

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

Põlevad ja mittepõlevad

ENERGIAALLIKAD





Elektrisüsteemihaldurile Elering AS kuulub Kiisal kaks avarielektrijaama, mis lülitatakse sisse näiteks Eesti ja Soome vahelise alalisvoolühenduse Estlink rikke korral. Jaamade elektriline koguvõimsus 250 MW moodustab rohkem kui veerandi Eesti aasta keskmisest elektrilisest koormusest. Jaamad toodavad vajadusel elektrit gaasist, varus on ka diislikütus. Jaamad avati aastal 2014.

The power system operator Elering AS also has two emergency power plants in Kiisa (Harju County). These are switched on when the direct current link, Estlink, between Estonia and Finland fails, for example. The total electricity generation capacity of the plants is 250 MW, which accounts for more than a quarter of the average annual electrical load in Estonia. If needed, the plants generate power from gas, but they also have diesel in stock. The plants opened in 2014.



Adven Eesti ASile kuuluv elektri ja soojuste koostootmisjaam Rakveres Päikese tänaval. ORC-tehnoloogiat kasutava jaama elektriline võimsus on 0,99 MW ja soojuslik võimsus 5,3 MW. Jaam kasutab kütusena hakkpuitu. Töövalmis sai jaam 2013. aastal.

Adven Eesti AS CHP plant in Rakvere (Lääne-Viru County). The plant works on ORC-technology. Its electricity generation capacity is 0.99 MW, and heat capacity 5.3 MW. The plant runs on woodchips. It became operational in 2013.

FOTOD: ÜLO KASK



Turbiini paigaldamine Tallinna uude soojuste ja elektri koostootmisjaama nn Vão II. Uue jaama rajab Utilitase kontserni kuuluv Auragen OÜ (Tallinna Elektriijaam OÜ tütarettevõtte) Vão I koostootmisjaama naabrusesse. Rajatava jaama soojuslikuks võimsuseks on 76,5 MW ja elektriliseks võimsuseks 21,4 MW. Vão I koostootmisjaama elektriline koguvõimsus on 25 MW ja soojuslik võimsus 67 MW. Kütusena kasutab koostootmisjaam hakkpuitu (võimalik on kasutada ka freesturvast), samuti hakkab hakkpuidul ja turbal töötama uus koostootmisjaam. Tallinna Elektriijaam (Vão I) alustas tööd 2009. aastal, uus jaam hakkab soojust ja elektrit tootma tänava sügisel.

Installation of a turbine into the so-called Vão II plant – the new CHP plant in Tallinn. The new plant is being built close to the Vão I CHP plant by Auragen OÜ (a subsidiary of Tallinna Elektriijaam OÜ), a member of the Utilitas Group. The heat capacity of the new plant will be 76.5 MW, and the electricity generation capacity 21.4 MW. The total electricity generation capacity of the Vão I CHP plant is 25 MW, and the heat capacity 67 MW. The plant runs on woodchips (with the possibility of using ground peat). The new CHP plant will also run on woodchips and peat. The Tallinn power plant (Vão I) was opened in 2009. The new plant will start producing heat and electricity this autumn.

FOTO: KARIN KALJULÄTE

Toimetuskolleegium**Editorial Board****ÜLO KASK**

Soojusenergeetika / thermal engineering, Eesti Biokütuste Ühingu juhatuse liige / Board member of the Estonian Biofuels Association, Eesti Kütte- ja Ventilatsiooninseneride Ühingu liige / Member of the Estonian Heat and Ventilation Engineers Association, Eesti Soojustehnika Inseneride Seltsi liige / Member of the Estonian Thermal Engineering Engineers Association, Punane 36, 13619 Tallinn, tel 372 553 2910, e-mail: ulo.kask@gmail.ee

PRIIDU NÕMM

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 Ekspress Meedia, Narva mnt 13, 10151 Tallinn, tel 372 680 4567, e-mail kristiina.viiron@lehed.ee

Sisukokkuvõtted**Summaries**

4

ÜLDENERGEETIKA / ENERGY

Inimkonna energiakasutuse etapid. Tulevikuvision?

The Stages of Humanity's Energy Use. A Vision of the Future?

Rein Veski

6

Energeetikas puhuvad muutuste tuuled

Winds of Change for the Energy Industry. Rene Tammist

13

TAASTUVAD ENERGIAALLIKAD / RENEWABLE ENERGY SOURCES

Laineenergia ja selle kasutamise varjukülgedest Läänemeres

Wave Energy and Negative Aspects of Its Use in the Baltic Sea.

Maris Eelsalu, Tarmo Soomere

16

Maasoojuse kasutamisest Eestis – kas kaugel unistus või lähitulevikuvõimalus?

Geothermal Heat in Estonia – a Distant Dream or an Opportunity Within Reach?

Alvar Soesoo

20

BIOMAJANDUS / BIOECONOMY

Metsaühistutel on potentsiaali kogukondlikuks energiatootmiseks

Forestry Associations Have Potential for Community Energy Production.

Irje Möldre

23

Tartu bussid võiks sõita biokütusega

Public Buses in the City of Tartu Could Run on Biofuel.

Timo Kikas, Merlin Raud

28

UURING/RESEARCH

Kaugküttesüsteeme tuleb planeerida tegelikele võimsustele vastavalt

District heating systems should be planned according to the actual capacities.

Ülo Kask, Villu Vares

32

BIOMAJANDUS / BIOECONOMY

Kas puidu põletamine Narva Elektrijaamades on ikka otstarbekas?

Is Wood Burning in the Narva Power Plants Really Practical? Ülo Kask

36

VARIA

Ajakirjandusülevaade

Press Review. Kristiina Viiron

39

Raamatud

Books. Rein Veski

44

Doktorikraadi kaitsmised 2015/2016

Defence of Doctoral Thesis 2015/2016. Rein Veski

46

Koostootmisjaamad

CHP plants.

2; 47

Katlamajad

Boiler plants.

48

Peatoimetaja / Editor-in-Chief: Kristiina Viiron

Narva mnt 13, 10151 Tallinn, tel 372 680 4567,

kristiina.viiron@ekspressmeedia.ee

Keeletoimetaja: Katrin Hallas

Kujundus: Marju Vilberg

Inglise keel: Wiedemanni Tölkebüroo OÜ

Trükikoda AS Aktaprint

1150 eks

Esikaane fotod: Ville Viiron (suur)

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.

Praeguse ajakirja PÕLEVAD JA MITTEPÕLEVAD ENERGIAALLIKAD eelkäija EESTI PÕLEVLOODUSVARAD JA -JÄÄTMED viimaste aastakäikude täistekstidega saate soovi korral tutvuda Eesti Biokütuste Ühingu kodulehel www.eby.ee / *If the reader wishes, he may get acquainted with full texts of the last years' issues of the journals on the Estonian Biofuels Association's home page at www.eby.ee.*

Summaries

The Stages of Humanity's Energy Use. A Vision of the Future?

Rein Veski

Almost all the energy resources of the Earth are linked to the sun, moon, or the Earth's internal energy, either directly or indirectly. Uranium and other radioactive elements are also available for use. These were generated by nuclear synthesis when presolar stars exploded, but this resource is declining fast. Nuclear energy has developed at a breakneck speed. Its origins can be traced to 1942, when the University of Chicago switched on its nuclear reactor under the leadership of nuclear physicist Enrico Fermi. Today, nearly three-quarters of a century later, it is clear that nuclear energy from presolar stars will not satisfy the growing energy needs of humanity. The article discusses the energy use of the human race, seeking points of reference from the very beginnings of our existence on this planet.

Winds of Change for the Energy Industry

Rene Tammist

The development of renewable energy is driven by the unprecedented reduction in the costs of its production technologies, and by the environmental problems

of power generation. This has forced us to invest in alternatives, especially in developing countries like China and India. At the end of 2015, a global agreement on climate change was signed in Paris, with 90 % of the countries pledging to reduce emissions, mainly with the help of renewable energy. Renewable energy solutions are also better equipped to cope with the changes in our energy systems. A major shift toward renewable energy is taking place in energy production.

Wave Energy and Negative Aspects of Its Use in the Baltic Sea

Maris Eelsalu and Tarmo Soomere

One of the more attractive sources of renewable energy is wave energy. Its usage has numerous positive aspects: high rate of energy density, minimal environmental pollution, modest visual impact, etc. (Clément et al., 2002). Compared to other types of renewable energy, such as wind energy, the energy of surface waves is very concentrated, and massed to the surface of the ocean.

With Estonia having nearly 3,800 km of coastline, it would make sense to consider wave energy for producing renewable energy on the east coast of the Baltic Sea. It is off the coasts of the Estonian islands of Saaremaa and Hiiumaa that the waves

of the Baltic reach some of their highest intensities.

Geothermal Heat in Estonia – a Distant Dream or an Opportunity Within Reach?

Alvar Soesoo

Despite the technological advances made in the use of various alternative energy sources in the European Union and Estonia over the last decade, the use of geothermal heat has remained fairly undeveloped. One of the engines of our national energy independence has so far been oil shale; however, this resource is not endless, and it is no longer by any means a cheap energy source. Wind and sun are our allies, but we have to spend more to generate wind energy, while our rivers are feeble, and nuclear energy requires time-consuming awareness raising and development activities. Geothermal heat is undoubtedly one source of energy that is sustainable, environmentally sound, and could significantly enrich Estonia's energy sector.

Forestry Associations Have Potential for Community Energy Production

Irje Möldre

Associative energy production is nothing new in Estonia, in contrast with



Near the British Isles, average wave energy capacity reaches 60 kW/m.

communal energy production. By the beginning of World War II, we had 24 energy associations with 700 members. Energy associations had been founded for the construction of heating and hydropower plants, construction and maintenance of transfer lines, and sale of power to consumers. Today, the commercial register only includes two energy associations (founded in 1999 and 2014), however every second apartment building is governed by an apartment association, and these are potential initiators or members of community energy associations. Just like in Finland, the owners of forests in Estonia could also be the providers of fuel and heating for the buildings in their communities. The article elaborates on this unused opportunity.

Public Buses in the City of Tartu Could Run on Biofuel

Timo Kikas, Merlin Raud

In order to assess the potential of urban green zones as raw material for biofuel, we used data from the City of Tartu on its green spaces and the collection of green waste, and carried out lab tests on the collected biomass. Considering the annual distances travelled, fuel consumption and production potentials from green waste, the study found that by using the green waste – which the city is already collecting – for producing bioethanol, 23.1% of the fuel used for public transport in the city could be replaced with bioethanol. By producing and cleaning biogas, the same amount of biomass could cover 13.5% of the fuel needs of public transport in Tartu. However, if we collect all the green waste from the city, including from private gardens, cemeteries and parks, bioethanol or biogas could cover 92.8% or 55%, respectively, of the fuel needs of the public transport system.

District heating systems should be planned according to the actual capacities.

Ülo Kask, Villu Vares

The recognised main advantage of district heating compared to block heating is the possibility for covering the base load with energy from cheap fuels that are difficult to use in block heating. In smaller Estonian district heating systems, the local renewable energy source – biofuels – is perfect for covering the base load. It



Future of forests in Estonia? Mobile wood chipper with container in Denmark.



Considering the amount of green waste from the whole city, we can assume that 1,152 tons of bioethanol could be produced from green waste.

has become quite the rule to overestimate the consumption volumes, and to choose unjustifiably powerful biofuel equipment. Within one and the same district heating system, investment aid is often allocated in an uncoordinated way to conflicting projects. As a result, investment aids are spent irrationally, the expected results are not achieved, and the actual cost of heat might increase considerably instead of decreasing.

Is Wood Burning in the Narva Power Plants Really Practical?

Ülo Kask

The article analyses the burning of wood fuel in the Narva Power Plants. It has been suggested that the Narva Power Plants (Baltic Power Plant and Auvere Power Plant) could burn an additional 4.3 million cubic meters of wood fuel a year either in combination with oil shale, or even without oil shale.

Kõige suurem arenguhüpe ootab inimkonda ees alles pärast fossiilkütuste põletamisest loobumist. See tähendab ennekõike loobumist kivisöest, mis seni on inimkonna kiiret arengut taganud.

Humankind faces its biggest developmental leap yet once it stops burning fossil fuels. This might start by giving up coal, the original engine of rapid human development.



Inimkonna energiakasutuse etapid. Tulevikuvision?



REIN VESKI

Mehaanilised, füüsikalised, geofüüsikalised jt energiaallikad

Energeetikud ja seadusandjad on jaganud energiaressursid tinglikult taastuvateks ja taastumatuteks, sh kütused taastuv- ja fossiilkütusteks. Nende põlemisel tekib kasvuhonegaas – süsinikdioksiid. Ehe väävel, raud jpt ained vabastavad põlemisel samuti energiat, kuid neid tavakütusteks ei peeta. Nende põlemisel süsinikdioksiidi ei eraldu. Kütustena on eelistatud taimi, mis kasutavad põlemisel tekkinud süsinikdioksiidi biomaterjali taastootmiseks.

Tuumkütus pole taastuv- ja pole ka tavaprugis fossiilkütus, kuna energia ei vabane keemilise reaktsiooni, vaid füüsikaliste protsesside tulemusel. Tuumkütuse eelis on süsinikneutraalsus, mistõttu on ta liigitatud taastuvkütuste hulka, mida ta ei ole. Süsinikneutraalsus on iseloomuliku veel mehaanilistele energiasaamisviisidele. Meteoritide põrke energiat ja laamtektoonika esilekutsutud maavärinate ener-

giat veel ei osata rakendada. Maavärinate vallandub geomehaaniline energia.

Maapõuest ammutatakse radioaktiivsete elementide tekitatud geotermaalenergiat, maa pinnakihtidesse akumuleerub päikesesoojus. Päikesekiirte soojust on võimalik mitut moodi akumuleerida ja elektrienergiaks muuta. Kiirte toimet aurustub vesi, mis pärast sadu otsib teed tagasi madalamal paiknevatesse veekogudesse. Tulemuseks on üha uuenev geomehaanilise energia allikas.

Maapinna ebahütlane soojenemine tekitab tuult (tuuleenergia), see põhjustab omakorda lainetust – need on samuti geomehaanilise energia allikad. Seda on ka Kuu gravitatsiooniline tõmme, mis tekitab loodete energiat. Need energialiigid olid Maal juba enne elu teket.

Kõik päikesesüsteemi planeedid salvestavad päikeseenergiat. Veekogude ja atmosfääri olemasolu mitmekesistab energeetilisi võimalusi. Maa erineb ülejäänud planeetidest universumi bioloogilise arengule iseloomuliku päikeseenergia salvestusviisi poolest.

Elusorganism – päikeseenergia tarbija ja salvesti

Päikeseenergia talletub elusorganismidesse (taastuvkütused) ja nende kaudu maapõue (fossiilkütused). Esimesed fotosünteesivad bakterid ja vetikad ilmusid Maale miljardeid aastaid tagasi. Nende biomaterjali tekkeks vajalik energia on pärit Päikeselt. Loomad ja seemned ammutavad kasvu- ja tegutsemisenergia, toitudes teistest elusorganismidest või nende lagusaadustest. Nad „põletavad“ energia saamiseks fotosünteesivate organismides tekkinud keemilisi ühendeid. See energia on muudetav omakorda biomehaaniliseks musklienergiaks: mutt rajab käike, roheline mõtteviisiga inimene väntab alternatiivteatris jalgrattapedaale saali elektrivalgustuse tagamiseks.

Eesti Biokütuste Ühingu ajakirja eelmises numbris (ilmus juunis 2015) kasutasin Vladimir Vernadskile viidates mõisteid elus- ja surnud aine (lk 22–25). Elusorganismide ehk elusaine teke on eelduseks surnud aine tekkele. Teadaolevalt on Maa ainus planeet, kus leidub nii elus- kui ka surnud ainet. Nii lihtsat tõde on vaja üle korrata põhjusel, et teisi planeete asustada tahtjatel tuleb arvestada, et heal juhul ootavad neid asustada tahtjaid ees mitmesugused abiogeensed päritoluga süsinikühendid, näiteks metaanimereid, -lumi või jää, kuid atmosfääris pole fotosünteesivate organismide eritatud hapnikku, et neid energiatoormena kasutada.

Surnud aine on kivisöe, nafta, maagaasi, põlevkivi või muul kujul Maa maapõue mattunud ja kujutab endast salvestatud päikeseenergiat. Päikesekiirte füüsikaline energia salvestus esmalt biofüüsikokeemiliste reaktsioonide abil elusainesse, transformeerus mattudes geomehaaniliste, -füüsikaliste ja -keemiliste muutuste tulemusena biogeoloogilisteks moodustisteks. Tööstuses nimetatakse sellist protsessi kütuse vääristamiseks. Nii on võimalik põlevkivi füüsiko- ehk termokeemiliselt töödelda naftalaadseks toormeks. Looduses on määratult aeglasemalt kulgeva protsessi saadus nafta – ilma lisandita „laadne“.

Kokkuvõttes: Päikese füüsikaline energia sidus süsinikdioksiidi ja vee keemiliste reaktsioonide abil energiariik-

kaks biomaterjaliks (taastuvkütus), need muutusid mattudes surnud aineks (fossiilkütused), mille põlemisaadusteks on süsinikdioksiid ja vesi. Siit ka taastuvkütuste süsinikneutraalsus, juhul kui juurdekasv ja kasutamine on tasakaalus. Päikese füüsikaline energia „vääristub“ keemiliseks ja elektrienergia kateldes uuesti füüsikaliseks soojus- või elektrienergiaks.

Ennustamine ja tagantjärele tarkus

Inimkonna kaugemat tulevikku on võimatu ennustada, nii nagu kõiki sündmusi universumis pärast Suurt Pauku, enne nende tegelikku asetleidmist. Nüüd, kus kõik, mida oleks saanud ennustada, on toimunud, arvatakse, et universumi areng on olnud üsna ootuspärane. Sama võib öelda inimkonna energiakasutuse kohta. Tundub ju loogiline, et biokütused asendusid fossiilkütustega, kuid mis saab edasi? Ühtne arusaam energeetika tuleviku kohta puudub.

Praegu, kui universumi areng on jõudnud nüüdisaja inimeseni välja, tundub isegi ainuraksete organismide areng hulkrakseteks loogiline, samuti teatud imetajate liigi areng inimeseks. Alles üsna hiljuti eristati inimest loomast os-

kuse poolest tööriistu kasutada ja tuld teha. Lihtsustatud käsitluse kohaselt ronis inimese eellane puu otsast alla ja arenes inimeseks, hakates neidsamu puid, liisaks kõrrelisi, sõnnikut või muud liiki taastuvkütuseid toidu valmistamiseks, koopa soojendamiseks ja valgustamiseks põletama. Neandertallane, keda inimese eellaseks ei peeta, oskas samuti tuld teha. Nüüd tuntakse ka linde ja imetajaid, kes oskavad tööriistu valmistada ja sihtots- tarbeliselt kasutada.

Inimkonna eristumine loomariigist kinnitab sellise arengu võimalikkust kuskil mujal väljaspool Päikese süsteemi. Samas puudub üksmeel, alates millisest sündmusest *Homo sapiens* arenes inimeseks. Olen pidanud esimesteks inimühiskonna liikmeteks koopamaalide ning looma ja inimese kujude valmistajaid (Veski, 2016). Ma ei mõtle abstraktseid jooniseid koopaseintel, mida inimese eellased on kunagi teinud ja mida suudavad nüüdisaja loomad inimese juhendamisel valmistada. Siiski pole nad võimelised valmistama kujusid.

Umbes 40 000 aastat tagasi kasutasid inimühiskonda liigituvad kunstnikud koopaseintele kujutiste tegemisel oma kätt trafaretina ja sellest ajast on pärit ka Lövimehi kuju. Oskus elusolendeid kahemõõtmeliselt joonistada/maalida ja

kolmemõõtmelisi kujusid valmistada arenes jõudsalt ja aitas kaasa muude oskuste omandamisele. Loote 3D-printimine on vaid üks näide pikast teest, mis sai alguse Lövimehi ja teiste kujude valmistajatest.

Järelikult tuleks inimkonna energiakasutust jälgida alates ajast 40 000 aastat tagasi. Tarbitud kütuse hulk jäi kauaks ajaks väga väikeseks. Kui jätta elusolenditesse ja fossiilkütustesse salvestatu arvestusest välja, siis 89% orgaanilisest aineist kasutavad ära mikroorganismid, 10% putukad ja väikeloomad ning suurloomad ja inimesed ainult 1% (Gusseinov, 2012).

Inimorganism kasutab teiste organismidega võrreldes elutegevuseks vaid väikese osa biomaterjalist. See on energia, mida energiabilansid ei kajasta, kuid mis kujundas meie eellase lõpuks inimeseks. Töö tegemiseks kasutati enda, orjade ja loomade musklienergiat. See on oluline energia nüüdisajani välja, eriti kui meenutada van-

JOONIS 1.

Fossiilkütuste tarbimine aastatel 1750–2013 kütuste süsinikusisaldusele arvatuna mln t (arvandmed: Boden jt, 2009).

Fossil fuel consumption through time, in millions of metric tons, by carbon content (Data: Boden et al., 2009).

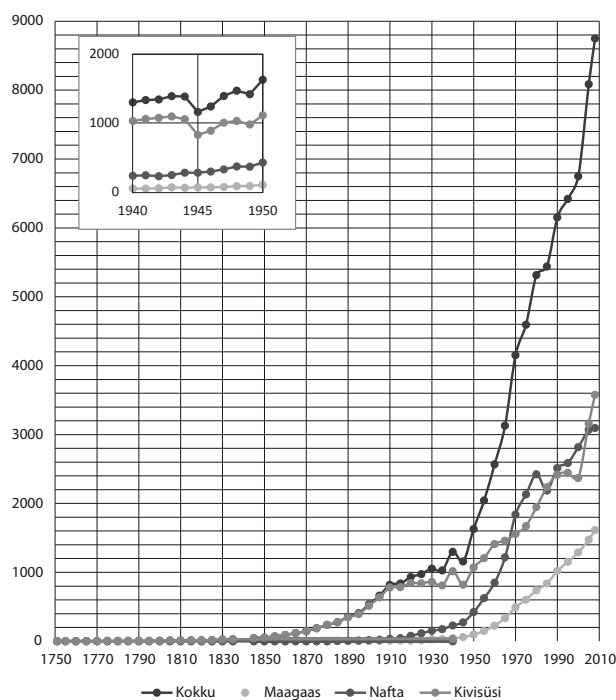




Foto: Shutterstock

Soojaveeallikates tavatsevad ennast talvel soojendada jaapani makaagid.
Snow monkeys keeping warm in hot-water springs in the winter.

gide tööd kanalite ja raudteede rajamisel, põhiliseks tööriistaks labidas ja kande- raam. Energiaallikaks oli toit, millest osa on nüüdisajal leidnud kohti biokütuste klassifikatsioonis.

Mitmekülgse energiakasutuse algus ulatub ajas tagasi

Kütuste põletamine on üks energiasaamise võimalusi, mida inimene on kasutanud elu- aseme soojendamiseks ja valgustamiseks ning toiduvalmistamiseks. Toiduvalmistamiseks ja vanniveeks kasutatakse veel kuumaveeallikaid. Nende ühtedeks esimesteks kasutajateks olid paleoindiaanlased enam kui 10 000 aastat tagasi. Soojaveeallikates tavatsevad ennast talvel soojendada jaapani makaagid, kuid meil puuduvad andmed esikloomaliste käitumise kohta ajas tagasi. Kuumaveeallikate soojust hakati tööstus- likult kasutama Itaalias 18. sajandil. Maa- pinda salvestatud soojusenergiat oli põhi- mõtteliselt võimalik rakendada alles pärast seda, kui leiutati külmkapp, mis võeti kasu- tusse 1915. aastal.

Tuuleenergia kasutus ulatub samuti iid- setesse aegadesse. On teateid tuule tõugata- vatest paatidest Niilusel 5000 aastat eKr ja pärslaste tuule jõul töötavatest pumpadest ning teraviljahvatus-seadmetest 500–900 aastat eKr. Madalmaid iseloomustavad tuulikud võeti kasutusele 1000. aasta paiku. Esimene patent laineenergia kasutamiseks saadi 1799. aastal. Merevee tõusu-mõõna energiat kasutati juba vanaajal, kuid laiem huvi tekkis alles 19. sajandil pärast jõgede langeva vee kasutuselevõttu.

Esimesed teated kivisöe energeetilisest kasutamisest ulatuvad samuti kaugesse

minevikku – 2000–1000 aastat eKr. Hiina- nas algas söe tööstuslik kasutamine 1000. aastal, kui Fushuni leiukoha kivisütt ha- kati tarvitama hoonete soojendamiseks ja vase sulatamiseks. Hiina oli söekasu- tamise liiderrükk kuni 17. sajandini. Kui inglased olid oma napid maapinnale pal- janduvad kivisöelademed 13. sajandiks ammendanud, alustasid nad söe maa- alust kaevandamist. Mesopotaamias ka- sutati nn kiviöli teedehituses.

Turvast hakati kaevandama vähemalt 2000 aastat tagasi. Selle tööstuslik kasu- tamine algas tunduvalt hiljem, Hollandis 13. sajandil pärast sealsete metsade ära kasutamist. Enne 1300. aastat kaevan- dati turvast kümnetelt hektarilt, üsna pea juba sadadelt hektarilt. Eestis kaevan- dati kütteturvast Friedrich von Baeri Sangaste mõisas 1820. aastal. Turbatoot- mise alguseks Eestis peetakse aastat 1860, kui Sindi kalevivabrik hakkas masinatega energeetiliselt turvast kaevandama. Mujal maailmas oli tol ajal käivitumas juba tei- ne, kivisöel põhinev tööstusrevolutsioon.

Kivisöe-, s.o tahkete fossiilkütuste ajastu alguseks on peetud 1820. aastat. Saja aastaga kasvas kivisöetoodang ligi kolmekordseks. Aurumasin oli käigus juba aastal 1712. 1900. aasta paiku olid energeetikas kasutatud kivisöe ja biokü- tuste kogused veel võrdsed. Naftat haka- ti ammutama 1860.–1870. aastatel, kuid söele arvestatav alternatiiv sai temast pä- rast 1920. aastat. Maagaas lisandus 1980. aastatel. Põlevkivitööstus sai arenguhü- pe 1940. aastate keskel. See on ainus fos- siilkütus, mille kasutamises oli Eesti siis ja on ikka veel maailmas esirinnas. Kuid ka põlevkivi kasutamine kütusena ulatub

eelajaloolisse aega välja.

Päikesepatareid, fotoelemendid jms tu- lid kasutusse hiljem. Kunstlik fotosüntees on arvatavasti järgmine otsustav samm päikeseenergia otsekasutamiseks. Veelgi otsustavam oleks minipäikese tuumasün- teesi seadmete käikulaskmine Maal.

Tööstusrevolutsioonid

Arvatakse, et esimese tööstusliku pöör- de käivitas mehaanilise energialiigi alla liigituva vee-energia rakendamine ning et kõige suurem arenguhüpe ootab inim- konda ees alles pärast fossiilkütuste põ- letamisest loobumist. Loobumine eeldab loovutatu asendamist. See tähendab en- nekõike loobumist kivisöest, mis seni on inimkonna kiiret arengut taganud.

Esimene tööstusrevolutsioon lei- dis aset aastatel (oletatavad aastad) 1750/1760–1820/1840, kui käsitöötooted hakkasid asenduma tööstustoodanguga, ja tipnes aurumootori kasutuselevõtmise ja raudteede ehitamisega. See sai hoo sis- se pärast kivisöe kasutuselevõttu.

Teise tööstusrevolutsiooni algust ar- vestatakse aastast 1870. Siis tekkis suur- tööstus, hakati kasutama elektrienergiat ja sise- ja välis- ja rasketööstus- mootoreid. Kolmanda ja neljanda tööstusrevolutsiooni alguse kohta ei olda üksmeel. Kolmanda algust on arvatud nii 1960. aastatest kui ka 1980. aastate algusest. Neljanda alguseks on ni- metatud 2013. aastat. Osa teadlasi arvab, et kolmas on alles saabumas.

Kuid on ka neid, kes on jaganud töös- tuse arengu kaheksasse arenguetappi: aastad 1–1500 tööstuseelne, 1500–1780 standardtoodete, 1780–1830 tööstussüs- teemide, 1830–1870 transpordi-, 1870–1955 teadus- ja 1955–2005 arvutiajastu. Alates 2005. aastast olevat alanud järje- kordne tööstusrevolutsioon.

Huvi peaks pakkuma ka seisukoht, mille kohaselt jõudsimme aastal 2003 kuuenda revolutsiooni ajastusse (Romer, 2008). Esimene neist algas 1771. aastal, edasi tulid auru- ja raudteeajastu (1829), terase-, elektrienergia- ja rasketööstus- ajastu (1875), nafta-, auto- ja masstoo- dangu ajastu (1908), info- ja telekom- munikatsiooni- (1971) ning käimasolev kuues puhta ja biotehnikaaajastu (alates 2003). Ajastute algused on seotud eri riikidega ja nende tehnikasaavutustega.

Seega on kütustest üksnes nafta sat- tunud tööstusrevolutsiooni nimesse. Re- volutsioonid ise said toimuda ainult tänu energeetika arengule: algul ajas inimene musklienergia jõul käsikivi ringi, hiljem jahvatati vilja tuule- ja vesiveskites, auru- ning sise- ja välis- ja elektrimootoritega

veskites. Me tavaliselt ei mõtle tööd tehes või sportides sellele, et musklienergia ehk organismi biofüüsikokeemiline energia on universumi kõige komplitseeritum energialiik, mida me igapäevaselt muundame mehaaniliseks ja soojusenergiaks. Nii ei vaja ülerahvastatud vangikongid talvel kütmist, ruumi soojendamiseks piisab inimeste 36,6kraadisest kehatemperatuurist. Robotid on inimesega võrreldes primitiivsemad, kuna muudavad elektrienergia peamiselt mehaaniliseks. Tuule- ja vee-energia on näiteks tarbitav mehaanilisena või muudetuna elektrienergiaks, see omakorda mehaaniliseks, soojus- või kiirusenergiaks. Energiat on võimalik muundada väga mitmesugusel viisil endale käepärasemaks, kuid see on juba omaette teema.

Taastuenergiaallikate kasutuse edulood

100% puhast energiat kasutavaid riike võiks pidada järgmise tööstusrevolutsiooni teenäitajateks. Maailmas on selliseid eeskujusid mitu. Islandis kasutab 85% linnamajadest maasoojust, elektrienergia põhineb 100% vee- ja maasoojuse energial. Aafrika korruptiivse mägise väikeriigi Lesoto elektrienergia saadakse peaaegu 100% vee-energia abil, teise korruptiivse riigi Albaania elektrienergiast 85% on vee-energia. Paraguay on varustatud 90% ulatuses vee abil toodetud elektrienergiaga, lisaks toodetakse 19% Brasiiliale vajaminevast elektrist. Mägine Bhutan müüb 75% oma elektrienergiast Indiale. Nimistusse võiks lisada Norra, kes võiks oma riiki varustada 98% taastuva vee-energiaga, kuid müüb nn garanteeritud puhta energiana teistele riikidele, kattes siseriikliku vajaduse ainult 24% ulatuses (Countries..., 2014).

Üksikud riigid võivad olla küll edumeelsed vee-energia kasutamisel, kuid tõsiasi on, et see moodustab maailma energiatarbimisest üksnes tühise osa. Kõik need edulood on saanud võimalikuks erandlike looduslike tingimuste tõttu.

Vaid üks riik – Prantsusmaa – eristub teistest tuumaenergia poolest, tootes 73,3% vajaminevast elektrienergiat tuumakütust kasutades. Tuumaenergia osatähtsus maailma energiabilansis pole samuti suur ja on sellel sajandil langustendentsis.

Fossiilkütuste võidukäik

Inimühiskonna vaieldamatuks arengumootoriks on olnud fossiilkütused. 1940. aastal põletati maailmas tahkeid fossiilkütuseid süsinikule arvestades juba 1000 miljonit tonni. Sama koguseni jõudis fossiilse

vedelkütuse tarbimine pärast 1955. aastat ja fossiilse gaaskütuse tarbimine 1995. aastal. Alates 1940. aastast hakkas fossiilkütuste tarbimine hüppeliselt kasvama. Inimkond oli jõudnud oma fossiilkütuste tarbimise hüppelisse arengujärku (joonis 1).

Ükskõik kuidas me ka ei püüaks enast või teisi veenda, et fossiilkütuste aeg hakkab ümber saama, joonis seda ei kinnita. Keda huvitavad spekulatsioonid energeetika tuleviku üle, võib guugeldada näiteks sõnakombinatsiooniga „forecast of world energy consumption“ ja valida ülesande lihtsustamiseks „pildid“. Sealt võib leida, et kui mitte varem, siis vähemalt alates aastast 2020 fossiilkütuste tarbimine jätkab kas oma tavapärasest kasvu või hakkab järsult vähenema, samas kui „mittefossiilsed“ jätkavad tõusu. Üsna tihti võib sattuda stsenaariumidele, mille kohaselt nii söe, nafta kui ka gaasi energeetiline kasutamine väheneb märgatavalt. Kuid on ka selliseid, mis ennustavad gaasi ja nafta tarbimise vähenemist, kuid mitte kivisöe oma. Prognoos eeldab maailma energiavajaduse drastilist vähenemist 2050. aastaks, kusjuures tuule- ja päikeseenergia tarbimine võrdsustub maagaasi ja nafta omaga.

Üks asi on, mida arvatakse-ennustatakse, teine, mis tegelikult hakkab aset leidma. Inimühiskonna arengut on püütud ennustada. Kuna see on seotud energeetika arenguga, olgu öeldud, et jaapani makrobiotik Michio Kushi pani oma 1982. aastal ilmunud raamatu võrranditesse arvandmed sisse ja sai aasta 2033 tsivilisatsiooni lõpuks, oskamata täpselt seletada, mida see endast kujutab.

