasti nii jaama suurusest, toormeressursside (rohtne biomass ja läga) kasutamise proportsioonist kui ka veokaugusest, kuid

toorme paiknemist arvestades jääb enamikul juhtudel silo-läga kokkuveokulude tase vahemikku 1,5–4 sent/Nm³ (näiteks: eeldusel 50 000 tonni silo keskmise transpordiraadiusega 18 km on logistikakulud 2,6 senti 1 Nm³ biometaani kohta). Transpordikulude struktuuri osas on edasistes

TABEL 2.

Biometaanijaamade tegevusparameetrid tootmismahutudel 2–5 mln Nm³/a

Operating parameters of biogas/biomethane stations on the biomethane yield of 2–5 M Nm³/y.

Parameeter Parameter	Ühik Unit	2 mln Nm ³ 2 M Nm ³	3 mln Nm ³ 3 M Nm ³	5 mln Nm ³ 5 M Nm ³
Läga / Slurry	tonni tonnes	25 000	37 500	12 500
Tahesõnnik / Solid manure	tonni tonnes	8000	12 000	4000
Rohusilo / Grass silage	tonni tonnes	19 800	30 000	35 000
Maisisilo / Corn silage	tonni tonnes	0	0	20 000
Toodang (biogaasis 53% CH ₄) Output (in biogas 53% CH ₄)	Nm ³ /a Nm ³ /y	3 885 000	5 827 000	9 634 844
Biometaani toodang Biomethane output	Nm ³ /a Nm ³ /y	2 059 050	3 088 310	5 106 467
CH ₄ kadu 1.5% CH ₄ loss 1.5 %	Nm ³ /a Nm ³ /y	30 886	46 325	76 597
Biometaan müügiks Biomethane for sale	Nm ³ /a Nm ³ /y	2 028 164	3 041 985	5 029 870
Soojusenergia tarve Heat energy consumption	MWh/a MWh/y	3500	5250	8551
Elektrienergia tarve Electric energy consumption	MWh/a MWh/y	1760	2641	4338
Töötunnid Work hours	tund/a hour/y	2190	2560	2920
Investeeringumaht Investment volume	€	4 200 000	4 700 000	5 875 000
Hooldus ja remont Maintenance and repair	€/a €/y	82 000	97 000	120 000
Protsessi lisandid ja analüüs Process supplements and analysis	€/a €/y	30 000	40 000	70 000
Muud kulud Other costs	€/a €/y	45 000	50 000	60 000

4 A. Kaasik, V. Vohu. "Rohtse biomassi kasutamine loomasöödaks – biomassi tekke ja tarbimise mudel." Eesti Arengufond. Biometaani programmi vaheraport. 2014.

5 A. Selge, A. Remmik. „Efektiivne silotootmisüksus: tehnilised ja majanduslikud parameetrid“, Eesti Arengufond 2015.

Allikas: TTÜ Keemiainstituut, P. Pitk, eksperthinnang
Source: TUT Department of Chemistry, P. Pitk, expert opinion

arvutustes lähtutud OÜ Logiconnect (Tõnis Hintsov) konsultatsioonist.

Biometaanijaamade ökonoomika

Biometaani tootmise ökonoomika arvutamisel on lähtutud Tallinna Tehnikaülikooli Keemiateaduse instituudi vanemteaduri Peep Pitki biometaanijaama tegevusparameetrite hinnangust kolmele jaamasuurusele. Analüüsitakse biometaanijaamade tootmismahitudega 2, 3 ja 5 mln Nm³ biometaani aastast.

Jaamade substraatideks on mitmesugused läga, tahesõnniku ja rohtse biomassi kombinatsioonid, mille juures väiksemates jaamades (2–3 mln Nm³) on rohtse biomassi osakaal väiksem (u 75%) ja suurema jaama (5 mln Nm³) puhul on rohtse biomassi osakaal suurem (u 95%), jaguneb nii rohu- kui ka maisisilo vahel.

Üheks olulisemaks erinevuseks analüüsitud jaamade puhul on jaamade erinvesteeringud (investeering tootmisvõimsuse ühiku kohta):

- 2 mln Nm³ toodangumahu puhul aastast on erinvesteering 2,14 €/Nm³ aastase toodanguvõimsuse kohta (investeering 4,35 mln eurot);
- 5 mln Nm³ toodangumahu puhul aastast on erinvesteering 1,16 €/Nm³ aastase toodanguvõimsuse kohta (investeering 5,85 mln eurot);
- Kirjeldatud erinvesteeringu erinevus on ka peamine tegur, mis annab mastaabisäästu eelise suurematele biometaanijaamadele.

Peamiste tegevuskulude planeerimisel on lähtutud elektrienergia hinnast 110 €/MWh, soojusenergia kulus 20 €/MWh (hakkpuidukütuse otsekulu) ja tööjõukuludest 12 €/h. Finantseeldustena on analüüsis lähtutud omakapitali tootlusest (ROE) 20%, võõrkapitali osakaalust 70%, laenuintressist 5% ning 10aastasest laenu tagasimakse graafikust.

Omakapitali tootlus on võetud kõikide jaamade puhul võrdseks, et mudelarvutuses viia erinevate jaamade toodangu hind võrreldavale tasemele. Lähtudes kirjeldatud eeldustest, 25 €/t silo sisendi hinnast ja eespool kirjeldatud logistikakuludest, on jaamade biometaani toodangu hinnad vastavalt (vt tabel 3):

- 2 mln Nm³ toodangumahu juures 0,83 €/Nm³;
- 3 mln Nm³ toodangumahu juures 0,73 €/Nm³;
- 5 mln Nm³ toodangumahu juures 0,66 €/Nm³;

Seega on mastaabiefektist tulenev erinevus analüüsitud jaamade suurusvahemikus 17 sent/Nm³ (0,83 €/Nm³, võrreldes 0,66 €/Nm³) ehk biometaanijaama suuruse kasv tasemelt 2 mln Nm³ tasemele 5 mln Nm³ toob kaasa 20,5%

TABEL 3.

Biometaanijaama kasumiaruanne tootmismahitudel 2–5 mln Nm³/a (ROE = 20%)
Income statement of biomethane station on production quantities of 2–5 mln Nm³/y (ROE = 20%).

Parameeter Parameter	Jaama tootmismahut aastast, euro Output of biomethane per year, euro		
	2 mln Nm ³ 2 M Nm ³	3 mln Nm ³ 3 M Nm ³	5 mln Nm ³ 5 M Nm ³
Biometaani hind / Biomethane price	0,83	0,73	0,66
Biometaani müük / Biomethane sales	1 678 911	2 210 907	3 337 687
Silo ostukulud / Silage purchasing costs	495 000	750 000	1 375 000
Elektrienergia kulu / Electrical energy costs	193 600	290 510	477 180
Soojusenergia kulu / Heat energy costs	70 000	105 000	171 020
Tööjõukulu / Labour costs	26 280	30 720	35 040
Hooldus- ja remondikulud / Maintenance and repair costs	120 000	138 000	169 500
Protsessi lisandid / Process supplements	30 000	40 000	70 000
Muud kulud / Other costs	45 000	50 000	60 000
Logistikakulud / Logistics costs	66 175	112 950	129 062
Tegevuskulud kokku / Total operating costs	551 055	762 740	1 111 802
Kokku kulud / Total costs	1 046 055	1 512 740	2 486 802
Ärikasum (EBITDA) / Operating profit (EBITDA)	632 855	698 168	850 885
Amortisatsioonikulud / Depreciation costs	290 000	320 000	390 000
Intressikulud / Interest costs	76 125	84 000	102 375
Kasum / Profit	266 730	294 168	358 510

Märkus: Kasumimarginaali arvutuse eelduseks on omakapitali tootlus 20%.

Note: Profit margin is calculated based on the expected 20% return on equity

hinnalanguse sama omakapitali tootluse juures.

Suurem osa mastaabisäästust tuleneb kapitalikuludega otseselt seotud hinnakomponentide kaudu, nagu amortisatsioon, intressikulud ja kasum (kokku 76,6% erinevusest). Hooldus- ja remondikulude osa (13,7% erinevusest) on kapitalikuludest kaudses sõltuvuses ja nende kulude lisamine suurendab kapitalikulude osakaalu mastaabisäästus kokku u 90% tasemele.

Väärtusahel, struktuur ja komponendid

Biometaani rakendusviiside hindamiseks tuleb selgitada, kuidas jaotuvad biometaani väärtusahela kulud nii eri hinnakomponentide kui ka majandussektorite vahel. Lisaks eespool kirjeldatud valdkondadele (põllumajandus, logistika, biogaasi/biometaani tootmine) on selles analüüsi etapis arvestatud ka maksude, võrgutase ja turustamisega.

Analüüs lähtub eeldusest, et biometaani tarbimine toimub maagaasivõrgu vahendusel ja tarbija tarbib surumaagaasi (CNG – compressed natural gas), millest osa on biometaan. Biometaani tootmise-tarbimise arvestus on bilansipõhine (võrku antud ja võrgust võetud metaankütuse

arvestus). Teise eeldusena on arvestatud asjaoluga, et biometaani jaotus toimub olemasoleva tanklavõrgu vahendusel (ei rajata uusi tanklaid). Selline lähenemine võimaldab hoida investeeringukulud madalad. Tehakse investeeringud spetsiifilistesse CNG seadmetesse (200 000–250 000 eurot tankla kohta), kuid ei investeerita uutesse tanklarajatistesse.

TABEL 4.

Turukorralduslik meede eri tootmismudelite korral
Market organization measure at the various production models.

Tootmismahut (mln Nm ³ /a) Production volume (M Nm ³ /y)	5	2
Biometaani väärtusahela summa (€/Nm ³) Biomethane value chain amount (€/Nm ³)	0,825	0,956
Biometaani lõpphind koos käibemaksuga (€/kg) Final price of biomethane, including VAT (€/kg)	1,376	1,594
CNG müügihind koos käibemaksuga (02.2015) – (€/kg) CNG sale price, including VAT (02.2015) – (€/kg)	0,790	0,790
Hinnaerinevus CNGga Price difference with CNG	174%	202%
Turukorralduslik meede (€/Nm³) CMO measure (€/Nm³)	0,351	0,482

FOTO: ARVI KRIIS



Selle heina söövad loomad küll ära, kuid PRIA andmetel jääb ligikaudu 64% rohtsest biomassist (kokku 1,4 mln t) loomasöödana kasutamata ja toiduks väärindamata. Rohumassi kasutamine biometaanitootmiseks on üks võimalustest rohumaa ressursi paremaks ära kasutamiseks.

Animals will eat hay; however, according to PRIA, about 64 % of grass biomass (a total of 1.4 million tonnes) is not used for forage and converted into feed. Using grass to produce biomethane is one way to make better use the grassland resource.

TABEL 5.

Transpordikütuste turu olukord Transport fuels market situation.

Parameeter Parameter	Diislikütus Diesel fuel	Bensiin Petrol	Kokku Total
Kütuste tarbimine, tuht (2013. a) Fuel consumption, thousand (2013)	595,0	234,0	829,0
Mahukaal, kg/m ³ Volume weight, kg/m ³	885,0	737,2	
Kogus mahuühikuna, mln liitrit Quantity in units of volume, million litres	672,3	317,4	989,7
Kütteväärtus, MJ/l Calorific value, MJ/l	38,6	34,2	
Energiaarve kokku, TWh Total energy consumption, TWh	7,21	3,02	10,22
Elektritranspordiga asendamine (0,5% asendus; TWh) Substitution by electric transport (0.5 % substitution; TWh)		0,05	0,05
Energiaarve peale elektritranspordi osa, TWh Energy consumption minus electric transport, TWh	7,21	2,96	10,17
Biometaaniga asendatav energiakogus, TWh Energy substituted by biomethane, TWh	0,6883*	0,2830*	0,9713
Kütuste hinnad (tanklas käibemaksuga, €/l) Fuel prices (at filling station, including VAT, €/l)	1,15	1,10	
Kütuseturu maht (ilma käibemaksuta – mln €) Volume of fuel market (excl. VAT – M €)	644,3	349,1	993,5

*Esitatud arvvaadused kehtivad proportsionaalse asenduse korral. Sõltuvalt asendustüübist võivad olla stsenaariumide lõikes erinevad.

*The figures apply in relation to proportional substitution. May differ by scenarios based on the substitution type.

TABEL 6.

Biometaanitootmise eri asendusstsenaariumide korral. Biomethane amounts at the various alternate scenarios.

Parameeter Parameter	Diislikütus Diesel fuel	Bensiin Petrol	Kokku Total
Asendatav energiakogus, TWh Substituted amount of energy, TWh	0,9713		
Metaankütuse asenduskoefitsient Methane fuel substitution coefficient	1,41	1,1	
Biometaanitootmise kütteväärtus, kWh/Nm ³ Calorific value of biomethane, kWh/Nm ³	9,8	9,8	
Biometaanitootmise asenduskoefitsient ja asendamise stsenaariumid, Nm³ Alternate scenarios and corresponding amounts of biomethane, Nm³			
Asendatakse proportsionaalselt: Substituted proportionally:	99 026 644	31 767 545	130 794 189
Asendatakse ainult bensiini Substitution for petrol only	0	109 022 374	109 022 374
Asendatakse ainult diislikütust Substitution for diesel fuel only	139 746 861	0	139 746 861

Biometaanitootmise lõpphinnaks aastase tootmismahu 5 miljonit Nm³ biometaanitootmises kujunes 0,825 €/Nm³. Suurima mõjuga komponendid (kokku 35 komponenti) on seotud kapitaliinvesteeringutega (amortisatsioon ja kasum), mis moodustavad u 40% kogu kulustruktuurist. Valdavate lõikes on suurim osa biometaanitootmisel (0,365 €/Nm³) ja sellele järgneb põllumajandussektor (0,273 €/Nm³). Siinkohal on vaja pöörata tähelepanu asjaolule, et põllumajandussektori koosseisus on arvesse võetud ka põllumajandustoetuste mõju (negatiivse väärtusega). Kui toetusi mitte arvestada, on põllumajanduse ja tootmistegevuse osa lõpphinna kujunemises võrdne. Samal viisil koostati ka väärtusahela analüüs väiksema tootmistüübi biometaanitootmiseks.

Võrreldes kahe tootmistüübi erinevusi, tuleb peamine muutus tootmis- ja transpordikütuste kuluosa kasvust (0,54 €/Nm³, võrreldes 0,365 €/Nm³). Kirjeldatud ligikaudu 1,5kordne kulude kasv on seotud asjaoluga, et väiksemate jaamade rajamine on suhteliselt kallim.

Tervikuna toimub jaamade tootmismahu vähenemisel (5 mln Nm³/a – > 2 mln Nm³/a) väärtusahela u 16% kallinemine (0,825 versus 0,956 €/Nm³), mis tuleb tootmistegevuse kallinemise arveld. Turustuskulud ja maksud ei muutu ja põllumajanduse ning logistika kulud (summana) vähenevad.

Sõltumata tootmismudeli tüübist on mõlemal viisil toodetud metaankütus oluliselt kallim CNGst. Tabelis 4 on kirjeldatud kahe tootmistüübi (5 ja 2 mln Nm³ aastas) hinna erinevust turul pakutava CNG hinnatasemest.

Teisendades mahuühiku kaaluühikuks (erikaal 0,72 kg/Nm³) ja lisades käibemaksu, oleks otseselt biometaanist toodetud surugaas 1,7 kuni 2 korda kallim surumaagaasist (lõpphind biometaanist toodetud surugaasil tanklas 1,376 kuni 1,594 €/kg). Kirjeldatud hinnaerinevuse ületamiseks on vajalik väärtusahela subsidieerimine vastavalt 0,351 või 0,482 €/Nm³ ulatuses ja väiksemate tootmismudelite eelistus suuremate ees toob kaasa 0,482/0,351 = 1,37kordse subsidieerimisvajaduse kasvu.

Kütuseturg ja biometaaniga asendamise stsenaariumid

Transpordikütuste turu analüüsi eeldustena on kasutatud 2013. a transpordikütuste (bensin ja diislikütus) tarbimisandmeid⁶, mille alusel oli diislikütuse ja bensiini summaarne tarbimine 829 000 tonni. Transpordikütuste asendamisel biometaaniga on võetud aluseks eesmärk asendada 10% kütusetarbimisest taastuvate energiaall-

⁶ Statistikaamet. "Kütuste tarbimine"
<http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/Saveshow.asp>.

TABEL 7.

Hinnakomponendid eri asendustüüpide korral (tuhat eurot)*The price components at different types of alternatives (thousand euros).*

Asendustüüp Substitution type	Proportsionaalne Proportional		Bensiin Petrol		Diislikütus Diesel fuel	
Komponent/tootmistüüp Component/type of production	5 M	2 M	5 M	2 M	5 M	2 M
Aktsiisimaks Excise duty	3681	3681	3068	3068	3932	3932
Amortisatsioon Depreciation	25 274	32 387	21 067	26 996	27 004	34 604
Elektrienergia Electric energy	13 898	13 975	11 585	11 648	14 849	14 931
Hooldus- ja remondikulud Maintenance and repair costs	8560	11 873	7135	9896	9146	12 685
Intressikulud Interest costs	4245	6181	3538	5152	4536	6604
Kasum Profit	19 310	22 784	16 095	18 991	20 631	24 343
Kütusekulud Fuel costs	6382	6079	5319	5067	6818	6495
Maa rent Lease of land	4390	3919	3659	3267	4690	4188
Muud üldhalduskulud Other general administrative expenses	5748	6782	4792	5653	6142	7247
Protsessi lisandid Process supplements	1820	1935	1517	1613	1945	2067
Seemned Seeds	2441	2179	2034	1816	2608	2328
Soojuse kulu Heat costs	4447	4514	3707	3763	4752	4823
Taimekaitsevahendid Plant protection products	609	544	508	453	651	581
Toetused (põllumajandus) Subsidies (agriculture)	-11 414	-10 190	-9514	-8494	-12 195	-10 888
Tööjõukulu Labour costs	5495	6232	4580	5195	5871	6659
Väetised Fertilizers	8036	7174	6698	5980	8586	7665
Võrgutasu Network charges	5046	5046	4206	4206	5391	5391
Väärtusahel kokku Total value chain	107 966	125 094	89 994	104 271	115 356	133 657
Turukorralduslik meede CMO measure (€/Nm³)	-45 970	-63 098	-38 318	-52 594	-49 116	-67 417
Väärtusahela jääk Value chain residue	61 996	61 996	51 677	51 677	66 240	66 240

TABEL 8.

Biometaani kasutuselevõtu mõju valitsemissektorile (tuhat eurot)*The impact of the introduction of biomethane to government sector.*

Parameeter Parameter	Proportsionaalne Proportional		Bensiin Petrol		Diislikütus Diesel fuel	
	5 M	2 M	5 M	2 M	5 M	2 M
Aktsiisi laekumise vähenemine Decrease in the level of collected excise duty	-38 034	-38 034	-40 902	-40 902	-31 661	-31 661
Aktsiisi laekumise suurenemine Increase in the level of collected excise duty	2680	2553	2234	2128	2864	2728
Gaasiaktsiisi laekumine The level of collected excise duty on gas	3681	3681	3068	3068	3932	3932
Turukorralduslik meede CMO measure	-45 970	-63 098	-38 318	-52 594	-49 116	-67 417
Muutus Change	-77 643	-94 898	-73 918	-88 300	-73 981	-92 417

katega, millest 0,5% kaetakse elektritranspordi arendamise teel ja 9,5% vedelkütuste asendamisel biometaaniga. Tabelis 5 on esitatud peamised transpordikütuste turu modelleerimise lähteandmed.

Arvestades eelnevat, on biometaani kasutuselevõtu ülesande sisuks asendada turul vedelkütuseid u 1 TWh ulatuses aastas ning sõltuvalt kütuseturu asendusviisist võib selle koguse asendamisele vastav biometaani kogus olla erinev. Tabelis 6 on esitatud eri asendusviisidele vastavad biometaani kogused.

Biometaani koguste erinevus (109–139 mln Nm³) tuleneb asjaolust, et CNG ei asenda eri liiki vedelkütuseid ühtmoodi, vaid arvestada tuleb bensiini puhul u 1,1- ja diislikütuse puhul 1,4kordse energiakulu suurenemisega (CNG kogus sama energiakoguse asendamiseks on vastava kordaja võrra suurem).⁷

Seega kasutatakse edasises rakendusviiside analüüsis kahe tootmistüübi (2 ja 5 mln Nm³ aastas jaama kohta) ja kolme asendustüübi (proportsionaalne, bensiin ja diislikütus) kombinatsiooni, mis väljendub kuues biometaani kasutuselevõtu stsenaariumis.

Stsenaariumide majandusmõjud

Eelnevates analüüsi etappides kirjeldatud väärtusahela kujunemine ja erinevad kütuseturu asenduskogused võimaldavad välja tuua kulukomponentide jaotuse absoluutväärtustena. Tabelis 7 on kirjeldatud väärtusahel kuue eri stsenaariumi lõikes:

- kaks tootmistüüpi – 2 ja 5 mln Nm³ aastas jaama kohta;
- kolm transpordikütuste asendustüüpi.

Erinevalt eespool kirjeldatud väärtusahela kujunemisest on tabelis 7 toodud väärtusahelasse sisse ka turukorraldusliku meetme mõiste. Kui väärtusahel kokku (sõltuvalt stsenaariumist 90 kuni 133 miljonit eurot aastas) on tarbijale alternatiivsest tootest (CNG) kuni kaks korda kallim, siis turukorralduslik meede on vahend, millega subsideeritakse väärtusahelat piisavas ulatuses, et biometaan püsiks turukonkurents. Iseloomustavate mõistete selgitus:

- “väärtusahel kokku” – biometaani väärtusahela käive;
- “turukorralduslik meede” – subsidiumid, mida makstakse väärtusahela ulatuses turuosalistele eesmärgiga hoida lõpptoode turukonkurents;

⁷ Kirjeldatud koefitsiendid tulenevad sisepõlemismootorite kütusetarbimise erisustest. Lähteandmed: C. Le Fevre, Oxford Institute for Energy Studies “The Prospects for Natural Gas as a Transport Fuel in Europe”, märts 2014. Tabel 15: “Simulated energy and environmental TTW performance for cars”. Arvutatud keskmiste väärtuste baasil. <http://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2014/03/NG-84.pdf>

■ “väärtusahela jääk” – see osa biometani väärtusahelast, mille maksab kinni tarbija.

Majandusmõjude analüüsi järgmise sammuna saame olemasoleva info baasilt tuletada biometani kasutuselevõtu mõju riigieelarvele. Tabelis 8 on mõjud kirjeldatud eri teguritena stsenaariumide lõikes. Siinses käsitluses vaadeldakse otseseid mõjusid ja kõrvale on jäetud kaudsed majandusmõjud (majandustegevuse kasvust tingitud maksulaekumiste kaudne kasv).

Biometaani kasutuselevõtu otsesed mõjud riigieelarvele:

- väheneb aktsiisimaksu laekumine, sest väheneb vedelkütuste tarbimine transpordisektoris (aktsiisimaksu vähenemine 31–41 mln €/a;
- suureneb aktsiisimaksu laekumine sel-

le kütusekulu arvel, mida kulutatakse biometani tootmiseks (vt ka tabel 7, rida “kütusekulud”);

- suureneb gaasiaktsiisi laekumine täiendavalt tarbitava surugaasi arvel (vt ka tabel 7, rida “aktsiisimaks”);
- turukorraldusliku meetme finantseerimisega kaasnev täiendav koormus riigieelarvele sõltuvalt stsenaariumist 38–67 miljonit eurot aastas.

Seega toob biometani kasutuselevõtt kaasa täiendava summaarse koormuse riigieelarvele 74–92 miljoni euro ulatuses aastas. Kirjeldatud finantseerimisvajadus on käesolevas analüüsis (eelduslikult) lahendatud transpordikütuste aktsiisimaksu tõstmise kaudu. Tabel 9 näitab transpordikütuste turu muutusi maksukoormuse tõusul.

Tabelis 9 võrreldakse transpordikütuste turu muutusi kuue eri stsenaariumi rakendamisel. Lähtepunktina on kõikidel juhtumitel muutuse-eelne seisund ühesugune (turumaht 935 mln eurot). Eri asendusstsenaariumid annavad bensiini ja diislikütuse summaarseks turumahuks pärast biometani kasutuselevõttu 840–848 mln eurot aastas. Nimetatud turumahule lisanduvad

- asendava kütuse maksumus (vt ka tabel 7, “väärtusahela jääk”) ehk see osa biometani väärtusahelast, mille maksab tarbija kinni otseselt;
- aktsiisimaksu tõus (see osa biometani väärtusahelast ja kaudsetest mõjudest, mille maksavad kinni kõik kütuseturu osalised).

Arvestades nimetatud lisandusi, toob biometani kasutuselevõtt kaasa kütuse kallinemise vahemikus 3,2–7,7% ning väikseim on mõju kütuseturule, kui biometani kasutuselevõtt toimub suurte biometanijaamade tootmismudeli ja bensiini asendusmodeli korral. Summaarne kütuse kallinemine toimub vahemikus 30–72 mln eurot.

