

KESKKONNATEHNIKA

vesi • õhk • jäätmed • energia • ehitus • õiguskaitse, seadused
pumbad • torud, liitmikud • küte, ventilatsioon • automaatika

4/08

35 krooni



Tee säästva arenguni

Üha rohkem inimesi on hakanud mõistma, et meie planeet on haavatav. Me peame muutma oma mõtlemist, prioriteete ning käitumist ja kasutama ära kogu mõttejõu ja leidlikkuse loomaks uut jätkusuutlikku ühiskonda.

SWECO on konsultatsiooniettevõtte. Üle maailma töötab enam kui 5000 meie arhitekti ja inseneri, kelle töö tulemusena luuakse paremini toimivad ühiskonnad, puhtam ja turvalisem energia, atraktiivne ja funktsionaalne elu- ja töökeskkond, tõhusamini toimivad ning kasumlikumad ettevõtted, puhtam õhk ja vesi. Meie jaoks tähendab tee säästva arenguni uute raudteede ja paremate maanteedehitamist emissiooni vähendamiseks, väiksemat hulka kaubatarneid, keskkonnasõbralikumad energia tootmist, tõhusamat jaotamist ja kasutamist.

Hea arhitektuur sobitab funktsionaalsust esteetikaga, tõhusust mugavusega ning ehitustehnoloogiat rohelise mõtlemisega. SWECO arendab „Jätkusuutliku linna“ kontseptsiooni. See tähendab probleemide lahendamist linnaplaneerijate, inseneride, arhitektide, ehituskonsultantide, energiaekspertide ja keskkonnaekspertide koostöös, et luua ökoloogiliselt tasakaalus ühiskonda juba varases staadiumis. See lähenemisviis on äratanud palju tähelepanu ning seda kasutatakse praegu projektides Euroopas, Hiinas ja Kanadas. Meie jaoks on tee säästva arenguni meeldiv ning selge. Jätame järgmisele põlvkonnale parema planeedi.

SWECO Projekt on Eesti suurim keskkonnatehnoloogiate ja -rajatiste projekteerija.

KEVADEL SÜNDINUD



TELLI ONNSHOP KASUTAJATUNNUS

OnnShop veebipoest leiad kõik Onnineni laotooted selgelt grupeerituna. Õige toode on leitav lihtsalt ning toote kliendikohane netohind ja reaalsamas kauba saadavus on nähtavad 24 tundi ööpäevas.

Telli kasutajatunnus e-maili teel klienditugi@onninen.ee.

Pane kirja oma kliendinumbr ja töötajate nimed, kellele kasutajanimed tehakse.

Lisainfot OnnShop veebipoe kasutamise kohta saad telefoninumbri 6105 550.



onninen

www.onninen.ee

Onninen pakub lahendusi kütte-, veevarustuse ja kanalisatsiooni, elektri-, ventilatsiooni- ja külmatehnika professionaalidele – ehitusfirmadele, infra- ja tööstusettevõtetele, samuti omavalitsus- ja riigiasutustele ning edasimüüjatele. Oleme alates 1913. aastast tegutsev perefirma. Onnineni ettevõtetes Soomes, Rootsis, Norras, Poolas, Eestis, Lätis, Leedus ja Venemaal töötab kokku 3300 inimest. Aastal 2007 oli müügi käive 26,6 miljardit krooni.

Sisukord



20



22



46



54



58

TOIMETUS

Postiaadress: Pk 2195, 10402 Tallinn

Väljaandja: OÜ Kalendrike

Tel 672 5900, ajakiri@keskkonnatehnika.ee

<http://www.keskkonnatehnika.ee>

Keskkonnatehnika ilmub alates 1996. aastast. Aastas ilmub kaheksa numbrit. Järgmine number ilmub septembris. Trükkkoda: PRINTON.

Peatoimetaja:

Merike Noor, merike.noor@keskkonnatehnika.ee

Toimetajad:

Aleksander Maastik, (terminoloogia ja keel – A.M.),

Mailis Moora (keel)

Reklaam ja levi:

Marika Rebane, keskkonnatehnika@starline.ee

Margis Veevo, margis.veevo@starline.ee

Reklaamide kujundus: Raul Laugen

Küljendus: Mait Tooming



4/08

ehitus

- 24 Tallinna ringtee tuleb nelja sõidurajaga. H. Treial
54 Soojusta oma kodu ja säästa. S. Eerma
55 Soojustatud välisseina hingamine. A. Piirfeld

energeetika, automaatika

- 26 Ülevaade põlevkivitööstuse arengust. V. Kattai
32 Diktüoneemakilt, energia ja keskkond. V. Petersell
35 Teleretsensioon: kas Eesti vajab oma tuumajaama? R. Veski
38 Elektritootmise valikud Eestis – kas tuuma- ja/või
põlevkivi- ja/või tuuleelekter? R. Veski
42 Kolmandal energiafoorumil vaieldi elektrituru avamise üle.
R. Veski
50 Väikemaja tahkekütusel töötava katlamaja kavandamine. T. Laur
52 Praktiline ja keskkonnasäästlik soojuspump. O. Savason

keskkond

- 22 Meteoriidijalg Lasnamäel – loodusmälestis linnaolustikus. E. Pimus
46 Bali kliimakonverents ja Kyoto paindlikud mehhanismid.
T. Kallaste
59 Keskkonnakultuurist kultuurikeskkonnas. Aegumatute
kultuuriväärtuste kaitseks. R. Einasto

pumbad

- 20 Ka vee pumpamisel saab säästa. V. Arro

vesi

- 8 Fentoni protsess reoveepuhastustehnoloogias. M. Trapido,
N. Kulik, R. Munter
14 Reovee väikepuhasti valimine, projekteerimine, paigaldamine
ja hooldamine. M Põldemaa
17 Reoveesette looduslähedane käitlemistehnoloogia. I. Salis

Pakendite tagastamine muutub tõhusamaks

Riigikogu kiitis 24. aprillil heaks pakendi- ja pakendiaktsiisiseaduse muudatused, mis sätestavad pakendijäätmete uued taaskasutusnõuded ning täpsustavad pakendiettevõtjate ja taaskasutusorganisatsioonide kohustusi.

Muudatustega seoses hakkab aga pakendiettevõtjatele kehtima kohustus koguda ja taaskasutada pakendeid materjalipõhiselt. See tähendab, et taaskasutuseks tuleb klaas-, plast-, metall-, paber-, kartong- ja puitpakendi jäätmeid koguda eraldi. Seaduse jõustumisel peab tagatisrahata pakendite kogumiseks tiheasustusega asulates olema vähemalt üks kogumiskoht 500 m raadiuses. Hajaasustusega piirkondades tuleb aga lähtuda sellest, et 1000 elaniku kohta oleks üks kogumiskoht. Tagatisrahaga pakendite ja pakendijäätmete tagasivõtmise kohustus on seotud müügikoha suurusega. Kui Eesti Vabariigi President on Riigikogus vastu võetud pakendiseaduse ja pakendiaktsiisiseaduse heaks kiitnud, jõustuvad pakendikonteinerite paigutustiheduse kohta käivad nõuded 2009. aasta 1. jaanuarist.

Allikas: Keskkonnaministeerium

Valitsus kiitis heaks keskkonnamõju hindamist täpsustavad seadusemuudatused

Vabariigi Valitsus kiitis 22. mail heaks keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seaduse muudatused, mille eesmärk on eelkõige täiendada ja täpsustada keskkonnamõju hindamise algatamist ja mõju hindavale eksperdile esitatavaid nõudeid.

Näiteks täpsustatakse, millistel juhtudel tuleb kindlasti algatada keskkonnamõju hindamine, missugused on nõuded keskkonnamõju hindavale eksperdile ning kuidas peab koostama hindamisaruande. Keskkonnamõju hindamine (KMH) on kohustuslik kõikide nende tegevuste korral, millega eeldatavalt kaasneb oluline keskkonnamõju. Seadusemuudatus näeb ette, et keskkonnamõju hindamine tuleb alati algatada ka juhul, kui soovitakse turvast mehaaniliselt kaevandada (kehtiva korra kohaselt on KMH kohustuslik, kui ala suurus on vähemalt 150 ha), sest tegu on väga aeglaselt taastuva ressursiga, mille kaevandamine põhjustab keskkonnas pöördumatuid muutusi. Muudatustes on sätestatud seegi, et projektide "tükeldamine" on keelatud ehk objekti keskkonnamõju tuleb hinnata tervikuna. Seda näiteks juhtudel, kui objekti mingi osa on olemas varasemast ajast ja seda kas muudetakse või laiendatakse.

Seaduseelnõus on sätestatud ka keskkonnamõju hindajatele esitatavad nõuded. Eelnõus on tehtud vajalikud muudatused keskkonnamõju hindamise litsentsi taotlemise nõuetesse, tagamaks seda, et keskkonnamõju hindamise õiguse saab selleks pädev isik. Seadusemuudatusega on kavas sätestada ka KMH üldpõhimõte, mille kohaselt peab ekspert olema oma töös sõltumatu ja erapooletu.

Täpsustatud on keskkonnamõju hindamise aruandele esi-

tatavaid nõudeid. Näiteks peab ekspert keskkonnamõju hindamise tulemustest lähtudes välja pakkuma hüvitusmeetmed, kui tegevusega kaasneb eeldatavalt oluline mõju Natura 2000 alale, kuid tegevus on sotsiaalsel põhjustel ning alternatiivsete variantide puudumise tõttu vajalik. KMH aruandes tuleb pakkuda ka seireprogrammi. Lõpliku otsuse seadusemuudatuste osas teeb Riigikogu.

Allikas: Keskkonnaministeerium

Kundas hakatakse tahkeid jäätmeid põletama

AS Kunda Nordic Tsement kirjutas 12. mail alla jäätmekäitlusprojekti "Põlevate tahkete jäätmete taaskasutamine AS Kunda Nordic Tsement tsemendipöörдахjudes" elluviimiseks Norra ja Euroopa Majanduspiirkonna fondist toetuse saamise lepingule.

Enne projekti rakendamist on AS Kunda Nordic Tsement koostöös Eesti Vabariigi Keskkonnaministeeriumi, Tallinna Tehnikaülikooli ja Eesti Keskkonnauuringute Keskusega teinud rakendusuuringuid nii vedelate kui tahkete jäätmekütuste sobivuse ja jäätmekütuste kasutamise keskkonnaaspektide määratlemiseks ning sobivate tehnoloogiliste lahenduste leidmiseks.

Põlevate tahkete jäätmete taaskasutamise tehnoloogia rakendamise projekt viiakse ellu ajavahemikus jaanuar 2008 kuni märts 2010. Projekti maksumus on 58 118 732 krooni, millest investeringuteks kulub 53 737 512 krooni. Projekti kaasrahastab Euroopa Majanduspiirkonna finantseerimismehhanism ja Norra finantseerimismehhanism 13 099 959 krooni ulatuses.

Keskkonnatehnika

Green IT sai ISO 14001 keskkonnajuhtimise sertifikaadi

Keskkonnasäästlikku arvutiliisingut pakkuv ettevõtte Green IT OÜ juurutas ettevõttes keskkonnajuhtimissüsteemi, mis vastab rahvusvaheliselt tunnustatud ISO 14001:2004 standardi nõuetele. Keskkonnajuhtimissüsteemi juurutamise käigus hinnati Green IT tegevusest tulenevad põhilised keskkonnariskid ning kontrolliti, kuidas neid riske juhitakse.

Green IT müügidirektor Margo Lubergi sõnul on firma peamised riskikohad oma teenuste pakkumisel kasutatud IT-varade ja kontorimööbli kasutusel kõrvaldamine liisinguperioodi lõpul ning vähemal määral ka uue kauba pakendi käitlus.

Ettevõtte sertifitseeris Lloyd's Register Quality Assurance Ltd Eesti filiaal. Keskkonnasüsteem juurutati EAS-i struktuuritoetuse kaasabil.

Green IT on Eesti kapitalil põhinev Baltikumi juhtiv IT-varade teenusliisingut pakkuv ettevõtte esindustega Tallinnas, Riias ning Vilniuses. 2008. aasta käibeks prognoosib ettevõtte 120 miljonit krooni.

Allikas: Green IT OÜ



Tegutseda õigesti

05-08 November '08

Riminis, Itaalias

12° Rahvusvaheline mess Taastuvenergia,
Energiakandjate säästmine ning selle suuna areng ja toetus

www.ecomondo.com

koostööpartnerid:

· Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare · Ministero dello Sviluppo Economico · Conai · Consorzio Nazionale Acciaio · Cial · Comieco · Rilegno · Corepla · Coreve · Federambiente · Fise-UNIRE · Osservatorio Nazionale sui Rifiuti · Consorzio Italiano Compostatori · ISWA · ANCI · APAT · Istituto Superiore di Sanità · Polieco · Confagricoltura · Agroenergia · Confapi · Confartigianato · CNA · Confcommercio · Confesercenti · CONIP · Consorzio obbligatorio oli usati · Legambiente · Kyoto Club · Euromobility · ENEA · Laboratorio Energia ERG · FIRE · SAFE · ANEV · ASSOLTERM · ASSOSOLARE · GIF · ATIA · Rappresentanze Associative di Produttori di Beni · CNR · Consiglio Nazionale delle Ricerche · Regione Emilia Romagna · Provincia di Rimini · Comune di Rimini · Consiglio Nazionale Periti Industriali · Il Sole 24 Ore · Ambiente&Sicurezza · S.C.I. Divisione di Chimica dell'Ambiente e dei Beni Culturali · Università di Bologna e Polo Scientifico Didattico di Rimini · INCA · Consorzio Interuniversitario Nazionale della Chimica per l'Ambiente

ECOMONDO

samaaegselt ka:

key Energy

Rahvusvaheline mess Taastuvenergia ja säästev liikumine,
kliima ja ressursid uueks arenguks

www.keyenergy.eu

korraldajad:

RiminiFiera
business space



Igasuguse info saamiseks ja tasuta VIP CARD
avalduse esitamiseks, pöörduge oma esindaja poole:

info tooteesitajatele

tel. +39 0541 744615 | gurnari@riminifiera.it

info külastajatele

tel. +39 0541744626 | mrkgestero@riminifiera.it

Lihulas käivitub kasvuhoonegaaside vähendamise projekt

Keskkonnaministeerium, Rahandusministeerium ja OÜ Lihula Soojus kirjutasid 23. mail alla kolmepoolsele elluviimislepingule, mille alusel hakkab Euroopa Majanduspiirkonna finantsmehhanism rahastama projekti "Kasvuhoonegaaside emissioonide vähendamine taastuvate biokütuste kasutuselevõtuga OÜ Lihula Soojus katlamajas".

Projekti eesmärk on vähendada kasvuhoonegaase OÜ Lihula Soojus katlamajas, asendades praegu kasutusel oleva põlevkiviõli taastuva biokütusega – rohtse biomassi ja hakkpuiduga.

Rohtse biomassina võetakse Lihula Soojuse katlamajas kasutusele Kasari jõe luha hein, mida on vaja niita Matsalu märgala maastike säilitamiseks. Veel saab katlamajas põletada Matsalu lahe pilliroogu ja kohalike põllumajandusettevõtete rohtset biomassi. Hakkpuit pärineb vallas tegutsevatest metsa- ja puidutöötlemisettevõtetest.

Keskkonnaministeeriumi välisfinantseerimise osakonna peaspetsialisti Triin Reisneri sõnul võimaldab projekti edukas elluviimine vähendada saastet Lihulas, muuta elukeskkonda turvalisemaks ja atraktiivsemaks, hoida küttehinda stabiilsena, suurendada tööhõivet ning piirkonna sotsiaalmajanduslikku toimetulekut.

Eestis ei ole veel rohtse biomassi kaugküttekattlamajas põletamise kogemust ja seetõttu oleks projekti edukas läbiviimine eeskujuks ka teistele põllumajanduspiirkondadele. Samasugust tehnoloogiat on juba edukalt kasutatud näiteks Taanis ja Soomes. Eestis on aga pikaajalised hakkpuidu põletamise kogemused.

Põlevate tahkete jäätmete taaskasutamise tehnoloogia rakendamise projekt kestab 2007. aasta novembrist 2009. aasta oktoobrini. Projekti kogumaksumus on 653 817 eurot (ca 10,23 miljonit krooni), millest 316 627 eurot (ca 4,95 miljonit krooni) tuleb Euroopa Majanduspiirkonna finantsmehhanismist.

Allikas: Keskkonnaministeerium

Kalevipoja skulptuuri ehitusliku osa projekteerib SWECO Projekt

SWECO Projekt AS võitis Kalevipoja monumentaalskulptuuri projekteerimise peatöövõtja leidmiseks välja kuulutatud riigihankekonkursi ja kirjutas tellija, Tallinna Kommunaalametiga alla 9,9 miljoni kroonisele lepingule.

Töö tehakse kolmes etapis, esmalt eskiisprojekt koos keskkonnamõju hindamise ning geodeetiliste, hüdrogeoloogiliste ja hüdroloogiliste uuringutega. Sellele järgneb eelprojekt ehitusloa menetluseks ja tööprojekt.

SWECO Projekti juhatuse esimehe Aare Uusalu hinnangul on töö äärmiselt huvitav, kuna monumentaalteose rajamine merre on firma jaoks esmakordne ettevõtmine. Uusalu sõnul seab projekt inseneride ette huvitava ülesande, kuna Kalevipoeg kõrgub veelusel astangul saja meetri kaugusel rannast



tuulte, lainetuse ja jää meelevaldas. Neid tingimusi arvestades on paras pähele kuju karkassi, vundamendi ja jäätökete projekteerimine.

SWECO Projekt on Eesti suurim ehituslik-arhitektuurse, tehnoloogilise ja keskkonnakaitseprojekteerimise valdkonnas tegutsev firma Eestis, mis annab tööd 180 arhitektile ja projekteerijale. Ettevõtte kuulub Skandinaavia ja Ida-Euroopa suurimasse projekteerimiskontserni SWECO AB.

Allikas: Sweco Projekt

TTÜ osaleb päikesepatareide arendusfirma loomises

Tallinna Tehnikaülikool (TTÜ) materjaliteaduste instituudi teadlasgrupp koos Austria partneritega) on loonud TTÜ teadusmahuka firma eesmärgiga muuta kaubanduslikuks TTÜ-s loodud uut tüüpi päikesepatareide valmistamise tehnoloogia.

TTÜ Materjaliteaduste Instituudi viimase kahe aastakümne teadus- ja arendustegevus päikeseseenergeetika materjalide ja seadiste tehnoloogia vallas on loonud eeldused uut tüüpi päikesepatareide tehnoloogia tööstuslikuks arendamiseks. Arendustöö keskendub $\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4$ monoterap pulbrite ja membraansete päikesepatareide tööstuslike lahenduste väljatöötamisele.

TTÜ keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskonna professori, TA akadeemiku Enn Mellikovi sõnul on päikeseseenergeetika plahvatuslik areng viimastel aastatel loonud soodsa pinnase uute firmade esilekerkimisele. Uue TTÜ-s loodud tehnoloogia eelis on kasutatavate materjalide odavus, kallite materjalide, nt indiumi ja telluuri kasutamisest on loobutud. Samuti pakub loodud tehnoloogia võimalust paindlike päikesepaneelide loomiseks ja loob aluse pideva (roll-to-roll) tootmistehnoloogia rakendamiseks, mis omakorda võimaldab tõsta järsult tootmise tõhusust ja suurendada tulevikus tootmismahtusid.

Allikas: TTÜ

Kõik räägivad regeneratiivse kütetehnika tulevikust. Meie arendame seda. Juba üle 30 aasta!



Viessmann toob loodusliku soojuse tuppa: Vitosol lame- ja vaakumtoru-päikesekollektorid ning erineva võimsusega Vitocal maasoojuspumbad pakuvad mugavat lahendust kütteks ja soojavee valmistamiseks. Efektiivne küttesüsteem säästab nii Teie kui ka keskkonna ressursse. Iga ilmaga.
www.viessmann.com



Energiakandjad:

Õli, gaas, päike, tahkekütus ja maasoojus



Võimsusvahemikud:

1,5 kW kuni
20.000 kW



Tooteklassid:

100: Plus, 200: Comfort,
300: Excellence



Süsteemilahendused:

Omavahel suurepäraselt
sobivad tooted

FENTONI PROTSESS

REOVEEPUHASTUSTEHNoloogias

MARINA TRAPIDO, NIINA KULIK, REIN MUNTER

TTÜ keemiatehnika instituut

KLASSIKALINE FENTONI PROTSESS

Fentoni reaktiiv sai nime selle avastaja Henry J. Fentoni järgi, kes 1894. aastal leidis, et kahevalentne raud katalüüsib õunhappe oksüdatsiooni vesinikperoksiidiga. Hiljem selgus, et vesinikperoksiidi ning Fe^{2+} soolade oksüdeerivate koostoimeomaduste taga on hüdroksüülradikaalid, mis on võimsad orgaaniliste ainete lagundajad. Selle järgi kuulub Fentoni protsess nn süvaoksüdatsiooniprot-

gevad reaktsioonid ülaltoodust tunduvalt keerulisemad ning Fe^{2+} ja H_2O_2 vahel võib toimuda veel mitu reaktsiooni. Fentoni reaktsioon sõltub lahuse pH-st, kuna OH^- on põhiline oksüdant vaid happelises keskkonnas ($pH < 5,6$). Sõltuvalt H_2O_2 ja Fe^{2+} suhtest on Fentoni reaktiivil vesikeskkonnas kaks funktsiooni. Kui Fe^{2+} kogus on vesinikperoksiidi omast suurem, kaldub töötlemisel toimuv protsess koagulsiooni poole. Kui reagendikogused on vastupidised, on tegu keemilise oksüdatsiooniga.

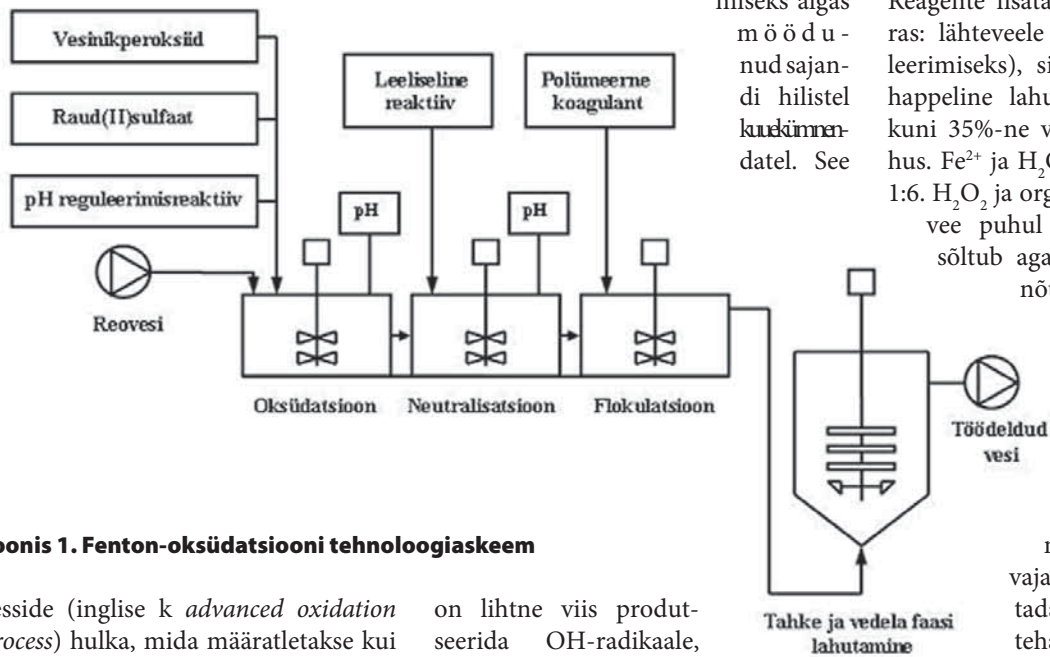
Fentoni reaktiivi kasutamine toksiliste orgaaniliste ühendite oksüdeerimiseks algas

möödu-
nud sajandi
hilistel
küümnendatel. See

rauasoolad kui ka H_2O_2 on suhteliselt odavad ning ei põhjusta keskkonna sekundaarset saastet. Tänu katalüsaatori homogeensele loomule ei esine Fentoni süsteemis ka massiülekanne piiranguid. Töötlemistehnoloogia ja reaktori ehitus on suhteliselt lihtsad (joonis 1).

Fenton-töötlus koosneb tavaliselt neljast astmest: pH reguleerimine, oksüdeerimine, neutraliseerimine ning koaguleerimine ja sadestamine, kusjuures orgaanika kõrvaldub nii oksüdeerumise kui ka koaguleerimise ajal. Tavaliselt juhitakse reaktiivid Fentoni reaktorisse annustuspumpade abil. Reagente lisatakse järgmises järjekorras: lähteveele väävelhape (pH reguleerimiseks), siis katalüsaator ($FeSO_4$ happeline lahus) ning viimasena 5- kuni 35%-ne vesinikperoksiidi vesilahus. Fe^{2+} ja H_2O_2 kaalusuhe on umbes 1:6. H_2O_2 ja orgaanilise aine suhe (reovee puhul väljendatud KHT-na) sõltub aga reovee omadustest ja nõutavast puhastusastmest ning seda on vaja iga kord katseliselt määrata. Fenton-oksüdatsioonile peab järgnema koaguleerimine, et heitvee rauaioonisisaldust vähendada vajaliku tasemeni (sades-tada $Fe(OH)_3$). Seda saab teha leeliseliste reagentide lisamisega nii, et pH oleks vähemalt 9,0.

Kirjandusandmeil oksüdeerib Fentoni reaktiiv peaaegu kõiki orgaaniliste ühendite liike (värvaineid, 2,4,6-trinitrotolueeni, nitrofenooli, klorobenseeni, tetrakloroetüleeni, klorofenooli, halometaane jpm). Nende ühendite puhul võib toimuda ainete osaline või täielik mineralisatsioon, kuigi viimase saavutamiseks on vaja väga suurt oksüdandiannust. Fenton-töötlemisel on täheldatud ka biolagundatavuse parendumist ning toksilisuse vähenemist, st et Fenton-töötlemisel tekkinud vahesaadused on veeloomas-



Joonis 1. Fenton-oksüdatsiooni tehnoloogiaskeem

sesside (inglise k *advanced oxidation process*) hulka, mida määratletakse kui oksüdatsiooniprotsesse, mis toimuvad ümbritseval temperatuuril ja rõhul ning mis genereerivad piisaval hulgal hüdroksüülradikaale, et mõjutada vee töötlust ja kvaliteeti [1].

Fentoni reaktiivi kasutamisel toimuvad keemilised reaktsioonid, mille tulemusena tekivad tugevad oksüdandid – vabad radikaalid:

$Fe^{2+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{3+} + OH^\bullet + OH^-$; (1)
 $Fe^{3+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{2+} + HO_2^\bullet + H^+$; (2)
 $Fe^{2+} + OH^\bullet \rightarrow Fe^{3+} + OH^-$; (3)
 $Fe^{3+} + HO_2^\bullet \rightarrow Fe^{2+} + H^+ + O_2$, (4)
 kus $OH^\bullet$ on hüdroksüülradikaal ning $HO_2^\bullet$ – hüdroperoksüülradikaal.

Tegelikult on Fentoni protsessis kul-

on lihtne viis produtsseerida $OH^\bullet$ -radikaale, kusjuures ei ole vaja keerulist ja kallist aparatuuri. Huvi Fentoni reaktiivi rakendamise vastu keskkonnakaitsetehnoloogias (saastatud pinnase tervendamiseks ning reovee puhastamiseks) kerkis aga alles sajand pärast selle avastamist – 1990-ndate alguses. Viimasel aastakümnel on Fenton-töötlemisele pühendatud uuringute arv hüppeliselt kasvanud. Üheks põhjuseks võib pidada rangete normide kehtestamist paljude püsivate saasteainete sisalduse kohta heitvees, mida ei ole tavaliste puhastustehnoloogiatega võimalik saavutada. Teine oluline tegur on see, et nii

tikule ja -taimestikule vähem toksilised ning mikroorganismide poolt kerge-
mini lagundatavad kui lähteaine. Siis-
ki ei ole Fentoni protsess universaalne
lahendus, sest sellega ei saa lagundada
selliseid aineid nagu äädikhape, n-pa-
rafiinid, oblikhape, maleiinhape, ma-
loohhape jt.

FENTONI-TAOLINE PROTSESS

Kuigi rauasoolakogused, mida Fenton-
töötlemisel reaktorisse lisatakse, on
suhteliselt väikesed, on raudhüdrosii-
disette tekkimine üsna ebameeldiv ning
üks Fenton-töötamise täiustamise priori-
teete on settekoguse vähendamine. Ka
happeline keskkond, milles protsess
kulgeb, võib mõnikord selle kasutamist
piirata. Seetõttu on teadlaste jõupin-
gutused viimase viieteistkümnelt aasta
jooksul olnud suunatud Fentoni prot-
sessi modifitseerimisele. Modifikat-
sioonide tähistamiseks võeti kasutusele
termin „Fentoni-taoline protsess” (ing-
lise k *Fenton-like process*).

Nagu nähtub võrrandist (2), võib ve-
sinikperoksiidi lagunemist katalüüsida
ka kolmevalentne raud. Kui katalüsa-
atorina kasutada kolmevalentset rauda,
võib protsessi tõhusus olla klassika-
lise Fentoniga võrreldes üsna sarna-
ne, settekogus aga ei vähene. Fentoni
reaktsiooni ning UV-kiirguse kombi-
natsioon (foto-Fenton) võimaldab saa-
da rohkem hüdrosüülradikaale kui
tavalise Fenton-töötlemise või H_2O_2
fotolüüsi korral. Selgus, et orgaaniliste
ainete lagundamist võib sel moel ta-
valise Fentoniga võrreldes kiirendada,
vähendada lisatava rauasoola kogust
ning seetõttu ka settehulka. Kasuta-
takse UV-lampe, mille lainepikkus on
vahemikus 290–400 nm. Protsees kul-
geb edukalt (kuid siiski aeglasemalt
kui UV-lampide valguses) isegi päike-
sekiirguse toimele. Töötlemise tõhusus
on tavaliselt kõige suurem, kui pH on
3,0 ringis, kuid sageli saab foto-Fen-
ton-protsessi edukalt rakendada ka
neutraalses keskkonnas. Foto-Fentoni
kasutamisel kasvab aga tunduvalt tööt-
lemise maksumus UV-lampide hinna
ja kulutatud elektrienergia tõttu.

Settekoguse vähendamiseks võib
kasutada kolme katalüsaatori modifi-
katsiooni: raua kelaatkomplekse, raud-
mineraale (looduslikke raudoksiide)
ning isegi nullvalentset rauda, mis on
kolme elektroni potentsiaalne doonor.
Viimase katalüsaatori puhul raud min-
gil määral leostub ning kandub, eriti

happelistes tingimustes [2], elektro-
ne Fe^0 -st otse üle vesinikperoksiidile.
Neutraalsele lähedases pH-piirkonnas
on see protsess väga aeglane [3].

Paljud siirdemetalliioonid (Cu^+ , Cr^{2+} ,
 Co^{2+} , Mn^{2+} jt) annavad vesinikperoksi-
diga Fentoni-taolise oksüdeeriva reakt-
siooni. Sageli kasutatakse siirdemetal-
le kompleksidena nende madalamas
oksüdatsiooniastmes ning nad avalda-
vad katalüütilist toimet ka neutraalsele
lähedases keskkonnas. Siirdemetallide
puhul peab silmas pidama nende öko-
toksilisust, mis on raua omast palju
suurem, seetõttu ei saa nende lisamist
reaktsioonisüsteemi kuidagi soovitada.
Siiski võib nende metallide olemasolu
paljudes mineraalides ja pinnases Fen-
ton-töötlemist soodustada.

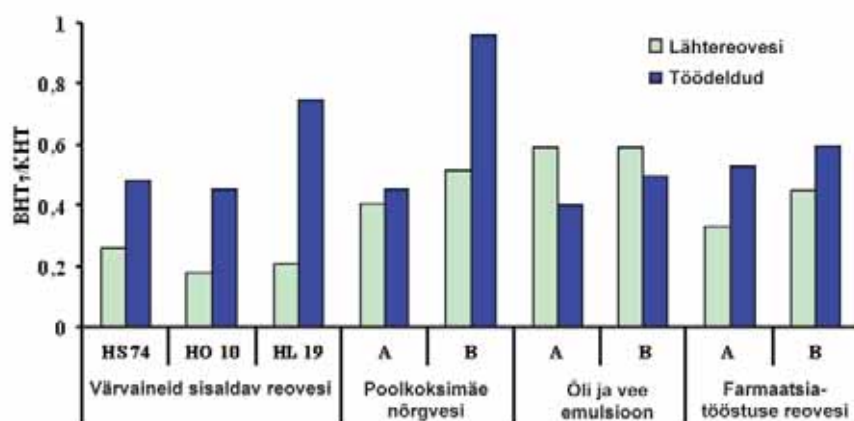
Raua kelaatide ja komplekside kasu-
tamist on viimastel aastatel intensiivselt
uuritud kui võimalust hoida neutraalse
pH korral rauda lahuses katalüsa-
atorina vesinikperoksiidi initsieeritud
reaktsioonide jaoks. Raua kahekümne
kelaatühendi hulgas osutusid kõige
tõhusamateks katalüsaatoriteks Fe^{3+} -
nitrilotriäädikhape (NTA) ja Fe^{3+} -hüd-
roksüetüülminodüüdiäädikhape (HEIDA)
[4]. Kelaatide kasutamine ei lahenda
siiski raua töötlusjärgse kõrvaldamise
probleemi, vaid võib, vastupidi, teki-
tada raskusi, sest kelaatidesse seotud
raud pärast leelise või koagulandi lisa-
mist ei sadene, kui raua kompleksid ei
ole Fenton-töötlemisel lagunenu.

Lahustunud raua kogust saab tun-
duvalt vähendada, kui rakendada he-
terogeenseid Fentoni protsesse, mil-
les raud jääb põhiliselt kas mineraali
koostisse või adsorbeerunud ioonina
tahkesse faasi. Raudmineraalide kasu-
tamise eelised Fentoni protsessides on
katalüsaatori pikem tööiga, võimalus
kõrvaldada katalüsaator töödeldud

veest sadestamise või filtrimise teel, kui
töödeldud vee pH on 5–9, ning see, et
anorgaanilise karbonaadi kontsentrat-
sioon ei mõjuta protsessi tõhusust. See
suund hakkab alles arenema. Mõnel ju-
hul on raudmineraalidega katalüüsitud
vesinikperoksiid päris tõhus vahend
reoaainete lagundamiseks, kuid vahel
jääb lagunemiskiirus klassikalisele Fen-
tonile tunduvalt alla [5]. Selle põhjusi
tuleb alles uurida.

FENTONI REAKTIIVI JA SELLE MO- DIFIKATSIOONIDE KASUTAMINE REOVEE PUHASTAMISEL

Fenton-töötlust ning selle modifikat-
sioone võib kasutada paljude reovees
ja ka pinnases sisalduvate orgaaniliste
(ning anorgaaniliste) saasteainete
oksüdeerimiseks. TTÜ keemiatehnika
instituudis alustati Fentoni protsessi
uurimisega 1990-ndate aastate kes-
kel ning viimaste aastate jooksul on
üle mindud teoreetilistelt uuringutelt
protsessi rakendamisele mitmesuguste
reovete puhastamisel (farmaatsiatöös-
tusettevõtete reovesi, naftasaadustega
saastatud vesi, mis üldiselt simuleeris
naftasaadusemahutite (paagid, tanke-
rid) pesuvett (õli ja vee emulsioon),
värvainetega (happesinine 74 – HS 74,
happeoranž 10 – HO 10 ja happelilla
19 – HL 19) saastatud reovesi, põlev-
kivi poolkoksimägedest pärinev nõrg-
vesi jt). Rakendati klassikalist Fentoni
protsessi ning selle modifikatsioone:
ilma pH reguleerimiseta (pH oli ligi-
lähedaseks neutraalne) ning neutraalse
ning kergelt leeliselise pH juures raua
mineraalide ja kelaatkompleksidega.
Optimeeriti töötlemistingimusi (pH,
katalüsaatori kogus) ning oksüdan-
diannuseid (peamiselt KHT ja H_2O_2 su-
het). Optimeerimine toimus KHT või



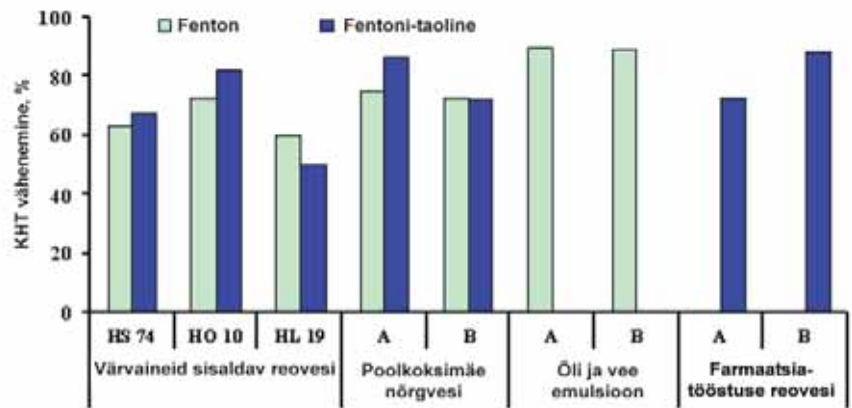
Joonis 2. Lähtereovee ja Fenton-töödeldud vee BHT, ja KHT suhe

põhiliste saasteainete kõrvaldamisastme, BHT ning toksilisustestide alusel. Reovee töötlemiseks kasutati ka kombineeritud skeeme: Fenton – koagulatsioon; koagulatsioon – Fenton. Kõik uuritud veed olid tugevasti saastatud, st et nende KHT, BHT, värvus ning muud näitajad olid heitvee kehtestatud normväärtustest mitu korda suuremad. Ka lähtereovee biolagundatavus (BHT₇ ning KHT suhe) ei olnud suurem kui 0,6, jäädes enamiku vete puhul sellest tunduvalt väiksemaks (joonis 2). Fenton-töötlemine suurendas märgatavalt reovete biolagundatavust – kuni 95%-ni.

Fenton- (Fentoni-taoline) töötlemine võimaldas kõikide reovete puhul märgatavalt vähendada KHT-d. Lähedes majanduslikust otstarbekusest oksüdandi ülisuurt annust ei kasutatud. Joonisel 3 kujutatud näite puhul oli vesinikperoksiidi ja KHT suhe 2:1-3:1. pH reguleerimine enne töötlemist ei osutunud hädavajalikuks ning see võimaldas alustada töötlemist reovee lähte-pH juures. See osutus võimalikuks seetõttu, et vesinikperoksiidi ning raudkatalüsaatori lisamisel tekkisid kiiresti happelised lagusaadused ning reaktsioonisegu pH alanes hoogsalt väärtuseni 2,5-3,0, mis omakorda soodustas oksüdatsiooni kiiret kulgemist.

Üks väga olulisi nähtusi oli see, et Fenton-töötlemisel kaasnes kõigi katses kasutatud reovete, v.a õli ja vee emulsiooni puhul KHT alandamisega biolagundatavuse märgatav suurenemine (joonis 2). See on hea eeldus järgneva biopuhastuse tõhusaks kulgemiseks.

Tehtud uuringud kinnitasid, et vesinikperoksiidi lagundamiseks võib



Joonis 3. Reovee KHT vähenemine Fenton- (Fentoni-taolisel) töötlemisel

katalüsaatorina edukalt kasutada kolmevalentse raua sooli. Raudmineraalide kasutamine andis positiivseid tulemusi, kuigi sel juhul oli töötlemise üldtõhusus (KHT vähendamise järgi) tunduvalt väiksem kui klassikalise Fentoni korral.

Kombineeritud skeemide korral põhjustas Fenton-töötlemisele järgnev lubikoaguleerimine KHT täiendavat 14–30%-ilist vähenemist (joonis 4). Kombineeritud töötlemine soodustas ka BHT₇ vähenemist ning suurendas BHT₇ ja KHT suhet. Uurimistöö tulemuste põhjal leiti, et Fentoni-taolise töötlemise ja lubikoaguleerimise rakendamine parendas farmaatsiatööstuse reovee puhastamise kvaliteeti, vähendades soodsates tingimustes KHT-d üle 87% ning BHT-d 80%.

Ka muude (peale KHT ja BHT₇) näitajate puhul andis Fenton-töötlemine positiivseid muutusi. Värvaineid sisaldava reovee värvus kadus kas täielikult või kõrvaldati sellest üle 95%. Farmaat-

siatööstuse reovee rasvainesisaldus vähenes 80–87%.

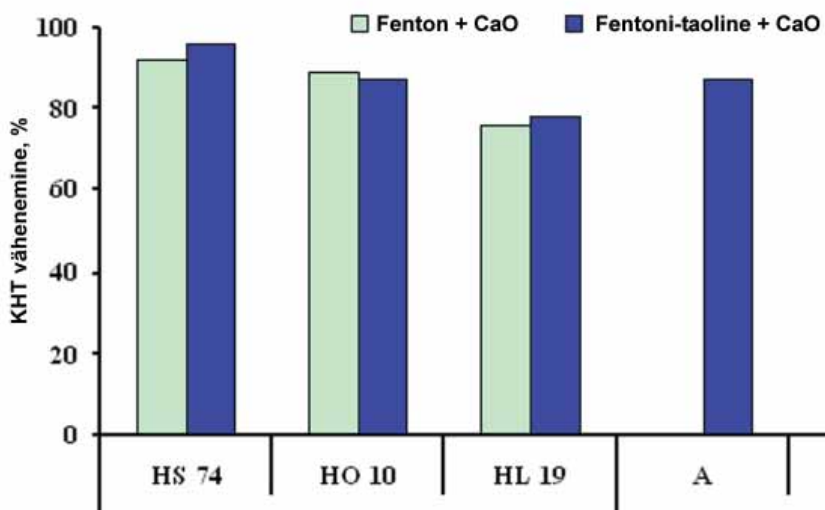
Vähetuntud või uueveetöötlusmeetodi puhul pakub alati suurt huvi maksumus, s.o investeeringud ja käituskulud. Farmaatsia- ja värvitööstusreoveega võrdluskatseid muude süvaoksüdatsiooni meetoditega (osoonimine leelises keskkonnas, O₃ ja H₂O₂, O₃ ja UV, H₂O₂ ja UV jt) ei tehtud, seetõttu saab Fenton- või Fentoni-taolise töötlemise maksumust hinnata ainult ligikaudselt kirjandusandmete põhjal. Üldteada on, et süvaoksüdatsiooni meetodid on odavamad kui adsorptsiooni aktiivsöele [6]. Mis puutub aga nende oksüdatsiooni meetodite maksumuse omavahelisse võrdlusele, siis on oleneb tulemus suurel määral kõrvaldatavast saasteainest ning selle eesmärgiks seatud lõppkontsentratsioonist. Meie sooritatud katsed põlevkivi poolkoksimaie nõrgveega näitasid, et leeliselise nõrgvee (pH = 9,36) töötlemise üldkulud Fentoni protsessiga (3,7 EUR/m³) olid umbes 22% väiksemad kui osoonimise korral (4,5 EUR/m³).