Juba ammu enne teda kirjutas prantsuse astronoom, matemaatik ja füüsik Pierre-Simon de Laplace (1749–1827) essee tõenäosuse kohta: universumi osakeste koordinaadid ja impulsside väärtused mingil ajahetkel määravad üheselt mis tahes ajahetke minevikus ja tulevikus.

Veel enne teda tuli sama mõttega välja horvaatia mitmekesiste teaduslike huvidega jesuiit Ruder Josip Bošković (1711–1787): kui suudaksime universumi hetkeolekut võrranditesse panna, oleks isegi inimkonna tuleviku ennustamine võimalik. Võrrandid ilmusid Gutsi ja Pautova 2013. ilmunud raamatus, kuid arvandmete sisestamiseni nad ei jõudnudki. Sisestada oleks tulnud andmed ka energiakasutuse kohta. Energeetika tulevikku võiks ju samuti eraldi välja arvutada, kui osata ennustada inimühiskonna käitumist ja teaduse edusamme energeetika valdkonnas. Saaksime nii ehk lugevatul hulga arengutsenaariume, mille

tõenäosust pole lõppude lõpuks võimalik hinnata. Kõik oleks nagu võimalik, kuid mis on võimalik, selgub ikkagi siis, kui see võimalus on kätte jõudnud.

Kodus ja tööstuses tarbitud kütuste kogused

Me ei saa kunagi täpselt teada, kui palju tarbiti kümneid tuhandeid aastaid tagasi küttepuitu või muid kütuseid. Siis kütuseid tööstuslikult ei kasutatud.

Võib arvata, et nende kasutamine oli kaduvväike, võrreldes esimesele tööstusrevolutsioonile eelnenud aastatega. 1850. ja 1945. aastal oli kodutarbimine maailmas vastavalt 1180 ja 1450 Tg (1 teragramm = 1 000 000 tonni) küttepuid, sõnnikut, põllukultuure ja tööstuslikke biokütuseid aastas (Fernandes jt, 2007). 1945. aastal lisandus kodutarbimise statistikasse puusüsi. 2013. aastal tarbiti eelmiste aastatega võrreldes märgatavalt enam biokütuseid – 2770 Tg/a (arv on saadud ekstrapoleerimise teel). Biokütuste eriala inimesed on selliseid statistilisi andmeid kogunud, ka Eesti pole erand.

Seejärel arvutasin kodudes tarbitud biokütuste kogused süsiniku peale ringi, võttes absoluutselt kuiva puidu süsinikusalduseks 50% ja küttepuidu niiskuseks 20%. Nii tarbiti 1850., 1945. ja 2013. aastal biokütuseid süsinikule arvatuna vastavalt 472, 580 ja 1108 mln t aastas (tabel 1).

TABEL 1.

Kodus tarbitud biokütus võrdluses tööstuses tarbitud kivisöega (Fernandes jt, 2007 ja Boden jt, 2009 andmete alusel arvatud).

Biofuels consumed in households vs coal consumed in industry (calculations based on data from Fernandes et al., 2007 and Boden et al., 2009).

Aasta Year	1850	1945	2013
Biokütused, kodutarbimine <i>Biofuels, household consumption</i>			
Tg	1180	1450	2770
C mln t	472	580	1108
Kivisüsi, tööstustarbimine <i>Coal, industrial consumption</i>			
C mln	54	820	3578
Kodus ja tööstuses tarbitu kokku <i>Total household and industrial consumption</i>			
C mln t	526	1400	4686
Kodutarbimise osatähtsus % % of household consumption	90	41	23

Vaadeldud aastatel 1850, 1945 ja 2013 tarbiti (Boden jt, 2009) süsinikule arvu-
tatuna tahkeid fossiilkütuseid (kivisütt)
vastavalt 54, 820 ja 3578 (2008. aasta
andmete alusel) miljonit tonni. Seega oli
esimese ja teise tööstusrevolutsiooni va-
helisel 1850. aastal (tabel 1) biokütuste
osatähtsus maailma tahkekütuste kasuta-
mises ikka veel märkimisväärselt suur –
90%. Samas aga ei alanud tööstusrevolut-
sioon ülemaailmsena, vaid piirdus esialgu
üksikute arenenud riikidega. Kuid ega ka
muude revolutsioonidega teisiti pole.
1945. aastal tarbiti biokütuseid juba tub-
listi alla poole tahkekütustest – 41%. Aas-
tal 2013 oli biokütuste osakaal vaid 23%
ning kui lisada vedelkütused ja maagaas,
siis üksnes 12%. Vahetult enne ja pärast
1900. aastat oli kodudes tarbitud biokü-
tuste ja söe osatähtsus süsinikule arvu-
tatult enam-vähem võrdne. Pärast 1940.
aastat suurenesid biokütuste ja kivisöe
kogused jõudsalt, vaid teise maailmasõja
ajal oli kütuste tarbimisel tagasilööke.

Primaarenergia toodang

Statistikas võetakse primaarenergiana ar-
vele tavaliselt süsi, nafta ja maagaas, taas-
tuvatest hüdroenergia (tabel 2 ülaosa).
Neile lisatakse nn muu taastuvenergia
(*other renewables*), enamasti biomassi,
jäätmete, geotermaalallikate, päikesekiir-
guse, loodete, lainete ja tuule abil toode-
tud elektrienergiana. Sinna alla liigituvad
põlevad energiaallikad (bioetanool (I),
biodiisel (J) ja biomass ja jäätmel (K),
põlevate osatähtsus 2013. aastal – 0,8%).

Viimati mainitust toodetud elektri-
energiat hakati maailma haaravates statis-
tikates näitama alates 1980. aastast (tulp
7). Muude taastuvate energiaallikate alla
liigituvat geotermaalenergiat (rida L) ja
bioetanooli (I) hakati kajastama 1945. aas-
tal primaarenergiana, ülejäänud taastuvad
energiaallikad lisandusid hiljem. 2013.
aastal oli biomassi ja jäätmete primaar-
energia kogutoodang ainult 403 TWh
(rida K), mille osakaal maailma pri-
maarenergia toodangus oli kõigest 0,3%.
Tabel 1 andmetel oli tahkete biokütuste
osatähtsus tahkekütuste tarbimises 23%,
vedel- ja gaaskütuste lisamisel 12% ehk
tegelikult 40 korda suurem (12 : 0,3).

Nüüdisaegne energeetika on suundu-
mas taastuvenergiaallikate, sh biokütuste
eeliskasutamisele, kuid statistiline arvepi-
damine ei võimalda nende tegelikust täht-
susest õiget pilti saada. Siit lähtub vajadus
ühendada eri andmebaase, teha arvutusi,
et need oleks omavahel võrreldavad (ta-
bel 2). Andmed maailma kodutarbimise
kohta ei ilmu igal aastal, kuid ka andmed

2013. aastani annavad üsna hea ülevaate
kütuste kasutamise olukorrast.

Süsinikneutraalsed on vee-energia jt
taastuvad energiaallikad pluss tuumkütus
(read tabelis A + B + F), mille osatäht-
sus (tulp 5) oli 2013. aastal 8,9%. Lisades
bioetanoolile ja -diislile ning „biomas-
sile ja jäätmetele“ (0,8%) Fernandese ja
kaasautorite andmete alusel arvatud
kodumajapidamistes tarbitud biokütu-
se (P–U, tulp 6; 7,3%), saame tegelikult
biokütuste osakaaluks 8,1%. Selgituseks:
tulp 5 kajastab tavastatistika energiaalli-
kate osatähtsust, tulp 6 osatähtsust pärast
kodutarbimise andmete lisandumist. See
vähendab ridadel A–F olevate energiaal-
likate osakaalu, kuid väljendab see-eest
nende tegelikku osa. Vaid taastuvate ja
süsinikneutraalsete energiaallikate osa-
tähtsus vajab ümberarvutamist, milleks
vajalikud arvanded on tulbas 6 olemas.

Lisades biokütuste 8,1 protsendile
taastuvenergia 0,6% (2013. aasta, rida A,
millest on maha arvatud juba arvesse
võetu) ja vee-energia 2,4%, saame taas-
tuvate energiaallikate osaks 11,1%, lisades
tuumkütuse 4,6%, saame süsinikneut-
raalsete energiaallikate osaks 15,7%.

Mingi energialiigi osatähtsus on oluli-
ne näitaja. Eesmärgiks on seatud süsinik-
neutraalsete osa suurendamine, teisiti öel-
duna kunagise olukorra taastamine. Nii
oli 1900. aastal nende osakaal 46,1 ja 1945.
aastal 30,3% (rida Ü). Alates 1900. aastast
on energiatoodang kasvanud 14,8 korda
(rida Ä), fossiilkütuste tarbimine on suu-
renenud, mis tähendab, et süsinikdioksi-
idi õhku paiskamine on suurenenud.

Energeetikas, nii nagu mujalgi, jälgi-
takse rahvatarkust „ära hoiä kõiki (kana)
mune ühes korvis“. Nüüdisaegses ener-
geetikakorvis kauaoodatud kunstpäikese
muna veel ei ole. Taastuvenergia „mu-
nad“ on üsna tillukesed, kuid saavad
jõudsalt suuremaks. Neist kõige suurem
– vee-energia muna – on viimase 70 aasta
jooksul kasvanud 17kordseks, kuid vii-
mase kolmekümne aastaga vaid kahekor-
distunud. Võib väita, et selle energialiigi
areng on ammendumas.

See-eest on kõik ülejäänud taastuv-
energia liigid teinud tohutu arenguhüppe.
1945. aastal oli nende kogutoodang kõigest
0,09 TWh, 2013. aastal juba 1968,4 TWh
(A) – kasv oli mitmesaja tuhande kord-
ne, kuid osatähtsus ikka veel vaid veidi
üle protsendi maailma primaarenergia
toodangust. Siin pole taastuvatele liide-
tud juurde kodumajapidamises tarbitud
biokütuseid.

Süsinikneutraalsete energiaallikate
osakaalu suurenemine annab oodatud

tulemuse siis, kui fossiilkütuste koguseid
suudetakse vähendada. Kahjuks kinnita-
vad ka hiljem avaldatud andmed fossiil-
kütuste tarbimise kasvu.

On mitmesuguseid statistilisi andmeid
ja prognoose: OECD/IEA teekaardil oli
bioelektrienergia osakaal 2013. aastal
umbes 1,5% ja 2050. aasta prognoosi
kohaselt veidi üle 8,5% maailmas too-
detavast elektrienergiast (Technology...,
2012). Toon veel arvu soojatootmise
kohta bioenergiast – 3806 TWh aastal
2013, mis on umbes kolm korda väiksem
kodumajapidamistes kasutusel olnust
(11 357 TWh, V). Need on ainult näited
energiakasutuse kohta, mida on üsna
keeruline ühte andmebaasi koondada.

Mis saab edasi?

Inimene on kosmosesse pürgides loonud
raketikütuseid, mida energiabilanssides
ei kajastata. Seal ei kajastu kasutatud
laskemoona energeetilist väärtust. Sõjas
hävitatud asulate, linnade ja tehaste taas-
tamine nõuab lisaenergiat, mida saaks
mujal rakendada. Kolmas maailmasõda
kärbiks elmisega võrreldes pikemaks
ajaks energiakasutust ja kasvataks lühi-
ajaliselt biokütuste jt taastuvate kütuste
osatähtsust. Kuid see pole sobiv viis taas-
tuvate energiaallikate osakaalu suuren-
damiseks. Energiat vabaneb veel metsa-,
prügilate, naftatöötlemise tehaste, hoone-
te, kulu- jm põlengutes.

Tagasivaade energiakasutusse näitab
veenvalt seda, mida niikuinii teatakse:
inimkonna areng toimus ja kiirenes algul
taastuvenergiaallikate toel.

Vähem arutatakse selle üle, et elusor-
ganismid on nii energiatarbivad kui ka
taastuvenergiasalvestid; pärast mattumist
surnud aine – fossiilkütused. Elus- ja
surnud aine on energiasalvestid, mida
eluta planeetidel pole. Fossiilkütustesse
salvestatud energia tagas inimühiskonna
kiireneva arengu, ohustades teda kliima-
katastroofiga.

Ma ei kipu ennustama, aga kui inim-
kond ise endale lõppu ei tee (Veski, 2016),
võib inimkonna energeetilise tuleviku
muuta roosamaks üleminek Päikesel otse-
selt ja kaudselt energialt Päikesel toimu-
vate füüsikaliste protsesside matkimisele
– tuumasünteesi rakendamisele.

Alles see oli, kui visati nalja piiri taga
oleva kommunismi üle: lähed oma teada
lähemale, kuid ta jääb kättesaamatuks.
Vahe on vaid selles, et varem ennustati
aastast aastasse, et tuumasünteesi raken-
damiseni jõutakse 50 aastaga, nüüd poole
võrra või veelgi kiiremini. Lühiajalised
prognoosid (ennustused) lähevad tavalisi

TABEL 2.

Maailma primaarenergia toodang TWh ja energiaallikate osatähtsus % (arvutused on tehtud Fernandes jt, 2007, Global..., 2012, Boden jt, 2009, Breakdown..., 2014, Historical..., 2014 diagrammide ja arvandmete alusel).

World's primary energy production in TWh and share of energy sources by % (calculations based on diagrams and data from Fernandes et al., 2007, Global..., 2012, Boden et al., 2009, Breakdown..., 2014, Historical..., 2014).

Energy source	1900 TWh	1945 TWh	2013 TWh	2013 (A-O)	2013% (A-Ö) 2013% (A-Y)	Märkused Notes
1	2	3	4	5	6	7
A. Taastuvad, v.a vee-energia A. Renewables, excl. hydropower	0	0,09	1968,4	1,4	1,3	Maapõuesoojus (1945) Geothermal (1945)
B. Vee-energia B. Hydropower	2,9	221,5	3728,2	2,6	2,4	
C. Kivisüsi C. Coal	5350	8728	42 252,9	29,3	27,2	
D. Nafta D. Oil	235	4093	52 915,3	36,7	34	
E. Maagaas E. Natural gas	73,8	1326	36 110,1	25,1	23,2	
F. Tuumkütus F. Nuclear	0	0	7140,2	4,9	4,6	0,18 TW (1956)
G. Kokku A-F G. Total A-F	5662	14 369	144 115,1	100		
H. Sh taastuv ja tuumaenergia A ja F H. Incl. renewables and nuclear (A and F)	2,9	221,6	12 836,8			taastuvenenergia osatähtsus ~9% (2013) Share of renewables ~9% (2013)
Sh taastuvad A liigiti, v.a vee-energia Incl. renewables (A) by type, excl. hydropower						
I. Bioetanool I. Bioethanol	0	0,9	545,6	0,4		0,012 (1912)
J. Biodiisel J. Biodiesel	0	0	219	0,1		7,6 (2000)
K. Biomass ja jäätmed (elekter) K. Biomass and waste (electricity)	0	0	403	0,3		1980 17 TWh
L. Maapõuesoojus (elekter) L. Geothermal (electricity)	0	0,09	77,4	0,1		
M. Tuul (elekter) M. Wind (electricity)	0	0	608	0,4		0 TWh (1982)
N. Päike, looded, lained (elekter) N. Sun, tidal, wave (electricity)	0	0	114,4	0,1		1 TWh (1982)
O. Kokku % O. Total %				1,4		
Ülemaailmne biokütuste kasutamise trend (arvutatud Fernandese ja kaasautorite (2007) 95% tõenäosusega diagrammide alusel, ekstrapoleerides aastasse 2013) TWh/a Global trends in renewables use (calculated on the basis of projections with 95% probability by Fernandes et al. (2007) and extrapolated to 2013), TWh/year						
P. Küttepuit majapidamistes P. Firewood in households	3608	4264	5822		3,7	
R. Põllukultuurid majapidamistes R. Field crops in households	574	779	2296		1,5	
S. Sönnik majapidamistes S. Dung in households	164	246	451		0,3	
T. Puusüsi majapidamistes T. Charcoal in households	0	82	287		0,2	
U. Tööstuslikud biokütused U. Industrial biofuels	492	574	2501		1,6	
V. Kokku P-U V. Total P-U	4838	5945	11 357			
Ö. Kokku G ja V W. Total G and V	10 499,5	20 314	155 472,1		100	
Ä. Kasv võrreldes 1900. aastaga korda X. Increase from 1900, times		1,9	14,8			
Ö. Sealhulgas taastuvalid A + B + tuumkütus F TWh Y. Incl. renewables A + B + and nuclear F TWh	4841	6167	24 193,8			
Ü. Sealhulgas taastuvate ja tuumakütuse osatähtsus id % Z. Incl. % of renewables and nuclear	46,1	30,3	15,7			



Põlevkivi on ainus fossiilkütus, mille kasutamises on Eesti olnud ja on ikka veel maailmas esirinnas.
Oil shale is the only fossil fuel that Estonia has exploited at a top rate internationally, and still does.

Foto: Taavi Arus

selt täppi, veerand sajandit on liiga pikk aeg, et prognoos kindlalt täituks.

Inimkonna pikemaajaline areng ja seega ka energeetika areng on prognoosimatu, kuid ei pruugi olla tume. Pole veel teada, milliseid tehnilisi rakendusi võib pakkuda gravitatsioonilainete, tumeaine ja -energia uurimine. Energeetika on valdkond, kus alati on oodata uut. Inimene on võimeline valdkonna arengut muutma, mis muudab omakorda inimest. Päikesetuul võetakse vahest lähitulevikus kosmoses liikumiseks kasutusse nii nagu tuul, mis „tõukab paati“ ja kannab õhupalle ühest kohast teise. Eesti noored on valdkonda panustamas.

Lõpuks veel Eesti energeetika suundumustest maailmas toimuva taustal. Kas oleme edumeelsed või pidurdame oma põlevkivitööstusega suunda süsinikneutraalsete energiaallikate eeliskasutuse poole? Eestis kaevandati 2013. aastal energiabilanssides tavaliselt kivisöe real (rida C – 42 252,9 TWh) arvestatavat põlevkivi 20,5 mln t. Ühe tonni põlevkivi keskmine energeetiline väärtus põletamisel on 0,75 MWh, kaevandatud põlevkivil 15,4 TWh. Meie põlevkivi osakaal tahkete fossiilkütuste primaarenergia toodangus on seega alla 0,036%. Eestis on põlevkivi kaevandamise maht võrreldes hiilgea-

gadega vähenenud, mujal maailmas on kivisöe kaevandamine suurenenud, meil on taastuvenergia võimsused aasta-aastalt kasvanud ja taastuvenergia osatähtsus energia lõpptarbimises suurenenud. Seega on Eesti riik, kelle energeetikapoliitika arvestab ülemaailmse suundumisega süsinikneutraalsetele energiaallikatele.

Kasutatud kirjandus

Boden, T. A., Marland, G., Andres, R. J. 2010. Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO2 Emissions. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A. doi 10.3334/CDIAC/00001_V2010. http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/tre_glob.html.

Breakdown of Electricity Generation by Energy Source. 2014. <http://www.tsp-data-portal.org/Breakdown-of-Electricity-Generation-by-Energy-Source>.

Countries with 100% renewable energy. 2014. <http://makewealthhistory.org/2012/07/09/countries-with-100-renewable-energy/>.

Fernandes, S. D., Trautmann, N. M., Streets, D. G., Roden C. A., Bond, T. C. 2007. Global biofuel use, 1850–2000. – Global Biogeochemical Cycles, 21, 2.

Global Fossil-Fuel Carbon Emissions

– Graphics. 2012. <http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/glo.html>.

Guts ja Pautova, 2013. Гуц, А. К., Паутова, Л. А. Глобальная этносоциология. Либроком. Москва. 247 с.

Guseinov, 2012. Человек в единстве социальных и биологических качеств. Отв. Ред. А. А. Гусейнов. Российская АН, инст. Философии. Москва. Либроком. 379 с.

Historical Energy Production Statistics. 2014. <http://www.tsp-data-portal.org/Energy-Production-Statistics>.

Romer, P. 2008. Threat and Opportunity: A crisis is a terrible thing to waste. Cleantech + biotech = sixth technology revolution. https://www.responsible-investor.com/images/uploads/resources/research/21228316156Merril_Lynch_the_coming_of_clean_tech.pdf.

Technology Roadmap. Bioenergy for Heat and Power. OECD/IEA. 2012. <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/bioenergy.pdf>.

Veski, R. 2016. Tappev mõistus ehk elus- ja surnud aine, bio- ja noosfäär, inimkonna autotroofsus Vernadskiga ja Vernadskita. 300 lk.

Energeetikas

puhuvad muutuste tuuled



RENE TAMMIST
EESTI TAASTUV-
ENERGIA KODA

Taastuenergia arengut kannustavad selle tootmistehnoloogiate pretse-denditu hinnalangus ning elekt-ritootmise keskkonnaprobleemid, mis iseäranis arenguriikides, nagu Hiina või India, on sundinud panustama alternatiividesse. Niisamuti 2015. aasta lõpus sõlmitud üleilmne kliimalepe, millega 90% riikidest lubas heitmete vähendamise tegeleda just taastuenergia abil, ning taastuenergia lahenduste parem valmis-olek energiasüsteemis toimuvate muutus-tega kohaneda.

Energiatootmises on toimumas suur üleminek taastuenergiale. Viimase viie aastaga on päikesepaneelide hinnad langenud 75% ja tuulikutel enam kui 50%. Kui ajahorizonti laiendada, siis alates 1970ndatest on päikesepaneelide hinnad langenud 150 korda. Valitseb seaduspä- ra, et päikesepaneelide hinnad alanevad tootmisvõimsuste kahekordistudes nel- jandiku võrra, tuulikutel viiendiku võrra.

2015. aasta oli taastuenergia jaoks rek-ordaasta. ÜRO keskkonnaprogrammi ja Bloombergi koostatud raportist ilmneb, et möödunud aastal investeeriti taastu-energiasse rekordilised 285,9 miljardit USD, uusi võimsusi lisandus tervelt 25% rohkem kui aasta eest ja taastuenergia tootmisvõimsused moodustasid enam kui poole lisandunud elektritootmis- võimsustest maailmas. Seda kõike olu- korras, kus nafta, kivisöe ja maagaasi hin- nad langesid rekordmadalale tasemele.

Investeerimispank Goldman Sachs ennustab, et 2015–2020 alanevad akude hinnad 63%, mis omakorda suurendab päikese- ja tuuleenergia kasutamist. Sal-

vestuslahenduste arendamisse suunatak- se praegu vahendeid enam kui taastu- energia tootmisseedmete arendamisse. Sama raporti kohaselt kasvatab taastu- energia oma mahtusid kordades ja mood- stab kümne aasta pärast enam kui poo- le elektritootmise turust maailmas.

Tehnoloogia areng on parandanud nii päikesepaneelide kui ka tuulikute tootlikkust, mis lubab paari aasta taguse ajaga võrreldes näiteks tuulikutel toota elektrit isegi kuni poole võrra rohkem. Hiljutised Mehhikos ja Marokos toimu- nud tuule- ning päikeseenergia vähem- pakkumised võideti hindadega, mis on madalamad kui ükskõik millises teises uues elektrijaamas toodetav energia. Näi- teks Maroko meretuulepargis toodetakse elektrit hinnaga 27 €/MWh. See on oda- vam isegi tänasest ülimadalast elektri- energia hinnast Põhjamaade elektrituru börsil Nord Pool.

Nii tuuleenergia kui iseäranis päikese- energeetika on näidanud eksponentsiaal- set kasvu. Viimase 10 aastaga on päike- seelektri võimsus kasvanud globaalselt 40 korda – 5 gigavatilt 200 gigavatile. Iga kahe aasta tagant päikesepaneelide võim- sus kahekordistub ja seda juba viimased 20 aastat.

Kadumas on piir päikesepaneelide ja ehitusmaterjalide vahel. See tähendab, et päikesepaneel saab kasutada varikatus- tel, rõdupiiretel, katusematerjali ja fassaad- dikatte asemel ning akendel. Ka teekatted hakkavad elektrit tootma. Mõne aasta pärast on kõik ehitatavad majad elektri- jaamad. See areng käib käsikäes salves- tusvõimsuste arenguga, sh kütuseelemen- tide, võrgulahenduste, nutimajade ning elektritranspordi arenguga.

Google'i juhtiv teadlane Ray Kurzweil usub, et viieteistkümne kuni kahekümne aasta pärast toodetakse kogu maailmas vajaminev energia päikeseelektrijaama- des. Saririskikapitalist Elon Musk usub sarnasesse tulevikku, ent leiab, et ülemi- nek võtab mõned aastad rohkem aega.

Turujõud ja ideoloogia

Arenguid tehnoloogia vallas toetavad muutused turgudel ja ideoloogias. Olu- line on mõista, et iga lisanduv taastu- energia megavatt nõrgestab musta ener- gia tootjate turuolukorda veelgi. Elektri- energia turuhind kujuneb elektrijaamade muutvkvulu põhjal ning kütusevabad tootmisvõimsused, nagu tuul, päike või vesi, võimaldavad fossiilenergiatootjatel vähem turule energiat toota.

2014. aasta oli esimene 21. sajandil, kui kivisöe tarbimine maailmas vähenes – 0,9%, ning see trend jätkub. Muutused on sedavõrd märkimisväärsed, et muidu konservatiivsete tulevikustsenaariumide- ga esinev Rahvusvaheline Energiaagen- tuur töötas 2015. aasta lõpus välja uue „peak-coal“ stsenaariumi, mille kohaselt kivisöe tarbimise tipp maailmas saavutati 2013. aastal ning edaspidi on oodata vaid tarbimise kahanemist.

Kivisöesektori raskused aga ei ole tin- gitud mitte riikide ühtsest kliimapoliiiti- kast, vaid maagaasi hinnalangusest ning taastuenergia pretse-denditust odavne- misest. Mõne nädala eest teatas India energeetikaminister, viidates Indias toi- munud vähempakkumistele, et päikese- elekter on Indias kivisöelektrist odavam ja India kaalub oma suure 100 GW päi- keseenergia investeringuteprogrammi kasvatamist. Aga just Indiast pidi saama suur kivisöe tarbija, kuhu viie aastaga pidi lisanduma 124 GW kivisöel töötavaid jaamu.

Bloombergi andmetel on 2016. aasta aprilli seisuga enam kui poole maailma kivisöesektori varade omanikeks ettevõt- ted, mis on pankrotimenetluses või teel sinna. Kivisöesektor kannab kahjumeid kõikjal maailmas. Näiteks Saksamaa fossiilenergiahiidude väärtus börsil on vä- henenud 80%. Suurbritannias suletakse lähiaastatel kõik kivisöelektrijaamad.

Nafta- ja gaasitööstus on täna samu- ti sügavas kriisis. Võrreldes paari aasta

ÜLDENERGEETIKA

taguse ajaga on hinnad alanenud mitmekordselt ja investeeringud kokku kuu- vanud. Aktiivsete naftapuurtoornide arv USAs on langenud 1940. aastate tasemele. Väga paljud naftatootjad sõltumata suu- rusest liiguvad samm-sammult pankroti suunas.

Vähem kui 10 aastaga on Euroopa Lii- dus maagaasi tarbimine vähenenud enam kui viiendiku võrra. Sama trendi näe- me ka Eestis ja meie lähinaabrite juures. Gaasinõudluse vähenemine on tingitud struktuurinihetest Euroopa majanduses, tarbimisharjumuste muutustest, märki- misväärtetest edusammudest energia töö- husamal kasutamisel ning lisaks on olu- liselt suurenenud taastuvenergia osakaal. Ainuüksi elektritootmises on gaasi nõud- lus vähenenud ühe kolmandiku võrra.

Isegi kui nafta- ja gaasisektoril õnnes- tuks hävinguspiraalist välja keerutada, siis investeerimispanka Goldman Sachs hinnangul kutsuvad muutused elektri- transpordis koos isesõitvate autode kiire levikuga mõne aasta pärast esile juba järg- mise ja veelgi sügavama kriisi. Nende rap- porti kohaselt võrdsustuvad elektriautode hinnad tavaautodega kuue aasta jooksul.

Oluliseks surveallikaks on ka energia kokkuhoiu ja kasvuhuonegaaside vähen- damise ideoloogia. Pariisis mõne kuu eest allkirjastatud kliimakokkulepe tähendab sisuliselt üleminekut uutele tehnolo-

giatele, mis ei toituks fossiilkütustest, vaid taastuvast energiast. 90 protsenti maail- ma riikidest on juba deklareerinud, et pa- nustavad kliimamuutuste vähendamise taastuvenergia abil. CO₂ vabad ja suure energiatootmise kasuteguriga taastuvad allikad on uue aja nõudmistele enam vas- tavad.

Vajadus panustada taastuvenergiale

Mõne aasta eest taastuvenergia- ja kesk- konnaorganisatsioonide poolt esitatud kava „Taastuvenergia 100% – üleminek puhtale energiale“ läbib praegu uuendus- kuuri. Võrreldes 2012. aastaga, kui doku- ment põhiosas välja töötati, on tunduvalt langenud energiakandjate ja elektriener- gia hinnad, märkimisväärselt on lange- nud taastuvenergia tehnoloogiate hinnad, sõlmitud on ülemaailmne kliimalepe, mis tuli arvatust ambitsioonikam ning vähen- dab fossiilsete kütuste kasutamist.

Sajaprotsendiliselt taastuvenergiale ülemineku kava on jätkuvalt realistlik. See on arengusuund, mis lubab Eestil kasutada ära oma majanduslikku ning geograafilist eripära ning ressursipoten- siaali ja olla eeskujuks ka teistele, tagades seejuures veel ühe jõulise mootori Eesti majandusele.

Kava annab Eesti energiasektorile suuna minna 100% üle taastuvenergia-

le elektri- ja soojustajanduses aastaks 2030. Juba 2012. aastal kokku pandud plaan tõestab, et üleminek taastuvatele allikatele Eestis on tehniliselt teostatav, majanduslikult otstarbekas ja keskkon- nasäästlik. Uuenenud kava näitab, et üle- minek taastuvate allikate kasutamisele on muutunud varasemaga võrreldes soodsamaks ja vähem peab installeerima ener- giatootmisvõimsusi.

Ehkki Eesti pikaajalised energia- ja kliimapoliitika kavad näevad tulevikku endiselt põlevkivienergeetikas, on üha selgem, et põlevkivisektori kriisi ei ole ajutine ning energeetikas on puhumas uued tuuled. Selle tõestuseks on kas või fossiilenergiatootjaid kõikjal maailmas tabanud raskused. Seetõttu on oluline, et riigil oleks läbimõeldud tegevuskava, mis väldiks sotsiaalse kriisi tekkimist Ida-Vi- rumaal. Ida-Virumaa vajab plaani, kuidas välja arendada mitmekesise ettevõtlus- kliimaga konkurentsivõimeline piirkond. Kõik eeldused selleks on olemas. Oma olulist rolli võiksid siin mängida ka taas- tuvenergia lahendused.

Eestis on olemas ettevõtjate valmisolek jõuliseks kohaliku taastuvenergia toot- mise suurendamiseks, koos kodumaise energiatööstuse arendamisega. Vähe on teada fakt, et Eestis käib vilgas roheliste tehnoloogiate arendus, arendatakse ja toodetakse edukalt tuulikuid, päikesepa-

FOTO: SHUTTERSTOCK

Möödunud aastal investeeriti taastuvenergiasse rekordilised 285,9 miljardit USD, uusi võimsusi lisandus tervelt 25% rohkem kui aasta eest ja taastuvenergia tootmisvõimsused moodustasid enam kui poole lisandunud elektritootmisvõimsustest maailmas.

In 2015, a record \$285.9 billion was invested in renewable energy production, creating 25% more capacity than the year before, and new renewable energy capacity accounted for half of new electricity production capacity globally.





FOTO: ARNO MIKKOR

Eesti elektrisektoris on taastuenergia osakaal 16,7%.
In Estonia's electricity sector, the share of renewables is 16.7%.

neele, invertereid, targa maja seadmeid ja tarkvaralahendusi. Paljud kohalikud tehnoloogiaettevõtted on oma arendustega faasis, kus ollakse valmis tootmise käivitamiseks.

Huvitavaks eeskujuks võiks olla meile Taani. Globaalses mõttes on Taani samuti väikeriik, mis veel 1980. aastate alguses sõltus täielikult imporditavatest fossiilenergiakütustest. Toona tehtud kannapööre, mille keskmes oli läbimõeldud ja ambitsioonikas lähenemine energiasäästu ning taastuenergia vallas, on riigist teinud kolmandiku maailma tuuleturbii- nide tootja, ainuüksi tuulikute eksport moodustab üle 10 protsendi riigi kogueksportidist ja pakub kõrgepalgalist tööd üle 50 000 inimesele. Lisaks on riigis globaalsed hiiglased energiasäästu ja biotehnoloogia valdkonnas.

Tuleks võimalusest haarata

Eestile võiks taastuenergiale panustamine olla suur võimalus. Puhastesse energiatehnoloogiasse investeeritakse järgmise 15 aasta jooksul Rahvusvahelise Energiaagentuuri andmetel 13,5 triljonit dollarit. See on tohutult kiiresti kasvav turg ja Eestil tuleks sellest võimalusest kinni haarata.

Me ei alusta sugugi tühjalt kohalt. Taastuenergia edendajad on Eestis investeerinud elektritootmisse 768 miljonit eurot. Sektor annab juba tööd 3100

inimesele ning ainuüksi palgalt laekub maksusid riigieelarvesse enam kui paarikümne miljoni euro jagu aastas. Igal aastal kahekordistub elektritootmise mikrotootjate hulk ja installeeritud võimsused ning huvi ise elektrit toota on suur.