Tabelis 10 on kirjeldatud otsese lisandväärtuse kujunemist sissetulekute meetodil. Mudelist on elimineeritud kaudsed mõjud ja vaadeldakse vaid teadaolevaid otseseid muutusi. Loodava lisandväärtuse ja kütuse kallinemise omavahelise suhte alusel saab võrrelda eri stsenaariumide mõju majandusele.

Sõltuvalt stsenaariumist muutub loodud otsene lisandväärtus vahemikus 41,7–65,6 mln eurot. Samas ei näita lisandväärtus üksi tegelikku majanduslikku efekti, sest lisandväärtus ei kirjelda tegevuse efektiivsust – suurem lisandväärtus võib olla seotud ka ebaefektiivse tegevusega. Seega on loodud lisandväärtust vaja võrrelda teiste mõjuteguritega – siinkohal kütuse kallinemisega. Vaadeldes loodud lisandväärtust kombinatsioonis kütuse kallinemisega eristuvad kolm tulemuste gruppi:

- loodud lisandväärtus jääb alla kütuse kallinemisele (lisandväärtuse ja kütuse kallinemise suhe umbes 91%). Tegemist on kombinatsioonidega, kus väikeste tootmisjaamadega toodetud biometaniga asendatakse kas ainult diislikütust või asendatakse kütuseid proportsionaalselt tarbimisega (mudelid “proportsionaalne 2 M” ja “diislikütus 2 M”);
- loodud lisandväärtus katab ligikaudselt kütuse kallinemise (lisandväärtuse ja kütuse kallinemise suhe umbes 100%). Tegemist on kombinatsioonidega, kus suurte tootmisjaamadega toodetud biometaniga asendatakse kas ainult diislikütust või asendatakse kütuseid proportsionaalselt tarbimisega

TABEL 9.

Transpordikütuste turu muutused (tuhat eurot)

The changes on transport fuels market (thousand euros).

Parameeter Parameter	Proportsionaalne Proportional		Bensiin Petrol		Diislikütus Diesel fuel	
	5M	2M	5M	2M	5M	2M
Turumaht enne muutusi <i>Market volume before change</i>	935 261	935 261	935 261	935 261	935 261	935 261
Turumaht pärast asendust <i>Market volume after substitution</i>	845 965	845 965	839 924	839 924	848 449	848 449
Lisanduv CNG maht <i>Added CNG volume</i>	61 996	61 996	51 677	51 677	66 240	66 240
Lisanduv maksukoormus <i>Additional tax burden</i>	77 643	94 898	73 918	88 300	73 981	92 417
Turumaht pärast muutusi <i>Market volume after change</i>	985 604	1 002 859	965 518	979 901	988 670	1 007 106
Kallinemine <i>Increase in prices</i>	50 343	67 598	30 257	44 640	53 409	71 845
Kallinemise proportsioon <i>Proportion of increase in prices</i>	5,38%	7,23%	3,24%	4,77%	5,71%	7,68%

TABEL 10.

Lisandväärtuse kujunemine ja suhe kütuse kallinemisse (tuhat eurot)

Formation of added value and the ratio of the fuel market appreciation (thousand euros).

Parameeter Parameter	Proportsionaalne Proportional		Bensiin Petrol		Diislikütus Diesel fuel	
	5 M	2 M	5 M	2 M	5 M	2 M
Tööjõukulu <i>Labour costs</i>	5495	6232	4580	5195	5871	6659
Kasum <i>Profit</i>	19 310	22 784	16 095	18 991	20 631	24 343
Amortisatsioon <i>Depreciation</i>	25 274	32 387	21 067	26 996	27 004	34 604
Lisandväärtus kokku <i>Total value added</i>	50 078	61 403	41 742	51 182	53 506	65 606
Kütuse kallinemine <i>Increase in fuel prices</i>	50 343	67 598	30 257	44 640	53 409	71 845
Lisandväärtuse ja kütuse kallinemise suhe <i>Ratio between value added and increase in fuel prices</i>	99%	91%	138%	115%	100%	91%

TABEL 11.

Lisandväärtuse jaotus ja töökohad sektorite lõikes (tuhat eurot)*Distribution of added value and jobs by sectors (thousand euros).*

Parameeter Parameter	Põllumajandus Agriculture	Logistika Logistics	Tootmine Production	Jaotus Distribution	Kokku Total
Amortisatsioon Depreciation	7105	476	8489	4997	21 067
Tööjõukulu Labour costs	2842	979	759	0	4580
Kasum Profit	7343	70	7725	958	16 095
Lisandväärtus kokku Total value added	17 289	1525	16 974	5955	41 742
Lisandväärtuse jaotus Distribution of value added	41,4%	3,7%	40,7%	14,3%	100%
Seotud töökohad Related jobs	177	61	47	0	285

ga (mudelid "proportsionaalne 5 M" ja "diislikütus 5 M");

- loodud lisandväärtus ületab kütuse kallinemise (lisandväärtuse ja kütuse kallinemise suhe 115–138%). Tegemist on kombinatsioonidega, kus asendatakse bensiini (mudelid "bensiin 5 M" ja "bensiin 2 M").

Võttes arvesse lisandväärtuse ja kütuse kallinemise suhet, on suurima majandusliku efektiivsusega see tootmise-asendamise kombinatsioon, kus kütus kallineb kõige vähem (30 mln eurot ehk 3,2%), aga ka lisandväärtust toodetakse kõige vähem (41 mln eurot aastas). Seega on nendel tingimustel majanduslikult efektiivseim kombinatsioon biometaaniga kasutuselevõtuks variant, kus biometaaniga toodetakse jaamades minimaalse aastase tootmismahuga 5 Nm³ ja biometaaniga asendab maksimaalselt bensiini tarbimist.

Seisukoht bensiini asendamise eelistamisest on üldistatav säästlikule käitumisele tervikuna ehk tähtis on lisaks ökonoomsele tootmisele jälgida ka ökonoomse tarbimise kriteeriume.

Tabelis 11 on kirjeldatud efektiivseima mudeli (bensiin 5 M) lisandväärtuse ja töökohade jaotust seotud sektorite lõikes.

Lisandväärtus jaotub selle stsenaariumi korral ligikaudu võrdselt tootmise ja põllumajanduse vahel (u 41% mõlemad), marginaalne osa lisandväärtusest jääb logistikasektorile ja ligikaudu 14% jaotusvõrgule ja turustamisele.

Töökohade jaotuses on kasutatud mõistet "seotud töökohad" seetõttu, et mitte kõik kirjeldatud 285 töökohta ei tähenda uusi ja tekkivaid töökohti, vaid väga suures ulatuses on tegemist pigem olemasolevate töökohade tööviljakuse kasvu või töökohade säilimisega. Uued töökohad tekivad biometaaniga tootmise valdkonnas (47 töökohta), sest sisuliselt

on tegemist uue tootmisharuga. Põllumajanduse ja logistika summaarne tööjõuvajadus (238 töökohta) kaetakse osalt uute töökohade loomisega, aga ka olemasolevate töökohade efektiivsuse kasvuga. Kogu väärtusahela lõikes luuakse lisandväärtust seotud töökoha kohta aastas 146 000 eurot.

Kokkuvõte

- Eesti biometaaniga potentsiaal on ligikaudu 450 mln Nm³, millest rohtsest biomassist saadav toodang moodustab üle 80%.⁸ Selline jaotus on tingitud asjaolust, et Eesti rohtse biomassi teoreetilisest kogusaagist (u 2,2 mln t KA)⁹ jõuab väärtust loovasse tegevusse u kolmandik ja kokku 1,4 mln tonni rohtse biomassi kuivainet jääb põllumajanduses igal aastal kasutamata¹⁰.

Kui biometaaniga asendatakse 9,5% Eesti summaarsest bensiini ja diislikütuse tarbimisest, siis sõltuvalt asendatava kütuse liigist varieerub vajalik biometaaniga kogus 109–139 mln Nm³, mis on 24–31% saadaolevast ressursist.

Biometaaniga kasutuselevõtu otsesed mõjud soodsaime tegevusstsenaariumi korral:

- kütuse kallinemine 3,2% (30 mln eurot aastas);
- otsene lisandväärtuse kasv (SKT) 41 mln euro ulatuses aastas (lisandväärtuse kasv ületab kütuse kallinemise).
- Biometaaniga kasutuselevõtu kaudsed mõjud:

⁸ Ü. Kask. "Biogaas rohtsest biomassist ja biometaaniga ressursid", Eesti Arengufondi vaheraport. Tallinn. 2014.

⁹ R. Viiralt, A. Selge. "Eesti põllumajandusmaade kasutus rohusööda tootmiseks ja rohtse biomassi ressursid". Eesti Arengufond. Biometaaniga programmi vaheraport. 2014.

¹⁰ A. Kaasik, V. Vohu. "Rohtse biomassi kasutamise loomasöödaks – biomassi tekke ja tarbimise mudel". Eesti Arengufond. Biometaaniga programmi vaheraport. 2014.

- mootorikütuste isearustatuse taseme tõus ja seeläbi suurem energiapuudusolek;

- tootmistevõime kasv ja selle kaudne positiivne mõju kogu majandusele;

- tööviljakuse paranemine põllumajandussektoris ja täiendavate töökohtade teke biometaaniga tootmises;

- maakasutuse efektiivsuse kasv.

Majanduslikult efektiivseim viis biometaaniga kasutuselevõtuks on seotud järgmiste kriteeriumidega:

Suured tootmisüksused – biometaaniga tootmine on tugeva mastaabisäästuga. Tootmiskulud vähenevad tootmismahu kasvul 2 – > 5 mln Nm³/a kogu väärtusahela lõikes 14%.

Maagaasivõrku ühendatud biometaanijaamad – logistikakulude analüüs näitab, et soodsaim viis biometaaniga transportiks kuni 50 km raadiuses on rohtse biomassi (kui biometaaniga substraadi) transport. Eesti tingimustes tähendab see, et u 80% territooriumist jääb maagaasitrasside asukohta vaadates mõistlikku tegevusraadiusse ja eelistada tuleks võrku ühendatud jaamade rajamist.

Bensiinitarbimise asendamine biometaaniga – bensiini asendamine biometaaniga annab analüüsitud stsenaariumidest suurima majandusliku efekti (CNG asendab bensiini väiksema asenduskoeffitsiendiga kui diislikütust). Seega tuleks soodustada üleminekut bensiini kasutamisel biometaaniga kasutamisele, mis eeldab jaetarbivate (kodumajapidamised) kütusetarbimise eelistuste muutmist (sh CNG tanklavõrgustiku teket).

FOTO: SVEN ARBET



Eesti biometaaniga tootmiseressurssidest (valdavalt rohtne biomassa) piisaks teoreetiliselt kuni veerandi Eesti transpordisektori kütusevajaduse rahuldamiseks.

The Estonian biogas raw material resources (mainly grass biomass) would be sufficient to satisfy the fuel need of up to a quarter of the Estonian transport sector.

Vladimir Vernadski

biosfäär ja muistsed biosfäärid, elus- ja surnud aine, noosfäär ja inimkonna autotroofsus



REIN
VESKI

Oma aja üht geniaalsemat teadlast ja teaduse organiseerijat Vladimir Vernadskit (1863–1945) tuntakse nüüdisajal üsna hästi kõikjal maailmas. Ta rajas kodusõja möllus Ukraina teaduste akadeemia, ta on mõistete „elus- ja surnud aine“ juurutaja, biosfääriõpetuse looja, noosfääri idee arendaja ja inimkonna autotroofsuse mõtte algataja ning Raadiumi instituudi asutaja.

Vernadski pärines Ukraina väikeaallike suguvõsast ning tema despootlik kasakast vaarisa oli pannud oma poja ja sellega kogu Vernadskite suguvõsa kirikus needuse alla. Vladimir Vernadski ja tema USA-sse emigreerunud lapsed jäid viimasteks, kes needusele vastu suutsid panna. Teadlase elu kulges kui ohte täis seiklus tsaari- ja bolševike riigis. Teda rünnati ideoloogilistel motiividel, tema sõpru ja töökaaslasi vangistati ja hukati.

Suur osa Vernadski teadustöödest ilmus alles pärast surma, algul võimudele sobivaks tsenseeritult. Tema mõistes elusaine on energeetikutele ja keemikutele taastuvkütus või -toore, surnud aine – fossiilkütus – on sedasama. Biokoosne aine, sh muld, on vahemoodustis taastuvate kütuste mattumisel maapõue.

Biosfäär

Osa inimesi peab mõisteid „biosfäär“ ja „elusaine“ (elusorganismid) sünonüümideks, osale tähendab biosfäär elusainega vastastiktoimes olevat keskkonda, osale süsteemi elusainest ja tema keskkonnast (elusainest ja biosfäärist, sel juhul on sünonüümid bio- ja ökosfäär).

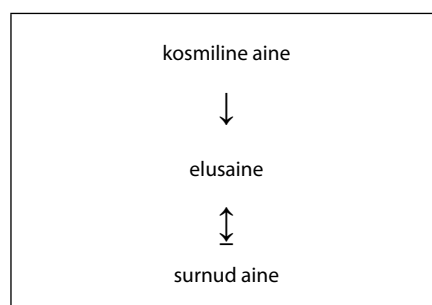
Ajaloolises plaanis on olukord nende terminite mõistmisel veelgi kirjum. Kui peame vajalikuks, et termin „biosfäär“ oleks üheselt arusaadav taastuv- ja fossiilkütustega tegelejatele või mullateadlastele, bioloogidele, looduskaitsetele või

ükskõik millise valdkonna esindajatele, ei saa erinevad biosfääri määratlused olla samal ajal õiged. Kõigele lisaks pole ka Vernadski ise olnud mõiste „biosfäär“ kasutamisel järjekindel.

Kui panna Vernadski 70 aastat pärast tema surma vastutama selle kõige õige ma biosfääri definitsiooni eest, on põhjust viidata tema 1934. aastal avaldatud biogeokeemia labori esimesele väljaandele „Biogeokeemia probleeme I: Biogeokeemia tähtsus biosfääri mõistmisel“ (Проблемы биогеохимии. Том 1. Проблемы биогеохимии для познания биосферы). See ilmus märkusega, et redaktsioonikollegium ei jaga teadlase seisukohti. Vernadski nimetab selles (§ 22) biosfääri tahket, vedelat ja gaasilist olekut ja toob selguse mõttes skeemi (§ 11), millest nähtub kahe erineva moodustise – elusaine ja biosfääri lahusus ja seotus: ei ole biosfääri elusaineta ega elusainet biosfäärit.

Organismide kogum (elusaine): maht, mass, keemiline koostis, termodünaamilised ja faasiväljad	↔	Keskkond organismide elukorras, s.o biosfäär – teatav eluga seotud maakoore organismide kest
	Elu jooksul kulgevad biogeokeemilised protsessid	

Siit ja mitmest teisest tema tööst selgub, et elusaine (-organismid) on oma keskkonna-biosfääriga vastastiktoimes. Abiogeenne (kosmiline) aine ja biogeenne (surnud) aine annavad kokku eluta aine. Järgmine skeem (Rein Veski „Kosmiline, elus ja surnud aine“, Eesti Loodus, 1984, 10, 780–786, 820, 822) visualiseerib kosmilisest ehk abiogeensest aineist surnud aine tekke.



Muistne biosfäär

Kui mõiste „biosfäär“ oli sajand tagasi ja on ka nüüdisajal kasutuses mitmeti, siis Vernadski mõiste „muistsed biosfäärid“ (былые биосферы, ancient biospheres) on enamasti üheselt mõistetav. Õigem oleks öelda, et see mõiste pole Eestis avalikku käibesse veel jõudnudki. Mõistet „muistne biosfäär“ kasutatakse maakoore orgaaniliste moodustiste kohta, mis on kaotanud sideme nüüdisaegsete elusorganismidega (elusainega). Muistsed biosfäärid koosnevad taimede ja loomade mattunud jäänustest. Neid liigitatakse mittepõlevateks ja põlevateks – akausoliitideks ja kaustoliitideks. Põlevkivilademed koosnevad näiteks mittepõlevatest lubjakivivahekihtidest ja põlevatest põlevkivikihtidest.

Kui need mattunud moodustised peaksid geoloogiliste protsesside või inimtegevuse tagajärjel paljanduma, alluvad nad atmosfääri ja mitmesuguste elusorganismide toimele. Nii võib muistsetest biosfääridest saada uuesti biosfääri osa. Geoloogid nimetavad seda moodustist murenemiskoorikuks. Kütusekeemikud nimetavad ilmastiku ja mikroorganismide toimel muutunud põlevkivi porsunuks. Sellega kaasneb utmisel väiksem õlisaagis.

Eesti kukersiitpõlevkivi ja teine põlevkivi – diktüoneemakilt – tekkisid ajal, kui taimed polnud veel hakanud maismaad asustama. Veekogude elu oli siis aga juba üsna liigirohke. Olid tsüanobakterid ja mitmesugused veetaimed, mis fotosünteesisid veest ja süsinikdioksiidist teiste elusorganismide eluks vajalikku orgaanilist ainet. Osa esmabioproduktisioonist, mis jäi konsumentidel ja destruentidel lagundamata, settis veekogude põhja ning osa organisme mattus koos settiva materjaliga. Selline sete sisaldas algul rohkelt surnud ainet ja neid elutegevuseks kasutavaid makro- ja mikroorganisme, muistsed biosfäärid sisaldasid vaid surnud ainet.

Biokoosne aine kui süsteem elus- ja surnud aineist

Vernadskil oli käibel veel mõiste биокосное вещество. Seda ka süsteemi tähenduses, mis koosneb elusainest ja temaga vastastiktoimes olevast biosfäärist. Kasutasin

juba 1980. aastatel *косное* tõlkimisel sõna *koosne*, et rõhutada biokoosse aine koostet eluta ja elusast ainest. Kõne alla oleks võinud tulla ka inglise keelest tuletatud bioinertne aine (*bioinert matter*), kuid see oleks eksitanud mõtte inertsale bioainele. Biokoosne aine koosneb elusorganismidest, nende surnud jäänustest, lisaks abiogeensest ainest, mis pole varem elusainega kontaktis olnud, ning kosmosest pidevalt lisanduvast abiogeensest materjalist. Meetrite sügavuses paiknevas lasundis koosneb biokoosne aine siiski peamiselt mikroorganismidest ja neid ümbritsevast surnud ainest, millest nad toituvad. Koostisosade alusel on biokoosne süsteem formaalselt sama mis ökosüsteem.

Taimed versus muld

Üsna levinud on väljend, et pole taimi mullata ega mulda taimedeta. Nüüdisaja mullamõisted on tuletatud Vernadskit enim mõjutanud õppejõu Vassili Dokutšajevi (1846–1903) definitsioonist, näiteks „Muld on maakoore ülemises osas asuv õhuke pude mineraalidest, orgaanilisest ainest ja mikroorganismidest koosnev keskkond, kust maismaataimed hangivad kasvuks vajalikke toiteaineid.“ (Vikipeedia 2015)

Eesti Entsüklopeedia (1992) ütleb: „Muld, maakoore pindmine kobe kiht, mis on tekkinud elusa ning eluta looduse (kivimite) pikaajalisel vastastikusel toimel.“ Esimeses definitsioonis mainitakse taimi otseselt, teises kaudselt.

Mulda peetakse moodustiseks, mis areneb maapinnast allapoole ja ei mattu. Isegi kui viljakal mustmullal või meie paepeasel orgaanikarikkal mullal (kuulutati Eesti aasta mullaks 2015) kasvavad taimed peaksid mattuma liivatormis paksu liivakihi alla, pole lootustki, et nendest tekiksid kunagi kivisöelademed. Taimede mass ja ka orgaanikarikkus pole selleks piisav.

Mulla koostisosadeks ja kujundajateks peetakse kivimeid, taimi ja muid organisme. Seega on mullaks peetav maakiht biokoosne aine ehk süsteem elus- ja surnud ainest.

Dokutšajev ja Vernadski ei eristanud vaid taimedega vastastiktoimes olevaid biokoosseid süsteeme ega ka teiste organismidega vastastiktoimes olevaid biokoosseid süsteeme. Vernadski vaatles biokoossetena kõiki elusorganismidest ja nende keskkonnast koosnevaid süsteeme. Vernadski õpetusest tulenevalt olen pidanud mullaks ükskõik millist substraati, mis on vastastiktoimes taimeluurtega. Kujutage endale ette näiteks teatud liiki mügarbakteritega liblikõielisi taimi. Juurebakterid on vastastiktoimes taimega, varustades neid lämmastikühenditega, saades taimelt vastu oma elutegevuseks

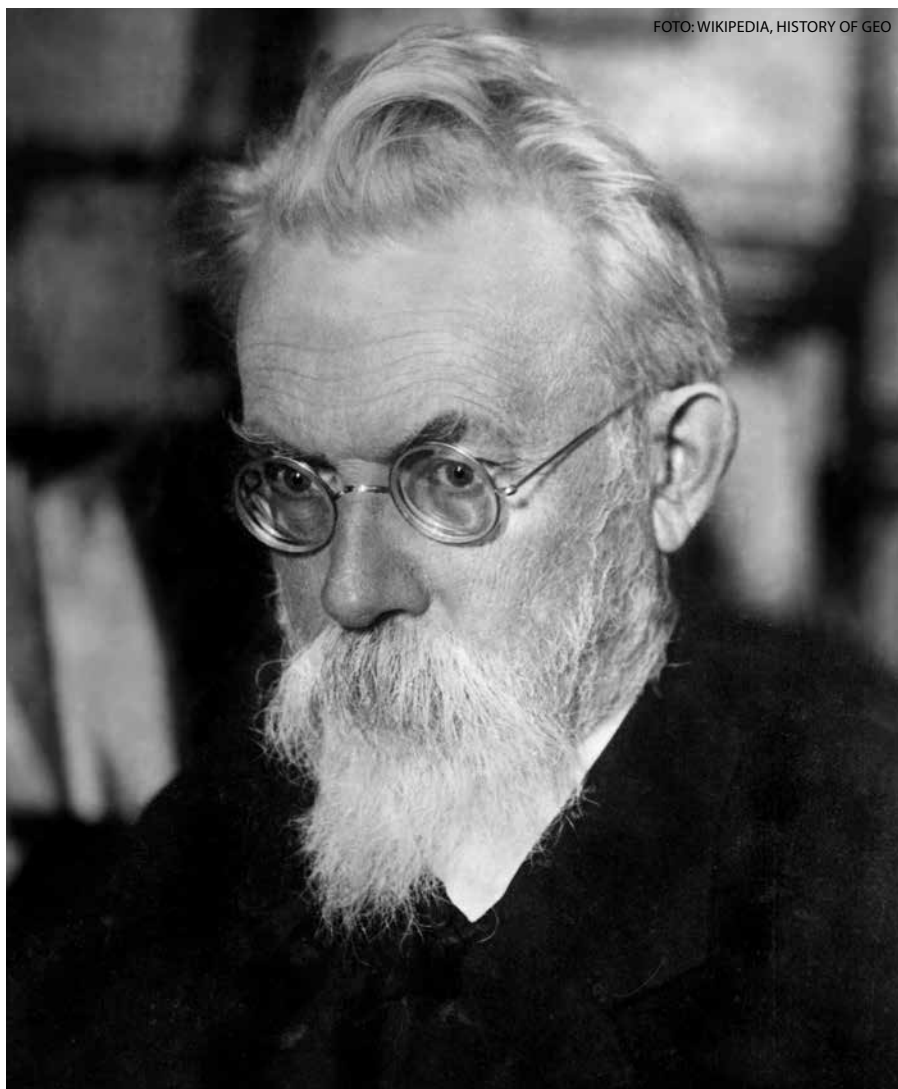


FOTO: WIKIPEDIA, HISTORY OF GEO

Vladimir Vernadski rajas kodusõja mõllus Ukraina teaduste akadeemia, ta on mõistete „elus- ja surnud aine“ juurutaja, biosfääriõpetuse looja, noosfääri idee arendaja ja inimkonna autotroofsuse mõtte algataja ning Raadiumi instituudi asutaja.

Vladimir Vernadsky is the developer of the notions of living and dead matter, creator of biospherology, the developer of the ideas of noosphere and human autotrophy, and the founder of the Radium Institute.

vajalikke ühendeid. Juure pinda ja seda ümbritsevat mõne millimeetri paksust vett ja mullaõhku (gaase) sisaldavat ruumi nimetatakse risosfääriks. Taim eritab seal elunevate mikroorganismide, seente ja pisiloomade eluks vajalikke keemilisi ühendeid ja kasutab nende eritisi. Kui lähtume alapunkti alguses öeldust, et pole taimi mullata, siis tiheda taimkatte all võtab muld enda alla peaaegu kogu mulla profiili. Võidakse küsida, et miks mitte kogu mullaprofiili. Kuid see ulatub reeglina taimeluurtest sügavamale, selle erinevad osad on sageli eristatavad värvuste alusel, mida on taim- ja teiste organismide eritised põhjustanud. Külvi järgselt on taimi juured välja arenemata ja pole vastastiktoimes suurema osaga künnikihist. Juurtest kaugemal ja juurestiku all toimub surnud taimse materjali töötlemine heterotroofsete mikro- ja makroorganismide ja lagundamine destruktorite poolt. See üle-

jäänud osa moodustab omaette biokoosse süsteemi. Sealsed organismid toituvad pinnasesse ladestunud surnud taim- ja loomajäänustest, nende eritistest, osaledes edasises toiduahelas. Selline biokoosne süsteem on näiteks taimkatteta kompostihunnik või äsjaküntud kesapõld, kuhu vaid pindmises kihis (primitiivne muld) elunevad fotosünteesivad mikroorganismid uut biomaterjali lisavad.