KOKKUVÕTE

Mitmesuguste reovete töötlemisel võib Fentoni protsessi rakendada nii eelkui ka põhi- või järelpuhastuseks. Selle koha töötlemisskeemis määravad nii reovee omadused kui ka majanduslik otstarbekus. Tavaliselt ei osutu Fenton-töötlemine kallimaks kui muud hästi tuntud keemilised meetodid. A.M.

Viidatud allikad

1. Glaze, W.H., Kang, J.W., Chapin, D.H. 1987. The chemistry of water treatment involving ozone, hydrogen peroxide and ultraviolet radiation.



Joonis 4. KHT vähenemine reovee Fenton- või Fentoni-taolise töötlemisel ning sellele järgneval lubikoaguleerimisel

Ozone Science & Engineering, 9, 335-342.

2. Liao, C.-H., Kang, S.-F., Hsu Y.-W. 2003. Zero-valent iron reduction of nitrate in the presence of ultraviolet light, organic matter and hydrogen peroxide. Water Research, 37, 4109-4118.

3. Moura, F.C.C., Araujo, M.H., Costa, R.C.C., Fabris, J.D., Ardisson, J.D., Macedo, W.A.A., Lago, R.M. 2005. Efficient use of Fe metal as an electron transfer agent in a heterogeneous Fenton system based on $\text{Fe}^0/\text{Fe}_3\text{O}_4$ composites. Chemosphere, 60, 1118-1123.

4. Sun, Y., Pignatello, J.J. 1992. Chemical treatment of pesticide wastes. Evaluation of Fe(III) chelates for catalytic hydrogen peroxide oxidation of 2,4-D at circumneutral pH. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 40, 322-327.

5. Teel, A.L., Warberg, C.R., Atkinson, D.A., Watts, R.J. 2001. Comparison of mineral and soluble iron Fenton's catalysts for the treatment of trichloroethylene. Water Research, 35, 977-984.

6. www.awwa.org

Veaparandus

Keskkonnatehnika 3/2008 Kalju Korneli artiklis "Kõo valla puurkaevude vesi sai joogikõlblikuks" on lehekülgedel 8 ja 9 läinud pildiallkirjad vahetusse. Õige on:



Veepehmendi, pöördosmoosiseadme toitepump, puhtavee (segamis)-mahuti ja paarissurvefiltri õhustuskompressor Kõo veepuhastusjaamas

Keskkonnatehnika toimetus vabandab kahetsusväärse eksituse pärast.



Pöördosmoosiseade HOH RO-2020, membraanmoodulite läbipesuseade CIP ja permeaadimahutipumpla Kõo veepuhastusjaamas

Heitveekäitlus?
Kindla peale
Uponor.



Heitveesüsteem peab olema töökindel. Puhast loodust vajavad ka meie lapsed ja lapselapsed. Kvaliteetse terviklahenduse saad Uponorilt.

Kodu ehitad ju endale!

Uponor Eesti OÜ

T 605 2070, 605 2071

E uponor@uponor.ee

W www.uponor.ee

uponor

Biorock – reovee biopuhasti eramule

Margus Maasing
Pipelife Eesti AS

Eramajaomanikul, kes ei saa oma reovett ühiskanalisatsiooni juhtida, on valida, kas:

- koguda reovesi mahutisse,
- soetada septik ja rajada oma krundile pinnaspuhasti või
- soetada biopuhasti.

Lahenduse valik sõltub õigusaktide nõuetest ja kohaliku omavalitsuse ettekirjutustest. Majaomanik peaks kõigepealt pöörduma kohaliku omavalitsuse keskkonnaspetsialisti poole, et teada saada, kuidas reoveekäitlust korraldada.

Kui valida kogumismahuti, peab seda regulaarselt tühjendama. Kuigi kallis, on see üle 2000 elaniku (või üle 2000 i.e¹ suuruse reostuskoormusega) asulas ainuke seadusega lubatud võimalus. Väiksemas asulas (alla 2000 i.e) tohib eramajapidamise reovett ka pinnasesse immutada, kui see vesi on eelnevalt läbinud biopuhasti.

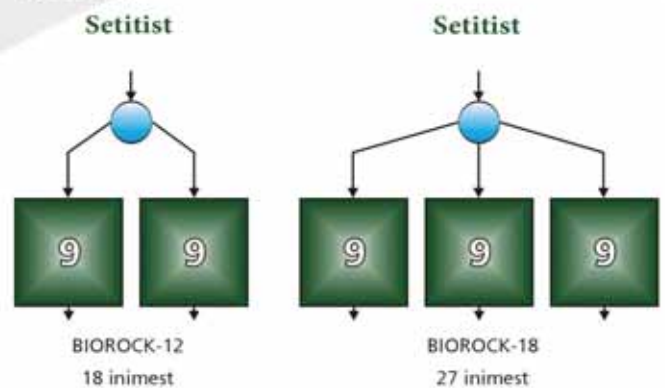
Biopuhasti Biorock-9-ST1-2500 (joonis 1) on mõeldud eramajade reovee puhastamiseks. Kuni üheksa inimese reovesi (1350 liitrit ööpäevas) puhastatakse mehaaniliselt 2500-liitrisel setitil, millesse jääb pidama rasv ja suurem osa heljumist, ja bioloogiliselt Biorock-filtril. Õhurikkas ja niiskes keskkonnas asuval filtritaidisel elavad mikroorganismid lagundavad vees olevad orgaanilised ained ning biofiltrist väljuv vesi vastab oma näitajate poolest Eesti Vabariigi Valitsuse 31. juuli 2001. aasta määruse nr 269 "Heitvee veekogusse või pinnasesse juhtimise kord" nõuetele.



Joonis 1. Biorock 9-ST1-2500

Sõltuvalt puhasti kasutustihedusest ja inimeste arvust tuleb setitist setet välja vedada kord aastas või kahe aasta tagant. Biofiltrit tööiga on kuni 10 aastat, seejärel tuleb see läbi pesta ja vajaduse korral täidist uuendada.

Oluline on Biorock-seadme piisav ventilatsioon. Ventileerima peab nii setitit kui ka biofiltrit (joonis 2). Loomuliku ventilatsiooni korralikuks toimimiseks peavad tuulutuspüstikute väljatõmbeavad olema õhu sisselaskeavadest vähemalt neli meetrit kõrgemal. Kui püstikud varustada tuuleventilaatoritega, võib seda vahet vähendada kahe meetrini.



Joonis 3. Biofiltrite Biorock rööpühendus

Kui kogumismahuti või septik on juba olemas, on vaja soetada ainult biofilter Biorock-9 ning siis tuleb ajakohase reoveekäitlussüsteemi rajamine odavam. Sama lahendus kõlbab ka aastaid tagasi rajatud pinnaspuhasti asendamiseks.

Ridamajade, väikeste kortermajade ja turismitalude tarvis, kus inimesi on üle üheksa, võib kaks kuni kolm biofiltrit omavahel rööbiti ühendada (joonis 3). Siis on vaja inimeste arvule vastava mahuga septikut ja jaotuskaevu, mis jaotab vooluhulga ühtlaselt biofiltrite vahel.

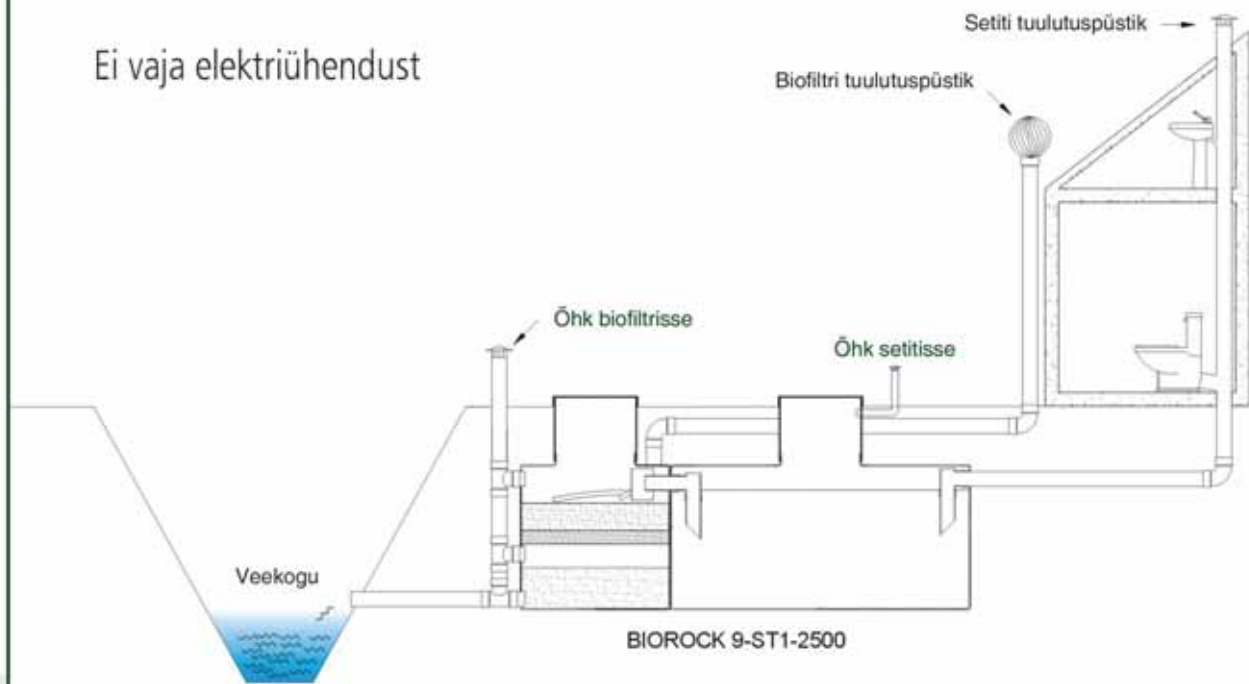
Biopuhasti Biorock vastab reovee väikepuhastite kohta kehtivale Euroopa Liidu standardile EN-12566-3 ning on Hollandis KIWA juhendi K10002 kohaselt sertifitseeritud ja saanud sertifikaadi nr K40666/01.

Biorock-biopuhasti:

- on hooldusvaba;
- ei vaja elektrienergiat;
- talub reovee juurdevoolukatkestusi (nt hooajalist kasutamist);
- on ühendatav juba olemasoleva kogumismahuti või septikuga.

¹i.e – inimekvivalent on ühe inimese põhjustatud keskmine ööpäevane tinglik veereostuskoormus, millega mõeldakse ka muude reoveekäitlate põhjustatud koormusi

Ei vaja elektriühendust



Joonis 2. Biopuhasti Biorock täiskomplekt

Reoveekanaliseerimisitoru

**Pragma -
toodetakse Eestis
alates aastast 2007!**

PIPELIFE
plasttorusüsteemid



REOVEE VÄIKEPUHASTI VALIMINE, PROJEKTEERIMINE, PAIGALDAMINE JA HOOLDAMINE

MAIT PÕLDEMAA

AS Fixtec

AS FIXTEC ON OMA viieteistaastase tegevusaja jooksul tarninud keskkonnaseadmeid mitmesajale objektile nii Eestis kui ka välismaal. Tarniti peamiselt tehases valmistatud kompaktpuhasteid väikeobjektide, sh eramute, väikeasulate jms jaoks, mille reostuskoormus on 5 kuni 2000 ie (inimekvivalenti). Selle aja jooksul on ette tulnud nii rõõmu tegevaid õnnestumisi kui ka vähem õnnestunud projekte, nagu ikka juhtub. Alljärgnev ülevaade väikereoveepuhastite probleemidest tugineb praktiku kogemustele – kõik näited on reaalsest elust.

Iga kett on täpselt nii tugev, kui on ta nõrgim lüli. Üldjuhul koosneb reoveepuhasti rajamise sündmuskett järgmistest lüldidest:

- tellija teavitamine lahendusvõimalustest ja maksumusest;
- eelprojekti või hanketingimuste (nt riigihanke puhul) koostamine;
- tööprojekti tegemine, puhastustehnoloogia ja -seadmetiku valik, seadmete valmistamine ja/või tarnimine;
- projekti realiseerija (ehitaja) leidmine;
- puhasti käimapanek ja häälestamine;
- hooldajate koolitamine;
- puhasti igapäevahooldus.

AS Fixtec on selles ketis osalenud puhastusseadmetiku tarnija, puhasti käimapaneka ja hooldajate koolitajana. Paratamatult puutume kokku aga ka teiste etappidega, sest tulemus peab olema tervik. Siinkohal käsitleme siiski vaid neid probleeme, millega oleme ise rohkem seotud olnud.

PUHASTI HANKELE EELNEVAD PROTSEDUURID

Eestis on sadu väikeobjekte, sh asu-

laid, kus reoveepuhastit ei ole või ole-
masolev on amortiseerunud. Rohkesti
on ka puhasteid, mida oleks vaja laiend-
ada või nüüdisajastada, nt lisada fos-
foriärastus. Tormiliselt arenenud uus-
elurajoonide väljaehitamine nõudis ja
nõuab ka tulevikus reoveepuhastuse
lahendamist ning hajaasutuspiirkon-
dade keskkonnateadlikud majaehita-
jad on üha enam hakanud huvi tund-
ma bioloogiliste väikepuhastite vastu.
Tööpõld on praegu suur.

Reoveepuhastustehnoloogiad ja
-seadmetik on enamikule inimes-
test suhteliselt tundmatu valdkond.
Seetõttu on õige pöörduda asjatundja
(konsultandi, projekterija) poole, kes
soovib lahenduse, koostab lähteüles-
ande ning oskab anda nõu võimalikest
tehnoloogiast, seadmetest, kompe-
tentsetest ehitajatest ja rahastamisvõi-
malustest. Eesmärk on ju saada hästi
toimiv reoveepuhasti.

REOVEEPUHASTI KORRALIKU TOIMIMISE KOLM PÕHIALUST

Esimene põhialus: projekti õnnestu-
mise seisukohalt on **kõige tähtsam**
teha selgeks puhastustehnoloogia ja
-seadmete valimiseks vajalikud **läh-
teandmed**. Vaja on määrata reostus-
koormus, selle oodatav suurenemine
või vähenemine, koormuse võimalik
kõikumine, kuidas tarbijad vett kasu-
tavad, reovee temperatuur ja olemas-
oleva kanalisatsioonivõrgu seisund
(nt kas torustik või kaevud lekivad)
ning valida puhasti asukoht. Tavaliselt
ei oska tellija ise kõigele tähelepanu
pöörata, nende asjaolude selgestege-
mine on eelkõige konsultandi ja pro-
jekterija ülesanne.

Teine põhialus: tuleb valida sobiv
puhastustehnoloogia ja -seadmetik

(parim lahendus ei pruugi olla oda-
vaim), puhasti õigesti projekteerida
ning korralikult valmis ehitada või
paigaldada. Projekterimisel tuleb ar-
vestada ka arenguperspektiive. Kuigi
tehases valmistatud kompaktpuhas-
teid on suhteliselt lihtne paigaldada,
peab seda tegema väga korralikult,
sest väikseimgi eksimus võib põhjus-
tada häireid puhasti töös.

Kuna oleme puhastusseadmete tar-
nijad, siis on meile oluline, et tarni-
misele eelnevad protseduurid oleksid
korralikult tehtud (reostuskoormus
õigesti määratud, arenguperspek-
tiiv eelprojekti arvesse võetud). Iga
kompaktpuhasti valmistatakse tehases
mingite kindlate ülesannete täitmiseks
ja kui objekti käikuandmisel selgub, et
tegelik olukord on hoopis teine, ei ole
head lõpptulemust oodata. Koormu-
sele 10 kgBHT₇/d ette nähtud väike-
puhasti ei ole üldjuhul võimeline edu-
kalt toimima koormusel 15 kgBHT₇/d.
Kui reovesi jahtub pikkades torustikes
ning selle temperatuur on puhastisse
jõudes ainult 3–5°C, siis bioloogilises
puhastuses osalevate bakterite elute-
gevus soikub ning tõhusast tulemusest
ei saa juttugi olla. Probleeme tekib ka
siis, kui puhasti käikuandmisel selgub,
et kanalisatsiooni pääseb palju võõr-
vett (lumesulamisvesi, põhjavesi),
mistõttu puhastisse jõuab projekteeri-
tust mitu korda suurem vooluhulk.
Selles ei saa süüdistada kompaktpu-
hasti valmistajat. Meie teada ei ole
ühegi firma ühestki tehasest tulnud
välja selliseid puhasteid, mis ei saaks
valmistaja lubatud puhastusjõudluse-
ga hakkama. Eelneb ju puhastussead-
mete seeriatootmisele põhjalik aren-
dus- ja katsetustöö. Nt meie firma uue
väikepuhastiseeria BioFix arendus- ja
katsetustööd algasid 2003. aastal, toot-
misküpsaks sai ta aga alles 2006. ning

CE-märk (Eesti esimene) saadi 2007. aastal. Puhastite usaldusväärsusest annab aimu nende levik mujal maailmas – kui mingit seadet on aastate jooksul mitmekümnes riigis paigaldatud mitukümmend tuhat tükki, ei saanud ju tootja kõiki kliente alt vedada.

Kolmas põhialus: hooldus, hooldus ja veel kord hooldus! Puhasti võib olla tehtud kas või kullast ja põhineb kõige moodsamal tehnoloogial, kui teda aga õigel moel ei hooldata, ei maksa oodata korralikku toimimist. Hooldusvabasid puhasteid pole olemas. Kahjuks arvatakse üsna tihti vastupidi ning meie praktikale tuginedes võime väita, et see on Eestis üks puhastite halva toimimise peapõhjusest. Teame kohti, kus puhasti valdaja ei teagi, et tal selline asi olemas on, või tema suureks üllatuseks selgub, et puhasti vajab peale elektritoite tagamise muidki toiminguid või et fosforiärastuskemikaali lisati esimest ja viimast korda puhasti käimapaneku ajal. Need on näited meie praktikast. Hooldustööd nõuavad raha ja tööjõudu ning tihti tuleb see värskel ja õnnelikule puhastiomaniikule suure üllatusena. Elust enesest on võtta näide, kus üks abivallavanem hüüdis ühel puhastusseadme paigaldusjärgsel koosolekul häälekalt, et tema sellist puhastit küll ei tahtnud, nagu paigaldati – see pole ju hooldusvaba!

Alljärgnevas on konkreetseid näiteid ülalöeldu illustreerimiseks. Puhastite täpne asukoht on ütlemta järeldatud, sest artikli autor ei ole andmete (v.a üks objekt) avaldamist praeguste valdajatega kooskõlastanud. Näited tuginevad autori praktilistele kogemustele ja tema käsutuses olevatele andmetele.

Objekt A

Tegemist on riigihankega ühe Ida-Virumaa väikeasula kanalisatsioonitorustike rekonstrueerimiseks ja puhastusseadme ehitamiseks, mille võitis ja peatöövõtjaks sai tuntud ehitusfirma. Hanketingimused nägid ette ka peatöövõtja kohustust kahe aasta jooksul puhastit hooldada. Meie firma ülesanne oli peatöövõtjale tarnida eelprojekti ette nähtud mehaanilis-bioloogilis-keemiline olmereoveepuhasti. Puhasti sai valmis 2004. aasta oktoobris, ent juba 2005. a alguses ilmnesid häired puhasti töös – väljavooluvee reoainesisaldus oli lubatavast suurem.

Vaatasime kohe puhasti üle ja selgus, et sellesse jõudis väga palju võõrvett – vooluhulgamõõtur fikseeris projekti kohase 11 m³/h asemel tunnikoormuseks 31,6 m³/h (187 % üle lubatava). See ei olnud üksnes mõõtmise ajal nii, vaid võõrvee infiltratsioon oli kestnud juba pikemat aega. Ka vee temperatuur oli madal (5,7°C). Septikut polnud kolme ja poole kuu jooksul kordagi tühjendatud, kõik biofiltri ringluspumbad seisisid ja veepihustid olid umbes.

Pärast kanalisatsioonitorustike lekkohtade korrastamist vooluhulk normaliseerus. Siis tulid aga ilmsiks uued kummastavad asjaolud. Puhasti juurdevooluvee reoainesisaldus olid ülikõrge, nt 2005. a võetud veeanalüüside järgi BHT₇ kuni 880 mg/l ja üldläämmastikusisaldus 104 mg/l. Meie käsutuses olevate 2004.–2007. a veeanalüüsitulemuste järgi oli reovee keskmine reoainesisaldus järgmine: BHT₇ – 606 mg/l (suurim 1400 mg/l), HA – 550 mg/l (suurim 2167 mg/l), N_{üld} – 157,8 mg/l (suurim 204 mg/l) ja P_{üld} – 24 mg/l (suurim 39,9 mg/l). Nagu näha, ületavad need näitajad tavaolmereovee omi kuni neli korda! Järjekindlalt esines ka käitushäireid: septik tühjendamata, fosforiärastuskemikaal lisamata jms. Ülimalt ilmekas näide septiku ületäitumisest ja sellest põhjustatud puhastusvõime kadumisest fikseeriti 16.06.2006 võetud veeproovide analüüsimisel: septiku sissevooluvee BHT₇ oli 640 mg/l, väljavooluvee oma aga 880 mg/l – septik oli kujunenud sekundaarseks reostusallikaks! Sellistes oludes ei saa ükski puhasti normaalselt töötada. Kahjuks oli puhasti paigaldanud ehitusfirma järjekindlalt seisukohal, et kõiges oli süüdi puhasti.

Demonstreerisime ehitajale aastatel 2006–2007 korduvalt, et korraliku hoolduse korral on puhasti võimeline hakkama saama ka ülikõrgete reostusnäitajatega. Õigel ajal tühjendatud septik, õige ning piisavas koguses annustatud fosforiärastuskemikaal ning muud vajalikud toimingud näitasid ka ekstreemsetes oludes, mil puhasti oli tugevalt ülekoormatud, et **hooldus on määrava tähtsusega**. 2007. a jaanuarist kuni märtsikuuni, kui puhastit hooldati nii, nagu vaja, näitasid analüüsid, et puhasti toimis väga hästi: väljavooluvee keskmine BHT₇ oli 14,4 mg/l, HA 18,2 mg/l ja üldfosforisisaldus 1,9 mg/l. Suurepärased tulemu-

sed!

Loo moraal on selles, et riigihanke võitnud ehitusfirma ei oleks tohtinud kulude kokkuhoidmiseks jätta enne objekti ehitamisele asumist reovee hulka ja koostist kindlaks tegemata. Ka kanalisatsioonitorustik ehitati ebakvaliteetselt. See, et torustik lekitab ning vee reoainesisaldus on ülikõrge, ilmnes alles pärast puhasti käikuandmist. Kõigele sellele lisandus ehitusfirma ülihooolimatu suhtumine puhasti hooldamisse.

Objekt B

Lõuna-Eesti väikeasula, kus reoveepuhasti valmis 2007. a lõpus. Tarnisime ehitajale projektis ette nähtud jõudlusega mehaanilis-keemilis-bioloogilise reoveepuhasti. Käimapaneku ajal (2007. a novembris) selgus, et puhasti on alamõõtmestatud, st et selle koormus on projekti kohasest suurem. Vooluhulk oli küll puhastile lubatu piiri peal, aga reoainesisaldus tavaolmereovee kohta suur (BHT₇ 560–720 mg/l, HA 310–1110 mg/l, P_{üld} 15–24 mg/l), mistõttu puhasti koormati üle: BHT₇-koormus oli lubatud 40 kg/d asemel 56–75 kg/d. Et asula ja puhasti vahemaa on pikk, oli puhastisse jõudva reovee temperatuur talvel vaid 4,5°C. Sellistes tingimustes ei saa normaalset töörežiimi saavutada. Kohapealsete ülevaatuste ajal ilmnes ka, et puhastit korralikult ei hooldatud. Septik ja keemilisel sadestamisel tekkinud sette mahuti olid tühjendamata ning settepumpki oli umbe läinud.

Taas on loo moraal selles, et puhasti kavandamisel ja hilisemal käitamisel ei olnud piisavalt tähelepanelik. Teadaolevalt on puhasti reostuskoormus praegu tehniliste võtetega veidi vähenatud, ometi ei ole kunagi otstarbekas projekteerida uut puhastit niimoodi, et selle jõudlus oleks otsekohe ammen-datud. Vee jahtumist pikas kanalisatsioonitorustikus oleks saanud vältida puhasti asukoha hoolikama valikuga. Otstarbekaks tuleb aga lugeda valitud puhastustehnoloogiat – mehaanilis-keemilise eelpuhastusega on võimalik kompenseerida biopuhastuse tõhususe madalast veetemperatuurist põhjustatud langust.

Objekt C – positiivne näide, mille kirjeldamiseks on asjaosalistelt luba küsitud.

Käesoleva aasta kevadel kuulutati välja riigihange uue reoveepuhasti

ehitamiseks Kostivere asulale. Tellijat esindab OÜ Loo Vesi ning riigihanke võitis AS Vensen, kes peab ka puhastusseadme valmis ehitama. AS Fixtec tarnib ehitaja valitud puhastusseadmetiku. Kuigi eelprojekt oli valmis ja puhasti arvutuslik reostuskoormus riigihankedokumentatsioonis kirjas, kohustas OÜ Loo Vesi peatöövõtjat enne lõpliku projekti tegemist ning seadmevalikut korraldama Kostivere asula reovee uuringu. Aprillikuus see uuring ka tehti. Ilmnes, et kanalisatsiooni pääseb väga palju infiltratsioonivett ning seetõttu oli oodatav juurdevool puhastisse ($612 \text{ m}^3/\text{d}$!) seitse korda suurem kui elanike arvu järgi arvutatud $75\text{--}100 \text{ m}^3/\text{d}$. Sellistesse tingimustesse ei kõlba reoveepuhasti, mille hüdrauliline jõudlus on $200 \text{ m}^3/\text{d}$. Vaja on kiiresti korda teha kanalisatsioonitorustikud, et põhjavegi sisse ei pääseks. Uuringu ajal võeti mitu reoveeanalüüsi ning ka varem tehtud analüüsi arvesse võttes arvutati asula reostuskoormus. Selgus, et vaatamata võõrveest põhjustatud üli-suurest vooluhulgast tingitud seitsmekordsele lahjendusele oli reovesi ikka-

gi olmereoveest kangem – BHT₇ üle 100 mg/l . Üks Kostivere asula reostuskoormuse suurendajaid on lihatööstus (reovee BHT₇ kuni 5950 mg/l).

Mõõtmistulemused näitasid, et Kostivere uue puhasti võib küll rajada, kuid selle vaba jõudlus jääb esialgu kavandatust väiksemaks. Ülemäärase vooluhulgaga saadakse esimeses ehitusetaapis hakkama sel moel, et uus puhasti ehitatakse valmis, aga vana jäetakse lammutamata. Kõrgveeperioodil pumbatakse liigne vesi vanasse puhastisse, kust ta voolab biotiikidesse. Olukorra lõplikuks normaliseerimiseks on vaja kanalisatsioonitorustikud rekonstrueerida. Uurimistulemused andsid tegelikust olukorrast ja probleemidest ning võimalikest tehnilistest lahendustest selge pildi. See on ilmeka näide puhastusseadme tellija vastutustundlikust suhtumisest.

Arutelu kokku võttes tuleb tõdeda, et:

- puhasti tellija soovib probleemile lahendust ja töötavat seadet, samas peab ta ka ise aktiivselt kogu protsessis osalema ning hiljem puhastit

ka nõuetekohaselt käitama;

- vee säästliku kasutamise tõttu on maa-asulate olmereovee reoainesaldus kirjandusandmetest oluliselt suurem;
- maa-asulates on reovee temperatuur tihti väga madal ning see pärsib biopuhastust. Üks lahendusvariant on valida keemilis-bioloogiline puhastustehnoloogia, mille puhul keemiline puhastusaste kompenseerib madala temperatuuri korral biopuhastuse tõhususe võimaliku langemise;
- puhasti rajamise tähtsaim osa – nii hüdraulilise kui ka reostuskoormuse kindlakstegemine – peab olema täpne ning puhastustehnoloogia valik asjatundlik;
- reoveepuhasti tuleks käima panna soojal aastaajal. Kahjuks saab suurem osa puhastitest valmis aasta lõpul, s.o biopuhastuse jaoks kõige ebasobivamal ajal;
- puhastite nõuetekohane hooldamine on puhastustulemuse seisukohalt äärmiselt oluline;
- puhastusseadmete hooldajaid oleks vaja paremini koolitada. A.M.

Keskkonnatehnika 08

ümbruskond

vesi

jäätmek

energia

10.–12.9.2008 Helsingi messikeskus

Keskkonnatehnika 08 on keskkonnavaldkonna ainus erialane üritus Soomes. Sealt saab põhjaliku ülevaate valdkonna uudistoodetest ja tulevikuvõimalustest. Tule messile uudistama ja erialainimestega kohtuma!

Tutvu tippseminaridega ja registreeru tasuta:
www.ymparistotekniikkamessut.fi

Esimesel päeval, 10. septembril, toimub rahvusvaheline seminar **Cleantech Finland** kell 9.00–17.00. Vaata seminari kava Internetist messi koduleheküljelt.



Avatud: K, N 9–17, R 9–16. **Toimub:** Helsingi Messikeskuses. **Sissepääs:** eelregistreerimisel www.ymparistotekniikkamessut.fi tasuta või messikeskuse sissepääsu klienditerminalides. Samal ajal toimub spordimess Arena 08. **Korraldaja:** Soome Messid, tel +358 9 150 91. **Ekspositsioonipinna müük:** sinikka.hirvonen@finnexpo.fi, tel +358 9 150 9266. **Info ja messikülastuspaketid:** Profexpo OÜ - Soome Messide esindaja Eestis Tel 626 1347, info@profexpo.ee, www.profexpo.ee/soomemessid





Foto: Indrek Salis

REOVEESETTE LOODUSLÄHEDANE KÄITLEMISTEHNOLLOOGIA

INDREK SALIS

tehnikamagister, Schöttli Keskkonnatehnika AS

HIIMUMAALE RAJATI Kõrgessaare asula reoveepuhasti juurde 2007. aastal Euroopa regionaalarengu fondi EDRF (*European Regional Development Fund*) rahastatud projekti raames Eestis ainulaadsed väljakud reoveesette tahendamiseks. Setet tahendatakse looduslikul teel, mehaanilisi seadmeid ja kemikaale kasutamata.

Saksamaal patenteeritud (patent nr 197 00 434 aastast 1998) settetahendus- tehnoloogia töötas välja *Ingenieurbüro Pabsch & Partner Ingenieur-Gesellschaft mBH* (lühendatult IPP). Selle tehnoloogia kohaseid settetahendusväljakuid on edukalt kasutatud mitmel pool maailmas ja mitmesugustes kliimatingimustes. Firma IPP esindaja Eestis ja tehnoloogia kasutuslitsentsi omanik on

Schöttli Keskkonnatehnika AS.

PROJEKTI ARENGULUGU

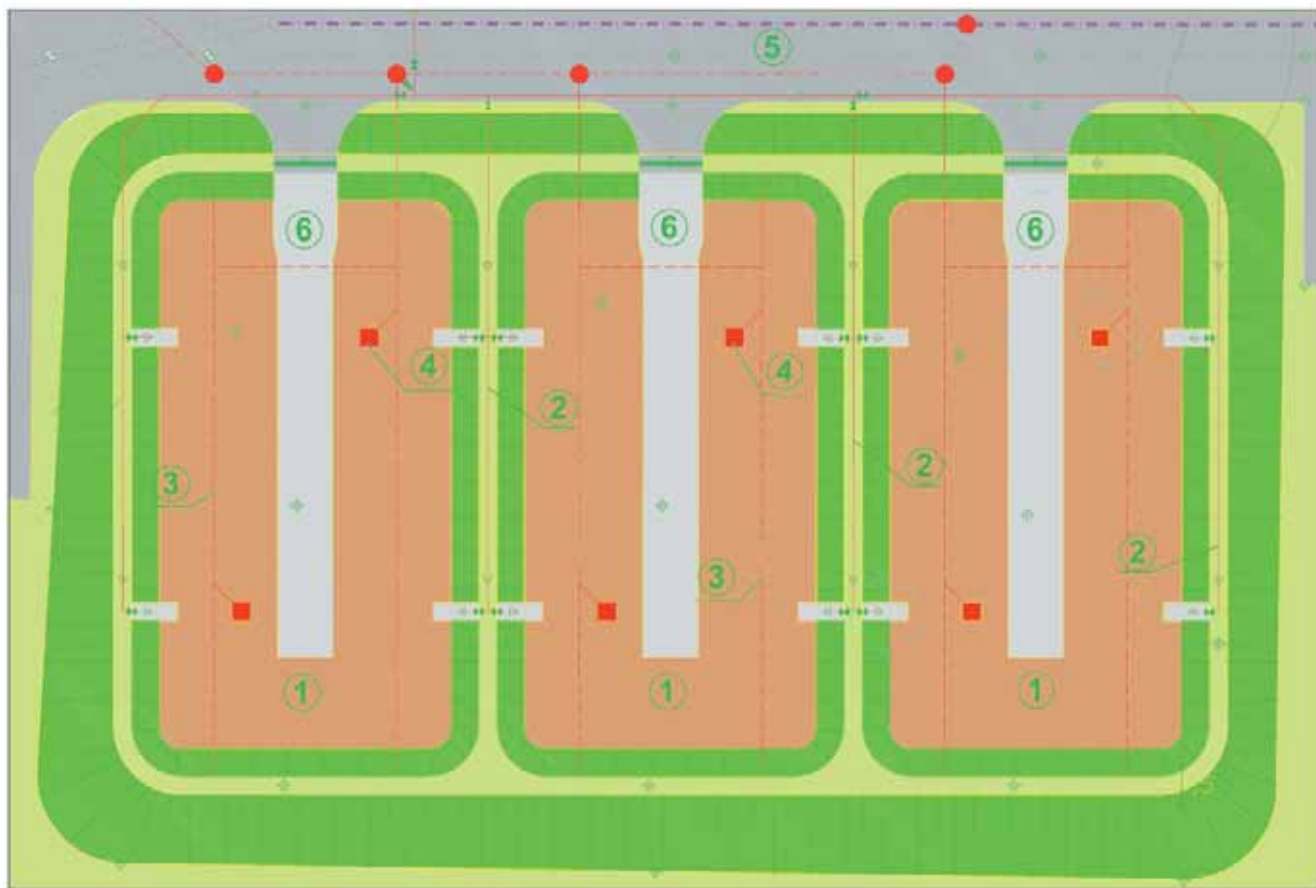
Kõrgessaarde rajati 1994. aastal Rootsi riigi abi toel uus reoveepuhasti, kuid settekäitlus jäi lõpliku lahenduseta. Ehitati küll settetihendi, ent sete pumbati vana- dele tahendusväljakutele.

Settekäitluse renoveerimise eelprojekt valmis firmas Entec AS 2003. aastal. Võrreldi mitut lahendust ning valiti IPP tehnoloogia kohane looduslik tahendamine, mis ei nõua kulutusi elektri- energiale, kemikaale ega ka igapäevast hooldust.

Kõrgessaare settetahendussüsteemi põhiprojekti ning 2004. aastal ka tööpro- jekti koostas Schöttli Keskkonnatehnika

AS koostöös firmaga IPP. Lähteandmete kohaselt oli reoveesette kogus 150 kg kuivainet ööpäevas (55 tonni aastas). Sellest lähtudes projekteeriti tahendus- väljakute kogupindalaks 1920 m² (kolm väljakut, igaüks 16 x 40 m).

Aastal 2006. avanes Kõrgessaare val- lavalitsusel tänu vallavanema Jaanus Valgu ja haldusnõuniku Jaak Tursa aktiivsele tegutsemisele võimalus saada projekti realiseerimiseks Keskkonna- investeeringute Keskuse kaudu Euroopa Regionaalarengu Fondist raha ning settetahendusväljakud ehitati 2007. aastal valmis. Peatöövõtja oli Schöttli Keskkonnatehnika AS ning alltöövõtjad Berku Eritööd OÜ, Rammar AS ja Ver- tes OÜ. Et Kõrgessaare kalatööstus oli vahepeal tegevuse lõpetanud ja reovee



Joonis 1. Kõrgessaare settetahendusväljakute plaan: 1 on tahendusväljak, 2 settetorustik, 3 dren, 4 ülevoolupüstik, 5 teenindustee, 6 sissesõiduramp

hulk oluliselt vähenenud, tehti väljakud projekteeritud lühemad (16 x 30 m).

SETTEKÄITLUSTEHNOLOGIA

Reoveesete pumbatakse settetihendist 50–80 cm paksuste kihtidena tahendusväljakule. Sademevesi ja settest eralduv nõrgvesi juhitakse väljakualuse drenaaži kaudu drenaaživeepumplasse ning pumbatakse reoveepuhastisse.

Pärast settepinna tahenemist külvatakse väljakutele käsitsi heinaseeme (nt aasnurmikas või karjamaa raihein). Taimejuured kobestavad settet ning soodustavad tahenemist. Kui väljak on jõudnud rohtu kasvada, lastakse sellele uus kiht settet. Sooja aja kestel saab peale lasta kaks kihti. Sel ajal, kui settekiht taheneb ja rohtub, juhitakse sete teisele väljakule. Kolmas väljak läheb käiku siis, kui settekiht kipub teistel väljakutel liiga paksuks minema. Mitme täitmiskorra järel komposteerub sete umbes kolme aasta jooksul ning seda võib kasutada põllumajanduses (keskkonnaministri 30. detsembri 2002. aasta määrus nr 78 *Reoveesete põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel kasutamise nõuded*). Väljaku tühjendamiseks on vaja ekskavaatorit ja veokit.

Pärast tühjendamist vaadatakse drenaažitorustik üle, tasandatakse väljaku põhi ning väljak on valmis uueks täitmiseks.

TAHENDUSVÄLJAKUTE EHITAMINE

Väljakute ehitamisele eelnes vana reoveepuhasti amortiseerunud rajatiste lammutamine. Maapind profileeriti ning selle pealispind valmistati ette drenaaži paigaldamiseks. Põhja ja nõlvade veetihedaks muutmiseks kaeti nad geomembraaniga. Tasandatud pind jagati kolmeks 16 x 30 m suuruseks tahendusväljakuks, mille põhja ehitus on järgmine (ülevallt alla):

- 10 cm peenliiva (0–2 mm);
- 10 cm kruusa (2–16 mm);
- 10 cm jämekruusa (16–64 mm);
- geomembraan;
- 10 cm paksune liivast (2–5 mm) aluskiht.

Komposteerunud sette eemaldamiseks vajalike masinate juurdepääsuks ehitati igale väljakule tänavasillutuskihtidega kaetud juurdepääsutee ning väljakutele sissesõiduks rambid. Sisse saab sõita muldesse jäetud ava kaudu, mida

katvad tõkkeprussid siis eemaldatakse.

Väljakaevatud pinnast kasutati väljakumullete rajamiseks. Mullele külvati muru.

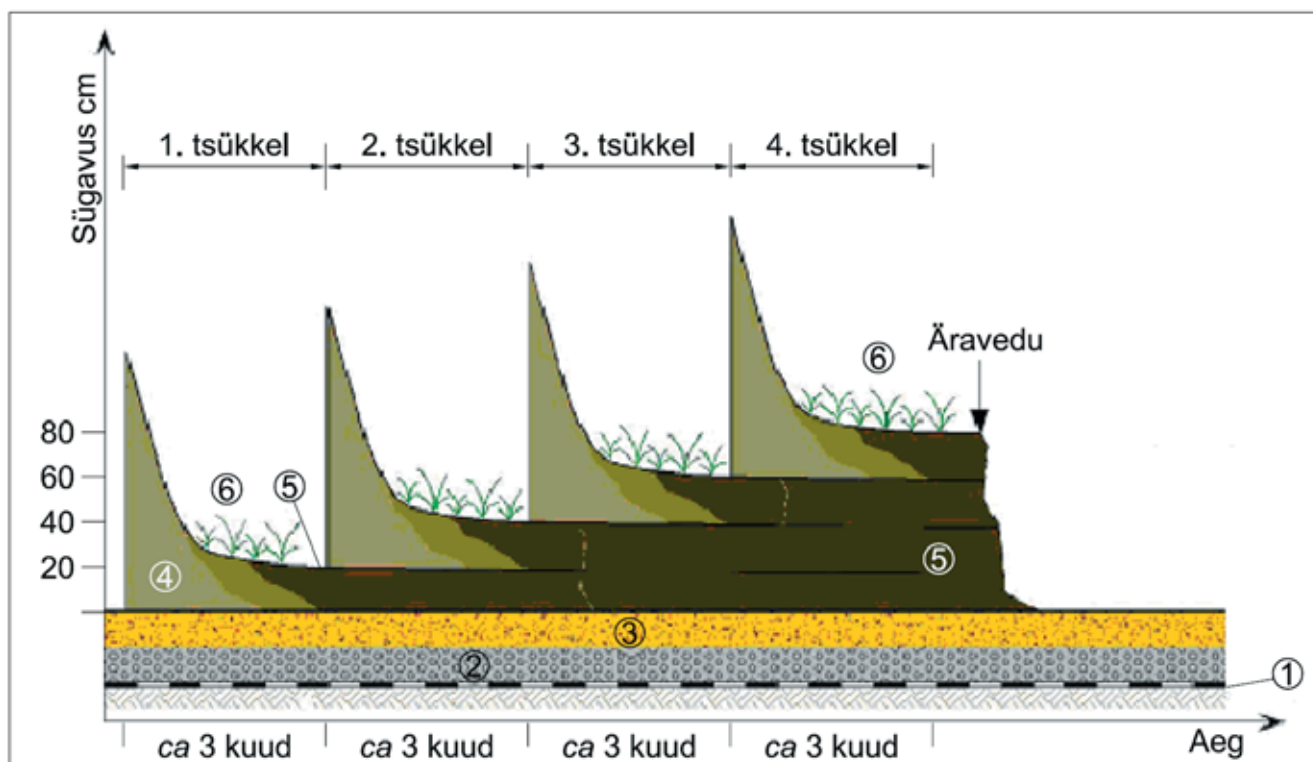
Settetihendist tuleva survetorustiku ristumiskohtadesse pandi siibrid. Kõige madalamas punktis saab torustikku tühjendada drenaaži, et vältida talviseid külmakahjustusi. Et sete jaotuks ühtlaselt, lastakse ta väljakule neljast kohast.