Siiski peab kahjuks tunnistama, et viimastel aastatel pole Eestis taastuenergia arengud elektritootmises ja transpordisektoris olnud nii positiivsed kui varem. 2015. aasta oli esmakordne viimase kümne aasta jooksul, kus suuri, taastuenergiat põhinevaid elektritootmisvõimsusi ei lisandunud. Elektrisektoris on taastuenergia osakaal 16,7%. Transpordisektoris küll valmistatakse riigi poolt ette meetmeid taastuenergia kasutusele võtmiseks, ent hetkel on Eesti oma 0,2% taastuenergia osakaaluga transpordikütuste lõpptarbimisest Euroopas punase laterna rollis. Soojussektoris oli pilt mõnevõrra positiivsem ja taastuenergia osakaalu järkjärguline kasv on nüüdseks jõudnud 53 protsendini.

Olukorra muutmiseks on Eestis vaja selget eesmärki üleminekust taastuenergiale, selgeid ja jõulisi meetmeid taastuenergia arendamiseks ning stabiilset investeerimiskeskonda. Palju tuleb ära teha seaduste muutmiseks, vastu võtta aastaid menetluses olnud elektrituruseaduse ja kaugkütteseaduse muudatused, mis motiveeriks taastuenergiasse in-

vesteerima. Muuta tuleks ka seaduspärg- laid, mis praegu välistavad energiaühis- tute loomist, seavad piiranguid energia väiketootmisele ja kehtestavad põhjenda- matud, Euroopa tingimustes ainulaadsed ning ebamõistlikult kallid võrguga liitu- mise tingimused.

Edasi tuleks arendada tarkade võrkude kasutuselevõtmist ning salvestuslahen- dusi. Näiteks ainuüksi elektrit salvestava Muuga hüdropumpjaama planeering on tänaseks aega võtnud seitse aastat, ehkki Euroopa ühishuviprojektide eeskiri, mis Muuga projektile rakendub, piirab pla- neeringumenetlust maksimaalselt kolme ja poole aastaga.

Samuti tuleks kokku panna investee- ringutoetusprogramm alternatiivsetest allikatest, nagu CO₂ kvoodi tulud, Euroopa Liidu taastuenergia statistikakaubandus ja struktuurivahendid, mis meelitaks sektorisse investeeeringuid.

Energiatootmises toimuvad muutused lubavad meil loota paremale homsele. Taastuenergiale panustamine võiks olla Eestile suureks võimaluseks. Uues, taastuenergiat põhinevas majanduses ei loe enam, milliseid loodusressursse mõni riik või suurkorporatsioon omab ja haldab, vaid määrav on intellektuaalne kapital. Eestil oleks selles muutuv maailmas oma koht, ent selle leidmiseks ei piisa üksnes erasektori pingutustest, vaid riik peab siin olema aktiivne partner.

Laineenergia ja selle kasutamise varjukülgedest Läänemeres



MARIS EELSALU

TTÜ KÜBERNEETIKA INSTITUUDI
LAINETUSE DÜNAAMIKA
LABORATOORIUMI NOOREMTEADUR

TARMO SOOMERE

TARMO SOOMERE TTÜ KÜBERNEETIKA
INSTITUUDI LAINETUSE DÜNAAMIKA
LABORATOORIUMI JUHTIVTEADUR, JUHA-
TAJA, TEADUSTE AKADEEMIA PRESIDENT



mis võivad liikuda tuhandeid kilomeetreid üle ookeanide, sealjuures oma energiat oluliselt kaotamata. Ookeanides võib laineenergia keskmine võimsus laineharja pikkuse ühiku kohta ulatuda kohati ka üle 100 kW/m (Cruz, 2008).

Maailma laineenergia koguressursiks on hinnatud ligikaudu 2 TW, mis jääb ka samasse suurusjärku summaarse elektritarbimisega (Thorpe, 1999). Laineenergia kasutamist raskendab eelkõige selle ulatuslik muutlikkus nii ruumis kui ka ajas (Arinaga ja Cheung, 2012), aga ka heade tehnoloogiliste lahenduste puudumine. Parimal juhul oleks võimalik sellest kasu-

tada kuni 25% (Cruz, 2008). Laineenergia poolest kõige rikkamad piirkonnad asuvad 40. ja 60. laiuskraadidel mõlemal pool ekvaatorit, kus sageli puhuvad tugevad läänetuuled. Briti saarestiku lähistel ulatub laineenergia keskmine võimsus 60 kW/m-ni. Sarnaseid väärtusi esineb veel mitmes paigas, nagu Tšiili, Austraalia, Uus-Meremaa jt rannikumeredes. Laineenergia ressursid on suhteliselt tagasihoidlik ekvatoriaal- ja troopikaaladel ning suletud või poolsuletud sisemeres.

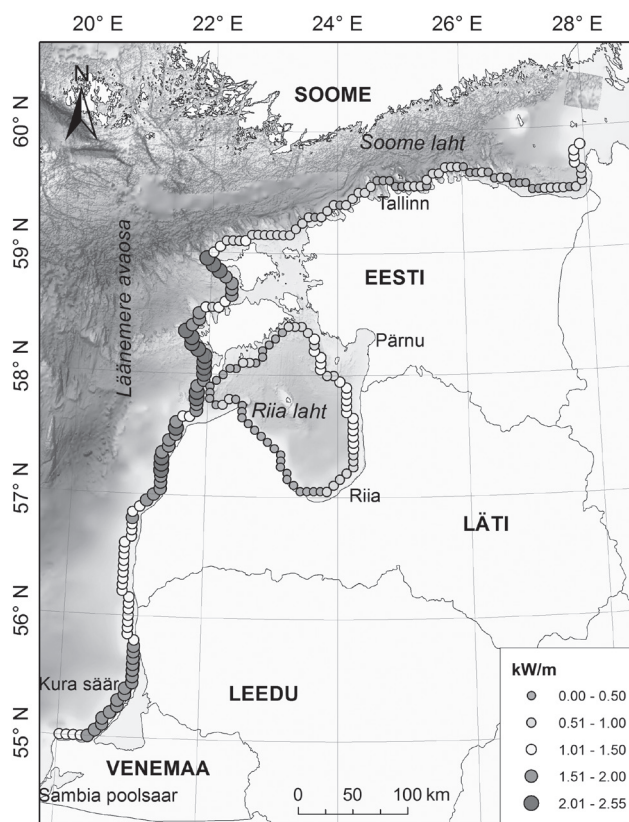
Eestiski võimalik

Kuna Eesti rannajoone kogupikkus on ligikaudu 3800 km, on mõistlik kaaluda laineenergia võimalusi taastuvenergia tootmiseks Läänemere idarannikul. Eelkõige peetakse Läänemere lainetuse intensiivsust üheks suuremaks Saaremaa ja Hiiumaa ranniku lähistel paiknevatel aladel. Mere geomeetria ja domineerivate tuulte suundade kooskõla loob eeldused pikemate ja kõrgemate lainete tekkeks just selles piirkonnas (Schmager jt, 2008).

Laineenergia süstemaatiline analüüs Läänemere idaosas, Sambia (Samlandi) poolsaarest Soome lahe idaosani, k.a Liivi laht (Soomere ja Eelsalu, 2014), tugineb kolmanda põlvkonna spektraalse lainemudeli WAM abil rekonstrueeritud lainetuse andmestikule (Räämet, 2010). Peamisteks väljundparameetriteks on lai-

Üheks atraktiivsemaks taastuvenergia allikaks on laineenergia, mille kasutamisel on palju positiivseid aspekte: energiatiheduse kõrge määr, minimaalne keskkonna saastumine, vähene visuaalne mõju jms (Clément jt, 2002). Võrreldes teiste taastuvenergia liikidega, nagu tuuleenergia, on pinnalainete energia väga kontsentreeritud, olles koondatud ookeani pinnakihti.

Nii nagu enamiku taastuvate energiaressursside puhul, on laineenergia esmaseks allikaks päikeseenergia. Maale jõudva päikese kiirguse ja selle neeldumise tingimuste varieerumine eri paikades põhjustab temperatuuri erinevusi üle kogu maakera. Selle tõttu tekivad tuuled, mis annavad vee kohal puhudes osa oma energiast pinnalainetele. Keskmiselt transformeerub selle ahela kaudu päikese energiast laineteks keskmiselt 0,01–0,1 W/m², mis võrreldes kogu päikeseenergia sisendiga (ligikaudu 350 W/m²) on väga väike osa (Cruz, 2008). Tuulte tekitatud häiritused veepinnal akumuleeruvad aga järjest pikemate lainetena,



JOONIS 1.
Laineenergia pikaajaline keskmine ranna poole suunatud voog Läänemere idaosas, Soome lahes ja Liivi lahes ajavahemikus 1970–2007. Mummude asukohad tähistavad lainemudeli arvutuspunkte.
Long-term average wave energy flux along the coasts of the eastern Baltic Proper, Gulf of Finland and Gulf of Riga in 1970–2007. Dots mark the reference points of the wave model.



Briti saarestiku lähistel ulatub laineenergia keskmine võimsus 60 kW/m-ni.

Near the British Isles, average wave energy capacity reaches 60 kW/m.

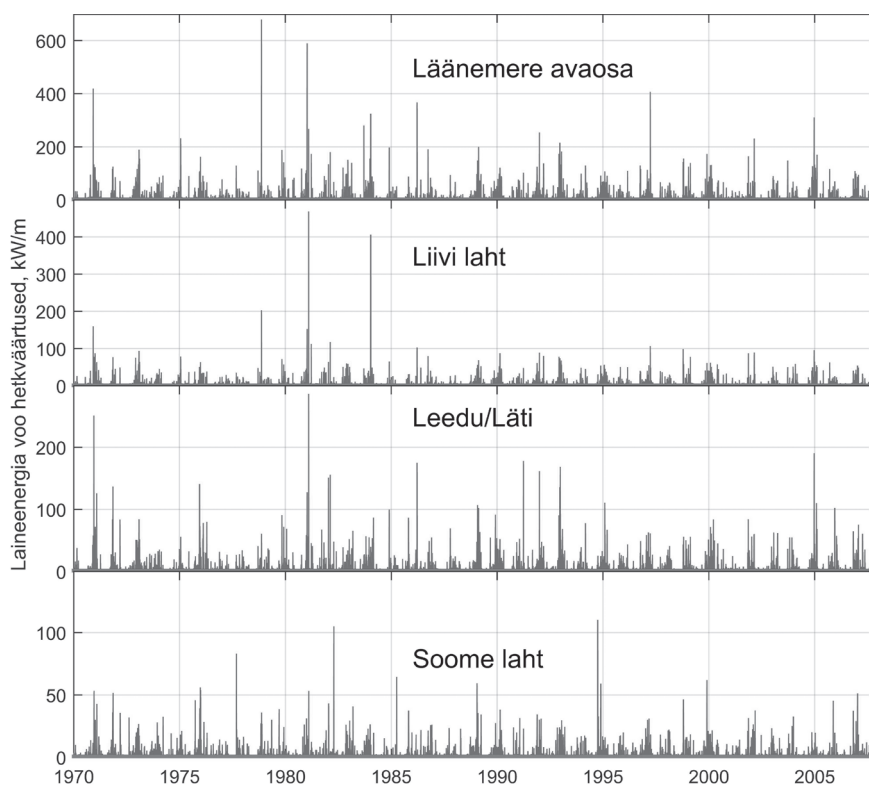
nekõrgus, tipp-periood ja lainelevi suund. Need on rekonstrueeritud ajavahemikul 1970–2007 ajasammuga 1 tund, ruumilise lahutusvõimega 3 laiusminutit ja 6 pikusminutit (3×3 meremiili). Lainetuse energiaressursi hindamisel arvestati ainult laineenergia voo (teisisõnu, lainete edasikantava võimsuse) ranniku poole levivat osa 222-l rannikumere lõigul keskmiselt 10–20 meetri sügavuses vees (joonis 1).

Teoreetiliseks laineenergia koguvõimsuseks, mis saabub Balti riikide rannikule, on hinnatud 1500 MW (Soomere ja Eelsalu, 2014). See moodustab ligikaudu 1/3 regiooni kogu energiatarbimisest. Eesti on suhteliselt heas positsioonis: meie rannikul on lainekõrgused (ja saabuv energia) märksa suuremad kui paljude teiste Läänemere riikide rannavööndis. Laineenergia ressursid Eesti rannikuvetes moodustab arvestatava osa kogu Läänemere idaosa ressursist, ligikaudu 600 MW. Sellest suurem osa (400 MW) saabub Eesti läänerannikule ning Soome lahe lõunarannikule jõuab ainult 220 MW ehk vaid üks kolmandik Eesti laineenergia summaarsest ressursist. Liivi lahe lainete võimsus suhteliselt suure rannajoone kogupikkuse kohta (450 km) on samuti tagasihoidlik ning jääb alla 300 MW. Laineenergia ressursid Kalinigradi oblastist kuni Kuramaa poolsaare tipuni on praktiliselt sama mis Eesti rannikuvetes kokku, ligikaudu 600 MW.

JOONIS 2.

Laineenergia voo varieerumine ajavahemikus 1970–2007 Läänemere avaosas, Liivi lahes, Soome lahes ja Läti ja Leedu rannikul. Must joon tähistab laineenergia voo hetkväärtusi.

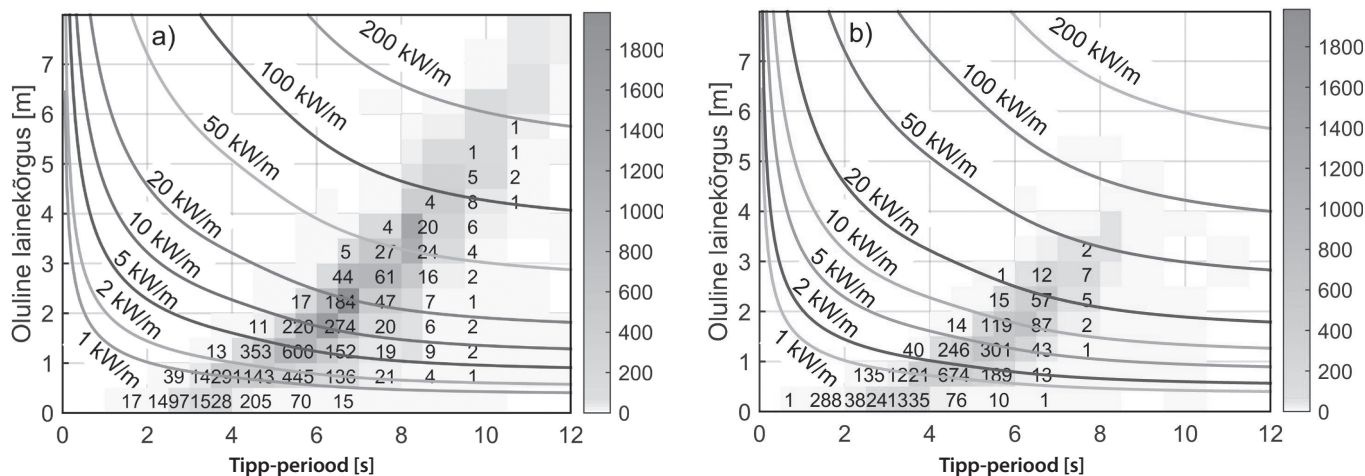
Instantaneous onshore wave energy flux in the nearshore of Baltic Proper, in the Gulf of Riga, in the Gulf of Finland and at the border of Latvia and Lithuania in 1970–2007. The black line indicates instant values of wave energy flux.



JOONIS 3.

Laineenergia jaotumine eri kõrguste ja perioodidega lainete vahel aasta keskmisena kahes rannalõigus: Saaremaa länerannikul (a) ja arvutuspunktis Soome lahe lääneosas (b). Joonisel on näidatud erinevate tipp-perioodide (s) ja oluliste lainekõrgustega (m) lainesüsteemide esinemise arv (kestus tundides) ja nende poolt konkreetsesse rannalõiku transporditud aastane summaarne laineenergia voog (muutuv tonaalsus) lahutusvõimega 1 sekund ja 0,5 m.

Annual average distribution of wave energy by wave height and frequency in two shore sections: on the west coast of Saaremaa Island (a) and in the western Gulf of Finland (b). The figure shows the number of wave systems with different peak periods (s) and significant wave heights (m) (duration in hours) and annual bulk wave energy resource transported to the specific shore section (variable tonality) at a resolution of 1 s and 0.5 m.



Laineenergia on enim kontsentreeritud Saaremaa ja Hiiumaa ranniku lähiste. Sealsed suurimad pikaajalised keskmised väärtused (arvutatud üle 38 aasta) on kuni 2,5 kW/m (joonis 1). Leedu ja Läti rannikuil on lainete energiavoo väärtusteks valdavalt 1–2 kW/m. Oluliselt väiksem, üldjuhul alla 1 kW/m, on lainete võimsus poolsuletud Liivi ja Soome lahes. Selline võrdlemisi suur (kuni viis korda) varieerumine peegeldab Läänemere lainekliima ruumilist muutlikkust (Schmager jt, 2008).

Laineenergia praktilise kasutamise seisukohalt iseloomustab lainete energiavoo keskmine võimsus rannalõigu ühe meetri kohta (joonis 1) vaid osaliselt selle kasutamise võimalusi. Kõigepealt tuleb laineenergia muundada kasutamiseks sobivale kujule. Vajalikud seadmed tuleb kavandada vastavuses lokaalse lainekliimaga. Mõistlik on optimeerida need konverterid eelkõige nende lainete parameetrite jaoks, mis toovad meie randa märkimisväärse osa aastast koguergiast. Avaookeani rannikuile transpordivad arvestatava osa lainete energiast lauged ummiklained. Kuna need on esindatud aasta läbi, on seal laineenergia voog suhteliselt suur ja stabiilne enamiku ajast (Arinaga ja Cheung, 2012). Läänemerele on omane ulatuslik laineenergia voo varieerumine ajas (joonis 2). Nii võib tormilainetuse

korral rannalõiku jõudev laineenergia voog ületada pikaajalist keskmist võimsust kahe suurusjärgu võrra ehk mitusada korda (joonis 2). Näiteks Saaremaa lähistel on maksimaalselt laineenergia voo väärtuseks hinnanguliselt 680 kW/m, kuid pikaajaline keskmine lainete võimsus on kõigest 2,55 kW/m.

Sellised tavapärasest kordades kõrgemad tormilained transpordivad eranditult kõikidesse rannalõikudesse suurema osa aastast koguergiast. Nende n-õ kõige energiarikkamate lainete tüüpilised kõrgused Läänemere avaosaga külgnevatel merealadel (joonis 3a) on 2–4 meetrit ja nende tavaline periood 6–8 sekundit. Liivi ja Soome lahes (joonis 3b) on suurem osa igal aastal randa jõudvast energiast koondunud 1–3 meetri kõrgustesse ja 4–7sekundiliste perioodidega lainetes (Soomere ja Eelsalu, 2014).

Kahjuks ei saa me seda energiat niisama lihtsalt terve aasta vältel tarvitada. Peamiseks piiravaks asjaoluks on, et lõviosa aastast laineenergiast saabub meie randadesse paari kuuga. Aastast koguergiast tervelt 60% transpordivad lained randa kõigest kahe-kolme tormise nädalaga (Soomere ja Eelsalu, 2014). Selle töö teevad ära lained, mis kuuluvad 5% kõrgeimate sekka. Ainuüksi 1% aasta kõrgeimatest lainetest (s.t lainetest, mis esinevad aastas kokku 3–4 päeva) too-

vad randa ligikaudu 30% aastast koguvõimsusest (joonis 4).

Sellistes lainetes sisalduva energiaressursi kasutamine on üks suurimatest väljakutsetest Läänemere lainete energia praktilises kasutamises. Tormid meie rannikul võivad olla väga võimsad, nii et tervelt 1/5 kogu aastast laineenergiast tuleb sageli kohale vaid kahe kõige tormisema päevaga. Sellise energiavoo kinnipüüdmiseks ja konverteerimiseks tarbitavaks energiaks ei ole lihtne leida sobivaid seadmeid. Siiski on välja pakutud mitmeid just Läänemere tingimustesse sobivaid konvertereid (vt <http://www.ttu.ee/projektid/mektory-est/broneerimine/start-up-ettevotted-mektorys/lainergy/>; <http://geenius.ee/uudis/rootslaste-poi-toob-laineenergiasse-uu-polvkonna-kuud-soomere-sonullaanemerest-energiat-voi-Blažauskas-jt,2015>). Kui aga suudaksime sellised seadmed ehitada või soetada, siis enamiku aastast seisaksid nad tegevuseta. Nimelt saabub vaiksamal poolaastal meie randa vaid 1% aastast koguergiast. Muundurid oleksid mõistlikult koormatud parimal juhul kolm kuud, mille vältel toodetakse ligikaudu 90% aastast energiat (joonis 4).

Kirjelatud probleemid peegeldavad kontrastsel moel Läänemere lainekliima üsna hästi tuntud omadusi. Erinevalt avaookeanist, mille randu mõjutab pea-

aegu kogu aeg kaugete tormide tekitatud ummiklainetus, püsib tugev lainetus, millest saaks tänapäeva konverteritega energiat toota, Läänemerel vaid väheste nädalate vältel. Neisse nädalatesse langevad ka kõik ohtlikult kõrged veetasemed ning sageli jääperioodi algus. Ülejäänud aja vältel meri loksab üsna laisalt või on lausa peegelsile. Sellele kõigele lisandub asjaolu, et meie rannikust ligikaudu pool on looduskaitse all. Nendele aladele saabuv energia kasutamine ei pruugi olla võimalik. Neid asjaolusid teades võiks laineenergia kasutamist kaaluda sihtots- tarbeliselt, näiteks sadama sissesõidutee- del lainetuse summutamiseks, rannikute kaitse eesmärgil või kombineeritult aku- de ja päikesepaneelidega navigatsioo- nitulede toiteks või muude väiksemate tarbijate varustamiseks.

Kasutatud kirjandus

Arinaga, R. A., Cheung, K. F. 2012. Atlas of global wave energy from 10 years of reanalysis and hindcast data. *Renewable Energy*, 39, 49–64.

Blažauskas, N., Pašilis, A., Knolis, A. 2015. Potential applications for small scale wave energy installations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 297–305.

Clément, A., McCullen, P., Falcão, A., Fiorentino, A., Gardner, F., Hammarlund, K., Lemonis, G., Lewis, T., Nielsen, K., Petroncini, S., Pontes, M.-T., Schild, P., Sjöström, B.-O., Sørensen, H.-C., Thorpe, T. 2002. Wave energy in Europe: current status and perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 6, 5, 405–431.

Cruz J. 2008. *Ocean wave energy, current status and future perspectives (green energy and technology)*. Springer; 461 lk.

Räämet, A., 2010. *Spatio-Temporal Variability of the Baltic Sea Wave Fields*. Doktoritöö. Tallinna Tehnikaülikool. Tallinn.

Schmager, G., Fröhle, P., Schrader, D., Weisse, R., Müller-Navarra, S. 2008. Sea state, tides. In: Feistel, R., Nausch, G., Wasmund, N. (toim.). *State and Evolution of the Baltic Sea 1952–2005*. Wiley, 143–198.

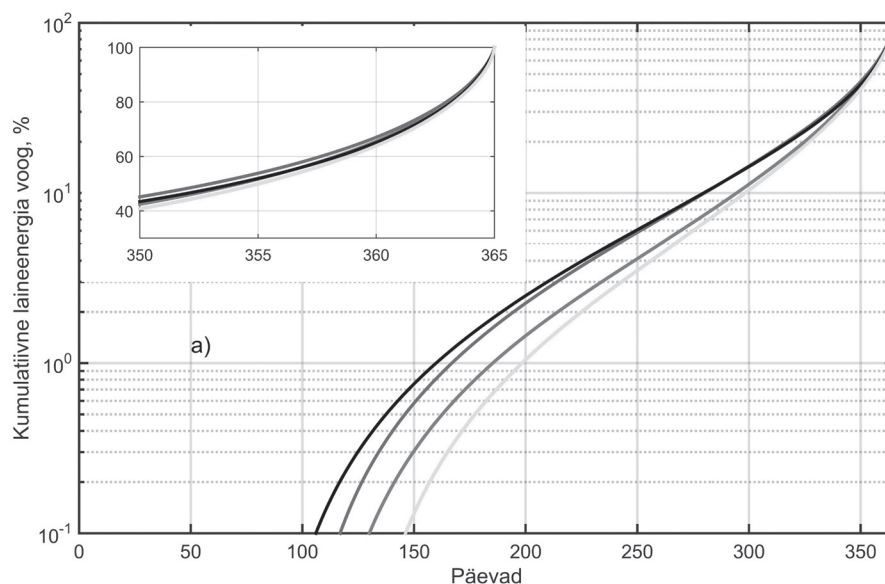
Soomere, T., Eelsalu, M. 2014. On the wave energy potential along the eastern Baltic Sea coast, *Renewable Energy* 71, 221–233.

Thorpe, T. W. 1999. A brief review of wave energy. Technical report no. R120, EnergyTechnology Support Unit (ETSU). A report produced for the UK Department of Trade and Industry.

JOONIS 4.

Kumulatiivne laineenergia voog ranniku lähistel (jooned vasakult paremale): Kura säärel, Läti ja Leedu piiril, Saaremaa läänerrannikul, Hiiumaa läänerrannikul.

Cumulative energy flux (lines left to right): at the nearshore of Curonian Spit, at the border of Latvia and Lithuania, western coast of Saaremaa and eastern Gulf of Finland.



Tormid meie rannikul võivad olla väga võimsad, nii et tervelt 1/5 kogu aastastest laineenergiast tuleb sageli kohale vaid kahe kõige tormisema päevaga.

Storms can hit our shores rather violently, often bringing in 1/5 of a year's wave energy in just a couple of the stormiest days.

Maasoojuse kasutamisest Eestis – kas kaugel unistus või lähitulevikuvõimalus?



ALVAR SOESOO

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOI FÜÜSIKALISE GEOLOOGIA PROFESSOR

TARTU ÜLIKOOI KÜLALISPROFESSOR

EESTI GEOTERMAALENERGIA ASSOTSIATSIOONI JUHATUSE LIIGE

Vaatamata mitmesuguste alternatiivenergiaallikate kasutamise tehnoloogilisele arengule viimasel kümnendil Euroopa Liidus ja ka Eestis on maasoojuse kasutamine meil suhteliselt lapsekingades. Siiani üks riigi energeetilise iseseisvuse mootoreid – põlevkivi – ei ole lõpmatute varudega ja pole enam sugugi odav energiaallikas. Tuul ja päike on meie toredad sõbrad, tuuleenergeetikale maksame peale, jõgede ramm on väike, tuumaenergeetika vajab pikka selgitus- ja arendustööd. Maasoojus on kahtlemata üks energiaressursse, mis on säästlik, keskkonnasõbralik ja võiks olulisel määral rikastada Eesti energeetikat.

Maa soojuse vööndeid võib tinglikult jagada kaheks – mõnemeetrine ülemine osa, kus talletub päikeselt tulev kiirgus soojusena maapinna kõige ülemisse kihti, ja teiseks maakoore sügavam osa (> 1000 m), kus levib maa sügavusest tulev kuumus. Sinna vahepeale (50–300 m) mahub põhjavee soojus, mis Eesti oludes võiks samuti olla tõsiseltvõetav energiaallikas väiksemate küttelahenduste projekteerimisel. Maa sügavamate kihtide (> 800 m) soojuse potentsiaali kohta meil kahjuks andmeid pole.

Rakendades tehnoloogiat, on maapinnalähedast soojust võimalik võtta kasutusele, ehkki suhteliselt piiratud mahus, kuna kasutatakse temperatuur jääb vahemikku +2 kuni +10 kraadi. Tegelikult on rakendatud maasoojuspumpasid eramute – aga viimasel ajal ka ühiskondlike

hoonete – kütteks juba enam kui 15 aastat.

Soojuspumpade liidu andmetel (espl. ee) on liidu ettevõtted ametlikult paigaldanud Eestis enam kui 9300 maasoojuspumpa. Ajavahemikul 1993–2014 paigaldatud maasoojuspumpade ja -süsteemide koguarv võib ulatuda üle 11 500.

Seda tüüpi maasoojus-süsteeme võib jagada

- horisontaalseks suletud süsteemiks, kus soojust edasi viiv lahus ringleb torustikus ja soojust ammutatakse pinnasest;
- puuraugu baasil avatud süsteemiks, kus põhjavett pumbatakse ühest puuraugust, soojusvaheti abil võetakse soojus ning vesi pumbatakse tagasi eemal asetsevasse sama veehorisondi puurauku;
- suurkaevu baasil suletud süsteemiks, kus suurkaevus asetseb üks või mitu suletud torude süsteemi, milles ringleb madala keemistemperatuuriga vedelik, mille kaudu toimub soojuse „transport“ põhjaveest. Vahel kasutatakse põhjavee suurkaevu nii vee kui ka soojuse ammutamiseks, sel juhul on tegu poolavatud süsteemiga.

Soojust saab eraldada ka järvedest ja isegi merest. Viimati mainitu näiteks on Lennusadam Tallinnas, kus muuseumihoone kütmiseks, aga samuti suviseks jahutamiseks kasutatakse merevee soojust.

Talvel kütteks, suvel jahutamiseks

Maailmapraktikas kasutatakse hoonete kütmist ja jahutamist koos, maasoojuse kasutamine annabki hea võimaluse sama süsteemi kasutada talviseks kütteks ning suviseks jahutamiseks. Ka meie lähiümbruses on selles vallas häid kogemusi ette näidata. Näiteks kasutab Arlanda lennujaam Rootsis nn maa-aluse järve vett – tegu on põhjaveega, mis asub kristalsete kivimite lohus paikneva kruusaka-liivaka pinnase sees. Selle loodusliku soojuse

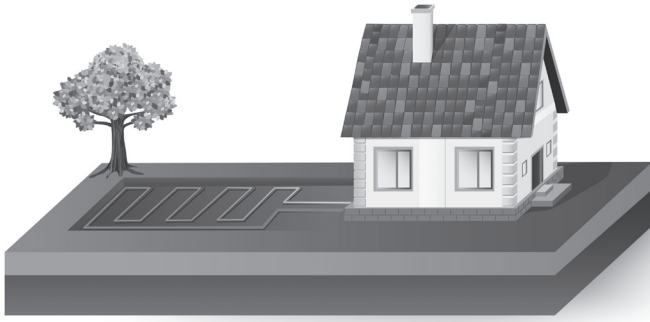
hoiuruumi põhjaossa on puuritud viis puurauku külma vee tarbeks ning lõunaossa kuus puurauku soojust (sooja vee) tarbeks. Selline kruusaka-liiva ja savisegune materjal (arvestuslikult 1,8 miljonit m³) toimib kui looduslik soojusvaheti, milles suvel pumbatakse lennujaama ja tehniliste ruumide üleliigne soojus, mida siis talvel saab kasutada lennujaama kütteks ja lumesulatuseks. Kogu süsteem on üles ehitatud katmaks kuni 8 MW võimsust, keskmise kütteevee vooluga kuni 720 m³ tunnis.

Majandusinimesed muidugi pärivad, kas selline investeering ka ära tasub. Arlanda puhul moodustas süsteemi maksimum umbes 5 miljonit eurot, tasuvusajaks arvutati 5 aastat ning alalisteks kuludeks umbes 1 sent soojuse-jahutuse kWh eest. Tundub pisut ulmeline!

Kas ehk peaksime ka Eesti maapõues niisuguse mõttega ringi vaatama? Järsku on mõni meie aluspõhjaline nõgu või ürgorg just selliste parameetritega, et võiks sealset keskkonda kasutada näiteks lähedalasuva küla või asula kütteks? Idee iseenesest pole ju uus, aga autori teada sellekohaseid uuringuid Eestis siiani tehtud pole.

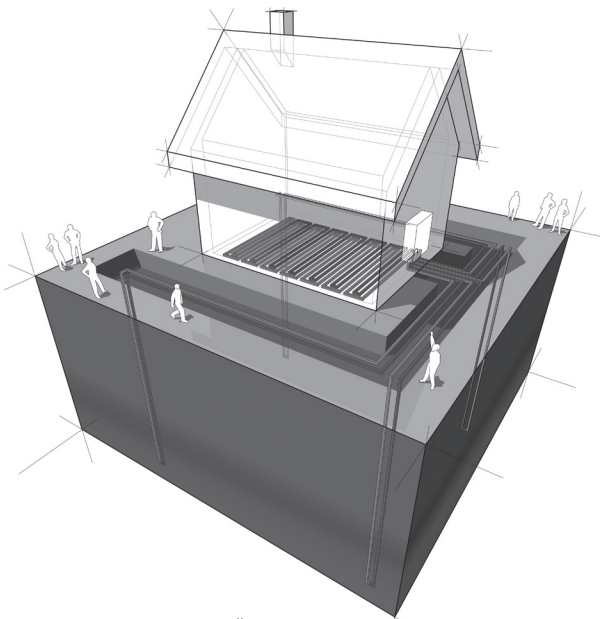
Kohalik põhjavesi

Kuidas oleks aga soojusallikaga, mille temperatuur ulatub +50 või isegi +100 kraadini? Selge on see, et meie Eesti põhjavesi selliseid temperatuure ei kannaks, ilmselt mitte esimesed paar kilomeetritki. Isegi see, et maasügavus pakub peaaegu piiramatu energiaallikat, sarnaselt päikesega, on meile üsnagi tundmatu maailm. Ühelt poolt tuleneb meie tagasihoidlikkus seesuguste mõtete arendamisel otseselt meie riigi geoloogilisest ehitusest ja geograafilisest positsioonist, mis näitavad, et meie maapõue ülemised kihid ei ole nii kuuma kui maakoore vulkaanilistes piirkondades ning kõrgema temperatuuri saavutamiseks tuleb meil sügavaid puurauke puurida. Teiselt poolt tuleb see ka sellest, et räägime mis me räägime oma tehnoloogilisest edust ja eesrindlik-



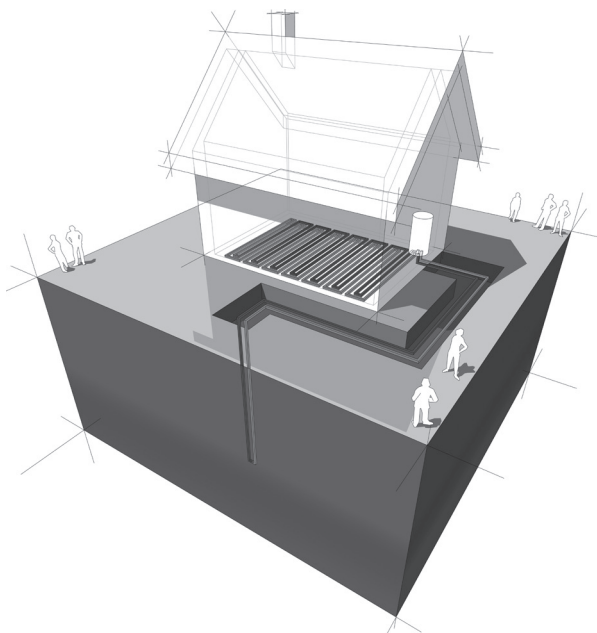
Eestis siiani enamasutatud süsteem – horisontaalne suletud süsteem, mis kasutab pinnasesse akumuleerunud päikesesoojust.