Muldade mattumine ja põlevmaavarade teke

Aastakümnete eest oldi arvamusel, et õpetus maakoore orgaanilistest moodustistest on kauge tuleviku unistus. Mingil määral nii see oligi, kuna keegi polnud tõsisemalt mõelnud selle üle, mismoodi taimed mattuvad, kui mullad ei mattu. Et looduses toimunust aru saada, on teadusüldsusel vahel vaja oma seniseid ar-

vamusi korrigeerida. Seda on lihtne teha kivisöe näitel. Kivisüsi on enamikus saanud alguse ürgsoode taimkattest.

Fossiilkütuseid moodustavad rabataimed (taastuvkütused) mattuvad koos neid toiduks tarbivate organismidega üha uute ja uute rabataimekihtide alla. Eristatakse raba ülemist – umbes 25 cm paksust sugekihti, kus taimejäänused on veel lagunemata. Rabataimedel pole sidet kaljupinnaga, vajalikud mineraalained saavad nad tuulega rappa kandunud tolmust või ammutavad need kõdunevatest taimejäänustest. Kui mineraalmaal areneb muld taimejuurte toimel peamiselt maapinnast allapoole, siis rabapind kerkib aastas umbes millimeetri. Ühemeetriseks tõusuks vajatakse seega tuhat aastat. Eestis pärast viimast jääaega tekkinud sood ei saa olla vanemad kui 10 000 aastat, seega võiksid nad olla kuni 10 meetri paksused. Enamikus nad seda ei ole, kuna on nooremad, kuid on erand – Vällamäe soo turbalasundiga 17 meetrit. See viitab, et turvas võib ladestuda keskmisest kiiremini, tundras näiteks tunduvalt aeglasemalt.

Maailma sügavaim soo asub Kreekas. Philippi 190 meetri paksuses soos on taimed enda alla matnud turvast 250 000 aasta jooksul – 0,76 mm/a. Alumised kihid on tihenenud ja need liigitatakse ligniitide hulka. Võib oletada, et alates teatavast sügavusest ei sisalda Philippi lademed keskkonnaga vastastiktoimes olevaid mikroorganisme, seega kuuluvad need muistsete biosfääride hulka.

Kui turba orgaaniline aine sisaldab süsinikku alla 60%, siis pruunsöestaadiumi jõudnud ligniitidel on see 60–70%, kivisütel veelgi enam. Seda protsessi nimetatakse söestumiseks (*coalification*) või söe moodustumiseks. Sama mõistet rakendatakse veekogudes settinud orgaanilisele ainele. Vaid esimese staadiumi kohta öeldakse mitte turba-, vaid sapropeelistaadium.

Meie põlevkivid on pruunsöestaadiumis. Veekogude kinnikasvamine saab alguse sapropeelilademetest, neid katab madal- ja siirdesooturvas ning lõpuks rabaturvas. Maailmas leidub paiku, kus turbalademed on sattunud geoloogiliste protsesside tulemusena veekihi alla ja mattunud uute sapropeelikihtide alla, need omakorda turbakihi alla. Ja nii mitmeid kordi. Kui turvas muutub sügaval maapõues kivisöeks, on nende vahele jäänud sapropeelist saanud olenevalt orgaanilise aine sisaldusest kas sapropeelsüsi või kivisöestaadiumis põlevkivi.

Taimne materjal allub maapõues algul osalisele biokeemilisele lagunemisele (biokoosne süsteem). Selle all mõeldakse lihtsustatult botaanilise materjali keemilist töötlemist organismide poolt. Olukord on tegelikult keerulisem, kuna taimetoidulistest makro- ja mikroorganis-

midest toituvad paljud teised organismid ja nendest või nende jäänustest omakorda järgmiste toiduahelate organismid. Nende toimel tekivad uued keemiliste ühendite klassid, mida taimed ei sisalda. Alates teatavast sügavusest elusorganismide tegevus lakkab ja juba muudetud materjal laguneb (muistne biosfäär) vaid füüsikalise-keemiliste protsesside tulemusena. Vernadski õpetuse kohaselt oleks sisulisem nimetada neid etappe biogeokeemiliseks muutuseks ja geofüüsikalise-geokeemiliseks muutuseks.

Eesti aladel on vanimad turbakihid pärit jäävaheaegadest. Need on koos järvesetetega tihenenud õhukese pinnasekihi all, millest ei piisanud selleks, et neid kas või ligniidi- või pruunsöestaadiumisse viia. Neile oli iseloomulik, et lademe keskosa ei sisalda ellutärkamisvõimelisi mikroorganisme. Nad on kaotanud kokupuute elusorganismidega ja muutunud osaks muistsetest biosfääridest.

Aegade jooksul on taastuvkütustest saanud fossiilkütused, sh nafta. Need on bioloogilise päritoluga. Kuhu panna taastuvuse alusel piir, selle üle vaidlevad peamiselt looduskaitjad ja poliitikud. Taastuvus ei saa tähendada midagi muud, kui et varu maailmas ei kahane.

Inimkonna autotroofsus

Prantsusmaal töötades avaldas Vernadski artikli inimkonna autotroofsusest („L'autotrophie de l'humanité“, 1925). Idee jäi teadlasel põhjalikumalt välja arendamata. Ta kirjutas toidu sünteesimisest, et inimene saaks biosfääri saadustest sõltumatuks. Kuid arvatakse, et 89% fotosünteesivate organismide orgaanilisest ainest kasutavad ära mikroorganismid, 10% putukad ja väikeloomad ning suurloomad ja inimesed vaid 1%. Inimkonna toidu-autotroofsus oleks kvantiteedi poolest seega väike saavutus, kuid kvaliteedilt suur samm edasi. Samas aga oleks inimkonna energeetilise autotroofsuse saavutamine tööstuses, põllumajanduses, transpordis ja muudes energiat vajavates eluvaldkondades üsna suur väljakutse. Ühtlasi jõuaksime olukorda, millega inimkond puutus kokku oma koidikul. Seega areng mööda spiraali.

Inimkonna energeetiline autotroofsus on kahtlemata eeltingimus teiste planeetide koloniseerimiseks. Planeetidel, kus pole olnud elu, võib küll leiduda abiogeense päritoluga metaani ja muid põlevmaavarasid, kuid neil ei pruugi olla põletamiseks vajalikku hapnikku. Pike-maajaline elu väljaspool Maad tähendab peaaegu täielikku sõltuvust päikeseenergiast. Seni rakendust leidnud energiaallikate hulgast on kaudse või otsese päikeseenergia kasutamisel kõige suurem väljavaade inimkonna arengut toetada.

Granö inimmaastik, Uexkülli omailm, Lotmani semiosfäär

Jutt tuleb inimesest ja tema keskkonnast. Kõigil nimetatud eestimaalastel on olnud mingi seos Vernadski õpetusega, neist vaid semiootik Juri Lotman (1922–1993) lähtus tema õpetusest.

Eesti maastikuteaduse rajaja Johannes Gabriel Granö (1882–1956) tunnistas elukonna (taim-, loom- ja inimkond) maastiku üheks algosaks ehk elemendiks ning kinnitas selle osa otsest ja kaudset mõju maastikule. Vernadskil olid Granö kolm algosa suureks geoloogiliseks jõuks.

Baltisakslasest ökoloog, biosemiootik ja omailmaõpetuse rajaja Jakob Johann von Uexküll (1864–1944) kasutas mõistet *umwelt* (ingl *umwelt*, ka *self-centered world*, eesti vaste „omailm“). Uexkülli arvates on organism mitte ainult keskkonnaga kohanduv, vaid ka sinna sobiv. Ta on oma keskkonnaga seotud kompimis-, haistmis-, kuulmis- ja nägemismeele kaudu – nelja omailma kaudu.

Juri Lotman tuletas biosfäärist semiosfääri.

Inglise botaanik Arthur Clapham (1904–1990) ja teine inglase, ökoloogiateaduse alusepanija Arthur Tansley (1871–1955) polnud tuttavad biosfääriõpetusega ja nii löid nad mõiste „ökosüsteem“, kuhu kuuluvad elusorganismid koos neid ümbritseva biosfääriga. Kuid on veel Lynn Margulise (1938–2011) ja James Lovelocki (sünd 1919) Gaia hüpotees, mis oleks võinud olla Vernadski biosfääriõpetuse edasiarendus, kuid polnud, sest need mehed ei olnud Vernadski töodega tuttavad.

Kui 1998. aastal ilmus Vernadski „Biosfäär“ inglise keeles, pani prantsuse loodusfilosoof Jacques Grinevald (sünd 1946) selle sissejuhatusele pealkirjaks „Vernadski revolutsiooni nähtamatus“, millega anti selgelt teada, et Nõukogude teadlase õpetust polnud Läänes seni märgatud.

Nii nagu Vernadski bio- ja noosfääril on erinevaid tõlgendusi, nii on ka semiosfääril. Lotmani semiosfäär (semiootiline universum) on selline semiootilisi süsteeme haarav semiootiline ruum, tähendusruum ehk kommunikatiivne ruum, millest väljaspool semiootilisi protsesse ei ole. Semiosfääril on seega äratuntav sarnasus biosfääriga, sellest väljapoole jääval ruumil muistsete biosfääridega.

Biosemiootikud (meil näiteks Kalevi Kull, Kaie Kotov jpt) on suurendanud veendumust, et kommunikatsioon kujutab endast vastastiktoimet elusa ja eluta aine vahel. Lihtsaim süsteem koosneb keskkonnaga infot vahetavast rakust. Samamoodi võib ju öelda, et lihtsaim biokoosne süsteem koosneb rakust ja väljaspool rakuseina asetsevast keskkonnast, millega ollakse vastastiktoimes. Se-

miosfääri definitsiooni kohaselt kuulub raku lähiumbrus semiosfääri – rakk ja keskkond on koos infot vahetav süsteem. See sarnaneb ruumiga, mille taime juur ja risosfäär enda alla võtavad. Biokoosses süsteemis on rakk ja tema keskkond eraldivõetavad infot vahetavad koostisosad.

Noosfäär ja eestlaste arvamusi

Eestlased on teinud sel sajandil korduvalt viiteid Vernadskile. Poliitik Marek Strandberg (snd 1965) pidas 1999. aastal Vernadski mõistet *psühhoosikum* inimintellektist mõjutatud uueks geoloogiliseks ajastuks, hiljem (2013) inimvaimust korraldatud Maa geoloogiliseks ajastuks. Ta nimetas Vernadski inimmõttega küllastatud biosfääri ja kogu ökosüsteemi noosfääriks, ka psühhoosikumiks. Siit Strandbergi järeldus, et keskkonnaajalugu ongi psühhoosikumi ajaloo ja ajalooliste seoste uurimisega tegelev teadusvaldkond.

Mullateadlane Endla Reintam (snd 1974) tutvustas keskkonnakaitsealases loengus (2007) põhjalikult Vernadski seisukohti ja rõõpselt kasutuses olevaid mõisteid: Édouard LeRoy (1870–1954) noosfääri koostiselementidena nimetas ta tehnikat ja seda osa loodusest, mida hõlmab inimese sihipärane ainealine tegevus. Vernadski noosfääri pidas ta biosfääri arengu kõrgeimaks astmeks, n-ö mõistuse sfääriks, kus arukas inimtegevus muutub arengut määravaks teguriks.

Geoloog Rein Einasto (snd 1934) soovitas (2004, 2008 ja 2013) avaldada Vernadski tuntumad tööd – „Biosfäär“, „Elusaine“ ja „Loodusteadlase filosoofilised mõtisklused“ – eesti keeles, ühtlasi kaitses ta ökosotsiaalse turumajanduse põhimõtteid.

Kunstnik Peeter Lauritsa (snd 1962) slaidi-show (2013) kandis nime „Noosfäär“. Tema arvates on psühhoosikumis elav tsivilisatsioon haige; on kultuuriruum, kus psüühe on ladestunud mälu, kultuuride, pärimuste ja ajaloo kujul, mis on muutunud maavara kihiks.

Põllumajandusteadlane Arvo Sirendi (snd 1939) kirjeldas raskepärase pealkirjaga raamatus „Kaheharuline inimaru ja mõtte hargnemine ehk Binaarseid opositsioone ja muid dihhotoomiaid“ (2012 ja 2014) inimese ja keskkonna dualset vastasmõju. Inimkonna areng võib tema arvates lõppeda universumi uuele arengutasandile jalgujääva nähtusena.

Kirjanik Rein Raud (snd 1961) selgitas raamatus „Mis on kultuur?“ (2013) semio-, bio- ja noosfäärimõisteid.

Prantsuse paleontoloogi Pierre Teilhard de Chardini (1881–1955) noosfäär oli Raua määratluses kõrgema harmoonia poole püüdlevate inimvaimude ühistöö saadus, mis saavutab tulevikus täiuslikkuse.

Tehnoökoloogiaprofessor Heino Le-



FOTO: WIKIMEDIA AH CCCP

Prantsusmaal töötades avaldas Vernadski artikli inimkonna autotroofsusest („L'autotrophie de l'humanité", 1925). Idee jäi teadlasel põhjalikumalt välja arendamata. Ta kirjutas toidu sünteesimisest, et inimene saaks biosfääri saadustest sõltumatuks.

When working in France, Vernadsky published an article on Human Autotrophy. He wrote about synthesizing food, to reduce man's dependency on the organic and biological resources of the biosphere.

valdi (1930–2014) arvates (2013) elame juba alates tsivilisatsiooni algusest noosfääris ja see kestab teatud tingimuste juures igavesti. Vahetult enne surma tegi ta ettekande noosfäärist seoses IT probleemidega: noosfäär on maailm, millesse on lisandunud mõistusega inimene ja see osa loodusest, mida on muutnud inimese tegevus, selle tulemid ja järeلمid. Ta pidas eesti keeles sobivaks terminiks „mõistusmaailma“. Levald avaldas lootust, et kui Teilhardi ideed võetakse omaks mitte ainult pea, vaid ka südamega, on „tegemist [...] uue katusreligiooni loomisega, millega peavad nõustuma ja leppima olemasolevad religioonid ja ideoloogiad“ (2013).

Eestlased on bio- ja noosfääri üle arutledes jäänud oma kultuuriruumi piiridesse.

Vernadski pidas inimest kord noosfääri kuuluvaks, kord mitte, kuid enne oma surma oli ta veendunud, et kui fašistlik Saksamaa purustatakse, saabub inimkonnale uus ajastu – noosfäär. Nüüd on sellest pool sajandit möödas ja uued vastasseisud tema oodatud noosfääri tulekut ei kinnita.

Inimese-eelsed organismid on planeet Maal tootnud surnud ainet. Võib küsida, et milline aine iseloomustab inimtegevust. Inimene on enda tehtud/toodetud saadusi nimetanud kunstlikeks, tehnilikeks, antropogeenseteks ja muudeks moodustisteks, ta oskab valmistada kunstlikke organisme ja organeid, tehismõistust jpm. Kui on tõsine soov eristada inimest ülejäänud loodusest, vahest on siis õige vältida mõistet „kunstlik“, mis on vastand looduslikule. Ka Vernadski on öelnud: „Nähtused, mida on alati peetud

„kunstlikeks“, mitte looduslikeks, ei erine geokeemia seisukohalt mitte millegagi teistest loodusnähtustest.“

Universumi areng on looduse areng, seega on ka otsused vastu võtavad robotid osa loodusest. Inimkond saab areneda, nagu tema eelsedki organismid, vaid vastastiktoimes oma keskkonnaga. Nii saame öelda ka, et pole inimest ilma keskkonnata ja vastupidi. Inimene on oma keskkonda mõjutanud mehaaniliselt, füüsikaliselt, keemiliselt, bioloogiliselt, tehnoloogiliselt või komplekselt. Pole isegi oluline, millise terminiga me iseloomustame inimese muudetud või loodud moodustisi. Kui paleontoloogid on huvitatud mattunud biosfääridest, siis arheoloogid – mattunud millest? Mattunud antroposfäär oleks üsna sobiv termin seda tähistama. Mis aga on inimesega vastastiktoimes, kuuluks antroposfääri. Vastavalt kehtivale jäätme-seadusele muutub suur osa antropogeens-est aine (nt külmikud, arvutid, mööbel, amortiseerunud hooned) jäätmeteks. Mingit osa loodust säilitatakse kui inimkultuuri mälestisi. Eesti suurim jäätmetootja on Vernadski terminite kohaselt surnud ainet kasutav keemiatööstus ja energiaetika.

** Vernadski teadustöödest ja suurmehe tegemistest on eesti keeles varem kirjutatud (Rein Veski, „Vernadski fenomen“, Horisont 1983, nr 3, 4 ja 6, Vaapo Vaher, „Kosmosetee-kond: läbi nälja ja vere“, Keskus, 2001, nr 2). Eestis jäi tähelepanuta teadlase 150. sünniaastapäev, mida maailma teadusüldsus tähistas suurejooneliselt 2013. aastal. Käesoleval aastal möödus 70 aastat Vernadski surmast.

Vastuoluline maavara – põlevkivi



ALVAR SOESOO,
TALLINNA
TEHNIKAÜLI-
KOOLI
FÜÜSIKALISE
GEOLOOGIA
PROFESSOR

Pärast taasiseseisvumist ei ole Eesti maavarad riigi huviorbiidis olnud, kui põlevkivi välja arvata. Poliitikute suust on tihti võinud kuulda, et maavara-devaeses Eestis on põlevkivi ainsana meie reaalne ressurss ja kasumlik maavara.

Põlevkivi on elektritootmisel, aga ka meie keemiatööstuses ja osalt õlitööstuseski pikki aastaid edukalt kasutusel olnud ning paljudel on ehk tunne, et uute suundamuutvate tehnoloogiate arendamiseks puudub vajadus. Kui pikka aega võiski meie põlevkivienergeetikat käsitleda riikliku energiasseisvuse, täpsemalt elektriiseseisvuse vaatenurgast, siis kõikvõimalike tulevaste sidemete ja poliitiliste kokkulepete taustal järjest globaliseerivas maailmas ei pruugi see enam nii olla. Arvukalt otsuseid keskkonna ja energia valdkonnas teevad poliitikud Brüsselis ning paljude otsuste tagapõhi ei baseeru reaalsetel teadmistel, vaid looduslike ja rahvuslike erinevuste tasandamisel. Ehk sellepärast on ka Eesti põlevkivitemaatika käinud euroliidu otsustajate laudadel alla ja üles.

Põletada või tooteid valmistada?

Viimane koalitsioonileping ja sellele järgnevad tegevused tekitasid Eesti rahvas hulga ebameeldivaid emotsioone oma finantstuleviku suhtes. Valitsevate erakondade rahalise katteta lubaduste realiseerimine nõuab maksumaksja taskust rohkesti raha, seda eeskätt aktsiiside tõstmise tõttu. Väga raske on kinnises ringis konstantset rahahulka keerutada ning uskuda, et õigete pöörete juures riigi ja rahva rikkus kasvab.

Uue finantssisendi sellesse raharingi annaks oluliselt suuremat lisandväärtust tootev põlevkivisektor, rääkimata mitme-

te senikasutamata maavarade kasutuselevõttust.

Põlevkivienergeetika osas jagunevad seisukohad laias laastus kaheks: üks grupp soovib põlevkivi põletamise lõpetada, tihti nähakse seda isegi põlevkivikaevanduste täieliku sulgemisena; teine grupp paneb ette kasutada põlevkivi vaid suure lisandväärtusega toodete valmistamiseks. Omamoodi õigus on mõlemal. Teatud perioodidel ei ole põlevkivielekter avatud turul konkurentsivõimeline, lisaks veel probleemid saaste ja jäätmetega (ehk sekundaarse toorainega). Teisalt ei soovi ükski inimene olla tunde või isegi päevi-nädalaid ilma elektrita, kui liinidega, merealuse kaabliga vms midagi juhtub ning kogu Eesti peaks minema säästurežiimile. Põlevkiviõli ja -keemia annaks tõesti ehk rohkem lisandväärtust – on ju Eesti kokersiit üks parimaid põlevkivisid maailmas.

Kõike seda peab kindlasti vaatama pikas perspektiivis, sest uusi investeringuid põlevkivitööstusse lihtsalt ei tehta, kui puudub selgus lähema 10–15 aasta osas. Eesti Energia kaevandamislicentsid lõpevad juba 2019. aastal. Mis saab edasi? Kas riik juba kavandabki sel ajal põlevkivikaevandamise lõpetamist? Vist siiski mitte, sest riigifirma plaanib sektoris ka edaspidi investeerida. Või on nii, et parem käsi ei tea, mida vasak teeb, seda on meie riigis korduvalt ette tulnud.

Kolm miljardit tonni passiivset varu

Isegi kui me jätkame põlevkivitootmist praeguses mahus, limiidiga 20 miljonit tonni aastas, põrkame probleemide otsa. Kui kauaks jätkub meil kvaliteetset ja odavamalt kättesaadavat ressurssi? Kui arvestada, et aktiivseid ressursse on umbes 1,3 miljardit tonni, lisades sinna passiivseks arvele võetud varud, saame peaaegu 5 miljardit tonni. Aga kui palju on sellest kaevandatav? Maa-aluse kaevandamise puhul moodustavad kaod vähemalt kolmandiku, see tõstatab küsimuse, miks meil siiani puudub kaevanduste taastäitmise tehnoloogia. Kas sellise tehnoloogia väljatöötamiseks on

olnud vähe raha? Või pole olnud selleks soovi? Maapinnalt kaevandades on takistuseks looduskaitsealad, sood ja asulad. Ligi 3 miljardit tonni põlevkivi ongi passiivse varuna arvel just keskkonnakaitseliste piirangute tõttu või asub veekogude ja rajatiste all. Sageli on majanduslikult mõttetu kaevandada ka kaitseala piiride vahele jäävat aktiivset varu.

Põlevkivi riiklik arengukava sätestab kadude vähendamise ja ressursside kokkuhoiu. On selge, et tehnoloogiliste vahendite abil saavutatav kokkuhoid on tühine, samal ajal kui looduskaitseliste piirangute tõttu jääb sadade miljonite eurode väärtuses kvaliteetset põlevkivi kasutamata. Arvutused näitavad, et kaitsvatate loodusobjektide all asub Eesti seni kaevandamata põlevkivimaardlast lausa 38%. Kui 2001. aastal oli Eestis 308 kaitseala, siis kümme aastat hiljem juba 923. Eesti maismaast on looduskaitse all üle 18%, lähitulevikus on kavas juurde luua veel 26 looduskaitseala kogupindalaga ligi 500 km².

Loomulikult tuleb keskkonda hoida ning kahjulikke mõjusid minimeerida, kuid keskkonnahoidu ei saa ega tohi seada eesmärgiks omaette. Tasakaal üldise keskkonnakasutuse, keskkonnahoiu ja kaevandustegevuse vahel on just see, mis riiki tervikuna edasi viib, hoiab meie noori inimesi riigist lahkumast ning kindlustab pensioni vastavasse ikka jõudnud inimestele. Maavarad on just see majandusvaldkond, mille tegevussfääris oleks riigil võimalik luua tulevikku suunatud n-ö pensionifond. Saja-aastase kasutustraditsiooniga põlevkivi oleks ehk olnud juba aegu tagasi parim, mille baasil oleks saanud sellise fondi luua. Ehk ei ole veel hilja seda teha?

Muidugi võib diskuteerida ka selle üle, kes peaks tegelema põlevkivi kaevandamisega. Kas see peaks olema riigifirma Eesti Energia, kes on kaevandamismahult domineeriv ettevõtte, või tuleks anda kaevandamine erakätesse, nagu on ette pannud Postimehe ajakirjanik Tõnis Oja (Postimees, dets 2014), ilmselt ajendatuna VKG murest oma toormehinna pärast. Oja mõlgutab: „Kui põlevkivikaevandus oleks iseseisev ettevõtte, võiks

FOTO: RAUNOVOLMAR



Kas me kaevandame praegu piisavalt põlevkivi?
Kas kaevandamise aastamaht ei peaks olema
hoopis 40 miljonit tonni nagu kunagi võõrvõimu
all kaevandamise hiilgeajal, või isegi rohkem?

*Are the quantities of oil shale extracted today
sufficient? Should the annual quantity be 40 million
tonnes, as it was under the foreign power during the
heyday of mining, or even more?*

ta põlevkivi müüa nii Eesti Energiale, VKG-le kui ka teistele soovijatele. Nii võiks tekkida põlevkivile ka mingisugune turuhind, ehkki reaalselt toimiva turuhinna tekkeks oleks vaja mitut kaevandusfirmat." Kas on kunagi keegi teinud sellise stsenaariumi kohta arvutusi, selles võib kahelda.

Kas piisavalt või liiga vähe?