Sette tahenemisel tekkiv nõrgvesi juhitakse drenaaži. Pinnale koguneda võiva sademevee drenaaži juhtimiseks on igalt tahendusväljakul kaks ülevoolupüstikut, mille sees on kaks püstist perforieeritud PE-toru (Dv 110 x 6,6 ja Dv 355 x 18,7 mm) ning nende vahel filtreeriv kivikiht. Hooldamiseks saab mõlemat toru välja tõsta ning filterkihti vajaduse korral välja vahetada. Dreeni otstes on juurdepääsuteede ääres püstikud, mille kaudu saab dreene läbi pesta.

Esimene settekogus lasti tahendusväljakule 2007. aasta detsembris. Käesoleval aastal on kavas esimene tahendusväljak täita ning sellele heinaseeme külvata.

Kõrgessaare settetahendus- ja kompostimisväljak annab hea võimaluse jälgida looduslähedase settekaitlemise kulgu ning ta võib saada eeskujuks reoveesete kaitlemisel ka mujal Eestis.

A.M.



Joonis 2. Tahendusväljaku koormamine (Pabsch, 2004): 1 on geomembraan, 2 drenidega kruusakiht, 3 liiv, 4 värske sete, 5 tahenenud ja komposteerunud sete, 6 hein

Viidatud kirjandus

Pabsch, Holger. Batch humification of sewage sludge in grass beds. Dissertation. Hildesheim, 2004

European Environmental Press

The EEP is a Europe-wide association of 18 environmental magazines.

Each member is the leader in its country and is committed to building links between 400,000 environmental professionals across Europe in the public and private sectors.

- ★ EcoTech (Greece) ★
- ★ ekoloji magazin (Turkey) ★
- ★ EkoPartner (Poland) ★
- ★ Environnement Magazine (France) ★
- ★ Hi-Tech Ambiente (Italy) ★
- ★ Industria & Ambiente (Portugal) ★
- ★ Keskkonnatehnika (Estonia) ★
- ★ Környezetvédelem (Hungary) ★
- ★ milieuDirect (Belgium) ★
- ★ MilieuMagazine (Netherlands) ★
- ★ Miljø Horisont (Denmark) ★
- ★ MiljøRapporten (Sweden) ★
- ★ MiljøStrategi (Norway) ★
- ★ Residuos (Spain) ★
- ★ Umwelt Perspektiven (Switzerland) ★
- ★ UmweltJournal (Austria) ★
- ★ UmweltMagazin (Germany) ★
- ★ Uusioutiset (Finland) ★

More information on the EEP and advertising:
www.eep.org | sec@eep.org

KA VEE PUMPAMISEL SAAB SÄÄSTA

VAINO ARRO

AS Vesiterm

Kui küttesüsteemidega on tegeldud juba aastaid – paigaldatud automaatsoojussõlmi või kohtkatlamaju, siis hoonete veevarustuses on enamasti piiratud arvestitega. Ainuüksi veekulu arvestamisest siiski ei piisa, sageli teeb muret liiga väike veerõhk kõrgematel korrustel ja veetorustike lõpus. Abi on otsitud rõhutõstepumbast ja hüdrofoorist, aga needki ei taga hoonetes ühtlast veerõhku, võivad põhjustada torustikes hüdraulilisi lööke ning kulutavad suhteliselt palju elektrit. Pump ja hüdrofoor võtavad palju ruumi ning pumba tööiga on lühike.

Ajakohase lahenduse annab mitme pumbaga rõhutõsteseade, mille tööd juhib sagedusmuundur või muundur koosmikroprotsessoriga. Sagedusmuundur reguleerib pumba mootori pöörlemissagedust vastavalt veerõhule torustikus.

Rõhusignaali saadab sagedusmuundurile rõhuandur. Kui rõhk langeb (näiteks avatakse veekraan), käivitab sagedusmuundur põhipumba, mille pöörlemissagedus sujuvalt suureneb, kuni rõhk süsteemis suureneb vajalikuni. Kui põhipumba mootori pöörlemissagedus tõuseb ülempiirini, aga vajalikku rõhku ikka veel ei ole, käivitub varupump ning põhipumba pöörlemissagedus langeb miinimumini. Kui aga veetarve süsteemi suureneb, suureneb esimese pumba pöörlemissagedus.

Kui vee tarbimine väheneb, siis rõhk teenindatavas süsteemis tõuseb väärtuseni P_{max} ning varupump lülitub välja. Kui aga rõhk suureneb süsteemi toivas välisvõrgus, siis lülituvad kõik pumbad välja.

Rõhutõsteseadmetel on väike rõhku ühtlustav membraanhüdrofoor, mis tasakaalustab seadme elektroonilise rõhuanduri tööd. Väikese tarbimise korral tuleb vesi hüdrofoorist ja pump töötab ei lülitu. Selle tulemusena väheneb pumpade sisse- ja väljalülitamise sagedus.

Tellida saab ka pumpade tööjärjekorra automaatvahetuse.

Seadme esimesel sisselülitumisel töötab peapumbana esimene pump. Vee tarbimise kasvades lülituvad tööle teine, kolmas jne varupump. Et pumbad ühtlaselt kulusid, lülitub iga 6-tunnise töötähtsuse järel põhipumbaks algul teine, siis kolmas jne varupump.

Ka pumpade tehnilise seisukorra automaatkontroll on lisafunktsioon, mida saab tellida.

Kui seade on üle kuue tunni seisnud,



Mitme pumbaga rõhutõsteseade

käivituvad tehnilise seisundi kontrollimiseks järgemööda kaheks sekundiks kõik pumbad, samal ajal määratakse ka seadmeliikuvaidosi. Kõikidel pumbakeskustel on alarõhu- või kuivalkäigukaitse. Kuivalt käivitamine rikub pumbad, sest pumbatava vedelikuga määratavad laup-tihendid lähevad rivist välja.

Rõhutõsteseadme imitorustikul on alarõhuandur. Kui välisvõrgus vett ei ole, s.t rõhk on alla minimaalse (P_{min}), siis lülitub seade automaatselt välja ning käivitub alles siis, kui rõhk tõuseb P_{min} -ni.

Kui vesi võetakse mahutist, soovitakse sellesse panna nivooandur (saab eraldi tellida).

Rõhutõsteseadme pumbamootorite



Rõhutõsteseade Mini MHI

kaitseks ülekoormuse eest on juhtimis-puldil iga elektrimootori jaoks ülekoormuskaitse. Kui ühe mootori ülekoormuskaitse tööle lülitub, jätkavad teised pumbad tööd. Kui ülekoormus on põhipumba mootoris, siis lülitub seade välja ning rikketeade edastatakse juhtkilpi.

Rõhutõsteseadme pumpade tööd juhtiv sagedusmuundur täidab ühtlasi elektrimootori ülekoormuskaitse funktsiooni.

Sagedusmuundur annab märku, et:

- põhipump ei ole korras;
- sagedusmuundur ei ole korras;
- elektrisüsteemis on häired;
- toitepinge ei ole piisav või faaside pinged ei ole ühesugused;
- seadme juhtimisplakk ei ole korras.

Sagedusmuunduriga juhitalval rõhutõsteseadmel on mitu eelist:

- tagab ühtlase, ilma löökideta rõhu (rõhu kõikumine $\pm 0,1$ baari) hoone veesüsteemis;
- säästab elektrit: nt kui releega lülituv pump töötab 12 h ööpäevas ning tarbib elektrit umbes 13 500 krooni eest aastas, siis sama võimsusega ($2 \times 1,5$ kW) sagedusmuunduriga rõhutõsteseade kulutab energiat ligi 60% vähem, s.o vaid 5400 krooni eest;
- pumpade tööiga pikeneb kolm korda, sest aeglasemalt pöörleva mootori laagrid ja tihendid kuluvad aeglasemalt ning pumba järsku ei käivitata;
- veesüsteemist ja hoonest kaovad vibratsioon ja müra, sest pumbad käivituvad sujuvalt ning käivitusvõimsus on väike;
- hooldus- ja remondikulud on väikesed;
- paigalduskulud on väikesed, sest seade on monteeritud elektriosaga ühisele alusele. Pumbad on omavahel ühen-

METEORIIDIJÄLG LASNAMÄEL – LOODUSMÄLESTIS LINNAOLUSTIKUS

E. PIRRUS

TTÜ mäeinstituudi emeriitprofessor

LINNAEHITUSE PEALETUNG seni ehitusaluseks kõlbmatule pinnasele on nüüd juba paratamatu, ka Tallinna uuslinna tingimustes. Lasnamäel Laagna teesüvendi lõpuosas, Varraku sillast ida pool eraldab mikrorajoone roheline koridorina turbapinnasega Tondi raba. Raba servadele on juba kerkinud suurte parklatega kaubandusettevõtted. Järge ootavad spordi- ja tervisekeskused ning nende juurde viivad teed. Rabaturvas eemaldatakse ja asendatakse tehisliku mineraalpinnasega, sageli suures mahus. Aeg-ajalt häirib projekteerijaid teave siin kuskil paiknevast meteoriidikraatrist, mille kindlakstegemise ja uurimise juures oli ka selle artikli autor. Korduvalt on tulnud teavet täpsustada, ikka ja jälle on vaja asjaosalisi viia otse sinna kohta, kus huvitav loodusobjekt asub. Muidugi tuleks seda kohta edaspidi kaitsta ehitiste alla sattumast.

Miks see küsimus üha uuesti esile kerkib ja lõplikku lahendust ei leia? Vastust polegi lihtne anda. Asi on nimelt selles, et huvipakkuv kosmosekeha tekitatud moodustis aluspõhjalisel paepinnal pole praegu maapinnal nähtav ega moodusta siin meteoriidilangemisele iseloomulikku löögi- või plahvatuskraatrit, nagu neid teame mujal ja ka meil Eestis. See vorm tuli mitme-meetrilise turbalasundi alt nähtavale ehitustööde käigus, järgnes lühiajaline uurimine ja kirjeldamine ning siis maeti see uuesti ülearuse tehispinnasekihi alla. Kahetsusväärsest jäeti selle objekti asukoht maapinnal püsivalt tähistamata ja just siit tänased mured algavadki. Õeldu ei tähenda, et kordumatut loodusvormi justkui polekski olemas. Hoopis vastupidi, selle saaks soodsates oludes uuesti avada ning uurimisteks ja vaatlusteks sobivalt eksponeerida, tagades seejuures puutumatut säilitamist. Vorm on üsna väike (3x5 m), mistõttu taasavamise korral oleks selle täpset asukohta üsna raske määrata. GPS-i koordinaadid (59°26,485'; 24°51,432')

pakuvad selleks ligilähedase võimaluse ning ristuvad asimuudisuunad lähedal asuvatele metallist kõrgepingeliini postidele lubavad teha vajalikke täpsustusi. Kuid maapinnal ei ole midagi igavest ja seepärast oleks asukoht maastikulgi tarvis mingil mõistlikul ja püsival viisil tähistada. Ka üldsust tasuks objekti olemusest paremini teavitada. Peale aastatetaguse teate "Õhtulehes" ja sellele järgnenud lühikirjete "Eesti Looduses" ning sarjas "Loodusmälestised" pole trükkis midagi kaalukamat avaldatud (vt kirjandus). Käesolev kirjutis püüab seda lünka täita.

MIDA SIIS KUJUTAB ENDAST LASNAMÄE METEORIIDIJÄLG?

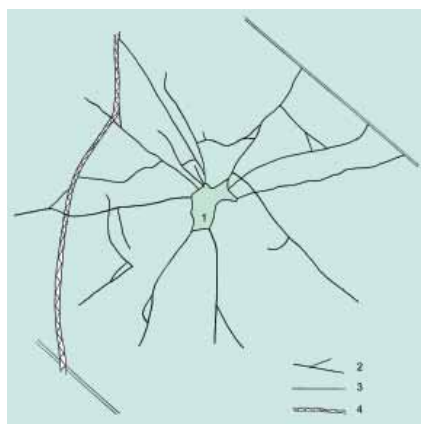
Kui 1983. aastal Laagna tee kanalisü-

vendit rajati ja Tondi raba piiresse jõuti, paljastus kanali põhjanõlval, endiste turbavõtukohtade lähedal mandrijää poolt tasaseks lihvitud paepind, mis oli kaetud ligemale 4 m paksuse turba- ja selle all lamava poolemeetrisel järvelubjakihiga. Sellel paepinnal äratas geoloogide Tarmo Kiipli ja Ain Põldvere tähelepanu ebaharilik ühest punktist kiirtena lähtuv lõhedekimp, mis tugevasti erines Eesti põhjaalal jälgitavast korrapärasest kahes suunas orienteeritud sirgjoonelisest diaklasslõhede süsteemist. Pealtvaates moodustus siin 3x5 m suurusel pinnal radiaalsete ja neid kohati ühendavate tangentsiaalsete kaarjate pragude võrk, mille keskmes oli ka kümmeekonna sentimeetri laiune madal süvend (joonis 1). Kogu struktuur meenutas kohe tugeva löögi tekitatud



Joonis 1. Löögi jälje üldvaade fotol

deformatsiooni, mida võime jälgida näiteks purunenud põrandaplaatidel. Avatud vorm asus paksu rikkumata turba- ja järvemerglikihi all, nii et see ei saa olla inimtegevuse tekitatud. Seetõttu tekkis iseenesest oletuslik ettekujutus meteoriidikeha löögijäljest (Kiipli, Põldvere 1984). Teade jõudis TA Geoloogia Instituudi meteoriitkarühma asjatundjateni ja leidu hakati kohe täiendavalt uurima. Oktoobrikuu viimase töttu oli paeplaadi pind vahepeal määratud järsakuseinast välja uhitut turbamudaga ja see tuli eelnevalt puhastada. Tallinna Gonsiori tänava tule-tõrjedepoost tuldi lahkesti appi ja pind puhastati võimsate veejugadega. Spet-



Joonis 2. Pragunenud paeplaadi lõhedevõrk

1 – hilisemal murenemisel tekkinud lohkvorm pragude lähetekohas, 2 – löögil kujunenud pragudevõrk, 3 – paese aluspõhja varasemad poolavatud diaklasslõhed, 4 – kaltsiidiga täitunud vanem lõhejalg jäigastunud kivimisoone

siaalselt kohandatud väikevahendite ja pukkredelite toel õnnestus geoloogidel Enn Pirrusel ja Reet Tiirmaal löögijalg täpsemalt üles joonistada ja vajalikud fotod teha (joonis 2).

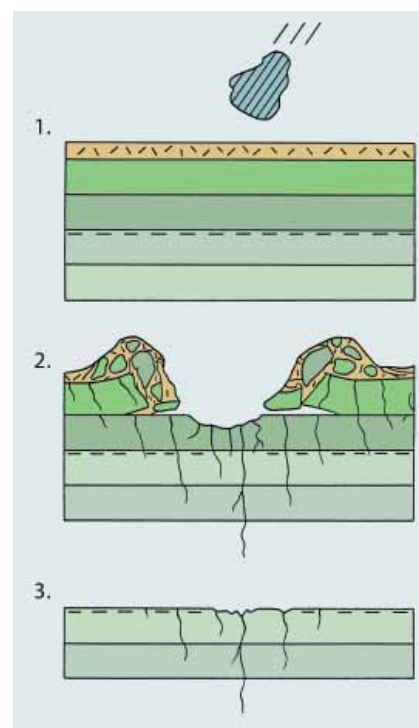
Uurimisel selgus mitmeid olulisi asjaolusid. Tuvastati, et pragudekimbu keskel asuv süvend ei ole siiski otseselt meteoriitse keha löögilohk, vaid pragude löikumiskoha hilisem murenemismvorm. Nii ei ole selle järgi võimalik selgitada meteoriidi langemissuunda ega leida siit ka pihustatud kosmoseainet. Enamgi veel, kogu lõhestunud paepind on allunud liikuva mandrijää hilisemale lihvimistegevusele, mida tunnistavad samal paeplaadil rohked ühes suunas orienteeritud jääkriimud. See võimaldab määrata sündmuse tekkeaja: meteoriit pidi langema enne viimase liustikukeele pealetungi vaadeldavale

alale, seega vähemalt kümneid aastatuhandeid tagasi. Tõenäoliselt toimus see umbes 20 000–25 000 aastat enne meie aega, nn Palivere liustikustadiumi eelisel perioodil. See ajatäpsustus välistab täielikult inimese tegevuse pragudeilmingu tekitamisel. Teinegi võimalus liustikuolukorras – mingi suure rändrahu kukkumine liustikulõhet mööda aluspõhjale – tundub olevat ebatõenäoline, sest kujunenud pragudevõrk eeldanuks palju tugevamat löögijõudu. Siit tulenebki tõlgendus, et viimase jäätumisperioodi eel langes avatud paepinnale suure energiaga meteoriitne taevakeha, mis maapinnale jõudes purustas selle ülaosa ja vormis siin umbes 10–15 m läbimõõduga väikekraatri madala süvendi ja purustussaadustest ülespaisatud valliga, umbes sellist näeme Kaali kraatriteväljal Saaremaal. Hiljem peale tunginud mandriliustik lükkas nagu hiigelpudoos pudeda valli laiali ja lihvis ka purustatud põhjaga kraatrisüvendi tasaseks, säilitades vaid selle all tugeval paeplaadil säilinud pragudevõrgu (joonis 3).

Et pragudevõrk on tõepoolest põhjustatud ülalt suunatud löögist, sellest räägivad kindlad tunnused. Radiaalsete ja tangentsiaalsete lõhenemisilmingute üheaegne kombineerumine on iseloomulik üksnes löögideformatsioonile. Kuid mitte ainult. On tähelepanuväärne, et objekti piiravatest varasematest sirgjoonelistest, nn diaklasslõhedest löögipraad kaugemale ei ulatu – varasemad lõhetühemikud summutasid lööklaine energia. Imekombel läbib pragudekimbuga paeplaati ka üks laineline varasem lõhejalg, mis on hiljem täitunud kaltsiidiga ja kujutab nüüd endast jäika kivimisoont. Sellest jäigastunud algsest lõhevormist ulatuvad löögipraad mitmes kohas läbi (joonis 2). Nii käitub pragudekimp paeplaadil tüüpilise löögil tekkinud purustusilminguna ja kõi eelnevat arvestades toetab üsna veenvalt esitatud meteoriitse tekkeviisi usutavust.

Niisiis kannab paeplaat Lasnamäe teesüvendi ääres endal omapärast ja harva esinevat loodusemälestist. Lubjakivist märklaud kinnistas kunagise kokkupõrkekoha kosmosetulnukaga, pealetungiv jäämass vabastas selle peenestunud rusust ja lihvis tasaseks ning piirkonda kujunenud järvenõgu koos hilisema turbalasundiga konserveeris harukordse vormi meie ajani. Möistagi on Eesti geoloogiline olustik sellevõrra rikkam.

Mis on kirjeldatud vormist saanud tänaseks? Kahjuks ei ole selle edasise saatuse üle eriti põhjust rõõmustada. Kohe pärast avastamist lootsid uurijad leida loodusväärtuse väärikat kohtlemist. Tekkis mõte säilitada avatud vorm pealeehitatud paviljoni all või eksponeerida see mingi ehitise põrandaelemendina. Kui lennukad mõtted struktuuri peale ehitatavast planetaariumist, ateismikeskusest, loodusmajast või isegi tantsupõrandaga kohvikrestoranist oleks ellu viidud, saanuks Tallinna uusrajooni monotoonsevõitu olustik tähelepanu vääriva lisaobjekti. Selle suunalised ettepanekud lähetas TA Meteoriitika Komisjon kohe ka linna ad-



Joonis 3. Lasnamäe meteoriidijälje oletatav tekkeviis

1 – meteoriidi langemine, 2 – ajutine kraatrisüvend, 3 – mandrijää lihvitud paepind

ministratiiv- ja looduskaitseorganitele, kuid tookord ei olnud niisugusteks ettevõtmisteks valmis. 1985. aastal püüti objekti asukoht sellele kantud tehispinnal betoonpostiga tähistada, kuid arenevas linnaolustikus kadus ka see märgistus mõne nädala jooksul. Objekti asukoht ja seda ümbritsev 50-meetrine kaitsetsoon kanti ühele Tallinna arhitektuuriosakonna plaanile, kus see endast mingit teavet kinnistab. Just tänu sellele ilmutavad end mitmetest organitest aeg-ajalt saabuval täpsustavatel asukohapäringut, mis tõendavad, et leidu pole veel lõplikult unustatud.

Objekti enese seisund on siiski nukker. Plaanidel tähistamisele vaatamata kaevati juba aasta pärast leidu selle lähedusse piki Laagna teed kommunikatsioonikraav, mille paesse rajades võidi vormi lõunaosa ka mingil määral kahjustada. Seejärel kaeti asukoht mitme meetri paksuse tehispinnasega, milles oli segamini suuretükilist paerustu ja turbamulda. Löögijälg ei olnud seega enam vaatlemiseks kättesaadav ja lähiumbrus hakkas võsastuma. Asjal oli ka hea külg: huvitav loodusobjekt konserveerus pikkadeks aastateks edasiste kahjustuste eest, jäädes ootama paremaid aegu.

Mis saab edasi? Kas tuleb kunagi aeg, mil huvitav loodusemälestis on uuesti üldsusele vaadeldav? Ennustada on raske, kuid päris võimatu see ei ole. Ehk oleme sellega juba hiljaks jäänud ja paepind on juba kahjustada saanud. Tehispinnasega katmisel tulnuks kasutada pehmet liivkatendit, nagu seda taoliste vormide puhul tehti Kaali väikekraatri te juures ja tehakse ikka tehniliste korduvalt avatavate kommunikatsioonide puhul. Igal juhul tuleks avamisel kasutada käsitsitööd, et vältida kahjustusi mehhanismidega toimetamisel. Kui löögijälg avatakse, tuleb see kohe varustada kaitsva rajatisega, et hoida paepinda asjatundmatu uudishimu eest. Täna oludes tunduvad need mõtted üsna utoopilised, kuid lootma peab.

Arukas tundub mõte kaitsta objekti esialgu sellele rajatava parkimisalaga, paigutades otse sündmuspaigale mõne raskesti eemaldatava rändrahu. Viimast pole raske varustada ka kena kirje või sümboliga.

On siiski tore, et suure kaubandushoone ees Laagna teel, üsna kõnealuse koha lähedal, on Taevakivi bussipeatus, mis linnaolustikuliselt rajatisena justkui märgistabki kunagist kosmosesündmust.

Viidatud allikad

Kiipli, T., Põldvere, A. 1984. Meteoriidi löögijälg Lasnamäel. – Eesti Loodus, 9, 496.

Pirrus, E. 1999. Meteoriidijälg paepilaadil. Loodusmälestised, 4. Lasnamäe, Pirita. TA Kirjastus, Tallinn, 14–15.

Pirrus, E.-A. 2002. Meteoriidikraatrid. Eesti Entsüklopeedia, 11, 227. Õhtuleht, 23. detsember 1983.

TALLINNA RINGTEE TULEB NELJA SÕIDURAJAGA

HARRI TREIAL

PETERBURI JA TALLINNA ringtee ristmiku kahele tasapinnale viimisele hakkasid liikluskorraldajad tõsisemalt mõtlema juba 2000. aastal. Umbes kaks aastat hiljem oli selge, et liiklusintensiivsust arvestades tuleb kiiresti laiendada ka Tallinna ringteed. Aates 2005. aasta septembrist käibki eelprojekteerimine Tallinna ringtee ja Tallinna–Paldiski maantee neljarajaliseks muutmiseks. Selle töö käigus pannakse paika tee tulevane asukoht, uued mitmes tasapinnas ristmikud, selgitatakse välja laiendamiseks vajalikud maaalad. Eelprojekteerimise esimeses etapis otsiti ka teelõikude alternatiivseid lahendusi, ühel löigul (Tallinna–Paldiski maantee Tallinna–Kiia lõik) oli neid isegi 7.

Lepingulise töö arvatav kogumaksumus on 1,8 miljonit eurot. Maanteeameti ehitusosakonna projektijuht Andres Brakmann lisas, et 80% nimetatud summast saadakse Euroopa Liidu toetusena. Eelprojekteerimise käigus koguti kohalikest omavalitsustest lähteinformatsiooni kehtivate ja käimasolevate planeeringute kohta, tehti geodeetilisi ja geoloogilisi uuringuid ning viidi läbi keskkonnamõju hindamine. Liiklusuuringud annavad täpse pildi praegusest liiklustihedusest ja sõiduki-

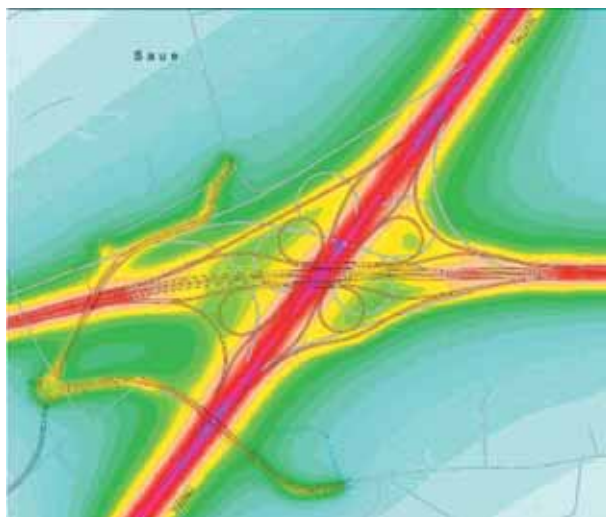
te hulgast tulevikus.

Kahtlemata on Tallinna ringtee laiendamine eluliselt vajalik. Pealegi sõidab sellel teel palju raskeveokeid. Sõidukeid tuleb maanteedele järjest juurde. Kui 1986. aastal oli meil 1000 elaniku kohta ainult 50 sõiduautot, siis 2002. aastal oli see arv juba 295, aastal 2020 arvatakse neid olevat 400. Võrdluseks: eelmisel aastal oli Rootsis 1000 elaniku kohta 500 sõidukit. Ka praeguse sõidukite arvu juures on meil tiipitud ajal paljudes kohtades ummikud.

Eelprojekti kohaselt tuleb Tallinna ringteele 2+2 sõidurada, mille vahel on 4 m laiune haljasriba, samasugune on Tallinnast välja juhtiv Pärnu maantee.

Rekonstrueerimist alustatakse Peterburi tee ja ringtee ristumise liiklussõlmest. Edasi liigutakse Jüri poole, kus pärast Tartu maantee ületamist jõutakse Viljandi maantee ristmikule. Seal suundutakse Pärnu maantee viaduktile. Viimasesse etappi jääb ilmselt Tallinna ringtee Saue ja Keila vahelise lõigu väljajahitamine, mille üks osa on ka Tallinna ringtee ja Tallinna–Paldiski maantee ristmiku ehk nn Keila liiklussõlme väljajahitamine. Seal suundub üks tee üha arenevasse Paldiskisse, paremale pöörduv viib aga pealinna. Neljas haru on

Keila tulevikuringtee üks haru. Siit Tallinna suunduv, samuti hädasti laiendamist vajav Paldiski maantee teelõik on esialgu kavandatud läbi Hüüru küla kuni Tähetorni tänavani. See kuulub rekonstrueerimise teise etappi. Tallinna–Paldiski maantee lõik pealinna piirist kuni Keila-Joa teeni on samuti võetud kõnealusesse eelprojekti. Andres Brakmann selgitas, et kogu prae-



Saue liiklussõlm

guse töö peaettevõtja on WSP International Sweden AB, kelle Eesti-poolne partner on projektbüroo K-Projekt. Peale selle on Maanteeamet projekti kontrollimiseks palganud endale appi Soome firma Finnroad Oy. Nii WSP kui ka Finnroad on kaasanud kogenud eksperte, kes on aastaid tegelnud nii Soomes, Rootsis kui ka mujal suuremate linnade (sealhulgas Helsingi) ringteede projekteerimisega.

VASTUSEIS SEONDUB MÜRAGA

Maantee laiendamisel hakkab kõigepealt muret tegema müra. Müraga seotu kindlaks-tegemiseks uuriti läbi kogu rekonstrueeritav ala. Selgus, et paljudesse kohtadesse tuleb ehitada mürasein. Sealkandis ei ole küll tegu eriti tiheda teeäärse asustusega, päris ringtee külje alla jäävad Luige küla ja Saue linn. Paldiski maantee ääres on ka Hüüru ja Kiia küla ning Keila linn. Teelaiendusega seoses satuvad nüüd magistraallile lähemale üksikud hoonegrupid ja majad, kuid õnneks pole neid palju. Sõidukite müra summutamiseks tuleb ehitada vähemalt 200–300 meetri pikkune ja enamasti vähemalt 2 meetrit teest kõrgemale ulatuv mürasein. Need mõõduvad sõltuvad otseselt maantee ja hoonete vahelisest kaugusest. Sõidukite müra summutamise kogemusi saavad maanteeameti spetsialistid viimastel aastatel nende endi poolt nii Narva kui Tartu maantee äärde ehitatud müraseinte uurimisest. Elanikud on kartnud ka sõidukite suurest hulgast tekkida võivat õhu saastumist. Modelleerimine näitas, et õnneks see muret tegema ei hakka.

ULUKITELE OMA TEED

Et teada saada, kus ja millised loomad sõiduteed ületavad, uuriti metsloomade liikumist. Et metsloomi võimalikult vähe häirida ja nende liikumist ohutuks muuta, on tulevase maantee alla ette nähtud truubid väikeste loomade jaoks. Suurulukite jaoks ehitatakse kaks nn ökoviadukti. Neist üks kavatsetakse ehitada Luige ristmikust umbes kilomeeter Saku poole, Männiku raba ja karjääride lähedale. Põhjavesi on seal üsna kõrge, seetõttu on lahendusi raske

leida ja need lähevad suhteliselt kalliks. Rootsi spetsialistide tähelepanekute kohaselt ei taha põdrad ega ka teised suurulukid tee alt läbi minna, kui läbikäiguks on suhteliselt kitsas ja ligi 50 m pikkune raudbetoonitoru. Väljumiskoht on seal nähtav vaid väikese valgusavanna. Teise võimaliku lahendusena pakuti maantee tõstmist, nii et selle alla saaks teha vähemalt 80 m laiuse sildeavaga läbikäigu. Sealsetes tingimustes peeti õigeks ehitada metsloomade tarbeks ringteele viadukt. Tee viiakse veidi süvendisse ja üle maantee ehitatakse loo-



Veneküla liiklussõlm

made jaoks sild. Et ulukeid julgustada, ehitatakse mõlemale poole viadukti väike kõrgendusplatvorm, kust loomad näevad üle tee asuvat ala ja julgevad silla kaudu teed ületada.

Mõnel aastajal ületavad paljud metsloomad sõiduteed ka Paldiski maanteel Hüüru lähistel. Seegi koht vajab ökosilda. Sealsamas on ka Natura 2000 ala ja suure hulga nahkhiirte talvitumiskoht. Et neid mitte segada, tuli loobuda nii mõnestki tee esialgu kavandatud asukohast.

JUURDE TULEB VÄHEMALT 11 KAHES TASAPINNAS RISTMIKKU

Vaadeldava ringtee ja Paldiski maantee laiendusega seotud projekt puudutab 9 omavalitsust, kaks neist pole veel oma kooskõlastust andnud. Kuid Andres Brakmann on veendunud, et läbirääkimistega jõutakse kindlasti mõlemat

poolt rahuldavate lahendusteni.

Ringtee neljarajaliseks ehitamisega seoses tuleb mitme praeguse kõrvaltee liiklus ümber korraldada, rajada kogujateed ning ringteele peale- ja mahasõidurajad. Uued liiklussõlmed on eritasandilised, senised ringteel olevad samatasandilised ristmikud ja pealesõidud kaovad. Praegusele neljale kahetasandilisele ristmikule ehitatakse juurde vähemalt 11. Fooridega ristmikud on sildadega võrreldes küll odavamad, kuid ringteel hakkaksid need lähiaastatel taas ummikuid tekitama. Ristmiku kahte tasapinda viimine läheks aga hiljem palju kallimaks kui nüüd üldise rekonstrueerimise käigus. Esmatähtis on panna paika tee laiendamise alad ja eritasapinnaliste ristmike asukohad, sest mida aeg edasi, seda keerulisem on leida ja osta laiendamiseks vajalikku maad. Omavalitsused muretsesvad kõrvalteede pärast. Pole selge, kui palju need lähevad maksma, kes ehitab ja kus need kulgema hakkavad. Maantee-meeste arvates võiksid 65 km ringtee rekonstrueerimistööd alata kõige varem 2011. aastal. Praeguse nägemuse kohaselt kujuneb ringtee maksumuseks koos Paldiski maantee rekonstrueerimisega 5,3 miljardit krooni. Selle hinna sisse on arvatud nii ehitamise kui maade võõrandamisega seotud kulud. Rekonstrueerimisel loodetakse Euroliidu toetusrahadele.

AJUTISTEST LAHENDUSTEST TALLINNA RINGTEEL

Põhja Regionaalse Maanteeameti direktori asetäitja Peeter Paju sõnul muudetakse enne paari aasta pärast algavat suurerekonstrueerimist ringtee liiklusohutumaks. Selleks ehitatakse Luige liiklussõlmed ümber foorjuhitavateks ristmikuteks ja siis saab Tallinna–Rapla–Türi maanteele vasakpöördeid teha kahelt sõidurajalt. Mullu 17. detsembril sõlmiti töövõtuleping firmaga Rapla Teed. Tööde käigus saavad ristmikud ja nende vahelised alad ka valgustuse. Kiili ristmiku ümberehitamine foorjuhtimisega liiklussõlmeks peab olema lõpetatud selle aasta 1. juuniks. Ristmik sai valgustuse eelmise aasta lõpus. Sellel ristmikul teeb ehitustööd AS Aspi.

ÜLEVAADE PÕLEVKIVITÖÖSTUSE ARENGUST

VELLO KATTAI
Inseneribüroo STEIGER OÜ

VIIMASTEL AASTATEL on Eesti põlevkivitööstusettevõtted ilmutanud suuremat huvi kukersiitpõlevkivi kaevandamise ja sellest põlevkiviõli tootmise vastu. Keskkonnaministeeriumile on laekunud ligi 20 uut põlevkivi kaevandamise loa taotlust. Huvi ei piirdu ainult kukersiidiga. Ollakse huvitatud ka teistest välismaa põlevkividest (Ukrainas Boltõši, Jordaania El-Lajjuni leiukoht). Samas hoiavad välismaa investorid juba silma peal diktüoneemakildal.

Nagu teada, mängivad põlevmaavarad majanduselus väga olulist rolli ja nendeta, eriti naftata on ajakohast industriaalühiskonda võimatu ette kujutada. Need on asendamatud nii energiaallikana kui keemiatööstuse toormena.

Maa ilma naftavarudest kättesaadav naftakogus on hinnanguliselt 140–160 mld t. Sellest piisaks praeguse tarbimise juures – üle 4 mld t aastas – vähem kui 40 aastaks. Kuid naftasaaduste tarbimine kasvab üha kiiremini, arvestades nüüsguste suurriikide nagu Hiina ja India kiiret majandusarengut. Samas on uuritava naftavaru juurdekasv aeglasem.

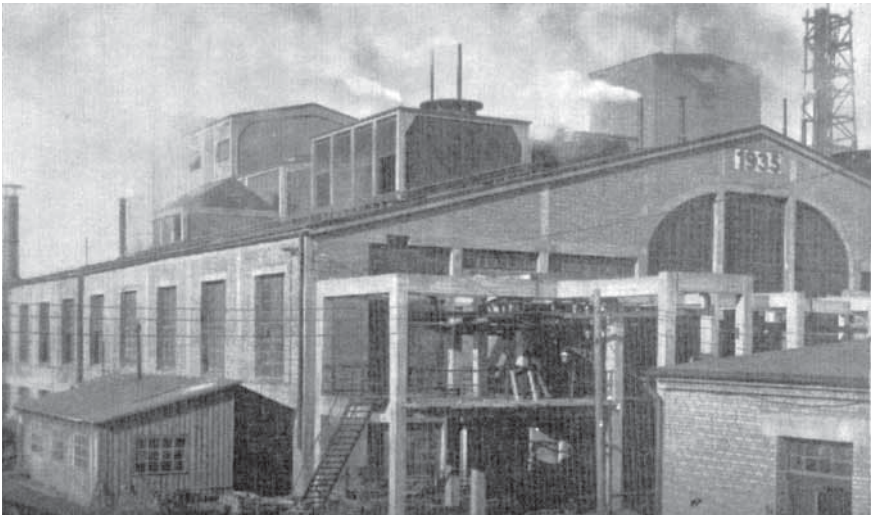


Foto 1. Kiviõli põlevkivitehase tunnelahjude tsehh. Foto I. Triefeldt, 1936

Naftat pumbatakse ka järjest sügavamalt ja kaugematest piirkondadest ning see teeb hinna veelgi kallimaks. Seega tõuseb põlevkiviõli kui nafta ühe asendaja väärtus pidevalt [1].

Põlevkivis ei ole küll valmis naftalaadset ainet nagu looduslikus bituumenis, mida samuti vaadeldakse kui naftale alternatiivset allikat. Bitumiinooosetest liivadest toodetakse vedel-

kütust Kanadas ja Venezuelas oluliselt suuremates kogustes kui meil põlevkiviõli. Põlevkivi orgaanilise aine (OA) koostises on ülekaalus orgaanilistes lahustites lahustumatu aine – kerokeen. Vaid terminilisel mõjul utmisel ja OA lagunemisel tekkivad põlevkiviõli aurud, mis vedeldatakse jahutamise teel nn toorõliks, on toormeks peamistele põlevkivitööstuse toodetele (diisliõli, pet-

Tabel 1. EESTI KUKERSIITPÕLEVKIVI TEISTE PÕLEVKIVIDE SEAS

Leiukoht (riik)	Põlevkivi koostis ja omadused					Õli saagis OA-st, %	Väävli sisaldus õlis, %	Põlevkiviõli tüüp
	OA sisaldus, %	Kütteväärtus, ülemine, MJ/kg	Õli saagis, %	Väävli sisaldus, %	Looduslik niiskus, %			
Eesti* kukersiit	36	13,0	23,0	1,7	7	66	1,1	spetsiifiline
Glen Davis* (Austraalia)	50	18,8	30,0	–	–	62	0,5	parafini
Irati* (Brasiilia)	34	7,9	10,8	2,8	16	40	0,5	parafini
Kašpir* (Venemaa)	31	9,2	11,0	4,3	19	36	7,8	väävlirikas
Leningrad* (Venemaa)	28	11,0	18,0	1,5	7	65	1,0	spetsiifiline
Kenderlök* (Kasahstan)	27	9,2	13,0	1,2	5	48	0,7	parafini
Fushun* (Hiina)	21	6,8	7,8	0,5	20	37	0,6	parafini
Kvarntorp* (Rootsi)	20	8,8	6,7	5,3	5	22	1,6	väävlirikas
Rubežin (Venemaa)	49	16,7	21,0	4,7	30	43	6,7	väävlirikas
Green-River (USA)	19	10,3	11,5	1,1	4	75	0,6	parafini
Turov (Valgevene)	17	5,7	8,6	2,6	9	47	0,8	spetsiifiline
Eesti diktüoneema	15	5,9	2,7	5,1	5	20	2,6	väävlirikas
Boltõš (Ukraina)	32	10,3	13,4	1,6	40	42	1,3	parafini
El-Lajjun (Jordaania)	24	7,9	10,5	3,2	5	53	8,5	väävlirikas

*Maardlates toimub või on toimunud kaevandamine

rooleum, bensiin, kütte- ja määrideõli, parafiin, meditsiinilised preparaadid jt keemiatooted).

PÕLEVKIVI LEVIK MAAILMAS

Maailmas on teada üle 600 põlevkivi leiukoha enam kui 30 riigis. Samas on paljud regioonid geoloogiliselt vähe uuritud ning põlevkivile kui maavarale ei ole vajalikku tähelepanu pööratud [2]. Potentsiaalset põlevkiviõli ressursi on hinnatud väga erinevalt – 530 kuni 1225 mld t. Seega ületab põlevkiviõli ehk nn tehisnaftaressurs mitmeid kordi loodusliku naftavaru koguse. Kõige suuremaks on hinnatud põlevkiviõli ressursi maapõues USA-s (220–400 mld t), Brasiilias (110–120), Venemaal (kuni 70), Hiinas (kuni 68), Austraalias (kuni 35), Jordaania (kuni 20), Ukrainas (kuni 6,2). Eestis Eesti ja Tapa kukersiidi leiukoha õliressurs on hinnanguliselt ligi 1,6 mld t, diktüoneemakilda on üle 2 mld t. Eesti maardla on põlevkiviõli ehk nn tehisnafta koguse poolest maapõues võrreldav (naftamaardlate klassifikatsioonide järgi) suure naftamaardlaga

[3]. Võrdluseks: Balti süneklisi keskosa ja Läänemeres Kaliningradi oblastis esinevate suuremate naftamaardlate naftavaru jääb alla 10 mln t. Leedu omad on veelgi väiksemad. Naftat on selles piirkonnas ammutatud alates 1972. aastast ligi 30 mln t ehk praktiliselt sama palju, kui on olnud põlevkiviõli kogutoodang Balti põlevkivilevilas [4].

Põlevkivi kui põlevmaavara olulised kvaliteedinäitajad on kütteväärtus, õlisaagis, väävlisisaldus, niiskus ja põlevkiviõli koostis. Kütteväärtuse (alumine kütteväärtus) ja niiskuse järgi hinnatakse põlevkivi energeetilist potentsiaali, õlisaagise ja õli koostise järgi keemilis-tehnoloogilist potentsiaali. Kaht koostisel ja kvaliteedilt ühesugust põlevkivi ning sellest saadavat õli maailma levilates üldiselt ei esine. See on tingitud põlevkivi tekke- ja järgnevate tingimuste suurest mitmekesisusest, seda nii kliima, settebasseini sügavuse, orgaanilise ja mineraalse lähtematerjali suhtelise koostise ning terasuse jt asjaolude poolest.