The most common system in Estonia – horizontal closed circuit using the solar heat accumulated in soil.



Kahe puuraugu süsteem, avatud. Ühest puuraugust pumbatakse vesi soojusvahetisse. Soojuse kaotanud vesi suunatakse sama veehorisondi teise puuraugu tagasi.

A two-borehole open system. Water from one borehole is pumped into the heat exchanger. Cooled water is discharged to another borehole in the same water layer.



Suletud maasoojussüsteem, ühe puuraugu baasil.
Closed geothermal heating system, one borehole.

kusest, tegelikkuses oleme konservatiivid ja mitte väga avatud uutele suundumustele. Taastuvenergia „sektor“ tundub meil juba olevat paika pandud ka ja sinna pole maasoojus vähemasti esimeses ringis mahtunud!

Kui maapinnalähedase (< 2 m) maasoojuse kasutamine ei nõua tänapäeval suurt *know-how'd*, siis sügavamate kihtide potentsiaali kohta on andmed väga puudulikud, et mitte öelda olematud. Kindlasti on suur perspektiiv põhjavee soojuste ärakasutamisel (20–300 m sügavusel), kuid lisaks teadmiste nappusele (näiteks, milline on keskkonnamoju) on pudelikaelaks puurimise / tehnoloogilise lahenduse kõrge hind (suurusjärgus 80–100 eurot meetri kohta) ja tihti ka „paberite ajamine“. Õnneks on viimased aastad näidanud vähemasti paberiajamises paranemise märke ning esimesed kümned põhjavee soojuste ärakasutamisel põhinevad süsteemid on käivitunud ka Eestis.

Küll aga on Läti ja Leedu selles valdkonnas Eestist ette jõudnud. Leedu linnas Klaipėdas alustas selle sajandi algul tööd geotermaalenergia näidisjaam, mis kasutas energiaallikaks kohalikku põhjavett. Jaama ehitamise hinnaks oli arvestuslikult 20 miljonit USD. Kolmekümne kaheksa kraadist Devoni veehaarde põhjavett saadakse enam kui kilomeetri sügavuselt. Vesi pumbatakse pärast sooja ärakasutamist jaamast eemal põhjaveekihti tagasi. Soojus saadakse kätte absorptsiooni soojuspumpade abil ning seda kasutatakse Klaipėda linna küttesüsteemi toetuseks. Jaama võimsus on küll väike (2003. aastal 215 000 MWh; koguvõimsus 35 MW, sellest u 16 MW geotermaalne osa), aga võrreldes kütteõliga jäi arvestuslikult aastas atmosfääri paiskamata ligi 52 000 t CO₂, 11 t NO_x ja 1160 t väevliühendeid. Eesti arvukate tuuleparkide kõrval, õigemini kombinatsioonis nendega, oleks geotermilisel katsejaamal kindlasti oma koht olemas, nii arvestatavalt võimsuselt kui ka maksumuselt.

Vaja puurida

Nagu teada, ei paljasta Eesti ala maakoore ehitus soojusanomaaliaid maapinna lähedal. Iidse maakoore kilbi alana on meie kristalsed kivimid jahedamad, teisalt ei moodusta settekivimite kiht piisava paksusega „tekki“, nagu seda näeme näiteks Leedu aladel. Kui sügavale me peaksime ikkagi puurima, et leida näiteks +80kraadist kivimitemperatuuri? Selle kohta andmed puuduvad. Eesti sügavaim puurauk ei ulatu kilomeetrinigi ning vaid käputäis mõõtmisi on tehtud 500 m sügavuselt. Soojusandmete analüüs näitab, et 250 m sügavusel võib rääkida Eestis kahest soojemast vööndist: Kirde-Eestis, kus temperatuur on umbes +13–14 kraadi piires, ja Edela-Eestis, kus temperatuur on sellest keskmiselt paari kraadi võrra madalam. Üksikud mõõtmised 500 m sügavusel näitavad selgelt, et Kirde-Eestis on maapinna temperatuur umbes +16 kuni +18 kraadi. Sellega meie otsesed teadmised kahjuks lõpevad. Hindamiseks meie koduse maapõue geotermilist potentsiaali, ei pääse me mööda puuraukude puurimisest. Näiteks kahekilomeetrine puurauk laiendaks meie teadmisi suuresti. See aga tähendaks mitme miljoni euro suurust investeeringut puurimisse ja geoloogilisse uuringusse! Maades (Prantsusmaa, Saksamaa jm), kus geotermaalenergia arendamisega tegeletakse, ei ole mingi probleem ka 5–6 km sügavuste puuraukude võrgu puurimine uuringu- ja rakendusotstarbeks. Puurimine on kahtlemata kallis ja ul-

mena tundub ka 1000meetriine auk, aga samas võtame kas või naabermaa Rootsi, kus 1300 meetri sügavusel maa-aluses kaevanduses vuravad lausa suured kallurid. Siinkohal jääb loota, et geotermiaalprojektide arvu olulise kasvuga Euroopa riikides muutub lähitulevikus ka puurimine odavamaks. Hetkel peaks arvestama suurusjärguga miljon eurot puuraugukilomeetri kohta. Muidugi võib õige asjaajamise korral puurimise hinda positiivselt mõjutada praegune madal naftahind, mis on tööta jätnud ka lähivälismaal mitmeid puurimisfirmasid.

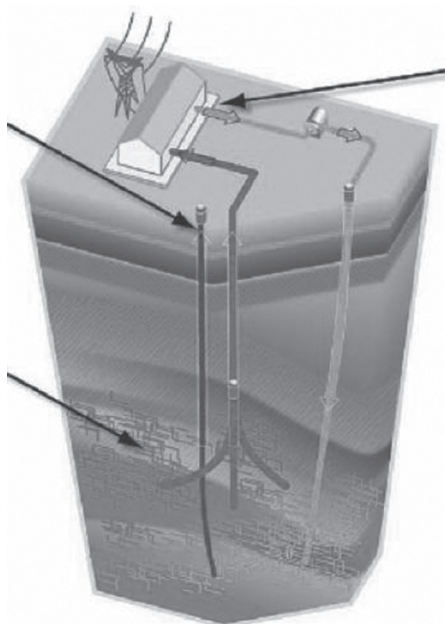
Praeguse info alusel on võimatu öelda, kui sügavale tuleks puurida kütteevee saamiseks ja kui sügavale elektrigeneraatorit käivitava vee saamiseks. Saksa geotermikaspetsialistide arvestus näitas juba 2009. aastal, et ligi 5kilomeetrine puuraug keskküttesüsteemi toetuseks Eestis oleks juba tol hetkel olnud majanduslikult peaaegu tasuv, seda soojahinna kõrge taseme tõttu. Saksamaal, eriti Lõuna-Saksamaal, ei paista olevat probleemiks 20–40 miljoni eurose laenurahaga küla või asula



Arlanda lennujaam Rootsis kasutab kütteks ja jahutamiseks nn maa-aluse järve vett.
Arlanda Airport in Sweden uses water from the „underground lake“ for heating and cooling.

Elektritootmine EGS (lõhustatud kivimi) meetodil. Kuumad kristalsed kivimid on kunstlikult purustatud, sinna pumbatud vesi soojeneb ja seejärel pumbatakse vesi üles (Wikipedia).

Electricity production using the EGS (fractured rock) method. Hot crystalline bedrock is artificially fractured, injected water heats up and is then pumped into the ground (Wikipedia).



geotermiaalsüsteemi rajamine tasuvusajaga 20 aastat. Seda kõike tehakse (Venemaa) gaasi-naftasõltuvuse vähendamiseks ja energeetilise mitmekesisuse suurendamiseks.

Kütteevee temperatuuri saavutamiseks Eestis ilmselt siiski ei pea viie kilomeetri sügavusele puurima! Elektritootmiseks vajaliku enam kui 100kraadise vee saamiseks on süvapuuraugud aga vajalikud. Kristalsetes kivimites ei leidu suures koguses vett. Et piisavas koguses kõrgetemperatuurilist vett saada, moodustatakse maa alla veereservuaar kivimi lõhkamise ja praguliseks muutmise abil. Selline tehnoloogia on tuntud EGSi (enhanced geothermal systems) nimetuse all. Jahe pinna- või põhjavesi pumbatakse puuraugu kaudu sellesse reservuaari, lastakse soojeneda ning siis pumbatakse teist puuraugu kasutades välja. Soojusenergia ära andnud vesi pumbatakse taas reservuaari. Eestis võiks süvapuurimisel sihtmärgiks olla eelkõige happelise koostisega moonde- ja magmakivimikehad (näiteks Lääne- ja Põhja-Eesti) ning süvamurrangu piirkonnad, näiteks Paldiski-Pihkva süvamurrang, mis diagonaalis Eesti ala läbib.

Puudub riiklik arenduskava

Vaatamata kasvavale avalikule huvile napib infot parimate küttelehenduste ja maasoojaga seonduvate võimaluste kohta. Riigi tasandil ei ole geotermiaenergia praktiliselt leidnud nimetamist ühe reaalse alternatiivina puhtama ja säästvama energeetika arengudokumentides. Eestis puuduvad vajalikud toetusmehhanismid sellise energialiigi rakendamiseks ja propageerimiseks. Puudub riiklik arenduskava, kahjuks ei esitanud ka asjassepuutuvad ministriumid algatusi praeguse eelarveperioodi Euroopa Liidu toetusmehhanismide kasutamiseks nimetatud sektoris. Viimast on aga edukalt rakendanud peaaegu kõik Euroopa riigid. Praeguse hetke majandustasuvuse arvutus ei ole ka kindlasti ainuke parameeter, mille järgi riik peaks selles vallas juhinduma. Lisaks otsesele maa süvasoojusele võiks hinnata ka jõgede, mere ja järvede (vee) potentsiaali energiasalvestina. Teadlaste ja riigi koostöö maasoojuse teaduslikuks ja majanduslikuks hindamiseks ja arendamiseks garanteeriks kahtlemata edu riigi energiapoliitika ning keskkonnasõbralike lahenduste juurutamisel lähitulevikus.

Metsaühistutel on potentsiaali kogukondlikuks energiatootmiseks



IRJE MÖLDRE
SA ERAMETSA-
KESKUSE
ARENDSUNÕUNIK
BIOENERGIA
TEEMADEL

Ühistuline energiatootmine pole Eestis midagi uut, küll aga kogukondlik energiatootmine. Esimese Eesti Vabariigi lõpuks tegutses meil 24 elektrühistut 700 liikmega. Elektrühistud asutati soojus- ja hüdroelektrijaamade ehitamiseks, ülekandeliinide rajamiseks ja hooldamiseks ning elektri müümiseks tarbijatele. Elektrühistutest arenes välja Eesti Rahvuslik Jõukomitee, mille sihiks oli kogu maa elektrifitseerimine ja muude looduslike energiakandjate kasutusele võtmine. Riik arendas välja jõujaamade ja kõrgepingeliinide võrgu¹. Täna on äriregistris registreeritud ainult kaks energiühistut (aastast 1999 ja 2014), kuid korteriühistuid kui potentsiaalseid kogukondlike energiühistute algatajaid või liikmeid on moodustatud pooltes korterelamutes. Lisaks – Soome näitel võiks ju Eestiski metsaomanik olla kogukonna hoonete nii kütuse kui ka soojusega varustajaks. Käesolev artikkel seda, seni pruukimata võimalust kirjeldabki.

Kogukondlik energiatootmine riigi vaates

Energiamajanduse arengukava aastani 2030 (ENMAK 2030) eelnõu kohaselt on kavas seadusi täiendada nõuetega energiühistute moodustamise võimaldamiseks ja energiühistute toodetud soojuse ja elektri tootmiseks, ülekandmiseks ja realiseerimiseks. Arengukava eelnõus on

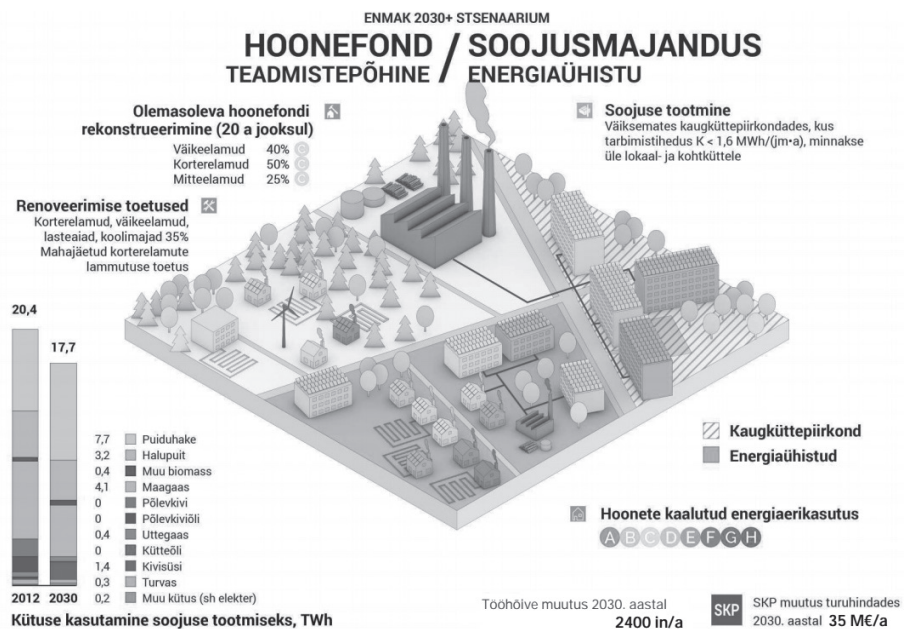
1 Jaan Leetsar, 1999. ÜHISTEGEVUSE ARENG JA PERIOODID EESTIS. Konspektiivne ülevaade, II vihik EESTI ÜHISTEGELINE LIIT. Tallinn. http://www.eau.ee/~jleetsar/Yhistegevus_IIosa.pdf, Jaan Leetsar ja Eestimaa Talupidajate Keskkliit, 2012. Ühistu liikme käsiraamat. Tallinn.

JOONIS 1.

ENMAK 2030 hoonefondi teadmistepõhise stsenaariumi ja soojusmajanduse energiühistute stsenaariumi visuaal kogukonna energiavajaduse katmisel 20 aasta pärast³.

ENMAK 2030 visuals of the knowledge-based scenario for housing resources and the energy cooperatives scenario for covering community energy needs 20 years from now.

3 Lembit Vali koostatud energiühistute stsenaariumi eeldused jt ENMAK 2030 stsenaariumide eeldused on visualiseeritud Eesti Kunstiakadeemia arhitektuuri ja linnaplaneerimise osakond. Juhendajad Ott Alver, Mari Hunt. Üliõpilane Kaspar Krass. ENMAK 2030+ STSENAARIUMITE VISUAALID vt http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/8/80/ENMAK_2030_Stsenaariumite_visuaalid.pdf.



soojusmajanduse kavandamisel aluseks energiühistute ja elamumajanduses hoonefondi teadmistepõhine stsenaarium². ENMAK 2030 eelnõuga nähakse ette soojusmajanduse arengus energiühistute teket lokaal- ja kohtkütte osakaalu kas-

2 Arengukava eesmärkidest lähtuvalt osutusid peaaegu kõigis vaadeldud valdkondades parimaks riigi teadmistepõhise sekkumise ettenäevad stsenaariumid. Erandiks on elektri tootmine, kus majanduse konkurentsivõime ning energiapuudulikkuse seisukohalt osutus eelistatumaks riigi vahese sekkumisega turupõhine stsenaarium, mis näeb ette uute tootmisvõimsuste rajamist vabaturu tingimustel. Eelnõu kokkuvõte. ENMAK 2030 eelnõu seisuga 13.02.2015. http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/5/5b/ENMAK_2030_Eeln%C3%B5u_13.02.2015.pdf.

vuga ning ebaefektiivsete soojusvõrkude asemele tarbijate initsiatiiv oma energiavajaduste rahuldamiseks.

Joonisel 1 tähistab sinine vastavat ala. Riigi tasandil aitaks energiühistute massiline teke Eestis kaasa muu hulgas

- ääremaastumise pidurdamisele,
- energiakulutuste vähenemisele,
- soojuskadude vähenemisele,
- elektri ja soojuse koostootmise potentsiaali ärakasutamisele,
- taastuvenergiaressursside kasutamise kasvule.

Metsanduse arengukavas⁴ on Eestis pikaajaliselt jätkusuutlikuks eesmärgiks kasutada 12–15 mln m³ metsamaterjali aastas. Riikliku metsainventeerimise (SMI) hinnangul vähenes raiemaht 2010.–2013. aastal 8,4 mln m³-lt 7,5 mln m³-ni (suheteline viga 17,7%)⁵. Raiedokumentide alusel raiemaht aga kasvas, ulatudes 2013. aastal 11,1 mln m³-ni ja 2014. aastal juba 13,1 mln m³-ni (sh 9 mln m³ erametsamaal).

Raiemahu hinnang erineb nende meetodikate korral vähemasti 1,5 korda. Metsateatisega esitab omanik Keskkonnaametile andmed kavandatavate raiete kohta enne raiumist ehk metsateatistelt summeeritud raiemaht ei näita tegelikult erametsades tehtud raieid, vaid ainult raiekavatsuste hulka. Erametsades kavandatud lageraiete mahust jääb kolmandik raiumata ja seega ei ületanud tegelik koguraiemaht Eestis 2014. aastal 10,5 miljoni m³ piiri⁶. Teada on, et Riigimetsa Majandamise Keskus müüs aastal 2014 metsamaterjalina kokku 3,2 mln m³ puitu, sh küttepuiduna 15% ja hakkpuiduna 4% kogu puidutoodangust⁷. Seega isegi siis, kui aastal 2014 raiedokumentides näidatud mahtu täielikult ei raiutud, moodustab suurema raiemahu erametsamaadelt pärit puit. Täna on võimatu täpselt raiemahtu eramaadelt teada saada, kuid lähtuda võib ENMAK 2030 koostamisel hinnatud puitse biomassi potentsiaalset energia tootmiseks, mis on 6,1 mln m³ ehk tm⁸ puitu (sh küttepuu 2,8 m³) ja energiapotentsiaal 12,3 TWh/a. Seda paberipuu, jäme- ja peenpalgi kõrval, mida saab Eestis metsadest kokku 7 mln m³/a⁹. Statistikaameti andmeil kasutati aastal 2014 küttepuitu (küttepuud, puiduhake ja jäätmed) Eestis enim kodumajapidamistes (2 mln tm) ja energiasektoris (1,6 mln tm). Kokku kasutati Eestis küttepuitu 4,28 mln tm, sellest küttepuud 1,56 mln tm ja puiduhake 1,66 mln tm¹⁰. Küttepuidust toodeti kokku energiat 8,5 TWh. Eestis metsades on seega

varus orienteerivalt 2 mln tm küttepuitu (energiapotentsiaal 4 TWh/a). Eestis kasutatakse keskmiselt soojust 20 TWh/a (sh üle poole koht- ja lokaalküttes), millest Eesti metsade energetilist potentsiaali arvestades on võimalik katta puiduga pisut üle poole. Järelikult on erametsaomanikel seni kasutamata puiduressursse, millest võiks tõusta tulu metsaomaniku kõrval kohalikule kogukonnale ühiskondliku kasuna (investeeringute ja loodavate töökohtadega seotud maksutulu, küttekulu vähenemine).

Energiaühistute programmi kogemus

Eesti Arengufondi korraldatud Energiaühistute programm keskendus pooleteise aasta jooksul energiaühistute (taas)käivitamisele Eestis. Ühistulise elektrienergia- ja soojusetootmisena käsitleti asukohapõhist kogukondlikku ühistegevust, mille tulemusena toodetakse, jaotatakse ja müüakse ühistule kuuluvate seadmete kaudu ühistu liikmetele elektrienergiat ja/või soojust. Programmi algatamise vajadus tulenes suuresti paljude maa-asulate jätkusuutmatutest soojusvarustuse lahendustest ning seetõttu analüüsiti ja testiti alternatiivina kogukondade¹¹ baasil energiaühistute moodustamist¹². Energiaühistute tekke hoogustamiseks esitas Eesti Arengufond eelmise aasta lõpus energiaühistute programmis saadud kogemuste ja koostatud analüüside alusel tehtud soovitusi¹³ ja ettepanekuid¹⁴ Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi energetika osakonnale, kes haldab käesoleva aasta aprillist energiaühistute programmiga loodud energiaühistute portaali www.energiayhistud.ee.

Eesti metsaühistute potentsiaali ühistulises energiatootmises käsitles energiaühistute programmis Peeter Vihma¹⁵. Tema hinnangul on metsaühistute potentsiaal energiaühistute algatamisel keskmine – kas on olemas koostöökogemus, kuid organisatsiooni tegevusvaldkond ja



FOTO: GUNNAR REINAPU, ERAMETSASEKESKUS

asukoht ei pruugi ühtida võimaliku energiaühistute piirkonnaga; või koostöökogemus puudub, kuid ühistut moodustavad inimesed on omavahel tuttavad. Metsaühistute tegevuspiirkond on üldjuhul lai, tegutsetakse reeglina maakonna ulatuses, harvemini kogu Eestis ning harva mõnede valdade piirides. Metsaühistud võivad osaleda energiaühistutes kui tooraine tarnijad, samuti on osalejatel kogemus ühistulisest tegevusest. Energiaühistute kui pikaajaline ja garanteeritud klient pakuks metsaühistule tegutsemisstiimuli¹⁶. 2016. aasta seisuga on Eestis 39 metsaühistut kokku 10 200 liikme ja 378 000 hektari metsamaaga. Keskmisel ühistul on 260 liiget, kes kokku majandavad 9700 hektarit metsa¹⁷. Enim liikmeid on Põlvamaa Metsaühistul ja enim metsamaad liikmetel kokku on metsaühistul Ühinenud Metsaomanikud.

4 Eesti metsanduse arengukava 2011–2020. <http://www.envir.ee/et/metsanduse-arengukava-2011-2020>.

5 Eesti Statistika metsamajanduse andmeleht MM03 www.stat.ee.

6 Eesti mets, 2014, lk 63.

7 Eesti mets, 2014, lk 172.

8 Puidu 1 tm = 1 m³ õhuvahedeta puitu http://www.eramets.ee/static/files/762.Brosyyr_Puitkytus_2010.pdf.

9 Eesti puitse biomassi energiapotentsiaal https://docs.google.com/spreadsheets/d/10zsvX5VKMcKZbm4mKJrdktjYpBjNk3Zihq1g_7XHwS8/edit#gid=2, tabel aruandest „Energy resources of Estonia“, http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/3/3f/Energy_resources_ENG_ENMAK_uusmets_140213.pdf.

10 Statistikaameti andmeleht KE061: Kütuse tarbimine.

11 Kogukond moodustub kohalikest tegevusrühmadest, mille liikmed esindavad kohaliku avaliku ja erasektori sotsiaalmajanduslikke huve. Vihma, P. ja Lippus, M. Kogukonnauuring „Eesti kogukondade hetkeseis“. Tallinn, 2014.

12 Möldre, I., Vali, L. Eesti Arengufond, 2015. Projekti „Parimate praktikate, ärimudelite ja initsiatiivide alusel väiksemahuliste elektri- ja soojusühistute loomine“ lõpparuanne, 2015. http://energiayhistud.ee/eaf_ey-projekti-lopparuanne/.

13 Ptk 6, http://energiayhistud.ee/wp-content/uploads/2015/12/EAF_EY-projekti-lopparuanne.pdf.

14 Ptk 9, Eesti Arengufond, 2015. Energiaühistute potentsiaali ja sotsiaalmajandusliku mõju analüüs. http://energiayhistud.ee/wp-content/uploads/2015/12/EAF_EY-potentsiaali-ja-sotsmaj-moju-analys.pdf.

15 Peeter Vihma ettekanne kogukonna potentsiaalset, <https://www.youtube.com/watch?v=Ln0L2uZETKE>.

16 Eesti Arengufond, 2015. Energiaühistute potentsiaali ja sotsiaalmajandusliku mõju analüüs. http://energiayhistud.ee/wp-content/uploads/2015/12/EAF_EY-potentsiaali-ja-sotsmaj-moju-analys.pdf.

17 SA Erametsakeskuse andmed.



Eesti metsade tulevik? Mobiilne konteineriga puiduhakkur Taanis.
Future of forests in Estonia? Mobile wood chipper with container in Denmark.

Energiaühistute Mentorprogrammi¹⁸ energiaühistute algatuste kogemusel on näiteks Hiiumaal suur potentsiaal biomassi kasutamiseks ja seal on metsaühistu valmis koostööks energiaühistuga. Perspektiivikaks peeti Kõrgessaare aleviku ja Lauka küla energiaühistu moodustamisel tekkinud plaani rajada puidugraanulitehas. Teise näitena loodeti Haljalas energiaühistut planeerides, et metsaühistu liikmed hakkavad tarnima vajalikku hakkpuitu, saades selle eest vahendajateta paremat hinda, ning et soojuse tarbijad hakkavad tarbima piltlikult oma tarbeks toodetud soojust vahendajateta ja suuremat tulukust taotlemata. Iseendale soojust tootes ja ostes kütuse otse tootjalt, oleks soojust tarbiv kogukond saanud teha oma tarbeks iseisvaid majanduslikke otsuseid. Kütuse otsetarne oleks andnud hakkpuidu ressursi omanikele kindla turu ja tarbimise ning kindla väärtuse ühele oma metsa

tootele. Madalam soojuse hind oleks aidanud muuta kinnisvara atraktiivsemaks. Arvestati, et soojuse tootjal oleks olnud kindlus kütuse koguse, tarnija ja hinna osas. Kokku oleks see taganud võimaluse varustuskindlalt ja vastuvõetava hinnaga toasoojuse saamiseks ning ühtlasi oleks vähenenud sõltuvus suhteliselt kallist mittetaastuvast välismaa päritolu kütusest, võimaldades kütuse eest tasutavat raha suunata suures osas kodumaise ja kohaliku ettevõtluse toetuseks, turgutades sellega paikkonna arengut ja väärtustades paikset ettevõtlust ja töötamist maapiirkonnas.

Energiaühistu oleksid moodustanud AS Haljala Soojus, Rakvere Metsaühistu, korteriühistud ja kohalik omavalitsus. Kuna aga kohalikele omavalitsusele kuuluv soojusettevõtte on kohustatud korraldama hankeid, leidmaks parima hinnaga hakkpuidu pakkujat, siis selleks ei pruugi iga kord olla konkreetne metsaühistu, kellega koostööd planeeritakse. Haljala energiaühistu algatuse finantsanalüüs

näitas, et iseseisvalt hakkpuitu tootes ei suuda metsaühistu pakkuda sama hinda, mida suudavad mitmeid kordi suurema tootmismahuga teenusepakkujad. Pigem tasuks hakkpuidu tootmisel ja transportis kasutada vastavat teenust. Seega rahalist säästu ühistulise tegutsemise vaates ei olekski tekkinud. Suuremates kogustes hakkpuidu töötlemine loob mastaabiefekti ning seega saavad kohalikud soojusettevõtted juba täna efektiivselt toimida, ilma ise hakkpuidu tootmise protsessi sekkumata. Metsaühistute aktiivsem tegevus ja koostöö võimaldaks tagada ühtlase puiduvoo hakkpuidu töötlejatele. Energiatarbijate ning metsaühistute omavahelise koostööga oleks võimalik saavutatud efekti suunamine tarbijatele¹⁹.

Energiaühistule sobiv ühinguvorm

Advokaadibüroo Glimstedt tehtud energiaühistute moodustamisega seonduvate aastal 2015 kehtinud õigusnõuete analüüsi²⁰ alusel saab praktilise nõuandena välja tuua energiaühistu tegutsemiseks sobivaimad ühinguvormid – osäühing ja tulundusühistu. Osäühing on mõeldud tegelemiseks eelkõige väikse ja keskmise suurusega ettevõtlusega, mis ei nõua kapitali otsimist laialt investorite ringilt ning kus osanike ring on suhteliselt väike. Osäühingu puhul ei ole automaatselt tagatud ühistuline toimimine ja seetõttu on vajalik energiaühistut osäühinguna luues täpsustada, kuidas tagatakse ühistu põhiolemus ning kõikide osapoolte kaasatus. Arvestama peab, et tulenevalt KOKS²¹ § 35 lõikest 1 võib kohalik omavalitsus olla osanik või aktsionär vaid osäühingus ja aktsiaseltsis, samuti asutada sihtasutusi ja olla mittetulundusühingu liige, kuid ei saa olla liige tulundusühistus. Järgmiseks on joonisel 2 esitatud näitena metsaomaniku võimalik osalus kogukonna energiatootmises kombineeritud organisatsiooni mudeli korral. Metsaomanik saaks täna ühe algatajana osaleda kogukondlikus energiatootmises, pakkudes omalt poolt kütust, pikemas perspektiivis ka energiateenust. Valla või linna kommunaalmajanduse korraldamise eest vastutab omavalitsusüksus, muutes kohaliku omavalitsuse samuti üheks energiatootmise algatajaks.

¹⁹ Rute, C. Eesti Arengufond 2015 energiaühistute Mentorprogrammi kokkuvõte. Aruanne 2015. http://energiaühistud.ee/rute_c-ey-mentorprogrammi-kokkuvote/

²⁰ Moonika Kuke ettekanne õigusliku analüüsi tulemustest <https://www.youtube.com/watch?v=V36ke-KZV-DA>, õigusliku analüüs on leitav <http://energiaühistud.ee/tutvustus/teostatud-uringud/>

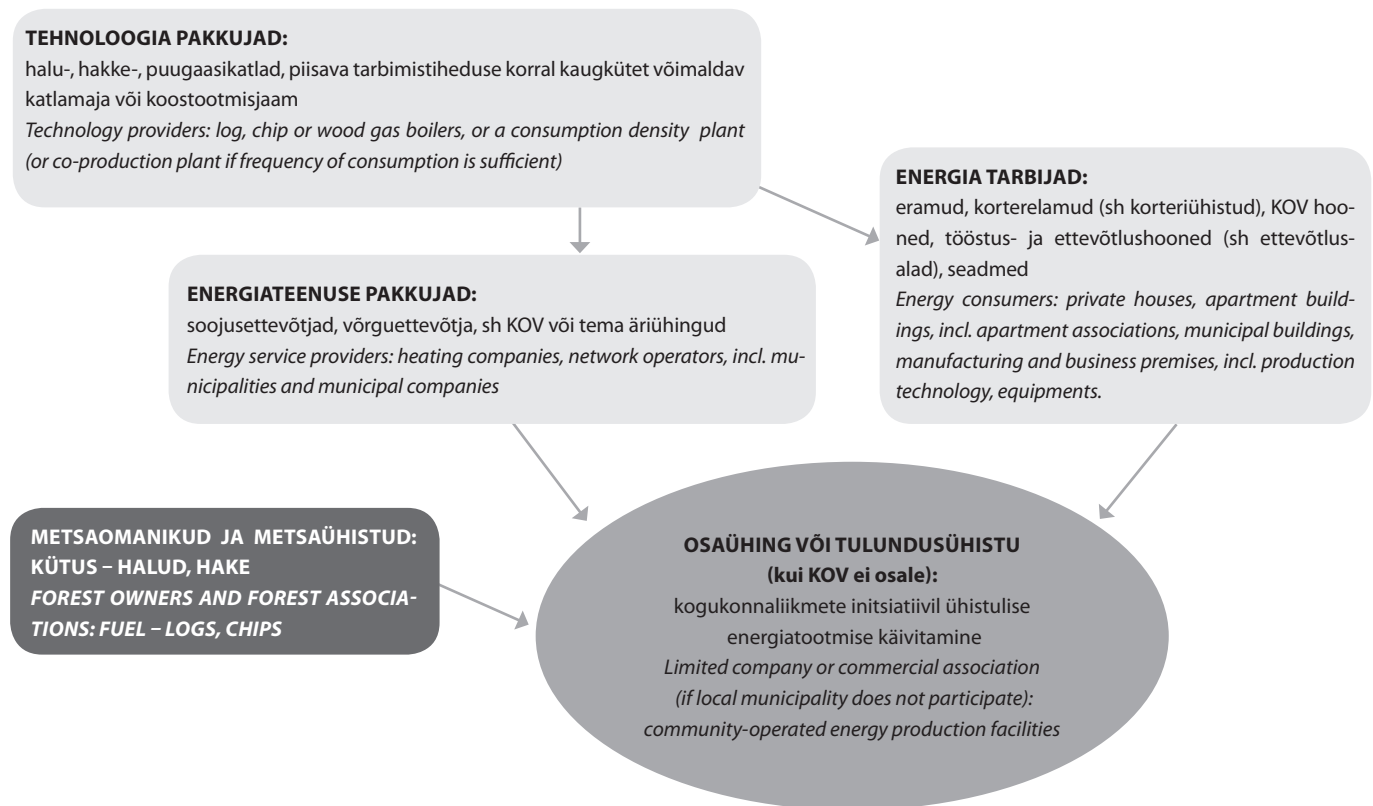
²¹ Kohaliku omavalitsuse korralduse seadus <https://www.riigiteataja.ee/akt/130122015082>

¹⁸ Mentorprogramm, <http://energiaühistud.ee/energiaühistud/mentorprogramm/>.