Samuti peame eneselt küsima, kas me soovime põlevkivi kaevandada ka aastal 2060. Ei usu väga sellesse, et vajadus seda tüüpi tooraine järele kaugemas tulevikus üldse eksisteerib. Kui just ei toimu ülemaailmset kollapsit (loe: sõda), mis maailma arengu aastakümneid või isegi -sadu ajaloos tagasi viib. Seepärast võib sõnastada selle küsimuse väljakutsuvalt ringi – kas me kaevandame praegu piisavalt põlevkivi? Kas kaevandamise aastamaht ei peaks olema hoopis 40 miljonit tonni nagu kunagi võõrvõimu all kaevandamise hiilgeajal, või isegi rohkem? Kas ei peaks palju suuremas mahus tootma kõrgema lisandväärtusega põlevkiviõli, niikaua kui turul püsib selle järele suur nõudlus, ja siis kogu põlevkivikaevan-



FOTO: JEVGENIJA ZELENSKAJA

damise lõpetama? Tulevikus ei ole seda ressursi kellelegi vaja! On võimalik, et oleme Eesti põlevkivi hiilgeaja (maailmaturul) juba maha maganud. Ühtlasi aga püsib maailmas huvi põlevkivi vastu. Maailma põlevkivivarud on rohked, teada on üle 600 suure maardla, millest tuntumad asuvad Ameerika Ühendriikides, Austraalias, Jordaanias, Süürias, Iisraelis ja Venemaal.

Arenenud ühiskonna energiavajaduste kasvule ei ole soovitud kätt ette panna, sellest ka riikide huvi energiasektoris alternatiivide toetamiseks. Eesti suurim energiasfirma, kuid ka käibelt Eesti juhtumikus olev Eesti Energia ilmselt vajab oma portfelli alternatiivseid energiaprojekte. Prantslaste Areva sarnast multinationaalset energiaettevõtet küll Eestimaa mullal ei kasvata, aga tulevikku saaks julgelt vaadata, kui alternatiivenergia ideed oleks põhjalikumalt läbi uuritud ja

reaalsed tehnilised lahendused välja pakutud.

Loomulikult ei saa ka siinkohal eriti midagi teha ilma toetava poliitilise otsusega. Ka tuumajaamast on räägitud, tuumakütuski meil omal olemas ordoviitsiumi vanusega kivimi – graptoliitargilliidi sees, aga puuduvad vastavad teadmised ja poliitiline tahe tuumajaama rajada. Mikroosa hüdroenergiast, aga üsna tubli osa tuuleenergiast on juba kasutuses, palju räägitakse biokütustest ja ka päikese kasutamise katsetused on käimas. Tundume üsna korraliku ja eeskujuliku riigina energiaalternatiive otsides. Kui siia nüüd lisada ka geotermenergia, mille osas kahjuks keskkonnaministeerium oli hiljuti õige tõrjuv, saaksime päris tõsiseltvõetava paketi, mille abil oluliselt kallim ja keerulisem tulevik „üle elada“. Aga enne seda kõike on vaja tublisti investeerida teadmiste loomise ja tehnoloogiaarenduse juhtimisse.

Ärme õõnestame enda jalgealust



SILVIA LOTMAN,
EESTIMAA
LOODUSE
FONDI JUHATU-
SE ESIMEES

Põlevkivi üle on viimasel ajal palju arutletud. Teemaks on olnud nii põlevkivi riiklik arengukava, energiamajanduse pikaajaline kava kui ka maapõue seaduse muudatuste ja keskkonnatasude kontseptsioon. Kõik need poliitikadokumendid on põlevkivi ühest või teisest küljest seotud, kuid ühtne, eri sektorites heakskiitu leidnud tulevikupilt kahjuks puudub. Uue protsessina on algatatud maapõue strateegia koostamine, mis annab taas võimaluse ühiskondliku kokkuleppe poole liikuda.

Keskkonnakaitseliselt on selge, et mida rohkem põlevkivi kaevandatakse, seda enam inimese elukeskkonda ja loodust kahjustatakse. Põlevkivi kaevandamise ja kasutamise keskkonnamõju kestab vähemalt 3–4 inimpõlve, sotsiaalmajanduslikku kasu saab sellest tegevusest aga praegu. Seetõttu on keskkonnamõtude teadvustamine keeruline, kuid hästi on tajutav näiteks põlevkivitööstusest tulenev töökohtade turvalisus Ida-Virumaal.

Kas kasud ja kahjud on ikka tasakaalus?

Põlevkivi kaevandamine annab vaid 0,9% kogu Eesti SKTst, eri hinnangutel võib kaudse ja tuletatud mõju lisamine anda 2–4%. Kahjude rahalise hindamisega pole asjad nii täpsed. Põlevkivitööstus maksab küll riigile keskkonnamõju kompensatsiooniks tasusid, kuid kui lisada põlevkivi hinnale varasemast ajast kompenseerimata keskkonnamõjud, muutuks põlevkivi ostjate jaoks liiga kalliks. Seetõttu on lisaks ettevõtelt laekuvale rahale pandud piirkonna probleemide lahendamisse ka Euroopa Liidu ja Eesti riigi raha. Ida-Virumaale on eraldatud kümneid miljeoneid eurosid jääkreostusega võitlemiseks, veemajanduse arendamiseks ja veekogude tervendamiseks. Keskkonnatoetusi on Ida-Virumaa saanud keskmiselt 15% kogu Eesti sellistest toetustest. Vaatamata sellele, et investeeringud on olnud suured, ei jätku ka planeeritud lisamiljonitest kõikide põlevkivi kaevandamisest ja kasutamisest tingitud probleemide lahendamiseks.

Põlevkivitööstusel on küll oluline roll energiamajanduses ja tööturu stabiilsuses, kuid teisalt pärsib ta ise piirkonna alternatiivsete majandusharude arenguvõimalusi. Kui 1920ndatel läksid Purtse kalurid põlevkivitööstuse tekitatud reostuse tõttu pankrotti, siis nüüd ei

saa näiteks ehitada tootmishooneid maa langatusohu tõttu ega kaevandamata aladele, sest seal kehtivad ehituspiirangud.

Vajame jätkusuutlikku loobumise strateegiat

Kahjuks on riik põlevkivi arengukava koostamisel läinud lihtsama vastupanuteed. Kuigi arengukava seab eesmärgiks suurendada kaevandamise ja kasutamise efektiivsust ja vähendada keskkonnamõju, ei nähta eelnõus tulemusena ette mitte paranemist, vaid seda, et olukord tänasega võrreldes ei halveneks. Tegelikult halveneb olukord iga järgmise tonni kaevandamisel ikkagi, sest nagu on kirjas ka kava hindamisaruandes, suureneb põlevkivitööstuse mõju maastikule, vee ja mulla kvaliteedile, ohtlike jäätmete tekkele, kliimale ja rahvatervisele kaevandustegevuse jooksul pidevalt. Pettumust valmistab ka see, et eelmises arengukavas planeeritud laiaulatuslikud uuringud on tegelikult tänini tegemata. Endiselt ei tea me tervisemõjudest, põhjaveest ja ohtlikest ainetest piisavalt, et oleks võimalik olukorda leevendada.

Kui käesoleva aastaga lõppevas arengukavas oli kirjas: „Vabariigi Valitsusel ja Riigikogul tuleb juba lähiajal langetada strateegiline otsus, milliseid alternatiivseid energiaallikaid hakata kasutama selleks, et vähendada põlevkivi kasutamise

Eesti põlevkivimaardla on ära kaevandatud 142 km² suurusel alal, igal aastal kasvab kaevandatud ala 4–6 km². Alles jääb karjääridega rikutud või allmaakaevandusega „kvaasistabiilseks“ muudetud maa.

The oil shale deposits in Estonia have been extracted in an area of 142 km²; the area increases each year by approximately 4–6 km². What remains is land destroyed by quarries or turned “quasi-stable” by underground mines.



osakaalu," siis sellist otsust tehtud ei ole ja uus arengukava ütleb napilt, et aastast kaevandusmahtu ei ole plaanis muuta – see jääb endiselt 20 miljonile tonnile. Seni selgelt sõnastatud riiklik huvi, mis piirdus Eesti tarbijate varustamisega, on nüüdsest muutunud ebamääraseks sõnavahuks jätkusuutlikkuse ja efektiivsuse teemal. Ette nähakse küll osalist üleminekut elektritootmiselt õlitootmisele, mis veidi vähendab tööstuse CO₂ üldheidet, kuid kogu see protsess jäetakse ettevõtete vedada ja turu reguleerida. Riik täna isegi ei maksusta põlevkiviõli, et endale kuuluva ressursi töötlemisest kasu saada.

Samas on suurema energiatootlusega põlevkivi varudest oluline osa Ida-Virumaal juba kaevandatud või just kaevandamisel. Pole näha, et ettevõtted ise varude kvaliteedi halvenemiseks ja hulga vähenemiseks tõsiselt valmistuksid või võtaksid ette iseseisvaid samme efektiivsuse suurendamiseks. Selle asemel toimetatakse imelike eksperimentide kallal. Kui ühel aastal püüti põlevkiviga samas ahjus põletada ka biomassi, tõmbas see viltu kogu Eesti puiduturu ning ahju läks piltlikult öeldes ka Lõuna-Eesti palgimaterjal. Mõistlikuma hinnapoliitika ja läbimõeldumalt oleks aga Narva kateldes biomassi põletamine isegi tervitatav.

Ma loodan, et me ei ole liikumas enesehävituslikku ajajärku, kus valitseb meeoleolu „kaevakem kiiresti, sest varsti on keskkonnapiirangud nii suured, et enam ei saa“. On selge, et isegi kui me suudame põlevkivi veidi rohkem väärindada kui täna, tuleb juba praegu planeerida, kuidas põlevkiviga seotud energeetikast järk-järgult loobuda. Arvutused näitavad, et realistlik eesmärk oleks aastaks 2030 lõpetada elektri tootmine põlevkivist ja 2050. aastaks muuta kogu energiasektor Eestis fossiilkütustest sõltumatuks.

Põlevkivi keskkonnamõju

Mõju maastikule

Põlevkivi kaevandamine ilma maa ja vee omadusi püsivalt muutmata pole võimalik. Eesti põlevkivimaardla on ära kaevandatud 142 km² suurusel alal, igal aastal kasvab kaevandatud ala 4–6 km². Alles jääb karjääridega rikutud või allmaakaevandusega „kvaasistabiilseks“ muudetud maa. Põllumaaks on taastatud vaid 1% karjäärivisiilselt kaevandatud alast, sest algne viljakas muldkate hävib, ülejäänud ala on püütud metsastada.

Põlevkivist pärit ohtlikud jäätmed moodustavad suurema osa Eestis tekkivatest ohtlikest jäätmetest. Aheraineladestuid on Eestis 34, need katavad 4,5 km² maad, kümme tuha- ja poolkoksiladestut katab kokku 21,5 km², lisanduvad nendelt nõrgu sademevee käitlusala. Igal aastal lisandub kaevandamisjäätmete hoidlatesse kuni 4 mln tonni aherainet. Tehnoloogiliselt on võimalik aherainekoost vähendada, kuid selle tulemusel suureneb ohtlike jäätmete kogus. Nokk kinni, saba lahti!

Kohtla-Järve poolkoksiladestut korrastamine on pooleli, vajalik on Kukruse aherainemäe, Kohtla, Purtse ja Erra jõgede ning Vahtsepa peakraavi reostuse täpne kaardistamine ja ohutuks muutmise. Pigilade Erra jõe kaldal Uhaku kaitsealal ohustab inimesi ja elusloodust, sealt lekitab ohtlikke aineid pinnavette.

Puudub igakülgne avalik teave ohtlikest kaeveõõntest ja nende varisemistõenäosusest.

Rikutud vesi ja õhk

Põlevkivi kaevandamise algusaastaist peale on kaevandusvee ärajuhtimiseks rajatud kümneid kraave ning muudetud jõgede (nt Raudjõe ja Mustajõe) sänge. Pärast kaevandamise lõppemist jäävad jõed tihti kuivaks (Kohtla jõe ülemjooks, Kose oja, Hirmuse jõgi jt). Suurem osa Viru alamvesikonna eesvool on hooldamata, lahendamata on Kohtla-Järve tööstuspiirkonna ülejutusohhtlikkus.

Piirkonna pinnavesi on valdavalt kesine või saastunud. Kuna oluliste jääkreostusobjektide likvideerimine pole lõpetatud, ei teata senini kõiki ohtlike ainete lekkimise kohti. Kaevandatud aladel kandub reostus põhjavees kiiremini laiali. Põhjaveest on Ordoviitsiumi Ida-Viru kogumi keemiline seisund halb, Lasnamäe-Kunda veekihi omadused muutuvad tõenäoliselt kaevandamise lõpetamise järel selliseks, et vesi on joogikõlbmatu. Sügavamate põhjaveekihtide veevaru piisavuses pole kindlust.

Õhku rikub põlevkivitööstus kõige enam Kohtla-Järve linnas, lisaks Sillamäel, Narvas ja Kiviõlis. Õhku paisatakse liialt vääveldioksiidi ja peenosakesi. Inimesed kaebavad ebameeldiva lõhna, müra ja maavõngete pärast. Põlevkivi arengukava keskkonnamõju hindamise aruande hinnangul ei ole negatiivset mõju inimeste heaolule võimalik vältida.

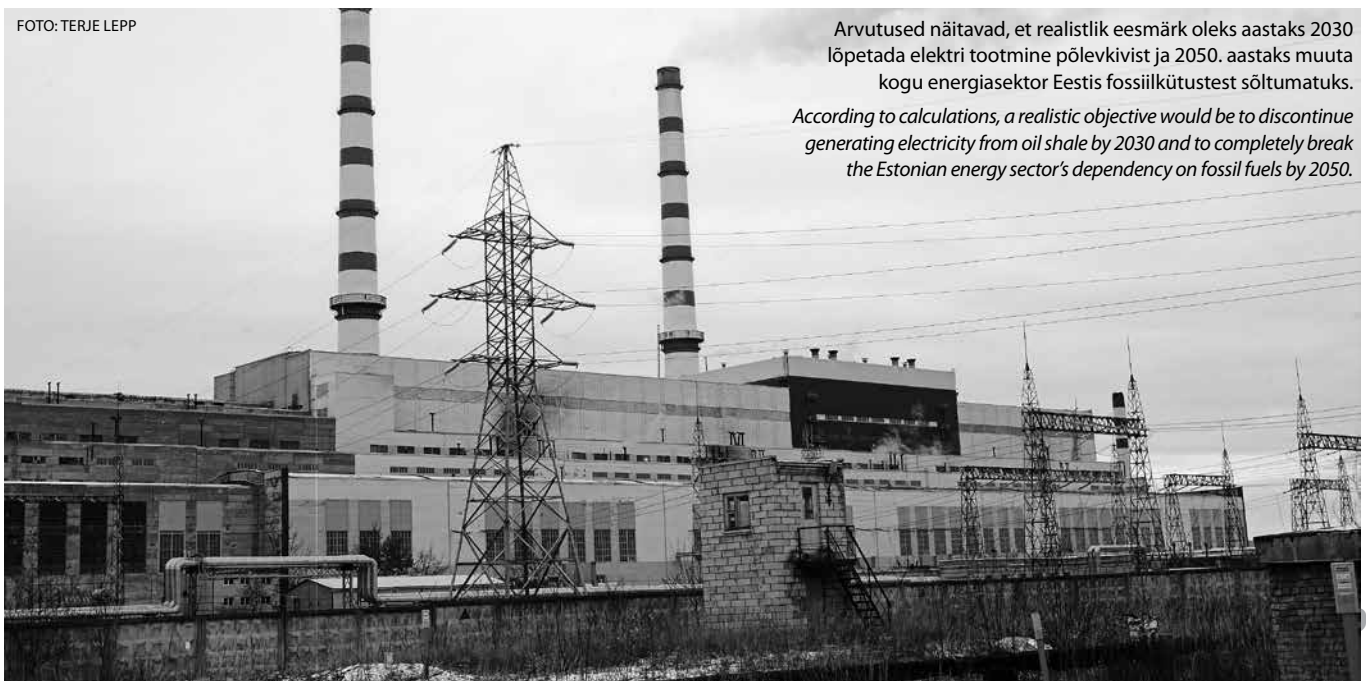
Looduskaitsealad

Eesti põlevkivimaardla seni kaevandamata alast moodustavad kaitstava loodusega piirkonnad 38%, seega ohustab kaevandusala laienemine paljusid kaitstavaid loodusobjekte. Ida-Virumaal on mitmeid põhjavee tasemest sõltuvaid märgalasid, mida kaevandamine juba mõjutab. Lisaks soovitakse kaevandama hakata ka väärtuslike rabade alt, kuigi pole teada, kuidas seal on võimalik säilitada looduslik seisund. Kurb on puhkealana tuntud Kurtina maastikukaitseala saatus, seal saab veest sõltuvaid elupaiku aidada vaid kaevandamise lõpetamisega Narva karjääris.

Kliima

Põlevkivist elektri ja põlevkiviõli tootmine teevad Eestist märksa suurema kasvahoonegaaside õhku paiskaja inimese kohta, kui on Euroopa riigid keskmiselt. Kasvahoonegaasid tekitavad ohtlikke kliimamuutusi ja nende õhku paiskamist püüavad riigid rahvusvaheliselt piirata.

FOTO: TERJE LEPP



Arvutused näitavad, et realistlik eesmärk oleks aastaks 2030 lõpetada elektri tootmine põlevkivist ja 2050. aastaks muuta kogu energiasektor Eestis fossiilkütustest sõltumatuks.

According to calculations, a realistic objective would be to discontinue generating electricity from oil shale by 2030 and to completely break the Estonian energy sector's dependency on fossil fuels by 2050.



Ecopelleti juht Olev Nilisk on lauale sättinud ettevõtte mitmekülgse toodangu.
Olev Nilisk, the manager of Ecopellet, is introducing the diverse production of the company.

FOTOD: KRISTIINA VIIRON

Ecopellet valmistab graanuleid nii kütmiseks kui ka loomadele allapanuks ja söödaks



KRISTIINA VIIRON

Raplamaal Märjamaa külje all Sipa külas asuva osatühingu Ecopellet toodangu seast leiab nii puidujääkidest valmistatud graanuleid kui ka niisuguseid, mis on valmistatud heinast, või hoopis mõlemast – nii heinast kui ka puidust. Kasutust leiavad need küttematerjalina, kuid ka lemmikloomade ja -lindude allapanuna, sh kasside tualetis. Heinagraanul aga sobib toiduks väikesete närilistele asendamaks looduslikku heina.

Puidugraanulite tootmist alustas Ecopellet neli aastat tagasi

„Siis oli Märjamaa kandis raske saada puidugraanuleid, aga tooret jagus,”

räägib ettevõtte juht Olev Nilisk, miks otsustati niisuguse valdkonna kasuks. Ettevõtluse arendamise sihtasutuse toel soetas osatühing väikese graanulipressi ning kahe aasta pärast oli põhjust juba laienemiseks. Ecopelleti päralt on osa endisest loomalaudast ning ka varem loomasöödaks kulunud hein leiab tootmises kasutust.

Kui farm tegutsemise lõpetas, jäid rohumaad ju alles ning heinaga tuli midagi ette võtta. Nii hakatigi katsetama ja lisaks puidugraanulitele toodetakse täna ka heinagraanuleid ning segugraanuleid.

„Suured tehased on projekteeritud tegema ühte tüüpi graanulit ja seda suures koguses. Väike tootja peab olema aga paindlik, muidu ellu ei jää,” ütleb Nilisk, lisades, et toodete hind muidugi varieerub. Väikese tehase võimalus on see, kui klient soovib väikese koguse mingit kindla omadusega või kindlast materjalist graanulit. Suures tehases on niisuguse tellimuse täitmine keeruline või võimatu, väike aga saab selle töö ette võtta, kui tehnoloogia sobib. Selliste soovidega kliente

on rohkem silmapiirile tulnud ning ka tellimuse hind on tootja jaoks küttegraanulist kõrgem.

Heina- ja segugraanul

Peamiselt toodab Ecopellet praegu küttegraanuleid, kuid ettevõtte pilk on pööratud pigem keerulisema toodangu poole, sest selle tootmine on huvitavam ja tasuvam.

„Peale lemmikloomade on üks võimalik suund ka suitsuahjudele mõeldud graanul. Oleme neid teha proovinud ning edasine sõltub sellest, kas turgu on piisavalt,” pajatab ettevõtte juht.

Okaspuidu saepuru ja teisi tööstusjääke ostab Ecopellet Märjamaa ümbruse puidutööstustelt, hein tuleb ettevõtte koostööpartneri, endise loomapidaja Jüri Salga heinamaadelt. Umbes pool või kolmandik sellest, mis loomad varem nahka panid, kulub tootmises toorainena ära.

Olev Nilisk tõdeb, et konkurents puidugraanulite tootmiseks sobiva toormaterjali turul on pingeline. Eestis läheb põhiline osa puidutööstuse kvaliteetsetest jääkidest kõige odavama graanuli hulka,

sest suured tööstused vajavad seda pidevalt ning lisaks purustavad graanulite valmistamiseks ka paberipuitu. Konkurents kajastub toorme kõrges hinnas. See on ka põhjus, miks Ecopellet arendab tootmises teisi suundi.

„Toodangu lõpphind on küll kõrgem, kuid ka nõudmised toormele on kõrgemad ning tootmine ise on keerulisem,“ nendib Nilisk.

Graanulite – olgu tegemist küttegaanulite, loomade allapanugraanulite või söödagraanulitega – valmistamisel ühtegi mittelooduslikku lisaainet ei kasutata, seega on tegemist valdkonnaga, kus kasutatakse looduslikult taastuvaid materjale ning mis on keskkonnasõbralik. Lemmikloomadele mõeldud tooteid turustab Ecopellet Euroopas kaubamärgiga Greenfull tähistatult.

Ecopelleti toodetav heinagraanul läheb Põhjamaadesse tööstusele loomasööda valmistamiseks. Heinagraanul sobib loomatoiduks ka ehedal kujul, näiteks väikestele närilistele nagu tsintšiljad, küülikud, hamstrid, merisead. „Ka põhjapõdrad söövad neid ja araabia maades kaamelid ja hobused,“ teab Nilisk.

Eesti küülikukasvatajad peavad heinagraanuleid kalliks, aga mujal söödetakse neid küülikutele. Graanuli eeliseks on see, et seal ei leidu haigustekitajaid – need hävivad tootmisprotsessi käigus, kui heina lühiajaliselt kuumutatakse. Samuti on söötmist lihtne automatiseerida.

Väikestes, kahekilostes kottides on heinagraanulit saada ka meie lemmikloomakauplustes ning ta on mõeldud asendada lahtist kuiva heina, millega kodustes oludes on tülikam (ajab puru, võtab rohkem ruumi) toimetada kui graanulitega. „Kahekilose koti kuivaine hind on ka kaks korda odavam kui samas koguses heina hind lemmikloomakaupluses,“ võrdleb Olev Nilisk.

Heina- ja põhugraanulitega saab samuti pelletkatelt kütta ning ettevõtte osanik Jüri Salk seda oma kodus ka teeb. Sealjuures tuleb arvestada, et katel vajab spetsiaalset biomaterjali põletit – heinagraanuli tuhasus on puidugraanuli omast 3–4% suurem ja kütteväärtus väiksem. Väikeste partiidenä on heina- ja põhugraanulit kütteks ka müüdud.

Allapanuks mõeldud graanuleid valmistab ettevõtte mitmes valikus: segugraanuleid (saepuru, hein) kassidele ning üksnes okaspuidust graanuleid lemmikloomadele ja hobustele.

Cat Natural Biolitter – niisuguse nimega toode on müügil ka Eestis – imab hästi vedelikku, neutraliseerib lõhna, ei kleepu looma käppade külge ning seda võib tootja kinnitusel ka tualetipottist alla lasta.

Paakuvat kassiliiva – allapanu eristatakse paakuva ja mittepaakuva omaduse

järgi – ettevõtte praegu veel ei valmista, kuid see on mõeldav, kui turg dikteerib. „Kui kliendid tahavad, eks teeme paakuva kassiliiva ka ühel hetkel valmis,“ ütleb Nilisk.

Üksnes kvaliteetküttegaanulid

Küttegaanuleid toodab ettevõtte kahes mõõdus – 8- ja 6millimeetriseid. Viimati märgitud on enam levinud Lõuna-Euroopas, kus köetakse tube pelletikaminaga. 8millimeetrine graanul on levinud aga Baltimaades ja meie ümbruse riikides.

Ettevõtte toodab üksnes kvaliteetküttegaanuleid (rahvasuus Premium), mis tähendab, et graanulite erikaal puistes on üle 620 kg/m³, tuhasus alla 0,7% ning niiskus alla 9%. Puukoort graanulite toormes ei leidu, graanulite värvus – tume või hele – tuleneb sellest, kas toorainet (saepuru) on tootmisprotsessi käigus kuivatatud või mitte. Kuivatami-

se käigus muutub puit tumedamaks ja seetõttu on ka sellest valmistatud graanul tumedam, sarnanedes tööstusele mõeldud graanuliga, mille valmistamisel võidakse kasutada ka puukoort. „Sellest on tekkinud aramus, et tume kvaliteetgraanul on heledast halvema kvaliteediga, aga tegelikult vahet ei ole,“ nendib Nilisk.