Põlevkiviõlitööstuses on kasutatud erineva õlisaagisega põlevkivi – 6 kuni

30%. Eestis on generaatorites ja tunnelahjudes kasutatud termiliseks töötlemiseks rikastatud tükipõlevkivi tööstusliku õlisaagisega 16–19% ning tahke soojuskandjaga seadmetes peenpõlevkivi õlisaagisega 12–14%. Nii põletamisel kui termilisel töötlemisel on kasutatud põlevkivi, milles väävlisisaldus on alla 2% ja niiskus ei ületa 20%.

Kui vaadelda põlevkiviõli naftasaaduste asendajana, on kõige olulisem selle koostis. Eristatakse kolme põlevkiviõli tüüpi [5].

Parafiini tüüpi õlid on oma koostise poolest ligilähedased parafiinnaftadele. Neid võib kasutada ja käesoleval ajal kasutataksegi vedelkütuste tootmiseks. Leiukohti on teada nt Hiinas, USA-s, Brasiilias, Austraalias, Kasahstanis.

Väävli-rikkaid õlisid (üle 2% väävlisühendeid) saadakse põhiliselt orgaanilisest väävli-rikkast põlevkivist. Venemaa Volga-Petšora levila kõikide leiukohtade, Usbekistani, Vahemere piirkonna (Türgi, Jordaania, Maroko, Iisrael) põlevkivid ja diktüoneemakilt annavad seda sorti õli. Selle kasutusvõimalused on piiratud ökoloogilistel ja tehnoloogilistel

Tabel 2. PÕLEVKIVITÖÖSTUSE TEGEVUSAJAD MAAILMAS

Riik	Algusaasta	Tegevusaeg					Põhisaadused
		1850	1900	1950	2000	2008	
Austraalia	1824	-----					Vedelkütus, parafiin, gaas, bituumen
Austria	1839	-----					Meditsiinipreparaadid, määrideõli, asfalt
Brasiilia	1881		-----				Mootorikütus, soojus- ja elektrienergia, gaas, väävel
Bulgaaria	1953				----		Vedelkütus (katsetootmine)
Eesti (kukersiit)	1918			-----			Soojus- ja elektrienergia, õlid, vedelkütus, keemiatooted
Eesti (diktüoneemakilt)	1946			—			Uraan
Hiina	1929			-----			Soojus- ja elektrienergia, määrideõlid, vedelkütus, parafiin
Hispaania	1922		-----				Määrideõlid, vedelkütus, parafiin
Šotimaa	1848	—	-----				Õlid, gaas, petrooleum, parafiin, väävel
Jugoslaavia	1958				----		Vedelkütus (katsetootmine)
Kanada	1815	-----			-----		Lambiõli, parafiin, 1967. a vedelkütus bituminoosset liivast
Kasahstan	1884		—	--	—		Soojusenergia
LAV	1935			-----			Vedelkütus
Prantsusmaa	1838	-----					Õlid, petrooleum, parafiin
Rootsi	1918		-----	—			Vedelkütus, gaas, väävel, uraan, ammonium
Saksamaa	1857	---	---	---	-----		Õlid, soojusenergia, ehitusmaterjalid
Šveits	1915		-----				Meditsiinipreparaadid
USA	1857	-----	-----	-----	-----		Vedelkütus, gaas (põhiliselt katsetootmine)
Uus-Meremaa	1900		-----				Vedelkütus
Venemaa (Leningradi)	1934			—	-----		Soojus- ja elektrienergia, õlid, vedelkütus, keemiatooted
Venemaa (Kašpir)	1919			-----			Soojus- ja elektrienergia, meditsiinipreparaadid

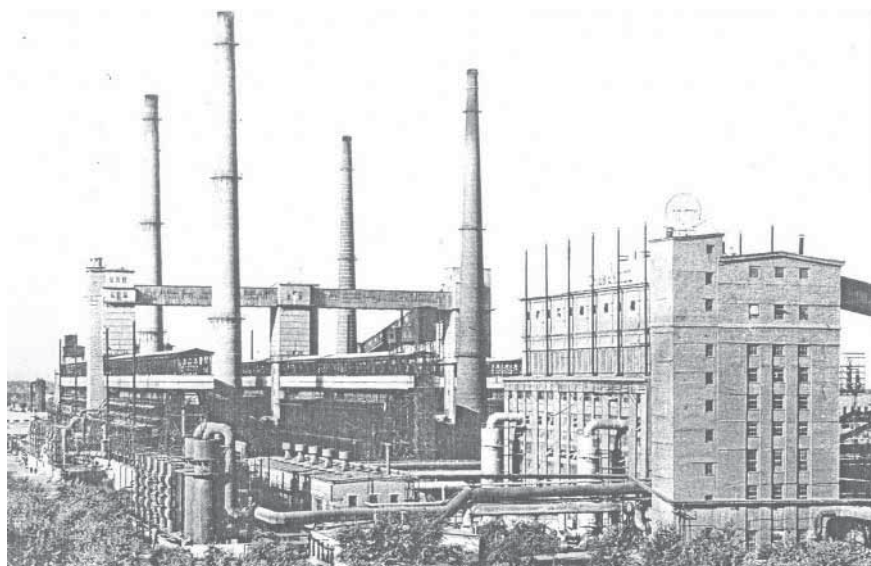


Foto 2. Esiplaanil õlitehas (GGJ-5), tagaplaanil kamberahjud Kohtla-Järvel. Foto J. Lasman, 1965

gelistel põhjustel. Väavli kõrvaldamine õlist hüdrogeenimise teel on väga kulukas ega ole seni ennast õigustanud. Väavlikrast põlevkivi kaevandatakse väheses koguses vaid Venemaal Kašpi maardlas meditsiiniliste preparaatide valmistamiseks.

Kolmanda tüüpi moodustavad **spetsiifilised õlid**. Siia kuulub ka kukersiidist saadav põlevkiviõli, millele ei ole seni leitud analooge teistest põlevkividest saadava õli seast. See õli on paljude ühendite segu: alkaanid, alkeenid, aromaatsed süsivesinikud, karboksüülhapped, hapnikuühendid, väavliühendid. Õli omapära on väga spetsiifiliste fenoolide – alküülresortsiniinide üsna kõrge sisaldus. Sellisest õlist ei ole võimalik ilma täiendava töötlemiseta saada kõrgemargilist mootorikütust, kuid seda õli võib kasutada keemiatööstuse toormeks.

Tabelis 1 on toodud maailma mõne suurema ja tähtsama põlevkivimaardla põlevkivi ja põlevkiviõli koostise ja kvaliteedi põhinäitajad [5, 6].

Eesti maardla kukersiit on oma kvaliteedi poolest (suhteliselt kõrge ja stabiilne kütteväärtus ja õlisaagis, madal väavlisisaldus ja niiskus) üks paremaid põlevkivisid maailmas. Ka kaevandamistingimused on siin paljude teiste leiukohtadega võrreldes soodsamad (lihtne geoloogiline ehitus, kihindi väljapeetud paksus, väike sügavus ja rõhthene lasuvus, tugevad ümbriskivimid).

PÕLEVKIVI KASUTAMINE MAAILMAS

Olemasolevatel andmetel on põlevkivi

kaevandatud 19 riigis ja selle kasutus-suunad on olnud erinevad (tabel 2). Esimesed andmed põlevkivi kasutamise kohta pärinevad 1350. aastast Austriast, kus Tiroomi maarahvas ajas kohalikust põlevkivist õli, mida tarvitati mitmete haiguste raviks. 1694. aastal anti Šotimaal välja esimene patent põlevkivist pigi, tõrva ja õli saamise meetodile. Aastal 1832 leiutati Prantsusmaal põlevkivist valgustusõli tootmise meetod ja Prantsusmaast sai esimene riik, kus 1838. aastal tekkis põlevkiviõlitööstus. Šotimaal hakati põlevkivi tööstuslikult kasutama 1850. aastal parafiini ja õli saamiseks [5].

Põlevkivi kasutati 19. sajandi lõpu-aastatel ja 20. sajandi esimesel poolel vedelkütuse tootmiseks Austraalias, Šotimaal, Hispaanias, Kanadas, Brasiilias, Prantsusmaal, Rootsis, LAV-is, Uus-Meremaal ja Šveitsis. Põlevkiviõlist valmistati ka meditsiinilisi preparaate (Austria, Venemaa, Šveits). Põlevkivi kasutamise kõrghperioodiks

olid II maailmasõja eelsed ja esimesed sõjajärgsed aastad. Edaspidi ei suutnud nn tehisonafta loodusliku naftaga konkureerida ning põlevkivi töötlemisest enamikus riikides loobuti.

Ülemaailmse energiakriisi ajal 1970ndatel aastatel, kui arvati, et naftavarusid jätkub vaid aastateni 2010–2020, hakkasid paljud riigid (nt USA, Brasiilia, Jugoslaavia, Maroko, Rumeenia, Süüria) põlevkivi, eelkõige selle keemilis-tehnoloogilise töötlemise vastu suurt huvi tundma. Tehti laboriuuringuid, 12 riigis projekteeriti ja ehitati ligi 30 eri tüüpi katse- ja tööstusseadet, peamiselt põlevkivist mootorikütuse saamiseks. Prognoositi, et juba 2000. aastaks hakkab nn tehisonafta mängima olulist rolli naftadefitsiidi kompenseerimisel.

1980ndatel aastatel, pärast uute naftamaardlate avastamist Põhjameres ja Mehhikos, hakkas huvi põlevkivi vastu vähenema. Naftasaaduste hind langes 1998. aastal maailmaturul sedavõrd (alla 10 \$/barrel), et põlevkiviõli (tol ajal oli õli tootmise tasuvus Eestis nafta hinna juures vaid üle 16 \$/barrel) kaotas konkurentsivõime ja põlevkiviõli-tööstus suri ka Eestis välja. Juba 1999. aasta teisest poolest hakkas nafta hind oluliselt tõusma ja taas käivitati põlevkiviõli generaatorid Kohtla-Järvel ja Kiviõlis. Tänapäeval on nafta hind maailmaturul tõusnud 100 \$/barrel piirimaile. Seega on järjekordsest möönaperioodist põlevkivi kasutamises üle saadud ja põlevkivi vastu tuntakse taas huvi.

Ajalooline ülevaade näitab, et enamikus riikides kasutati põlevkivi põhiliselt keemilis-tehnoloogilise töötlemise teel vedelkütuse, keemiatoodete, meditsiiniliste preparaatide saamiseks. Samas põletati seda suuremates kogustes otsest elektri- ja soojusenergia saamiseks,

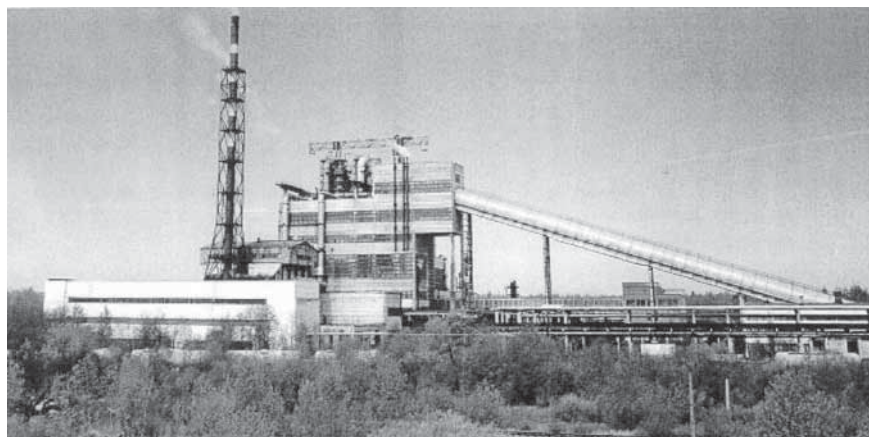


Foto 3. Põlevkiviõlitehas Eesti SEJ juures.

kuid siiski vähestes riikides (põhiliselt Hiina, Venemaa, Eesti).

Kõige suurem oli põlevkiviõli tootang maailmas aastatel 1960–1970 (1,3–1,4 mln t aastas). Praegu toodetakse aastas 650–700 000 t põlevkiviõli, sellest üle poole Eestis. Brasiilias on põlevkiviõli tootmises märgata tõusu (üle 200 000 t). Möödunud sajandil oli kõige suurem põlevkivist õli tootja Hiina – üle 25 mln t. Eestis saadi ligi 23 mln t, Venemaal üle 7,5 mln t põlevkiviõli [1].

PÕLEVKIVITÖÖSTUS EESTIS

Põlevkivitööstuse algaastatel (1918–1924) kasutati Eestis põlevkivi põhiliselt vedurite, majapidamiste ja Kunda tsemenditööstuses kütteks [7].

Elektri- ja soojusenergia tootmiseks hakati põlevkivi kasutama alates 1924. aastast Tallinna, hiljem Püssi, Kunda, Kiviõli, Kohtla-Järve (1949), Ahtme (1951), Balti (1959) ja Eesti (1969) SEJ-is.

Termiliseks töötlemiseks (poolkoksisamiseks) põlevkiviõli saamiseks on kasutatud põlevkiviõli tehastes mitmesuguseid seadmeid (tabel 3).

- Kohtla-Järvel (1921–2008) nn gaasigeneraatoreid (GGJ-i vertikaalsed retordid), tunnelahjusid
 - Kiviõlis (1926–2008) – gaasigeneraatoreid, tunnelahjusid, tahke soojuskandjaga seadmeid (TSK)
 - Narvas (Eesti SEJ-i juures) – 1980–2008 tahke soojuskandjaga seadmeid
 - Kohtla-Nõmmel – 1931–1961 Davidsoni horisontaalset pöörlevat retorti
 - Sillamäel – 1928–1941 tunnelahjusid
 - Vanamõisas – 1924–1925 katsetehases Fusiooni pöörlevat retorti
- Põlevkiviõli tootmiseks GGJ-ides kasutatakse tükipõlevkivi (25–125 mm). Varem kasutati tükikivi ka tunnelahjudes jt retortides. Poolkoksisamisel eralduvad lagunemisproduktid põlevkivist 300–500 °C juu-

res. Lisaproduktina saadav gaas on madala kütteväärtusega – alla 1000 kcal/m³. GGJ-i protsess on kasutusel 1921. aastast kuni tänase päevani (tuntud kui Kiviteri protsess). Retorte on uuendatud, põhiliselt suurendatud nende läbilaskevõimet: 1921. aastal ehitatud retortide läbilaskevõime oli 30 t/ööp; 1950 – 100 t/ööp; 1980 – 1000 t/ööp; 1987. aastal hakati ehitama seadet läbilaskevõimega 1500 t/ööp, kuid 1992. aastal lammutati see vanametalliks.

Põlevkivi termiline töötlemine (gaasistamine) majapidamisgaasi saamiseks toimus Kohtla-Järvel kamberahjudes aastatel 1948–1987. Gaasiga (kütteväärtus 3000–4000 kcal/m³) varustati Leningradi (esimene gaasijuhe ehitati 1948., teine 1957. aastal) ja Tallinnat (1953). Leningradi gasifitseerimist loeti väga tähtsaks üleliiduliseks ettevõtmiseks [8, 9].

Juba alates 1927. aastast hakkas Eesti

müüma oma põlevkiviõlisaadusi paljudesse välisriikidesse. Põhilised müügiartiklid olid immutusõli, kütteõli, bituumen, katuselakk, estokarbolineum, bensiin. Saksamaa tundis põlevkivi kui strateegilise tähtsusega maavara ja eriti sellest saadava põlevkiviõli kui spetsiifiliste omadustega vedelkütuse vastu suurt huvi juba enne II maailmasõda [7].

Aastatel 1960–1980 saadi põlevkivi toorõli ja vees lahustuvate fenoolide baasil üle 30 nimetuse tooteid (nt puiduimmutusõli, nerosiin, tehniline väävel, aromaatsed süsivesinikud, fenoolid, elektroodkoks, tosool, epoksüvaigud, lakid, kummipehmemidi, parkained, mitmesugused mastiksid, pesuvahendid).

Käesoleval ajal toodetakse põlevkiviõlist põhiliselt nn merekütuseid ja kütteõli, millest suurem osa eksporditakse, elektroodkoksi, teebituumenit ning

Tabel 3. PÕLEVKIVI TERMILISE TÖÖTLEMISE SEADMED EESTIS AASTATEL 1921–2007

Tehase asukoht	Seadme nimetus	Retortide (ahjude) arv	Ühe seadme läbilaskevõime, t/ööp	Seadme töötamise aeg, käikulaskmine	Seadme töötamise aeg, lõpetamine
Kohtla-Järve	eksperimentaalne				
	“J. Pintschi” retort	1	8	1921	1924
	I õlitehas (GGJ-1)	6	33	1924	1985
	II õlitehas (GGJ-2)	8	40	1936	1985
	III õlitehas (GGJ-3)	16	40	1938	1998
	GGJ-3 taaskäivitamine	16	40	2000	
	IV õlitehas (GGJ-4)	20	45	1943	1998
	GGJ-4 taaskäivitamine	20	45	1999	
	tööstuslik katseretort	1	100	1946	1955
	V õlitehas (GGJ-5)	12	100	1951	
	generaator GGJ-5 juures	1	1000	1981	
	kamberahjud	276	15	1948	1987
	tunnelahjud	2	400	1956	1968
	VI õlitehas (GGJ-6)	2	1000	1987	1998
	GGI-6 taaskäivitamine				
Kiviõli	eksperimentaalne tunnelahi	1		1926	1930
	tööstuslik katsetunnelahi	1	75	1927	1928
	tööstuslik tunnelahi	2	250	1929	1975
	tööstuslik tunnelahi	2	350	1937	1975
	uttegeneraator (GG-1)	6	100	1953	1998
	uttegeneraator (GG-2)	2	100	1963	1998
	GG-1, 2 taaskäivitamine	8	100	1999	
	TSK-200 seade	1	200	1953	1963
	TSK-500 seade	1	500	1963	1981
	“Fusiooni” retort	1	20	1925	1925
Sillamäe	tööstuslik tunnelahi	1	270	1928	1941
	tööstuslik tunnelahi	1	500	1938	1941
Kohtla-Nõmme	“Davidsoni” retort	4	25	1931	1961
	“Davidsoni” retort	4	25	1934	1961
Narva	TSK-3000 seade	1	3000	1980	
	TSK-3000 seade	1	300	1984	

fenoolidest mitmesuguseid keemiasaadusi. Siin võiks ka mainida, et Slantsõ keemiakombinaadis Leningradi oblastis toodeti alates 1960ndate aastate algusest kukersiidist kerogeeni kontsentrati OA sisaldusega 70%, mida kasutati plastmassi- ja kummitööstuses aktiivse täiteainena. Katseliselt on gravitatsioonilise rikastamisega saadud ka 90% kontsentrati.

Eesti TA energeetikanõukogu istungil 1999. aastal märgiti, et põlevkiviõli tootmisel GGJ-is (Kiviteri protsess) on tehnoloogilistes lahendustes olulisi puudusi:

- kasutatav on vaid rikastatud tükipõlevkivi
- seadmed on energia- ja materjalimahukad
- utmisel on suur orgaanilise aine kadu
- tõsine keskkonnasaastamine
 - ei ole tekkivate tööstusjätmete kasutamise võimalust;
 - tehnoloogial ei ole tulevikuväljavaateid

Kuna saastetaset pole võimalik viia vastavusse Euroopa Liidu normidega, tõusevad kiiresti keskkonnamaksud. Varsti ei tasu õli tootmine generaatorites end enam ära. Üks väljapääs oleks utteagregaatide väljavahetamine aja-

kohasemate, tõhusamate ja keskkonnasõbralikumate vastu. Samuti võiks toorõli vääristada kvaliteetseks mootorikütuseks, laiendada keemiatoodete valikut ning leida kasutust töötlemisjääkidele (nt ehitusmaterjalide tootmiseks).

Tunnelahjusid loeti omal ajal ideaalseteks utteseadmeteks: kõrge õlisaagis, saadav gaas kõrge kütteväärtusega, bensiini (madala oktaaniarvuga 58) saagis ca 10–15%, kuid ahjude konstruktsioon oli keeruline. Ahjud olid kõrge elektri- ja soojuseenergiakasutusega. Kvaliteetse bensiini saamiseks on tarvis kergete naftasaaduste lisandeid.

Narva SEJ-i juures õliteshas kasutusel olev TSK (Galoteri protsess) on mitme näitaja poolest GGJ-i protsessist parem:

- võib kasutada rikastamata madalama OA sisaldusega peenpõlevkivi
- täielikum on OA õlipotentsiaali kasutamine
- tööstusjäägid on vähem keskkonnohtlikud
- gaas on kõrge kütteväärtusega (11 000 kcal/m³)

Kirjandus

1. Kattai, V. 2003. Põlevkivi – õlikivi.

Tallinn, Eesti Geoloogiakeskus, 162 lk.

2. Kattai, V., Saadre, T., Savitski, L. 2000. Eesti põlevkivi: geoloogia, ressurss, kaevandamis tingimused. Tallinn, Eesti Geoloogiakeskus, 226 lk.

3. Kattai, V. 2003. Kui palju võiks saada põlevkivist vedelkütuseid. Eesti põlevloodusvarad ja -jätmed. Tallinn, lk 6–13.

4. Kattai, V., Lokk, U., Mokrik, R., 1998. Review of oil deposits in the East Baltic. Bull. of the Geol. Survey of Estonia., 4/1, p.12–16.

5. Tšerepovski, V. (toim), 1988. Maailma põlevkivileiukohad (vene keeles). Moskva, Nauka, 263 lk.

6. Urov, K., Sumberg, A. 1999. Characteristics of oil shales and shale-like rocks of known deposits and outcrops. Oil Shale, 16/3, 64 p.

7. Riigi Põlevkivitööstus (1918–1938). Tallinn, AS-i Esimene Eesti Põlevkivitööstus kirjastus, 118 lk.

8. Rooks, I. 2004. Esimesest Eesti põlevkivitööstusest Kivitereni. Kohtla-Järve, 132 lk.

9. Jefimov, V., 2000. Oil shale processing in Estonia and Russia. Oil Shale, 17/4, p. 367–385.

Tartu Näitused messikeskuses

14. TARTU EHTUSMESS

14-th Tartu Building Fair

Tööriist 2008

5-th Tartu Tool Fair

16.–18. oktoober

INFO JA REGISTREERIMINE:

AS Tartu Näitused
Kreutzwaldi 60, 51014 Tartu
tel 742 1662, faks 742 2538
e-post: karin@tartunaitused.ee

www.tartunaitused.ee

TARTU NÄITUSED



Allu pakub pinnase tihendamise- ja stabiliseerimissüsteemi

Eesti asub Ida-Euroopa lausmaa loodeosas. Pinnamood on peamiselt tasandikuline ja piirkond seismiliselt stabiilne, seetõttu on ehitustingimused head. Ka kliima üle ei saa kurta, suvi on soe ja talv pehme. Võib arvata, et ehitada on meil suhteliselt lihtne. Siiski tuleb mitmel pool ette ebastabiilse pinnasega alasid või lõike, nt soid ja madalaid rannaalasid, kus pinnase kandevõime on nõrk.

Sellistes kohtades on üks võimalikest lahendustest pinnase asendamine sobiva kandevõimega materjaliga. Kohe teeb aga muret sellise materjali puudus, sest liiva- ja kruusakarjääride mahud on piiratud. Uute avamine takerdub tihti kohalike elanike vastuseisu taha, kuna iga sugune kaevandamine avaldab negatiivset mõju keskkonnale. Pealegi on pinnase asendamine tihti väga kulukas ja vahel ka võimatu.

Alternatiivi nõrga pinnase ära vedamisele pakub selle stabiliseerimine. Enamasti juhitakse pinnasesse tsementi, vajaduse korral segatuna räbuainega (nt põlevkivituhk).

Allu Finland OY on välja töötanud pinnase stabiliseerimissüsteemi, mis koosneb ekskavaatori poomi külge kinnituvast hüdraulilisest rootorpurustist-segistist Allu PM, roomikutele monteeritud alusvankrist Allu PF 7 või Allu PF 7+7 ja andmesalvestist Allu DAC, mis mõõdab, kontrollib ja talletab tööde andmed.

Süsteem võimaldab stabiliseerida pinnast kuni 6 m sügavuseni ning juba järgmisel päeval saab sellele raskete masinatega peale minna. Peale pinnaste kandevõime suurendamise kasutatakse stabiliseerimist ka saastunud pinnase sidumiseks või isoleerimiseks.

Võimalikud kasutusalaad:

- maantee-, tänava- ja raudtee-ehitus, parkimisplatside, õuealade ja spordiväljakute rajamine;
- tööstushoonete, sildade, basseinate ja prügilate ehitamine;
- soiste järve- ja jõeluhtade pinnase stabiliseerimine;
- liiklusvibratsiooni tõkestamine;
- tunnelite rajamine;
- toru- ja kaablikraavide tugevdamine, külgnevate pinnaste stabiliseerimine;
- pinnasekihtide tugevdamine vee all.

Allu pinnasestabiliseerimissüsteemi on kasutatud ka suurtel objektidel, nt Soomes Vuosaari endise sadamala saastunud süvendamisepinnase stabiliseerimiseks. Pinnase mujale vedamine oleks olnud problemaatiline ja kindlasti ka kulukas. Tsemendi pinnasesse juhtimine Allu stabiliseerimistehnoloogiat rakendades võimaldas jätta ära vedamata ligi 500 000 m³ saastunud pinnast ning seda kasutada sadama territooriumil ligi 90 hektari suuruse konteinerväljaku rajamiseks.



ALLU PF 7

Teise näitena võib tuua Soomes Kerava–Oikolahti raudtee ehitamise. Raudtee läbib sood ning selleks, et 40–50 tonni kaaluv vaiamasin saaks pehmel turbapinnasel töötada, kasutati Allu stabiliseerimissüsteemi. Kokku stabiliseeriti pinnast 2–5 meetri sügavuselt 12 ha suurusel maaalal. Pinnasesse segati 200 kg tsementi 1 m³ pinnase kohta.

Floridas Key Largo sood läbiva kiirtee laiendamisel kaherealiseks neljarealiseks kasutati 14,4 km pikkuse ja 30 m laiuse väga halva kandevõimega turbase soopinnase stabiliseerimiseks sideainet, mis sisaldas 75 % tsementi ning 25 % kõrgahjuräbu. Samasugust lahendust on kasutatud ka Norras Trondheimi sadamas ja Hispaanias Valencia sadama laiendusprojekti.



ALLU PM



ALLU PM 500 ja PF 7 Vuosaari sadamas

DIKTÜONEEMAKILT, ENERGIA JA KESKKOND

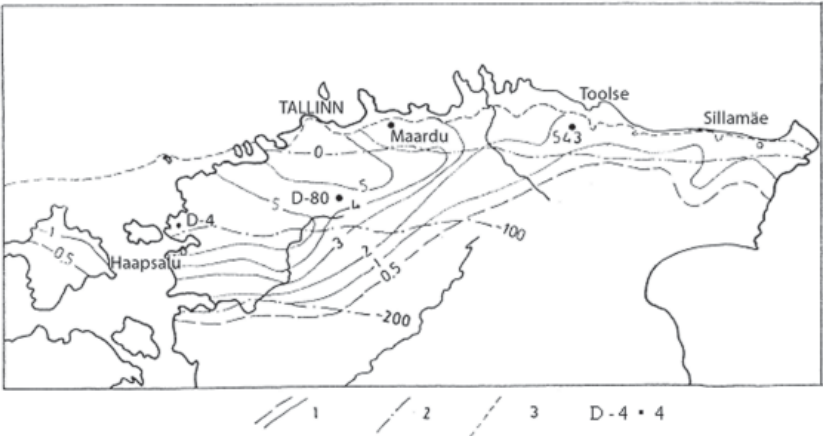
VALTER PETERSELL

Ph.D, Eesti Geoloogiakeskuse juhtivgeoloog

RAHVUSRIIGI OLULINE EELDUS on energia olemasolu. Seda peab lihtsalt olema ning selle varu tagama ühiskonna arengu ning aitama ettetulevatest raskustest üle saada. Olgu see siis tuule- või päikeseenergia, roheline või salvestunud roheline energia, aatomite lagunemise (tuuma-), aatomite liitmise (termotuuma-) või muu energia. Ouline on, et energia oleks taltsutatud, et seda jätkuks ning et selle hind võimaldaks seda tarbida. Tarbitava energia hulgas kuulub esikoht kindlasti elektrienergiale. Energiavajadus kasvab 2–5% aastas. Energiaga kindlustamine kuulub riigi esimese järgu kohustuste hulka.

EESTI JA MAAVARAD

Tavatsetakse rääkida, et Eesti on maa- varade poolest vaene riik. Kahtlemata pole see õige – Eesti kuulub selles suhtes hoopis maailma rikkamate riikide hulka. Üle viiekümne aasta on põlevkivi ehk kukersiit kindlustanud meid elektrienergiaga ja kindlustab mõned aastakümned veelgi. Eestil on diktüoneemakilda näol üks maailma suuremaid kompleksseid orgaanilise aine, uraani (U), molübdeeni (Mo), vanaadiumi (V), nikli (Ni) ja veel mõne muu elemendi varamuid, Euroopa suurim fosforiidivaru ning küllaldasel hulgal



Joonis 1. Diktüoneemakilda levik Eestis

- 1 – kilda samapaksusjoon, m;
- 2 – kilda ülemise pinna samasügavusjoon merepinnast, m;
- 3 – kildalasundi erosiooniline põhjapiir;
- 4 – puurauk ja selle number.

mitmesuguste ehitusmaterjalide tooret (Geology ..., 1997).

Eesti meedias on levinud arvamus, et Nõukogude Liidu esimene aatomipomm ehitati diktüoneemakildast eraldatud looduslikust uraanist. See ei olnud siiski nii. Kildast hakati uraani tootma alles 1948. aastal, Nõukogude Liidu esimene aatomipomm lõhati aga Semipalatinski katsepolügoonil 29. augustil 1949. aastal (Создание..., 1995) ning uraan saadi Kesk-Aasias asuvatest Tobašari ja Mailisu maardlatest, kus

uraanitoodang ulatus juba 1945. aastal kümne tonnini aastas (Создание ..., 1995).

PÕLEVKIVIST SAADAVA ELEKTRI- ENERGIA TULEVIKUVÄLJAVAATED

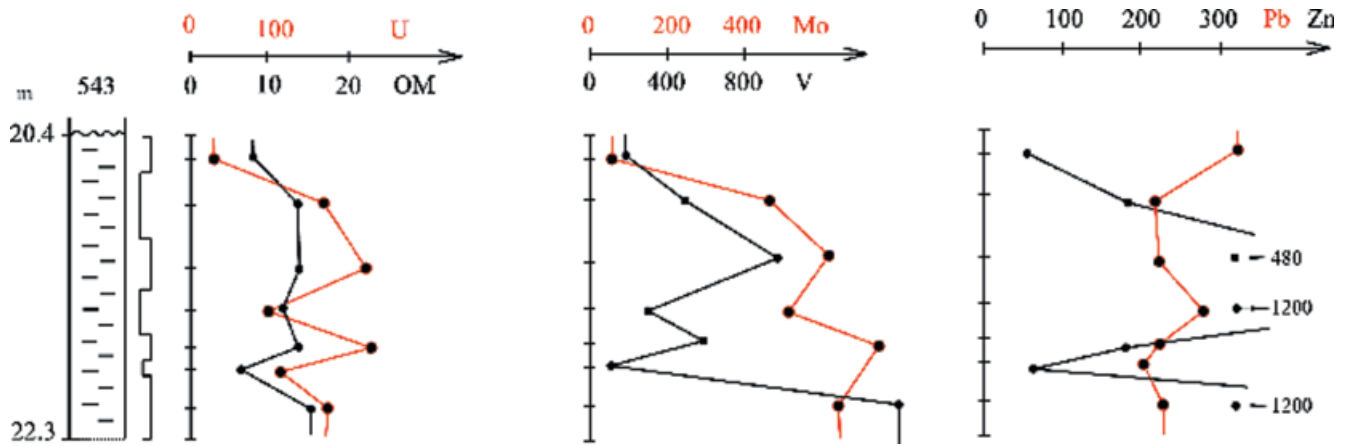
Alates 1950ndatest aastatest tugineb Eesti elektrienergia põlevkivile. Seda hakati kaevandama maardla keskosast, kus kivi kvaliteet ja kaevandamistingimused olid parimad. Kui kaevandamine liigub (ka praegu) lõunasse ja läände, s.o maardla äärealade poole, halvenevad nii kaevandamistingimused kui ka põlevkivi kvaliteet.

Nõukogude ajal vastutas majanduse arenguks vajalike geoloogiliselt uuritud varude olemasolu eest riiklik geoloogiateenistus. Mõnes tööstusharus nõuti hinnangut 30–40 aastaks, sellesse kategooriasse kuulus ka energeetiline toore. Kui maavara piisaval hulgal ei olnud, tuli kehtiva põhimõtte kohaselt soovitada asendus. Seetõttu tehti ka põlevkivi geoloogilis-majanduslik hinnang sulgkulude meetodil. Põlevkivist saadava elektri piirhinnaks seati Petšora basseini kivisöe baasil toodetava elektri prog-

Tabel 1. URAANI JA MÕNE MUU ELEMENDI SISALDUS DIKTÜONEEMAKILDAS

	Toolse	Sillamäe	Piirkond		
			Narva	Lääne-Eesti	
				Puurauk D-4	Puurauk D-4
Kildakihi paksus m	1,8	1,22	<1	4,80	1,72
Uraan g/t	162	260	100–1000*	120	180
kõikumise piirid g/t	40–447	80–810		60–208	122–208
Molübdeen g/t	406	450		212	311
Nikkel g/t	140	260			
Vanaadium g/t	1040	840		798	1050
Väävel %		5,25		~ 3,7	~ 4,3
Orgaaniline aine %	15,4			16,6	16,3

*Karotaažiandmetel



Joonis 2. Orgaanilise aine (OM, %), U-, Mo-, V-, Pb- ja Zn-sisalduse (g/t) jaotus diktüoneemakilda Toolse läbilõikes (puurauk 543)

noositav hind. Uuringud näitasid, et looduslike tingimuste halvenemise tõttu kallineb põlvkivist toodetav elektrienergia keskmiselt 3% iga kilomeetri kohta, mille võrra kaevandamine liigub maardla äärealade poole. Selgus ka, et kui kaevandada keskmiselt 25 miljonit tonni aastas, ületab põlvkivist saadava elektri prognoositav hind juba 2010. aasta paiku sulgkulude oma. Põlvkivi asendajana nähti ühe variandina ette üleminekut Toolse diktüoneemakildast eraldataval uraanil põhinevale tuumaenergiale. Fosforiidisõda jättis sellesuunalised uuringud katki.

Viimastel aastakümnetel kaevandatud põlvkivi väiksemate mahtude arvel saadud kokkuhoiu kaotas CO₂-saastemaksu (40 krooni põlvkivitonni kohta) kehtestamine. See tõstis oluliselt saadava elektri hinda. Saastemaksule on lisandunud tuuleenergiaks (ligi 3 senti kWh eest). Ehk on viimase puhul tegemist arusaamatusega, kuna see teenib rahva arvel grupi eraettevõtjate huve?

Miks peab tarbija maksma elektrienergia eest mõttetult kallist hinda, soodustama kliima soojenemist ja Eesti olema maailmas atmosfäärisaastajate esirinnas? Pole ju oluline, kas tuuleenergia suudab anda 3% või 10%, määrav on see, kuidas tagatakse 90% vajadusest. Olemasolevatest võimalustest on kõige realsem ja vastuvõetavam variant üleminek tuumaenergiale ning just diktüoneemakildast (joonis 1) saadava uraani baasil.

MIKS DIKTÜONEEMAKILDAS PEITUVA URAANI BAASIL?

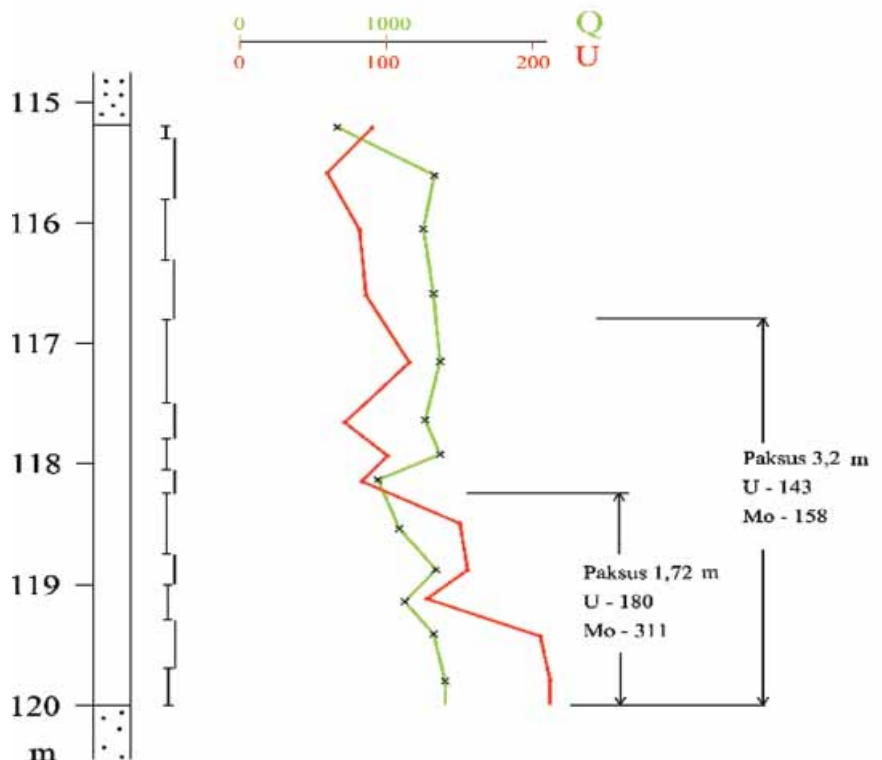
Diktüoneemakildas olev uraan kindlustaks Eestit elektrienergiaga enam kui

sajaks aastaks ja võimaldaks viia miinimumini ka naftasaadustel töötavate masinate hulga, looks uusi teadussuundi ja näitaks ka roheliste esindajatele, et Eesti teadlased ja insenerid on võimelised rajama ja juhtima tuumaelektrijaamu võrdsest arenenud Euroopa riikidega.

Diktüoneemakilt on U, Mo, V, Ni ja muude metallide maak ning madalakvaliteetne põlvkivi (Loog, Petersell, 1994). Endises Nõukogude Liidus loeti kasutuskõlbliku maagi U- ja Mo-sisalduse alampiiriks 100 g/t, sama piir on

kasutusel kogu maailmas. Eestis (nt Toolses, Sillamäel jt Kirde-Eesti piirkondades) on suuri alasid, kus diktüoneemakilda U- ja Mo-sisaldus on sellest piirist 1,5 kuni 3 korda suurem. Ka Lääne-Eestis on diktüoneemakilda alumine 1–2 m paksune osa paljudes kohtades (nt puuraugus D-4) metallirikas (tabel 1, joonised 2 ja 3).

Peale U ja Mo on diktüoneemakildas kõikjal Eestis ka rohkesti (600 kuni 1000 g/t) vanaadiumit ning Üleliidulise Geoloogia Teadusliku Uurimise Ins-



Joonis 3. Kütteväärtuse (Q, kkal/kg) ja U-sisalduse (g/t) jaotus diktüoneemakilda Lääne-Eesti läbilõikes (puurauk D-4)

tituudi laboris 1990.a tehtud väheste analüüside põhjal ka kulda ja isegi plaatinat (puuraugus D-80 kuni 1 g/t).

MÕNI SÕNA URAANIVARUST

Maailma geoloogiliselt uuritud uraanivaru (U-sisaldus üle 100 g/t, diktüoneemakilt ja Rootsi maarjaskilt v.a) oli 1991. aastal 2 928 000 ja prognoosvaru 2 370 000 tonni (Иванов, 1997). Samal aastal oli maailma tuumaelektrijaamade koguvõimsus 330 GW ning aastast kasutati neis ligi 35 000 t uraani. 2010. aastal on tuumaelektrijaamade prognoositav koguvõimsus ligi 420 GW ja uraanivajadus ligi 50 000 t. Iga järgneva kümne aasta jooksul kasvab jaamade koguvõimsus ja uraanivajadus ligi 20%. Kui 2000. aastal maksis 1 kg uraani alla 80 dollari, siis praegu ületab see juba 150 dollari piiri.

Kui me hästi pingutame, suudame ehitada oma esimese tuumajaama (600 MW) 10–15 aasta jooksul. Selleks ajaks on rikas (> 500 g/t) uraanivaru enamasti ammendunud ning põhiosa uraanist toodetakse maagist, mille U-sisaldus on 100–500 g/t. Nagu öeldud, on see nii suur mitmel pool diktüoneemakildas.

Aastatel 1945–1960 uuris kilta kui uraanimaaki Vene NFSV Loode Geoloogiavalitsus Mihhail Althauseni juhtimisel. Kirde-Eestis uuriti uraanirikast (100–350 g/t) Toolse-Saka-Sillamäe piirkonda, milles ainuüksi Sillamäe uraanileiukoha tööstusliku varu suuruseks hinnati Althauseni trükis avaldamata andmeil 5500 tonni (keskmine U-sisaldus 260 g/t) ning Toila uraanileiukohas 7000 tonni (250 g/t). Piirkonna prognoosvaru on ligi 70 000 tonni.

Diktüoneemakilt on potentsiaalne kompleksne maavara, mis on väga sarnane Kesk-Rootsis leviva maarjaskildaga, mida on seal 1940ndatel aastatel energiatoormena laialt kasutatud. Viimase kasutamise uus kompleksne tehnoloogia (orgaanilise aine kasutamine koos metallide tootmisega) töötati välja 1960ndatel aastatel ja laboriuuringud näitavad, et see on põhimõtteliselt rakendatav ka diktüoneemakilda puhul.

Nagu öeldud, sisaldab tonn Kirde-Eesti diktüoneemakilta 150 kuni 350 g uraani. Kui 600 MW võimsusega elektrijaam põletab aastast ligi viis miljonit tonni põlevkivi, siis sama võimsusega tuumajaam vajab aastast vaid 60–70 tonni looduslikku uraani. Viie miljoni tonni põlevkivi saamiseks tuleb kae-

vanduse alla võtta 1,4–1,6 km², 70 tonni uraani tootmiseks diktüoneemakildast aga ainult 0,10–0,18 km² maad.