Metsaomaniku võimalik osalus kogukonna energiatootmises kombineeritud organisatsiooni mudeli²² korral.

'Forest owners' potential participation in community energy production in the combined organisation model.

22 Ptk 9.11.4. Advokaadibüroo GLIMSTEDT2015. Energiaühistute loomist ja tegutsemist takistavad probleemid Eestis. Energiaühistute programm. Õiguslik analüüs. http://energiayhitud.ee/wp-content/uploads/2015/09/EY_oigusmoju-analys.pdf.



Kohalikule omavalitsusele kuuluv soojusettevõtte peab kütuse soetamiseks korraldama riigihanke. Kogukonnaliikmetest moodustatud osäühingul aga seda kohustust pole ning kohaliku metsaomaniku või metsaühistu energeetilisest ressursist saadav kasu jääb sel juhul valda. Kombineeritud organisatsiooni mudeli korral ostaks kogukonnale kuuluv osäühing või tulundusühistu kütust ja energiateenust osäühingusse kuuluvatele energiatarbijatele. Lokaalküttes sobivateks tehnoloogiateks metsaomanikelt ostetavatele puitkütustele on eelkõige halgudele mõeldud katlad, hakkteenuse olemasolul ka hakkekatlad.

Ühistute kogemuse näide Soomest

Läänemere äärses riikides on tänaseks tekkinud energiaühistud eelkõige Saksamaal (880), Taanis (700), Rootsis (110) ja Soomes (80)²³.

23 Miller, M. Eesti Arengufond, 2015. BASREC ühendusse kuuluvate riikide kogemus energiaühistute arendamisel. Aruanne, 2015. http://energiayhitud.ee/basrec_riikide-ey-kogemus/.

Soomes on maailmas kõige suurema ühistute osakaaluga riik ühistute käibe ja SKT suhte (10%) ning liikmete arvu ja elanike arvu suhte alusel. Soomes oli ühistuliikumise rajajaks Hannes Gebhard, aastal 1899 moodustati Soome Ühistute Konföderatsioon Pellervo. Ühistud rajati mõne aastaga ja esimene ühistute seadus jõustus aastal 1901. 1920 moodustasid metsaomanikud ühistuna Metsakeskuse. 1950ndail oli Soomes ühistute tipp (9000 ühistut), 1990 oli Soomes 1000 ühistut. Euroopa Liiduga liitumisel kasvasid kiiresti tarbija- ja pangäühistud. Tänapäevaks kuulub mitmesugustesse ühistutesse Soomes üle poole elanikkonnast, sh täiskasvanutest 84% ja majapidamistest 75%. Aastal 2014 tegutses Soomes kokku 4626 ühistut, sh 7 elektriühistut 34 775 liikme-ga, 126 töötajaga ja käibega 84 mln eurot. Euroopa üks suurimaid tootjate ühistuid on metsaomanike ühistu Metsaliitto 5,4 mld eurose käibega²⁴.

Soomes on energiaühistud moodus-

24 Pellervo Cooperation in Finland, 2014. <http://www.slideshare.net/pellervo/cooperation-in-finland-2012-14261413>.

tatud puidutööstuse ja muu biomassi, sh biojätmete ja sõnniku baasil ning peamiselt on nende loojaiks metsaomanikud ja maaharijad. Nende klientideks on eelkõige kohalikud omavalitsused²⁵. Näiteks aastast 1999 tegutsev soojuseühistu Enon Energia pakub hakkpuitu kolmele kaugkütteettevõttele (seadmete koguvõimsus 4,8 MW), kus üle poole puitmaterjalist toodavad ühistu liikmed, peamiselt metsaomanikud, soojus müüakse kohalikele asutustele, ettevõtetele ja majapidamistele ning tuhk kasutatakse metsa väetamiseks²⁶. Enon Energia tegevuse tulemusel jääb 2 mln eurot kohalikkude majandusse, vähendades 5 mln kg/a CO₂ heidet ja asendades 2 mln l kütteõli. Ühistu varustab puiduhakke ja -graanulitega kokku 7 biokatelt koguvõimsusega 6,46 MW. Koetakse 10,9 km pikkuse soojusvõrgu kaudu kokku ligi 300 000 m² hoonete

25 http://www.smallestnpp.eu/documents/BestPractice_CooperativesNKUAS15July2011.pdf.

26 International Labor Office Cooperatives Unit (COOP), Green Jobs Programme, 2013. Providing clean energy and energy access through cooperatives. <http://www.uwcc.wisc.edu/pdf/Providing%20clean%20energy%20through%20cooperatives.pdf>.

pinda. Ühistus on 54 liiget. Aastal 2015 müüdi 15 077 MWh soojust hinnaga 63,35 €/MWh (lisandub käibemaks)²⁷.

Eestis on tugevaid metsaühistuid, kes pikemas perspektiivis võiksid sarnaselt Soome näitega olla soojuseühistu loomise algatajaks kohalike soojusvarustuse probleemide lahendamisel.

Kogukonnas energiatootmise käivitamise sammud

Energiaühistute Programmi kogemuste alusel on kogukonna ühistegevuses elektrienergia- ja soojusenergia tootmise kaandumise sammud²⁸ järgmised:

1. PROBLEEMI PÜSTITUS
2. INITSIAATIIVGRUPI MOODUSTAMINE
3. LÄHTEOLUKORRA KIRJELDAMINE
4. VÕIMALUSTE KIRJELDAMINE²⁹
5. ESIALGNE TEHNOLOOGIA VALIK
6. KAASAMINE
7. OSANIKE KOKKULEPPIMINE
8. PROBLEEMI LAHENDUSE VALIK
9. PROBLEEMI LAHENDUSE HEAKSKIIT
10. ÜHISTU ASUTAMISLEPING
11. ENERGIAÜHISTU REGISTREERIMISE OTSUS
12. ENERGIAÜHISTU REGISTREERIMINE ÄRIREGISTRIS (TULUNDUSÜHISTU NOTARI KAUDU³⁰)
13. HANGE

Euroopa Liidus energiaühistute kogemuse alusel välja töötatud juhendmaterjal energiaühistu loomise ja tegevuse paremaks korraldamiseks (REScoop Action Guide) on leitav http://rescoop.eu/sites/default/files/projectresources/action_guide_deliverable_3.3.pdf.

SA Erametsakeskus on valmis kaasa aitama metsaühistute initsiatiivile kogukondliku energiatootmise käivitamisel!

Kasutatud materjalid:

- Advokaadibüroo GLIMSTEDT2015. Energiaühistute loomist ja tegutsemist takistavad probleemid Eestis. Energiaühistute programm. Õiguslik analüüs. http://energiayhistud.ee/wp-content/uploads/2015/09/EY_oigusmojude-analyys.pdf.
- COOPERATIVES IN ENERGY ENTREPRENEURSHIP. http://www.smallestnpp.eu/documents/BestPractice_CooperativesNKUAS15July2011.pdf.
- Eesti Arengufond, 2015. ENERGIAÜHISTUTE POTENTIAALI JA SOTSIAALMAJANDUSLIKU MÕJU ANALÜÜS. http://energiayhistud.ee/wp-content/uploads/2015/12/EAF_EY-potentsiaali-ja-sotsmaj-moju-analyys.pdf.
- Eesti Kunstiakadeemia arhitektuuri ja linnaplaneerimise osakond, 2014. ENMAK 2030+ STSENAARIUMITE VISUAALID. Juhendajad Ott Alver, Mari Hunt. Üliõpilane Kaspar Krass, vt http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/8/80/ENMAK_2030._Stsenariumite_visuaalid.pdf.
- Eesti Statistika andmelehed MM03: metsamajandus, KE061: Kütuse tarbimine.
- Energiaühistu moodustamise 13 sammu. <http://energiayhistud.ee/tooriistakast/energiayhistu-moodustamise-13-sammu/>.
- Energiaühistute Mentorprogramm. <http://energiayhistud.ee/energiayhistud/mentorprogramm/>.
- Enon Energia. Osuuskunta, 2015. TOIMINTAKERTOMUS. <http://enonenergia.fi/tiedostot/Enon%20Energian%20toimintakertomus%202015.pdf>.
- SA Erametsakeskus, 2010. PUITKÜTUS. http://www.eramets.ee/static/files/762.Brosyyr_Puitkytus_2010.pdf.
- Estonian Development Fund, 2013. ENERGY RESOURCES OF ESTONIA. http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/3/3f/Energy_resources_ENG_ENMAK_uusmets_140213.pdf.
- International Labour Office Cooperatives Unit (COOP). Green Jobs Programme, 2013. PROVIDING CLEAN ENERGY AND ENERGY ACCESS THROUGH COOPERATIVES. <http://www.uwcc.wisc.edu/pdf/Providing%20clean%20energy%20through%20cooperatives.pdf>.
- Jaan Leetsar, 1999. ÜHISTEGEVUSE ARENG JA PERIOODID EESTIS. Kopspektiivne ülevaade. II vihik. EESTI ÜHISTEGELINE LIIT, Tallinn. http://www.eau.ee/~jleetsar/Yhistegevus_Iiosa.pdf, Jaan Leetsar ja Eestimaa Talupidajate Keskkliit, 2012. Ühistu liikme käsiraamat. Tallinn.
- Jaanus Uiga loodud veebikalkulaator energiatarbimisele vastava tehnoloogia leidmiseks <http://energiayhistud.ee/tooriistakast/kalkulaator/>.
- Keskkonnaagentuur, 2014. EESTI METS, 2014. http://www.keskkonnaagentuur.ee/sites/default/files/aastaraamat_mets_2014_loplik.pdf.
- Keskkonnaministeerium, 2010. EESTI METSANDUSE ARENGUKAVA 2011–2020. <http://www.envir.ee/et/metsanduse-arengukava-2011-2020>.
- Kuke, Moonika. ettekanne õigusliku analüüsi tulemustest. <https://www.youtube.com/watch?v=V36ke-KZVDA>.
- Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2015. ENERGIAAMAJANDUSE ARENGUKAVA AASTANI 2030, eelnõu seisuga 13.02.2015. http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/5/5b/ENMAK_2030._Eeln%C3%B5u_13.02.2015.pdf.
- Miller, M. Eesti Arengufond, 2015. BASREC ühendusse kuuluvate riikide kogemus energiaühistute arendamisel. Aruanne 2015. http://energiayhistud.ee/basrec_riikide-ey-kogemus/.
- Möldre, I., Vali, L. Eesti Arengufond, 2015. Projekti PARIMATE PRAKTIKATE, ÄRIMUDELITE JA INITSIAATIIVIDE ALUSEL VÄIKSEMAHULISTE ELEKTRIA JA SOOJUSÜHISTUTE LOOMINE. Lõpparuanne, 2015. http://energiayhistud.ee/eaf_ey-projekti-lopparuanne/.
- Pellervo Cooperation in Finland, 2014. <http://www.slideshare.net/pellervo/cooperation-in-finland-2012-14261413>.
- Riigikogu seadus KOHALIKU OMAVALITSUSE KORRALDUSE SEADUS. <https://www.riigiteataja.ee/akt/130122015082>.
- Rute, C. Eesti Arengufond, 2015. ENERGIAÜHISTUTE MENTORPROGRAMMI KOKKUVÕTE. Aruanne 2015. http://energiayhistud.ee/rute_c-ey-mentorprogrammi-kokkuvote/.
- Tulundusühistu asutamine notari kaudu, <https://www.eesti.ee/est/tulundusuhistu>.
- Vihma, P. ja Lippus, M. Kogukonnauuring „Eesti kogukondade hetkeseis”. Tallinn, 2014.
- Vihma, Peeter, ettekanne kogukonna potentsiaalid, <https://www.youtube.com/watch?v=Ln0L2uZETKE>.

27 Enon Energia. Osuuskunta Toimintakertomus, 2015. <http://enonenergia.fi/tiedostot/Enon%20Energian%20toimintakertomus%202015.pdf>.

28 Energiaühistu moodustamise 13 sammu. <http://energiayhistud.ee/tooriistakast/energiayhistu-moodustamise-13-sammu/>.

29 Jaanus Uiga loodud veebikalkulaator energiatarbimisele vastava tehnoloogia leidmiseks <http://energiayhistud.ee/tooriistakast/kalkulaator/>.

30 Tulundusühistu asutamine notari kaudu, <https://www.eesti.ee/est/tulundusuhistu>.

Tartu bussid võiks sõita biokütusega



TIMO KIKAS

EESTI MAAÜLIKOOLI VANEMTEADUR

MERLIN RAUD

EESTI MAAÜLIKOOLI TEADUR

Euroopa Liit on 20/20/20 programiga vastu võtnud strateegilise eesmärgi vähendada aastaks 2020 atmosfääri lastavate kasvuhoonegaaside kogust 20% ja saavutada energia kokkuvõtteks 20%. Tulenevalt direktiivist peab Eesti suurendama taastuvatest energiaallikatest toodetud energia osakaalu kahekümne protsendini, kusjuures transpordis kasutatavatest kütustest peavad taastuvad energiaallikad moodustama kümme protsenti Euroopa Liidu energiatarbimisest aastaks 2020. Nende

eesmärkide saavutamise nõuab tõhusat tööd ka kohalikul ja piirkondlikul tasandil.

Tänapäeva massiline fossiilse päritoluga toorainel põhinev kütuse ja energia tarbimine on aasta-aastalt kasvanud. Fossiilsetest allikatest saadakse umbes 80% maailmas tarbitavast energiast, millest ligi 58% tarbib ainuüksi transpordisektor. Käesoleval hetkel vastutavad maailmas energiatööstus ja transpordisektor vastavalt 30% ja 35% CO₂-emissiooni eest. Globaalse prognoosi kohaselt kasvab

Kui koguda kokku kogu Tartu linna haljastusjätmed, kaasa arvatud jätmed eraaedadest, surnuaedadest ja parkidest, siis oleks võimalik bioetanooli või biogaasiga katta vastavalt 92,8% või 55% linna ühistranspordi kütusevajadusest.

If we collect all the green waste from the whole city, including from private gardens, cemeteries and parks, bioethanol or biogas would cover 92.8% or 55%, respectively, of the fuel needs of public transport.

FOTO: RAIVO TASSO



energiatarbimine 2030. aastaks veel ligi poole võrra.

Transpordisektoris on energiatõhusus ülimalt vajalik, kuna transpordi üldise energianõudluse kasvades on taastuvalt energiaallikatest toodetud energia kohustuslikku eesmärki säästval moel järjest raskem püsivalt saavutada. Töenäoliselt ei suuda mittetaastuvad fossiilsed kütused inimeste kasvavat vajadust peagi enam rahuldada ning üha suurenev nõudlus energia järele toob kaasa ka toornafta hinna tõusu, mis mõjutab üleilmset majandustegevust. Alternatiiv fossiilsetele vedelkütustele transpordisektoris on biomassi kasutamine vedelate kütuste või biogaasi tootmiseks.

Kahte moodi

Vedelad biokütused saab laiemalt jagada esimese ja teise põlvkonna biokütusteks nende tootmiseks kasutatud biomassi tüübi ja tootmistehnoloogia alusel. Esimese põlvkonna biokütuseid toodetakse peamiselt suure suhkru-, tärklise- või õlisisaldusega põlluviljadest, mida saaks kasutada ka toiduainetena. Tehnoloogiliselt on tegemist üsna lihtsa meetodiga kütuste saamiseks – biomassis leiduvad polü- ja monosuhkrud kääritatakse pärmide abil etanooliks ning saadavast segust eraldatakse destilleerimise teel puhas bioetanool.

Teise põlvkonna biokütuste tootmisel seevastu kasutatakse toormena lignotselluloosset biomassi ehk mitmesuguseid puit- ja rohtseid taimi. Sellisest biomassist kütuste tootmine on märgatavalt keerulisem. Lignotselluloosne biomass, millest teise põlvkonna biokütuseid saadakse, on peamiselt teraviljatootmise käigus tekkivad mittesöödavad jäägid, aga ka mittesöödavad taimed või taimeosad. Igasuguses taimses materjalis on ligikaudu 75% polüsahhariidid ehk polümeerid suhkrud, mida on võimalik kasutada bioetanooli tootmiseks. Selleks lagundatakse taimerakkudes leiduvad polüsahhariidid esmalt monomeerseteks suhkruteks (glükoos, ksüloos, mannoos jne) ja saadud suhkrud kääritatakse pärmide abil etanooliks, mis eraldatakse destillatsioonil bioetanoolina.

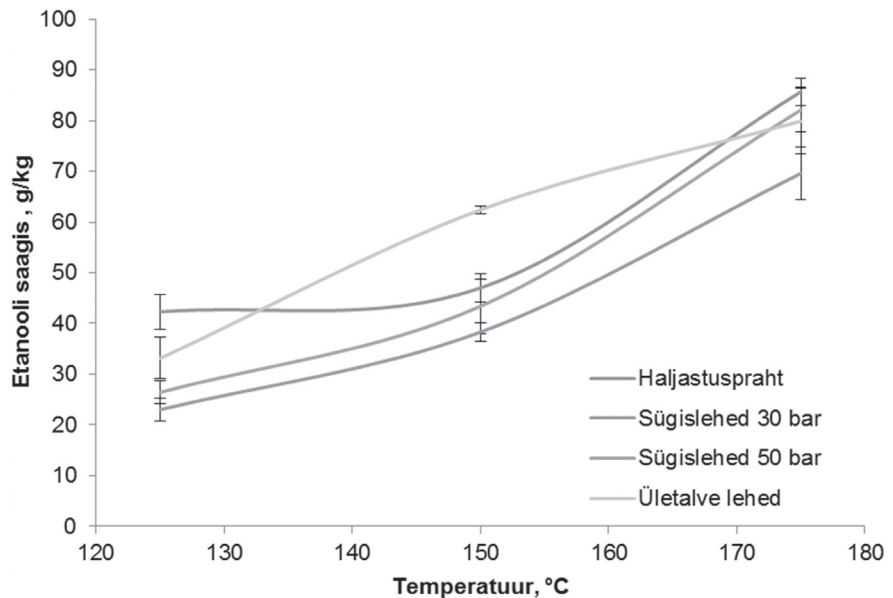
Teise põlvkonna biokütuste peamine eelis ongi see, et selle tootmisel ei kasutata toiduaineid, vaid mittesöödavaid taimseid jääke.

Eesti Maaülikoolis on uuritud vedelate biokütuste tootmiseks eri tüüpi lignotselluloosseid materjale – nii spetsiaalselt kasvatatud taimi, nagu Amuuri siidpööris, energiahein, kanep, kui ka

JOONIS 1.

Etanooli saagis eri tüüpi haljastusprahist, kasutades eeltötlusena lämmastiklõhkamist eri temperatuuridel ja rõhkudel.

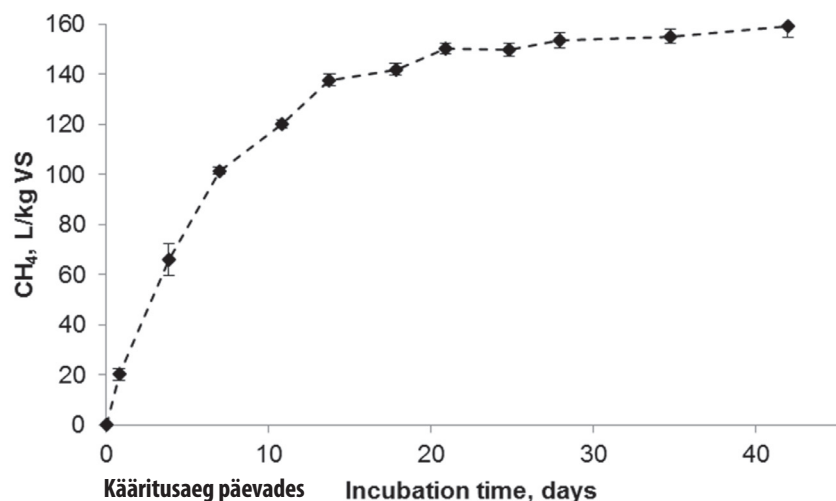
The yield of ethanol from various types of green waste, using nitrogen blasting at different temperatures and pressures as pre-treatment.



JOONIS 2.

Summaarne metaani saagis linnahaljastusprahist.

Total yield of methane from urban green waste



põllumajandusjääke, nagu artišoki maa-pealsed osad, luhahain, odra- ja rukki-põhk jne.

Bioetanooli on kasutatud biokütuse- na juba poolteist sajandit ja see on enim levinud vedel biokütus maailmas. Bioetanooli saab kasutada puhtalt vastavalt kohandatud mootorites või segades seda eri proportsioonides tavakütuse hulka.

Bioetanoolil on suur oktaanarv ja hapnikusisaldus, mistõttu on võimalik puhtam põlemisprotsess ja väiksem CO-sisaldus heitgaasides.

Lisaks vedelkütustele kasutatakse transpordis ka maagaasi ja biogaasi, mille peamine komponent on lenduv gaas metaan. Biogaas on samuti üks võimalik taastuv energiaallikas transpordisektoris



Võttes arvesse kogu Tartu linnas tekkivaid haljastusjätmeid, võib oletada, et aastas on võimalik toota haljastusjätmetest 1152 tonni bioetanooli.

Considering the amount of green waste from the whole city, we can assume that 1,152 tons of bioethanol could be produced from green waste.

kasutamiseks. Biogaasi toodetakse Eestis paljudes kohtades anaeroobse kääritamise teel ning peamiselt kasutatakse toorainena reoveepuhasti muda ja põllumajandusjääke, nagu sõnnik ja läga, aga vähesel määral ka muid biolagunevaid tööstusjääke. Toodetud biogaas sisaldab lisaks biometaanile ka märkimisväärsel hulgal teisi gaase ning seetõttu tuleks see puhastada lisanditest ja veest, enne kui see on kasutatav mootorikütusena.

Haljastusjätmed kui tooraine

Nõudlus põllumajandusliku tooraine järele kasvab kogu maailmas, seda rahuldatakse põllumajandusmaa pindala suurendamise abil. Kuna biokütuste ja vedelate biokütuste edendamine suurendab samuti nõudlust põllumajandusliku tooraine järele, tuleks lisaks otsida alternatiivseid tooraineid.

Üks seni vähe kasutatust leidnud biomass on linnades tekkivad haljastusjätmed. Haljastusjätmed on väga mitmekesised ja võivad koosneda tai-

meosadest, nagu puulehed, puude ja põõsaste oksad, niidetud hein, ja muudest taimsetest jääkidest. Seoses suureneva linnastumisega tekib seda tüüpi jätmeid pidevalt ning väga suurtes kogustes. Kuigi nimetatud materjal ei ole peale kompostimise mõistlikumat kasutust leidnud, sisaldab see märkimisväärselt tselluloosi, mistõttu oleks sobiv biomass biokütuste tootmiseks. Sellised linnahaljastusjätmed on olemuselt taastuvad ja linnakeskkonnas paratama-

tult tekkivad produktid, mille eeliseks on veel madal hind ja võimalus muuta jätmed vajalikuks toormeks, mis panustaks kohaliku bioenergiasüsteemi ja aitaks vähendada kasvuhoonegaaside emissiooni.

Selleks, et hinnata linnahaljastuse potentsiaali biokütuse toorainena, kasutati Tartu linna andmeid haljastuse ja haljastusjätmete kogumise kohta ning korraldati laborikatsed kogutud biomassiga.

Tartu on Eesti suuruselt teine linn, mille pindala on 38,8 km² ja mille elanike arv on ligikaudu 100 000. Linna pindalast ligikaudu 3,9 km² on pargid ja haljasalad ning 5,1 km² soised ja võsastunud alad. Linna haljasaladest 3,15 km² on pidevalt hooldatud ja sellelt alalt kogutakse ka haljastusjätmeid. Aastatel 2007–2009 koguti keskmiselt 3630 tonni jätmeid aastas, mis teeb ligikaudu 1200 tonni km² kohta. Lisaks pidevalt hooldatavatele haljasaladele on linnas mitmeid haljastatavaid alasid, kus samuti tekib haljastusjätmeid, mida aga ei koguta, vaid töödeldakse, kasutades teisi meetodeid – peamiselt kompostimine või prügiveedu olmejäätmetega segamini.

Kuna olemasolevad haljastuse andmed ei võimalda analüüsida kogu linna biokütuse tootmise potentsiaali, tehti täiendav kaardianalüüs, kus Eesti põhikaardi andmete järgi leiti kõik Tartu linna haljastatavad alad. Lisaks eelnevalt mainitud parkidele ja haljasaladele kuuluvad linnahaljastuse alla veel muud avalikud rohealad, eraaiad, surnuaiad, aga ka tänavaid ääristavad alleed. Kui võtta arvesse lisaks kõik need alad, on Tartus haljastatavat ala 12,6 km², millest suurima osa – 7,1 km² – moodustavad eraaiad ja -hoovid. Võttes arvesse keskmist aastas tekkivat haljastusjätmete kogust, on võimalik hinnata linna eri haljastatud aladel tekkivate jätmete koguseid – kokku umbes 14 600 tonni aastas.

TABEL 1.

Eri tüüpi haljastusprahi biokeemiline koostis. *Biochemical composition of various types of green waste.*

Proovi nimetus <i>Name of sample</i>	Hemitselluloos (%) <i>Hemicellulose (%)</i>	Tselluloos (%) <i>Cellulose (%)</i>	Ligniin (%) <i>Lignine (%)</i>
Ületalve seisnud lehed <i>NA Overwintered leaves</i>	NA	22,32	27,29
Haljastusprahit <i>Green waste</i>	3,79	16,87	16,32
Sügislehed <i>Autumn leaves</i>	5,96	18,12	13,75

TABEL 2.

Eri tüüpi haljasalade võrdlus, aastase haljasmassi produktsiooni maht, bioetanooli ja biogaasi potentsiaali hinnangud ja linna ühistranspordi kütusevajaduse katte määr vastava kütuseliigi valikul.

Comparison of different types of green spaces, annual volume of green mass produced, assessments of bioethanol and biogas potentials, and the rate of coverage of the city's public transport heating needs, based on the choice of the fuel.

Haljasala tüüp Type of green space	Pindala (km ²)** Surface area (km ²)**	Haljastus- praht (t aastas ⁻¹) Green waste (t/year ¹)	Bioetanooli potentsiaal (t aastas ⁻¹) Bioethanol potential (t/ year ¹)	Kütuse- vajaduse kate (%) Heating need covered (%)	Biogaasi potentsiaal (Mm ³ aastas ⁻¹) Biogas potential (Mm ³ /year-1)	CH ₄ potentsiaal (t aastas ⁻¹) CH ₄ potential (t/year ¹)	Gaasivajaduse kate (%) Gas need covered(%)
Avalik haljasala Public green space	3,72	4,285	336,0	27	0,52	224	16,0
Eraaiad ja -õued Private gardens and yards	7,09	8,170	640,3	52	0,98	427	30,5
Pargid Parks	0,42	484	37,9	3	0,058	25	18,0
Kalmistud Cemeteries	0,41	472	37,0	3	0,057	25	18,0
Puiesteed ja haljastatud tänavad Avenues and streets with planting	1,00	1,152	90,3	7	0,13	60	43,0
KOKKU / TOTAL	12,64	14,563	1,142	93	1,75	762	54,5
Pidevalt hooldatud haljasalad* Consistently maintained green spaces*	3,15*	3,629*	285	23	0,43	190	13,5

* Andmed pärinevad linna statistika aastaraamatust

** Andmed pärinevad kaardi analüüsist

1152 tonni bioetanooli, 762 tonni biometaani

Eesti Maaülikoolis kasutatakse bioetanooli saamiseks traditsioonilist kolme-etapilist tootmisprotsessi, mille eeltöötlusena kasutatakse tehnikainstituudis väljatöötatud lämmastiklõhkamist. Laborikatsetes kasutati eri tüüpi haljastusjätmeid (värsked puulehed, ületalve seisnud puulehed, segatud haljastuspraht) ja uuriti, kas ja kui palju oleks neist võimalik toota bioetanooli. Saadud tulemuste põhjal võib julgelt öelda, et sellel jäätmeliigil oleks bioetanooli lähteainena suur potentsiaal – 1 kg haljastusjätmetest on võimalik toota kuni 87,5 g bioetanooli. Võttes arvesse kogu Tartu linnas tekkivaid haljastusjätmeid, võib oletada, et aastas on võimalik toota haljastusjätmetest 1152 tonni bioetanooli.

Lisaks bioetanoolile on võimalik haljastusjätmeid anaeroobse kääritamise teel kasutada biogaasi tootmiseks. Haljastusjätmeid saab kasutada biogaasi tootmisel, segades neid tavapärase biogaasi tootmise toorainetega. Meie uuringud on näidanud, et ühest kilogrammist haljastusjätmetest on võimalik valmistada umbes 130 liitrit bio-

gaasi, millest oleks puhastades võimalik saada 84 liitrit puhast mootorikütuseks sobilikku biometaani. Hinnates biogaasi tootmispotentsiaali terve Tartu linna skaalas, siis juhul, kui koguda kokku kõik haljastusjätmed ja kasutada neid biogaasi tootmiseks, oleks võimalik toota 762 tonni (1,1 miljonit m³) biometaani aastas. Kui kasutada biogaasi tootmiseks ainult juba hetkel kogutud haljastusjätmed, mis peamiselt kompostitakse, siis oleks võimalik toota 190 tonni (0,3 miljonit m³) biometaani aastas.

Haljastusjätmetest toodetud bioetanooli ja biometaani on võimalik kasutada kohaliku biokütusena sõidukite mootorites. Tartu linna ühistranspordisüsteem põhineb linnaliinibussidel, mis sõidavad aastas ligikaudu 3,5 miljonit kilomeetrit ja kasutavad kütusena diisli ja umbes 10% ulatuses gaasi. Võttes arvesse busside aastast läbisõitu, kütusekulu ja biokütuse tootmispotentsiaali haljastusjätmetest, leiti, et kasutades kogu linna juba praegu kogutavaid haljastusjätmeid bioetanooli tootmiseks, oleks võimalik asendada 23,1% linna ühistranspordis kasutatud kütusest bioetanooliga. Tootes ja puhastades biogaasi, on sama biomassi hulga võimalik

katta 13,5% Tartu ühistranspordi kütusevajadusest. Kui aga koguda kokku kogu Tartu linna haljastusjätmed, kaasa arvatud jätmed eraaedadest, surnuaedadest ja parkidest, siis oleks võimalik bioetanooli või biogaasiga katta vastavalt 92,8% või 55% linna ühistranspordi kütusevajadusest.

Neist arvestustest tulenevalt saab öelda, et haljastusjätmetel on suur potentsiaal biokütuste tootmise lähteainena, kuid selleks tuleb esmalt jätmed kokku koguda. Hetkel ei ole Tartu organisatsioonid süsteemi elanike majapidamistest haljastusjätmete kogumiseks. Haljastusjätmeid kogutakse linna hooldatavatel aladel ja elanikelt, kelle kinnistu piirneb linna haljasaladega või alleedega, ning need jätmed peamiselt kompostitakse. Suur osa kompostitakse tekkimiskohas või segatakse olmejätmetega ning ladestatakse prügilasse. Selleks, et haljastusjätmeid kasutada kütuste tootmiseks, oleks vaja kehtestada efektiivne jäätmete kogumise süsteem, mis võimaldaks kokku korjata jätmed linna eri osadest ja kohanduks jäätmetekke koguste märgatava varieeruvusega eri aastaegadel.

Kaugküttesüsteeme tuleb planeerida tegelikele võimsustele vastavalt



VILLU VARES
TTÜ EMERIITDOTSENT
ÜLO KASK
VOLITATUD SOOJUSENERGEETIKA
INSENER

Kaugkütte põhiliseks eeliseks lokaalkütte ees peetakse võimalust katta baaskoormus odavatest ja lokaalküttes raskesti kasutatavatest kütustest saadava energiaga. Väiksemates Eesti kaugküttesüsteemides on baaskoormuse katmiseks väga sobiv kasutada kohalikku taastuvat energiaallikat – biokütuseid.

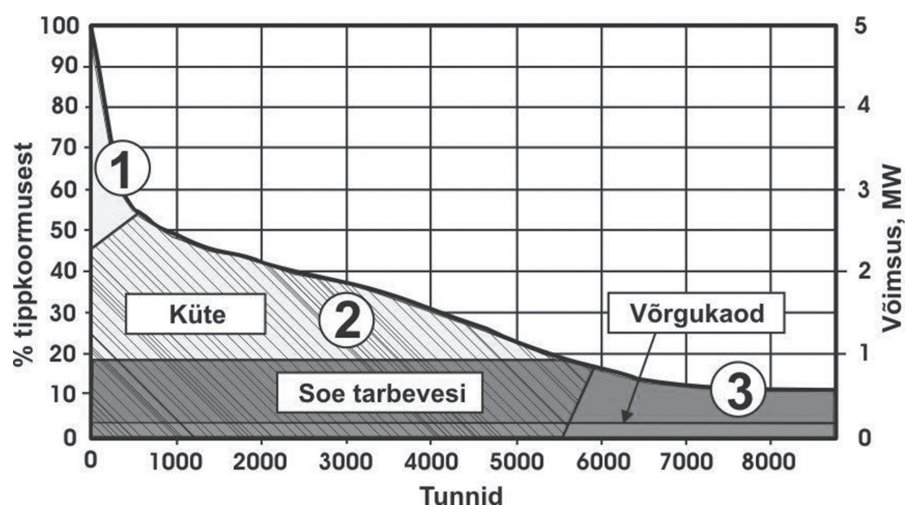
Biokütusekatla võimsuse valiku aluseks on koormuste kestusgraafik (joonis 1), millel aasta tunnised koormused järjestatakse kahanevas suunas. Kaugküttesüsteemide hulka kuuluvad

- küttesüsteem, s.t kliimaatilistest tingimustest (põhiliselt välisõhu temperatuurist) sõltuv koormus;
- sooja tarbevee valmistamise koormus, mis on aasta jooksul suhteliselt ühtlane ja
- kaugküttevõrgu torustiku soojuskao kompenseerimise koormus, mis on proportsionaalne toru sees voolava vee ja ümbritseva keskkonna (pinnase, õhu) temperatuuride vahel.