Kõige kärmem tööaeg Ecopelleti tootmisjuhil Rain Kivastikul on sügisel-talvel ehk teisisõnu küttehooyal ning nädala sees valmistatud toodang on sageli reede õhtuks juba tehast väljäläinud.

Kui Eestis toodetavatest küttegaanulitest leiab kodumaal kasutust umbes 2–3%, siis Ecopelleti toodangust jääb Eestimaale koguni 90%. Ekspordi turgusid muidugi otsitakse. „Väiksel tootjal on raske leida enda kaalule vastavaid partnereid, aga tasapisi meie tuntus kasvab ning eksporttoodangu osakaal suureneb,“ märgib Nilisk.



Hele küttegaanul ja tume küttegaanul – võrdse kvaliteediga, kuigi heledat kipuvad inimesed kvaliteetsemaks pidama.

Light and dark fuel pellets – the quality is equivalent but people tend to prefer light pellets, believing that the quality of light pellets is higher.



Väikestes, kahekilostes kottides on heinagraanulit saada ka meie lemmikloomapoodides ja ta on mõeldud asendada lahtist heina.

Hay pellets are sold by pet shops in small, two-kilogram sacks to be used as substitute for hay.

Mikroorganismid võivad anda rakenduse seni kasutuseta maavarale



ANNE MENERT, MAIA KIVISAAR, SIRLI SIPP KULLI

Graptoliitargilliidi koguvaru suurus Eestis hinnatakse 60–70 miljardit tonni. Sattudes atmosfääri-keskkonda, võib argilliit kuumeneda ja isesüttida ja/või põhjustada raskemetallide leostumist ümbritsevasse keskkonda. See on toimunud suures mahus Maardu fosforiidikarjääri puistangutes ning väikesemas mahus looduslikes paljandites Põhja-Eesti klindis ning Sakas klinti läbistava transporditee puhul. Maavarana argilliiti praegu ei kasutata, kuigi keskkonnale ohutud tehnoloogiad selleks on olemas. Lahendus on kas argilliidi täielik ärakasutamine või selle kui katendi spetsiaalne matmine. Eesti aluspõhjas olevad suhteliselt suure orgaanilise aine sisaldusega kivimid (graptoliitargilliit, bituminoossed kivimid) on aga elupaigaks mikroorganismidele, keda leidub kivimis olevates pragudes ja poorides kas inaktiivse metabolismiga rakkude või spooridenä. Vee ja toitainete olemasolu korral mikroorganismide elutegevus aktiveerub, mis võimaldab mitmesuguste biokaevandamise tehnoloogiate kasutamist.

Graptoliit + argilliit = graptoliitargilliit

Argilliidiks nimetatakse kõva savikivimit, mis on moodustunud savi tihendamise ning dehüdratsiooni tulemusena. Argilliidid on tüüpilised sette kivimid. Oma mineraalse ja keemilise koostise poolest on nad väga sarnased saviga, kuid on sellest kõvemad. Oma mineraalse ja keemilise koostise poolest on nad väga sarnased saviga, kuid on kõvemad ega lahustu vees.

Graptoliitargilliit on saanud oma nimetuse argilliidis leiduvatelt kivistunud organismidelt graptoliitidelt.

Graptoliidid on tänapäevaks välja surnud koloonialised ürgkeelikloomad (Hemichordata). Nimetus „graptoliit“ tuleneb kreeka keelsetest sõnadest grap-

tos – „kirjalikult“ ja lithos – „kalju“, sest paljud graptoliitsed kivistised meenuvad kaljudele kirjutatud hieroglüüfe (joonis 1). Ka rootsi loodusteadlane Carl von Linné (1707–1778) pidas neid esialgu fossiile meenutavateks mineraalikehtideks. Hiljem peeti neid algloomadeks (hydrozoa). Seoses elektronmikroskoopia edusammudega 1970ndatel klassifitseeritakse graptoliite kui klassi Pterobranchia kuuluvaid liike. See on meie kaasaegsete meres elavate algloomade harvaesinev rühm, mis kuulub hõimkonda Hemichordata (perekonnad Cephalodiscus ja Rhabdopleura). Ülemaailmse leviku tõttu võimaldab graptoliitide säilimine, kogus ja järkjärguline muundumine geoloogilise aja jooksul neid kasutada kivimikihtide dateerimiseks. Graptoliidid on olulised indeksfossiilid Paleosoikum (Kambrium, Ordoviitsium, Silur, Karbon, Devon) kivimite dateerimiseks.

Kambriumis oli põhjapoolkeral Pangea hiidmanner, lõunapoolkeral asusid Gondwana hiidmanner ning Laurentia (Põhja-Ameerika), Baltika ja Siberi mandrid. Kontinendid olid üle ujutatud madalmeredega, kliima oli mõõdukas. Varases Kambriumis ilmus üheaegselt suur hulk erineva skeletiga hulkrakseid loomi, sh veeselgrootuid (nn Kambrium plahvatus). 540 miljonit aastat tagasi (Mat) algas suur planktonvetikate diversifitseerumine.

Ordoviitsiumis jätkas Baltika manner liikumist ekvaatori poole ning lähenemist Laurentiale. Samal ajal liikus praegusest lõunapooluse mandritest moodustunud Gondwana hiidmanner lõunapooluse suunas. Mandrid olid endiselt madalad ja kaetud madalmeredega. Soe kliima soodustas karbonaatsete setete teket. Atmosfääri CO₂ rohkus, happevihmad ning mikroobide ja tsüanobakterite happelised eritised soodustasid mulla teket. Kuid

Ordoviitsiumi lõpus kattus Gondwana lõunaosa jääga ning põhjustas ühe kõige külmema perioodi Maa ajaloos (440 Mat). Sellega kaasnes merepinna vähenemine ja kontinentide avatud randade paljastumine. Kliima muutus jahedaks ja niiskeks, toimus suur organismide väljasuremine, mille käigus kadus 60% perekondadest. Sellest ajast on pärit Eesti fosforiidi- ja põlevkivilademed, samuti hea kvaliteediga ehituslubjakivi.

Graptoliidid evolutsioneerusid kiiresti ja moodustasid palju liike. Ordoviitsiumi ja Siluri ajastu kivimeid võib jaotada graptoliidi biotsoonideks, ajalise kestusega u miljon aastat. Hilis-Ordoviitsiumis suri välja enamik graptoliite, välja arvatud neograptiinid. Ellujäänud neograptiinide diversifikatsioon algas umbes kaks miljonit aastat hiljem.

Dendroidsetest graptoliitidest arenesid Alam-Ordoviitsiumis väheste harudega graptoliidid. Viimased (selts Graptoloidea) olid pelaagilised, ürgmerede pinnal vabalt ujuvad või kinnitunud peene jätkega triivivate vetikate pinnale. Graptoloidea oli kõige arvukam planktiline liik kuni varase Devonini; dendroidsed graptoliidid säilisid kuni Karbonini.

Graptoliitide fossiilid on kogu maailmas laialt levinud, esinedes kõige sagedamini süvašelfi setendites, eriti kiltades. Kildad tekkisid väheste tsirkulatsiooniga hapnikuvabades veekihtides, kus puudusid graptoliitide tarbijad (konsumendid). Surnud planktiliste graptoliitide biomass vajus merepõhja, mattus lõpuks setetesse ja on seeläbi hästi säilinud. Graptoliitide fossiilid võivad paikneda ka kolmemõõtmeliselt, juhul kui on raudühend püriidiga täitunud. Fossiilid on peamiselt tumedad orgaanilisest ainest pulga- või pöösalaadsed moodustised (Dictyonema), saehamba (Monograptus rickarttonensis) või tagurpidi kahvli (Didymograptus murchisoni) kujulised, suurusega mõnest millimeetrist kuni kümnete sentimeetriteni. Graptoliite leidub ka lubjakivis ja merglis, kuid need mineraalid settisid põhjaelustiku, sh konsumentide jaoks soodsamates tingimustes. Seetõttu on enamik nendesse kivimitesse settida võinud graptoliitidest teiste organismide poolt ära tarbitud. Eestis võib graptoliidi fossiile näha Põhja-Eesti klindil paljanduvast Alam-Ordoviitsiumi graptoliitargilliidis, vähesteid

fossiile võib leida ka Eesti aluspõhja maldmere lubjakividest.

Graptoliitargilliit ja diktüoneemaargilliit

Mõlemad on tumepruunid orgaanilise ainega (12–17%) segunenud savikivimid. Oma nime on nad saanud nendes leiduvatelt kivistunud organismidelt graptoliitidelt Rhabdinopora flabelliforme (Eichwald) 1855 ja Dictyonema (Hall) 1851. Sarnaselt kukersiidiga kuuluvad ka argilliidid põlevkivide hulka. Eestis levib argilliit pideva kihina Hiiumaalt Narvani ja saavutab oma maksimaalse paksuse (8 m) Osmussaarel.

Mõlemad fossiilid on Eestis väga hästi läbi uuritud, andmeid nende ja teiste fossiilide kohta talletatakse andmebaasis Paleo-elurikkus Baltoskandias <http://fossiilid.info/>

Argilliidi füüsikalisk-keemilised näitajad

Graptoliitargilliit on pruun või tumepruun, harvemini ka must või hall kerokeenne argilliit, mis stratigraafiliselt kuulub Alam-Ordoviitsiumi Pakerordi lademe Türisalu kihistusse. Türisalu kihistu on levinud Eesti põhjaosas umbes 250 km pikkuse vööndina. Vööndi laius on Lääne-Eestis kuni 80 km, Kesk-Eestis 30–60 km ja Ida-Eestis 10–50 km. Põhjas on Türisalu kihistu piiratud Põhja-Eesti klindiga, lõunas aga kihistu paksus väheneb aeglaselt. Graptoliitargilliiti esineb maa-alal, mille suurus on umbes 12 000 km². Kivim on tekkinud merelistes anaeroobsetes tingimustes ja selle moodustumisest võtsid osa savikad või savikas-aleuriitsed setted, vetikad, plankton ja rikkalik graptoliidi-fauna. Argilliidi orgaaniline aine (OA) on peendis dispersne ja selle sisaldus varieerub valdavalt 15–20% piirides. OA-sisalduse

mõningane kasv on jälgitav Lääne-Eestis lasundi läbilõike keskses osas. Selles piirkonnas on ka argilliidi kütteväärtus suurim ja ulatub 2 m paksuse kihi keskmisena 6,61 MJ/kg. Toorõli saagis moodustab kilda OAst ainult 22–26%. Kilda mineeraalosa on kaaliumi- ja väävli rikas ning naatriumi- ja kaltsiumivaene. Suur osa diktüoneemakilda leidumise kaardimaterjalist on saadud 1970. ja 1980. aastatel tehtud fosforiidiotsingute käigus, samuti mitmesugustel kaardistamistöodel. Olu-line lisa saadi ka 1980ndate lõpus tehtud spetsiaalsest tööst Lääne-Eestis, kus graptoliitargilliidi uurimise eesmärgil puuriti üle 200 puuraugu.

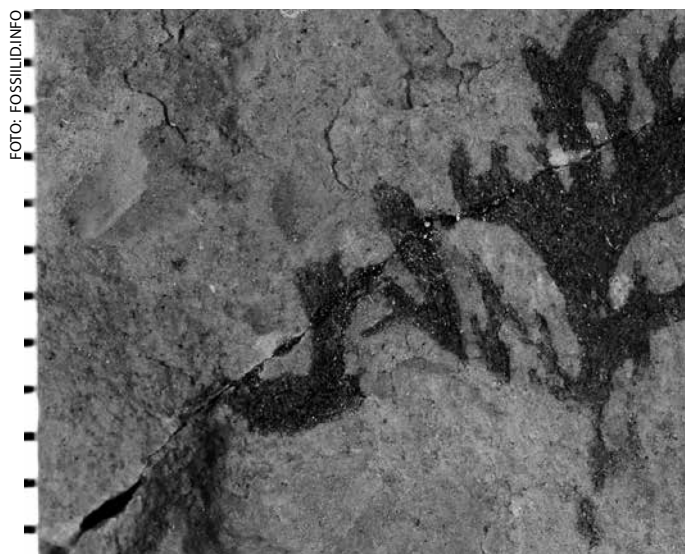
Argilliidist saab eraldada metaani

Küsimus Eesti argilliidist biogeense gaasi leostamise võimalusest kerkis esile 2011. aastal seoses mitmete projektidega, milles uuriti biomassi, biokütuste, biogaasi ja biometani kasutuselevõttu elektri ja soojuse hajatootmisel ning transpordikütuste tootmisel. Taastuvkütuste arendamine on mõnikord kallis ja toetusi vajav tegevus. 2011. aastal ilmunud USA Energy Information Agency kildagaasi ülemaailmsete varude hindamise raportis on Eesti tähistatud kui geoloogiliselt sobiv piirkond, seetõttu on oluline uurida ka argilliiti kui gaasi lähtekivimit. Eespool mainitud uuringuid kasutatakse uue energiamajanduse arengukava (ENMAK) koostamisel.

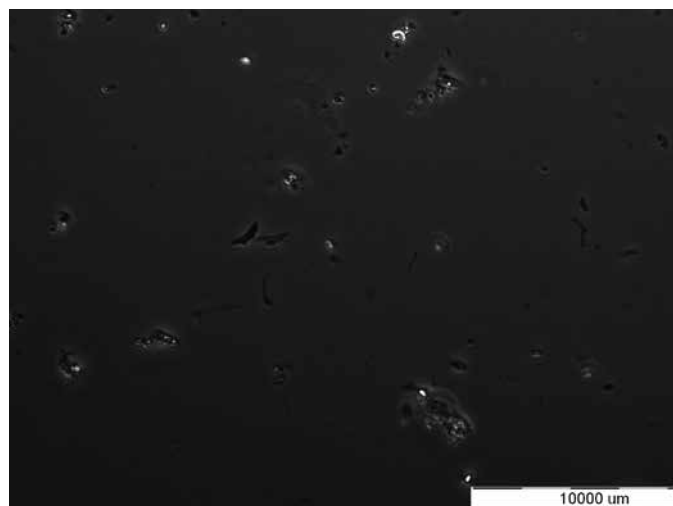
Teadusettevõtte BiotaP OÜ ja Tartu ülikooli koostöös 2014. aastal teostatud projekti „Uuring Eesti argilliidist biogeense metaangaasi puuraugus (in situ) tootmise võimalikkuse tõestamiseks“ eesmärk oli analüüsida, kas sobivate tingimuste (pH, rõhk, mikroorganismide kooslus) koostööl on võimalik toota kivimi orgaanikast metaangaasi ja

kuidas saavutada gaasi tootmine maksimaalse metaanisisaldusega. Analoogete, suhteliselt madalal paiknevate ja vähese küpsusega kiltade metaanitekitamise võime ärakasutamist tuntakse maailmas biogeense gaasi tootmisena. Suurim biogeense metaani tootmisala asub USAs Suure Järvistuga piirnevas Antrim Shale maardlas, mis on oma 8000 puurauguga USA suuruselt neljas maardla. Alates 2011. aastast on ka Rootsi ettevõtte Gripen Oil/Gas AB Eesti argilliidiga päritolult sarnastes, nn Alum Shale lademetes tulemuslikult puurimisega biogeenset gaasi tootnud. Niisuguste puuraukude probleem on aga vähene tootlikkus, seda on võimalik suurendada bioleostamisega. Projekti tulemustest selgus, et kivimis looduslikult elava mikroobikooslusega on võimalik argilliidist eraldada biogeenset metaangaasi. Uuringu tulemusena saadi 7 g argilliidist 18–23 ml biogeenset gaasi metaanisisaldusega 6–53 ppm, mis teeb saagiseks kuni 121 ml metaani 1 kg kivimi orgaanilise süsiniku kohta. Pärast projekti lõppu käivitatud katsest lisasöötme-ga saadi 90 päeva jooksul 815 ml gaasi metaanisisaldusega 28%, saagisega 53 l metaani 1 kg orgaanilise süsiniku kohta ehk 6 l metaani 1 kg argilliidi kohta. Tänapäraselt arvestatakse argilliidi metaanisaagiseks 1,6 liitrit 1 kg kohta.

Uuringus oli vaatluse all ka biogeenselt saadud metaani kasutatavus võrreldes Venemaal toodetud maagaasi ja biogaasiga ning biogeense metaani tulevase tootmistehnoloogia keskkonnamõjud ja nende vastavus Euroopa Liidu (EL) direktiividele ning CENi (European Committee for Standardization) ja Eesti standarditele. Uuringu tulemusi tutvustati 2014. aasta novembris Teaduste Akadeemia suures saalis teadusettevõtte BiotaP OÜ poolt kokku kutsutud fooru-



Joonis 1. Graptoliit *Thallograptus densitubularis*.
Graptolite Thallograptus densitubularis.



Graptoliitargilliidis looduslikult elav mikroobikooslus mikroskoobi all, suurendus 1000X.

The microbial community inherent to graptolite argillite under the microscope, magnification 1000X.



FOTO: LAURI KULPSOO

Tartu ülikooli molekulaar- ja rakubioloogia instituudi teadur Anne Menert ja professor Maia Kivisaar katsetulemusi analüüsimas.

Researcher Anne Menert and professor Maia Kivisaar from University of Tartu, Institute of Molecular and Cell Biology analyzing the test results.

mil „Arutame diktüoneema-argilliidist“. Foorumist osavõtjad rõhutasid vajadust taaslustada Eesti maapõue süsteemset uurimist, sest selles leidub märkimisväärses koguses nii hinnalisi metalle kui ka energeetilist ressursi.

Argilliidi kaevandamisel on veel mitmeid takistusi

Selle uuringu tulemusena selgus ühtlasi, et metaani kohapeal maa all (in situ) tootmise keskkonnamõjud võivad olla olulised – argilliidist eraldusid kasvukeskkonda metalliühendid. Metaani keskmiseks sisalduseks gaasifaasis saavutati küll kuni 50%, mis võimaldaks kasutada gaasi energeetiliseks otstarbeks ka ilma puhastamata, kuid raske on prognoosida biogeense metaangaasi maapinnale toimetamise efektiivsust. Graptoliitargilliidi paiknemine suhteliselt madalal (20–200 m) ei võimalda frakkimistehnoloogia kasutamist. Ka kaevandamistehnoloogia vajab uudsemaid lahendusi, sest kvarts-aleuroliidi vahekihid sisaldavad pesadena ja hajutatult püriiti (u 2,4–6%, harva kuni 30%), mis õhuhapniku käes oksüdeerudes põhjustab isesüttimist. Põlemise käigus laguneb püriit vääveldioksiidiks, saastades tugevasti keskkonda.

Graptoliitargilliidis esineb uraani, mo-

lümbeeni, vanaadiumi, pliid, tsinki, reeni-umi jpt metalle. Raskmetallide sisaldus on suurem Kirde-Eestis, kus argilliidikihi pak-sus on vaid 1–2 meetrit. Traditsiooniliselt eraldatakse metalle maakidest termiliste või keemiliste meetoditega. Mikroorganis-mide tööstuslik kasutamine (nt biometal-lurgia) selle asemel aitaks vähendada nii ohtlike jäätmete teket kui ka kokku hoida energiat ja kemikaale. Mitmete metallide (Zn, Cu, Ni, Co) sulfiidid on vees lahus-tumatud, kuid nende metallide sulfaadid lahustuvad vees hästi. Metallide sulfiidi-de oksüdeerimine sulfaadiks mikroobide poolt vahendatud protsessides võimaldab metalliioone lahusest eraldada. Sel viisil võib uute keskkonnasõbralike tehnoloogia-te areng muuta ka graptoliitargilliidi kasutuskõlblikuks maavaraks, mis oma kütteväärtuse poolest sarnaneb madal-kvaliteedilise põlevkiviga. Väljatöötatava lahenduse abil on võimalik ressursina kasutusele võtta nii argilliidi orgaanikarikas osa kui ka selles sisalduvad metallid.

Artikli kirjutamisel on kasutatud järgmisi allikaid:

- Puura, E., Neretnieks, I., Kirsimäe, K. (1999) Atmospheric oxidation of the pyritic waste rock in Maardu, Estonia. 1. Field study and modelling. Environ-

mental Geology 39 (1), 1-18.

- Tinn, O. Kivistunud kirjad kaugetest aegadest. Eesti Loodus, 2007, 4.
- Kaljo, D. Graptoliidid - autoriteetid biostratigraafias. Eesti Loodus, 1995, 107-109
- Fortey, Richard A. (1998). Life: a natural history of the first four billion years of life on earth. New York: Alfred A. Knopf. p. 129. ISBN 0-375-40119-9.
- Paleoeelurikkus Baltoskandias. Pere-kond Rhabdinophora URL= <http://fossiilid.info/1537> 15.06.2015
- „Graptolithina“, URL= <http://en.wikipedia.org/wiki/Graptolithina>, 20.04.2013
- E-kursus Soontaimede evolutsioon ja süstemaatika URL= http://www.eope.ee/_download/euni_repository/file/2485/Loengutekstide%20koond-fail.pdf#page=5&zoom=auto,-82,566, 11.05.2015.
- Earth: Continental drift URL= <http://faculty.randolphcollege.edu/tmichalik/tectonics.htm> 11.05.2014
- „Graptoliitargilliit“, URL= <http://www.ut.ee/BGGM/maavara/dityo-neema.html>, 20.04.2013.
- Niin, M., Rammo, M. Diktüoneema-kilt –Eesti tulevikumaavara. Keskkon-natehnika, 2009, 3.
- Раммо, М. (отв. исполнитель) 1989. Отчет о поисках фосфоритов юго-за-паднее месторождения Маарду. ЭГФ,Таллинн, 254 с
- Petersell, V. Diktüoneemakilt. Eesti Põlevloodusvarad ja jäätmed, 2007, 7.
- Eesti maavarade kaart. Diktüoneemakilt (graptoliit-argilliit). Mõõtkava 1:400000 (trükivariant), 1:200 000 (digitaalva-riant).+ Seletuskiri. Töö teostaja: Eesti Geoloogiakeskus. Geoloogilise kaar-distamise osakond. Autorid: Mati Niin, Mati Rammo, Tõnis Saadre. Tallinn 2008.
- EIA World Shale Gas Assessment, 2011
- Uuring Eesti argilliidist biogeense me-taangaasi puuraugus (in situ) tootmise võimalikkuse tõestamiseks, BiotaP OÜ Tallinn 2014. <http://www.eas.ee/ima-ges/doc/sihtasutusest/uuringud/et-tevotlus/uuring-argilliidist-biogeen-se-metaangaasi.pdf>
- Petesell, V. Diktüoneemakilt, energia ja keskkond. Keskkonnatehnika, 2008, 8.
- Johnson, D.B. (2008) Biodiversity and interactions of acidophiles: Key to un-derstanding and optimizing microbial processing of ores and concentrates. Transactions of Nonferrous Metals Society of China (English Edition) 18, 1367-1373.



Kohalikud energiaallikad ja nende kasutamine

Ülevaade trükiajakirjandusest 2014–2015

PÕLEVKIVI, PÄIKE, TUUL, KÜTTEÖLI

■ 5. juuni 2015 Põhjarannik, Seitse korda mõõda

Küsimuse tähtsust arvestades võib ja tuleb seda nii seitskümme kui ka seitsesada korda kaaluda. Just selline küsimus tõstatati Jõhvi vallavolikogu viimasel istungil, kus oli arutusel ASi Eesti Energia ettepanek kaevandada põlevkivi lahtisel (karjääri) meetodil Jõhvi linnaga piirneval alal.

■ 30. mai 2015 Õhtuleht, Energiarevolutsioon on tulekul: majapidamised saavad elektritootmisega ka ise suurepäraselt hakkama

Asjatundjad ei küsi enam, kas ja millal, vaid hoopis: miks juba pole juhtunud, et

majapidamised lõikavad piltlikult öeldes juhtmed läbi ja ütlevad elektrijaamadele nägemist. Põlevkivist saaks alternatiivenergia.

■ 14. mai 2015 Maaleht, Teadlase sõnul reostab tuuleenergia loodust

Tunnustatud elektriinsener Rein Oidram raiub tuuleparkide arendajate roheliste lehtedega oksa ja väidab, et loodussäästliku energia arendamise tõttu on aastail 2007–2013 õhku paisatud hoopis ülemäärase 8 miljonit tonni kasvuhoonegaasi CO₂.

■ 16. mai 2015 Pärnu Postimees, Audru talunik püstitas karjamaale pensioonifondi

Teist kuud toodab Audru valla talunik Peeter Viik taastuvenergiat pöörleva päikesepüüdja abil. Viik on lõpetanud Tal-

linna polütehnikumi elektriliste ja elektroonsete automaatikavahendite tootmise eriala. „Vana kirk ei ole jahtunud,“ tõdeb talunik. Nii on tema karjamaal lammaste asemel hoopis päikesepüüdja.