EESTI ELEKTRIENERGIA JA KESKKOND

Inimühiskond on hakanud aru saama, et kütuste põletamisel õhku paiskuvad C- ja N-ühendid põhjustavad pöördumatuid kliimamuutusi. Nende minimeerimiseks on alustatud tuumaelektrijaamade ehitamise uut etappi. Uraani hind küll tõuseb, aga CO₂-kvoodid vabanevad. Kilda kompleksel kasutamisel saadavat tulu suurendab kaassaaduste – Mo, V jt metallide kontsentraadi ning gaasistatud või vedelkütuseks muudetud orgaanilise aine ja väävlühendite väärtus ning vabaneva CO₂-kvoodi maksumus. Diktüoneemakilda kui maavara vastu tunnevad huvi Austraalia, Kanada jt maade ettevõtted.

Diktüoneemakildast võib tulevikus saada Eesti Nokia alustala ning sajan-diteks keskkonnasõbraliku energia ja mitme väärtusliku metalli (Mo, V, Ni) allikas. Aga ainult siis, kui selle kaevandamine, töötlemine ja kasutamine allub Eesti Vabariigile (s.o rahvale) kui tõelisele peremehele, nii nagu tänapäeval Norras Barentsi merest ammutatav nafta. Vastasel korral jääb Eestile saaste ja songitud maapind, nagu see on tüüpiline arengumaadele. Soodustingimustel riiki lubatav väliskapital on nagu vähkkasvaja, mis aina kulutab keskkonda. Maavaradest saadav rikkus ja selle kasutamiseks tarviliku kõrgtehnoloogia arenguga kaasnev teadus aga rändab kapitali emamaale.

Eestis kasvab kiiresti elektrienergia tarbimine. Rahuldada selle vajadust põletades kvaliteetset õlikivi ja keemiatooret ei ole üksnes ebaotstarbekas, vaid ka kuritegu tulevaste põlvkondade suhtes. Rohelise energia saamisvõimalused on piiratud, vaevalt et nad suudavad katta isegi energia juurdekasvu vajadust. Seda enam, et tuuleenergia on ebakindel ja vajab tuulevaikuse ja tormide ajal, mida on Eestis ligi kolmandik aastast, asendusvõimsust. Seega ei ole Eestis tuumaenergial arvestatavat alternatiivi.

Tuumajaama (jaamade) rajamise vajadust ja ohutust on vaja rahvale selgitada ajakirjanduse, raadio ja TV vahendusel. Tuleb rõhutada, et põlevkivienergia ei kalline üksnes looduslikel põhjustel, vaid ka suureneva CO₂-mak-

su arvel. Mõlemal juhul on kallinemine mõõdetav miljardites kroonides.

POPULISTIDE OODATAV REAGEERING

Pole kahtlust, et diktüoneemakilda kasutuselevõtu vastu astuvad tormiliselt välja nn keskkonnakaitsjad ja nende värvatud “rahva esindajad”. Kui palju neid riigi palgal on, pole teada, kuid kindlasti on sadu inimesi, kes keskkonnakaitses sildi all võitlevad Eesti maavarade kasutamise vastu. Looduskaitses ei tähenda taas koopaelanikuks hakkamist, vaid loodusandide mõistlikku kasutamist. Inimene ja maavarade kasutamine on lahutamatud. Võitlus maavarade otstarbeka kasutamise vastu on võrreldav keskaja *perpetuum mobile* leiutamisega. Nii nagu pole võimalik leiutada masinat, mis teeks tööd välis- või siseenergia abita, pole võimalik ka inimühiskonna eksistents ilma maavarasid kasutamata. Kui Eestis ei lubata kaevandada oma maavarasid, tuleb neid sisse vedada. Populistide tegevuse tagajärjed maksab muidugi kinni Eesti rahvas. Kui antaks keskkonnasõbraliku kaevandamise, töötlemistechnoloogia ja valmistoodangu valmistamisega kaasnevate probleemide lahendamiseks poolgi rahast, mida tänapäeval kulutatakse looduse kaitsmise sildi all maavarade kasutamise vastu, oleks loodusesekskond tõenäoliselt kaitsum ja majandus paremal järjel kui praegu.

A.M.

Viidatud kirjandus

Geology and mineral resources of Estonia. 1997. Estonian Academy Publishers, Tallinn, 436.

Loog, A., Petersell, V. 1994. The distribution of microelements in Tremadoc graptolitic argillite of

Estonia. – Acta et comm.Univ. Tartuensis, 992, 57–76.

Иванов, В.В. 1997. Экологическая геохимия элементов. Книга 6, f-элементы, Москва, Экология, 607.

Создание первой советской ядерной бомбы. 1995. Москва, Энергоиздат, 447.

TELERETSENSIOON: KAS EESTI VAJAB OMA TUUMAJAAMA?

REIN VESKI

Energeetikavaldkonnas on oodata suuri muutatusi. Kuigi neid esialgu veel näha ei ole, on midagi siiski teistmoodi: energeetika tuleviku kavandamisse on üha enam hakatud kaasama üldsust (vt Keskkonnatehnika 2008, nr 3, lk 38–39). Selleks on ka viimane aeg, sest elektrituru avamine jätab elanikele vähem õigust kaasa rääkida. Edaspidi teevad otsuseid eelkõige investorid vastavalt turuloogikale. Rahvas saab sel juhul kaasa mängida juba tuntud rollis: mitte minu tagahoo- vi! Üldrahalikku jah-sõna vajatakse edaspidi vaid Eestisse tuumajaama ehitamiseks. Enne seda peaksid tuumaenergeetika pooldajad ja vastased endale asja selgeks tegema ja ka elanikele selgitusi jagama. Selgitustööd tehtigi ETV foorumis 26. märtsil 2008. Osa arvamusi liidrite seisukohti sai senisest "söödavama" vormi.

Eesti energeetika arengukava eelva- riandil on neli stsenaariumi, neist kah- te on tuumaenergeetika sisse kirjutatud – kas Eesti oma või Soome ja/või Leedu tuumajaam. Leedus oli seni lahendatud siseriiklikke küsimusi ja arvatavasti minnakse 2008. aasta suvel nelja riigi tuumaprojektiga edasi. Eesti jaoks oleks kasulik ka Poola–Leedu energiasild, mis looks meile elektriühenduse lõuna poole. Majandus- ja kommunikatsioo- ninimister **Juhan Partsi** sõnum oli sel- ge: kui tuumajaam tuleb, siis neljanda põlvkonna oma ja nii, et Eesti energee- tiline julgeolek ja majanduslik konku- rentsivõime ei vähene. Tuumajaama ehitamisest olenemata peaksime mõist- likul viisil arendama kõiki uusi elektri- tootmisviise ja panustama lähiaastatel põlevkivile.

Eesti Energia nõukogu liikme **Jürgen Ligi** arvates on Eesti valik võtta tuuma- energeetika kasutusele, ehitades jaama ise või panustades naabrite jaamadesse. Soomlased olevat välja arvutanud, et tuumaelektri hind võrdsustuks kivisöe omaga alles siis, kui uraan kallineb viis korda. Erinevalt muudest energiakand- jatest saaks uraani osta kristlikest maa- dest.

Tuumaanergetika pooldajate sei- sukohti põhjendas akadeemik **Endel Lippmaa**. Lippmaa poleks Lippmaa, kui ta oleks jätanud mainimata, et dik- tüoneemakildas meie jalgade all on uraani piisavalt. Vaid tootmine on tüli- kas ja kallis. Meie jalge all maakera sees podiseb looduslik tuumareaktor võim- susega 20–40 TW, mis on üle 20 korra võimsam maapealsetest tehisreakto- ritest. Akadeemik teadis ka reaktorite ehitajafirmade head kommet võtta am-



mendunud kütusevarad tagasi, kui see nõue on lepingusse kirja pandud. Lipp- maa kummutas ka oponentide väited selle kohta, et nendest varrastest too- detakse tuumapommi, nii et Eesti oleks nende tootmises kaasosaline. Oma esi- nemist alustas akadeemik siiski toetu- sega põlevkivienergeetika jätkamisele, rõhutades vajadust osaleda elektrikaab- lite rajamisel. Euroopa Liit neid meie eest ära ei tee. Samas aga ei pääse me mööda tuumaenergeetikast ja reak- torid tuleks tellida kohe, kuigi selleks vajaliku kompetentsini jõudmiseks ku- luks 2–3 aastat. Vältida tuleks aegunud või avarii korral süttivaid reaktoreid (grafiitkuulid, heelium soojakandjana). Meile sobiv reaktor peaks ükskõik mil- lise ohu korral automaatselt seiskuma. Ettenägelikud hiinlased on taolisi reak- toreid juba neli tükki tellinud. Tavatuu- maelektrijaamas kulub pommiks sobiv plutooniumi isotoop sedavõrd ära, et heal juhul saadakse Põhja-Koreas kat- setatud pomm, mis plahvatades laiali

laguneks.

Ega ka Erakonna Eestimaa Rohelised esindaja **Marek Strandberg** kompro- missitult tuumaenergia vastu seisnud. Tema põhiteesi kohaselt tuleb oodata, millal valmib meile sobiv tehnoloogil- iselt täiuslik reaktor. Olemasolevates leidis ta piisavalt puudusi.

Jürgen Ligi peab tuumaenergeetika puuduseks liialt stabiilset elektritoo- dangut, mida korvab elektri odav hind. Strandberg näeb ohtu korruptsioonis, kuna jaama arvatavavalt 100 tööta- jat on kõrgepalgalised. Puuduseks ei peetud tuumajaama avariiohtlikkust – sellist jaama me Eestisse ei taha. Leedu tuumajaamas osalemisest tea- takse Eestis ajakirjanduse vahendusel üsna palju, olgugi et selle teabe põhjal ei ole seni olnud võimalik ennustada meie tuumaenergia tulevikku. Kind- lust ei ole ka selles, kui palju osaleva- tele riikidele energiat jagub. See on pigem pseudoprobleem, sest jaama suurus sõltub osalejate rahakoti pak-

susest. Kõige soliidsemaks partneriks peetakse Soomet, kuid sealt tuleb harva meie huvidega haakuvaid uudiseid. 27. märtsil 2008 kurdeti lühisõnumis (<http://www.norden.org/webb/news/news.asp?id=7757&lang=6>), et Soome kolmanda tuumareaktori ehitus Olkiluotos on takerdunud sobiva kvaliteediga tsemendi taha. Greenpeace'ile teeb muret ka tuumajäätmete matmine ja kompetentse tööjõu vähesus ning sellega seoses ka riskid pärast jaama käivitamist. Soomes kardetakse, et tuumaenergia arendamine pidurdab taastuvenergiaallikate kasutuselevõttu Põhjamaades.

Marek Strandbergi olulisim sõnum on olnud energiasääst kõikides majandustegevuse valdkondades, selle sõnumi edastas ta ka foorumil. Et säästa kavakohaselt, vajaksime korralikku säästuprogrammi lähima 50–60 aasta kohta. Sellega nõustusid muidugi kõik osalejad. Tuuleenergia vastu ei olnud esinejatest keegi, juhul, kui see jääb nišienergeetika suunaks. Strandbergi propageeritud 30 mld kr suurune investeering suurde tuuleparki oli enamiku foorumil esinejate jaoks liig mis liig. Sellele lisanduks veel investeering merealusele elektrikaablile Rootsi.

Endel Lippmaa arvates ei taha NATO strateegilistele suundadele tuuleparke, kuna need ei lase radaritel avastada tiibrakette. Mujal maailmas ongi tulnud tuuleparke strateegilistelt suundadelt eemaldada. Jürgen Ligi NATO keeldu ei karda, kuid mainis takistustena suuri investeeringuid, elanike vastuseisu ja saadava elektri kallist hinda. Pealegi on Läänemeres miiniväljad, mis on olnud komistuskiviks ka NordStreamile.

Prükipõletamine, elektri ja soojuste koostootmisjaamad ja palju muudki seekord päevakorras ei olnud.

Arutelu energeetika üle Eestis jätkub, aga vaevast et meie arvamusiidrite seisukohad hakkavad kokku langema. Ega arutlust ei selgunud ka suundi, mis nõuaksid Eesti energeetika arengukava

koostamisel vähem tähelepanu.

Suur tuulepark merre ja kaabel Rootsi võiksid olla minister Juhan Partsi unistuste täitumise tagatised – toovad Eestisse suuri investeeringuid. Investor on pealegi selline, kes paneb oma raha taastuvelektri tootmisse, mida saaks kasutada Eestis ning ka välismaale (Rootsi) müüa, et suurt jooksevkonto defitsiiti vähendada. Partsi ettekanne läks suure tuulepargi ideest diplomaatiliselt mööda. Ettekandja rõhutas, et kõiki alternatiivseid energiatootmisviise tuleb väikestviisi arendada.

Keskonnaministeeriumi esindajat foorumil ei olnud. Nii ei kuulnud ka selgitusi, miks Eestil ei ole ikka veel vette ehitamise seadust. Ei teata sedagi, millal see seadus võiks ilmavalgust näha. Eeskujusid on piisavalt. Paljudes riikides on tuuleparkide merre ehitamine tavapärane tegevus. Samas ei andnud foorum kindlat teadmist, et 30 miljardi investeerija on olemas ning valmis Eesti riigile survet avaldama ja tuulepargi ehitamise eest takistused kõrvaldama. Niikaua kui üldsus ei tea, kas selle projekti rakendamine on tõenäoline, võib ka arvata, et jutuga suurest investeeringust tahetakse tõkestada tuumaenergia projekti.

Suur tuulepark ei taga praegu põlevkiviga kaetavat Eesti elektri baaskoormust, küll aga vähendaks jooksevkonto defitsiiti ja suurendaks Eesti majanduse suutlikkust. Tuuleprojekt jääks liialt tihedalt seotuks Rootsi jt Põhjamaade elektrituruga, kuna tuulevaikseid ja tormiperioode Eestis tasakaalustatakse seal hüdroenergiaga. Hea on kahtlemata täiendav elektrikaabliühendus Rootsi suunas.

Tuumajaam tagaks baaskoormuse, kui muid elektritootmisviise pole võimalik rakendada. Suure tuulepargi ja tuumajaama projektide investorite ring suure tõenäosusega ei kattu.

Ilmselt on Eestis tehtud tuuleenergia rakendamisel vigu, mida enam parandada ei saa. Tuletame meelde, et Eestis,

täpsemalt Saaremaal Vätta külas katsetati aastatel 1986–1990 tollal NSV Liidu võimsamaid tuulegeneraatoreid. Taani abiga rajati Hiiuamaale Tahkuna neemele 0,15MW tuulik, mis anti ekspluatatsiooni 1997. aastal ja oli esimene elektrivõrku lülitatud tuulik.

Kahjuks oli just tuuleenergeetika valdkond, kus selle rakendamise algaastatel, erinevalt bioenergiaprojektidest, loobuti kergekäeliselt tagastamatust välisabist. Nii loobus riik 1992. aastal Saksa LV ELDORADO programmi tagastamatust abist (2,7 mln kr), hiljem loobuti umbes 10 mln kroonist, millest oleks piisanud kolme 0,5MW tuuliku jaoks Hiiuamaale. Sellega võeti meilt võimalus hakata välisraha abil ise tuuleenergiat kasutama. Kuskil pidid tol ajal olema mõjud selle ala arendamise pidurdajad, sest oleks isegi piinlik mõelda, et valitsus ei olnud haldussuutlik välisraha Eestisse vahendama. Kuni Eesti Energia hakkas ise tuuleenergeetikale panustama, olid meie tuuleenergeetika arendajad tahaplaanile surutud. Eesti oma kogemuste omandamise aeg läks vett vedama. Kui pidurid ala arengule pandi selleks, et oodata väliskapitali, siis nüüd poleks väliskapitali sissetungimise pärast vaja muretseda. Riigile jääb ju soovi korral reguleeriv roll. Uute energeetikaalaste dokumentidega reguleeribki riik energeetikavaldkonda, millel on tugev mõju teistele majandusvaldkondadele ja majanduspoliitikale tervikuna. Oskusliku energiapolitikaga on riigil võimalik säilitada või suurendada oma energeetilisest julgeolekut.

Energeetikafoorumid on ellu kutsutud selleks, et leida parimaid lahendusi energeetika arendamiseks Eestis. Riigiasutused kaitsevad riigi huvisid, s.o kõrgema võimu kandja rahva huvisid rahva poolt valitud esindajate kaudu. Sajandi algul ilmus ka ministriametit pidanud Raivo Palmarult mõtlemapanev kirjutis "Huvigrupid Eesti muutuval poliitikamaastikul" (Akadeemia

www.rentacar-estonia.eu

AUTORENT

Tel 5625 0951



Nord toimetised, 2000, 7). Palmaru tähelepanekute järgi oli Eestis suhteliselt lühikese aja jooksul toimunud juba teine eetiliste, ideoloogiliste ja organisatsiooniliste paradigmade muutus, kus 1990. aastate alguse tööetika on asendumas huvide eetikaga. Veel selgemini väljendatuna: rahvus kui poliitika põhisubjekt poliitilise elu näitelaval on asendumas huvigruppidega. Ta nimetas mõjukate institutsionaalsete huvigruppide hulgas monopoliseid suur-ettevõtteid, mille suhtes pole riigil ega omavalitsustel loogiliselt põhjendatud poliitikat, samas kui kontroll nende ettevõtete üle on muutunud poliitilise võitluse koostisosaks. Lisame omalt poolt, et kontrollitaval on alati kontroll kontrollija üle, kuna nad on huvide kaudu otseselt teineteisega seotud. Ei saa jätta nimetamata, et Eesti Vabariigi põhiseaduse (RT 1992, 26, 349, I peatükk, § 1) järgi on kõrgeima riigivõimu kandja rahvas. Riigi huvide all mõistame seega rahva huve.

Ilmselt tuleb energeetikafoorumitel arutletut vaadelda ka tõe ja huvide seisukohast ning lisaks veel arvestada võimalikke huvide konflikte. Siinkohal ei soovi autor hakata selle või mõne teise foorumi esindajaid huvigruppidesse lahterdama. Seda on teinud juba foorumite korraldajad. Ilmselt oleks õige eristada monopolsete ettevõtete huvisid muude huvigruppide huvidest. Eesti arengut käsitletataval aruteludel huvigruppide nimel ettepanekuid tehes tuleks seega arvestada, kui suurt osa rahvast esindatakse ja olenevalt sellest olla valmis ka kompromissideks. Mida väiksemat osa rahvast nad esindavad, seda rohkem peaks olema koostöövalmidust.

Samas võib nii poliitikutes kui ka huvigruppide esindajates tihti ka eksperte näha. Pädevaid eksperte leidub sageda-

mini suurettevõtete esindajate hulgas. Neid peaks olema piisavalt teadlaste hulgas, kuid see, kas nad ikka valdavad piisavalt ka vajalikke teemasid, on juba iseküsimus.

Huvigruppidesse või poliitilistesse erakondadesse mitte kuuluv erudeeritud teadlane on ehk Eesti tuleviku küsimustes kõige sõltumatum otsustaja. Eesti poliitikutel ulatub erakonnast sõltuvus kuni 30%-ni (valijate mandaat). Ülejäänud 70% ulatuses vastutavad nad kahjuks just oma partei põhiliini ajamise eest. Suurettevõtete huvide kaitsjad saavad ettevõttest palga ja ettevõtte huvide vastu tegutsedes kaotaksid nad ettevõtte esindamise õiguse paugupealt.

Seega polegi täiesti sõltumatuid Eesti tulevikustsenaariumide koostajaid uskult võtta. Seda tuleb paratamatult arvestada. Oleks ju väga lihtne, kui energiaturu vanade tegijate ja uustulnukate huvid kattuksid rahva huvidega, mida peaksid kaitsma meie riigiasutused.

Kui varem oli majandusministeeriumi kodulehel kirjas vastutus energeetikaküsimuste eest (energiapoliitika peamine eesmärk on tagada tarbijate varustuskindlus, tarbijate varustamine võimalikult soodsa hinna ja tariifiga kütuse ja energiaga, tagades minimaalse kahju ümbritsevale keskkonnale), siis nüüd me seda nii selgelt välja ei loe. Eks otsustage ise: "Riigi kütuse- ja energiamajanduse optimaalseks toimimiseks vajaliku regulatsiooni loomine on Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi energeetikavaldkonna prioriteetne tegevus. Meie ülesanne on kütuse- ja energiamajanduse efektiivsusele, konkurentsivõimelisusele ja keskkonnasäästlikkusele suunatud riigi arengukavade ja sihtprogrammide väljatöötamine. Tegeleme ka arengukavade elluviimise tagamise, vedelkü-

tuse miinimumvaru moodustamise ja haldamise korraldamisega ning energeetikavaldkonda reguleerivate õigusaktide eelnõude ettevalmistamisega. Samuti anname igakülgset abi ettevõtjatele" (<http://www.mkm.ee/index.php?id=7128>).

Tulevikuvisionid lihtsustaksid, kui suudaksime kehtestada näiteks üldmuslikud põhimõtted, mida on vaja arengukavade koostamisel jälgida. Kõigi tuntud kriteeriumide kõrval, mida oleme majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi kodulehelt lugenud, oleks selleks ehk energeetilise sõltuvuse vähendamine või äärmisel juhul selle hajutamine riikide vahel.

Euroopa Liidu energeetika kontrolliarve peame niigi arvestama. Pole saladus, et energeetika on üks Euroopa Liidu vähem reguleeritud valdkondi juba liidu asutamislepingust alates. Eesti peaks tegema osavat lobitööd, selgitama Eesti põlevkivitööstuse ajaloolist tausta, sellega seonduvaid keskkonnamuresid ja riigi majanduse rippumist põlevkivitööstuse löa otsas. Seni on põlevkivi taganud meile rahuldava energeetilise sõltumatuse. Põlevkivitööstust tuleks esitleda kui Euroopa Liidus toetust saava kivisöetööstuse Eesti analoogi. Olgugi et see rohelistele ei meeldi, kuid Euroopa Liidu igasugune toetus põlevkivitööstusele ja põlevkivielektrile annaks garantii, et meie aknad ei jää pimedaks olukorras, kui uusi lahendusi ei leita või need viibivad. Juba praegu on selge, et kiiret uut lahendust elektribaaskoormuse katmiseks pole veel olemas, sest lahenduse otsimist pole ka varem eriti tähtsustatud.

Nii tuleb välja, et energeetikaküsimused ei ole triviaalselt lahendatavad. Need on vaid osa suurest mosaiigist, mille valesti kokku panemise eest võime süüdistada vaid iseennast.



Keskkonna ja keskkonnaõiguse uudised.

Iga kuu keskkonnaõiguses toimunud muudatuste kokkuvõtteid (ESTLEXi internetikogumik Keskkonnaõigus - lihtsustab oluliselt keskkonnaõiguse jälgimist).

Keskkonnaalaste tegevuste info ja kuulutused

www.keskkonnaveeb.ee



ELEKTRITOOTMISE VALIKUD EESTIS – KAS TUUMA- JA/VÕI PÕLEVKIVI- JA/VÕI TUULEELEKTER?

Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi (MKM) teine energiafoorum ”Elektritootmise valikud Eestis“ peeti 9. aprillil 2008 Tallinna Tehnikaülikooli aulas. Foorumil said järjekordselt sõna huvigruppide esindajad ja poliitikud. Sõnavõtjaid oli ka kuulajaskonna hulgast. Järgmisel, maikuus toimunud foorumil arutleti elektrituru avanemise mõju üle. Ajakirja Keskkonnatehnika eelmises numbris oli ülevaade MKM-i esimesel energiafoorumil räägitust, nüüd on järg tuumaenergeetika TV-foorumi käes. Energeetikafoorumi materjalid on kättesaadavad MKM-i energiablogis aadressil <http://energiafoorum.blogspot.com/>. See on avatud lugemiseks ja ka oma sõna sekka ütlemiseks foorumitevahelisel ajal. Foorumi avas majandus- ja kommunikatsiooniminister Juhan Parts, modereeris Äripäeva peatoimetaja Meelis Mandel.

Minister **Juhan Partsi** arvates tuleb energiatootmise valikuid teha läbi-mõeldult, kuid venitamata, sest juba 2013. aastal avaneb Eesti elektriturg, mida hakkavad mõjutama uued heitme-kaubanduse reeglid. Aastaks 2016 tuleb uuendada Narva Elektriijaamu. Uute energiavõimsuste loomine võtab aega 5–15 aastat. Eestis peaks pärast 2016. aastat olema umbes 2000 MW elektritootmisvõimsust, et tagada meie energiajulgeolek ja majanduse konkurentsivõime keskkonnasäästlikul viisil (vt <http://www.mkm.ee/index.php?id=321714>). Minister rõhutas Eesti elektrisüsteemi vähest paindlikkust. Käesolevas ülevaates käsitletakse vaid elektrilist võimsust, mistõttu eristami-

seks vajalikku allindeksit MW_e ei lisata.

MKM-i energeetika asekanstler **Ei-nari Kisel** võttis kokku eelmise foorumi lähtekohad: oma elektrinõudluse katmise suutlikkus (kogutarbimise tasemel ligi 11 000 GWh ja tippkoormuse tasemel ligi 2000 MW aastal 2020), eksport vaid majanduslikult ja keskkonnakaitseliselt põhjendatud ja sotsiaalselt aktsepteeritaval viisil, energiasüsteemi sõltuvus ja mõjutatavus ei tohiks suureneda, töhusama energiatarbimise ja -varustuse korral peaks põlevkivi osatähtsus vähenema. Asekanstler viitas samas stsenaariumitele (http://www.mkm.ee/failid/MKM_II_foorum_Ei-nari_Kisel.pdf), mis ei langenud eriti hästi kokku tema esitatud põhimõtete-

ga. Seal aastateks 2008–2025 koostatud stsenaariumite elektrivõimsus näitlikustamiseks kasutatud jooniste pealkirjade alusel (MW):

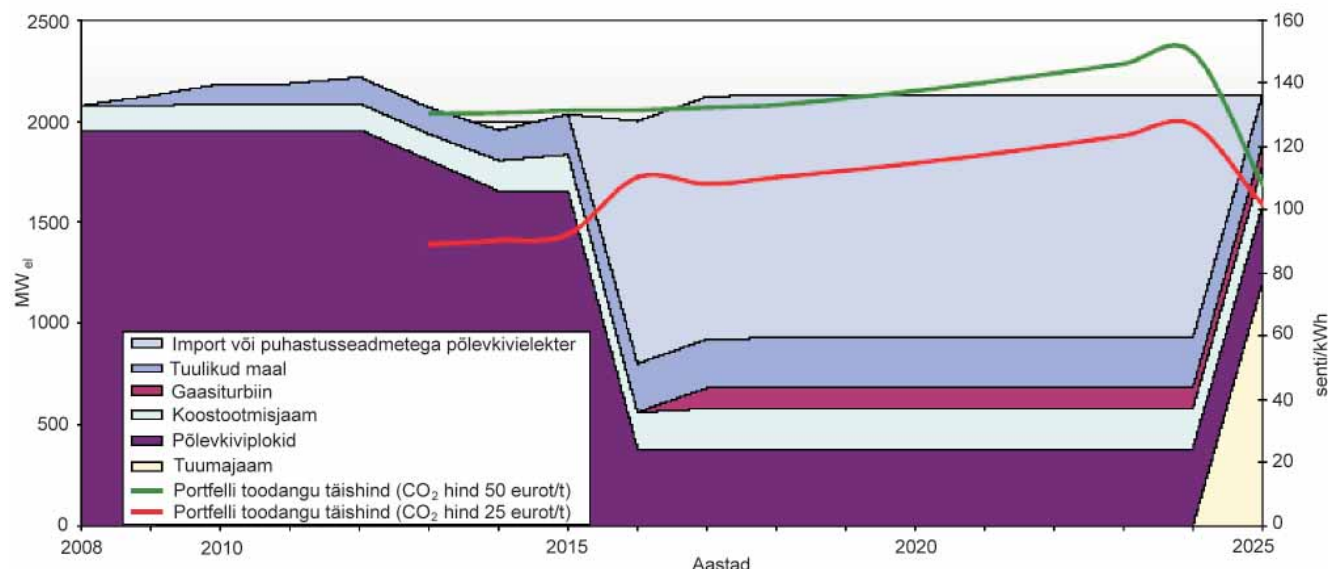
A: 400 põlevkivi, 1200 tuumaenergia, alles 2024. aastal, 250 tuulikud, kokku 1850 MW (vt joonise allkirja);

B: 400 põlevkivi, 1200 tuulikud ja gaasiturbiinid, kokku 1600 MW;

C: 800 põlevkivi, 400 tuulikud ja gaasiturbiinid, 400 tuumaenergia alates aastast 2024, kokku 1600 MW

C2: 400 põlevkivi, 400 kivisüsi, 400 tuulikud ja gaasiturbiinid, 400 tuumaenergia alates 2024. aastast, kokku 1600 MW;

D: 1200 põlevkivi, 400 tuulikud nii maal kui meres ja gaasiturbiinid, põ-



Joonis. Stsenaarium A: 400 põlevkivi, 1200 tuumaenergia, 250 tuulikud. Joonisel on 1200 MW tuumaenergiat alates aastast 2025, enamik aega ostetakse elektrit sisse üle 1000MW võimsusega elektriijaamadelt või toodetakse selle asemel elektrit puhastusseadmetega põlevkiviplokkides

levkivielekter nii uutest kui vanadest põlevkiviplokkidest, kokku 1600 MW.

Alternatiivstsenarium: rajada lisaks olemasolevatele põlevkiviplokkidele ja koostootmisjaamadele gaasiturbiine erinevatel kütustel u 1000 MW, importida puudujääv elekter ja käivitada oma gaasiturbiinid vaid siis, kui mujalt ei ole võimalik elektrit osta.

Kõikide stsenaariumite kohaselt on energeetikas kavandatud muudatused esimeseks neljaks aastaks (2008–2012) peaaegu olematud, edasi väheneb näiliselt veidi põlevkivielektri võimsus, et kukkuda aastaks 2015 400 MW-le (A ja B), ning juhul kui lisanduvad uued põlevkiviplokkid, tõuseks põlevkivielektri võimsus (C 800, D 1200 MW) või lisandub põlevkivi omale kivisööelekter (C2 400 + 400 MW). Kuna väga suure jooksevkonto puudujäägi tõttu pole mõistlik elektrit väga suures osas sisse osta, tuleks enamiku stsenaariumite legendid ("import või puhastusseadmetega põlevkivielekter") varustuskindluse suhtes mõistlikumalt ümber sõnastada ("puhastusseadmetega põlevkivielekter"). Ilmselt mingi eksport on siiski võimalik, kui see on kompenseeritav impordiga.

Stsenaariumis A (joonis) on näiteks varjatud kujul üle 1000 MW mittesoovitav elektriimport, mis tähendab, et A puhul tuleks põlevkivielektri tegelikuks võimsuseks lugeda 400 asemel üle 1400 MW, kui ei taheta jooksevkonto defitsiiti ohtlikult suurendama hakata, ning B puhul u 800, C ja C2 puhul, kui viimasele lisada kivisööelekter, on see 1200 MW. Vaid D on algusaastatel lühiajaliselt ja väiksemas mahu seotud nn elektriostu või põlevkiviplokkide korrastamisega.

Seega võib stsenaariumite koostajatele ette heita, et lausekatkega „import või puhastusseadmetega põlevkivielekter“ on nad Eesti energeetika tuleviku kohta käima pandud arutelul toimuva mõistmise raskemaks teinud. See ebamäärane võimsuse osa (näidatakse elektri sisseostuna või seotakse täiendava koguse põlevkivi kasutamisega) liitub tegelikult kõikide stsenaariumite võimsustele ja olgu öeldud, et kõikide stsenaariumite puhul ületab koguvõimsus ikkagi meile vajaliku 2000 MW, tagades Eesti energiasulgeoleku pärast 2016. aastat, kui kavandatud elektriimport asendada puhastusseadmetega põlevkivielekteriga. Kui Euroopa Liidu karmistuvate regulatsioonide tõttu ei ole seda võimalik tagada, tuleks elektri

sisseostu asemel ette näha mingi muu elektritootmisvõimsus.

Kalle Kilk OÜ-st Põhivõrk selgitas foorumiettekandes "Elektritootmise arengud naaberriikides, reserve vaja-dused", et vastavalt Põhivõrgu koostatud Eesti elektrisüsteemi tootmisvõimsuste piisavuse aruandele (<http://www.pohivork.ee/index.php?id=546>, vt ka <http://www.baltso.eu/>) on vaja elektritarbimise rahuldamiseks aastaks 2012 täiendavalt 200 MW tootmisvõimsusi ja aastaks 2017 veel 1500 MW. Kui arendada elektritootmist Eestis, tuleb arvestada, et mida suurem tootmisvõimsus, seda suurem peab olema avariireserv, mis toob kaasa kulud, mida katab elektritarbija põhivõrgutariifi kaudu. Hetkel suurima Narva elektrijaamade 200MW plokki korral olevat Eesti avariioreserv 110 MW (aastane kulu u 65 mln kr). Esineja rääkis ka Skandinaavia maade elektriülejäagist, mis on tervitatav, kuid suur elektri sisseost sealt mitte. OÜ Põhivõrgu juhi **Lembit Vali** arvates on oluline, et aastaks 2016 oleksid naabritega piisavad ühendused. Kui hätta jääme, saaksime sealt elektrit osta. Siinkohal tasub juhtida tähelepanu TTÜ soojustehnika instituudi inseneri Rein Rootamme hiljem blogisse lisatud teabele selle kohta, et vaatamata Olkiluoto 3. plokki käivitamisele, tahab Soome ikkagi Balti riikidest elektrit osta. Tema hinnangul kasvaks aastane elektrienergiatoodang 12,5–13 TWh-ni, juhul kui Eesti elektrijaamade kõik 12 plokki töös oleksid, ja elektritootmine vajaks 15,5–16 mln t põlevkivi, arvestamata keemiatööstuse tarvet. Sel juhul oleks vajalik kogus põlevkivi olemas ka puhastusseadmetega põlevkivielektri stsenaariumiteks.

Narva Elektrijaamade juht **Ilmar Petersen** rääkis põlevkivienergeetikast vabaturu tingimustes. 2006. aastal oli põlevkivi osatähtsus elektrienergia tootmisel 90,2%, maagaasil 5,6, taastuvenergiaga 1,3, põlevkiviõlil 0,3, turba 0,2 ja teistel energiakandjatel 2,5% (teised on põlevkivigaas, kõik kokku 100,1% – R.V.).

Tulles tagasi juba analüüsitud stsenaariumite juurde, arvutame üheskoos põlevkivijaamade elektri osatähtsuse võimsuste alusel. Stsenaariumi A korral moodustab võimsus koos puhastusseadmetega põlevkivielektrivõimsusega u 64%, C ja C2 korral 53–55% kavandatud koguvõimsusest. Vaid tuumaelektri lisamine aastal 2025 vähendaks oluliselt põlevkivielektri osatähtsust. Siiski oleks

variandi B puhul põlevkivielektrijaamade võimsus u 27%, mingil määral ka seetõttu, et tuulikute võimsus on vaid osaliselt kasutatav. Arvutamisel võimsusi aluseks võttes erineb pilt oluliselt Peterseni arvudest 2006. aasta kohta.

Juba praegu teame enam-vähem neid elektrivõimsusi, mis on tulevikus koostootmisjaamades, kus kütuseks on biomass või jäätmed. Biomassi kasutamisest elektritootmisel oli foorumitel juttu seoses koostootmisega. Teame, et Põllumajandusministeerium on loonud terve meetmete kompleksi, mis aitaks biokütuste energeetilist kasutamist laiendada. Selle ministeeriumi esindajaid polnud ilmselt foorumitele kutsutud.

Samas tundub, et biomassi ei pruugi Eestis igale poole jaguda. Väärastatult veetakse seda suures koguses välja. Petersen andis välja vekslit, et Narva elektrijaamad on 2009. aastal suurim biokütustest elektrienergia tootja Eestis, kuna uutesse CFB-kateldes saab lisada kuni 10% biokütuseid. See võimaldaks toota rohkem kui 400 GWh CO₂-vaba elektrienergiat aastas. Biokütustest toodetud elektrit pidas ettekandja samas kallimaks kui põlevkivielektrit, mis on ühtlasi odavam ka kivisöe omast, kui jätta arvestamata poliitikute seatud hinnalisandid.

Teise foorumi eel ilmus blogisse Eesti Pelletitootjate Liidu juhatuse liikme Raul Kirjaneni kirjutis, milles väideti, et Eestis on pea iga puidulible kasutuses ja madalama klassi puidu hind on võrdne või isegi kõrgem kui nt Soomes, Saksamaal või Rootsis. Kirjanen küsis, kas on otstarbekas kasutada riigi toetust biomassi suunamiseks küttesektorist elektritootmise sektorisse. Toetus võiks olla suunatud prügi ja muude põlevjäätmete kasutajatele ning energiakultuuride kasvatajatele. Kuid teatavasti on Eestis käimas prügipõletamise revolutsioon, sest puitu napib. Kas biokütuste lisamine põlevkivile toob kaasa uue puiduhinnaralli?

Kui Kisel peitis põlevkivienergeetika võimalused juba korratud väljendisse "puhastusseadmetega põlevkivielekter", siis kinnitas Peterson ilma keerutamata, et põlevkivist elektri tootmise võimsuste eluiga tasub pikendada ning 2016. aastast kehtivaid rangemaid keskkonnanõudeid on võimalik ja mõistlik täita. Ise oma küsimust populistlikuks pidades küsis energiatarbijate esindaja **Tiit Kolk** siiski oletatavate populistide käest, kas ei tasuks arutada kompensat-

siooni suuruse üle, mida maksta meie kümnele suuremale elektritarbijale, kui need sulgeksid oma ettevõtted. See jäigi koduseks ülesandeks, kuna energiatarbijate esindajana ei vastanud ta ka ise sellele küsimusele.

Eesti Energia juhi Sandor Liive arvates on põlevkivi ainus ressurss ning vana katlad ainsad agregaadid, mis suudavad tagada Eesti energiasulgeoleku. See ei ole sugugi odav. Uute põlevkivi tarbivate elektrivõimsuste ehitamisse suhtus Liive ettevaatlikult. Ametiühingute esindaja Sander Vaikma arvates tuleb vana kaevu hooldada ja arendada nii kaua, kui uue ehitamist pole otsustatud. Lembit Kaljuvee Keskerakonnast heitis valitsusele ette, et siiani ainult räägitakse, uusi plokkke aga ei ehitata. Hannes Astok Reformierakonnast lootis, et põlevkivitööstus muutub keskkonnasõbralikumaks, Indrek Saar Sotsiaaldemokraatlikust Erakonnast arvas, et 20 mln t põlevkivi kaevandamine aastast on liig, Jaan Pöör Rahvaliidust seisis vastu vaid põlevkivielekttri ekspordile. Marko Pomerants Isamaa ja Res Publica Liidust leidis, et eestlased lähevad ägedaks vaid siis, kui kaevandust, tuuleparki või tuumajaama tahtakse nende kodu lähedale ehitada.

Koostootmise võimalustest rääkis **Toomas Niinemäe** (Iru Elektriijaam). Kui Eestis on seni kõneldud sellest, kui raske on koostootmisjaamade soojust kasutada, on seitsme suurema jaama (Iru Elektriijaam, Balti Elektriijaam, Ahtme SEJ, Kohtla-Järve VKG, Kiviõli SEJ, Sillamäe SEJ ja Horizon SEJ) elektriline võimsus arvestatav 370 MW (soojuslik 1190 MW) ja koostoodetud elektri osatähtsus 10,2%. Seega on koostootmise elektriline võimsus aastaks 2020 soovitud tippkoormuse tasemest (2000 MW) juba nüüd 18,5%. Euroopa Liit

15-nes on koostoodetud elektri osatähtsus täpselt sama, mis Eestis, Euroopa Liit 25-es – 10,8%. Ilmselt pole see veel lagi, kuna Niinemäe andmeil on Lätis see osatähtsus 30,7, Soomes 38,9 ja Taanis isegi 52,1%. Tema arvates ei järgita Eestis eriti Euroopa Parlamendi ja nõukogu 11. veebruari 2004. aasta direktiivi 2004/8/EÜ. Ehk saaks seda direktiivi järgides paremini rakendada koostootmist asulate kaugküttevõrkudes, energiamahukates ettevõtetes ja teenindussektoris, nt kaubanduskustes, veeparkides ja haiglakompleksides.

Eesti Jõujaamade ja Kaugkütte Ühingu (EJKÜ) esindaja **Mati Meos** andis teada ühingu liikmete valmisolekust ehitada koostootmisjaamu. Euroopa Liidu heitmekaubanduses nägi ettekandja koloniaalpoliitika juurutamist – suuremad riigid saaksid osta kvooti kokku ja tekitada väiksemates riikides defitsiidi.

Alles aprillifoorumi lõpuminutitel hakkas saali abil selguma, et meil on umbes kümmekond arvestatavat spetsialisti, kes on olnud seotud kas endise NSV Liidu või välismaa tuumajaamade. Mõningaid noori on suunatud ka välismaale tuumaenergeetikaalaseid kogemusi omandama. Esmakordselt esitati foorumil ettekanne maailma tuumaelektriijaamade olukorrast ja arengusuundadest (**Erik Puura** ja **Enn Realo**, TÜ). See ettekanne andis paljudele tuge oma seisukoha väljütlemiseks. Ajakirjanduse kaudu teatakse üsna palju Leedu tuumajaama ehitamisest. Lahendusi aga veel ei teata. Kui Eesti saaks nüüd kohe oma reaktori, oleks see maailmas 440. ja Eestist saaks 31. tuumaelektrit tootev riik. Töös olevate reaktorite võimsus on praegu 372 GW ja need annavad 16% maailma elektritoodangust.

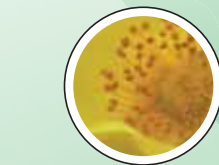
Ehitusjärgus on 28 GW reaktoreid, lisaks veel kindlalt kavandatud ja ettepaneku tasandil.

Kuna teisel foorumil oli jutuks eelkõige tuumaenergeetika, siis tasuks ehk lugeja ja hilisemas diskussioonis osaleja tähelepanu juhtida keskkonnaministeeriumi kodulehele <http://www.envir.ee/975373>, kus on andmed tuumaelektriijaamade projektide keskkonnamõju hindamise (KMH) kohta: Loviisa ja Olkiluoto jaama laiendamine, Soome ja Leedu uue tuumaelektriijaama ehitamine. Keskkonnatehnika selle numbril trükkis ilmumise ajaks on arvamuse avaldamise tähtsajad möödas, kuid uute tuumaelektriijaamade oletatavad valmimisajad (Leedu jaama esimene reaktor 2015, Olkiluoto ja Loviisa 2018) või ehituse algus (Soome uus jaam 2018) jm põhiandmed on seal kirjas eestikeelsetes KMH illustreeritud lühikokkuvõtetes. Leedu jaama elektriliseks võimsuseks kujuneb kuni 3400 MW, Soome kahel esimesel 1000–1800 MW ja uuel 1500–2500 MW. Lisame, et väikesaartel paiknevad Olkiluoto ja Loviisa kasutavad jahutamiseks merevett (40–60 m³/s) ja tavakohaselt kasutatakse seda tohutut soojusvõimsust (mere)vee soojendamiseks.