Koormuste kestusgraafikul iseloomustab summaarse koormuse kõvera alune pindala katlamajas aastas toodetavat soojushulka, millest suurem (kaldviirutusega) osa on otstarbekas katta biokütusekatla (joonisel 1 tähistatud numbriga 2).

Tipukoormust vajatakse lühikese aja jooksul ja selle katmiseks sobib väikese soetusmaksumusega õli- või gaasikatel (joonisel tähistatud numbriga 1). Suvel

JOONIS 1.
Kaugküttesüsteemide koormuste kestusgraafik.
District heating load duration curve.



on sooja tarbevee valmistamiseks vajalik koormus suhteliselt väike ja seda saab katta biokütusekatla juhul, kui koormus on vähemalt 20%, soovitatavalt aga vähemalt 30% biokütusekatla nimivõimsusest. Kui tarbimiskoormust ei piisa biokütusekatla normaalseks tööks, tuleb tööse rakendada kas tipukoormusekatel (s.t õli- või gaasikatel) või teine väiksema nimivõimsusega biokütusekatel (joonisel tähistatud numbriga 3).

Majanduslikult põhjendatuks osutub selline biokütusekatel, mille nimivõimsus on ligikaudu pool maksimaalsest koormusest. Tekib küsimus, miks just sellist biokütusekatla nimivõimsust peetakse optimaalseks. Katla võimsuse optimumi leidmiseks peaksime teadma seadmete tööga seotud püsi- ja muutuvkulude vahet. Biokütusekatelde erimaksumus on tüüpiliselt üle viie korra suurem õli- ja gaasikatelde erimaksumus, mistõttu kujuneb biokütusekatla püsikulu suhteliselt suureks. Kui biokütusekatelt koormatakse ebapiisavalt, siis jaotub suur püsikulu vähesel toodangu peale ja püsikulu komponent soojuse hinnas kujuneb suureks ning ühtlasi tõuseb soojuse omahind.

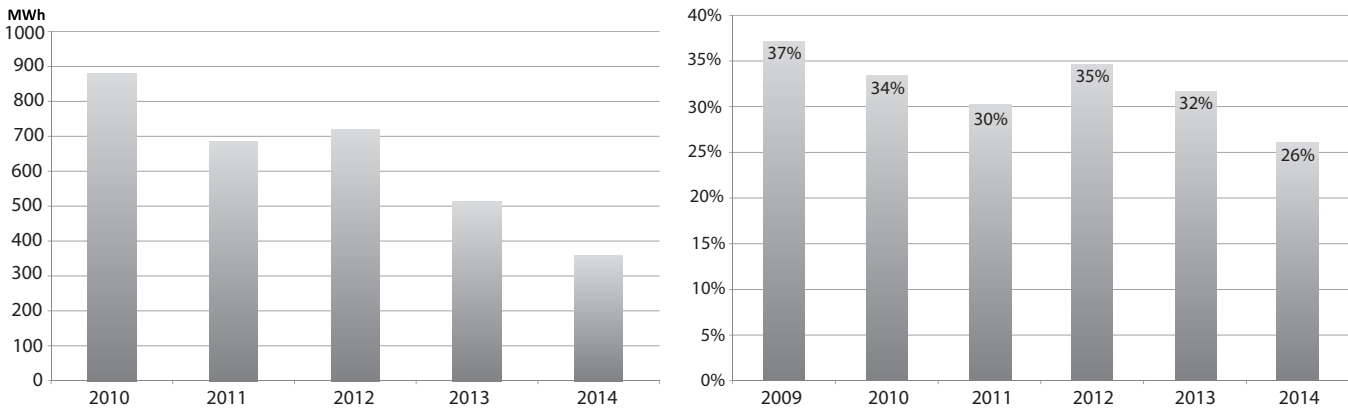
Biokütusekatla koormatuse iseloomustamiseks kasutatakse suhteliselt lihtsat näitajat – nimivõimsuse kasutuskestust, mida mõõdetakse tundides ja saadakse seosest:

$$\frac{\text{Katla aastane soojustoodang MWh}}{\text{Katla nimivõimsus MW}}$$

Enamasti on biokütusekatla valik ja kasutamine garanteeritult otstarbekas siis, kui nimivõimsuse kasutuskestus ületab 4000 tundi aastas. Katla tegelik tööaeg kujuneb tavaliselt pikemaks kui nimivõimsuse kasutusaeg, sest katel töötab suure osa ajast nimivõimsusest madalamal koormusel. Kui suvel kaugkütte baasil sooja vett ei valmistata, siis võiks tegelik küttesüsteem olla nt 5400 tundi ja 4000-tunnise nimivõimsuse kasutuskestuse puhul oleks katlal aasta keskmine koormus 74% ($4000/5400 \approx 0,74$) nominaalsest.

Tipukoormusekatelde puhul peab nende maksumus ja sellest tulenev püsikulu olema väike, sest ainult siis jäävad märksa kallima kütuse lühiajalisel kasutamisel kulud katlamajas optimaalseks. Tipukoormusekatelde nimivõimsuse kasutuskestus võib ulatuda mõne-

JOONIS 2.

Absoluutse ja suhtelise soojuskao muutumine kaugküttevõrgus.*The change in absolute and relative heat loss in district heating network.*

kümnest kuni mõnesaja tunnini, s.t on vähemalt suurusjärgu võrra väiksemad.

Ülaltoodust saab teha järelduse, et koormuste kestusgraafiku ja aastase tarbimismahu vastavus tegelikule olukorrale on biokütusekatla otstarbeka võimsuse seisukohalt määrava tähtsusega. Tarbimismahtu tuleb paratamatult prognoosida ja selles osas tehakse Eestis kahjuks väga palju tõsiseid valearvestusi, mille tulemusena jääb biokütusekatel alakoormatuks ja soojuse müügihind kujuneb oodatust märgatavalt kõrgemaks. Selliste planeerimisvigade võimalikke põhjusi on mitmeid, näiteks

- sageli on kaugküttesüsteemide renoveerimine toimunud ilma kompleksse eeluuringuta (nüüd nimetatakse kaugküttepiirkonna energiaaudit või kaugküttepiirkonna arengukava) ja põhjendamatu oodatakse tarbimise kasvu või jätkumist samas mahus;
- tarbimise järsk kahanemine, mis võib olla tingitud mõne suure tarbija osalisest üleminekust lokaalküttele (mitmetel juhtudel on selleks osutunud õhk-vesi-soojuspumpade rakendamine, kuigi kaugkütteseaduse järgi ei ole see kaugküttepiirkonnas lubatud);
- mõned kaugküttega liituda lubanud potentsiaalsed tarbijad pole seda mingil põhjusel teinud;
- mõned tarbijad lülitavad end mingil põhjusel kaugküttest välja, nt tööstustarbijad on sunnitud kas tootmistegevuse lõpetama või ümber kujundama;
- kui ühes kaugküttepiirkonnas rahastatakse eri allikatest nii biokütuse kasutuselevõttu kui ka tarbijate juures alternatiivsete energiaallikate rakendamist, siis võib juhtuda, et investeeringud töötavad üksteisele vastu. Kohalikel omavalitsustel on olnud võimalik taotleda investeeringute toetusi

KIKist, Norra ja Šveitsi fondist, EASi vahendusel, RKAS ja nn katuserahana riigieelarvest. Seni ei ole rahastajatel toetuste eraldamine toimunud koordineeritult.

Kaugküttesüsteemide rekonstrueerimise näiteid. Näide 1

Soojuse kõrge hind ühes Eesti alevikus oli põhjuseks, mis sundis nii tarbijaid ja vallavalitsust kui ka soojusettevõtjat olukorra parandamiseks meetmeid rakendada. Soojusettevõtja taotles üleminekuks biokütusele ja kaugküttevõrgu torustiku renoveerimiseks KIKist toetust ja selle saamisel algasid põhjalikud ümberehitustööd. Kaugküttevõrgus

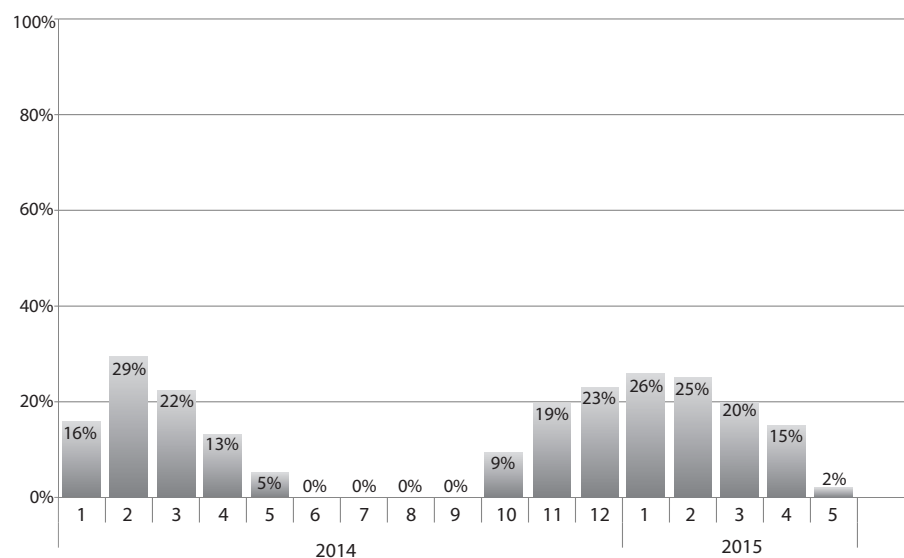
asendati valdav osa vanast torustikust eelisoleeritud torudega ja selle tulemusena vähenes absoluutne soojuskadu umbes 2,4 korda (vt joonis 2). Kahjuks jäi tehniliselt eeskujulikuks muudetud kaugküttevõrgu suhteline soojuskadu ikkagi lubamatult suureks – umbes 26%, mille põhjuseks on ühelt poolt kogutarbimise vähenemine ja mitme tarbija kaugküttest väljalangemine ning teiselt poolt liiga suure diameetriga torude kasutamine (ei eeldatud tarbijate lahkumist). Lisaks sellele ehitati välja ka ühendustorustik uuele tarbijale, kes kahjuks loobus.

Katlamaja maksimaalseks koormuseks oli hinnatud ühe varasema uuringu põhjal veidi alla 1 MW, mille alusel biokütusekatla nimivõimsuseks oleks piisanud

JOONIS 3.

Biokütusekatla kuude keskmised suhtelised koormused võrreldes nimikoormusega.

Average relative monthly loads of biofuel boilers compared to nominal load.



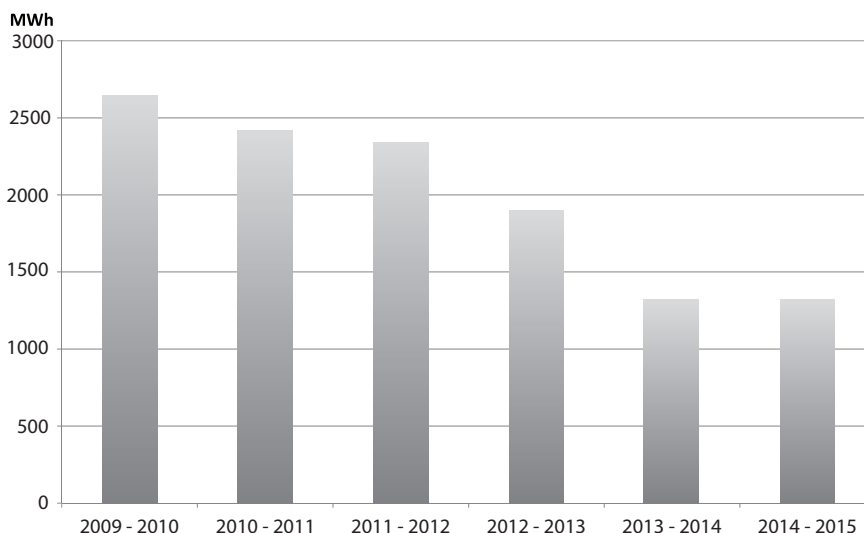
500 kW ja see oleks suutnud katta umbes 95% kogu aastasest soojusvajadusest. Tegelikult paigaldati katlamaja 1,5 MW võimsusega igati tänapäevane ja kvaliteetne hakkpuidukatel, mis pidi töötama ebanormaalselt väikestel koormustel (vt joonis 3). Nagu joonis näitab, ei ulatunud ühegi kuu katla keskmine koormus üle 30%, mis õige nimivõimsuse valiku korral peaks olema minimaalselt aktsepteeritav koormus!

Biokütusekatla võimsuse valikul tehtud viga süvendas veelgi tarbimise vähenemine (vt joonis 4). Nagu juba mainitud, ühendasid mõned tarbijad end kaugküttevõrgust lahti, kuid eriti kurioossena mõjutab kogutarbimise kahanemist ühe, valla majandatava suure tarbija juures samuti investeeringutoetuste toel tehtud muudatused. Kuna see nn tuumiktarbija vajas suvisel perioodil sooja vett, kaugküttekatalamaja aga suvel ei töötanud, otsustati ilma kaugküttesüsteemis planeeritavate investeeringutega koordineerimata taotleda eri allikatest eraldi investeeringutoetusi ja nende saamisel paigaldati õhk-vesi-soojuspumbad ning päikesekollektorid. Kui enne alternatiivsete soojusallikate paigaldamist oli tuumiktarbija osatähtsus kogu süsteemi tarbimisest 52%, siis pärast seda ainult 16% ja selle tõttu vähenes summaarne kaugkütetarbimine 36%. Kuna lokaalsete lahenduste investeeringutoetused katsid suure osa kuludest, oli tasuvusaeg lühike ja sisuliselt on need juba end ära tasunud. Kuigi nn tuumiktarbija aastased soojuskulud vähenesid, põhjustab jätkuvalt kõrge soojuse hind teise valla majandatava hoone soojuskuludes ligikaudu samasuguse kasvu – s.t koormus valla eelarvele praktiliselt ei muutunud.

Kahjuks on koordineerimatu tegevus ja planeerimisvead loonud olukorra, kus oodatud kaugküttesoojuse hinnalangust pole saavutatud. Kui enne kaugküttesüsteemi rekonstrueerimist oli Konkurentsiametiga kooskõlastatud soojuse piirhind umbes 81 €/MWh (varem isegi 90 €/MWh), siis loodeti langetada soojuse hinda tasemele 65 €/MWh, tegelike kulude põhjal aga tuleks tegelike tarbimismahtude juures soojuse arvestuslikuks hinnaks 80–90 €/MWh. Püsikulude komponent (kapitalikulu koos regulatiivse kasumiga) moodustab arvestuslikus soojuse hinnas praeguse tarbimise juures soojuse hinnast tunduvalt üle poole – ja see on planeerimisvigade ja osapoolte kooskõlastamata tegevuste otsene väga negatiivne tulemus.

JOONIS 4.

Kaugkütetarbimise muutumine kütteperioodide kaupa. Change in consumption of district heating by heating periods.



Järeldused näitest 1:

Koormuste ülehindamise tulemusena valitakse liiga võimas biokütusekatel, mis peab töötama ebanormaalselt väikestel ja mitteökonomisel koormustel. Võimsuste ülehindamise tõttu on osa investeeringutest tehtud asjata ja püsikulu komponent soojuse hinnas tõstab soojuse hinna eeldatust märgatavalt kõrgemale. Biokütusekatla nimivõimsuse kasutuskestus on ainult 1010 tundi, mis jääb ligi neli korda alla soovituslikule tasemele.

Hõreda kaugküttevõrgu täielik rekonstrueerimine on väga kallis ettevõtmine, mis tarbimise vähenemisel suurendab samuti püsikulude komponenti ja soojuse hinda.

Kooskõlastamata investeeringud kaugküttesüsteemi ja samaaegne kaugkütteseadusega mittelubitava täiendava soojusallika paigaldamine tuumiktarbijale viivad investeeringutoetusteks eraldatavate summade ebaratsionaalse kasutamiseni.

Tarbijate ootuste petmine, s.t kõigi planeerimisvigade tõttu jätkuvalt kõrge soojuse hind põhjustab tarbijates eba-kindlust, teeb kahju kaugküttele mainele ja loob tingimused tarbijate kaugküttest lahkumiseks.

Näide 2

Eelmise näitega väga sarnane olukord: kaugküttevõrk on samuti põhjalikult rekonstrueeritud ja katlamaja paigaldatud 1,5 MW võimsusega parima võimaliku tehnilise lahendusega hakkpuidul töötav

biokütusekatel. KIKile esitatud investeeringutoetuste taotluse põhjenduses on näidatud katlamaja maksimaalseks koormuseks 2,7 MW, tegelik maksimaalne koormus aga jääb alla 0,5 MW. Ka selle näite puhul on osa tarbimise muutusest tingitud tuumiktarbija juurde soojuspumpade paigaldamisest. Selles asulas paigaldati siiski kaugkütteseadusega lubatud täiendavad soojusallikad – s.t maa-vesi-soojuspumbad.

Kui investeeringutoetuste taotlemisel lähtuti senisest soojuse piirhinnast umbes 87 €/MWh, siis pärast investeeringuid kujunes taotletavaks soojuse piirhinnaks koguni 108 €/MWh. Siingi on põhjuseks koormuste ülehindamine, üleinvesteermine ja täiendava soojusallika kasutuselevõtt. Ilmneb, et kasutades tuumiktarbija soojuspumpasid ainult suvise soojaveekoormuse katmiseks, suureneks kaugküttekatalamaja maksimaalne koormus ja aastatoodang ligi kaks korda, mille tulemusena õnnestuks säilitada ligikaudu investeeringute eelne hinnatase.

Järeldused näitest 2:

- Perspektiivse tarbimise ülehindamine ja osapoolte vahel koordineerimatult tehtud paralleelsed investeeringud kaugküttesse mitte ei alandanud soojuse hinda, vaid tõstsid selle isegi elektri lõpptarbijahinnast kõrgemaks.
- Kaugküttes tehtavad investeeringud peavad olema vastavuses reaalselt perspektiivsete soojuskoormustega ning investeeringutoetuste andmisel tuleks rangelt kontrollida valitud



FOTO: TIIT BLAAT

Soojuse hinna alandamiseks minnakse väikestes asulates üle biokütusele, kuid tarbimisvõimsust hinnatakse sageli üle ning paigaldatakse liiga suure võimusega katel. Seetõttu on osa investeeringutest tehtud asjata ja püsikulu komponent soojuse hinnas tõstab soojuse hinna eeldatust märgatavalt kõrgemale.

In order to reduce the price of heating, smaller urban communities will transfer to biofuels; however, usage requirements are often overestimated, which leads to the installation of a boiler with excessive capacity. This means that some of the investments have been wasted and the fixed cost component in the price of heating increases the price to a much higher level than anticipated.

võimsuste ja lahenduste põhjendatust.

- Biokütusekatla nimivõimsuse kasutuskestus on arvestuslikult 1068 h, mis jääb samuti ligi neli korda alla soovituslikule tasemele.

Näide 3

Alevikus oli toimiv kaugküttesüsteem ja katlamaja töötas põlevkiviõlil. Soojuse hinna alandamiseks (hind aastal 2012 u 80 €/MWh) paigaldati KIKi toetuste abil biokütusekatel, mille tulemusena langes soojuse hind 2015. aastal tasemele 67 €/MWh. Samal ajal korrastati ka probleemseim maapealne torustikulõik. Edasised soojuskoormused hakkavad energiasäästumeetmete rakendamise tulemusena paratamatult kahanema, kuigi vähemalt üks suur tarbija võiks kaugküttega liituda. Koormuste tõenäoline kahanemine muudab probleemseks kaugküttevõrgus kavandatud rekonstrueerimistöde otsustarbekuse ja soojuse hind hakkaks tarbimise vähenemisel paratamatult tõusma.

Seejuures on kavas teha ühe valla poolt majandatava objekti juures ulatuslikud renoveerimistööd, mille käigus kavatakse investeeringutoetuse saamise tingimuste täitmiseks paigaldada täiendava soojusallikana maa-vesi-soojuspump. Arvutuste kohaselt väheneks kaugküttest tarbitav soojushulk umbes 4,5 korda, kusjuures kaugküttest vajatakse lisasoo-

just ainult kuni kolme kuu jooksul aastas. Aleviku jaoks koostatud soojusmajanduse arengukavas nähti ette selle tarbija juurde viiva suhteliselt pika ja suure soojuskaoga ühendustorustiku asendamine eelisoleeritud torudega. Tekib küsimus, kas torustiku asendamine on otstarbekas olukorras, kus tarbimine selle torustikulõigu kaudu on minimaalne ja toimub maksimaalselt kolme kuu jooksul.

Järeldus näitest 3:

- Kuigi biokütuse kasutuselevõtu järel soojuse hind langes, näitab biokütusekatla nimivõimsuse kasutuskestuse madal tase 1575 h, et katel on üle dimensioneeritud. Optimaalse võimsuse korral oleks olnud võimalik saavutada veelgi madalam ja tarbimismahu vähenemisest vähem sõltuv soojuse hinnatase.
- Valla tegevus enda majandatava hoone renoveerimiseks investeeringu leidmiseks on igati mõistetav, kuid toetusfondi finantseerimisel paigaldatav soojuspump ei ole vastavuses kaugküttesüsteemi kui terviku huvidega.
- Paigaldatav soojuspump tagab küll toetuse andja kehtestatud nõuded, kuid põhjustab põhjendamatuid kulusid kaugküttesüsteemis ning kaudselt töötab vastu teiste kaugkütetarbijate huvidele.
- Näiteid oleks kahjuks veelgi, kuid lugematuid nendega koormamata tuleb pa-

raku tõdeda, et kaugküttesüsteemides tehakse väga sageli mahukaid investeeringuid ilma põhjendatud planeerimiskavata. Lausa reeglilik on hakanud kujunema tarbimismahtude ülehindamine ja põhjendamatult võimsate biokütuseseadmete valik. Ühe ja sama kaugküttesüsteemi piires eraldatakse sageli koordineerimatult investeeringutoetusi üksteisele vastu töötavatele projektidele. Kõige selle tulemusena kulutatakse investeeringutoetusi ebaratsionaalselt, oodatavad tulemused jäävad saavutamata ning soojuse tegelik hind võib langemise asemel hoopis märgatavalt kasvada.

- Planeerimisvigade vältimiseks ja investeeringute optimeerimiseks ei ole vaja teha midagi väga erilist ja kallist, õigete otsuste tarvis tuleb lihtsalt lähtuda uuringutest ja koostatud arengukavadest ning igas kaugküttepiirkonnas tuleb kõik investeeringud teha osapoolte vahel koordineeritult ühtse eesmärgi nimel. Siin kehtib hästi vanasõna: „Üheksa korda mõõda, üks kord lõika“.

Artikli autorid on juba enam kui kahekümne aasta jooksul osalenud nii kohalike omavalitsuste ja kaugküttepiirkondade soojusmajanduse arengukavade kui ka energiaauditite ja ettevõtete energiaefektiivsuse analüüside koostamisel suurema meeskonna koosseisus ning neid individuaalselt koostanud.

Kas puidu põletamine Narva Elektriijaamades on ikka otstarbekas?



ÜLO KASK

EESTI BIOKÜTUSTE ÜHING, VOLITATUD SOOJUSTEHNICA INSENER

Bioenergia ja soojusmajanduse valdkonna spetsialistina püüan avada puitkütuse Narva elektriijaamades põletamise teemat. Üheks ajendiks on Postimehe artiklist „Puidu põletamine elektriijaamades toob metsamajandusse tõelise buumi“¹ loetu.

Väidetakse, et koos põlevkiviga või ka ilma põlevkivita võiks täiendavalt Narva elektriijaamades (Balti elektriijaam, Auvere elektriijaam) põletada puitkütust 4,3 miljonit tihumeetrit aastas.

Mida see tähendab energeetiliselt? Eesti Statistika (ES) oma aastaaruannetes kasutab puitkütuse energiasisalduse väärtusena (tarbimisaine kütteväärtusena) ümmarguselt 2,0 MWh/tm. Seega sisaldub eeltoodud koguses puitkütuses primaarenergiana 8,6 mln MWh ehk 8,6 TWh

Kui selline kogus puitkütust põletatakse tavalistes katlamajades, mille aasta keskmine kasutegur on 85%, saaksime soojusena tarbijatele edastada 7,3 TWh (tarbijad saavad kätte kaugküttevõrgu kao võrra vähem). Auvere elektriijaama keevkihtkatlas saaks põletada 3000 tonni

puitkütust ööpäevas ja jaam on võimeline töötama aastas 8000 tundi². Seega aastas saaks seal põletada puitu primaarenergia sisalduse järgi kuni 2,3 TWh ehk 1,2 mln tm. Elektriiks muundatakse sellest ligikaudu 1 TWh (ploki elektriline kasutegur 41–43%).

Väiksema koguse saaks põletada Balti elektriijaama keevkihtkateldes.

Kolmas võimalus on põletada see kogus puitu soojuse ja elektri koostootmisjaamades (SEK). Eestis olevates ja siia veel rajatavates puitkütustel töötavates SEKides ei ületa elektriline kasutegur 25% ja soojuse osa on umbes 60%, mis teeb aasta keskmiseks kogukasuteguriks 85%. See väärtus võib aastati ja SEKiti kõikuda. Saaksime 8,6 TWhst primaarenergiast 2,15 TWh elektrit ja 5,16 TWh soojust.

Igal aastal 113 000 hektaril

Väikese Eesti häda on selles, et meil on vähe suuri linnu, kuhu ehitada suuri SEKe. Tallinnas (2 tk), Tartus ja Pärnus need juba töötavad ja ka Narvas (Eesti Energia Balti elektriijaamas) ja Sillamäel (Sillamäe soojuselektriijaam) töötab osa võimsusi koostootmisrežiimil ja kasutab puitkütuseid. Lisaks mõned väiksemad linnad (Kuressaare, Paide, Rakvere) ja tööstusettevõtted (puidugraanulitehased), kuhu on rajatud väiksema võimsusega SEKid, kus kasutatakse ära nii toodetud elekter kui ka valdav osa soojust.

Linnade kaugküttesüsteeme, kuhu veel mõni 25 MW elektrilise võimsusega SEK ehitada, meil lihtsalt ei ole. Katlamaju,

² <https://www.energia.ee/uudised/-/news/2014/09/10/valmisid-auvere-elektriijaama-elutahtsad-susteemid>

Auvere Elektriijaamas saaks aastas põletada puitu primaarenergiasisalduse järgi kuni 2,3 TWh ehk 1,2 mln tm. Elektriiks muundatakse sellest ligikaudu 1 TWh (ploki elektriline kasutegur 41–43%).

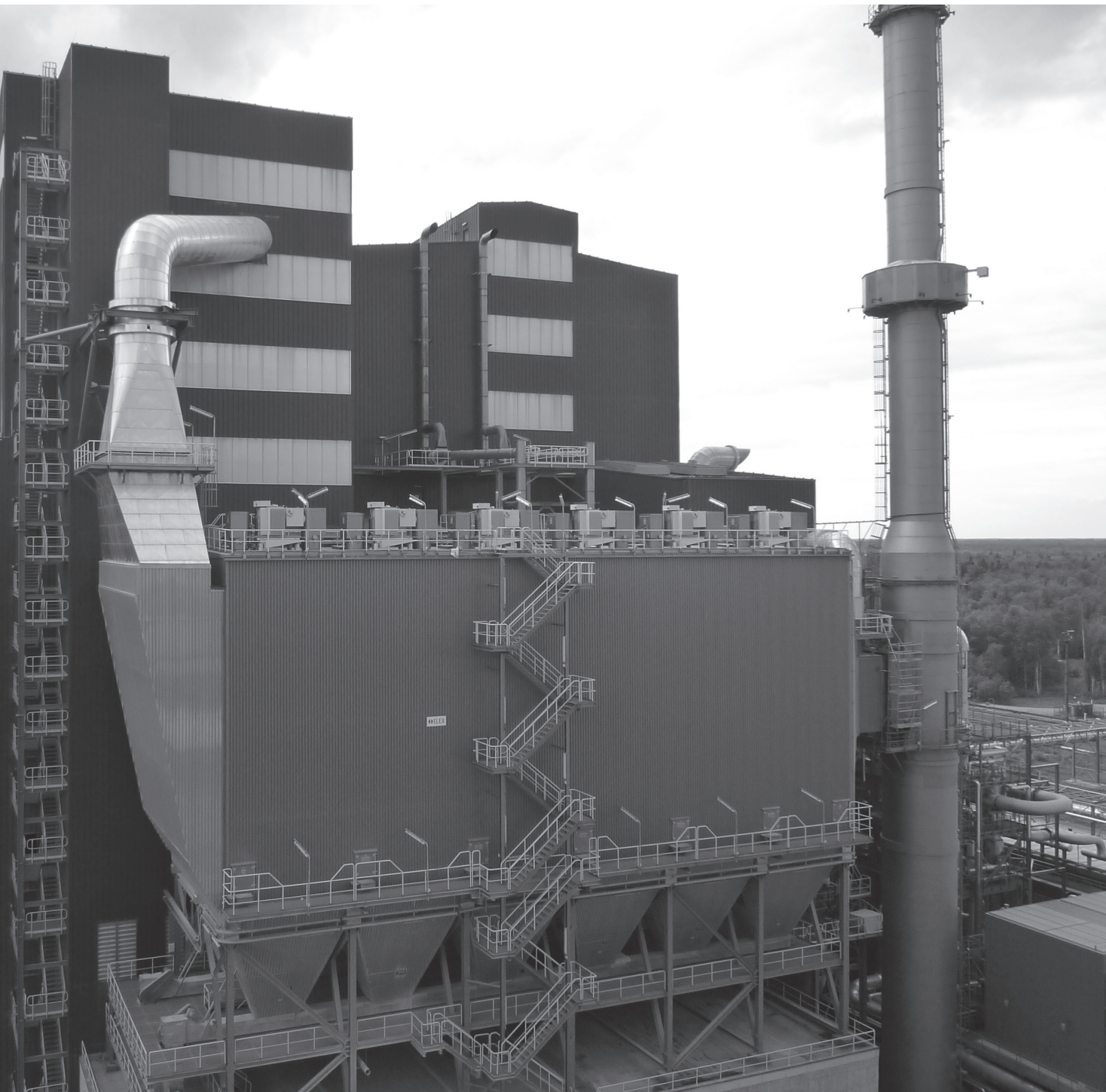
Auvere Power Plant could burn up to 2,3 TWh or 1,2 million cubic meters of wood per year, based on the basic energy value. Around 1 TWh of this is convert.



mida viimastel aastatel on nii riiklikult toetatult kui ka toetusteta viidud fossiilkütustelt (kivisüsi, kütteõli ja maagaas) üle biokütustele, peamiselt puitkütustele, on sadu. ESi andmetel oli meil 2014. aastal 933 puitkütusel töötavat katlamaja, kus toodeti kokku 1,64 TWh soojust, ja kokku 2941 katlamaja, kus toodeti kokku 2,57 TWh soojust, kusjuures igal aastal on puitkütusel toodetava soojuse osa kasvanud, viimase 10 aasta jooksul 10% võrra.

Elektriijaamades ja katlamajades kok-

¹ Andres Reimer. Postimees 21.01.2016.



ku kasutati 2014. aastal puitkütuseid soojuse tootmiseks energiasalduse järgi 3,27 TWh ja elektri tootmiseks 1,02 TWh, kokku seega 4,29 TWh (puitkütusena 2,15 mln tm). Toome välja olulise järelduse – 2014. aastal kasutati Eesti elektri jaamades ja katlamajades energiaks muundamise eesmärgil 4,29 TWh puitkütuste primaarenergiat ja lähiajal soovitakse seda suurendada 8,6 TWh võrra, mis teeb puitkütusena 6,45 mln tm. Siia ei ole arvestatud üheperealamute ja ahiküttel korterelamute puitkütuse kasutust,

mis võib mõnede varasemate uuringute alusel ulatuda 2 mln tm aastas.

Püüame nüüd selgitada, mida esitatud numbrid tähendavad. Eestis tehtud uuringute alusel (EMÜ) saadakse uuendusraie käigus küpses metsas 100–200 MWh puitkütust (siin on sisse arvestatud nii traditsiooniline küttepuit kui ka hakitud raiejätmed) primaarenergiana ühelt hektarilt, sõltuvalt sellest, milliste puuliikidega valdavalt tegemist on³. Muude raiete korral märksa vähem. Võ-

³ Puitkütus. EBÜ, 2014.

tame keskmise väärtusena 150 MWh/ha ja näeme, et 6,45 mln tm (12,9 TWh) puitkütuse saamiseks oleks vaja teha uuendusraiet umbes 86 000 hektaril. Kui lisada veel eratarbimine (~2 mln tm), siis tuleks igal aastal vajalik koguses puitkütuse saamiseks raiuda metsa 113 000 hektaril (2014. aastal oli raiutava metsa pindala 133 118 ha⁵), aga meil on ju vaja ka tarbepuitu.