■ 7. mai 2015 Maaleht, Kurenurme päiksefarmi saaga sai õnneliku lõpu

Kaks aastat elektrivõrguga liitumist oodanud Kurenurme päikesepark hakkas viimaks elektrit tootma.

■ 7. mai 2015 Võrumaa Teataja, Sügisel loomisel esimesed energiaühistud

Kurenurme päikesepargi looja Viido Polikarpuse unistus on teoks saamas – sügiseks luuakse Arengufondi eestvõtetel Eestisse esimesed energiaühistud. Energiaühistu töötab laias laastus samal põhimõttel nagu korteriühistu – koos on

teatud asju kasulikum teha kui igaüks eraldi. See käib ka energia kohta.

■ **6. mai 2015 Põhjarannik, VKG elektriijaamas valmis 6,3 miljonit eurot maksev väävlipuhasti**

Viru Keemia Grupp avas eile oma Põhja elektriijaama teise väävlipuhasti, mis püüab aastaga kinni ligikaudu 2000 tonni väävlit, mis siiani on paiskunud Kohtla-Järve ja selle ümbruse õhku. Seade puhastab soojus- ja elektrienergia tootmise käigus tekkivad suitsugaasid väävlist.

■ **30. aprill 2015 Äripäev, Tuuline aasta algus upitas taastuvenergia tootangut. Päikesel on veel palju anda**

Aastaga kasvas Eestis kasutatud taastuvenergia hulk – küll õige pisut, kuid trend on märgatav. Esimeses kvartalis moodustas taastuvenergia elektrienergia kogutarbimisest 17,3%, aasta tagasi oli see 13,5%. Suurem osa taastuvenergiast oli tuuleenergia – 53%. Päikeseenergia tootjate võrku lisandumine jätkus hoogsalt ja toetuse saajate arv on aastaga kasvanud ligi 100 võrra, 211 tootjani. Päikeseenergia tootmiskogused on samas siiski väga väikesed, kui võrrelda teiste energialiikidega.

■ **28. aprill 2015 Tööstus, ajalehe Äripäev lisa, Tulu saab nii kogukond kui ka vald**

Tuuleenergeetikafirmad eraldavad teatud osa tuuleelektri müügist saadavast rahast kohaliku majandus- ja kultuurielu edendamiseks. Tuuleenergeetikavald saab iga tuulest toodetud kilovatt-tunni elektrienergia pealt 32 eurosent. Kohalik kogukond osaleb tuuleelektri tootmises tuuleparkidele ruumi eraldamisega ja saab vastavalt tasutud.

■ **28. aprill 2015 Tööstus, ajalehe Äripäev lisa, Ruhnu läheb oma rada**

Oma teed läheb energeetikas Ruhnu saar. Seal on küll kaks tuulejõujaama ja kaks diisलगeneraatorit, aga tuulejõujaamad seisavad ja diisलगeneraatoritest on Ruhnu tüdinud. Nii otsustaski Ruhnu rahvas elektrit kohapeal kohalikest ressurssidest – tuulest ja päikesest – toota. See tuleb odavam ja puhtam. Langeb elektri omahind, suureneb varustuskindlus, kaitstakse keskkonda. Moodustati Ruhnu Energiaühistu initsiatiivgrupp.

■ **23. aprill 2015 Äripäev, Elektriijaama saab püsti lihtsalt. Paberimajandusega pisut pusimist**

Eestis on juba mitu hoonet, mille katusel paneelid päikesest elektrit toodavad. Mikrotootjana tegutsemine on viimastel aastatel oluliselt lihtsustunud, elektrijaa-



ma püstipanek on proffide käes päeva töö, paberimajandus on küll aastatega lihtsamaks muutunud, kuid nõuab siiski veel pisut pusimist. Päikesepaneelid on kasutuses näiteks Tallinna Sõpruse pst 157 uues ärihoones, mille arendaja Hepsor OÜ juhatuse liikme Henri Laksi sõnul polnud elektrivõrguga liitumine üleliia keeruline.

■ **16. aprill 2015 Võrumaa Teataja, Kurenurme päiksepark hakkas lõpuks tööle**

Pärast neli aastat kestnud ootamist ja vintsutusi hakkas Sõmerpalu vallas Kurenurme ligidal Keema külas asuv 100 kW suuruse võimsusega päiksepark lõpuks elektrit tootma. Juba eemalt on näha, kui-

das paneelid päikest otsivad. Tegemist on kõrgtehnoloogiaga, kus sensorid tuvastavad paneelide jaoks parima asendi ja torn liigub vastavalt sellele.

■ **6. aprill 2015 Oma Maja, ajalehe Äripäev lisa, Topul, 15 aastat sõltumatust**
Peeter Jalakas, Von Krahli teatri juht ja lavastaja on rajanud Topule unistuste maja, kus elektrit saab tuulest ja päikesest. Jalakas räägib, kuidas ta süsteemi rajades jännanud on, kuidas vigu teinud ja kuidas neid parandanud.

■ **11. märts 2015 Raplamaa Sõnumid, Mõisamaal õpiti päikest püüdma**



Ökokogukond Väike Jalajalg Märjamaa külje all Mõisamaal pakkus võimalust proovida päikesepaneelide valmistamist. Töötoa eesmärk oli näidata, et väheste materjalide ja ilma eelneva kogemuseta on võimalik valmis teha elektrit tootev paneel. Igaüks sai ise käed külge panna ja paneeli valmis teha.

■ **17. veebruar 2015 Eesti Pävaleht, Riigikohus selgitab, kas tarbijad on maksnud liiga suurt taastuva energia tasu**

Riigikohtu tsiviilkolleegiumi kahtluse kohaselt on Eesti tarbijad maksnud taastuva energia ettevõtetele põhjendamatult suuri toetusi. Pole välistatud, et viimase

viie aasta jooksul ligi 300 miljonit eurot toetust saanud ettevõtted peavad sellest osa tagasi maksma.

■ **12. veebruar 2105 Postimees, Elektrituru seaduse üle otsustab uus riigikogu**

Mitu energeetikaettevõtjat avaldas rahulolu, et riigikogu lükkas elektrituru seaduse muutmise määramata ajaks edasi, otsustades eile seadusemuudatuse teise lugemise katkestada. Energeetikasse investeerima valmistuvad ettevõtted ei saa kavandatud projektideks pangast laenu, sest Eesti seadused ei paku selleks vajalikke garantiisid. Sellise väitega kaitses seadusemuudatuste vastuvõtmist majanduskomisjoni liige Toomas Tõniste IRList.

■ **29. jaanuar 2015 Tööstus, ajalehe Äripäev lisa, Tuuleenergeetikud pole uue arengukavaga rahul**

Eesti energiamajanduse viienda arengukava menetlemine on jõudnud lõppjärku. Eriti ägedalt reageerisid eelnoole tuuleenergeetikud. Ja selleks oli ka põhjust, sest valitsus soovib panustada uttegaasile. Arengufond tegi eelnou ettevalmistamiseks ära tohutu töö. Koostati 130 stsenaariumi, mille hulgast jäi sõelale 15. Paraku valis majandus- ja kommunikatsiooniministeerium nende hulgast välja näib et kõige haprama - põlevkiviõli tootmisest järele jääval uttegaasil põhineva elektrienergia tootmise. Iseäranis viimased kuud on näidanud, et valiti libe tee.

■ **22. jaanuar 2015 Maaleht, Ühiselt tuulepargi vastu. Või siis selle eest?**

Eestis võitlevad ühed inimesed tuuleparkide vastu, teised aga püüavad neid oma õuele meelitada. Seisukohavõtu teeb raskeks normide puudumine, kui kaugel võiksid tuulikud elumajadest olla. Eelmisel nädalal otustasid Järvamaal asuva Sõrandu inimesed, et nemad oma küla ümber hiiglaslikke tuulikuid ei soovi.

■ **23. detsember 2014 Raplamaa Sõnumid, Kärus tehakse päikesest elektrit**

Maailmas juba mõnda aega kasutusel olev elektritootmissüsteem, mille põhimõte on päikese tekitatud valguskiirgus muundada elektrienergiaks, on Eestis uudne ja haruldane. Ainukesed selliselt töötavad paneelid võib leida just Raplamaalt Kärust. Päikesepaneelidel olevate fotoelementide abil muundatakse päikesekiirgus elektrienergiaks (alalisvooluks) ning see suunatakse inverterisse, milles muundatakse alalisvool vahelduvvooluks. Kasutada saab siinkohal mõlemat, nii alalis kui ka vahelduvvoolu, seda sõltuvalt tarbimisvajadusest ja seadmetest.

■ **5. detsember 2014 Harju Elu, Diisli kallinemine sunnib alternatiive kasutama**

Tulevast aastast oluliselt kallineva õlikütte tõttu tuleb paljudel majaomanikel otsustada, kas jätkata endistviisi või kaaluda olemasoleva süsteemi väljahetamist soodsama vastu. Kallinemise põhjus tuleneb muudatustest maksupoliitikas. Nimelt keelatakse tuleval aastal erimärgistatud ja soodsama aktsiisimääraga kütuse kasutamine õlikateldes. Majaomanikud võivad erimärgistusega kergelt kütteõli kütmiseks ja elektrienergia tootmiseks kasutada kuni aasta lõpuni.

■ 3. detsember 2014 Postimees, Tuulel on nii mõndagi pakkuda

Aastaks 2030 suureneb maailma nõudlus elektrienergia järele 63%. Samal ajal toimub järkjärguline üleminek fossiilselt kütustelt taastuvatele energiaallikatele. Euroopa Liit on seadnud eesmärgiks 2030. aastaks vähendada kasvahoonegaase 40% võrra võrreldes 1990. aastaga ja tõsta taastuvenergia osakaalu lõpptarbijas 27%-ni, kirjutab Andres Sõnajalg.

■ 3. detsember 2014 Saarte Hääl, Saaremaa lihatööstus investeerib tootmise üle kolme miljoni euro

Laiendamaks oma ekspordivõimalusi, investeerib Saaremaa lihatööstus tootmise üle kolme miljoni euro. Sellest 25% annab toetusena EAS. Ettevõtte investeerib ka tootmissüsteemi päikesepaneelidesse, mille tulemusel väheneb tootmisjääkide maht, tarbitakse vähem elektrienergiat, suurendatakse tootmisjõudlust ja toodetakse eksporditurgudele kõrgema lisandväärtusega tooteid.

■ 29. november 2104 Põhjarannik, Taastuvenergia tasu kasvab tarbijale 15,6 protsenti

Taastuvenergia tasu kasvab tarbijatele tuleval aastal 15,6% 0,89 sendile kilovatt-tunni kohta. Äsja koostatud prognoosi kohaselt ulatub taastuvatest allikatest ning tõhusa koostootmise režiimil toodetud ja toetust saava elektrienergia maht 2015. aastal 1417 gigavatt-tunnini, olles ligikaudu selle aasta tasemel. Toetusteks kulub 2015. aastal 72,3 miljonit eurot, mille tarbijad maksavad kinni taastuvenergia tasu kaudu, teatas süsteemihaldur Elering.

■ 27. november 2104 Äripäev, Tulevik on tuumaenergias

Eestile oleks edu ja tulevikuperspektiivi silmas pidades kindlasti vaja tuumaelektrijaamu, kuna nende keskkonnasõbralikkus ja ökonoomsus on palju suurem kui praegustel põlevkivijaamad. Kui võtta võrdluseks näiteks üks täiskasvanud inimese näpuotsa suurune uraanitabeltike, siis selle energia ekvivalentsus vastab 120 gallonile õlile, ühele tonnile kivisööle või 480 kuupmeetrile maagaasile. 1000megavattiseks tootmisvõimsuseks läheks aga vaja vastavalt 150 tonni uraani, 2,1 miljonit tonni kivisütt või 10 miljonit barrelit õli.

■ 26. november 2014 Põhjarannik, Uus õlitehas sai Liive lahkumise eel tuurid üles

Sel nädalal ametist lahkuv Eesti Ener-

gia kauaaegne esimees Sandor Liive tegi eile hüvastijätuviisiidi Narva elektrijaamadesse ja uude Enefit280 õlitehasesse ning tundis heameelt, et palju peavalu valmistanud uus tehas on tööle saanud. Uus tehas töötab juba tippvõimsuse lähedase koormusega, töödeldes tunnis 260 tonni põlevkivi. Turbiinid on sünkroniseeritud ning õli kõrval toodab tehas ka elektrienergiat.

■ 20. november 2014 Maaleht, HIRM: Eesti jääb pimedusse juba aastal 2014

Vaatamata põlevkivi kasutajate tulisele kampaaniale, otsustas valitsus keskkonnatasusid kümneks aastaks tõsta. Mis saab edasi? Kas põlevkivitonna kalline mine viie sendi võrra lõpetab töepoolset elektri tootmise ja vihased kaevurid tulevad, rusikad rullis, tänavatele?

■ 19. november 2014 Äripäev, Kas kala kardab tuult? Liivi lahe tulevases meretuulepargis

Kaks Eesti kõige suuremat tuleenergeetikaettevõtet on pähe võtnud, et ära tuleb kasutada selle energeetikaharu kaalukaim ressurss – meretuul. AS Eesti Energia kavandab meretuuleparki Kihnu, AS Nelja Energia Hiiumaa vetesse.

■ 18. november 2014 Koit, Sakala, Kordades vähenenud õhuheitmed vähenevad veelgi

Euroopa Liidu kliimapakett kohustab liikmesriike vähendama kasvahoonegaaside heitmeid 2030. aastaks võrreldes 1990. aastaga 40 protsenti. Eestile ei ole selle sihi täitmine probleem, sest püstitatud eesmärk on meie riigil juba saavutatud ja ületatudki. Pigem on oluline seada oma tulevikuplaanid selliselt, et ka edasine kasvahoonegaaside, aga ka teiste õhuheitmete vähendamine nii riigi kui ka eri tööstusharude strateegiaid segi ei lööks.

■ 11. november 2014 Saarte Hääl, Ruhn-lased tahavad elektrit toota gaasist, päikesest ja tuulest

Grupp Ruhnu elanikke eesotsas valvolikogu liikme Andres Kesksaaga teeb ettevalmistusi energiaühistu loomiseks, mille eesmärk on tagada Ruhnu saarele kohalikest ressurssidest toodetav elektri- ja soojusenergia ning elavdada seeläbi saare majandust. Plaanis on rajada puugaasil töötav soojus- ja elektrienergia koostootmisjaam ning tuule- ja päikeseenergiapark.

■ 3. november 2014 Oma Maja, ajalehe Äripäev lisa, Energia taastuvast allikast saab normiks

Eestis energia tootmiseks päikest ja gub, kuid autonoomse energiatarbimise kasutuselevõttu peaks soosima ka riiklik energiapoliitika ja toetused. Üldisest energiapoliitikast rääkides on oluline, et riiklik energiapoliitika soosiks taastuvenergia kasutuselevõttu, kusjuures see peab käima käsikäes kohaliku energeetikasektori toetava, sellele seadmeid tootva tööstusega, rõhutab ASi Nelja Energia juhatuse esimees Martin Kruus.

■ 3. november 2014 Oma Maja, ajalehe Äripäev lisa, Võimalused kõigil energialiikidel

Ehkki tuuleenergia on juba küps tehnoloogia, toimub sektoris jätkuv tehnoloogia hindade alanemine ning efektiivsuse kasv. Maismaatuulikust toodetud elektrienergia on praegu soodsaimaks elektritootmise viisiks meie planeedil – seda on oma raportites leidnud nii General Electric kui ka Citibank oma analüüsid. Biomassi ja biogaasi potentsiaal on suures osas veel kasutamata ning nendest allikatest toodetaks soojust. Kasutamata on ulatuslik koostootmise potentsiaal ning täielikult rakendamatat võimalused transpordisektori vallas. Hüdroenergia ressursid on Eestis piiratud, sest Eesti jõed on väikese languse ja vooluhulgaga ning sageli tekitavad probleeme kaasnevad keskkonnamõjud. Hoolimata Eesti geograafilisest asendist on Eesti päikesepaneelide tootlikkus samas suurusjärgus Saksamaaga, sest ehki meil on päikest vähem, kompenseerib seda keskmisest madalam õhutemperatuur, mis suurendab päiksepatareide efektiivsust. PV-paneelidest toodetud elektrienergia on juba saavutanud ka Eestis nn võrgu pariteedi ehk päikesepaneelist toodetud elektrienergia on odavam kui Eesti Energialt ostetud elekter koos võrgutasude ja riigimaksudega. Lähiaastatel on kindlasti oodata väikeenergeetika kiiret kasvu.

■ 3. november 2014 Oma Maja, ajalehe Äripäev lisa, ABB toodab nii seadmeid kui ka päikeseelektrit

Ligikaudu kolm aastat tagasi alustas energeetika- ja automaatikatehnoloogiaettevõtte AS ABB Jüris asuvas madalpingeajamite tehases päikeseenergia tootmiseks vajalike vaheldite tootmist. Ühest küljest oma toodangu katsetamiseks, teisalt soovist üha rohkem taastuvenergiat kasutada töötab ja toodab elektrit ABB madalpingeajamite tehase katusele paigaldatud päikeseenergia tootmisjaam, mis on üks suuremaid võrku ühendatud omataolisi tootmisjaamu Eestis. 25 kW päikeseenergiast süsteem toodab aastas umbes 20 000 kWh elektrienergiat,

millega kaetakse tehase valgustuse ja arvutite elektrienergia kulu.

■ **23. oktoober 2014 Tööstus, ajalehe Äripäev lisa, Viru Keemia Grupp arendab õlitööstuskompleksi**

24. septembril sõlmisid EBRD ja VKG 35 mln euro suuruse laenulepingu. Laenu eesmärk on arendada VKG energia-tootmiskompleksi ja parandada selle keskkonnahoiu parameetreid ja energia koostootmise efektiivsust. Petroter I, II ja III põlevkivi ümbertöötlemistehaste käivitamisega kasvab oluliselt suure kalorsusega põlevkivigaasi tootmismaht. Selleks et kogu gaas oleks võimalik suunata soojus- ja elektrienergia koostootmisele kõige efektiivsemal viisil, vajab VKG lisainvesteeringuid.

■ **21. oktoober 2014 Äripäev, Kaklus keskkonnatasude pärast. Tootjad tõusu vastu**

Eesti põlevkiviõli tootmise kohal on kaks kirvest – naftahinna langus ja keskkonnatasude tõus. Kui naftahinna muutmiseks Eestil jõudu ei ole, siis keskkonnatasude tõusu suurus ja tempo sõltub otseselt Eesti poliitikute, kelle mõjutamiseks on keemiatööstuse liit korraldanud suurejoonelise meediakampaania. Keskkonnaministeeriumi asekancler Ado Lõhmus kinnitas, et põlevkivitööstuse keskkonnatasud kokku kasvavad aastani 2020 hinnanguliselt 3% aastas ja seejärel aastani 2025 hinnanguliselt 5% aastas.

■ **17. oktoober 2014 Põhjarannik, Põlevkivitööstused kuulutavad hädaolukorda**

Eesti keemiatööstuse liidu kaudu korraldatav enneolematu propagandakampaania kuulutab, et kavandatav keskkonnatasude tõus hävitab põlevkivitööstuse ja toob muu hulgas kaasa 24 000 töökohta kadumise. Eesti keemiatööstuse liidu väitel plaanib riik 2016. aastal tõsta keskkonnatasusid nii palju, et elektri ja õli tootmine ei tasu enam ära. Selle tagajärjel lõppeks Eestis oma elektri- ja õlitootmine. Keskkonnaministeerium nimetab kampaania väiteid eksitavateks.

■ **16. oktoober 2014 Maaleht, Õliga kütjatel uuest aastast vesi ahjus**

Alanud kütteperiood on viimane, mil toad õli põletades soojaks saavatel erajätku kortermajadel on võimalik kasutada maksusoodustust. Edaspidi tõuseb neil kütte hind enam kui kolmandiku. Hinnatõusu põhjus on vedelkütuse erimärgistamise seaduses tulevast aastast jõustuvad muudatused. Uuest aastast lõpetatakse

nn punase kütuse ehk kerge kütteõli erimärgistamine. Kütteõli maksustatakse diislikütuse aktsiisimääraga – praeguse 110.95 euro asemel 392.92 eurot 1000 liitri kohta. Sooja tootmiseks, samuti kütteks ja elektrienergia tootmiseks ei tohi uuest aastast enam kasutada ka erimärgistatud diislikütust ehk nn sinist kütust.

■ **14. oktoober 2014 Eesti Päevaleht, Tuulikutele ei leitud terve aasta vältel vajalikke varuosasid**

Eesti Energia tunnistas, et Aulepa tuulepargiga on olnud probleeme, ent kinnitab, et nüüdseks on mured laheneemas. Eesti Energia (EE) taastuvenergia ja väikekoostootmise juht Innar Kaasik selgitab, miks EE Aulepa tuulepargi ostis ja miks nappis tuulikute jaoks vajalikke varuosasid.

■ **14. oktoober 2014 Äripäev, Poole piisemad kulud. Suurima säästu annavad päikesepaneelid**

Uued energiasäästlikud lao- ja tootmishooned on aidanud Logistika Plussil kokku hoida 50% energiakulu ruutmeetri kohta. Aasta alguses uude kohta kolinud ettevõtte kuludele annavad kõige suuremat efekti päikesepaneelid. Logistika Plussi eesmärk on saavutada energiasäästulahendustele vähem kui 5aastane tasuvusaeg. Ettevõtte 24 000 ruutmeetri suuruse lao üldhalduskulude suurusjärk on külmade talvekuudel 12 000 eurot ja suvel 7000 eurot. Konkurendi Via 3Li juht Elmer Maas tõdeb, et nemad oma laos nii väikeste kulunumbriteni ei küüni.

■ **6. oktoober 2014 Oma Maja, Ajalehe Äripäev lisa, Energia taastuvast allikast saab elunormiks**

Mõtteviisi, et Eestis pole energia tootmiseks piisavalt päikest, kuulub samasuguste müütide valdkonda, kui et küte on alati kallid.

Nii suvel kui ka talvel Eestimaad küldavad päikselised päevad on ideaalsed päikeseenergia tootmiseks, sest päikesepaneelide (PV-paneelide) kasutegur on sellise ilmaga kõige suurem.

■ **19. september 2014 Pärnu Postimees, Pärnus käivitus Eesti suurim päikesel töötav elektrijaam**

Septembri alguses sai vastavussertifikaadi Pärnus Nõmme ja Saare tänava vahelist kvartalit elektrienergiaga varustav päikeseelektrijaam, mis oma 705 paneeli ja 176,25kilovattise võimsusega on Elektrilevi andmetel Eesti võimsaim ja suurim. Elektrijaama omaniku Agal Kinnisvarade juhatuse liikme Ago Kalmeri sõnade kohaselt on päikesest energia saamise

eesmärgiks päevase elektrienergia ja võrgutasu arvelt kokku hoida. Väiksemas koguses elektrit peab ettevõtte endiselt sisse ostma, üle jääb elektrienergiat ainult päikeselistel nädalavahetustel.

■ **11. september 2014 Põhjarannik, Auvere elektrijaam on peaaegu valmis**

Eesti Energia Auvere elektrijaama ehitus Narva lähedale on lõppenud, veel veidi rohkem kui aasta on kavandatud käivitus- ja seadistustöödeks. Auvere elektrijaama rajamise viimase suure etapina anti eile üle kütuse etteande ning tuhaarastuse süsteem, mis valmis Eesti Energia Tehnoloogiatööstuse ASI juhtimisel. „Lihtsustatult võib öelda, et tehnoloogiatööstus ehitab uue elektrijaama kütusetekonna alguse ja lõpu,“ rääkis ASI juhatuse liige Otto Richard Pukk.

■ **27. august 2014 Tööstus, ajalehe Äripäev lisa, Päikeseenergia hind on saavutanud võrgu pariteedi**

Taastuvenergia Koda koostöös Tallinna Tehnikaülikooli ja Eesti Maaülikooliga käivitab septembris säästva energia koolitusprogrammi, et arendada taastuvenergia ja säästva energia lahenduste mõistmist ning vastata nende kasutuselevõtmisega seotud küsimustele. Eesti Taastuvenergia Koja juhataja Rene Tammi sõnul on viimastel aastatel huvi taastuvenergia mikrotootmise vastu oluliselt kasvanud – Eestis on juba üle 200 mikrotootja, kes toodavad päikesest ise elektrit ning võivad muretumalt tulevikku vaadata, sest nende elektrihind on fikseeritud järgmiseks 30 aastaks.

■ **30. juuli 2014 Äripäev, Kuidas valida päikesepaneeli? Eelista Euroopa kaup**

Päikesepaneeli paigaldamiseks järjest enam ka ärimajadele. Seadmete valimisel tasub eelistada Euroopas toodetut, sest garantii puhul saab asjad soodsamalt ja kiiremini korda. Mikrotootjana liitumise võimalus alates 2012. aastast ja aina kallinev elektrienergia on loonud Eestis eratarbijate seas suurema huvi toota päikeseenergiast elektrit. Päikesepaneelide eluiga on 30 kuni 40 aastat.