Erik Puura ettekandest selgub veel, et teadaolev uraanivaru tagab praeguse tarbimise juures reaktorite töö u 85–200 aastaks, kui hind kümnekordistub, suureneb varu 300 korda. Samas tunnistab Puura, et isegi väikese neljanda põlvkonna tuumajaama võtmine meie energeetika arengukavas oleks väheste kogemustega riigi jaoks liiga julge samm. Enne tuleks näiteks välja töötada vajalikud seadused ja luua pädev järelevalveasutus. Teaduste Akadeemia esindaja akadeemik **Endel Lippmaa** arvates oleks Eestil kasulik end tuumajaama



Keskkonnamõju hindamine ja strateegiline hindamine
Müralevi modelleerimine (SoundPlan)
Õhusaaste hajumisarvutused
Keskkonnalubade taotluste koostamine
Keskkonnajuhtimissüsteemi juurutamise nõustamine
Vee- ja reoveealased konsultatsioonid ja ekspertiisid
Ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni arengukavad
Reoveepuhastite projekteerimine



Alkranel OÜ
www.alkranel.ee
info@alkranel.ee
Riia 15b, 51 010, Tartu
Telefonid: 7 366 676, 50 39 010

ma jaoks võimalikult kiiresti järjekorda panna, sest järjekord on 25 aastat pikk. Igaveseks põlevkivi ei jätku. Samas on meil piisavalt aega, et tuumajaamast loobuda.

Jaan Pöör arvas, et väike tuumajaam võiks ju meil olla. Hannes Astok oli küll poolt, kuid pidas seda kalliks. Lembit Kaljuvee soovinuks neljanda põlvkonna jaama, mis tähendab, et selles valdkonnas ei hakka tegelikult midagi toimuma. Indrek Saar välistas vananenud jaama püstitaneku, uue ehitamist tuleks aga põhjalikult kaaluda. Uisapäisa ehitamise vastu oli ka Riigikogu liige Marek Strandberg. Erakonnast Eestimaa Rohelised, teadmiste vähesust märkis ka Marko Pomerants.

Energeetikafoorumid võidaksid, kui peale seniste osavõtjate osaleksid seal ka spetsialistidena põllumajandus- ja keskkonnaministeeriumi esindajad. Ilma keskkonnaministeeriumi osaluseta ja/või nõusolekute pole käesoleval ajal ega ka tulevikus mõeldav ühegi täiesti uue baaskoormust tagava elektritootmise arendamine. Peale selle oleneb ministeeriumis tehtavatest otsustest ka põlevkivielektri hind ja uute

põlevkivikaevanduste avamine. Lisaks sellele tuule- ja tuumaenergia arengut takistavaid tegurite kõrvaldamine.

Tuuleteema juhatas sisse Tuuleenergia Assotsiatsiooni esindaja Jaan Tepp ettekandega "Tuuleenergia arengut takistavad müüdid": sobimatus elektrisüsteemi, tuulikute labad tapavad linde ja loomi, saadud energia on kallis. Et see nii ei ole, näitas ettekandja arvates Eesti Energia initsiatiiv tuuleelektri tootmiseks. Marek Strandberg teab eraettevõtjate huvi investeerida Eesti tuuleparki 30 mld kr ning ka poliitikute ja ministeeriumide vastuseisu. Ta pidas pikaajalise energiasäästu kavandamist tegelikult varustuskindluse kõige paremaks tarbijapoolseks tegevuseks, mis peaks olema Eesti energeetika arengukava osa. Euroopa Liit põhineb teatavasti kaubeldavatel ühisväärtustel, mistõttu elektri omatootmisele rõhumine on Strandbergi arvates Euroopa Liidus naturaalmajandusliku maiguga. Sandor Liive arvates arendatakse tuuleenergeetikat nii palju, kui sellele raha antakse. Ometi tundub, et vabatahtlikult antud raha ei pruugita vastu võtta. Endel Lippmaa kartustest seoses NATO radaritega

ja Läänemere miinidega oli juttu artiklis "Teleretsentsioon: kas Eesti vajab oma tuumajaama?" sellesamas Keskkonnatehnika numbris (vt lk 35–37). Marko Pomerants nägi väljapääsu kiires teemaplaneeringus, mille käigus saaks selgeks tuulepargi rajamise võimalikkus. Lembit Kaljuvee poleks vastu senikaua, kui tuulikuid on vähe, Hannes Astok oli samuti skeptiline, kuna ta ei saanud foorumilt piisavat kinnitust tuulikutele vajaliku reservvõimsuse kohta. Indrek Saar nägi ala arengumootorit suures hulgas investeerimiskavades. Jaan Pöör toetaks biomassienergeetikat ja koostootmisjaamade ehitamist Pärnusse, Võrru ja Lääne-Eestisse. Tuuleenergia vaid risustaks Eestit ega ole täiesti looduspuhas.

Eesti energiamajanduses hakkavad puhuma täiesti uued tuuled alles pärast elektri vabaturu avanemist. Kas vabaturg puhub elektri mujalt Eesti poole või meilt välja, või on võimalikud mõlemad variandid, seda prognoositi kolmandal energiafoorumil.

Keskkonnatehnikale kommenteeris foorumit **Rein Veski**.

EESTI GAASILIIDUS

ANDRES SAAR

Eesti Gaasiliit

Eesti Gaasiliidu (EGL) üldkoosolekul 29. aprillil kinnitati 2007. majandusaasta aruanne. Üldkoosolekul osalenud liikmed (34 liiget 39-st, 87%) kinnitasid EGL-i 2007. aasta tegevusaruande ja raamatupidamisaruande kõigi osalejate poolthääletage. Juhatus tegevus hinnati rahuldavaks. Raamatupidamisaruande kohaselt oli EGL-i majandustegevus olnud hea ja kulud olid 2007. aasta kinnitatud eelarve piirides. Tegevdirektor teavitas üldkoosolekut EGL-i 2008. aasta tegevusest ja andis aru 2008. aasta I poolaasta tegevuskava täitmisest. Seni on töö kulgenud kava kohaselt.

Teabepäev. 16. aprillil 2008 toimus teabepäev võrguettevõtjatele – EGL-i liikmetele (27 Eestis registreeritud võrguettevõtjast on liidu liikmed 16). Teabepäeval esines Konkurentsiameti peadirektor Märt Ots ettekandega

energiaturu ja maagaasi hindade regulatsioonist, selgitas konkurentsiseaduse ja maagaasiseaduse olulisi sätteid ning andis ammendavaid vastuseid osalejate arvukatele küsimustele.

AS-i Eesti Gaas turundusjuht Marge Randmaa andis oma ettekandes ülevaate maagaasi tarbimisest 2007. aastal ja maagaasi müügihinna kujunemisest, võrreldes Eesti, Läti ja Leedu tulemusi. Eestis on maagaasi müügihind 2008. aasta esimesel poolaastal maagaasi aktsiisi võrra kallim kui Lätis ja odavam kui Leedus. Tuleb märkida, et Läti ja ka Leedu valitsus 2008 aastaks maagaasile aktsiisimaksu ei kehtestatud

Kolmandas ettekandes arutasid võrguettevõtjad maagaasiseaduse ning alkoholi-, tubaka-, kütuse- ja elektritootmise muudatustepanekuid, mis EGL on esitanud Majandus- ja

Kommunikatsiooniministeeriumile ning Rahandusministeeriumile sooviga võtta ettepanekuid arvesse nende seaduste muutmise eelnõudes.

Trükist ilmus EGL-i Teaberaamat 2008. Selles on antud ülevaade Eesti gaasimajandusest, Eesti Gaasiliidust ja selle liikmete tegevusest 2007. aastal. Teaberaamatus on kümme artiklit ning ülevaade maa- ja vedelgaasi kasutusest Eestis ja maailmas arvudes. Juttu on ka käesoleva aasta maagaasi ja vedelgaasi tarbimise prognoosidest. Raamatu on saanud kõik EGL-i liikmed, direktioon on saatnud selle infomaterjalina ka riigiasutustele ja omavalitsustele ning teistele liitudele.

KOLMANDAL ENERGIAFOORUMIL VAIELDI ELEKTRITURU AVAMISE ÜLE

MAJANDUS- JA KOMMUNIKAT-SIOONIMINISTEERIUMI kolmas energiafoorum toimus 14. mail 2008 Tallinnas Rahvusraamatukogus. Räägiti Eesti elektrituru avanemise mõjust. Nagu varasematel foorumitel (vt Keskkonnatehnika 3, lk 38-39 ja 4 lk 38-41) arutlesid huvigrupid ja poliitikud selle üle, kas Eesti peaks elektrituru avama plaanitud varem, kas riik peaks andma Narva Elektrijaamadele uute plokide ehitamiseks abi ja kuidas tagada ausat konkurentsi Balti elektriturul. Foorumi avas majandus- ja kommunikatsiooniminister Juhan Parts, diskussiooni ohjas Äripäeva peatoimetaja Meelis Mandel. Selle ja eelmiste foorumite kokkuvõtet ja videosalvestused on kättesaadavad MKM-i energiablogis aadressil <http://energiafoorum.blogspot.com/>. Sügisel 2008 on oodata plaaniväliselt neljandat foorumit.

Eelmistest foorumitest erinevalt oli huvigruppidel kolmanda foorumi eel piisavalt aega oma seisukohti ajakirjanduse vahendusel tutvustada. Selleks kasutati ka energiablogi, kuhu aja jooksul on lisandunud üht-teist teemakohast. Nimetame seda foorumieelseks lobitööks.

TÜ Tehnoloogiainstituudi direktor Erik Puura (energiablogi, 31. märts 2008) kirjutas energiatehnoloogia tormilisest arengust ja sellest, et Eestil on selle igas uues valdkonnas, põlevkivienergeetika välja arvatud, vaid käputäis eksperte. Debattidest ja meediakanalites vahendatust selgub ka, et meil jagub kõiki energeetikavaldkondi tundvaid eksperte. Nende seisukohad on üldsusele enam-vähem teada, samuti nende vähene üksmeel. Üksmeelele võiks jõuda selles, et elektrienergia tootmine Eestis tuleks hajutada, põlevkivi osatähtsus peaks aja jooksul vähenema, taastuvenergeetika võimalused tuleb ära kasutada, energeetiline sõltuvus idanaabrast ei tohiks suurene da ning energia säästmine peaks jääma prioriteetseks. Eesti teadlasi võiks motiveerida hoidma energeetika arengute

suhtes oma valdkonnas silmad ja kõrvad lahti.

Energeetikainsener Ain Tomson (energiablogi, 1. aprill 2008) on teadlaste rolli veelgi enam tähtsustanud. Tema arvamist mööda peaksid Eesti energeetika arengut suunama poliitikute asemel insenerid (täpsemalt: energeetikateadlaste nõukogu) ja tal oli ka oma arvamus selle kohta, milliseid insenere ei peaks kaasama. Kui kaasata pädevaid energeetikainsenere, siis peaksid ka väitluspartnerid pädevad olema. Kui see nii ei ole, käib ka arutelu energeetikafoorumi korraldamisel üle pea.

Võib-olla on teadlaste osatähtsus tulevikus suurem, kuid kolmandal fooru-



Juhan Parts ja Einari Kisel – mehed, kes on kõik foorumid sisse juhatanud. Foto: Rein Veski

mil tegid nagu tavaliselt ilma spetsialistid ja poliitikud, kes turu kiire avanemise suhtes ühel meel ei olnud. Kas energiablogis viidatavad koostamisjärgus ja kinnitamist ootavad ning ka varasemad regulatsioonid tagavad ettevalmistuse elektrituru avanemiseks 2013. aastaks vastavalt Euroopa Liidu nõuetele? Minister **Juhan Partsi** arvates pole turg piiratud konkurentsi tingimustes tegus, näiteks siis, kui ühele turuosalisele kuulub sellest üle kolmandiku. Meil on Eesti Energia turuosa üle 95%. Teatavasti on Euroopa Liidu liikmesriikide elektriturg avatud äritarbijaile juba 1. juulil 2004 ja kõikidele tarbijatele 1. juulil 2007. Eesti peab avama elektrituru 2009. aastaks vähemalt 35% ulatuses ning hiljemalt 2013. aastaks kõikidele tarbijatele. 2013. aastal hakkavad kehti-

ma uued heitmekaubanduse reeglid.

Kui varem pole turuosa vähendatud, siis siit edasi mõeldes oleks viimane aeg julgeolekuriske jm mõjureid arvesse võttes viia Eesti Energia turuosa kolmandiku peale. Kui selline otsus peaks tehtama, tähendaks see Eesti Energia energiatootmise kolmeks jagamist, nii et ühegi uue ettevõtte turuosa ei ületaks nõutud kolmandikku. Võib-olla, et selline kava on juba valitsusel olemas? Kui oleks, siis poleks Parts küsinud: "Kas elektrituru avanedes hakkaksid ettevõtjad investeerima selliselt, et Eestisse tekiks mitmekesine elektritootmine?"

Kui Eesti Energiat hakatakse tõesti jagama, tuleb arvestada, et Narva Elektri jaamade vanu plokke on alates 2016. aastast keelatud praegusel kujul kasutada. Valitsus on seda meelt, et Põhivõrk eraldatakse elektritootjast. Turu avanemise korral on seni alles jäänud juba varem tegutsenud ettevõtted. Uutele tuleb tavaliselt appi riik. Kas abi saadakse ka põlevkivijaamade remondil?

Energeetika asekancler **Einari Kisel** rõõmustas, et huvilisi on jätkunud ka kolmandale foorumile. Ta selgitas turu avanemise mõju väike- ja suurtarbijale. Kuna väiketarbijate elektrihinnas on 2/3 võrguteenuseid, siis avanemisega kaasnev kallinemine mõjutab neid vähem kui suurtarbijaid, kelle võrgu osatähtsus on u 10%. Kallinemise mootoriks saavad heitmekvoodid.

Põhivõrkude arengudirektor **Ingrid Arus** rääkis süsteemihalduri olulisest rollist elektriturul (turuplats), mida veel pole, nagu ka kriitilist massi turuosalise. Estlink ei ole Põhivõrkude kasutuses, oluline oleks rajada Estlink 2 ja ühendus Leedu-Poola vahel, luua uued välisühendused Nordeli ja UCYE suunal (viimased aastatel 2013–2020). Elektri sisseostmine ootab valitsuse seisukohta, oodatakse ka Balti riikide kooskõlastatud regulatsiooni turuga liitumiseks (2009–2010). Tõsi, turg on juba 15% avatud, kuid vaid ühtepidi.

Ettekandja soovis Nord Pooli kiiret laienemist Baltikumi juba aastal 2009, milleks läheb vaja vabatarbijate kohustust osaleda vabaturul. Turu avamise järel peaks Eesti olema võitjate poolel.

Jaotusvõrgu võrguhalduse juht **Tarmo Mere** nägi Jaotusvõrgu rolli avatud turul nutika võrgu arendajana. Kui eelmise ettekande põhjal ei saa elektriturgu kohe avada eeltingimuste puudumise tõttu, siis Jaotusvõrk olevat turu avamiseks sisuliselt valmis – kõigil turuosalistel on ligipääs võrgule ning müügikohustuse tagamiseks on valmisolek olemas. Aastaks 2010 lubati installeerida 200 000 nutikat arvestit, aastaks 2013 oleksid need olemas kõikides ettevõtetes, eramajades ja korterites. See tähendab näiteks seda, et tippkoormuse ajal on Jaotusvõrgul tarbijaga kooskõlastatud õigus lühiajaliselt välja lülitada seadmeid (nt põrandaküte, elektriboilerid), mis ei häiri tarbija põhitööd ega tekita ebamugavusi kodudes.

Nord Pool Spot (NPS) ja NPS Baltic juht **Iren Naarits** teatas, et Nord Pooli Baltimaadesse laienemise esimene etapp lõpeb juba 1. oktoobril 2008. Projekt on heaks kiidetud Brüsselis. Balti turu jaoks loodetakse saada läbipaistvat hinda, takistuseks on nende riikide erinev suhtumine kolmandatest riikidest pärit energiasse.

Bilansihaldurite esindaja, Baltic Energy Partners partner **Peeter Pikk** rääkis bilansihalduri rollist elektriturul. Tema arvates on bilansihalduri mõju elektriturule samasugune nagu Tiigrihüppel e-Eestile. Balti riikides tuleks kehtestada ühised turureeglid. Kui turg avatakse juba 1. jaanuaril 2009, ei peaks see tähendama ainult seda, et tarbija võib valida tootja, vaid ka seda, tootjal on õigus tarbijat valida.

Eesti Energia strateegiajuht **Jaanus Arukaevu** rääkis Eesti energiamajanduse kolmest võimalikust teest: (1) jätkata tänast energiapoliitikat põhimõttega "pärast meid tulgu või veeuputus",

(2) riigikapitalismiga, kus ebamajanduslikud otsused maksab kinni maksumaksja ja (3) regionaalse vabaturuga – pikaajaline turupõhine lahendus, mis eeldab koostööd, kuid pakub paremat tulemust. Ettekandja tõdes, et Põhja-maade elektriturul on Balti riikidel juba täiesti nähtav ja oluline koht. Eesti ja Soome vahel kaubeldi enam kui Soome ja Rootsi vahel. Viie firma Estlink oli kasutuses 95,8% ajast.

Tallinna Tehnikaülikooli dotsent **Rein Oidram** väitis Taani näitel, et tuuleenergia rakendamine ei vähendanud fossiilkütuste (kivisüsi, maagaas) kasutamist ja CO₂ emissiooni. Tema arvates ei suuda Eesti oma elektrituulikute võimsuse kõikumisi siluda, mistõttu meil ei tohi tuulikute koguvõimsus tõusta üle 250 MW ehk üle 5% tarbitavast elektrist. Teatavasti toodetakse Taanis üle viiendiku elektrist tuule abil. Kuna ettekandja näitas veenvalt, et Taani tuulikute võimsuse üüratud kõikumised tasakaalustatakse oskuslikult Norra hüdroelektrijaamade abil, siis miks ei saaks Eesti tuulikuid tasakaalustada Rootsi hüdroelektrijaamade abil (vt artiklit lk 35–37). Eesti jooksevkonto defitsiidile mõjuks positiivselt, kui me Taani eeskujul kas või 90–95% suurte elektrituulikute toodangust ekspordiksime. Arvatavasti nägi ka Eesti Energia kõikumiste tasakaalustamise võimalusi, kui ajastas foorumipäevaks Postimehes teate, et broneerib peaaegu kogu Eesti rannikumere ja Peipsi järve hiiglaslikele tuuleparkidele koguvõimsusega u 1 GW. Võiks ju hakata tegema koostööd ka Venemaaga – meie tuulikute ja Narva HEJ vahel, kasutades selleks ainult kolmandiku veest, mis voolab jaama Eesti territooriumilt.

Foorumi toimumise päeval ilmus Postimehes artikkel, kus **Sandor Liive** Eesti Energiast tahaks kas või kohe lõigata kasu täielikult avatud elektriturust. Avatud turu plusspoolele jääksid läbi paistvamad, kuid senisest kõrgemad

elektrihinnad. Juhan Partsi avaldus samas lehes oli turu ennetähtaegse avamise suhtes pigem tõrjuv. Eesti Energia korraldas Energianädala raames KUMU-s foorumi "Kuidas teha elektriturgu?" (Ärileht, 2. mai 2008). Liive arvates peaks avatud turg haarama kogu Baltoskandia, kuna on kahtlane, kas Eesti, Läti ja Leedu suudaksid uue regulatsiooni ise koostada. Pärast turu avamist tuleks otsustada riigi abil investeringute tegemine.

Küsimustele, kas avada elektriturg enne aastat 2013 ja kas riik peaks andma abi Narva Elektrijaamade uute plokkide ehitamiseks, pidid Liivele lisaks vastama ka teised huvigruppide esindajad ning poliitikud. Energiatarbijate esindaja **Tiit Kolk** arvas, et turu avanemise tagajärjel tõuseb elektri hind, suurtarbijate ja tööstuse majandustulemused halvenevad, Eesti Energia majandustulemused aga paranevad. Seega pole avamisega vaja kiirustada. Riik peaks olema uute plokkide rahastaja, kui muud võimalused on ammen-dunud.

Eesti Jõujaamade ja Kaugkütte Ühingu esindaja **Ahti Puur** oli turu avamise poolt, kuid rõhutas, et Eesti Energia on äriühing, kes peab teenima kasumit majanduslikult kaalutletud otsustest lähtudes. Seega peaks riik energiasuutlikkust ja varustuskindlust Eesti Energiast ostma või, mis veelgi otstarbekohasem, tegema selleks vähempakkumise. Uute plokkide rahastamisel võiks olla Eesti Energia kõrval teisi partnereid. BEN Energy juht **Marko Allikson** oli kiire avamise poolt, kuna see tooks kaasa ka uute merekaablite kiirema rajamise. Äriklientidele võiks turg avaneda 2009. aasta algusest. Samas peaks riik looma uute plokkide ehitamiseks vaid soodsa investeerimiskeskonna.

OÜ Põhivõrk juht **Lembit Vali** hinnan-gul on Põhivõrk alati seisnud turgu avada soovijate eesotsas. Senised omanikud peaksid eeltingimuste loomiseks



www.rentacar-estonia.eu
AUTORENT

Tel 5625 0951



andma Estlinki turu käsutusse. Elektri hind ei pruugi pärast avamist sugugi tõusta. Kui tekib elektridefitsiit, siis saab Põhivõrgu kaudu korraldatava riigihankega subsideerida uute plokide ehitamist.

Konkurentsiameti juht **Märt Ots** tuletas vast esimesena meelde ka tarbijat, kelle jaoks turgu luuakse. Avamise korral on vaja mõelda veel varustuskindlusele. Avamise eeldus on Estlinki kasutamise vabakslaskmine, Estlink 2 rajamine, kuid muret teevad veel Balti riikide turu äärmiselt suure turuosadega elektritootjad. Vene elektri kaasamise teema on veel lahenduseta. Seega tuleks turg avada ikkagi 2013. aastal. Tarbijakaitseameti juht **Helle Aruniit** rõhutas, et tarbija jaoks on oluline mõistlik hind ja varustuskindlus. Vajalik on eeltöö, et pärast turu avamist saaksid inimesed vabaturu toimimisest ka aru.

Eesti Tuuleenergia Assotsiatsiooni esindaja **Martin Kruusi** arvates tuleb hakata turgu avama kohe, kuna energeetikas võtab asjaajamine palju aega. Kui riik otsustab millegi eelisarendamise kasuks, tuleb teha riigihange, olgu see kas või põlevkivienergeetikale.

Kuulati ära ka poliitikute arvamused (Reformierakond esindajat ei saanud). **Lembit Kaljuvee** (Keskerakond) muretses turu avamisjärgse olukorra pärast, juhul kui meilt põlevkivielektrit ei osteta. Vett tuleb sellele vaatamata kaevandustest välja pumbata ja kaevurile palka maksta. Enne avamist peaksime põlevkivi(öli)tööstuse korrastama. Eesti Energia pole kohustatud tegema otsust investeerida põlevkivielektri tootmisse. Lisame, et Kaljuvee teemaga haakus TTÜ soojustehnika instituudi inseneri **Rein Rootamme** 18. aprilli kirjutis energiablogis: tuleb kähku hakata põlevkivikaevandusi ehitama. Ölitootmist arvestades on põlevkivivaja-

dus 23–25 mln t aastas, juhul kui "kõik 12 plokki vuravad täie vungiga ööd ja päevad läbi", et varustada meid endid ja lähinaabreid elektriga.

Taavi Veskimägi (Isamaa ja Res Publica Liit) nägi vajakajäämisi ettevalmistustes ja olukorra keerukuses ega soovitanud turu avamisega kiirustada. Tema arvates võiks varustuskindlusesse investeerida, kuid konkurentsi ja keskkonna seisukohalt vaadatuna – pigem mitte. **Indrek Saar** (Sotsiaaldemokraatlik Erakond) ei näinud võrdset konkurentsituatsiooni energiaturul, kuna Eesti Põlevkivi kuulub turuettevõttena käituvale Eesti Energiale. Siit ka vajalik põlevkivivaru, et hakata elektri asemel öli tootma. Seega pole vaja turu avamisega kiirustada, kuna elektri hind mitmekordistuks. Pealegi pole Eesti majanduse olukord kiita. Kui mõelda energiajulgeolekule, siis seda saab suurendada investeeringutega põlevkivielektrisse.

Jaan Pöör (Rahvaliit) arvas, et turu avamiseks on valmis ainult tootjad, kes loodavad sellest majanduskasu. Uute plokide ehitamisega on juba hiljaks jäänud. **Marek Strandbergi** (Eestimaa Roheliste Erakond) arvates on kunstlikult odava põlevkivielektri tagamine ohuks majandusele, looduskeskkonnale ja inimeste tervisele. Turg tuleks avada kiiresti ja arukalt pärast seda, kui on olemas hea plaan paindliku võrgu arendamise kohta. Toetada ei tohiks vanu tehnoloogiaid, küll aga uusi, k.a. põlevkivitehnoloogia uuendamist.

Mida öelda kokkuvõtteks? Isegi siis, kui turg käskkirjaga kohe avada, ei hakkaks see kohe *de jure* tööle, nagu rõhutas ka minister Juhan Parts. Samas on eeltöid turu avamiseks kõvasti tehtud ja tootjad on suurt huvi ilmutanud. Kuigi teati juba ammu, et suured monopoolsed elektritootjad turul osa-

lema ei sobi, ei pööratud sellele asjaolule vajalikku tähelepanu ka kolmandal foorumil. Turu avamiseks antud aja jooksul pole olnud ühtki tõsiselt võetavat pingutust, mis oleks vähendanud Eesti Energia monopolset seisundit. Ennemini näitab ettevõtte soov broneerida endale õigus 1 GW võimsusega elektrituulikutele seda, et monopolset seisundit hakatakse suurendama. Juhul kui Euroopa Liit käsitleks Balti riike tinglikult ühe riigina, vastaksid nende riikide energiamonopolid avatud energiaturule, kuna neil pole Balti riikides eraldi võetuna enam liiga suurt osatähtsust.

Eesti Energia on vaatamata oma ambitsioonidele Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi haldusalas olev 100% Eesti riigile kuuluv ettevõtte. Kahjuks polnud võimalik leida Eesti Energia põhikirja ministeeriumi ega ka ettevõtte kodulehelt. Kuid varasematest aegadest on vähemalt teada, et majandus- ja kommunikatsiooniministri otsus selle ettevõtte suhtes võrdub üldkoosoleku otsusega. Kui põhikirja pole muudetud? Seega on riigil väga suur otsustusõigus ning on hea, et selle esindajad korraldasid energiafoorumid enne kaalukate otsuste tegemist Riigikogus. Nagu foorumil räägitust selgus, on Eesti energeetikas ülimalt palju küsimärke ja puudub ka täpsem teave, mismoodi lahendab Euroopa Liit meid eluliselt puudutavaid küsimusi. Praegu on meie energeetika patiseisus kas või seetõttu, et kohustus avada turg aastal 2013 on praegu vastuolus Euroopa Liidu nõudega, mille kohaselt tohivad avatud elektriturul osaleda ettevõtted, kelle osatähtsus riigis on väiksem kui kolmandik.

Keskkonnatehnikale kommenteeris foorumit **Rein Veski**

VIP Soojus OÜ

Küttesüsteemide müük, hooldus, paigaldus

- kütteseadmed
- automaatika
- katlamajad
- hooneautomaatika
- keskküttekattlad, tahkeküttekattlad
- soojussõlmed Danfoss nii era- kui korterelamutele (müük, paigaldus, hooldus)

VIP Soojus OÜ
Tel 334 1170,
501 1098
heiki@vipsoojus.ee,
E-R 9.00–17.00
Lehe 20a, Kohtla-Järve,
Ida-Virumaa



Omron **otse laost!**

OMRON

Alates maist 2008 mitmed OMRON tootegrupid AS Viru Elektrikaubandus
Tallinna, Rakvere ja Tartu müügiosakondades saadaval laokaubana:

Kontrollerid ja sagedusmuundurid		Induktiiv- ja fotoandurid
		
Releed	Teekonna- ja turvalülitid	Protsessiindikaatorid
		

AS Viru Elektrikaubandus on OMRON Electronic OY ametlik turustuspartner Eestis.

TALLINN

Kadaka tee 38, 10621
Avatud: E-R 8.00-17.00
Tel. 650 9900
Faks 650 9910

RAKVERE

C.T. Von Neff 5, 44305
Avatud: E-R 8.00-17.00
Tel. 329 5783
Faks 329 5790

TARTU

Tähe 127, 50113
Avatud: E-R 8.00-17.00
Tel. 734 4000
Faks 734 4001


virus
elektrikaubandus

Lai valik, kiired tarned

www.ve.ee

BALI KLIIMAKONVERENTS JA KYOTO PAINDLIKUD MEHHANISMID



TIIT KALLASTE

SEI-Tallinn

KYOTO PAINDLIKE MEHHANISMIDE KÄSITLEMINE

Mida õieti kujutavad endast need palju räägitud Kyoto paindlikud mehhanismid?

Seatud eesmärkide ellurakendamiseks on igal konventsioonil oma protokollid. ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni Kyoto protokoll jõustus pärast pikka ootamist 16. veebruaril 2005, kui Venemaa oli lõpuks otsustanud protokolliga ratifitseerida. Tänu sellele jõustuski protokoll 90 päeva pärast kinnitamist Venemaa duumas. Protokolliga jõustumiseks oli vaja täita kaks ranget tingimust: 1) vähemalt 55 konventsiooniosalist (ingl *Party to Convention*), 1 lisa riikide (sh Eesti) hulka kuulujat, peavad olema protokolliga ratifitseerinud; 2) nende riikide osa süsinikdioksiidi 1990. aasta emissioonis peab olema vähemalt 55%. Enne 2004. aasta novembrit oli täidetud küll esimene tingimus – protokolliga olid ratifitseerinud ligemale 140 osalist. Need olid aga n-ö väikesed tegijad, kelle emissioon kokku oli alla poole 1990. aasta kogusest. Venemaa on jätkuvalt üks suurematest kasvuhoonegaaside emiteerijatest maailmas. Nii saigi Venemaa ratifitseerimise otsus kaalukeeleks protokolliga jõustumisel.

Eesti kirjutas Kyoto protokollile alla 3.12.1998 ja ratifitseeris 14.10.2002, Euroopa Liit allkirjastas protokolliga 29.04.1998 ja ratifitseeris 31.05.2002. Käesolevaks ajaks, kevad 2008, on protokolliga ratifitseerinud juba 181 riiki, nende heitmed moodustavad tänaseks 63,7% heitmete kogusummast. Sellekohast jooksvat täiendavat statistikat peetakse kliimakonventsiooni Bonnisi paiknevas sekretariaadis, uusimad andmed saab iga huviline ise otsida veebileheküljelt (<http://www.unfccc.int>).

Indoneesias, Bali saarel, Nusa Dua kuurordi konverentsikeskuses toimus 3. kuni 16. detsembrini 2007 ÜRO kliimamuutuste raamkonventsiooni osaliste üheteistkümnese üleilmne konverents, mille käigus peeti ka kolmas Kyoto protokolliga ratifitseerinud osaliste konverents. Säästva Eesti Instituudi kliima, energia- ja atmosfääriprogrammi juhataja Tiit Kallaste osales konverentsi töös Keskkonnaministeeriumi delegatsiooni koosseisus Eesti Keskkonnaühenduste Koja (EKO) esindajana. Konverentsil sai lähemalt tutvustada ühiskondade kui ühe võimaliku paindliku mehhanismi arengutega maailmas.

Protokoll on jätkuvalt avatud kliimakonventsiooni osalistele, kes soovivad seda ratifitseerida. Maailma suurriikidest on seni protokolliga ratifitseerimisest kõrvale jäänud Ameerika Ühendriigid ja Austraalia. Arenenud

tööstusriigina on USA, kelle kasvuhoo- negaaside emissioon oli 1990. aastal maailma suurim, protokollile küll alla kirjutanud, kuid ratifitseerimist seni ajani edasi lükanud.

Kliimamuutuste leevendamise rah-



Foto 1. Konverentsi delegaadid möödusid iga päev nn hoiatavast kraadiklaasist

Fotod: Tiit Kallaste

vusvahelise koostöö vormid ehk nn paindlikud mehhanismid (ingl *flexible mechanisms*) sätestasid kliimakonventsiooni liikmesriigid 1997. aasta lõpus Jaapanis toimunud järjekordsel, juba kolmandal maailmakonverentsil COP 3, kus konventsiooniosalisel otsustasid võtta endale vabatahtlikult fikseeritud kohustused kasvuhoonegaaside (KHG) emissiooni vähendamiseks ehk nn Kyoto sihtarvu (ingl *Kyoto target*) (*The Kyoto ...*, 1998). Arenenud tööstusriigid kohustusid vähendama aastatel 2008–2012, mida kokkuleppeliselt nimetatakse Kyoto esimeseks kohustusperioodiks, oma kasvuhoonegaaside emissiooni vähemalt 5,2%, võrreldes 1990. aasta tasemega. Taolise eesmärgi saavutamiseks esitati ka lahendused – konventsiooniosaliste rahvusvahelise koostöö kolm lähendust. Kolm rahvusvahelise kliimamuutuste leevendamise alast koostöövormi on: ühisrakendus (ingl *Joint Implementation, JI*) protokolli 6. artikli alusel, puhta arengu mehhanism (ingl *Clean Development Mechanism, CDM*) 12. artikli alusel ja kasvuhoonegaaside emissioonidega kauplemine (ingl *Emissions Trading, ET*) 17. artikli alusel. Seejuures on kaks Kyoto mehhanismi – ühisrakendus ja puhta arengu mehhanism – n-ö projektipõhised, mis tähendab, et KHG emissiooni vähendamist käsitletakse üksikute projektide tasandil. Ühisrakenduse ja heitmekaubanduse lähene-misviisid on kasutusel ka Eestis.

Paindlikud mehhanismid on suunatud KHG emissiooni vähendamisele majanduslikult kõige tõhusamal viisil, milleks on projektide algatamine majanduslikult mõnevõrra vähem arenenud riigis, kus tööjõu- ja materjalikulud on märkimisväärselt väiksemad. Ühisrakenduse projektide käigus võtavad konventsiooni I lisa riigid ühiselt ette kliimamuutusi vältida aitavaid energiaspektori projekte: vahetavad katlamajade fossiilkütuse vähem saastava või biokütuse vastu, otsivad energiasäästu võimalusi nii soojuse ülekandmisel, tehnoloogilistes protsessides kui ka hoonete soojavarustuses. Juurutatakse ka kõige uuemaid tehnoloogiaid energiamahukates sektorites. Peale energiaspektori võivad projektid kuuluda ka teistesse valdkondadesse, nt metsaisutamise eesmärgiga suurendada süsinikdioksiidi absorbeerimist kasvava metsa poolt.

Bali kliimakonverentsil pöörati märkimisväärselt tähelepanu kõigile kolme-

le KHG heite vähendamise rahvusvahelise koostöö vormile. Paaril-kolmel päeval oli autoril võimalus valikuliselt külastada ühisrakenduse ja puhta arengu mehhanismi käsitlevaid seminare ja loenguid, mis toimusid mõne kilomeetri kaugusel asuvas teises kuurordis. Kasvuhoonegaaside heitmekaubanduse alased seminarid toimusid konverentsi teisel nädalal, mistõttu selle artikli autoril ei olnud võimalik neil osaleda.

Väljavalitud üritustel osalemiseks tuli liikuda seminaripaikade vahel. Selleks kulus niigi nappi aega ning osavõtt nii mõnestki erialaekspertidele mõeldud üritusest (ingl *side event*) jäi kohati poolikuks. Seminaridel käsitleti ühtviisi võrdselt ühisrakenduse ja puhta arengu mehhanismi küsimusi. Kohal

nemaa on üks suurema potentsiaaliga riike, kes käesoleval ajal on ambitsioonikalt asunud edendama rahvusvahelist koostööd kliimakonventsiooni 1. lisa riikidega ühisrakenduse alal. Venemaa registreeritud ühisrakendusprojektide arv on 2007. aasta lõpu seisuga 52, projektide arvu poolest järgmine on Ukraina – 28 (vt Ingo Rammingu ettekanne). Kahe riigi kohta seega kokku 80 projekti ühisrakendusprojektide koguarvust – 197. Välditud kasvuhoonegaaside kogumahust, 42 miljonist tonnist moodustavad Venemaa projektid tervelt 47% ja Ukraina projektid 23%, kokku 70% ehk 29,5 miljonit tonni aastas. Mõlemad riigid on asunud jõuliselt looma riiklikke struktuure Kyoto paindlike mehhanismide rakendamiseks üle



Foto 2. Konverentsi külastas üle 10 000 osavõtja üle kogu maailma

olid kõige erinevamate riikide esindajad üle kogu maailma, ka vaatlejad, nt kliimamuutuste kohta infot vahendava firma *Point Carbon* esindajad, kes esitasid ka oma hinnangu asjade praegusele seisule. Teemaatilised seminarid olidki liigitatud eespool mainitud paindlike mehhanismide järgi, sest sisuliselt on need üsna erinevad ja kohati väga spetsiifilised. Ettekanded olid enamasti Euroopa Ühenduse liikmesriikide ning osaliselt ka Jaapani, USA ja Kanada ekspertidelt ning poliitikutelt.

Ühe poolepäevase seminari korraldasid Venemaa riiklike organisatsioonide esindajad, kes andsid ülevaate riigis toimuvast aktiivsest tegevusest ühisrakenduse võimaluste loomisel ja esimeste projektide käivitamisest. Ve-

kogu riigi. Eesmärk on ühisrakenduse kaudu uute tõhusate energiatehnoloogiate maaletoomine ja olemasolevate uuendamine, fossiilkütustelt taastuvatele energiaallikatele üleminek (nt biogaasi tootmine energiaspektori vajaduste rahuldamiseks, tuuleparkide rajamine, biomassi laialdane kasutuselevõtmine), energiakasutuse tõhusamaks muutmine ja energia kokkuhoiu edendamine nii tootmisel, ülekandel kui tarbimisel. Nende kahe riigi potentsiaal välditavate kasvuhoonegaaside koguste suhtes on hiigelsuur.

Ida-Euroopa projektide arv ulatub küll 110-ni, kuid välditavad kogused on suhteliselt tagasihoidlikud, vaid 12 miljonit tonni. Ülejäänud riikide arvele tuleb 2007. aasta lõpu seisuga vaid 7

projekti 0,5 miljoni tonni ja 1%-se osatähtsusega.

Võrreldes puhta arengu mehhanismi raames käivitunud 2647 projektiga, mis aastast väldivad kokku 2287 miljoni tonni kasvuhoonegaaside õhku paiskamist, on ühishakendus muidugi veel suhteliselt vähem väljaarendatud lähenemisviis. Samas tuleb aga silmas pidada selle lähenduse spetsiifikat, mis seisneb eelkõige suurte süsinikku siduvate projektide käivitamises ainult arengumaades. Konventsiooni 1. lisa riikides on ühishakendusprojektid üldjuhul seotud tehnoloogiliste uuenduste sissetoomisega, fossiilkütuste väljahetamisega ja taastuvate energiaallikate laiemal kasutuselevõtmisega. Samas on arengumaade projektid suures osas suunatud kas metsade istutamisele ja säilitamisele, biomassi ja eriti biogaa- si laiemale kasutuselevõtmisele ning muidugi ka taastuvenergiaallikate, eriti päikese- ja tuuleenergia jõulisele arendamisele.

Üks suuremaid takistusi mõlema mehhanismi ladusal käivitamisel on eelkõige juhtkomiteede kehtestatud tehniliste protseduuride mahukus ja keerukus, rääkimata välditavate süsinikuheitmete arvestamise meetodiliste aluste kohmakusest. Protseduuri reeglite täpse järgimise tõttu on teatavasti jäänud ametlikult registreerimata suur hulk süsinikuheitmeid vähendavaid projekte. Ainuke lohutus on, et sellele vaatamata tehakse loodusele kokkuvõttes ikkagi head. Meetodiliste aluste lihtsustamisega tegeldakse justkui pidevalt, samas on teada, et keskmise suurusega projekti paberliku asjaajamise kordasaamine on projekti enda käikuandmise kõrval üks suuremaid probleeme. Projekti dokumentatsiooni eeskirjadekohase vormistamise kulud (ingl *transaction costs*) on suured, see on ka üks põhjusi, miks väikesemahulisi süsinikuheitmeid vältivate energiaefektiivsuse, väikehüdro (ingl *small hydro*) või katlamajakütuste vahetamise (ingl *fuel switch*) väikeste projektide vastu vähe huvi tuntakse. Projekti arendaja kasu oma arendustöö ühishakenduse alla vormistamisest ja välditavate süsinikutonnide mahamüümisest kipub taolistel juhtudel olema nullilähedane. Seni on suhteliselt väikeste projektidega olnud tegemist eelkõige ühishakenduse puhul. Venemaa ja Ukraina on omalt poolt kaasa toonud suuremahuliste projektide käivitamise. Suurte riikide, nt Hiina, India, Brasiilia mastaabid on



Foto 3. Pakri 18,4MW tuulepargi avamise päeval 13. mail 2005

märkimisväärselt suuremad kui Balti riikidel.

Üks aktiivsemaid riike, kes Kyoto paindlike mehhanismide kaudu oma esimese kohustusperioodi, s.t aastate 2008–2012 sihtarvu püüab saavutada, on Jaapan. Jaapan oli Bali konverentsil ja seminaridel esindatud paljude ekspertidega. Koos mitme teise tehniliselt ja majanduslikult arenenud suurriigiga on Jaapan asunud juhtima ühishakenduse ja puhta arengu mehhanismi projektide finantseerimise edetabelit. Jaapan on ka riik, kes kõigi muude koostööprojektide kõrval on üks Venemaa ja Ukraina kliimamuutuste leevendamisele suunatud projektide rahastaja. Jaapan käivitas süsinikukrediitidega kauplemise Jaapani Meretaguste Investeeringute Instituudi, JOI (ingl *Japan Institute for Overseas Investment*) baasil, seda toetab Jaapani Rahvusvahelise Koostöö Pank, vt lähemalt veebiaadressilt <http://www.joi.or.jp/carbon/>. Jaapani valitsus oli 2007. aasta lõpuks kinnitanud 253 ühishakendusprojekti ja puhta arengu mehhanismi projekti, mida tuleb pidada väga tugevaks näitajaks. Riikide hulgas, kus Jaapan kliimamuutuste leevendamise projekte rahaliselt toetab, (loe: süsinikukrediite ostab), domineerivad nt Hiina, India, Brasiilia, Korea, Vietnam, Tai, Indoneesia, Filipiinid, Venemaa, Ukraina. Jaapan finantseerib projekte ka Tšehhis, Slovakkias, Poolas, Ungaris, Rumeenias ja Bulgaarias. Kahjuks mitte Eestis.