2010. aastal oli küpsete metsade pindala 617 000 hektarit⁴. Seega saaks pidu

⁴ Metsainfo /<http://www.metsaselts.ee/metsa-info/>.

kesta äärmisel juhul 5–6 aastat. Järgnevalt tsiteeritavates materjalides loetu põhjal saab teha järelduse: vaatamata sellele, et on palju eriarvamusi ja hinnanguid metsaressursi, selle juurdekasvu ja kasutusintensiivsuse ning vastavate arvuliste väärtuste kohta, ei tohiks siiski põhjalikult analüüsivalt lubada nii järsku puitkütuse kasutuse kasvu.

Jätkusuutlikkuse piir

2013. aastal valminud Keskkonnaministeeriumi tellitud uuring näitab, et kliimapoliitika seisukohalt oleks jätkusuutlik raiemaht maksimaalselt 8,4 mln tm aastas (seda võiks pidada ettevaatlikuks lähenemiseks). Metsanduse arengukavas seatud 12 mln tihumeetrisest aastase raiemahu korral hakkab metsade puidutagavara kiiresti vähenema. Kümne aasta jooksul on vähenemine 10%, hiljem aga praegusega võrreldes lausa 20%. Raiudes metsa enam kui 8,4 mln tm aastas, hakkab kiiresti kahanema puidutagavara ning vähenema metsades seotud süsiniku kogus. Eesti metsade aastane raiemaht ei tohiks olla suurem kui 8,5–9 mln tm⁵. Väljavõte veel teisest allikast. Kui eeldada, et kaitstavate metsade juurdekasvust saame kasutada 60% ja majandusmetsades 80%, võime teha lihtsa arvutuse, mis näitab, et kogu aastasest juurdekasvust on likviidsete raietega realiseeritav ligikaudu 70% ehk maksimaalselt 10 mln tm.

Seega ei ole pikaajaliselt, kogu raieringi jooksul, meie metsadest ka kõige ratsionaalsema tegutsemise korral võimalik keskmisena aastas rohkem puitu varuda. Vähemalt 30% juurdekasvust jääb metsa ja osaleb looduse igikestvas ringkäigus⁶. Kui plaanitakse lisaraiet 4,3 mln tm aastas, ja nt 2014. aastal plaaniti Eestis raiuda kokku 13,2 tm raiedokumentide alusel⁷, siis juba on ületatud jätkusuutlikkuse piiri ja kavatakse seda veelgi rohkem ületada.

Metsamajanduse arengukava aastani 2020⁸ järgi peetakse jätkusuutlikuks raiemahuks 12–15 mln tm aastas ja selle arvutamisel on arvesse võetud mitte ainult iga-aastast juurdekasvu, mis on ligi 12 mln tm, vaid ka metsades akumulunud puidu kogust. Praegu on raietööks saamas kaasikute põlvkond, palju on küpseid või üle küpsenud haavikuid ja hall-lepinkuid. Raiemaht praegu ei ületa 10 mln tm aastas, siis jätkusuutliku

5 Arengukava lubab liiga palju metsa raiuda. Äripäev 14.03.2014.

6 Numbrita maagia metsanduses. 30.04.2014. /http://www.metsaselts.ee/numbrita-maagia-metsanduses/.

7 Eesti Statistika /http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/Saveshow.asp/.

8 http://www.envir.ee/sites/default/files/elfinder/article_files/mak2020vastuvoetud.pdf.



Metsamajanduse arengukava aastani 2020 järgi peetakse jätkusuutlikuks raiemahuks 12–15 mln tm aastas.

Under the Forestry Development Plan 2020, the sustainable prescribed cut has been estimated at 12–15 million cubic meters per year.

raiemahu piires saaks täiendavalt raiuda 2–5 mln tm aastas. Sellest pool on palk, mis on tööstuse tooraine. Kuna ka raietööjätmed jäävad praegu suures osas kasutamata, pole takistusi, et lähiaastatel täiendavalt 4 mln tm küttepuitu kasutusele võtta (osa täiendava raie ja osa raietööjätmete kasutamise arvelt). Iseasi on see, kas energiasektor suudab maksta piisavalt kõrget hinda, sest ka plaadi- ja puidugraanulitööstus ostab toormeks paberi- ja küttepuitu.

Lisaks oleks vaja välja arvutada, mida need arvud rahalises väärtuses tähendavad, kuidas järsult suurenenud raie mõjub loodusele, mida tähendab puitbiomassi kasutamine kütteks teistele puidust sõltuvatele tööstusharudele, kus väljundtoote hind võib olla märksa suurem kui elektril ja hõivata palju rohkem tööjõudu; kaugküttevõrkude soojuse tarbijatele, kus puitkütuste tõenäolise hinnatõusu tõttu kasvab ka soojuse hind, jne.

Kokkuvõte

Käesolevas kirjutises on vaadeldud ainult puidu kasutust energeetilistel eesmärkidel. Osalt samale toormele kandideerivad ka plaaditootjad, paberi- ja tselluloositootjad, puidugraanulitehased. Igal juhul on mõistlik puidu kasutust suurendada, sest metsades (peamiselt erametsades) on veel kasutamata ressursi, kuid selleks on vaja enne teha väga põhjalikke ja üksikasjalikke kalkulatsioone, kust raiuda, kui palju raiuda, millise kvaliteediga puitu

saame, arvestades nii sotsiaalmajanduslikke kui ka keskkonna (looduskaitse) mõjusid, millised puidutooted oleksid kõige suurema lisandväärtusega ja tooksid ettevõtetele maksimaalset eksporditulu (nt puitmajade ehitus, mööbel jms). Võiksime ka energiamajanduse ja puidutööstuse valdkonnas olla nutikamad, mitte loota ainult sellele, et ehk hakkab toimima nn statistikakaubandus ja saame seal mingit tulu. Kuid mis hinnaga? CO₂ kvoodikaubandusest loodeti ka Euroopas palju, kuid süsteem vindub endiselt.

Miks ei ole arvestatud võimalusega, et peale puidu on Eestis võimalik saada ka muud tahket biomassi ja kohaliku kütusena alakasutatud turvast? Lihula katlamajas põletatakse juba viis aastat edukalt heinkütust. Heinkütuse ja pilliroovarud lubaksid tunduvalt suurendada biokütuste kasutust energiamajanduses. Kuigi turba põletamisel tekib CO₂, ei ole statistikakaubanduse objekt, looks turba kasutamise laiendamine samuti hulganisti töökohti ja elavdaks kohalikku majandust. Lisaks on meil tuhandeid hektareid avatud turbavälju, kus täna hästilagunenud turvas (kütuseks sobiv) kasutult seisab ja lagunemisel eraldab keskkonda CO₂. Miks see kasutult häviv? Ärme unustame, et meil on peale puitkütuste ka muid taastuvaid energiaallikaid (päike, tuul), mille baasil toodetava elektriga saaksime osaleda statistikakaubanduses, seejuures võib-olla meie looduskeskkonda palju vähem häirides.

Kohalikud energiaallikad ja nende kasutamine

Noppeid Eesti trükiajakirjandusest 2015–2016

HAKKPUIT, KÜTTEPUIT

■ 17. september 2015 Järva Teataja, Järva-Jaani kerkib miljoneid maksev katlamaja

Piimandusühistu E-Piim ehitab Järva-Jaani meiereile hakkpuidukatlamaja, et toota oleks odavam ja keskkonda säästvam. E-Piima juhatuse esimees Jaanus Murakas sõnas, et ebakindel aeg piimanduses paneb kulusid igalt poolt kokku hoidma. Kui praegu toodetakse Järva-Jaanis piima- ja vadakupulbrit maailmaturuhindadest sõltuva ja kalli õlikatlamajaga, siis uuest aastast tunduvalt odavam ja kohaliku tooraine alusel töötava hakkpuidukatlamajaga.

■ 7. oktoober 2015 Saarte Hääl, Saaremaa sadamas algab pidev kaubavedu

Raplamaa hakkpuidutootja United Loggers kavatseb eelseisval talvehooajal vedada Saaremaa sadama kaudu välja kuni kaheksa laevatäit hakkpuitu. 2000–2500 tonni hakkpuitu mahutav kaubalaev Symphony viib plaanide kohaselt oktoobrist maini Stockholmile lähedale katlamajja kaheksa laevatäit hakkpuitu. United Loggersi juhatuse esimees Peeter Volke ütles, et laevaga veetav hakkpuit on tehtud pärandkoosluste taastamisel mahavõetud puudest, tee äärtest lõigatud võsast ning lageraietel ja noorendike hooldamisel kogunenud raiejäätmest, millest märkimisväärne osa pärineb Põhja-Saaremaalt.

■ 24. november 2015 Äripäeva lisaleht Ehitus, Stabiilse hinnaga hakkpuit on soodsaim kütteliik

SW Energia OÜ on 16 tegutsemisaasta jooksul arendanud ja ehitanud välja üle 200 küttelahenduse, milles on kasutatud kliendi vajadusi arvestades eri kütteliike: hakkpuitu, turvast, gaasi, jäätmepõlevkiviõli. Kuna tegemist on pikaajalise tegevusega, tasub kaaluda taastuvenegial toimivaid lahendusi.

„Pakume klientidele katlamajade ja küttesüsteemide täishaldust alates kütuse tarnimisest ja lõpetades efektiivse ning

säästliku soojusenergia tootmisega. Tänu innovaatilistele ja professionaalsetele insenertehnilistele lahendustele on meie kliendid säästnud energiamajanduses kümneid ja sadu tuhandeid eurosid,“ ütleb SW Energia OÜ juhatuse liige Tarmo Saarts.

■ 28. november 2015 Virumaa Teataja, Ilma investeeringuteta oleks Rakveres piiritusetootmine lõppenud

Estonian Spiriti omanikud on neli võrdset erasikust aktsionäri, kellel tekkis vaba kapital pärast AS Sylvesteri aktsiate müüki Stora Enso Timber OY-le. 2009. aastal osteti pankrotis AS Onistari varad ja hakati hoopis piiritusetootmisele uut elu sisse puhuma. „Alguses ei osanud me piiritusetootmisest midagi arvata, aga kuna Rakvere piiritusetehase üks suuremaid tootmiskulusid oli soojusenergia, nägime kohe, et siin on kõvasti arenguruumi. Ligikaudu 40% kuludest moodustas soojus ja sellega tuli midagi ette võtta. Eesmärgiks sai kulude vähendamine soojusenergia hinna alandamise kaudu ja selleks oli vaja ehitada koostootmisjaam. Kui varem maksime soojusenergia megavati eest 50 eurot, siis praeguseks oleme seda poole võrra vähendanud ja tõenäoliselt kahaneb see number veelgi,“ kirjeldab Estonian Spiriti juhatuse liige Sven Ivanov. 2014. aasta alguses Rakveres avatud kohalikul hakkpuidul töötava jaama võimsuseks on 10 MW soojust ja 1 MW elektrit. Sellest piisab, et katta Rakvere piiritusetehase energiavajadus ja osaliselt varustada soojusega Rakvere linna kaugküttevõrkugi. Kohalik hakkpuit on soodsam ja ka keskkonnasõbralikum kui varem Rakvere piiritusetehases kasutusel olnud Vene gaas.

■ 5. jaanuar 2016 Saarte Hääl, Hakkpuitu läheb Rootsi plaanitud vähem

Selleks talvehooajaks Saaremaa sadamast kaheksa laevatäit hakkpuitu eksportida plaaninud hakkpuidutootja United Loggers piirdub laevarikke ja vähese nõudluse tõttu ilmselt kuni kolme koormaga.

■ 20. jaanuar 2016 Põhjarannik, Puidu põletamine Narva jaamades võib mõjutada kütte hinda

Utilitase kontserni juhi Priit Koidu sõnul on planeeritaval puidu masspõletamisel Narva jaamades otsene mõju kaugkütte tarbijatele; ka 2012. aasta olukord, kus puidu masspõletamine oli lubatud, tõestab, et see mõjutab puidu hinda ja seeläbi ka hinda tarbijatele.

■ 20. jaanuar 2016 Eesti Päevaleht, Puiduhakkega elektri tootmine tõi tüli valitsusse

Statistikakaubandusse mineku otsuse peamisi eesmärgi on Auvere allahindamise vähendamine. Koalitsioonierakonnad tervitasid hõisetega valitsuse otsust lubada taastuva energia kvoodi müügiks põletada elektrijaamades ahjudes hakkpuitu. Tegelikult aga oli valitsuskabinetis enne otsust SDE, Reformierakonna ja IRLi vahel tuline vaidlus. Lõpptulemus oleks justkui konsensuslik, aga sotsid pole lõpuni rahul ja tahavad nüüd teada, milles täpselt kokku lepitati.

Tüli keskmes on järgmisest aastast avanev statistikakaubanduse võimalus. Reformierakonna ja IRLi arvates on võimalus väga hea, sest raha jääks Eestisse, lisanduva taastuva energia tasu maksaks ostjariik, ära saaks kasutada muidu metsa alla mädanema jäetava puidurisu ja juurde tuleks töökohti. „Võib öelda, et sai määravaks kasu majandusele: eksport ja aastas umbkaudu 50 miljonit majandusse ning metsanduses üle 2300 uue töökohta,“ sõnas majandus- ja taristuminister Kristen Michal.

■ 21. jaanuar 2016 Postimees, Puidu põletamine toob metsamajandusse buumi

Valitsuse otsus lubada Eesti Energiale kuuluvates põlevkivielektrijaamades suures mahus puidu põletamist suurendab metsaäri poole võrra, kuid puidu kallinemine toob kaasa suuremad soojaarved. Auvere, Estonia ja Balti põlevkivielektrijaamas kavandatav kolme teravatt-tunnise aastamahuga taastuvenegia tootmine tähendab 4,3 miljoni tihumeetri puidu

põletamist. Praegu raiutakse Eestis ligi 10 miljonit tihumeetrit puitu aastas. Ehkki nõudluse hüppeline kasv toob kaasa metsanduses tõelise buumi, prognoosivad metsandusfirmad puidu masspõletamise mõju ennekõike Ida-Virumaale, elektrijaamade vahetusse lähedusse.

„Suurte transpordikulude tõttu on elektrijaamadesse mõistlik puitu vedada 30–40 kilomeetri raadiuses,“ ütles Erametsaliidu juhatuse esimees Ants Erik. „Kui vahemaa läheb pikemaks, hakkavad müügikohtadena konkureerima puidugraanuli tootjad või näiteks sadamad.“

■ **26. jaanuar 2016 Eesti Päevaleht, Järsult suurendatav hakkpuidu põletamine on keskkonnale ohtlik**

Eesti Energiale kasulik puidu põletamise otsus seab ohtu metsad ja on vastuolus kliimapolitiikaga.

„Vanades ahjudes puidu põletamine ei ole roheenergia ja taastuva energia võit Eestis aastal 2015. Eesmärk on vaid ühe ettevõtte päästmine,“ seisab valitsuse metsandusnõukogu puiduenergia tootmist arutanud koosoleku protokollis. Hoolimata ekspertide selgest vastuseisust tehti valitsuses kiirelt ära otsus, mis lubab Narva kateldes hakkpuitu põletada.

Nüüd on otsust näidatud kui mitmeti positiivset lahendust. Peale statistikakaubandusest saadava raha reklaamitakse puidu põletamist kui taastuva energia võidukäiku ja justkui oleks suurel hulgal puidu katlasse ajamine keskkonnale kasulik.

■ **29. jaanuar 2016 Sakala, Valitsuse otsus kergitab hüppeliselt küttepuidu hinda ja soojaarveid**

Tõik, et valitsus on lubanud Eesti Energiale kuuluvates põlevkivielektrijaamades suures mahus puitu põletada, kergitab hakkpuidu ja küttepuidu hinda ka Viljandimaal, see omakorda toob kaasa toasooja kallinemise. Sama juhtus aastatel 2010–2012, kui Narva jaamad riigi toetusega hulgi puitu põletasid ja hinnad kiiresti tõusid. 2011. aastal küsiti Viljandimaal kuiva puu ruumimeetrist 40–42 eurot. Toetuse kadumise järel on hind langenud ja praegu tahetakse kuiva puu ruumimeetrist 32–35 eurot.

■ **10. veebruar 2016 Eesti Päevaleht, Puit on kohalik kütus, mida kaugele vedada ei tasu**

Eesti metsi võib energia tootmiseks kasutada küll, aga kohapeal, mitte Ida-Virumaale vedades.

Puitu ei tasu vedada kaugemale kui 40–50 km. Nagu põlevkivigi. Või siis tuleb seda töödelda: kuivatada ja kokku pressida, mis aga kulutab energiat ja lisab hinda. Puidugraanulite tihedus on halgude omast kolm korda suurem, kuid 200eurone tonnihind on küttepuidu (kolmemeetriste puude puhul 20 €/tm) või hakkpuidu (10 €/kantmeeter) kütteväärtuse alusel kolm-neli korda kõrgem.

■ **11. veebruar 2016 Järva Teataja, Miks toasooja hind kõigub?**

Soojuse hind on teema, mis muutub aktuaalseks igal aastal koos ilmade ja henenemisega. Toasooja vajavad kõik Eesti elanikud, mistõttu võivad soojuskulud moodustada kütteperioodil olulise osa leibkonna eelarvest. Kuigi tarbijatele paistab energia hind sageli liiga kõrge, pole tootjatel tegelikult õigust hinda oma äranägemist mööda kontrollimatult tõsta. Hind peab olema põhjendatud ja sellel hoitakse silm peal. Soojahind on kulupõhine. Pikaajaliselt soodsa ja vähese hinnakõikumisega kütusena on end enim tõestanud hakkpuit.

■ **19. veebruar 2016 Sakala, Põhjarannik, 20. veebruar Põhjarannik, Metsa koht ei ole hiidajhus**

Aasta alguses andis valitsus tuliste vaidluste järel taas rohelise tule puidu põletamiseks Narva elektrijaamades. Nüüd on pall riigikogu väravas. Too kujundab lõpliku seisukoha elektrituru seaduse menetlemise käigus. Seda otsust on vaetud nii- ja naapidi, toodud välja selle häid ja halbu külgi. Ühtpidi on selge, et too samm aitaks luua sektoris uusi töökohti ja päästaks vaeleinvesteeringuid teinud Eesti Energia veelgi suuremast varade allahindamisest. Aga et see mõjutab otseselt meie loodust, energeetikat ja muidugi ka inimesi, on põhjalikud debatted ja arutelud väga vajalikud.

■ **25. veebruar 2016 Äripäeva lisa Tööstus, Biomassi põletamine kui osa statistikakaubandusest**

Kui biomassi põletamine põlevkivielektrijaamades läheb kirja statistikakaubanduses, s.o ekspordis, on hästi. Karta tuleb aga seda, et tõuseb drastiliselt puidu hind. Nagu kord juba juhtus Narva jaamades puidu põletamisega. Rääkimata sellest, et tulle läksid terved palgid. Nüüdki kiideldakse, et kasutatakse vaid väheväärtuslikku puitu, millega midagi muud teha ei ole.

■ **22. märts 2016 Põhjarannik, Sillamäe elektrijaam viis teise põlevkivikatla üle biokütusele**

Sillamäe soojuselektrijaam viis neljast põlevkivikatlast teise üle hakkpuiduküttele, mis võimaldab ka tulevikus soojuse hinda madalal hoida. Keevkihttehnoloogiale üle viidud 26 MW katlal ehitati välja hakkpuidu ja turba vastuvõtu ning etteande seadmed ja katla automaatika juhtimissüsteemid.

■ **30. aprill 2016 Põhjarannik, Püssi kütte hinda aitaks all hoida hakkpuidu kasutamine**

Püssi linna soojusmajanduse arengukava järgi oleks Püssi mõistlik ehitada väiksema võimsusega hakkpuidul töötav katel, mis aitaks hinda stabiliseerida ning mille ehitamine jääks soojusoperaatori lähiaastate kohustuseks.

10. juuni 2016 Postimees, Andrus Karnau: kas elektrit toota või tarbida?

Iga kord, kui keegi hakkab jälle rääkima, et minister Juhan Parts ja peaminister Andrus Ansip raiskasid mõttetult rahva raha, ehitades Auvere elektrijaama, tahaks ma sellelt inimeselt küsida, kust tuleb elekter. Kuidas arvaja hommikul endale kohvi keetis? Kas löi paku pilbas- teks ja tegi pliidi alla tule, et kohvivesi keema läheks?

Elektriga on nii, et seda tuleb toota. Eesti toodab elektrit juba aastakümneid suures mahus põlevkivist. Viimastel aastatel on juurde tulnud mitu suurt tuuleelektrijaama ning Tallinnas, Tartus ja Pärnus ka puidu- või prüggijaamad, aga lõviosa tuleb ikka põlevkivist.

Elekter võiks tulla väga suurtes mahutes ka hakkpuidust, kuid hakkpuidutööstuse lobi suutis läbi suruda poliitilise keelu Narva jaamades hakkpuitu põletada. Eesti metsamajandusele mõjub keeld hävitavalt. Puiduhakke hind on võrreldes selle lühikese ajaga, mil Narva põlevkivikateldes sai põletada hakkpuitu, langenud 4,5 korda. Lugesite õigesti. Praegu tasub hakkpuitu toota väga suurte mah- tudega ja keskmine metsaomanik, kel metsa mõni hektar, võib lasta sel rahu- mädaneda.

PÕLEVKI

■ **2 september 2015 Äripäev, Kaevandamata põlevkivi võib kaevandada tagantjärele**

Eesti Energia juhatuse liikme ja kae-

vanduste juhatuse esimehe Andres Vainola sõnutsi on Eesti Energia Kaevandused oma tegevuse planeerimisel lähtunud seadusest, mille kohaselt on lubatud aastamääraks kehtestatud 20 miljonit tonni kaevandatavat põlvkivi aastas, millest Eesti Energia osa on 15 miljonit tonni. „Sel aastal tehti seaduses muudatus, mis võimaldab kaevandusettevõtetel seitsmel viimasel aastal limiidi piirmääraneni kaevandamata jäänud põlvkivi ka tagantjärele kaevandada.“

■ **4. september 2015 Äripäev, VKG Petroter II töötles rekordhulga põlvkivi**

Mullu septembris Viru Keemia Gruppis käivitatud teine Petroter-tehnoloogial töötav põlvkiviõlilitehas saavutas esimese tööaastaga rekordilised tootmisnäitajad. Aastaga töötati ümber üle miljoni tonni põlvkivi, teatas VKG. Tehas töötab stabiilselt ligi 120% võimsusel projekteeritud nominaalvõimsusest.

■ **25. september 2015 Virumaa Teataja, Põlvkivi kiirtempo kaevandamist ei tule**

Tänasel päeval ei saa tõsimeeli rääkida, et ekskavaatorid hakkavad paarikümne aasta pärast Lääne-Virumaal inimeste kodutanumat segi keerama, veel vähem annab sellisteks väideteks alust uus põlvkivi arengukava. Eestis pole kolmel suuremal põlvkivi töötleval ettevõttel aastast võimekust rohkem kui 15 miljoni tonni põlvkivi väärindamiseks.

■ **7. oktoober 2015 Virumaa Teataja, Põlvkivi kaevandamise plaan Lääne-Virumaal tekitab pahameelt**

Keskonnaminister Marko Pomerants ütles, et praegu Haljala, Sõmeru ja Rägavere rahvast kaevandamisjuttudega hulgutada oleks kuritegelik. „Riik ei plaani Lääne-Virumaal lauskaevandamist ja vastupidine väide on lausrumalus,“ sõnas ta. Kuid kolmes mainitud vallas ei ehitata isegi maju mitte omaniku tahte järgi, vaid keskkonnaministeeriumi loaga, sest suurem osa nende valdade maadest asub otse põlvkivimaardla peal.

■ **4. detsember 2015 Põhjarannik, Valitsuskabinet kiitis heaks põlvkivi kasutamise arengukava 2016–2030**

Valitsus toetas keskkonnaministeeriumi välja töötatud riigikogu otsuse „Põlvkivi kasutamise riikliku arengukava 2016–2030 kinnitamine“ eelnõu ja andis

keskkonnaministrile ülesande esitada see järgmise nädala istungile. Valitsuskabinet kiitis eelnõu põhimõtteliselt heaks ja nüüd vajab see veel valitsuse redaktsioonilist otsust.

■ **11. detsember 2015 Põhjarannik, Põlvkivi kaevandada sooviv firma ähvardab ministeeriumi kohtuga**

OÜ TLA Invest kavatseb keskkonnaministeeriumi kohtusse kaevata, kui ministeerium ei anna tänavu ettevõttele Oandu ja Puhatu põlvkivikaevandustest 9500 tonni põlvkivi kaevandamiseks luba, eelistades selleks ASi Eesti Energia Kaevandused.

■ **15. detsember 2015 Põhjarannik, Pomerants: põlvkivi kasutamine peab hakkama vähenema**

Keskonnaminister Marko Pomerantsi hinnangul pole pikemas perspektiivis Eestil raske Pariisi kliimaleppega seatud eesmärke saavutada, kuid minister tõdes, et tehnoloogilised muutused selleks on alles tulemas, sest uue põlvkivi arengukava kohaselt jätkub fossiilse kütuse kasutamine Eesti elektrijaamades vähemalt 15 aastat.

■ **17. detsember 2015 Põhjarannik, Eesti Energia tahab jõuga põlvkivi kaevandada vastuseisust hoolimata**

AS Eesti Energia mõistab hukka keskkonnaameti keelu kaevandada Ida-Virumaal Jõuga maastikukaitsealalt põlvkivi, pidades seda ettevõtte jaoks ebaõiglaseks ja läbi kaalumata otsuseks. Taotluse põlvkivi kaevandamiseks Jõuga maastikukaitsealalt esitas juba ASi Eesti Energia Kaevandused eelkõige AS Eesti Põlvkivi, kuid keskkonnaministeerium pole siiani loa andmiseks vajalikku eelnõu muutnud. Eesti Energia juhatuse liige Margus Vals kirjutas kirjas keskkonnaametile, et ettevõtte hinnangul peab keskkonnaamet oma keeluga looduskaitsealalt huvist teistest huvidest ebaproportsionaalselt ülemuslikumaks.

■ **18. detsember 2015 Põhjarannik, Kas põlvkivi järel tuleb fosforiit?**

ÜRO Pariisi kliimakonverentsi järel tundub küll, et põlvkivist elektri aeg hakkab läbi saama. Mis saab aga edasi, mis saab meie kaevandamistarkusest ja -kogemustest? Vähemalt on Eestis ringkondi, kes on selle teemaga pidevalt tegelema. Alles oktoobris toimus Rakveres kolme ülikooli ja teaduste akadeemia

eestvõttel maavarade konverents, kus öeldi selgelt välja, et tuleb uurida fosforiiti. Varem või hiljem hakkame fosforiiti niikuinii kaevandama. Kui räägime põlvkivi lõpust, siis tuleb juba praegu tegelda uue algusega – alustada ettevalmistusi fosforiidi kaevandamiseks.

■ **18. detsember 2015 Põhjarannik, Valitsus kiitis heaks põlvkivi kasutamise riikliku arengukava 2016–2030.**

Valitsus kiitis neljapäeval heaks ja saadab parlamendile kinnitamiseks põlvkivi kasutamise riikliku arengukava 2016–2030. Põlvkivi kasutamise riiklikus arengukavas on määratletud riigi huvi põlvkivi kaevandamisel ja kasutamisel ning sõnastatud selle elluviimise strateegia aastani 2030. Riigi huvina on määratletud põlvkivi kui rahvusliku rikkuse efektiivne ja säästlik kasutamine, põlvkivisektori areng peab olema jätkusuutlik, teatas valitsuse kommunikatsioonibüroo. Arengukava strateegilised eesmärgid on põlvkivi majanduslikult efektiivne kaevandamine ja kasutamine, põlvkivitööstuse kindlustamine põlvkivivaruga ning kaasneva negatiivse keskkonnamõju vähendamine.

■ **27. jaanuar 2016 Põhjarannik, Karis kritiseeris põlvkivi arengukava**

Riigikontrolör Alar Karise sõnul on põlvkivi kasutamise arengukava aastateks 2016–2030 praegusel kujul puudulik, kuna üldsõnalise eesmärgi asemel oleks vaja välja tuua praktilised tegevused põlvkivi efektiivsemaks kaevandamiseks ja kasutamiseks ning seda väiksemate keskkonnamõjudega.

■ **27. jaanuar 2016 Virumaa Teataja, Maavarade kaevandamine on kokkuleppe küsimus**

Tartu ülikooli geoloogia- ja mineraalprofessor Kalle Kirsimäe rääkis, et põlvkivi kaevandamine on praegu üksiti kulukas kui ka väheefektiivne. Läänud nädalal Rakveres Vabaerakonna korraldatud kohtumisel tutvustati kuulajatele Eestis leiduvaid maavarasid ning püüti selgitada, kas ja kuidas neid nii keskkonna kui majandusaspekte arvesse võttes kasutada saaks. Tekkinud elav arutelu päädis tõdemusega, et seda teemat tuleks ühiskonnas sügavamalt lahata, kuna see puudutab laiemalt Eesti regionaalset arengut. Teema on aktuaalne – nüüdseks on selge, et nii madalad naftahinnad kui

ka põlevkivi väike kasutegur on Ida-Virumaa kaevandused tõsiselt löögi alla pannud.

■ 27. jaanuar 2016 Põhjarannik, VKG soovib ressursi- ja saastetasude kaotamist

Viru Keemia Grupp (VKG) soovib, et riik langetaks tagasiulatavalt mitmed õli-tootmiseks kasutatava põlevkivi ressursi- ja saastetasud ajutiselt nulltasemele ning kehtestaks seejärel koefitsiendisüsteemi, mille alusel riik maksaks madala maailmaturu naftahinna juures õlitootjatele peale. „Hetkel on põlevkiviõli tootjad maksustatud jõumaksudega, aktsiisidega, konnatasudega, mis sisaldab ressursitasu ja saastetasu, ning teiste maksudega. Täna maksukoormusest üle poole moodustavad keskkonnatasud, mis ei arvesta rahvusvahelisel turul toimuvat ning põlevkivisektori eripära,“ kirjutavad VKG juhatuse liikmed Ahti Asmann ja Meelis Eldermann asjaomastele ministritele.

■ 10. veebruar 2016 Põhjarannik, Suurema kopaga saab põlevkivi odavamalt kätte

Et madalate õli- ja elektrihindade ajal elus püsida, ei jää Eesti Energial üle muud, kui püüda kõigest väest suruda alla põlevkivi maa seest kätte saamise kulusid. Baltimaade suurim kopp Eesti Energia teatas juba eelmise aasta lõpus, et koondab kulude kokkuhoidmiseks Narva karjääris 150 inimest. Eile näitasid Vainola ja teised ettevõtte juhid Narva karjääris toimuvaid tehnoloogilisi muudatusi, mis peaksid samuti kulusid allapoole suruma. Nii näiteks on mõned aastad tagasi tegevuse lõpetanud Aidu karjäärist üle toodud väikese praamlaeva mõõtu sammuvale ekskavaatorile Aidu Sookurg külge pandud uus 17kuupmeetriine kopp, mis on vanast kahe kuupmeetri võrra suurem

■ 4. märts 2016 Virumaa Teataja, Uues põlevkivi arengukavas on suured puudused

Eesti keskkonnaühendused saatsid riigikogu liikmetele seisukohad ja ettepanekud „Põlevkivi kaevandamise ja kasutamise arengukava 2016–2030“ eelnõu kohta. Praegu laual olev põlevkivi arengukava ei ole kestlik, kõiki kaevandamisega kaasnevaid mõjusid arvesse võttes ning tulevikku vaatav nutika riigivisioon. „Plaan jätkata hoogsalt põlevkivi kaevandamist ilma tegelikult keskkon-

nale, tervisele ja sotsiaal-majanduslikule olukorrale tehtava kahju hindamiseta on väga lühinägelik,“ iseloomustas arengukava keskkonnaõiguse keskuse jurist Siim Vahtrus.

■ 7. märts 2016 Äripäev, Riik langetab põlevkivitasusid

Valitsus otsustas neljapäeval vähendada põlevkiviga seotud tasusid, et toetada raskes seisus Eesti põlevkivitööstust. Meetmed jõustuvad hiljemalt 1. juuliks. Põlevkivi ressursitasud langetatakse ajutiselt 1. juulist kuni 2018. aasta jaanuarini. Selle rahaline mõju sektorile on ligikaudu 40 miljonit eurot aastas.

■ 10. märts 2016 Põhjarannik, Mäetagusel on saamata 300 000 eurot põlevkivimakse

Mäetaguse vallal on jäänud sel aastal Viru Keemia Grupilt saamata ligemale 300 000 euro ulatuses ressursimaksu valla territooriumil asuvas Ojamaa kaevanduses maa seest välja toodud põlevkivi eest. Vallavolikogu ja eelarvekomisjoni esimees Veljo Kingsep ütles, et tavaliselt laekub eelmise aasta viimase kvartali ressursitasu makse jaanuari lõpus ja VKG-lt oli oodata veidi üle 300 000 euro. „Tegelikult laekus raha vaid suurusjärgus 10 000 eurot,“ ütles Kingsep.

■ 18. märts 2016 Põhjarannik, Ministeerium esitas põlevkivisektori abipaketi koostööstusringile

Keskkonnaministeerium saatis eelneva poliitilise kokkuleppe kohaselt koostööstusringile eelnõu, mis langetaks 2016. aasta juulist 2017. aasta detsembrini oluliselt keskkonnatasusid, vähendades põlevkivisektori kulusid kokku 43 miljoni euro võrra. Valitsuse kabinetinõupidamisel tehtud kokkulepete alusel koostatud eelnõu näeb ette, et vahemikus 1. juulist 2016 kuni 31. detsembrini 2017 langeksid tasumäärad karjääridest ja kaevandustest vee väljapumpamisel ning põlevkivi aheraine, poolkoksi ja lend- ja koldetuha ladestamisel 2009. aasta tasemele.