■ **24. juuli 2014 Maaleht, Maaülikooli õppejõud rajas koduõuele elektrijaama**

Maaülikooli õppejõud Maido Marss ühendas teooria praktikaga: läinud nädala neljapäeval lülitas ta Tartu lähedal Aovere külas oma päikeseelektrijaama elektrivõrku. Nüüd saab tehnikainstituudi elektrotehnika lektorina töötav Märss

tudengitele elektriandust õpetades toetuda ka iseenda kogemustele.

■ **22. juuli 2014 Põhjarannik, Põlevkivi kasutamise keskkonnamõju on vähenenud**

Olgugi et põlevkivi kaevandamise kogus Eestis on viie aasta taguse ajaga võrreldes kasvanud, vähenes ülemöödunud aastal põlevkivituha hulk ning suurenes

jäätmete taaskasutamine. Võrreldes üleelmise aasta andmeid varasematega, on näha positiivseid muutusi keskkonnahoiu osas. Kuigi põlevkivi kasutamisel tekkiva poolkoksi hulk mõnevõrra suurenes, on suurenenud ka taaskasutatud poolkoksi osatähtsus. Poolkoksi on kasutatud mitmel moel – viimasel ajal põlevkivi regioonis olevate vanade terrikoonikute katmisel.

■ **17. juuni 2014 Virumaa Teataja, Puhta vee teemapark saab elektri päikesest ja tuulest**

Lääne-Virumaa ja Järvamaa piiril paiknev puhta vee teemapark saab elektrienergia taastuvenergia lahendustest: päikesest ja tuulest. Kui energiast puudus tuleb, toodab seda bensiinigeneraator. Kohalik elektrivõrk varustab elektriga puhta vee teemaparki õppekeskust, õpperadade infopunkte, puurkaeve, valvekaameraid, kolme metsaonni ja meelteaeda. Paigaldatud päikesepaneelid ja väiketuulik on võimelised tootma aastas ligikaudu 7000 kWh elektrienergiat lokaalsesse elektrivõrku.

■ **11. juuni 2014 Tööstus, ajalehe Äripäev lisa, Vaja on kümneid uusi insole. Eesti püüdleb energiasõltumatu poole**

Eesti Energia ees seisavad mastaapsed arendustegevused, mis puudutavad põlevkiviõli tootmist ja põlevkivi kaevandamist, mis nõuavad arvuka uue inseneritehnilise personali kaasamist. Abi loodab energiahiiid koostööst Tallinna Tehnikaülikooliga. Riigiettevõtte Eesti Energia tegevusstrateegia lähtub õlitootmise hoo-
gustamisest.

PRÜGI

■ **6. juuni 2015 Saarte Hääl, Kaheksat konteinerit majade juurde lähiajal tarvis pole**

Keskkonnaministeerium lükkab ümber meedias ilmunud info, millest jääb ekslik mulje, et inimestel tuleb edaspidi hankida endale prügi sorteerimiseks kaheksa konteinerit.

■ **4. juuni 2015 Maaleht, Kodust prügi tuleb hakata sorteerima kaheksasse eri värvi konteinerisse**

Järgmisest aastast peavad koduomanikud oma prügist eraldi välja sorteerima biolagunevad köögijäätmed, klaasi, plasti ja metalli. Igale jäätmeliigile tulevad eri värvi prügikastid.

■ **28. mai 2015 Eesti Päevaleht, Riigikontroll taunib leebet suhtumist põlevkivijäätmetesse**

Sõltuvus põlevkivist suurendab jäätmete hulka, ministeerium peab seda paratamatuks. Põlevkivijäätmete teke on viimastel aastatel suurema elektri- ja õlitoodangu tõttu jõudsalt suurenenud. Jäätmetest põhjustatud reostuse likvideerimiseks on Eesti kulutanud üle 50 miljoni euro ja peab kulutama veel kümneid miljoneid, leiab riigikontroll vastses



auditis. Audit käsitleb seda, kuidas riik korraldab põlevkivijäätmete käitlemist.

■ **21. mai 2015 Pärnu Postimees, Jäätmete sortimisel on mõtet**

Müüdil, et liigiti kogutud jäätmed kõik prügiautos segamini aetakse ja jäätmete sortimine on seega mõttetu, ei ole alust. Eri konteinerid tühjendatakse eri sõitude käigus ja juba sorditud prügi segaolmejäätmete sekka ei satu.

■ **8. mai 2015 Põhjarannik, Jäätmete kodu põletamine – kasu asemel kahju**

Kevadel toimuvad majapidamistes traditsiooniliselt suurpuhastused. Vanadest, tarbetutest esemetest soovitakse vabaneda ning sageli tundub inimestele, et lihtsaim võimalus selleks on lõkke tegemine. Üsna tihti võib näha, et lõkkesse lähevad vanad riided, kasutu mööbel, rehvid, plastmaterjalid jne. Selliste asjade põletamisel eraldub keskkonda hulk kahjulikke aineid, mis on inimese tervisele ja keskkonnale väga ohtlikud. Töötlemata/immutamata puidu põletamine on keskkonnakaitseliselt aktsepteeritav, kuid muude jäätmete – eriti plastide põletamine mõjub keskkonnale vägagi kahjulikult.

■ **7. mai 2015 Pärnu Postimees, Olmejäätmeid poolt tahetakse peagi taaskasutusse**

Keskkonnaminister Marko Pomerants allkirjastas äsja olmejäätmete sortimist ja liigitamist täpsustava määruse. „Olmejäätmete sortimist tuleb vastavalt kehtestatud korrale igal juhul teha ühtmoodi, sõltumata sellest, kas ülejäänud jäätmemass saadetakse põletustehasesse või toodetakse sellest jäätmekütust,” selgitas minister. „Mõtteviis, et olmejäätmete põletusse saatmisel on sortimise tarbetu, ei ole õige ega ole kooskõlas keskkonna- ja jäätmekäitlusvaldkonna eesmärkidega.”

■ **30. aprill 2015 Virumaa Teataja, Mida tehakse sorteeritud prügiga edasi?**

Kas teadsite, et teie sorditud plastpakendid, mis olete korraliku inimesena viinud pakendikonteinerisse, jõuavad Hiinasse, kus neist valmistatakse kilekotte? Ja et osa plastist saab uue elu Kesk-Eestis Rexest Grupis plastist ehitusmaterjalide, liivakastide ja lillekastidena? Pakendijäätmete sorteerimise protsessis jääb järele 20–40% segajäätmeid, mis purustatakse ja millest toodetakse jäätmekütust.

■ **16. aprill 2015 Järva Teataja, Prügiäri oitseb keset metsa**

Viisteist aastat tagasi avatud Väätsa prügilast on kujunenud koht, kus prügi

äratatakse uuele elule nii, et sellest saab toorainet, toasoojust, elektrit ja isegi gaasi. Kui 2000. aastal avati Väätsa metsade keskel Eesti esimene europrügila, nägi see äri peamiselt välja niisugune, et auto sõitis prügilasse, kallas koorma maha ja sõitis minema. Nüüd antakse seal prügile uus elu ja ladestusalale maetakse kõigest vähem kui kümnendik toodud jäätmetest.

■ **31. jaanuar 2015 Võrumaa Teataja, Eesti Energia avalikustas Iru prügipõletusjaama hinna**

AS Eesti Energia avalikustas Võrumaa Teatajas teisipäeval, 27. jaanuaril avaldatud Võru valla prügimajanduse teemalise artikli peale põletusjaama vastuvõetava prügi hinna – see on 30 eurot tonn. Teisipäevases artiklis pealkirjaga „Võru vallas kallineb eramajade prügivedu 172 protsenti” ütles Võru vallavanem Georg Ruuda, et põletusjaama vastu võetava prügi hind on suur saladus. Selle peale teatas Eesti Energia, et prügi vastuvõtuhind jääb suurusjärku 30 eurot tonn. Seda on kaks korda vähem kui Väätsa prügila vastuvõtuhind 72 eurot tonn.

■ **29. jaanuar 2015 Meie Maa, Linnas ühe elaniku kohta rohkem prügi kui maal**

Keskkonnaagentuuri jäätmearuandluse infosüsteemi (JATS) andmeil ja Säästva Eesti Instituudi sortimisuuringu lõpparuandest selgub, et Kuressaares tekib mitu korda rohkem segaolmejäätmeid ühe elaniku kohta kui lähedal asuvates Lääne-Saare ja Pihlta vallas.

■ **22. jaanuar 2015 Koit, Eesti jäätmemajanduse korraldus on ajale jalgu jäänud, jäätmereform on vältimatu**

Eesti Jäätmekäitlejate Liidu hinnangul on jäätmehooldus küll omavalitsuste ülesanne, kuid seda tuleb täita seadusi järgides ja konkurentsi kahjustamata. Jäätmereformiga peab kaasnema prügi liigiti kogumise kasv ning kindel tagatis, et prügiturul lähtutakse kliendi huvidest ja võimaldatakse võrdne konkurents.

■ **17. detsember 2014 Saarte Hääl, Ettevõtjad: biogaasi tootmisele tuleb pigem peale maksta**

Tõsise huvi, koostöövalmiduse ja julge pealehakkamise korral ei ole keskkonnasõbralikul Bio-CH₄ transpordikütusel baseeruva ja biojäätmetevaba Saaremaa visioon kindlasti saavutamatu eesmärk. Artikkel vahendab, mida arvavad asjast Saaremaa ettevõtjad.

■ **11. detsember 2014 Saarte Hääl Kas Saaremaal on potentsiaali biogaasi tootmiseks?**

Kui vaadata Saaremaa loomakasvatuse statistikat, toiduainetööstuse biolagunevate jäätmete koguseid, rohtse biomassi potentsiaali ja arvestada, et Saare maakond jagab endiselt juhtkohta enim biogaasijaamasid omavate maakondade loetelus Eestis, siis on kiire vastus pealkirjas esitatud küsimusele: igal juhul. Miks ei ole see potentsiaal aga siiani realiseerunud?

■ **10. detsember 2014 Eesti Päevaleht, Paber kannatab kõike: kas geniaalne prügila äriplaan või grandioosne maksupettus?**

Tallinna keskerakondlikule linnavõimule kuuluv Jõelähtme prügila võlgneb riigile selgituse, ja mitte ainult, sest on lubadeta „ehitanud” Iru prügipõletusjaama tuhande nölvasid. Seejuures ei ole linnaprügilal õigust tuhka ehitusmaterjalina kasutada. Õigustusi linnal muidugi jagub.

■ **4. oktoober 2014 Saarte Hääl, Biojäätmete seas võtab võimust olmeprügi**

Kudjape jäätmejaama haldav firma väidab, et inimesed sokutavad biojäätmete hulka nii palju olmeprügi, et see tekitab neile olulist varalist kahju. Kudjape Ümberlaadimisjaam OÜ juhatuse liige Argo Luude pöörutab Kuressaare linnavalitsusele saadetud kirjas, et firma peab biojäätmete vastuvõtutasu eest vastu võtma sisuliselt olmeprügi. Seejuures on kahe eri liiki jäätmete vastuvõtutasu vahe täpselt kahekordne.

■ **18. september 2014 Põhjarannik, Prügi – kas kuld, mis haiseb**

Prügi on meile midagi sellist, mis enamasti haiseb ja millest soovime võimalikult ruttu vabaneda. Üllataval kombel on aga viimastel aastatel toimunud muutus: jäätmetest on saanud ressurss, mida saab võtta toormena uuesti ringlusse, millest saab valmistada kütust ja mida saab soojuse tootmiseks lihtsalt põletada.

TURVAS

■ **17. aprill 2015 Pärnu Postimees, Trefexi turbatehas kosus suuremaks ja võimsamaks**

Taimedele aiaturbasegusid valmistav aktsiaselts Treffex avas Are vallas Kurena külas 4,3 miljonit eurot maksmatavat lüüsi tehase laiendamise. Uus hoone ja moodne sisseseade lubavad töödelda ja pakendada senisest rohkem turvast ja luua eeldused vabriku laiendamiseks. Ettevõtte saab nüüd töödelda 200 000 kuupmeetrit aiaturvast aastas.



■ **20. jaanuar 2015 Eesti Päevaleht, Tallinna-Pärnu maantee: Pärnumaa turbatööstuse võlud ja valud**

Pärnumaal Saugas asuvate ettevõtete majandusnäitajate järgi võib öelda, et turbaäri on kasumlik. Pärnumaal asub Lavassaare turbamaardla, Eesti suurim omasugune. Selle ümber on koondunud mitu ettevõtet, mis seal turvast kaevandavad ja seda töötlevad. Kaks neist on otse Tallinna-Pärnu maantee ääres.

■ **4. detsember 2014 Maaleht, Turbafabrikett kaob ahjudest**

Aastaid Eesti ahjudes põletatud turbafabriki osatähtsus on viimastel aastatel kõrge hinna tõttu pea olematuks kahanevad. Samal ajal kui muu küttematerjali puhul on pakkujaid mitu, toodab turbafabriki Eestis ainsana OÜ Sangla Turvas.

■ **6. august 2014 Pärnu Postimees, Lavassaares katsetatakse turbahalgude tootmist kütteks**

AS Tootsi Turvas on soetanud tänavu kaks uut turbapressi, et arendada välja ja paisata müüki uus küttesortiment – suur

tükkurvas ehk turbahalud, mis on näiteks liirimaal väiketarbijate seas vägagi populaarne kütus.

■ **15. juuli 2014 Saarte Hää, Saaremaa ainus turbatootja kasvatas kasumit 1,4 korda**

Kogu Saaremaale ettenähtud turbatootmiskvooti kasutav MV Turvas viib 96% oma toodangust laevadega Hollandisse. MVTurvas OÜ on ainuke ettevõte, mis tegeleb Saaremaal turba tootmisega. Konkurentsi puudumine tähendab, et MV Turvas OÜ-l on praegu võimalik üksinda täita Saare maakonnale kehtestatud tootmiskvooti, milleks on 17 000 tonni.

PUIT

■ **6. mai 2015 Äripäev, Toetusraha pankrotist ei päästnud. Arendaja võib kodust ilma jääda**

Keskonnainvesteeringute Keskuse ning KredExi toel Võhma linna rajatud koostootmisjaama tööle ei saadudki ning arendajat ootab ees pankrot. Koostootmisjaam on küll valmis ehitatud ja katse-

tused läbinud, kuid selgus, et hoolimata eellepingutest ei õnnestu saada vajaliku fraktsiooni ja niiskusega hakkpuitu. Seetõttu tuleks puidukuivati ja hakkepürusti soetamiseks investeerida veel ligikaudu 60 000 eurot, kuid seda raha arendajal enam ei ole.

■ **12. detsember 2014 Virumaa Teataja, Adven Eesti sõlmis 12aastase soojusega varustamise lepingu Rakvere Farmidega**

Adven Eesti AS sõlmis pikaajalise soojusenergiaga varustamise lepingu ASiga Rakvere Farmid Ekseko farmi varustamiseks biokütustest toodetud soojusenergiaga. Võimalikud kütuseliigid on turvas, saepuru, hakkpuit, puit, puukoor. Põhikütuseks saab arvatavalt hakkpuit. Keskmiselt tarbib selline katlamaja päevas umbes ühe suure veoautokoorma hakkpuitu.

■ **1. detsember 2014 Äripäev, Hakkpuit nafta hinna kõikumise vastu. Sooja tarbija saab stabiilse hinna**

Soojusenergia tootja SW Energia rajab hakkpuidul katlamaju, mis ettevõtte juhi Tarmo Saartsi hinnangul peaksid end kümne aastaga ära tasuma. SW Energia avas eelmisel nädalal viis katlamaja, mis on varasema fossiilkütuse asemel läinud üle hakkpuidule.

■ **24. oktoober 2014 Sakala, Suure-Jaani ootab toasooja hinna langus**

Tänavuse küttehooaja alguseks valmis Suure-Jaanis katlamaja, mis töötab hakkpuiduga. Et see on odavam kui senine kallis õliküte, langeb ka toasooja hind. Hind langeb ka Sürgaveres.

■ **22. juuli 2014 Lääne Elu, Hanila vald läheb üle pelletiküttele**

Hanila vald läheb sügisest vedelkütelt üle pelletiküttele, mis peaks andma aastas 20 000 eurot kokkuhoidu. Ümber ehitatakse Kõmsi kooli, Kõmsi rahvamaja, Virtsu kooli peahoone ja väikese maja ning Vatla spordimaja katlamajad. Peale katelde vahetuse paigaldatakse punkrid jm.

■ **2. juuli 2014 Äripäev, Graanul Invest kasvatas käivet**

Pelletitootjast suurettevõtte AS Graanul Invest pani mullu varasemate aastate investeeringud töösse ja kasvatas müügitulu peaagru poole võrra. Eesti suurim puidugraanulite ja pelletite ning taastuvenergia tootja AS Graanul kasvatas mullu käivet 130 miljoni euroni.

Ülevaate koostas Kristiina Viiron ajalehtede portaali Digar abil.

Doktorikraadi kaitsmised 2014. aastal

Auväart, A. Development of Energy Reserve Optimization Methodology for Households with Renewable Power Systems (Taastuva energia allikatega kodumajapidamiste energiareervi optimeerimise meetodika väljatöötamine). TUT Press. 2014. 112 lk. <http://digi.lib.ttu.ee/i/?1229>.

Aivar Auväart uuris kodumajapidamiste elektrienergia kulutusi ja kokkuhoiuvõimalusi vaba turutingimustes, päikesepaneelide ja tuulegeneraatori ning nendest kombineeritud hübriidsüsteemi võimekust tagada kodumajapidamiste energiavarustus. Tööd juhendasid Argo Rosin ja Tõnu Lehtla (TTÜ), oponeerisid – Anna Mutule (Riia tehnikaülikool) ja Andres Annuk (EMÜ).

Attikas, R. Modelling of Control Systems and Optimal Operation of Power Units in Thermal Power Plants (Energiaplokkide juhtimissüsteemide modelleerimine ja talitluse optimeerimine soojuselektrijaamades). TUT Press. 2014. 136 lk. <http://digi.lib.ttu.ee/i/?1306>.

Raivo Attikas uuris teemat ja pakkus välja mudelid Eesti ja Balti elektrijaama generaatoritele ja nende juhtimissüsteemidele. Need võimaldavad tagada Eesti elektrisüsteemi stabiilsuse erinevate häiringute ja võrgu konfiguratsioonide korral. Doktoritöö juhendaja oli Heiki Tammoja (TTÜ), oponeerisid Rimantas Deksnys (Kaunase ülikool) ja Raine Pajo (Eesti Energia AS).

Niine, R. Population Equivalence Based Discharge Criteria of Wastewater Treatment Plants in Estonia (Inimekvivalentidel põhinevad reoveepuhastite heitvee standardid Eestis). TUT Press. 2014. 109 lk. <http://digi.lib.ttu.ee/i/?961>

Doktorant hindas reoveepuhastite puhastustaset, analüüsis erinevate puhastite mõju ulatust veekogudele ning soovitas töötada välja rangemad reoveepuhastuse nõuded Eestis. Tööst selgub, et kõige suurem negatiivne mõju on üldfosforil. Tööd juhendasid Enn Loigu (TTÜ) ja Walter Z. Tang (Florida rahvusvaheline ülikool), oponeerisid Tõnis Juhna (Riia tehnikaülikool) ja Peeter Ennet (Eesti keskkonnaagentuur).

Hruljova, J. Role of Specifically Interacting Solvents in Solvent Swelling of Kukersite Oil Shale Kerogen (Spetsiifiliste vastasmõjudega lahustite roll kukersiitse põlevkivi kerogeeni pundumises). TUT Press. 2014. 126 lk. <http://digi.lib.ttu.ee/i/?1077>.

Otsiti sobivaid lahusteid ja vastasmõ-

judega lahustitepaare tiheda võrkstruktuuriga kukersiidi kerogeeni pundumistaste suurendamiseks. Tööd juhendas Vahur Oja (TTÜ), oponeerisid Olev Träss (Toronto ülikool) ja Petri Uusi-Kyyny (Aalto ülikool).

Pöldnurk, J. Integrated Economic and Environmental Impact Assessment and Optimisation of the Municipal Waste Management Model in Rural Area by Case of Harju County Municipalities in Estonia (Hajaaastustusala jäätmehooldusmudeli majandusliku ja keskkonnamõju hindamine ning mudeli optimeerimine Eestis Harjumaa omavalitsuste näitel). TUT Press. 2014. 175 lk. <http://digi.lib.ttu.ee/i/?1815>.

Dissertant selgitas, et liigiti kogutud biojäätmete tsentraalne kogumine ja aeroobne kompostimine ei ole keskkonnakaitseliselt ega majanduslikult otstarbekas ega tasuv enamikus Eesti omavalitsustes. Alternatiiviks peetakse biojäätmete kompostimist tekkekohal või segaolmejäätmete termilist töötlemist. Vana-paberi kogumist tuleks külakeskustes ja väikelinnades siiski rakendada, juhul kui veovahendite süsinikuemissioon ei nulli taaskasutusest saavutatud süsinikusäästu ja teenus on majanduslikult tasuv. Töös tehti mitmeid ettepanekuid omavalitsuste jäätmemajanduse tõhustamiseks. Tööd juhendasid Enn Loigu ja Karin Pachel (TTÜ), oponeerisid Ruta Bendere (Läti ülikool) ja Mait Kriipsalu (EMÜ).

Pitk, P. Protein- and Lipid-rich Solid Slaughterhouse Waste Anaerobic Co-digestion: Resource Analysis and Process Optimization (Proteiini- ja lipiidirikaste tahkete tapamajajäätmate anaeroobne kooskääritamine: ressursi analüüs ja protsessi optimeerimine). TUT Press. 2014. 115 lk. <http://digi.lib.ttu.ee/i/?1088>.

Doktoritöös tehti konkreetsed ettepanekud Eesti loomsete kõrvalsaaduste riikliku käitluskeskuse töö ümberkorraldamiseks, väärindamaks loomseid kõrvalsaadusi anaeroobse kääritamise kaudu. Senise töö ümberkorraldamine võimaldaks toota kuni 5,5 mln m³ biometaanit aastas. Tööd juhendasid Raivo Vilu (TTU) ja Prasad Kaparaju (Jyväskylä ülikool), oponeerisid Werner Fuchs (Viini maatülikool) ja Bo Svensson (Linköpingi ülikool).

Poltimäe, H. The Distributional and Behavioural Effects of Estonian Environmental Taxes (Keskkonnamaksude jaotuslikud ja käitumuslikud efektid Ees-

ti näitel) University of Tartu Press, 2014. 140 lk. <http://dSPACE.utlib.ee/dSPACE/handle/10062/40552>.

Seni on keskkonnamaksude erinevaid mõjusid uuritud eelkõige arenenud riikides, kus nii sissetulekute tase kui ka maksusüsteem on suhteliselt stabiilne. Käesolev töö on tagasivaatav analüüs keskkonnamaksude rakendamisele kiiresti muutuvates majandustingimustes, mis seni teaduskirjanduses eriliselt tähelepanu pälvinud ei ole. Tööd juhendas Tiiu Paas (Tartu ülikool) ja Henrik Klinge Jacobsen (Taani tehnikaülikool), oponeerisid Anil Markandya (Baski kliimamuutustekeskus) ja Sirje-Ilona Pädam (TTÜ).

Vaht, R. The Impact of Oil Shale Mine Water on Hydrological Pathways and Regime in Northeast Estonia (Põlevkivi kaevandamisest tingitud hüdroloogilise režiimi ja vooluhulga muutused Kirde-Eesti jõgedes). University of Tartu Press. 2014. 110 lk. <http://dSPACE.utlib.ee/dSPACE/handle/10062/44113>.

Purtse jõe valgala voolurežiimi uurimise tulemused annavad lisateavet kaevandusest mõjutatud jõgede voolurežiimi kohta ning on kasutatavad kaevandusala valglate planeerimisel ja jätkusuutlikul majandamisel. Doktoritööd juhendasid Will Mayes (Hulli ülikool) ja Ülo Mander (Tartu ülikool), oponeerisid Julien Tournebize (IRSTEA, Prantsusmaa).

Melts, I. Biomass From Semi-natural Grasslands for Bioenergy (Poollooduslike rohumaade biomassi kasutamine bioenergia tootmiseks). Eesti Maaülikool. 2014. 125 lk. <http://dSPACE.emu.ee/handle/10492/1864?show=full>.

Doktorant järeldas, et poolloodusliku rohumaade biomassi kasutamine energiatootmiseks on võimalik ja mõistlik. See soodustaks nende kestlikku majandamist ja säilimist. Tööd juhendasid Katrin Heinsoo ja Tiiu Kull (EMÜ), oponeerisid Iain Donnison (Aberystwythi ülikool).

Ilves, R. Fuel Supply System of Piston Engine Working on Liquid Biofuels (Vedelate biokütustega töötava kolbmootori toitesüsteem). University of Life Sciences. 2014. 120 pp. <http://dSPACE.emu.ee/xmlui/handle/10492/1887>.

Doktoritöö eesmärk oli välja töötada toitesüsteem, mis võimaldab doseerida eri biokütuseid säde- ja survesüütega mootori silindrisse. Tööd juhendas Jüri Olt (EMÜ), oponeerisid Gvidonas Labeckas (Aleksandras Stulginskise ülikool) ja Vladimir Höning (Tšehhi maatülikool).