Kummalisel kombel on Eesti jäänud eemale Jaapani taastuvenergiaalaste

projektide finantseeringute huviorbiidist, kuigi alles mõni aasta tagasi (2004/2005) tundis Jaapani üks suuremaid korporatsioone Sumitomo Corporation elavat huvi Eestis arendatavate tuuleparkide, eriti Pakri poolsaare 70MW pargi vastu. Oma Tallinna- viisil oli neil kaasas kokkuvõte SEI-Tallinna poolt Jaapani valitsuse tellimisel 2001/2002. aastal koostatud analüüsist Pakri tuulepargi kui potentsiaalse ühishakendusprojekti kohta (vt Kallaste, 2002). Tookord peletas jaapanlasi eemale selgusetus Pakri poolsaare maaomandi küsimustes, samuti riigi tasandil ühishakenduse selgepiiriliste reeglite kogumi puudumine. Need reeglid hakkavad alles käesoleval ajal selgepiirilist sisu ja vormi saama, Keskkonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskuse kliimabüroos valmib peagi ühishakenduse reeglistiku lõplik versioon, mis on projektiarendajate jaoks hädavajalik teave mitmesuguste protseduuride ja dokumentatsiooni täitmise etappide tutvustamisel.

Rea aastate jooksul pole lähenenud ka Pakri poolsaare maaküsimus, mistõttu seni suurima kavandatava tuulepargi rajamine on täielikult seiskunud. Huvilisi projektiarendajaid on sealkandis nähtud õige mitmeid, kuid tuulepargi detailplaneeringu kinnitamiseni ei ole asi seni jõudnud... Olemasolevale Pakri poolsaare tipus paiknevale 6 tuulegeneraatorile koguvõimsusega 18,4 MW (vt foto 3) oleks praeguseks olnud üsnagi reaalne veel paarikümne 2,5–3MW tuuliku käikulaskmine.

KASVUHOONEGAASIDE VÄLDITUD HEITKOGUSTE ÜHIKUTEGA KAUPLEMINE

See on teine Eesti jaoks tähtis Kyoto protokollis määratletud paindlik mehhanism. Heitmekaubanduse teemadel väljapanekuid oli Bali kliimakonverentsi kaarja peasaali ümber paiknevatel ekspositsioonipindadel ja fuajeedes, kus leidis ka muid huvipakkuvaid materjale. Selleteemalised seminarid olid aga koondatud konverentsi teisele nädalale, nii et nendest ei olnud võimalik osa võtta. Huvi selle temaatika vastu on allakirjutanul suur, sest SEI kliima- ja energia-programm on juba 2002. aastast alates tegelnud kasvuhuonegaaside lubatud heitkogusega kauplemise temaatikaga. SEI-s koostati Eesti jaoks Euroopa Liidu heitmekaubanduse skeemis (ingl *EU ETS ehk European Union Emissions Trading Scheme*) osalemise eeltingimuseks nõutav kasvuhuonegaaside lubatud heitkoguste riiklik jaotuskava RJK (ingl *National Allocation Plan*) aastateks 2005–2007 ja seda kaitsti Euroopa Komisjonis. Selle jaotuskava alusel on möödunud kolmel aastal (2005–2007) olnud kauplemine Eesti ligemale pool-esaja skeemis osalenud käitaja jaoks edukas. Allakirjutanu arvamust mööda on kauplemine olnud tulemuslik kõige muu kõrval ka tänu Eestis käitajatele korraldatud arvukatele koolitustele, mida SEI koostöös Keskkonnaministeeriumi ning Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi asjatundjatega aastatel 2003–2006 korraldas.

Üleilmse heitmekaubanduse Eestis rakendamiseks aastatel 2008–2012 koostati SEI-s lubatavate heitkoguste järgmine riiklik jaotuskava RJK II ning esitati see (30. juunil 2006, nii nagu direktiiv sätestas), vt Euroopa Komisjoni veebilehelt http://ec.europa.eu/environment/climat/2nd_phase_ep.htm, Euroopa Liidu liikmesriikide seas esimeste hulgas Euroopa Komisjoni-le. Jaotuskava kandsime Brüsselis ette juba juuli lõpus. Komisjon vaidlustas jaotuskavas toodud kogused oma 4. mai 2007. aasta otsusega, viidates nn PRIMES-mudeli arvutuste baasil tehtud järeldustele ja Eesti energiaspektori vähemalt 50% ulatuses Venemaa maa-gaasile üleviimise vajadusele (!), ning vähendas jaotatud kvoote 47,8%, vt lähemalt veebilehelt: http://ec.europa.eu/environment/climat/pdf/nap2006/et_decision_et.pdf. Aastase koguse, ca 24 mln tonni lubatud heitkoguste ühikute

aselele pakuti Eestile 12,7 mln tonni. Seda on ilmselt alla Eesti vajaduse, mida ilmekalt kirjeldab juba nt 2007. aasta KHG tegelike koguste verifitseerimise tulemus – 15,7 mln t. Eestis on aga lisandumas terve rida energeetikasektori käitisi, kes kõik vajavad kvoote...

Suurimad "löikamised" langesid osaks Euroopa Liidu nn uutele liikmesriikidele (Slovakkia, Ungari, Tšehhi, Poola, Eesti, Läti, Leedu). Seitsme liikmesriigi RJK II kohta tehtud otsusel oli kahtlemata tugev poliitiline suunitlus. Üleminekumajandusega riikidelt tuleb kvoote kärpida, neil on niigi ülejääki! Nii Eesti kui ka eespool nimetatud riikide jaotuskavade kohta tehtud Euroopa Komisjoni otsused põhinevad Ateena Tehnikaülikoolis prof Patrose makromajandusliku mudeli - PRIMES põhjal tehtud arvutustel. Eesti ekspertide kuueliikmeline delegatsioon külastas 2007. aasta suvel prof Patrost, kes eraettevõtjana oli komisjoni tellimisel mudelarvutusi teinud, et selgitada välja mudeli sisuline külg. Enamik mudeldamise olulisi aspekte kaeti aga "konfidentsiaalsuse looriga". Kokkuvõtlikult võib öelda, et mudelarvutustes oli kasutatud tegelikest erinevaid lähteandmeid ja eeldusi, eriti neid, mis seonduvad elektritootmissektori tulevikuga, mistõttu mudeli tulemusi ega neist tehtud suunitlusega järeldusi ei ole kuidagi võimalik tõestena võtta. Komisjon ei pöördunud kordagi Eesti ekspertide poole, et selgitada tegelikku olukorda ning energiaspektori enim tõenäolisi tulevasi arenguid.

Euroopa Komisjoni 4. mai 2007. aasta otsuse vaidlustas omakorda Eesti Vabariigi nimel Välisministeeriumi Euroopa Liidu büroo oma 16. juuli 2007. aasta hagiavalduse esitamisega Euroopa Ühenduste Esimese Astme Kohtule. Lahendust seni pole, kuid on suur lootus, et kohus annab Eesti hagiile positiivse lahendi ja tühistab komisjoni otsuse. Eesti on ka tänavu esitanud mainitud kohtule täiendava mahuka repliigi, milles palub veel kord 4. mai 2007. aasta otsus tühistada. Ja küllap see asi tühistamise teed lähebki. Slovakkia osas on komisjon juba järele andnud, ülejäänud kuus uut liikmesriiki ootavad huviga oma hagide rahuldamist. Niikaua kui pole kohtulahendit, tuleb Eestil järgida 47,8% suurust lubatavate heitkoguste vähendamise nõuet. Vastava RJK II kvootide vähendamise tegid Keskkonnaministeeriumi eksperdid 2007. aasta lõpus ja see jõustus Vabariigi Valitsuse

2008. aasta määrusega. Teadaolevalt pole komisjon veel kinnitanud sedagi kärbitud varianti, mis ligi 50 osalevat käitist pingelisse olukorda seab. Komisjoni kodulehel on endiselt eksponeeritud Eesti jaotuskava ettepanek ja selle kirjeldus koos vastavate lisadega ning eks sellelgi on mingi märgiline tähendus. Meie käitajate kauplemine on praeguseks seiskunud.

Lähituleviku stsenaariumi kohaselt pakub komisjon küllalt suure tõenäosusega Eestile (ja ka ülejäänud kuuele liikmesriigile) kohtuueletset kompromisslahendit, millega loodetavasti lisatakse majanduse normaalseks funktsioneerimiseks vajalikul määral kvoote.

Kirjandus

The Kyoto Protocol to the Convention on Climate Change (1998). UN Climate Change Secretariat. UNEP/IUC/98/2. Bonn.

Kyoto Protocol. Status of ratification. http://unfccc.int/kyoto_protocol/background/status_of_ratification/items/2613.php

Kallaste, Tiit. (ed.), (2002). Pakri Peninsula Wind Farm as a climate change mitigation pilot project in the frame of Joint Implementation. The Japanese Ministry of Environment, Overseas Environmental Cooperation Centre. Project report, soft-bound copy at SEI-Tallinn. SEI-Tallinn, 152 p.

Ingo Ramming. An Investors' view on Joint Implementation. Side Event: IETA – JI Potential Performance, Risks, and Outlook. Bali, 5th of December 2007. <http://unfccc.int/>

National Allocation Plan of Estonia for greenhouse gas emission allowance trading for the years 2008-2012. SEI-Tallinn Centre, Ministry of the Environment of the Republic of Estonia. Tallinn. 50 p. Annexes. http://ec.europa.eu/environment/climat/2nd_phase_ep.htm

Euroopa Ühenduste Komisjoni 4. mai 2007. otsus riikliku kasvuhuonegaaside jaotuskava kohta, mille Eesti on esitanud kooskõlas Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiviga 2003/87/EÜ, Brüssel. http://ec.europa.eu/environment/climat/pdf/nap2006/et_decision_et.pdf

VÄIKEMAJA TAHKEKÜTUSEL TÖÖTAVA KATLAMAJA KAVANDAMINE

TOOMAS LAUR

Efiṗa AS

ERAMAJA EHITAJAL on praegu üsna raske kavandada küttesüsteemi, sest valikuvõimalusi on palju. Käesolevas artiklis tutvustatakse lühidalt kavandamisetappe (tabel 1) ning veidi põhjalikumalt 4. etappi – katlamaja kavandamist.

KÜTMISEKS JA SOOJA TARBEVEE SAAMISEKS VAJALIKU SOOJUS- VÕIMSUSE HINDAMINE

Katlamaja soojusvõimsuse suurusjärku saab hinnata tabelis 1 antud küttesoojuskao suurusvahemike kaudu, täpse arvutuse teeb hiljem projekteerija. Soojuskao täpset arvutust läheb vaja ka küttesüsteemi kavandamisel ja hilisemal tasakaalustamisel. Vajalikku soojusvõimsust teades saab hinnata katla ja katlamaja lisaseadmete maksumust ja suurust ning seadmete paigutamiseks vajalikku ruumi.

Eramajas toodetakse sooja tarbevett enamasti mahtboileriga ning selle jaoks vajalikku soojusvõimsust pole tavaliselt eraldi vaja arvutada (v.a majades, mille kaugküttesüsteemiga ühendatud soojussõlmes on kiire plaatsoojusvaheti).

Näide. Kui uues ja hästi soojustatud ning mitte eriti suurte akendega majas on 200 m² kasulikku pinda ning korruse keskmine kõrgus on 2,7 m, võib küttesoojuskaoks võtta 20 W/m³ ning siis on küttesüsteemi vajalik soojusvõimsus 10,8 kW. Kui majas on soojusvahetiga ventilatsioonigregaat, siis on vaja 20% suuremat soojusvõimsust – 13 kW.

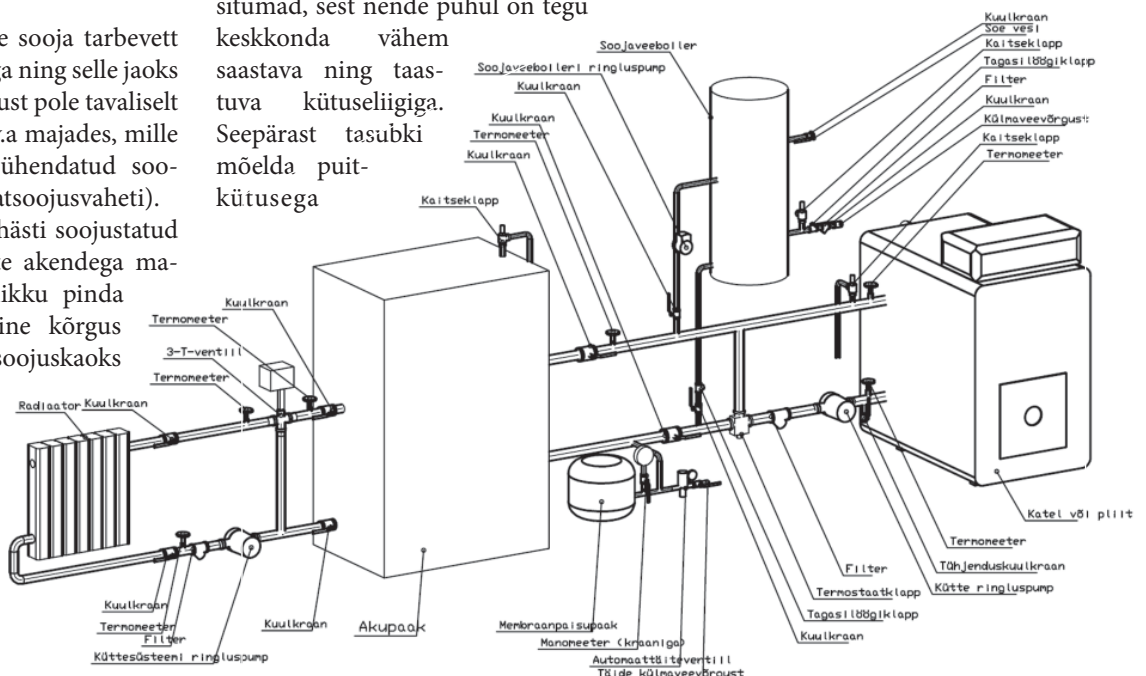
KÜTMISVIISI VALIMINE

Eramaja võib kütta mitut moodi: soojuspumbaga (maa-, õhk- või vee-soojuspumbaga); halupuude, pelletite, hakkpuidu või kivisööga köetava tahkekütusekatlaga; gaasi-, õli- või elektrikatlaga või maja ühendada kaugküttesüsteemiga. Eesti kodudes võib leida kõiki neid kütmissviise, igal neist on omad eeliseid ja ka puudused. Valik sõltub ka kohapealsetest võimalustest, kasutusmugavusest ja ka majanduslikust otstarbekusest. Käesolevas artiklis ei ole pikemalt peatunud kütmissviiside majanduslikul võrdlusel. Selle kohta on ilmunud juba piisavalt artikleid ning viimaste aastate tormilist hinnatõusu arvestades on raske ennustada, mis on parim viie aasta pärast. Võib küll arvata, et tulevikus peaksid kohalikud kütused (puitkütus) olema praegusest soositumad, sest nende puhul on tegu keskkonda vähem saastava ning taastuva kütuseliigiga. Seepärast tasubki mõelda puitkütusega

katlale.

KÜTTESÜSTEEMI VALIMINE

Soojuse majasisese jaotussüsteemi valik sõltub ennekõike tarbijast ja tema harjumustest. Arvestada võib ka säästlikkust ja majanduslikku tasuvust, kuid enamasti sõltub see, kas toas on sooja 20 või 25 kraadi, harjumustest. Kui soovitakse eriti säästlikku lahendust, siis tasub teada, et madala temperatuuriga küttevee korral (põrandaküte) on kütuse kasutamise kasutegur kõige suurem. Kui aga küttesüsteemi valiku kohta ei ole veel lõplikku otsust tehtud, siis peab teadma, et soojuspumbaga soojuskandja temperatuuri üle 65 °C tõsta ei saa ning seetõttu peab majas olema peale selle ka radiaator- või põrandaküttesüsteem. Kuigi madala temperatuuri valimise korral on vaja suuremaid radiaa-



Tabel 1. ERAMAJA KÜTTESÜSTEEMI KAVANDAMISETAPID

1	Kütmiseks ja sooja tarbevee saamiseks vajaliku soojusvõimsuse hindamine	Küttesoojuskao hindamisel võib kasutada keskmisi suurusjärke: uuel ja hästi soojustatud majal 15–20 W/m³ ning vanal, kehvasti soojustatud majal kuni 35 W/m³. Lisandub maja õhuvahetuseks vajalik võimsus (10–35%).
2	Kütmissiivi valimine	Valida on mitme kütmissiivi (soojuspump, elektri-, puu-, gaas-, õli- või kaugküte) vahel. Igal juhul tasub arvestada kohalikke võimalusi ning uurida liitumistasusid.
3	Küttesüsteemi valimine	Valik (nt pörand-, radiaator-, õhk-, kiirgusküte) sõltub elanike harjumustest ja ruumi otstarbest.
4	Katlamaja kavandamine	Katla, katlaautomaatika ja katlamaja lisaseadmete valimine.
5	Küttesüsteemi projekteerimine	Koolitatud projekteerija arvutab hoone ehitust arvestades täpse küttesoojuskao ning projekteerib küttesüsteemi ja katlamaja.

Tabel 2. HALUPUUKATLAGA KATLAMAJA SEADMEKOMPLEKT

Seade	Funktsioon	Soovitused
Katel	Põlemisenergia edastamine soojuskandjale	Katla soojusvõimsus on vaja valida arvutatud soojusvõimsuse järgi. Kasutegur on oluline, sest suurema kasuteguri korral kulub vähem kütust. Tavaliselt on odavate ja lihtsa ehitusega katelde kasutegur väike, kuid puitkütuse hinda arvestades tasub parema kasuteguriga katel ennast kiiresti ära. Kütuse põlemisaeg sõltub hetketarbimisest ja kolde suurusest. Kui kolle on suur ja ehitatud nii, et kütus põleb allapoole, siis on põlemisaeg suhteliselt pikk. See teeb kütmise mugavaks. Kolde suurus: suur kolle tagab pikema põlemisaja ja täielikuma põlemise. Katla veemaht: suur veemaht hoiab temperatuuri stabiilsena ning tagab katla pika tööea. Reguleeritavus: põlemise intensiivsust reguleeritakse tavaliselt põlemisõhu kogusega. Kõige paremini on reguleeritavad puugaasikatlad, kus puitkütus algul gaasitatakse ja seejärel põletatakse. Varuküttekeha paigaldamise võimalus: üldjuhul saab katlasse paigaldada elektritenni, mis tagab minimaalse kütmise ka siis, kui elanikke pole kodus.
Termostaatklapp	Katla tagastusvee temperatuuri tõstmine	Vajalik seade, mis hoiab katlasse tagastuva vee temperatuuri (tavaliselt 60 °C). Kui tagastusvee temperatuur on liiga madal, siis kipuvad suitsugaasid üleliia jahtuma, suitsukäikudesse tekib pigi ja kondensaati ning katla tööiga lüheneb tunduvalt.
Membraanpaisupaak	Soojuskandja temperatuuri kõikumistest tingitud paisumise kompenseerimine	Paisupaagi suurus valitakse küttesüsteemis ringleva vee hulga, temperatuuri ja kaitseklapi avanemisrõhu järgi. Kui valida liiga väike paak, võib süsteemis tekkida ülerõhk, mille tagajärjel kaitseklapp avaneb ja süsteem kaotab soojuskandjat.
Kütteeve ringluspump	Soojuskandja ringleva panemiseks katla ja kogumispaaži vahel	Töötab tavaliselt pidevalt ning hoiab soojuskandja pidevas liikumises katla ja akupaagi vahel. Pump valitakse katla soojusvõimsuse ja temperatuurigraafiku järgi. Pumba iseloomustab jõudlus, tõstekõrgus ning mootori võimsus ja kasutegur. Väikestes katlamajades kasutatakse nn märgrootorumpasid.
Soojaveeboiler	Sooja tarbevee tootmiseks	Boileri suurus valitakse sooja vee tarbijate arvu ja tarbimisrežiimi järgi. Eramajas kasutatakse üldjuhul 100- kuni 200-liitrise soojaveeboilereid. Võib arvestada, et üheks dušikasutuseks kulub sooja vett ca 12 l/min ning inimene on duši all ca 5 minutit. Soe tarbevesi soojendatakse küttesüsteemi kontuuri veega, selleks on boileris siugtoru või eraldi mantel. Boileris võiks olla koht elektritenni jaoks, et suvel ei peaks katelt kütma.
Soojaveeboileri ringluspump	Tagab ringluse soojaveeboileri siugtorus	Pumpa juhib boileris olev termostaat, mis käivitab pumba, kui vee temperatuur boileris langeb etteantust madalamale.
Akupaak	Akumuleerib soojust väikese tarbimise ajal	Vajalik seade halupuukatelde korral. Võimaldab kütta katelt perioodiliselt ning vähendab ülekütumisohtu. Akupaagi maht valitakse katla kütmisperioodi soovitud kestuse järgi. Üldjuhul on eramajas 500- kuni 1000-liitrised akupaagid. Mida suurem paak, seda sujuvamalt ja mugavamalt saab katelt kütta. Suurtes eramutes (katla soojusvõimsus 25–30 kW) peaks olema 1000- kuni 2000-liitrine paak. Akupaak peab olema soojusisoleeritud. Paaki saab panna sooja vee tootmiseks vajaliku siugtoru või elekterkütetenni, viimasel ajal on paake ühendatud päikeseküttekollektoriga.
Ajamiga 3-T-ventiil	Reguleerib küttesüsteemi mineva vee temperatuuri	Tavaliselt kuulub komplekti ka välis- ja pealevooluvee temperatuuri anduriga kontrollerr, mis reguleerib radiaatorite või põrandaküttekontuuri vee temperatuuri. Ventiliil valimisel tuleb arvestada selle K _s -arvu, mis ei tohi olla liiga väike (ei võimalda piisavat ringlust kontuuris) ega ka liiga suur (põhjustab kontuuris temperatuuri kõikumist). Kui küttesüsteemis ringleb õige temperatuuriga vesi, on tagatud maksimaalne energiasäästlikkus ja mugavus.
Küttesüsteemi ringluspump	Paneb vee küttesüsteemis ringleva	Pump valitakse küttesüsteemi või -kontuuri soojusvõimsuse ning valitud temperatuurigraafiku järgi. Pumba iseloomustab jõudlus, tõstekõrgus ning mootori võimsus ja kasutegur. Väikestes katlamajades kasutatakse nn märgrootorumpasid. Üldjuhul on küttelelemendid (radiaatorid või põrandaküttingid) eraldi reguleeritavad ning otstarbekas on valida pump, millel on sisseehitatud sagedusmuundur. See optimeerib veeringlust ja hoiab kokku elektrienergiat.
Filtrid	Peavad kinni mehaanilised võõrised	Peavad kinni küttesüsteemis ringelda võivaid mehaanilisi võõriseid.
Mano- ja termomeetrid	Rõhu ja temperatuuri mõõtmine	Vajalikud katlamaja ja küttesüsteemi häälestamiseks. Ilma mõõteseadmeteta ei saa kontrollida süsteemi töörežiimi ega vajaduse korral vigu üles leida.
Kaitseklapp	Võldib liigse rõhu tekkimist süsteemis	Valitakse seadmete suurima töörohu ja vooluhulga järgi. Tavaliselt piisab pooletolisest läbimõõdust ning avanemisrõhust 1,5 baari.

toreid (paigalduskulud suurenevad), on toas siiski meeldivam kliima, kui radiaatorid ülearu kuumad ei ole

Katlamaja kavandamisel on tarvis teada küttekontuuri temperatuurigraafikut. Ametlikult kehtiva standardi järgi on Eestis radiaatorkütte temperatuurigraafik 50/70 °C (lubatud ka 60/80 °C) ning põrandakütel 40/45 °C.

PUITKÜTUSEGA KATLAMAJA KAVANDAMINE

Kui on otsustatud puitkütusega kat-

lamaja kasuks, siis tasub katelt ja katlamajaseadmeid valides võtta arvesse mõningaid soovitusi.

Peale katla on katlamajas ka muid seadmeid, mille eesmärk on tagada soojuse pidev tootmine ning selle reguleerimine. Seadmeid valides tuleb mõelda ka kütmise mugavusele.

Tabelis 2 esitatud näites tutvustatakse katlamajaseadmete komplekti, mis sobib halupuude või puidujäätmetega köetavasse katlamajja. See lahendus on üks paljudest ning muidugi on olemas nii keerulisemaid kui ka lihtsa-

maid variante – valik oleneb kasutajast. Kui kütta pelletitega, siis on komplekt märksa lihtsam ning akupaaki ega lisapumpa ei ole vaja.

KÜTTESÜSTEEMI PROJEKTEERIMINE

Kui kõik soovid on läbi kaalutud ning põhiseadmete suhtes valik tehtud, saab projekteerija koostada tehniliselt pädeva projekti ning kontrollida, kas valitud seadmed tööpoolest sobivad või mitte. Edukat kavandamist!

A.M.

PRAKTIINE JA KESKKONNASÄÄSTLIK SOOJUSPUMP

OLAR SAVASON

Ecocomfort OÜ juhataja

PALJUDES RIIKIDES on soojuspumbaga kütmine väga populaarne. Eestis on soojuspumpasid paigaldatud juba üle viieteist aasta ning käesoleva aasta alguseks oli neid 18 000 ringis, 4000 neist maasoojuspumpad.

Veest, maast ja õhust soojust ammutavaid soojuspumpasid loetakse Šveitsis, Madalmaades, Taanis, Soomes ja Norras taastuva energia andjaks. Šveitsis korraldatakse energeetikaameti toetusel pidevalt kasvuhooneefekti vastaseid kampaaniaid ning propageeritakse taastuvate energiavarude kasutamist. Soojuspumpadel on nendes kampaaniates suur osa. Euroopa Liidus ollakse valmis tootma soojuspumpadega 12 % taastuvatest allikatest saadavast energiast.

Soojuspumpade tõhusus tuleneb sellest, et nad kütmiseks energiat ei kasuta, seda kulub vaid soojuse edasitoimetamiseks – 4 kWh soojusenergia transportimiseks kulub keskel läbi üks kWh elektrienergiat. Fossiilkütuseid tarvatakse vaid nii palju, kui kulub pumba käitava elektrienergia tootmiseks. Kui elekter toodetakse aga nt tuule jõul, ei kulu neid üldse.

Soojuspumba valik oleneb sellest, kas maja on renoveeritav või uus, kas pump peab katma kogu soojusvajaduse või rakendatakse seda lisakütteallikana ning kui soe peab olema küttevesi. Tähtselt on küttevee kõrgeim temperatuur 55 kraadi, võib aga olla ka 65 °C. Tuleb silmas pidada, et mida kõrgem on vee temperatuur, seda väiksem on nii soojuspumba kasutegur COP kui ka võimsus ning kui soovitakse kütta kuumema veega, on vaja soetada märksa kallim ja võimsam seade. Praktilisem lahendus on kasutada hoones madalatemperatuurilisi küttejaotussüsteeme (põrandaküte ja alumiiniumradiaatorid), millele piisab kuni 55-kraadisest temperatuurist. On olemas ka kuumgaas-soojusvahetiga soojuspumpasid, mis võimaldavad toota ühel ajal 65-kraadist tarbevett ja põrandakütte jaoks



35- või alumiiniumradiaatorite tarvis 55-kraadist küttevett. Teiste pumpadega võrreldes on nende kasutegur suurem, nad on tunduvalt ökonoomsemad ning nende tööiga on pikem, sest kõrge temperatuur saavutatakse madalamatel survetel, säästes sellega oluliselt kompressorit.

Maasoojuspumba kasutegur on õhk-soojuspumba omast suurem ning kütmisel ei jää nad hätta ka kärede pakase korral, sest 1,1–1,2 m sügavusel maa sees on temperatuur alati plussis. Seepärast tasub võimaluse korral kaaluda põhikütmiseks esmalt maasoojuspumba.

Kui kaevamine muret teeb (nt ei taheta rikkuda haljastust), siis võib valida õhk-vesi soojuspumba. Siis on vaja külmal ajal lisakütteallikat (keskküttekamin, elektri-, õli-, gaasi- või tahkekütusekatel).

Õhk-õhk-soojuspumpad sobivad väikestesse majadesse, korteritesse ja kontoritesse, kus õhk pääseb vabalt ringlesse, sest funktsiooni poolest on nad soojapuhurid, mille kütteallikas on väline soojuspump.

Soojuspumba peaks paigaldama asjatundja või väljaõppe saanud inimene, sest siis on täidetud garantiitingimused.

Kui on tehnilist taipu, saab paigaldusjuhendit kasutades ka ise hakkama.

Kui hinnast rääkida, peab soojuspumba soetamisel arvestama kogu projekti maksumust, mis hõlmab soojuspumba, soojaveesüsteemi, väliskäevetõõd (maasoojuspumba korral) ja paigaldamist koos seadistamisega. Oluline on teada saada, mida projekt sisaldab, s.o mida tarbija oma raha eest saab. Soojuspumpaprojekti maksumus 200 m² maja jaoks võib kõikuda isegi 50 000 krooni ulatuses. Hinnavahe võivad põhjustada automatiseerumise suurem osakaal, lisatarvikud ja pumba eriomadused. Sama tootja kallimad mudelid on üldjuhul odavamatest ökonoomsemad, mugavamad kasutada ja täisautomaatsed, s.o välisele ja sisemisele keskkonnatingimustele iseseadistuvad. Keerulisemate mudelite tasuvusaeg on üldjuhul sama kui lihtsamatel, sest käituskulud on väiksemad. Kallima, automatiseerituma ja ökonoomsema mudeli igaaastane kokkuhoid küttekuludel on suurem.

Eesti Soojuspumba Liidu (ESPEL) prognoosi kohaselt paigaldatakse meil 2010. aastal 1000 soojuspumba, st et pumba muretsseb endale iga kolmas uue maja ehitaja.

A.M.

Uudistood **IVT-lt** **Õhukuivati MJ-E 16 VX**



Hallitusseened on mikroorganismid, kes vajavad kasvamiseks niisket keskkonda. Nende areng intensiivistub, kui ruumiõhu niiskus tõuseb üle 65–70%, kasvu soodustab ka kõrge temperatuur. Hallitus-seened võivad põhjustada allergilist nohu, silmade sügelemist ja astmanähte, nad võivad kurnata organismi immuunsüsteemi ja soodustada haiguste, sh südamehaiguste ja kasvajate teket. Hallitusseente vaoshoidmiseks on vaja eluruume korralikult ventileerida ja ühtlaselt kütta.



Nõukogude ajal ehitatud hoonetes, kus kasvupinnas on hallitusseente jaoks väga soodus. Lasnamäel, Õismäel, Mustamäel, Tartu Annelinnas jm on luge-matu arv kortereid hädas niiskusega, kahjuks teeb see muret ka eramajades. Majadel on küll vahe-tatud aknaid, neid on soojustatud ja värvitud, kuid palju on veel tegemata. Niiskuse vastu pakub rohtu majade ventileerimine. See on töömahukas ja kulukas ettevõtmine. Kuid on ka lihtsamaid ja kiire-maid võimalusi.



Euroopa suurim soojus-pumbatootja **IVT Industrier Ab** on toonud turule lihtsa ja töökindla õhukuivati **MJ-E 16 VX**, mis sobib nii uude kui ka vanasse majja ning vähendab ruumiõhu niiskust kiiresti, vaik-selt ja energiasäästli-kult. Kuivas õhus hallitusseened are-neda ei saa.

Suvilates

Õhukuivatit võib kasutada suvilas ka sel ajal, kui seal ei viibita ning sisetemperatuur on madal (alla +15 °C). Tekstiilesemed ja sisustus säilitavad meeldiva lõhna, hallitusriski ei ole ning kütteraha saab kokku hoida.

Garaažides

Ka garaažiõhku on mõistlik kuivatada. Niiskesse autosse on ebamugav istuda, pealegi ohustab rooste kuiva autot tunduvalt vähem kui niiskes garaažis hoitavat.

Pesu kuivatamine

Viimasel ajal on hakatud pesu kuivatamiseks kasu-tama kuivatusmasinaid või -kappe. Kui nende ase-mele muretseda IVT õhukuivati, jääb pesu kuivades tunduvamalt kohevamaks kui masinas kuivatades, säästetakse kuni 75% kuivatamiseks kuluvat energiat ning kuivatusruum ei muutu niiskeks. Kuivati konden-satsioonivee võib juhtida otse kanalisatsiooni, siis ei pea kondensaadipaagi tühjendamisega vaeva nägema.

Rootsis korraldatud energiaaudit TOPP TESTAD 2007 andis IVT õhukuivatile superhinnangu:

- kerge, kaalub ainult 11,7 kg;
- töötab väga vaikselt;
- energiasäästlik;
- puhastab õhku;
- väldib hallituse tekkimist;
- kõrvaldab õhust kuni 16 l vett ööpäevas;
- 1,5 liitri õhus oleva vee kõrvaldamiseks kulub üks kWh energiat;
- sobib kuni 190 m² suurustesse ruumidesse;
- kuivatab pesu;
- töötab ka madalas temperatuuris;
- õhu suhtelist niiskust saab hoida viiel tasemel;
- vedelkristallnäidik;
- varustatud taimeriga;
- automaatselt liikuvad õhusuunurid;
- saab ühendada kanalisatsiooniga;
- paigaldamisvaeva pole, tuleb vaid pistik pessa pista;
- varustatud lastelukuga.

IVT Soojuspumbad OÜ personal on õhukuivatit testinud oma kodudes. Seetõttu võime öelda: "Soovitame soojalt!"

Tulge ja tutvuge õhukuivatiga kauplustes **IVT Centre** üle Eesti. Toote hind on 11 500 krooni (käibe-maksuga), osta saab ka järelmaksuga. Lisateave: www.ivt.ee.

IVT Soojuspumbad OÜ - IVT ametlik esindaja Eestis

SOOJUSTA OMA KODU JA SÄÄSTA

STEVE EERMA

OÜ Therm

TIHTIPEALE HAKATAKSE saabuva talve peale mõtlema ja oma maja soojapidavuse pärast muretsema alles sügisel.

Nõukogude ajal ehitatud majade välisseintes on tavaliselt õhkvahed, sest õhku peeti heaks soojustajaks ning selle eest ei olnud vaja maksta. Tegelikult toimivad õhkvahed lõõridena, mille kaudu suur osa soojusest ruumidest välja pääseb. Majas soojenenud õhk tõuseb tühjas õhkvahes üles ning umbes 70% soojusest juhitakse hoonest välja. Selle asemele tuleb külm õhk, mis pääseb hoonesse mitmesuguste avade kaudu. Soe õhk, mis ei ole jõudnud pööningu kaudu välja pääseda, puutub vastu külmi välisistlaseid, annab oma soojuse nendele edasi ja vajub jahtudes allapoole, kuni saab jälle siseseinast soojust. Selline seinte kaudu toimuv konvektsioon põhjustab üle 20% sooja õhu kaost.

Paljud on seda mõistnud ning üritanud oma maja soojustada, kattes välisseinad kas villa või vahtpolüstüreenist soojustusplaatidega. Selline soojustusviis nõuab ilmtingimata kõigi välisseinte uut viimistlemist, nii et kogu ettevõtmine läheb üsna kulukaks. Kui soojustada seinad väljastpoolt, siis õhuringlus tühjades õhkvahedest ainult aeglustub, kuid soojus juhitakse sellegipoolest välja.

Millega täita seina sees olev lõõr, kui maja on juba valmis ehitatud? Kasutatav materjal peab täielikult täitma seintes olevad õhkvahed ning peatama seintes kogu õhuringluse, sest vaid liikumatu õhk on parim soojusisolaator. Soojustusmaterjal peab olema stabiilne, vastupidav ega tohi imada niiskust – niiskust ei tohi jõuda siseseinenti. Materjal ei tohi ka suurendada seinte mahutust – see ohustab maja tarindeid.

Kui õhkvahed täita teralise ainega, tuleb arvestada seda, et:

- ehkki õhk ringleb endisest aeglasmalt, lahkub täitegraanulite vahelt siiski suur osa soojusest;
- teraline soojustusmaterjal võib väikestest avadest välja pudeneda;

- enamik teralisi aineid muutub pudedaks ja niiviisi tekivad uued õhkvahed;
- seinte õhkvahesid on raske täita teralise ainega nii, et seinte välisilmel ei rikutu.

Tunduvalt tõhusam moodus on täita seinte õhkvahed termovahuga, mis seinte välisilmel ei riku, täidab korralikult kõik õhkvahed ning ei lase õhul ringelda.

Mida peab arvestama väheste kogemustega majaomanik, kui ta peab paljude tehnoloogiate, materjalide ja nende omaduste ning hindade seast valima kõige sobivama? Kui tehakse vale valik, on viga hiljem väga raske parandada.

Termovahttehnoloogia valiku kasuks räägivad:

- vahu omadused (ei ima niiskust, läheb veeauru läbi, ei suurenda seina mahtu, soojustakistus on hea) ning
- pikaajalisus ja seina õhkvahede täielik täitmine. Ettevõtte, kes toodavad heast materjalist kvaliteetset termovahtu ja täidavad sellega seinte õhkvahesid, annavad oma kliendile kõhklemata pikaajalise garantii, võttes endale vastutuse vahu pikaajalisuse ja seinavahede täitmiskvaliteedi eest (tuleb aga silmas pidada, et leidub ettevõtteid, kes igasugusest vastutusest hoiduvad).

Maja soojustamise maksumuse hindamisel tuleb arvestada seda, et seinte õhkvahede mahtu ei ole võimalik täpselt hinnata (eksimus ei tohiks siiski ületada 20%). Kui valida odav soojustusmaterjal, ei tähenda see alati seda, et soojustamise eest tuleb vähem



Välisseina õhkvahetäitmine soojustusvahuga

maksta. Kui töö tegija küsib ebareaalset madalat hinda, on tõenäoline, et ta kasutab kõige odavamaid (ja seega ka viletsamaid) materjale ning tehtud töö kvaliteedi eest täielikult ei vastuta. Seejärel tuleb tõsiselt kaaluda, kas tasub soojustamist tellida kõige madalamal hinnal pakkuvalt ettevõttelt, eriti kui sellel ei ole esitada soojustusmaterjali omaduste ja pikaajalisuse kohta tõsiselt võetavaid dokumente. Kindlam on valida pikaajalist garantiid pakkuva ettevõtte teenust, mis võib esialgu tunduda kulukas, kuid on ikkagi kasulikum, sest tööd ei ole vaja korduvalt ümber teha või seinte välisviimistlemisele raha kulutada. Pealegi kompenseerivad kulutusi soojapidava maja küttekulude märgatav vähenemine.

Maja soojustamisele tuleks mõelda juba kevadel. Tööd tuleb teha läbimõeldult ja eelistada parimat materjali.

A.M.

SOOJUSTATUD VÄLISSEINA HINGAMINE

ALAR PIIRFELD

VAHTPOLÜSTÜREENIGA (tavakeeli *vahtplast*, mida nimetatakse vene keele mõjul vahel ka *penoplastiks*) ja mine-raalvillaga krohvisüsteeme on Eestis välisseinte soojustamiseks kasutatud ligi viisteist aastat. Nad (üldnimetus ka *liitsoojustussüsteemid*, vastandina *tuulduvatele soojustussüsteemidele*) on energiatõhususnõuete tõttu levinud. Samas on selle teemaga hakanud kaasas käima palju väärarusaamu, mida enamasti lihtsalt teadmatusel propageeritakse. Paljudele on tuttavad väljendid:

- maja peab hingama;
- vahtplast ei hinga;
- vahtplast hingab halvemini kui mineraalvill;
- ärge mähkige oma maja kilekotti;
- polümeerkrohv ei hinga;
- meil on karm kliima, mis pole võrreldav Kesk-Euroopaga.

Kõik need väljendid on seotud välisseina hingamisega, millest on meedias sageli juttu. Näiteks võib tuua mõne tekstilõigu ja pealkirja:

- puitmaja on ehitusmaterjalina eriline veel seetõttu, et ta hingab, soodustades eluruumide õhuvahetust;
- lubikrohv hingab, takistades sellega mädaniku ja vammide teket krohvitud puitpindades;
- puitkiudplaat hingab, st on võimeline siduma ruumis olevat veeauru ning seda ka loovutama;
- materjal laseb õhku läbi, nii et teie maja kogu aeg hingab;
- palk hingab, palkil on suurepärase isolatsioonivõime ning see ühtlustab tõhusalt siseõhu
- soojust ja niiskust;
- krohvisüsteem hingab, lastes läbi veeauru;
- hea soojustus hingab.

Jääb mulje, et kui materjal ei hinga, on ta halb materjal, ning muidugi hakatakse otsima hingavaid materjale. Eespool esitatud eksitavad väljaütlemised loovad müüdi, mida pole sugugi kerge murda. Seda enam, et selliseid müüte levitavad ka insenerid, ehituseksperdid, ehituskoolide õppejõud, projekteerijad ja järelevalvatajad. Mis on siis seina auru-režiim (üks hingamise vasteid)? Häm-

mastav, et suhteliselt lihtsa aritmeetilise ülesande lahendamisega ei saa hakka-ma väga paljud Eesti ehitusinsenerid. Kui mõne Lääne-Euroopa kõrgkooli ehitusfüüsikaeksami pilet nõuaks seina auru-režiimi arvutamist, kukuks enamik meie inseneridest läbi. Eestis on vaid umbes kakskümmend inseneri, kes on suutelised sel teemal kaasa rääkima, ülejäänud räägivad küla-jutte, mida toetab ka meedia. Uudis selle kohta, et Rootsis on probleeme vahtplastsoojustusega, müüb hästi. Seda, et vahtplasti ja polümeerkrohvi kaetud maju on Euroopas ehitatud juba viiskümmend aastat ja kaetud on kümneid miljooneid ruutmeetreid ning et autoriteet-sed uurimisinstituudid on teinud sel teemal sadu positiivse lõppjäreldusega uuringuid, ei peeta avaldamist väärivaks uudiseks. Ka Eestis levitatakse ühe vahtplastsoojustamise katse tulemust, aga katseprotokollid, mille põhjal saaks halvaks tunnustatud soojustust kontrol-lida, on salastatud. Kahjuks mõjutavad need ehitusfüüsikalise demagoogiaga võrtsitatud jutud ja artiklid ka tellijate, ehitajate ning korteriühistute valikuid. Välisseina hingamise olemust neile selgitatud ei ole. Sel teemal on küll avaldatud mitme päeva inseneri populaar-teaduslikke artikleid, kuid nende häälel on jäänud üldlause "hingamise" taustal nõrgaks. Kõik see ajendaski autorit kir-jutama käesolevat artiklit.