■ 20. aprill 2016 Virumaa Teataja, Kuidas hoida põlevkivitööstuse loodavat väärtust?

Kui veel mõne aja eest võis põlevkivitööstus tunduda kuulikindel, siis nüüd esitab väliskeskond tööstusele väljakutseid. Keskkonnanõuded karmistuvad, energiaturul integreeruvad ja hinnad

kõiguvad. Kuidas hoida tööstuse loodavat väärtust tuhandete töökohtade ja riigitulude kujul, mis ulatuvad igal aastal 300 miljoni euroni? Eesti Energia panustab jõuliselt sellele, mida saame ise ära teha. Keskendume arendusprojektidele, mis tõstavad energia tootmise efektiivsust ja vähendavad keskkonnajalajälge. Eesti Energia inseneride arendustöö tulemusena vastab põlevkivist elektri tootmine 1. jaanuarist kehtima hakanud karmimatele õhuhehtmete piirmääradele.

TUULEENERGIA

■ 22. oktoober 2015 Äripäev, Tuuleenergia võib jääda aasta lõpus toetuseta

Tuuleenergia toodangu toetamise mahust on üheksa kuuga täitunud 72 protsenti ja esimest korda võib tekkida olukord, kus aasta lõpus toodetud tuuleenergia enam toetust ei saa. Tuuleenergia toodangule makstakse kalendriaastas toetust maksimaalselt 600 gigavatt-tunni ulatuses. Aasta esimese üheksa kuuga on täitunud 72 protsenti nimetatud mahust ehk toetust on makstud 432 gigavatt-tunnile tuulest toodetud elektrile, teatas Elering. Sama trendi jätkudes jõuab toetatud tuuleenergia toodang aasta lõpus ligi 600 gigavatt-tunni.

■ 25. jaanuar 2016 Äripäeva lisa Tööstus, Kirju tuuleenergia aasta

Möödunud aastal tootsid Eesti tuulepargid rohkem elektrit kui ei kunagi varem – 693 gigavatt-tundi. Eelmine rekord – 576 GWh püstitati 2014. aastal. Uus tipptulemus sündis aastal, kui ei liisandunud ühtki uut tuuleparki. Nii ei ole olnud alates 2002. aastast, kui Läänemaal Virtsus hakkas toodangut andma esimene tuulepark

■ 9. veebruar 2016 Järva Teataja, Elektri mikrotootjaid tuleb aina juurde

Kuigi kodumajapidamises elektrit müüjiks toota pole majanduslikult kasulik, teeb seda maakonnas 13 mikrotootjat. Eelmisel aastal liitus mikrotootjana Elektrilevi võrguga ehk hakkas elektrit müüma Väätsa valda ehitatud Väätsa eakatekodu. Vallavanem Lauri Läänemets sõnas, et kuigi võiks arvata, et nüüd saavad nad lisaraha, siis tegelikult ei tasu müük end ära. „Müügi eest saab muidugi raha, kuid nagu valuuta puhul, on ka elektril ostu- ja müügihind erinev ja kasulik on vaid ise tarbida,“ selgitas ta.

■ **10. veebruar 2016 Virumaa Teataja, Levala külas soovitakse püsti panna tuulik**

Ennast entusiastiks nimetav Aimar Parm soovib elektrienergia tootmiseks Levala külla oma maja lähedusse panna püsti elektrituuliku. Oma tuuliku püstitamisele on Parm mõelnud juba pikalt, kuid nüüd on idee tasandilt jõutud esimese konkreetse sammuni. Rakvere vallavalitsus algatas Levala külas Umbaia-Vanatoa katastriüksusel detailplaneeringu koostamise, planeeritava ala suurus on 8,85 hektarit ja planeeringu eesmärk on elektrituuliku asukoha ja ehitusõiguse määramine.

■ **31. märts 2016 Lääne Elu, Tooma tuugenid jahvatavad varsti täisvõimsusel**

Läänemaal Virtsu lähedal asuv Nelja Energia Tooma tuulepark saavutab suve alguseks täisvõimsuse, kaheksale tuugetele lisandub veel kolm. Investeeringu suurus on 11,5 mln eurot.

Tuulepargis toodetav elektrienergia rahuldab umbes 20 000 Eesti pere tarbimise. Kolme uue tuuliku lisandumisega suureneb tuulepargi võimsus ligemale kolmandiku.

■ **16. märts 2016 Põhjarannik, Eleon tahab Jõhvis toota tuulikute labasid**

AS Eleon tahab hakata Jõhvi logistika- ja tööstuspargis tootma uuel tehnoloogial põhinevaid tuulikute labasid, mis on senistest märksa suuremad ja parema tasuvusega.

OÜ Aidu Tuulepark alustas eelmisel nädalal Aidus uue pargi ehitamist. Tegetmist on esimese referentspargiga, kuhu kerkivad Oleg ja Andres Sõnajala välja töötatud tehnoloogial põhinevad tuulikud, mis on senisest suurema diameetriga ning seetõttu suurema ja parema tootlikkusega. Tuulikuid hakkab tootma samale perekonnale kuuluv AS Eleon.

PÄIKE

■ **3. september 2015 Sakala, Kust tuleb elekter? Eks kirikust ja laudast**

Kui plaanitav laabub, sillerdavad mõne aasta pärast Viljandimaa Kõpu kiriku lõunapoolsel katusel suured päikesepaneelid, mille abil toodetav elekter aitab ümbruskonna inimeste elu rohelisemaks ja odavamaks muuta. „Pakkuge, kuhu oleks Eestis kõige targem päikesepaneelid paigaldada,“ küsis Kõpu vallava-

nem Tõnu Kiviloo Sakala palvel asetleidva usutluse sissejuhatuseks. Vastust ära ootamata teatab ta, et loomulikult kirikute katustele. On ju peaaegu kõik meie pühakojad ehitatud ida-lääne suunas, mistõttu on nende lõunapoolsed suured katusepinnad alati hea nurga all päikesele avatud.

■ **25. veebruar 2016 Äripäeva lisa Tööstus, Eesti päikeseenergeetika potentsiaal on 5 GWh**

Eestis ei ole seni päikeseeparke, mille võimsust mõõdetaks megavattides. On kolme-neljasajakilovattise võimsusega päikesejaamu, näiteks Saaremaa Liha-tööstusel, Ülemiste Citys, Toila SPA-l, mõnedes laokompleksides jne. Eesti päikeseenergeetika praegune võimsus on umbes 5 megavatti. Aastas võiksime toota umbes 5 gigavatt-tundi elektrienergiat.

■ **6. aprill 2016 Äripäeva lisa Ehitus, Sertifikaat toimib ka kui omaniku-järelevalve**

Passiivmaja sertifikaat näitab, et ehitatud hoone on kvaliteetne, soojapidav ja mugav. Sertifitseerimine toimib ka omanikujärelevalvena, andes rahvusvaheliselt tunnustatud kvaliteedi tagatise, mis kahtlemata tõstab kinnisvara väärtust. Passiivmaja kontseptsiooni peamine printsiip on päikeseenergia passiivne ehk ilma lisaseadmeteta kasutamine ja hoidmine ruumides.

■ **28. mai 2016 Pärnu Postimees, Päikesepaneelid pannakse turistide teenindama**

Audru valda Lõosilma talu juurde on kavas rajada juba sel suvel päikeseenergiat töötav autoelamuparkla Solar Caravan Park, mis on äriplaani autori Kätlin Sagimi andmeil esimene selletaoline Euroopas.

■ **19. mai 2016 Äripäeva lisa Ehitus, Päikesepaneelid on meie tulevikuenergia**

Eesti asub päikeseenergia kasutamise suhtes heas paigas – nii toodab Haapsalus asuv jaam aastas 2% rohkem energiat kui päikesepaneelimaana tuntud Saksamaa pealinnas Berliinis asuv sama võimsusega park. Päikesepaneelid on parim lahendus, kui soovite vähendada oma igakuiseid elektriarveid taastuvenergia abil, ütleb Eestisse umbes veerandi päikesepaneelidest paigaldanud Energoen OÜ tegevjuht Martin Lall.

BIOGAAS

■ **28. oktoober 2015 Virumaa Teataja, Estonian Cell jõudis biogaasi tootmises seatud eesmärgini**

Estonian Celli aasta aega kestnud biogaasikompleksi peenhäälestus viis augustis ja septembris ettevõtte seatud eesmärgini – biogaasi toodeti rohkem kui 530 000 kuupmeetrit kuus.

Sellise koguse biogaasi tootmine on vähendanud ettevõtte sisseostetava biogaasi kogust nendel kuudel keskmiselt 34 protsenti.

■ **18. september 2015 Pärnu Postimees, Pärnu tahaks linnabusside jaoks biometaanit toota**

Pärnu linnavalitsus tahaks Pärnu Vee reoveesetetest biometaanit toota ja seda linnabussides kütusena kasutada, esialgu sellist võimalust alles uuritakse. Vana-Pärnu elanikud on aastaid pidanud taluma reoveepuhastusjääkide töötlemisega kaasnevat ebameeldivat lehma. Alates juulikuust enam haljastusmulda reoveepuhastusjaamas ei valmistata, vaid sete viiakse Põlendmaa prügilasse. Orgaaniliste ainete käärimisel tekkinud biometaan on väärtuslik energiaallikas, mida võib näiteks linnabussides kütusena kasutada. Nüüd, kui Pärnu linn valmistab ette ühistranspordi riigihanget 2017. aasta algusest 2026. aasta juuni lõpuni, kaalutakse kõike, mis aitaks linnatransporti keskkonnasäästlikumaks ja odavamaks muuta.

■ **7. aprill 2016 Lääne Elu, Ministrium ahvatleb Läänemaad biogaasibussidele üle minema**

Majandusministeerium loodab, et Läänemaal hakkavad tulevikus sõitma biogaasibussid. Bussiliinihanget ettevalmistavale Lääne maavalitsusele lubab ministeerium sel juhul hüvitada aasta jooksul 30 protsenti liinikilomeetri maksumusest. Eile Kullamaal peetud Läänemaa ühistranspordiseminaril esines ettekandega majandusministeeriumi ekspert Siim Meeliste, kelle sõnul on Eesti võtnud endale eesmärgi, et tulevikus tuleb kümme protsenti transpordikütustest taastuvaist energiaallikaist. Praegu on see protsent 0,2. Biodiisli, bioetanooli ja elektri kõrval peab panuse andma biogaas, mida praegu Eestis sõidukikütusena ei kasutata.

*Ülevaate koostamisel oli abiks
dea.digar.ee*

Raamatud

Kaldur, M. Avasta Soomaa.

Tänapäev. 2016. 67 lk.

Soomaa rahvusparki ajalugu, loodust, k.a soid, inimesi, viit aastaega ja matkamisvõimalusi tutvustav väikesformaadiline raamat on illustreeritud värvifotodega ja varustatud Soomaa kaardiga.



Kriipsalu, M., Maastik, A., Truu, J. Jäätmekäitlus ja pinnase tervendamine.

Õpik kõrgkoolidele. TTÜ Kirjastus. 2016. 376 lk.

Raamatus antakse ülevaade sellest, kuidas jäätmeid tänapäeval käideldakse ja taaskasutatakse, juhitakse tähelepanu vajadusele suhtuda jäätmetesse kui ressursi ning käsitletakse nii looduslähedasi kui ka tehnilisi lahendusi inimtegevusega rikutud pinnase tervendamiseks. Õpikusse on koondatud erialateavet kogu maailmast ning antakse ülevaade sellest, mida on Eestis käsitletavas valdkonnas tehtud ja tehakse. Erilist rõhku on pööratud eestikeelsele oskussõnavarale, et sel moel aidata ühtlustada eri erialade inimeste keelepruuki.



Фюкс, Р. Зеленая революция: экономический рост без ущерба для экологии.

Альпина нон-фикшн. Москва. 2016. 328 с.

Saksa poliitiku ja Roheliste Partei liikme Ralf Füksi tõlkeramat vene keelde tõstatab küsimuse majandusime, uue kapitalismi ja energiapoliitika võimalikkusest nüüdismaailmas. Raamatus käsitletakse ökolinnade ja -ehituse probleeme, arutatakse uut tüüpi põllumajanduse – biomajanduse (energia põllult, bioonika, biorobotid, -tehnoloogia ja -geneetika, kunstlik fotosüntees), energeetika (kivisüsi kui kliimatapja) ja tööstuse ning majandusmehhanismide ökoloogiliste muutuste poliitika üle.



Rosin, A., Link, S., Höimoja, H., Drovtar, I. Energiasalvestid ja -salvestustehnoloogiad.

Toim. K. Sildmets. TTÜ Kirjastus. 2015. 183 lk.

Õpikuna koostatud raamatus antakse ülevaade elektri ja soojuse salvestustehnoloogiatest maailmas, PV-süsteemide ja tuuleelektrijaamade eripärast, salvestamisest kodumajapidamistes, äri- ja teenindussektoris ning tööstuses. Elektrisalvestusliikidest käsitletakse näiteks hüdroakumulaatsiooni jaamu, suruõhk- ja hooratassalvesteid, elektrostaatilisest ja -magnetilisest, keemilisest ja elektrokeemilisest salvestust. Lisaks energia salvestamine soojuslike ja keemiliste protsessidega, tuuleenergia salvestamise eripära, k.a kombineerituna päikeseenergiaga, lisatud on arvutusnäited.



Jürs, E., Reinsalu, E. Eesti põlevkivi töötlemine.

Mäeinseneride õppematerjal. TTÜ mäeinstituut. 2015. 87 lk.

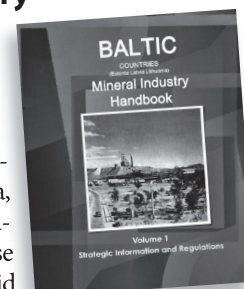
Mäeinseneride koolitamiseks mõeldud õppematerjali esimene osa (Enno Reinsalu) sisaldab ülevaate põlevkivimaardlatest, põlevkivi kaevandamisest, klassifitseerimisest ja rikastamisviisidest, õli-, elektri- ja ehitusmaterjalide tootmisest. Teises osas (Ernst Jürs) antakse ülevaade kukersiitpõlevkivi orgaanilise ja mineeraalse osa ning jäätmete toorainelistest omadustest, kasutusel olnud/olevatest utmis- ja koksistamisseedmetest, nende eelistest ja puudustest, toorolist, gaasidest, utteveest, fuussist ja poolkoksist.



Baltic Countries Mineral Industry Handbook. Vol. 1. Strategic Information and Regulations.

International Business Publications. Washington (D. C.). 2015. 284 pp.

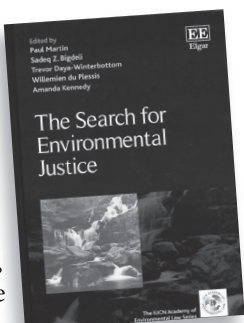
Käsiraamat sisaldab andmeid kolme Balti riigi maavarasid kasutava tööstuse kohta, ülevaate riigi asutustest ja tööstusharu reguleerivatest õigusaktidest. Eestis analüüsitakse peamiselt põlevkivikasutust (lk 73–119), kuid põgusalt ka nioobiumi jt haruldaste muldmetallide tootmist, Lätis peamiselt merevaigu, nafta ja gaasiga seonduvat, Leedus väga pinnapealselt sedasama ja haruldasi metalle. Eriala inimestel on arvatavasti huvitav teada saada, mismoodi meie tööstus paistab kaugemalt vaadatuna.



The Search for Environmental Justice.

Eds. P. Martin et al. Edward Elgar. Cheltenham. Northampton. 2015. 371 pp.

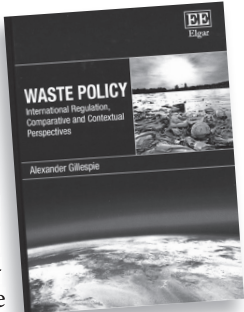
Keskonnaõigust käsitlev kollektiivne monograafia sisaldab 18 artiklit: sissejuhatus, Antropotseeni õigus, bioloogiline mitmekesisus, keskkond ja inimõigused, loodusõigus, mets, magevesi, sadamad, kliimamuutus jt, lisaks veel piirkondlike probleeme käsitlevad artiklid.



Welfens, P. J. J., Perret, J. K., Irawan, T., Yushkova, E. Towards Global Sustainability. Issues, New Indicators and Economic Policy.

Springer. Cham etc. 2016. 164 pp.

Autorid peavad jätkusuutlikkust 21. sajandi väljakutseks teadusele, poliitikakujundajatele, ärivaldkondadele, kuid ka kogu üldsusele. Otsustajatel on olnud kasutuses mitmesuguseid olukorda kirjeldavaid indikaatoreid, raamatus esitatakse uut kasutajatele arusaadavat indikaatorit. See arvestab taastuenergia osatähtsust, pangandusega seotud säästumäära ja ekspordi-importi iseloomustavaid näitajaid. Raamatus arutletakse keskkonna halvenemise, selle arvestamise meetodika ja võtmeriikide olukorra üle. Indikaatorid on rakedatavad nii maailmale tervikuna kui igale riigile eraldi.



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

2016. 300 lk.

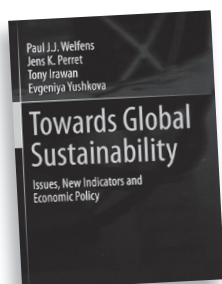
Raamatu osaline kokkuvõte ilmus ajakirja eelmises numbris (lk 22–25), nüüd lisandub ukraina-vene teadlase ja tegude mehe Vladimir Vernadski ohtusid täis elulugu. Raamatu pealkirjas toodud mõistete kujunemist käsitletakse raamatu teises osas (kirjandusviiteid kokku 315, neist osa eluloo osaga seoses), raamatu kolmandas osas arutletakse põhjalikumalt elus- ja surnud aine üle, millest energeetikuid huvitav osa leidis eraldi käsitlemist käesolevas ajakirjas (lk 6–12). Lisatud on olulisemate terminite seletus.



Globalization in Practice.

Ed. N. Thrift *et al.* Oxford University Press, 2014. 285 pp.

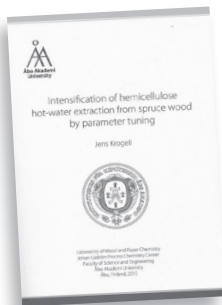
Laia teemaringi käsitlevas kollektiivses monograafias on osi, milles käsitletakse naftat, gaasi, vett, magistraalorujuhtmeid, looduslikku mitmekesisust, inimõigusi, kõike seda üleilmastumise tingimustes.



Krogell, J. Intensification of Hemicellulose Hot-water Extraction from Spruce Wood by Parameter Tuning.

Åbo Akademi University. 2015. 84 pp.

Biorafineerimise valdkonda kuulavas töös leiti senisest paremad tingimused hemitselluloosi kuumaveeliseks eraldamiseks kuusepuu puidu teistest põhikoostisosadest tselluloosist ja ligniinist. Määravaks osutus protsessi pH. Töös leiti tingimused kõrgmolekulaarse hemitselluloosi eraldamiseks nii, et ekstraksioonijäägi – tselluloosi ja ligniini omadused säilisid. Kuusepuu koorest eraldus lisaks hemitselluloosile teisi lahustuvaid ühendeid enam kui puidust, neist huvipakkuvaimad olid stilbeeni ($C_6H_5CH=CHC_6H_5$) glükosiidid.



Kliimamuutustega kohanemine Eestis – valmis vääramatuks jõuks? Climate Change Adaption in Estonia – Prepared for Force Majeure.

Toim. A. Roose. Eesti Ülikoolide Kirjastus. Tartu. 2015. 149 lk.

Kogumik sisaldab artikleid mitmelt autorilt, sissejuhatus Antti Rooselt „Kliima muutub – kuidas kohaneda?“. Küsimärgiga lõppevaid artikleid oli veel teisigi. Kirjutati kliimamuutustega kohanemise klimatoloogilistest aspektidest, Eesti tulevikukliima regioonidest,

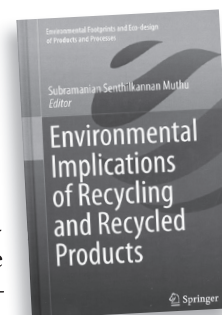


tormidest, paduvihmadest, üleujutustest, kuumalainetest ja ruumilisest planeerimisest, haldussüsteemi kliimamuutustega kohanemise võimest, muutustega kaasnevatest terviseprobleemidest ja päästevõimekusest. Kogumik on huvilisele elektrooniliselt kättesaadav: file:///C:/Users/Rein/Downloads/Pigut_112-sisu-web.pdf.

Environmental Implications of Recycling and Recycled Products.

Ed. S. S. Muthu.

Kogumikust saab teavet taaskasutuse keskkonnamõju, modelleerimise, töötlemise, logistika, jäätmete taaskasutamise potentsiaali ja valmistoodete omaduste kohta, lisaks näiteid juhtumianalüüsist.



Gillespie, A. Waste Policy. International Regulation, Comparative and Contextual Perspectives.

Edward Elgar. Cheltenham. Northampton (Mass.). 2015. 230 pp.

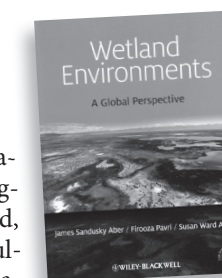
Raamat algab viie jäätmetega seonduva tõsiasja rõhutamisega: mittesooitud kasutamiskõlbmatud tahked jäätmed, ladustamismaksumus, rahvusvahelisus, null või minimaalne jäätmetete ja jäätmete koguste pidev kasv. Edasi käsitletakse jäätmehierarhiat, jäätmete taaskasutust ja kõrvaldamist (põletamisel õhku, merrekaadamine, ladustamine). Eraldi osades vaadeldakse kommunaal- ja tuumajäätmeid.



Aber, J. S., Pavri, F., Aber, S.W. Wetland Environments. A Global Perspective.

Wiley-Blackwell. Chichester. 2012. 421 pp.

Geoloogi, geograafi ja infotöötaja koostatud raamat käsitleb kõikvõimalikku märgalasse puutuvat, k.a soid ja turbaalaseid, uurimismeetodeid, hüdroloogiat, muldasid, taimkatet ja loomi. Selles märgalaraamatus kirjutatakse ka turba muundumissaadusest kivisöest, puidu vaigust pärit merevaigust ja Eesti põlevkivist. Oluline osa on märgalade majanduslikul kasutamisel ja taastamisel, lisaks lood võtme-riikide märgaladest.



ÜLEVAATE RAAMATUTEST
KOOSTAS REIN VESKI

Doktorikraadi kaitsmisi

Tamm, K. Leaching of the Water-Soluble Calcium Components of Oil Shale Waste Ash (Kaltsiumiühendite leostumine põlevkivituha vesisüsteemides). TUT Press. 2016. 212 lk. <http://digi.lib.ttu.ee/i/?4866>

Kadriann Tamm uuris põlevkivituha väljadel ladestatud põlevkivijäätmete leostuskineetikat eesmärgiga projekteerida sadestatud kaltsiumkarbonaadi tootmise leostusreaktor, mis vähendaks põlevkivi ja analoogsete tööstusharude keskkonnakoormust. Tööd juhendasid Tallinna Tehnikaülikooli (TTÜ) vanemteadurid Mai Uibo, Juha Kallas ja Rein Kuusik, oponeerisid professor Mika Järvinen (Aalto ülikool, Soome) ja dotsent Taavo Tenno (Tartu ülikool, TÜ).

Sharayeva, G. Thermochemical Destruction of Graptolite Argillite (Graptoliit-argilliidi termokeemiline destruktsioon). TUT Press. 2016. 149 lk. <http://digi.lib.ttu.ee/i/?4862>

Galina Šarajeva töö eesmärk oli saada diktüoneemakildast senisest enam õli. Kui õli saagis laboratoorses Fischeri retordis oli vaid 17,7% kilda orgaanilise aine kohta, siis hüdrogeenimisel oli õli ja termobiitumi summaarne saagis 53,2%, termilisel lahustamisel veidi väiksem (43%). Doktorandil on publikatsioone veel teiste põlevkivide termilise töötlemise, sh Jordaania Attarati põlevkivi kohta. Tööd juhendas keemiakandidaat Hans Luik (TTÜ), oponeerisid PhD Cristian Torri (Bologna ülikool) ja Aare Ignat (Eesti Teadusagentuur).

Krasulina, J. Upgrading of Liquid Products from Estonian Kukersite Oil Shale by Catalytic Hydrogenation (Kukersiitpõlevkivi vedelproduktide vääristamine katalüütilise hüdrogeenimise meetodil). TTÜ Press. 2015. 177 lk. <http://digi.lib.ttu.ee/i/?2241>

Julia Krasulina töötas välja senisest efektiivsema kukersiitpõlevkivi termokeemilise vääristamise viisi suure süsivesinikusisaldusega õli – sünteetilise nafta analoogi – saamiseks. Põlevkivi orgaanilisest ainest saadi esmalt 86–91% vahe- ja saadust – õli ja termobiitumi segu, mille töötlemisel saadi kuni 79% nn nafta rafinaati. Tööd juhendas vanemteadur Hans Luik (TTÜ), oponeerisid tehnikadoktor Antero Moilanen (Tampere TÜ) ja PhD Indrek Aarna (Eesti Energia AS).

Pungas-Kohv, P. Between maintaining and Substaining Heritage in Landscape: the Examples of Estonian Mires and Village Swings (Pärandi säilimine ja säilitamine maastikus: külakiikede ja soode näitel). University of Tartu Press, 2015. 209 lk. http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/46277/pungas_kohv_piret.pdf?sequence=3

Piret Pungas-Kohvi doktoritöö keskmes on maastik ja pärand kui protsess, uuringuobjektideks Eesti soolad säilitatud loodus- ja kultuuripärandi näitena, looduse ja kultuuri vastandus, inimõju (nt kuivendamine) ja selle viimine miinimumini. Tööd juhendasid professorid Tõnu Oja (TÜ) ja Hannes Palang (Tallinna ülikool), oponeeris prof Michael Jones (Norra Teaduse- ja Tehnikaülikool).

Karu, H. Development of Ecosystems under Human Activity in the North-East Estonian Industrial Region: Forests on Postmining Sites and Bogs (Ökosüsteemide areng inimtegevusest mõjutatud Kirde-Eesti tööstuspiirkonnas: tehismaastike metsad ja rabad). University of Tartu Press. 2015. 152 lk. http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/46444/karu_helen.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Helen Karu analüüsis põlevkivielektrijaamadest pärineva aluselise õhusaaste, kuivendamise, turba- ja põlevkivi allmaakavandamise mõju rabaökosüsteemidele Kalina ja Selisoo näitel. Süsinikuemissioon turbast sõltus peamiselt veetasemest, õhusaaste mõju ei osutunud määravaks. Tööd juhendasid TÜ professorid Olevi Kull ja Arne Sellin ning doktor Margus Pensa (Tallinna ülikool), oponeerisid professor Carolina Martínez-Ruiz (Valladolidi ülikool).

Jefimova, J. Leaching of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) and Heavy Metals from the Oil Shale Processing Wastes and from Wastebased Products (Polütsükliiliste aromaatsete süsivesinike (PAHid) ja raskmetallide leostus põlevkivitöötlemise jäätmetest ja põlevkivi jäätmeproduktidest). University of Tartu Press, 2015. 184 lk. http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/46279/jefimova_jekaterina.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Jekaterina Jefimova hindas oma töös põlevkivi termilise töötlemise jäätmete

(poolkoks, tuhk) ja põlevkivi töötlemise jäätmetest valmistatud ehitusmaterjalide (tuhast valmistatud mördid ja betoonkehad) keskkonnaohtlikkust. Vanast poolkoksi jäätmeheidlast leostus enam PAHe kui hiljuti kasutuselevõetutest. Väikese molekulmassiga PAHid leostumine leidis aset kõikidest mörtidest ja betoonkehadest, sõltumata tardumisajast, kuid sellega seotud keskkonnariski polnud. Tööd juhendasid prof. Toomas Tenno (TÜ) ja Natalja Irha (KBFI), oponeerisid prof. Jyri-Pekka Mikkola (Umeå ülikool).

Tutt, M. Factors Affecting Biochemical Composition of Lignocellulosic Biomass and its Effect on Selection of Pretreatment Method and on Bioethanol Production Potential (Lignotselluloosse biomassi biokeemilist koostist mõjutavad tegurid ning biokeemilise koostise mõju eeltöötlemise meetodi valikule ja bioetanooli tootlikkusele). EMÜ. 2015. 149 lk. https://dspace.emu.ee/xmlui/bitstream/handle/10492/2405/Marti%20Tutt_2015%20DO_t%C3%A4istekst.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Marti Tutt arendas välja uudse biomassi (kanep, päevalill, siidpöör, energia- ja luhahain, nisupõhk) rakustruktuuri lämmastiklõhkamismeetodi, millele taotletakse patenti. Meetod sobib juhul, kui kõrgemat temperatuuri nõudvat aurlõhkamist ei saa kasutada lähtematerjali omaduste või tehnoloogiliste piirangute tõttu. Tööd juhendasid EMÜ prof Jüri Olt ja vanemteadur Timo Kikas, oponeerisid prof. Alexander Jäger (Ülem-Austria rakendusteaduste ülikool).

Holm, B. Cultivation of Willows (*Salix sp.*) Using Residues of the Wastewater Purification Process and Biogas Production as Fertilisers (Pajude (*Salix sp.*) kasvatamine, kasutades väetistena reoveepuhastusprotsessi ja biogaasitootmise jääke). EMÜ. 2015. 142 lk. <http://hdl.handle.net/10492/2406>

Bert Holm selgitas oma töös eelpuhastatud reovee, reovee kompostitud jääkmuda ja biogaasi kääritusjäätis sobivust pajuvõsa väetisena vähendamaks vajadust kasutada mineraalväetisi. Tööd juhendas vanemteadur Katrin Heinsoo (EMÜ), oponeerisid prof. Theo Verwijst (Rootsi Põllumajandusteaduste Instituut).

ÜLEVAATE KOOSTAS REIN VESKI



Fortum Termest ASile kuuluva Pärnu koostootmisjaama kütuseladu. Jaam kasutab kütusena hakkpuitu ja puidujäätmeid. Võimalik on kasutada ka freesturvast. Jaama elektriline võimsus on 23,7 MW, soojuslik võimsus 50 MW. Jaam avati 2011. aastal.

Fuel storage for the Fortum Termest AS CHP plant in Pärnu (Pärnu County). The plant runs on woodchips and wood waste. It can also use ground peat. Its electricity generation capacity is 23.7 MW, and heat capacity 50 MW. The plant opened in 2011.

FOTO: ÜLO KASK



Hakkpuidul töötav ja ORC-tehnoloogiat kasutav koostootmisjaam Kuressaares. Elektriline võimsus 2,4 MW, soojuslik võimsus 9,6 MW. Täisvõimsusel hakkas jaam sooja ja elektrit andma 2013. aastal.

ORC-technology CHP woodchip plant in Kuressaare (Saare County). Its electricity generation capacity is 2.4 MW, and heat capacity 9.6 MW. The plant started to generate heat and electricity at full capacity in 2013.

FOTO: ARVID PEEL



Utilitase gruppi kuuluv AS Eraküte käivitas Raplas uue, hakkpuidust soojust tootva katlamaja eelmise aasta kevadel. Uus 5 MW võimsusega hakkpuitu põlev katelseade töötab automaatrežiimil, ühtses juhtimissüsteemis koos olemasolevate tipukoormuse gaasikateldega. Pärast Rapla katlamaja rekonstrueerimist kasutavad kõik Erakütte võrgupiirkonnad soojust tootmisel hakkpuitu, millest toodetud soojus on ligi viiendiku võrra odavam kui maagaasist toodetu.

AS Eraküte, a member of the Utilitas Group, opened a new woodchip boiler plant in Rapla (Rapla County) last spring. The new woodchip boiler has a capacity of 5 MW and runs on automatic, within a common control system with the existing peak-load gas boilers. After the reconstruction of the Rapla plant, all the network areas of Eraküte use woodchips as fuel, which reduces the price of heating by nearly one-fifth, compared to that produced from natural gas.

FOTO: RASMUS VIIRON



FOTO: ÜLO KASK

SW Energia OÜ avas hakkpuidul töötava katlamaja Raplamaal Alus 2014. aastal. Samal aastal avati uued katlamajad ka Tartumaal Käärdis, Saaremaal Kärla vallas ning Raplamaal Kehtnas ja Kohilas. Sel aastal on SW Energia avanud katlamajad Nõos ja Tõraveres.

SW Energia OÜ opened a woodchip boiler plant in Alu (Rapla County) in 2014. New boiler plants were opened in the same year in Käärdis (Tartu County), Kärla (Saare County), and Kehtna and Kohila (Rapla County). This year, SW Energia has opened boiler plants in Nõo and Tõravere (Tartu County).



Moderniseeritud ja hakkpuidule üle viidud katel Kiviõli 80 Paikuse katlamajas. Sellegi katlamaja rekonstrueerimise viis SW Energia OÜ lõpule 2014. aastal.

The Kiviõli-80-type boiler in the Paikuse boiler plant (Pärnu County) has been modernised and converted for woodchips. The reconstruction of this plant was also completed by SW Energia OÜ in 2014.

FOTO: ÜLO KASK



Lihula katlamaja kütusehoold. Lihula Soojust OÜ katlamaja on ainus Eestis, kus kasutatakse põhikütusena heina. Samuti töötab katlamaja hakkpuidul. 2009/2010. aasta kütteperioodist alates on Lihula katlamajas kasutatud vaid kohalikke taastavaid kütuseid.

Fuel storage in the Lihula boiler plant (Lääne County). This Lihula Soojust OÜ boiler plant is the only one in Estonia to run mainly on hay. It also uses woodchips. Since the 2009/10 heating period, the Lihula plant has been using only local renewable fuels.

FOTO: ÜLO KASK