Raamatud

Kukersiit ja konnatahvel. Meie energia lugu

Produktisioonigrupp. Tallinn. 2014. 206 lk + 1 DVD.

Populaarteaduslik raamat Eesti kukersiitpõlevkivist ja konnatahvlis. Konnatahvlis nimetatud on meie teine põlevkivi – diktüoneemakilt, mida on maapõues kukersiitpõlevkivist enam, kuid mis pole siiani rakendust leidnud. Kildana tuntud konnatahvel on ingliskeelses väljaandes *mudstone* (mudakivi), venekeelses *argillit*. On selline väljend: pada söimab katelt – ühed mustad mõlemad. See käib ka kukersiidi ja konnatahvi kohta – ingliskeelses geoloogiaalases sõnapruugis on need mõlemad mudakivid. Raamatust leiab teavet mudakivide, sh kukersiitpõlevkivi tekke ja kasutamise kohta ning palju muud huvitavat. DVD video- ja audioklippidega aitab loetut paremini mõista.



Eesti kuues kliimaaruanne

ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni elluviimise kohta. 2013. 253 lk.

http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/kliimaaruanne_et.pdf.

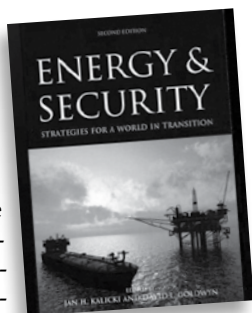
Detsembris 2013 ilmunud kogumik käsitleb perioodi 2008–2012 ja tuleviku ettevõtmisi. Eesti oli kohustatud vähendama kasvuhoonegaaside heitkoguseid 8% võrra võrreldes 1990. aasta tasemega. Pääaegu 90% heitkogustest tekkisid kütuste põletamisel. Aruanne on varustatud põhjalike statistiliste andmetega.



Energy and Security

Strategies for a World in Transition. Ed J. H. Kalicki, D. L. Goldwyn. 2nd ed. Woodrow Wilson Center Press. Washington (D.C.) etc. 2013. 628 lk.

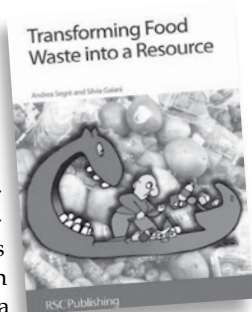
Esimese väljaandega võrreldes oluliselt täiendatud energiale ja julgeolekule pühendatud raamat koosneb 23st asjatundjate kirjutatud artiklist, mis käsitlevad kas üldisemaid küsimusi või regioonide probleeme. Raamatu lõpuosas käsitletakse energiaravustuse ja -julgeoleku tulevikku.



Transforming Food Waste into a Resource

Royal Society of Chemistry. **Segrè, A., Gaiani, S.** Cambridge. 2012. 279 lk.

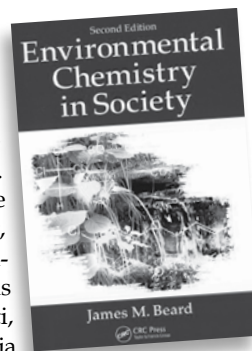
Raamat annab põhjaliku ülevaate toidujäätmete probleemistikust maailmas ja tuleviku lahendustest: mis-moodi muuta jäätmed ressursiks. Lähememviisi võiks nimetada uueks intellektuaalseks ökoloogiaks, see on balansseerimine jätkusuutlikkuse ja ökoefektiivsuse vahel.



Environmental Chemistry in Society

2nd ed. Boca Raton etc. **Beard, J. M.** CRC Press. 2013. 387 lk.

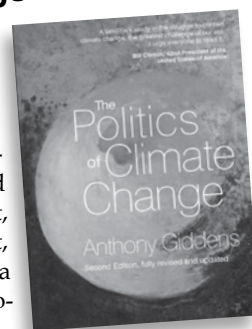
Raamatus käsitletakse kõiki keskkonnakeemia valdkondi. Lugeja varustatakse taustinfoga, ülevaadetega loodusseadustest ja keemiast kui sellisest. Edasi juba põhjalikum teave keemiliste ühendite tüüpidest ja reaktsioonidest, keemiliste elementide ringlusest, toksikoloogiast, nütüdisaegses ühiskonnas kasutatavatest energiakandjatest liigiti, siseruumide ja atmosfääri õhust, veest ja selle reostusest, tahketest ja ohtlikest jääkidest. Kirjutatust arusaamiseks pole tingimata vaja tehnilist haridust.



The Politics of Climate Change

2nd ed. **Giddens, A.** Polity Press. Cambridge. 2012. 269 lk.

Viljaka briti sotsioloogi raamat kliimamuutuste poliitikast. Eesti keeles on ilmunud tema „Kolmas tee“. Kliimat käsitlevas raamatus on kirjutatud kliimamuutuste riskidest ja ohtudest, naftatipust, rohelistest, poliitikast, plaanimajandusest, tehnoloogiast ja maksudest, sh süsinikumaksust, geopoliitikast ja paljust muust.



Handbook of Environment and Waste Management

Vol 2. Land and Groundwater Pollution Control. World Scientific. Hackensack (N.J.). 2014. 1091 lk.

Mahukas käsiraamat kajastab tahkete jääkide (bio-, tahked prügila ja munit-sipaal-, plasti-, radioaktiivsed jt jäät-med) käitlemist ja taaskasutamist ning reostunud alade põhjavee kontrolli. Ühes peatükis käsitletakse pruunsöe lendtuha katmist geopolümeeridega, teises nende ja teiste jäätmete kasutamist konstruktsioonimaterjalidena jm.



Eesti keskkonnaindikaatorid – arendustöö ja tulemused

[Võrguteavik]. **Toim M. Saul, K. Antso.**

Keskonnaagentuur. Tallinn. 2014. 66 lk. http://www.keskkonnainfo.ee/failid/Keskkonnainvesteeringud_EST_web.pdf.

Raamatus selgitatakse kliimaindikaatori mõistet ja keskkonnaindikaatorite valikute põhikriteeriume. Alapunktides vaadeldakse õhku, vett, jäätmeid ja loodusressursse (mets, maavarad, ulukid, elurikkus). Huvi võib pakkuda ka mõiste ökosüsteemi-teenused – ökosüsteemide inimesele vajalikud omadused, mille abil hinnatakse majanduslikes mõõtmes seda, mida looduslikud süsteimid inimkonna heaks teevad.



A Growing Sector in Figures

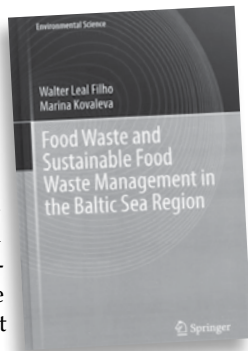
European Bioenergy Outlook: 2014. 158 lk.

Statistiline ülevaade Euroopa taastuvatest energiaallikatest, kasvuhoonegaaside emissioonist, sh põllumajanduslikust biomassist, metsandusest ja jäätmetest. Lisaks veel arvandeid kaugkütte ja -jahutuse, biodiisli, -etanooli ja -gaasi, pelletite jm kohta.

Food Waste and Sustainable Food Waste Management in the Baltic Sea Region

Leal Filho, W., Kovaleva, M. Springer. Cham etc. 2015. 222 lk.

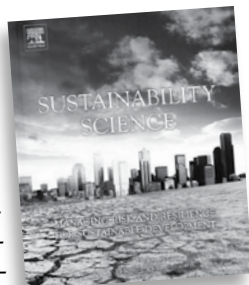
Raamatus vaadeldakse Valgevene, Eesti, Saksamaa, Läti, Leedu, Poola ja Rootsi toidujäätmete jätkusuutlikku kasutamist, toidu- ja biojäätmekäitlust, nende tekke põhjuseid, nende käitlemist, energeetilist kasutamist, valdkonna õigusakte jm.



Becker, P. Sustainability Science: Managing Risk and Resilience for Sustainable Development

Elsevier. Amsterdam etc. 2014. 350 lk.

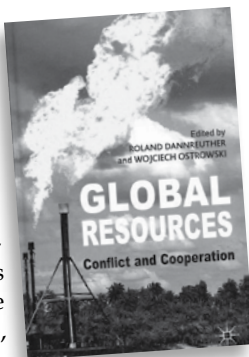
Per Beckeri (Lundi ülikool) teadusvaldkondade piirimaid kompiv raamat jätkusuutlikust teadusest käsitleb dänamilis inimese-keskkonna süsteeme.



Global Resources. Conflict and Cooperation

Ed R. Dannreuther, W. Ostrowski. Palgrave Macmillan. Basingstoke (Hampshire). New York. 2013. 276 lk.

Raamat on pühendatud tähtsaimatele loodusressurssidele – naftale, gaasile ja mineraaltoormele, millela inimkond pole suuteline arenema. Konfliktid ja koöperatsioon loodusvarade mõistlikuma hinnaga hõivamisel on autorite arvates soodustanud riigikapitalismi ilminguid mitmel pool maailmas. Ressursside lähenetakse nii ajaloolises kui ka teoreetilises plaanis. Omaette peatüki moodustab nafta- ja gaasitipp, aga ka mineraaltoorme maksimumtoodang. Arutletakse veeldatud gaasi ja alternatiivsete energiaallikate (kildagaas, põlevkiviõli ja ki-visiöst saadav vedelkütus jm) kasutuselevõtu üle.



Green Technology – An A-to-Z Guide

Ed D. Mulvaney. SAGE Reference. Los Angeles (California) etc. 2011. 524 lk.

Rohetehnoloogia käsiraamat on ehitatud üles tähestikupõhiselt teemade kaupa. Alustatakse bioloogiliste protsesside ja mõistete (vetikakultuur, anaeroobne käärimine, biosüsi ja -gaas, biotehnoloogia, rohekeemia, termokeemilised protsessid jt). Lõpetatakse tähega W (*waste*) – jäätmed



(kompostivad käimlad, taaskasutamine, tahkete jääkide ja reovee kompostimine jm). Omaette teemana on eristatud keskkonnaharidus ja -uuringud ning seadused, riik ja poliitika (võidurelvastumine, roheehitus jm) ning sotsioloogia põhimõisted (anarhoprimitivism, bioetika, futuroloogia, marksism ja tehnoloogia, postindustrialism, süsteemiteooria jm).

Modern Solid Waste Management in Practice

The City of Malmö Experience. Bernstad Saraiva Schott, A., Aspegren, H., Bissmont, M., la Cour Jansen, J. Springer. London. 2013. 95 lk.

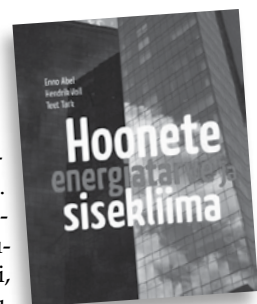
Autorid jagavad raamatus Malmö linna tööstusettevõtete ja teadusasutuste viimase kümne aasta koostöös saadud tahkejäätmekäitlust kogumis- ja käitlemiskogemust. Raamat on mõeldud otsuste tegijatele, kuid ka ülikooli õppejõududele ja tudengitele.



Hoonete energiatarve ja sisekliima

Abel, E., Voll, H., Tark, T. Presshouse. EKVÜ. 2014. 306 lk.

Raamat kujutab endast 2010. aastal väljaantu parandatud ja täiendatud trükki. Selles käsitletakse hoonete tasakaalutemperatuuri, tehnilisi lahendusi, kütet, sisekliimat, jahutust, ventilatsiooni, energiaefektiivsust ja -tõhusust, tasuvusarvutusi jm.



Designing Sustainable Industrial Ecosystems: The Case of a Biogas-for-Traffic Solution

Tsvetkova, A. Doctoral dissertation. Åbo Akademi University. Turku. 2014. 180 lk. http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/101941/tsvetkova_anastasia.pdf?sequence=2.

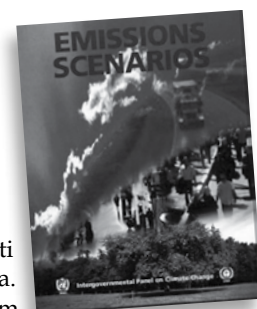
Teesides esitatakse ühiskonna nõudlusele vastavat jätkusuutliku tööstusökosüsteemi mudelit. Näiteks on valitud transpordis kasutatav biogaas. Vaadeldakse tööstussümbioosi, kus materjalivood ja energia leiavad kasutamist eri ettevõtetes.



Special Report on Emissions Scenarios

A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Nebojša Nakicenović. Cambridge University Press. Cambridge. New York. 2000. 599 lk.

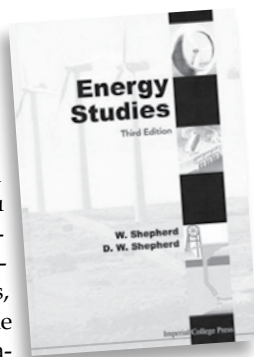
Kliimamuutuste raport jõudis Eesti raamatukogudesse suure hilinemisega. Kuna tulevikku ennustatakse varem toimunu põhjal, pälvivad kõik tuleviku stsenaariumid tähelepanu. Ühes ollakse veendunud, oluline on inimõhu – energia ja maakasutus.



Energy studies

Shepherd, W., Shepherd, D. W. 3rd ed.
Imperial College Press, London. 2014. 526 lk.

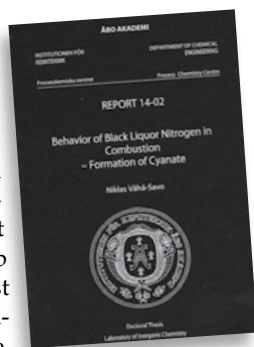
Mahuka raamatu 14 peatükis hinnatakse kõikvõimalike fossiil- ja taastuvkütuste keskkonnamõju, geotermaal- ja tuumaenergia võimalusi ja lähituleviku energiateenusteid. Põlevkivieriala inimestele võib huvi pakkuda söe alapunkti käsitletav söe vedeldamine, pürolüüs, solventekstraktsioon, hüdrogeenimine (katalüütiline vedeldamine) ja nafta alapunkti all vaadeldav põlevkivide kaevandamine ja *in situ* põletamine, õliliivad ja nende kasutamise kaasnivad keskkonnaprobleemid. Maagaasi alapunktis kajastatakse ka alternatiivseid looduslikke gaase: kivisöelademetes leiduvat metaani, looduslikke gaashüdraate, kildagaasi ja söest saadavat sünteesgaasi. Lisaks neile nimetatakse veel raskelt kättesaadavat maagaasi erimit (*tight gas*), mille varud on üsna suured, kuid mille ammutamiseks vajatakse tavalisest enam puurauke.



Behavior of Black Liquor Nitrogen in Combustion – Formation of Cyanate

Vähä-Savo, N. Åbo Akademi University.
Turku. 2014. 87 pp. http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/101125/vaha_niklas.pdf?sequence=2.

Paberitootmisel (ka Eestis) tekib must leelis, mis sisaldab naatriumoksiidi ja -karbonaati, vesiniksulfiidi, naatriumsulfaati ja ühe kolmandiku orgaanilist ainet (ligniini, vaigud jm). See sisaldab veel 0,15% lämmastikuühendeid. Must leelis on ettevõttele arvestatav energiaallikas. Dissertanti huvitasid musta leelise põletamisel lämmastikuühenditega toimuvad reaktsioonid, täpsemalt tsüanaatide teke ja edasine saatus.



Offshore Carbon Dioxide Capture and Storage

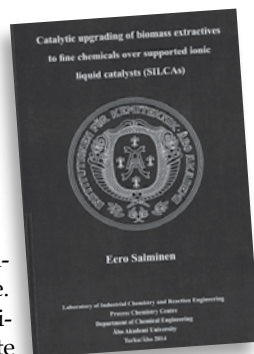
An International Environmental Law Perspective. Lehmann, F. M. PL
Academic Research. Frankfurt am Main. 2013. 341 pp.

Raamatus käsitletakse fossiilkütuste põletamisel tekkiva süsinikdioksiidi sidumise ja ladustamise (CCS – *carbon capture and storage*) õiguslikke aspekte. Dissertant peab sellist ladustamisviisi õiguslikust aspektist problemaatiliseks.

Catalytic Upgrading of Biomass Extractives to Fine Chemicals over Supported Ionic Liquid Catalysts (SILCAs)

Salminen, E. Åbo Akademi University. Turku.
2014. 59 pp.

Dissertatsioon on pühendatud seni väheuuritud biomassikeemia valdkonnale. Töös uuriti ionsete vedelike kasutamise võimalust biomassi ekstraktiivainete katalüütilisel vääristamisel, sh tsitraali hüdrogeenimist, tärpentinist saadavate pineenoksiidide isomerisatsiooni.



Thermal Reactions of the Major Hydrocarbon Components of Biomass Gasification Gas

Suominen, P. Åbo Akademi University. Turku.
2014. 151 pp. http://bibbild.abo.fi/ediss/2014/suominen_petteri.pdf.

Dissertant uuris biomassi kiirpürolüüsi – gaasistamist temperatuuril 500–1000 °C sekundi murdosa jooksul atmosfäärirõhul. Seejuures jälgiti alifaatse tõrva muutumist aroomaatseks tõrvaks. Väikese molekulimassiga süsivesinike tõrvaks muutumisega kaasnes aktiivse pinnaga süsinikkihi teke.



Нефть благословенная и проклинаемая

Международный нефтегазовый бизнес от скважины до бензоколонки. Ван-Вактор, С. А. АЛЬПИНА ПАБЛИШЕР. Москва. 2014.
239 с.

Raamatu autor lubab anda tasakaalustatud ülevaate nafta ja gaasi valdkonna kohta, sh mis meid tulevikus tegelikult ees ootab. Vaatluse all on naftaluure, -ammutamine, -transport, töötlemine ja turustamine. Kõik need etapid on olulised kütuste hinna kujunemisel. Raamat kirjutati ajal, mil naftahind oli kõrge. Seepärast on vaja raamatu kaheksandasse peatükki „Nafta alternatiivide“ (sünteeskütused, veeldatud maagaas, vesinik jt) konkurentsivõimest suhtuda vaoshoitult.



Immense Energy Potential and Environmental Challenges

Giavarini, C., Hester, K. Gas Hydrates. Springer. London etc. 2013.
175 pp.

Gaashüdraate on peetud tulevikukütuseks, täpsemalt metaanhüdraate, mis kujutavad vee ja metaani jääsarnast moodustist. Nende varud on ülisuured, kuid puudub kasutuselevõtu tehnoloogia. Raamatus on peatükk tavakütustest, tuumaenergeetikast, taastuenergiast ja alternatiivkütustest. Ülejäänud üheksas peatükis iseloomustatakse igakülselt gaashüdraate, k.a nende kasutusvõimalusi ja ohtusid – nad võivad põhjustada looduskatastroofe ja ebasoovitavaid kliimamuutusi.



TUTVUSTUSE KOOSTAS
REIN VESKI

Eesti Biokütuse Ühingu aastakoosolek 2015

Eesti Biokütuste Ühingu järjekordne aastakoosolek toimus tänavu 6. juunil Danpower Eesti ASi kontoris Võrus.

EBÜsse võeti vastu kaks uut füüsilisest isikust liiget ning kinnitati majandusaasta aruanne.

Ülo Kask tutvustas EBÜ 2014.–2015. aasta (aruandekoosolekute vahelise aja) tegevusi. Kajastamist leidis üle kümne olulisema tegevuse, mille hulgas oli AEBIOMi tellitud Euroopa Liidu programmi IEE BASIS projekti uuringus alltöövõtu täitmine, Poola põllumeeste delegatsioonile kahepäevase ekskursiooni korraldamine Lihula heinkütusel töötavasse katlamajja ja Aravete biogaasijaama, aga ka Erametsakeskuse tellitud metsakonsulentide koolituse korraldamine, ajakirja Eesti Põlevloodusvarad ja -jäätmed 2014. aasta numbri väljaandmine ning EBÜ liikmetele korraldatud õppereisid Leetu Radviliškise masinatehasesse ning Iru elektrijaama jäätme põletusplokki jm.

Ülo Kask ja Peeter Volke (United Loggers OÜ) rääkisid puitkütuse piisavusest ja kasutamise laienemisest Eestis ja puitkütuse hindadest. Puitkütuse kasutajad (AS Danpower Eesti, AS ESRO, AS Kuressaare Soojus jt) rääkisid oma firma puitkütusega varustatusest ja sellega seotud probleemidest.

Juhan Aguraiuja tutvustas firmat Danpower laiemale, rääkis selle tegevusest Saksamaal, Eestis, Leedus ja Lätis. Seejärel siirduti Juhan Aguraiuja, Valter Banhardi ja Mati Lauri juhtimisel tutvuma Võrus kahe katlamajaga (Võrusoo ja Võrukivi), kus AS Danpower Eesti on viimastel aastatel tugevasti olemasolevaid katlamaju renoveerinud. Võrusool on demonteeritud nõukogudeaegsed aurukatlad ja paigaldatud kaks uut Danstokeri katelt, millest reserv- ja tipukatel töötab põlevkiviõliga ja baaskoormuskatel hakkpuiduga, kusjuures säilitati juba 1994. aastal paigaldatud ja heas töökorras olev Järnforseni eelkolle. Võrukivi katlamajja paigaldati baaskoormuse katlaks 1,5 MW võimsusega puitkütusel töötav Schmid katel (SCHMID AG, WOOD FIRING SYSTEMS, Šveits), mis oli enne Saksamaal lühiajaliselt töötanud. Nüüd on puitkütuse osakaal Võru linna soojusega varustamisel aasta keskmisena 90% ringis.



Algab tutvumine Võrusoo katlamajaga.
A tour in the Võrusoo boiler house.



Peeter Volke (United Loggers OÜ) räägib puitkütuse saadavusest.
Peeter Volke (United Loggers OÜ) talks about the availability of wood fuel.



Sisemiselt uuendatud Võrusoo katlamaja.
Reconstructed Võrusoo boiler house.

FOTOD: EHA KASK



Need on tahked olemejäätmek, mida kasutatakse Iru jäätmepõletusplokis kütusena.

The facilities use solid municipal waste as fuel.



EBÜ liikmed uudistavad tuld jäätmepõletuskatlas.

Members of EBA are looking at the fire inside the waste incinerator.

FOTOD: TAAVI LIIV

EBÜ liikmed külastasid Iru elektrijaama jäätmepõletusploki

EBÜ liikmetele korraldatud tutvumine Iru jäätmepõletusploki rajamise ja tööga toimus 20. veebruaril 2015. aastal. Huvitava esitluse tegi Eesti Energia taastuvenergia ja koostootmise allüksuse projektijuht Mart Ehtmaa. Tema juhtis ka ekskursiooni jäätmepõletusploki ja selle seadmete töö ära toimimisest arusaamiseks.

EBÜ liikmed külastasid Radviliškise masinatehast Leedus

Möödunud aasta 13. ja 14. oktoobril külastasid ASi Kuresaare Soojus, Danpower Eesti ASi, Agrosilva ASi ja TTÜ soojustehnikainstituudi esindajad leedulaste kutsel Radviliškise masinatehast samanimelises linnas. Tehas on rajatud 1949. aastal, ja juba selle loomisest alates on seal toodetud põllumajandusmasinaid, sh rohujaht agregate. Tänapäeval on tehase üheks põhitoodanguks pelletitootmise liin OGM-1,5A. Seade on populaarne nii Leedus kui ka teistes endise Nõukogude Liidu aladel. Eestis seda teadaolevalt seni ei ole.

Valdavalt kasutatakse tootmisliini agropelletite tootmiseks, mille peamiseks tooraineks on eri viljade õled, kuid ka hein. Tehas toodab ka spetsiaalset puitpelletite tootmisliini.

Liinide tootlikkus on kuni 1100 kg/h, kusjuures pressitava materjali suhteline niiskus peaks jääma vahemikku 12–15%. Tootmisliini elektriline tarbimisvõimsus on kuni 160 kW, kuid töös kasutatav ei ületa üldjuhul 120 kW. Liini hinnakirja järgne maksumus on 185 000 eurot, kuid hind sõltub paljudest asjaoludest ja iga tellijaga lepitakse kokku konkreetne hind.

Külastati ka üht farmi Eriškiais, kuhu oli neli aastat tagasi paigaldatud põhugraanulite valmistamise tootmisliin. Farmi juhataja kiitis seadet ja selle valmistaja suhtumist. Kohe, kui midagi vaja remontida või asendada, saadakse tehasest abi. Seadme vastupidavus ja kvaliteet pidid olema märksa paremad kui vastavatel Hiinast hangitud toodetel. Farmil on 2000 hektarit põllumaad viljakasvatuse jaoks. Vajadusel ostetakse põhku ka naabritelt. Kokku toodetakse aastas umbes 4000 tonni graanuleid. Graanulitootmise investeering on end ära tasunud kolme aastaga.

Pelletite peamised tarbijad asuvad välisriikides, kus seda kasutatakse hobuste allapanuna ja lemmikloomade puurides.

FOTOD: ÜLO KASK



Pelletivalmistamise seade OGM-1,5A.
Pellet press OGM-1,5A.



Pelletite tootmine.
Production of pellets