SEINA HINGAMINE

Paljud on kuulnud väljendit *seina hin-gamine* ning nii mõnigi võtnud selle oma käibefraasiks. Hingamise all mõel-dakse aga eri asju ja sageli valesti. Käi-bejutte on kolmesuguseid.

Hingamine kui ventilatsioon

Inimese hingamine on tema füsioloogiline omadus: kopsudesse värske õhu (hapniku) sisse- ja süsinikdioksiidi väljahingamine. Midagi sarnast toimub ka hoone puhul. Ruumis elamiseks on vaja värsket õhku ning saastunud õhk peab välja pääsema. Selle jaoks on ole-mas ventilatsioon. Ventilatsioon vii-

on mitmesuguseid, mõni neist teistest tõhusam, mõni odavam:

- veneaegsete akende pilud;
- kinni ja lahti käiv aken;
- loomulik ventilatsioon korstna (tuulutuslõõri) kaudu;
- sundventilatsioon;
- soojusvahetiga ventilatsioon.

Tasub meelde tuletada, et ventilat-siooni abil vahetata õhk on gaasisegu, mis koosneb põhiliselt lämmastikust, hapnikust, süsihappegaasist, argoonist, veeaurust ja metaanist. Kui mõne gaa-si kontsentratsioon ruumis läheb liiga suureks (nt pannkook läheb kõrbema), siis on inimese loomulik reaktsioon otsida abi ventilatsioonist. Tavaliselt pannakse käima pliidikubul olev ven-tilaator või avatakse aken. Loogiline, eks? Kui aga jõutakse gaasisegu mingi koostisosa, nt veeauru, jääb loogi-lisest mõtlemisest puudu. Inimene ei ole võimeline oma ruumigaasisegust mingit koostisosa lahutama ega seda eraldi kuhugi juhtima – õhk tuuakse sisse ja juhitakse välja koos kõige selles sisalduvaga. Keerulisemalt võib seda nimetada õhu konvektsiooniks koos veeauru konvektiivse liikumisega. Kui siseruumiõhu niiskuse tõuseb inimese jaoks ebasoovitava tasemeni, siis ot-sitakse abi ventilatsioonist (nii nagu pannkoogi kõrbemise puhul). Vähi-m, mida teha saab, on avada aken. Järjest tõusva energiahinna taustal on venti-latsioon seotud üha kasvavate kütteku-ludega. Koos saastunud õhuga viiakse välja soojust, lihtsate ventilatsioonisüs-teemidega (avatud aken) rohkem, kee-rulistega (soojusvahetiga varustatute-ga) suhteliselt vähem.

Meil on paljude kortermajade ak-nad renoveerimise ajal vahetatud. Mis sellega muutub? Vanade akende pilud suletakse ja koos sellega likvideeritak-se korterites ka seni toimunud ventilat-sioonisüsteem või selle osa. Uue süsteemi ehitamist ei peeta aga mõistlikuks. Seetõttu pole enam tõhusat vahendit, millega ruumist eemaldada neid gaasi-segu koostisosi, sh veeauru, mille kont-sentratsioon on ülemäära suur. Pole siis mingi ime, kui siseruumi õhu relatiivne

niiskus hakkab tõusma. Küttekulusid kokku hoides püütakse sisetemperatuuri võimalikult madalal hoida, mistõttu ei ole vastuvõetav ka akende avamine ja sellega kaasnev ruumiõhu jahutamine. Kõik see viib seinapindade niiskumiseni ning kondensatsioonivee ja hallituse tekkimiseni ruumi sisepinnal või selle lähedal, kui soojustamata kortermaja sein sisepinna temperatuur langeb talvel alla kastepunkti (ca 12–14 °C).

Inimesed on aga kuulnud, et seinad hingavad. Seetõttu loodetakse, et halvasti ventileeritud ruumi temperatuuri alanemisega kaasnevad õhu suurenevad relatiivset niiskust vähendab see, et veeaur pääseb läbi sein väljale. Eesti insenerid ju räägivad, et veeaur liigub soojemalt poolelt külmema poole. Nüüd aga tulevad mängu müüdid. Üldiselt võib veeaur liikuda kahel moel, kas konvektiivselt või difuusselt. Konvektiivset liikumist inimene tajub ja sel juhul liigub veeaur koos õhuga. Difuusne liikumine on seotud veeauru osarõhkude vahel ja seda liikumist inimene ei taju. Siinkohal ilma ehitusfüüsikalise ettevalmistuseta inimesed enam kaasa rääkida ei oska. Veeauru difusioonist tuleb juttu veel allpool.

Hoone seinad peavad olema õhutihedad, seda nõuab ka käesoleva aasta alguses kehtima hakanud Vabariigi Valitsuse määrus "Energiatõhususe miinimumnõuded". Siis läbi sein ventilatsiooni ei toimu ning ei saa loota, et värske õhk voolab läbi seinasse ning saastunud õhk, sh veeaur, sealtkaudu ka välja. Selline läbi sein ventilatsioon on võimalik läbipuhutavate ja suurte palgivahega hoonete puhul, aga siis on ventilatsioon ja ka kütmine omaniku kontrolli alt väljas.

Räägitakse puitmajade tervislikust õhust. Õhk on neis tervislik peamiselt tänu läbipuhutavale seinal. Aga sellistes läbipuhutavates majades kulutatakse väga palju kütet ning kütte liigkulutajaid ei saa kuidagi ökoloogiliselt mõtleivate inimeste hulka arvata.

Eelneva põhjal võib öelda, et kuigi on olemas mõiste *ventilatsioon*, ei ole tehniliselt korrektne rääkida seinahingamisest kui läbi sein toimuvast õhu vahetusest.

Hingamine kui veeauru sidumine

Ehitusmaterjalide veeauru sidumise võime ei ole ühesugune. Siseruumides on soovitatav, et mingi osa ülemäärast veeaurust seintesse akumuleeruks. Kuival ajal pääseb see siseruumidesse

tagasi. Selline puhverkiht vähendab ruumi siseõhu niiskuse kõikumist. Eeltoodu ei tähenda, et peaksime veeauru suvel seintesse salvestama, kust seda siis talvel oleks hea võtta. Nii pikaks ajaks ei ole võimalik seda teha. Veeauru sidumise poolest on head kõik massiivsed mineraalsed ehitusmaterjalid – tellised, betoon, poorbetoon, loomulikult ka puit ning mitu looduslikku ja puitkiudu sisaldavat soojustusmaterjali (tsellulivil). Krohvkatte veeauru sidumise võimet tähtsustatakse üle. Savikrohvil kui materjalil on see näitaja väga hea, aga veeauru kogus, mida savikrohvi kiht siduda suudab, on massiivseinaga võrreldes tühine. Seetõttu on tehniliselt korrektne rääkida seinahingamisest, mitte hingamisest.

Hingamine kui veeauru difusioon

Veeauru difusiooniga seoses on palju väärarusaamusi. Siin ei räägi ma aurust, mis kergitab pliidi potikaant, ega ka aurumasinat käitavast aurust. Mõni nn ekspert on väljendanud isegi mõtet, et hoonesisese veeauru rõhu toimel lööb krohv ja värv välisseina küljest lahti. Sellised eksperdid tuleks kooli tagasi saata. Kuuma õhu (või auru) 1000 Pa suurune rõhuvahe võib tõesti midagi lahti suruda, aga sama suur veeauru osarõhu vahe ei tee seda mitte, inimesed seda ei tunnetagi. Üle tähtsustatakse ka materjali difusioonitakistuskonstanti μ ning hinnatakse selle näitaja järgi seda, mida materjali difusioonitakistuskonstandiga hinnata pole võimalik. Selles teemarühmas on kolm mõistet:

- materjali difusioonitakistuskonstant μ ;
- materjalikihi aurutakistus S_p ;
- tekkiva kondensatsioonivee hulk kg/m^2 .

Seinamaterjali (nt vahtplast, mineraalvill, krohv) hingamist hinnatakse tihti materjali difusioonitakistuskonstandi kaudu. Mineraalvillast läheb läbi nii konvektiivne (koos õhuga) kui ka difuusne veeaur (talvel osarõhkude erinevuse tõttu). Konvektiivne veeaur vahtplastist läbi ei pääse, küll aga difuusne. Kindel on aga see, et mineraalvillast läheb difuusne veeaur läbi tunduvalt (15–60 korda) paremini kui vahtplastist ning lubikrohvist ca 12 korda paremini kui polümeerkrohvist. Täiesti väär on aga hinnata seinahingamist difusioonitakistuskonstandi järgi. Palju on võetud sõna selle kohta, et *mineraalvill hingab paremini kui vahtplast*.

Sellela mõeldakse, et kondensatsioonivee tekkimine ohustab vahtplastiga kaetud hoone seinatunduvalt rohkem kui mineraalvillaga seinat. Siin teevad vigu mitte ainult erihariduseta inimesed, vaid ka ehitusinsenerid. Mõeldakse materjali difusioonitakistuskonstanti, aga hinnatakse kondensatsioonivee teket. Neil on küll omavaheline seos, ent see pole korrelatiivne, st et suurem difusioonitakistuskonstant ei tähenda seda, et suurem oleks ka kondensatsioonivee tekkimise oht. Seda tõestab näide klaasist välispiirete kohta (võrreldakse kolme lahendust).

1. Välispiirdeks on ühekihiline klaas, mis talvel seestpoolt jäätab, st et piirides tekib kondensatsioonivesi ning süsteem on halb. Klaas, mille difusioonitakistuskonstant μ on lõpmatult suur, ei lase veeauru (ei konvektiivset ega difuusselt) läbi.
2. Välispiirdeks on kahekihiline klaasiga aken. Talvel sisepind osaliselt jäätab, st et karmide tingimuste korral tekib kondensatsioonivesi ning piire on halb, kuigi klaas veeauru läbi ei lase.
3. Välispiirdeks on kolmekihilise klaasiga aken. Talvel on akna sisepind kuiv, st et piire on hea. Klaas veeauru läbi ei lase.
4. Katseks võib kolmekihilise klaasiga aknale panna sissepoole 10 cm mineraalvilla. Kui talvel nädala pärast klaasi ja villa vahelist pinda kontrollida, näeme kondensatsioonivett. Järeldame, et välispiire on halb, kuigi veeauru läbilaskvus on endiselt null.
5. Kui panna katseks ühekihilisele klaasiga aknale väljapoole 10 cm polüstürooli, siis märkame talvel mõne aja pärast, et klaas muutub kuivaks.

Kõigi viie näite puhul välispiire veeauru läbi ei lasknud (difusioonitakistuskonstant lõpmatult suur), aga 3. ja 5. näites piirdesse kondensatsioonivett ei tekkinud, teistes aga tekkis – korrelatsioon difusioonitakistuskonstandiga puudub. Järelikult on tähtis seinakihtide omavaheline paiknemine, täiesti ebaoluline aga kogu seinavõime veeauru läbi lasta. Veeaur difundeerub läbi seinamaterjali kihi (kui seinahingamist seda võimaldab) veeauru kõrgema osarõhuga ruumist madalama osarõhuga ruumi poole, kusjuures difundeerunud veeauru kogus sõltub osarõhkude vahest ning kihi difusioonitakistusest.

Tavaliselt arvatakse, et veeaur peab läbi seinat pääsema, sest sellest on kas loetud või kuulnud. Tuleb aga arvestada, et kui inimene võib tunda õhu liikumist

mist, siis veeauru difuussel liikumist **osarõhuvahe** tõttu ta ei taju. See, kas veeaur difundeerub läbi seina või mitte, ruumi niiskusrežiimi otseselt ei mõjuta – liigse veeauru viib ruumist välja ventilatsioon. Ka siis, kui sein veeauru hästi läbi lasseb, võib sellest difuusselt läbi liikuda ülimalt 1% väljaviimist vajavast veeaurukogusest. Ülejäänud 99% peab pääsema välja konvektiivselt, s.o ventilatsiooni kaudu. Liigniiskusest lahti saamiseks ei maksa seega loota veeauru difusioonile läbi seina.

Eeltoodust lähtuvalt ei saa panna võrdusmärgi *veeauru seina läbiva difusiooni* ja hingamise vahele. Tehniliselt on see mõttetu. Kui hingamisel võib olla null- ja maksimumväärtus, siis mittehingamist mõõta ei saa.

Difusioonitakistuskonstant μ iseloomustab difusiooni läbi seinamaterjali. Ta on näitaja, mis annab teada, mitu korda on materjali difusioonitakistus suurem kui sama paksu seisva õhu (või mineraalvilla) kihi oma. See dimensioonita konstant annab küll teavet materjali omaduste kohta, kuid selle kaudu ei ole võimalik hinnata sellest materjalist tehtud seinakihi **aurutakistust** S_d , mis annab mingi pildi kogu seina difusioonist käitumisest. Seinakihi aurutakistuse (siin ja edaspidi on jutt difuusselt veeaurutakistusest) arvutamiseks on vaja materjali difusioonitakistuskonstant korrutada kihi paksusega. Saadakse seisva õhu (või mineraalvilla) kihi paksus meetrites S_d , millel on samasugune difusioonitakistus kui vaadeldaval materjalil:

$$S_d = \mu \cdot s \text{ m,}$$

kus μ on vaadeldava ehitusmaterjali difusioonitakistuskonstant ja s materjali kihi paksus meetrites.

Ehitusmaterjalide difusioonitakistuskonstandid ning nendest materjalidest moodustatud kihtide aurutakistused on tabelis 1.

Seina konstrueerimisel kehtib rusikareegel: seinakihtide aurutakistused peavad seest väljapoole vähenema. See tähendab, et väljaspool oleva kihi au-

Tabel 1. EHITUSMATERJALE ISELOOMUSTAVAJAID NÄITAJAID

Materjal	Difusioonitakistuskonstant μ	Tavaline kihipaksus s m	Aurutakistus $S_d = \mu \cdot s$ m
Betoon	30	0,2	6
Tellis	6–12	0,24	1,4–2,9
Poorbetoon	6–10	0,24	1,44–2,4
Aeroc	4,6	0,375	2,25–3,8
Klinker	380–470	0,03	1–1,4
Lubikrohv	11	0,025	0,3
Tsementkrohv	19	0,025	0,5
Polümeerkrohv	140	0,002	0,3
Kuusepuu	40	0,025	1,0
Vahtpolüstüreen välisseinas	15–40	0,15	2,3–6
Mineraalvill	1	0,15	0,15
Ölivärv	20 000–27 000	0,000015	0,3–0,5
Fibo	6	0,25	1,5
Mineraalne viimistluskrohv	9,5	0,002	0,02
Silikaatvärv	300	0,0004	0,12
Difuusne dispersioonvärv	800	0,0004	0,32

rutakistus ei tohi olla sisemise omast suurem. Sellest rusikareeglist kinnipidamiseks ei ole üldse oluline, kui suur on seina summaarne aurutakistus. Ka selle tähtsaks pidamine on üks kultiveeritavatest müütidest. Kogu seina aurutakistus on üksikute kihtide aurutakistuste summa:

$$S_d = S_{d1} + S_{d2} + S_{d3} + \dots + S_{dN}$$

Kaks äärmuslikku näidet:

a) 15 cm mineraalvilla + 2 cm paksune tuuletõke:

$$S_d = S_{d-vill} + S_{d-tuuletõke} = 1 \cdot 0,15 + 2 \cdot 0,02 = 0,19 \text{ m}$$

$$S_{d-tuuletõke} < S_{d-vill}$$

b) 15 cm vahtklaasi + 2 cm mineraalset viimistluskrohvi:

$$S_{d-vahtklaas} + S_{d-min krohv} = \infty + 9,5 \cdot 0,02 = \infty$$

$$S_{d-vahtklaas} > S_{d-min krohv}$$

Mõlemal juhul on rusikareeglist kinni peetud, kuigi seinte aurutakistused on äärmuslikult erinevad (0,19 m ja lõpmatus). Mõlemad süsteemid on lubatud ja toimivad.

Lõplikku tulemust selline aurutakistusel põhinev arvutusmeetod ei anna, sest arvesse peaks võtma mingi kihi

olulisust seina aururežiimis ning kihi soojustakistust. Tapeedi aurutakistus on näiteks tühiselt väike ning eespool toodud võrrandeid arvestades ei tohiks tapeeti betoonseinale kleepida. Et tapeedi aurutakistus ei mängi kogu seina aururežiimis olulist osa, ei tuleks seda arvutuses arvestada. Küll aga tuleb arvutamisel arvesse võtta soojapidavuse näitajaid, mis on eri materjalidel tohutult erinevad. Millal aga arvestada mingi kihi mõju ja millal mitte? See nõuab juba keerukamat aururežiimi arvutust – vaja on selgitada, kas konstruksioonis võib tekkida kondensatsioonivett ning kui seda tekib, siis kui palju.

Kondensatsioonivee teke arvutamine ei ole erihariduseta inimese jaoks lihtne, kuigi ei ole vaja diferentsiaalvõrrandeid,

logaritme ega muid keerukaid tehteid – ainult aritmeetika. Levinuim on H. Glaseri välja töötatud ning normis DIN 4108 kirjeldatud meetod. Vaatamata mõnele puudusele on see staatiliseks nimetatav meetod inseneri jaoks suhteliselt lihtne ning annab ülevaatliku pildi seinakonstruksiooni aururežiimist. On olemas ka dunaamilisi arvutusmeetodeid, mille tarvis on mitu firmat välja töötanud arvutusprogrammi. Uue energiatõhususe määruuse kohaselt peavad insenerid hakkama tegema kondensatsiooniveega seotud arvutusi, pole aga öeldud, kumma meetodiga neid teha.

Veeauruga seoses on tähtis hoone välispiirde (sein, lagi, põrand) selline ehitus, mis ei lase tekkida kondensatsioonivett (kui seda tekib lubatud kogus, peab ta saama välja kuivada). Ehitusfüüsikas tuntakse siseruumiõhu niiskusega seotud mõisteid *ventilatsioon*, *veeaurusiduvus*, *veeauru difusioon* ja *veeauru kondenseerumine*, mõiste *hingamine* on aga määratlemata. A.M.

Teema põhjalikumalt käsitlest vt http://www.tarmatrade.ee/File/FASSA_ADIDE%20HINGAMISE%20ARVUTUS.pdf



GreenForest

ROTOMOLD &
WASTE CONTAINERS

Green Forest OÜ on jäätme-
käitluskonteinerite tootja Otto
esindaja Eestis

**Küsi oma jäätmekäitlusoperaatorilt
või parimast ehituskaupade
kauplusest kvaliteetseid Otto
prügikonteinereid.**

Otto prügikonteinereid pakuvad:

***Ragn Sells,
Cleanaway,
Adelan,
Radix,
Prügivedu,
Väätsa prügila,
VSA Eesti,
Espak ehituskauplused
Pireka***

*Pakume ka 35-liitrise komposteeruvaid kotte
(biolagunevad 80 päevaga) ning kaitsekotte
140- ja 240- liitrise konteinerite jaoks.*



Maaletooja: **www.greenforest.ee**, tel 682 8829



Foto: Rein Einasto

Keskkonnakultuurist kultuurikeskkonnas

AEGUMATUTE KULTUURIVÄÄRTUSTE KAITSEKS

*Uut kultuuri ei tohi luua
vana kultuuri püsiväärtuste
lammutamise hinnaga.*

Pöördumine vabariigi vaimuliidi, kõigi pärandkultuuri väärtustavate võimukandjate, kõrgspetsialistide, kodanikuühenduste ja vastutustundega inimeste poole

VABADUSSÕJA VÕIDUSAMBA kavandatud asukohas **väljakaevatud linnamüüri osa kuulub vanalinna kui maailma kultuuripärandi juurde.** Selle rikkumine, lammutamisest kõnelemata, on kuritegu. Ka osaline lammutamine ei sobi Euroopa kultuuriruumi. Kas meie tippoliitikud ja tippspetsialistid tunnetavad kiirustades otsuseid langetades oma vastutuse ulatust?

Avatud müüriosa kultuuriväärtust ei saa paika panna ülepeakaela tehtavate ekspertiisidega juba kohaletoodud lammutustehnika vaimse vägivalla ohutsoonis. Harjumäe nõlval avatud pärandkultuuri värske **hetkepilt nõuab uut lähenemist** nii arheoloogidelt ja ajaloolastelt kui ka poliitikutelt. Kui palju väärtuslikku võib olla maetud teisele poole müüri, mille avamine nõuab kannatlikkust ja aega? Päevapoliitiliste otsuste elluviimine etteantud tähtaegadeks ei jäta aega esivanemate tarkustele,

mis manitsevad *mõtleva veel* ning tegutsema *tasa ja targu*. Nii asjatundjad kui valitsus on otsustavate valikute ees. Kas rahvas peab taluma uut **ehitusvägivalda Sakala moodi** ka Vabadussõja võidusamba püstitamisel?

Müüri täpselt mõõtu tahatud ja hoolikalt rihvitud paeplakkidest laotud välisvoodri väga hea viimistlus ja kogu seinä nörka kallakusse tahatud sirge välispind räägivad müürimeistrite töö kõrge kultuurist. Jääb mulje, et see nagu polekski linna kaitseks loodud kindlusmüüri osa, vaid unikaalse kultusehitise sein. Sellise seinä osalinegi lammutamine ei tohiks üldse kõne alla tulla. Muinsuskaitsete ja arheoloogide esialgset otsust **tugimüür terviklikult taastada** võttis kultuuriavalikkus kui loomulikku ja iseenesestmõistetavat. **Vabadussõja võidusammas tuleks sellega sobitada endastmõistetavaid ansambliilisuse nõudeid silmas pidades.**

Uus olukord nõuab korrektiive, mitte projekteerijate teadmatusest tulenenud ruumilise lahenduse elluviimist kultuuriväärtuse lammutamise hinnaga. Kui uus olukord nõuab seniste ehitustähtsate aegade korrigeerimist või samba asukoha mõningast muutmist, siis tuleks seda ka teha.

Me ei vaja järjekordset Võimu vägivaldat Vaimu vastu. Meenutagem Norra suurmehe Nanseni sõnu: "Mis kasu on galopeerimisest, kui ratsutatakse vales suunas." Linnamüüri kujul on kaalul püsikultuur kivi – rahvuskivi, paes. Ja veel paljus muus meie tulevases vaimses keskkonnas.

Eesti Paeliidu nimel
Rein Einasto,
äsjal valitud kodanikuühenduste
aasta missiooniinimene

IFAT 2008

5.-9. MAINI toimus Münchenis maailma suurim keskkonnamess IFAT, mis tõi Baierimaa pealinna arvukalt väliskülalisi. Messil avakõne pidanud Baieri liidumaa keskkonnaminister dr Otmar Bernhard rõhutas Baierimaa kaalukat osa kogu Saksamaa keskkonnamajanduses.



Joonis 1



Joonis 2



Joonis 3



Joonis 4

Liidumaa tegutseb keskkonnasektoris 7000 peamiselt keskmise suurusega ja väikest ettevõtet, mille arvele langeb 20% Saksamaa keskkonnatoodete ekspordist ja 17% kogu Saksamaa keskkonnasektori käibest. Seetõttu pole imeks panna, et IFAT just Münchenis toimub.

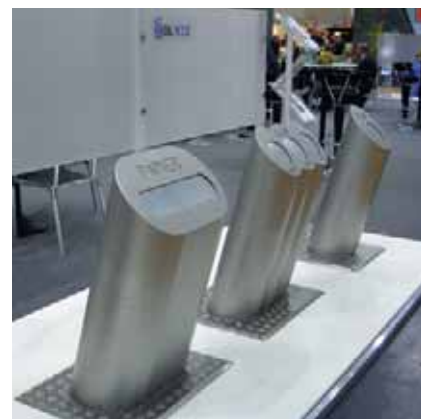
Sel aastal oli IFAT suurem kui kunagi varem. Messipinda oli kokku 192 000 m² – viisteist messihalli ja suur vabaõhu-ekspositsiooniala. Osales 2560 eksponenti 44 riigist, neist ligi kolmandik välismaalt. Viie päeva jooksul külastas messi 120 000 inimest 163-st riigist. Peamised messiteemad olid jäätmekäitlus (viis näitusehalli), veetöötlus ja reoveekäitlus (viis halli), torustikud, vihmavee kogumine ja ülejutusohje (kaks halli), torustike renoveerimine, hooldus ja kontroll (kaks halli) ning analüüsi- ja mõõteseadmed (üks hall). Õues esitleti peamiselt prügiautosid ning tänavapuhastus- ja lumekoristusmasinaid, viimaste seas ka õige väikesi. Mõned neist on näha **joonistel 1-4**.

Messil oli uusi tooteid ja olemasolevate arendusi üsna mitmest valdkonnast. Reovee käitlemise poole pealt hakkas silma suur hulk firmasid, kes pakkusid membraanbioreaktoreid. Membraanfiltrite kasutamine heljumi ja organismide kinnipidamiseks biopuhasti väljavooluveest võimaldab vähendada puhastusseadme mõõtmeid ning heitvesi on puhtam. Saksa firma *Wehrle Umwelt GmbH* (www.wehrle-umwelt.com) pakub membraanbioreaktoreid



Joonis 5

nii tugevasti reostunud tootmisreovee (keemia- ja farmaatsiatööstus), prügilanõrgvee kui ka olmereovee puhastamiseks. *Toray Industries Inc* (www.toraywater.com) tutvustas nt reisisilaeade reovee puhastamiseks sobivat bioreaktorit, mille õhustuskambris on järeleasetitit asendav konteinermembranfilter *Membray* (**joonis 5**).



Joonis 6

Suured inetud prügikastid tänavatel ja hoovides hakkavad Lääne-Euroopas tapsipi maa alla kaduma. Maa peale jääb vaid see osa 1–5 m³ suurusest kastist, kust prügi sisse saab panna (**joonis 6**). Korterelemute juures olevate prügikastide kasutamiseks peab olema kliendi kaart. Kasti pandud prügi kaalutakse automaatselt, teave läheb juhtimiskeskusesse ja maksta tuleb äravisatud prügi kaalu järgi. Saksa firma *H&G Ent-*

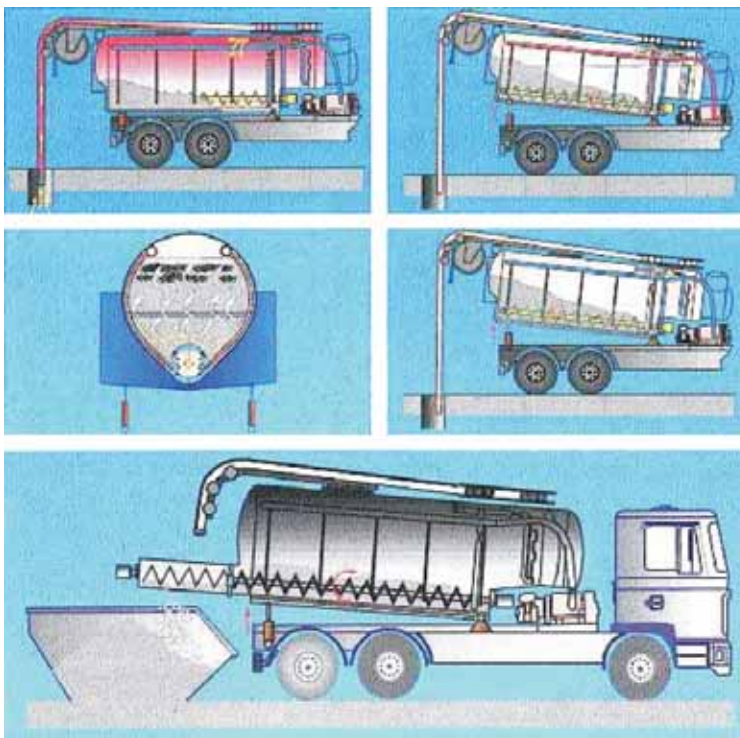


Joonis 7

sorgungssysteme GmbH (www.hg-systems.com) pakub analoogilisi prügikaste ka kesklinnatänavate ja parkide jaoks (joonis 7). Neisse saab pispriigi visata igaüks, prügikaste tühjendatakse vaakumautoga.

Wiedemann Vertriebs GmbH (www.wiedemann-reichhardt.de) tutvustas ka mahutiga kanalisatsioonipuhastusautot SUPER 3000, mis on praegu moodsaima maailmas. Nagu teised samalaadsed, võimaldavad ka need autod reovett imeda ja kanalisatsiooni läbi pesta. Uudsus on liiva kinnipidamine auto paagis, milles orgaaniline aine lahutatakse liivast flotatsiooni teel. Seejärel pumbatakse liivavaba reovesi tagasi kanalisatsiooni ning tigutransporditõr toimetas paagi põhja vajunud liiva konteinerisse (joonis 8).

Uhrig Kanaltechnik GmbH (www.uhrig-bau.de) on välja töötanud reoveetorustikesse paigaldatavad soojusvahetid (joonis 9), mis võimaldavad soojuspumba vahendusel kasutada reoveesoojust majade kütmiseks või sooja vee tootmiseks. Et asi ennast ära tasuks, peab reovee vooluhulk olema vähemalt 20 l/s. Selliseid süsteeme kasutatakse Saksamaal ujulates, haiglates, koolides,

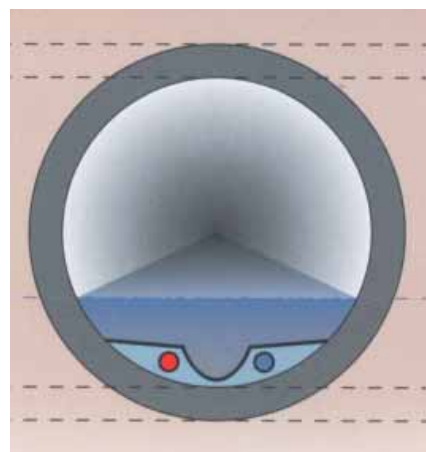


Joonis 8

spordihoonetes ning korterelamuteski.

Saksa firma Maier & Fabris GmbH (www.maier-fabris.de) on välja mõelnud andurisüsteemi, mille abil saab kindlaks teha, kas biojätme- ja paberi konteinerid sisaldavad ainult õiget kraami (joonis 10). Süsteem annab märku soovimatust metallist – nii mustast kui ka värvilisest, kas ta on koos teiste materjalide, nt klaasi või plastiga või katab metallkiht paberit või plasti). Kui metalli on hulgas, jäetakse konteiner tühjendamata. Süsteem koosneb anduritest, jäätmeveoki juhikabiinis asuvast terminalist, kuhu jookseb teave konteinerite sisu kohta, ja printerist, mis trükitab saadud teave jooksvalt välja. Metalli tuvastamine põhineb selle elektrijuhtivusel. Sellist süsteemi kasutavad paljud Saksamaa jäätmekäitlusfirmad juba ca 10 aastat.

Torustike renoveerimine neid välja kaevamata on kasvav trend. Survetorustike jaoks uuenduslikku lahendust esitles Primus Line (www.primusline.com).



Joonis 9



Joonis 10



Joonis 11



Joonis 12

Vana torustik puhastatakse ning kui selle seisukord lubab, tõmmatakse sisse sukk (joonis 11), mis eraldi toetamist ei vaja. Sukk kannatab enamasti suuremat survet kui vana torustik. Primus Line'iga saab rekonstrueerida üle 2 km pikkuseid ja kuni 500 mm läbimõõduga torustikke. Meetodit on edukalt kasutatud kõrgsurve-gaasitorustike ning pikkade düüskrite uuendamisel.

Itaalia firma Ecology SRL (www.fogcannon.com) tutvustas karjäärides, lammutustöödel ja puistematerjali laadimisel tekkiva tolmu gaasitorustike võitlemiseks veekahurit Fog Cannon® (joonis

12), mille pihustatud vesi vähendab väikeste kübemete hulka õhus kuni 90%. Veekahureid on mitmes suuruses, veejoa lennukaugus 30–250 m. Puhata vee kulu sõltub kahuri jõudlusest ja jääb vahemikku 210 kuni 1000 l/min. Veekahureid on edukalt kasutatud metsatulekahjude korral, prügilahastust lahtisaamiseks ning soolase jäätetõrjevee pritsimiseks kiirteedele. A.M.

Merike Noor

EUROOPA ETTEVÕTJAD KOHTUSID TAANIS

LIINA PELLO

Eesti Kaubandus-Tööstuskoda

EESTI ETTEVÕTJATE jaoks on *kontaktkohtumise* mõiste veel üsna uus ja harjumatu, kuid Euroopas on sellised kohtumised laialt levinud. Kontaktkohtumistel osalenud Eesti ettevõtjad kiidavad neid just tõhususe ja tulemuslikkuse pärast.

Euroopas on saanud tavaks ühe kindla tegevusvaldkonna ettevõtjate kontaktkohtumised. Nendest on kujunenud lausa messilaadsed üritused, kus toimuvad vaid kahepoolsed otsekohtumised. Paari messipäeva jooksul saab kohtuda ja läbirääkimisi pidada kuni 20 potentsiaalse koostööpartneriga. Peale selle pakuvad need hea võimaluse kogemusi vahetada ning oma tegevusvaldkonnas toimuvast ülevaadet saada.

Aprilli lõpus toimus Taanis, Viborgis järjekordne PAVE kontaktkohtumiste mess. Tegemist on Euroopa Liidu keskkonnaprojektiga, mille eesmärk on edendada Euroopa väike- ja keskmise suurusega ettevõtjate koostööd. Seda toetab Euroopa Komisjon. Projekti partner Eestis on Eesti Kaubandus-Tööstuskoda. Selle Eesti suurima ettevõtjate esindusorganisatsiooni liikmeskonna moodustavadki enamasti väike- ja keskmise suurusega ettevõtted. Kaubanduskoda on saatnud Eesti ettevõtjate delegatsiooni igal PAVE üritusel.

Seekord said Viborgis kokku biomassi ja bioenergia valdkonna ettevõtjad 17-st Euroopa riigist. Kokku osales kontaktkohtumistel 110 ettevõtet ning koostööpakkumiste valik oli üsna lai. Esindatud olid ka Eesti ettevõtjad, kelle osalemist toetas seekord ka Ettevõtluse Arendamise Sihtasutus.

Oma osalemisega jäid rahule OÜ QCell, OÜ Märja Monte, Linnakujunduse Büroo ja Ben Energy. Eesti delegatsioonis olid ka Eesti Maaülikooli esindajad ning Kaubanduskoda vahendas OÜ Kadarbiku Kõõgivil koostööpakkumisi. Tegemist oli hästi ette valmistatud ja väga hästi korraldatud üritusega. Ametlikule messiprogrammile lisaks toimus mitu olulist täien-

davat üritust. Taani toimikond tegi kõigile osalejale suurepärase kingituse – Aarhuse ülikooli külastuse koos huvitava teemakohase seminariga ja Taani suurima biogaasi testimis- ja tootmislabori külastamisega. Ka messi kavas oli biomassi- ja bioenergiaalaseid ettekandeid Taani tuntud teadlastelt. Ettekanded pakkusid palju praktilist teavet, mis kulub ära ka väiksematele loomakasvatuse- ja põllumajandusettevõtetele. Osa ettekandeid on kättesaadavad ka projekti kodulehelt www.trademeeting.com. See koduleht on väärib tähelepanu oma informatiivsuse poolest. Tegemist

dega on kõigile kättesaadav.

Märtsis toimus Austrias Welsis PAVE mess, mis oli pühendatud taastuvenergiale ja energiasäästlikkusele. Üritus korraldati messikeskuses, kus samal ajal toimus hiigelsuur taastuvenergia ja energia säästlikkusega seotud rahvusvaheline mess ja kus 30 messihallis oli ligi 21 000 eksponenti. Messilt saadud materjalid ja kontaktid on olemas Kaubanduskojas. PAVE Welsi kataloogi ja koostööpakkumised leiab PAVE koduleheküljelt www.trademeeting.com.

Ka Viborgi messi kataloog ja koostööpakkumised on kättesaadavad. Sa-



Pilt PAVE kontaktkohtumiste messilt

on kõigi PAVE projekti raames toimunud ürituste infoga. Esimesed kontaktkohtumised toimusid Leedus, Vilniuses ja kokku tulid veemajandusega (nt veetöötlus, reovee puhastamine) seotud ettevõtted üle Euroopa. Nagu ikka, panid kõik osalejad oma koostööpakkumised kirja Internetikataloogi. Seda kataloogi saab ka praegu vaadata PAVE koduleheküljel. Sealt leiab ka kõikide osalejate kontaktandmed.

Detsembris toimus teine PAVE üritus – prügimajandust ja taaskasutamist puudutav. Ka selle ürituse Internetikataloog koostööpakkumiste ja kontakti-

mas pole PAVE ainus Euroopa Liidu keskkonnaprojekt, mida Eestis juhatab Eesti Kaubandus-Tööstuskoda. Suurematest tasub siinkohal nimetada projekti ECCOP-NET. Põhjalikuma info sellest ja ka teistest projektidest leiab kaubanduskoja koduleheküljelt www.koda.ee. Täiendavat teavet projektide kohta saab ka kaubanduskojast telefonil 6040080.

Pollutec 2008

PRANTSUSMAA suurim keskkonnamess **Pollutec** peetakse sel aastal 2.–5. detsembrini Lyonis. Osalema oodatakse umbes 2600 eksponenti ning 70 000 külastajat sajast riigist.

Nagu eelmistelgi aastatel, on **Pollutecil peateemad** veetöötus, jäätmekäitlus, õhupuhastus, analüüsi- ja mõõteseadmed ning taastuvenergeetika. Kajastatakse ka CO₂-kaubandust, riski ohjamist, säästvat arengut, linnaplaneerimist ja logistikat. **Uued teemad** on siseõhu kvaliteet, fotokatalüüs, vihmavee kasutamine, energiatõhusus ja jäätmete energiakasutus.

Teist aastat on eraldi messiala pühendatud eetilisele kaubandusele (**Buy&Care**), kus 150 eksponenti esitleb 2000 m² suurusel näitusepinnal oma tooteid ja teenuseid (toitu, kontoritehnikat, ehitusmaterjale, pakendeid, puhastusvahendeid, mööblit, linnaplaneerimist, turismi- ja puhkemajandust ning nõustamisteenuseid).

Igal aastal valib **Pollutec** nn aasta riigi või piirkonna. Seekord on aasta riik **Mehhiko**, millele on pühendatud mitu keskkonna- ja majandusala konverentsi ning seminari. Teine riik, millele sel aastal suurt tähelepanu pööratakse,



Foto: Reed Expositions

on **Jaapan**. Prantsuse-Jaapani suhete 150. aastapäeva tähistamiseks toimub sümposium innovaatilistest tehnoloogiatest ning keskkonnatehnikat pakuvate Jaapani firmade käsutuses on 300 m² suurune messiala.

Messil peetakse mitu rahvusvahelist konverentsi ja seminari, sh rahvusvaheline veeteemaline konverents **Water4health**, kuhu oodatakse osalema ca 300 spetsialisti. Külastajatele korraldatakse mitu seminari ja arutelu, kus käsitletakse energia- ja kliimaküsimusi, reoveekäitlust, vihmavee kogumist ja

selle käitlemist, sise- ja välisõhu kvaliteeti, pinnaste tervendamist ning jäätmete korduskasutust.

Messil antakse välja mitu auhinda, nende seas ka Euroopa Keskkonnapressi (*European Environmental Press*, EEP) auhind. **A.M.**

Lisateavet messi ja konverentside kohta vt www.pollutec.com.



Carbon Expo 2008

7.–9. MAINI toimus Kölnis viiendat korda rahvusvaheline heitmekaubandusmess ja -konverents, mille organiseerisid **Maailmapank** ja **Rahvusvaheline Heitmekaubandusliit** (IETA, *International Emissions Trading Association*) koos **Kölni messidega** (*Kölnmesse GmbH*). Sel aastal oli 9400 m² suuruse ekspositsioonipinnaga messil 258 eksponenti 60 riigist. Kolme päeva jooksul külastas messi ja kongressi 3000 inimest 115 riigist, 80% messikülalistest olid välismaalt. Kongressil peeti kaheksa plenaaristungit ja üle kahekümne *workshop*'i, mille ettekanded jagunesid kolme suurde kategooriasse: projektid, kauplejad ja uued turud.

Carbon Expol osalesid nii suured tööstusriigid, sh Ukraina ja Venemaa, kui ka arengumaad (Argentiina, Boliivia, Brasiilia, India, Sri Lanka, Boliivia,

Kolumbia, Ecuador, Uruguai, Mehhiko, Peruu, Tšiili, Jeemen, Uganda – ühtekokku 37 riiki. Kui tööstusriikide eksponendid olid peamiselt finantsasutused, emissiooniga kauplejaid ja vahendajad, kauplemis skeemis osalejad, projektide rahastajad, aga ka uute kliimasõbralike tehnoloogiate investoreid otsivad pakkujad, siis arengumaad tutvustasid peamiselt oma riigi sääst-



va arengu CDM- (*Clean Development Mechanisms*) projekte (biogaasijaamad, elektrituulikud, vee-energia kasutamine). Mõni Euroopa riik näitas oma innovaatilisi tehnoloogiaid ja seadmeid (nt Hispaania elektrituulikuid, uudeid päikesepaneele ja veemagestusseadmeid). Oli ka messibokse, kus anti hea ülevaade riigi kliimaprojektidest (nt Saksamaa tutvustas Euroopa suurimat korterelamuprojekti, kus hakatakse kasutama maasoojuspumpasid) ning osalemisest arengumaade ja Kesk- ja Ida-Euroopa projektides (Taani).

Mess ja kongress andsid väga hea ülevaate kogu maailma heitmekaubanduses toimuvast ja selle arengusuundadest.

2009. aastal (27.–29. mail) toimub Carbon Expo **Barcelonas** ning **2010. aastal** (26.–28. mai) jälle **Kölnis**. **A.M.**

Pumbad ja pumplad

www.veeseadmed.com

