

KESKKONNATEHNIKA

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

5/09

45 krooni



LOKAATOR



Avasta torustike põnev maailm - paindlik ja töökindel
portatiivne torustike läbivaatuse
traktorkaamerasüsteem P350!

- Kõrgresolutsiooniga kaamerad heledate LED tuledega
- Võimas digitaalne videoplatvorm
- Ilmastikukindel konstruktsioon
- CompactFlash mälukaartid kuni 8 GB, USB 2.0 ja Bluetooth!

Rohkem informatsiooni: Andres Minn, Lokaator OÜ, Pärnu mnt 131b-40, Tallinn
Telefon 683 1904, mobiil 50 30 275, andres@lokaator.ee, www.lokaator.ee



28.31 oktoober '09

Rimini - Italy

13.s Rahvusvaheline Materjali ja Energia

Taaskasutuse ja Säästva Arengu Mess

www.ecomondo.com

Unica.com



 roheline lahendus

ECOMONDO

samaaegselt:

key energy

www.keyenergy.eu

[ENERGYES]

www.energyes.it



korraldajad:

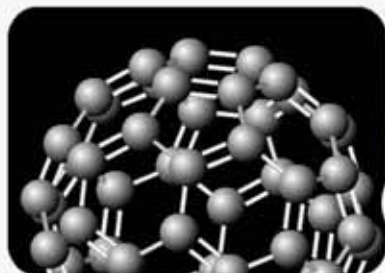
RiminiFiera  business space

koost: ANCI - ATIA - Azzeroc2 - Cial - CNA - CNR - Consiglio nazionale delle Ricerche - CO.N.I.P. - Consorzio Nazionale Imballaggi in Plastica - Cobat - Consorzio Obbligatorio Batterie Esauste - Comieco - Comune di Rimini - Conai - Confagricoltura - Confapi - Confartigianato - Concoomerchio - Confesercenti - Consiglio Nazionale Periti Industriali - Consorzio Nazionale Riciclo Imballaggi Acciaio - Consorzio Obbligatorio degli Oli Usati - Corepla - Coreve - ENEA - Federambiente - FISE-UNIRE - ICE - Il Sole 24 Ore - INCA - Consorzio Interuniversitario Nazionale della Chimica per l'Ambiente - ISPRA - Istituto Superiore di Sanità - ISWA ITALIA - ITSUSCHEM - Kyoto Club - Legambiente - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Ministero dello Sviluppo Economico - Osservatorio Nazionale sui Rifiuti - Polieco - Provincia di Rimini - Rappresentanze Associtative di Produttori di Beni - Regione Emilia Romagna - Rilegno - S.C.I. Divisione di Chimica dell'Ambiente e dei beni culturali - SAFE - Unido - UNITEL - Università di Bologna e Polo Scientifico Didattico di Rimini



Lisainformatsiooni ja tasuta VIP kaartide saamiseks p:

RIMINI FIERA SpA - Via Emilia, 155 - 47921 RIMINI
Osalejad: Fedenica Bartolucci - Tel. +39 0541 744217
Fax. +39 0541 744475 - f.bartolucci@riminifiera.it
Külastajad: tel. +39 0541 744632 - mrkgestero@riminifiera.it



8



26



30



36



42

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 oktoobris. Trükkikoode: 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



ehitus

- 40 Meie maailmaimed. H. Treial
44 Tudengid õpivad ökoehitust. A. Siniväli

energeetika, automaatika

- 22 Tuumaenergia võimalik osatähtsus Eesti energeetika arengus. E. Kisel
24 Milline tuumareaktor Eestile valida? K. Kallemets
26 Vastvalminud Kohila ärikeskuses toodavad sooja vett ning aitavad hoonet kütta vaakum-päikesepaneelid. K. Karming
30 OWEMES-09 Brindisis 21.–23. mail 2009. T. Tomson
32 Tuuleenergeetika areng maailmas 2008. aastal ja prognoos aastani 2013. M. Noor
34 Kuidas kütta säästlikult ja olla ikka soojas. M. Kiviorg
35 Suitsugaasides sisalduva väeveldioksiidi püüdmise seadmed Eesti Elektri jaama 3. ja 6. energiaplokile. A. Keltman
36 Tehnosüsteemide GPRS-põhisest seirest. N. Takis

keskkond

- 8 Uued materjalid – kas ka uued ohud? Nanoosakesed. A. Kahru
42 Keskkonnakultuurist looduskeskkonnas. Osmussaarel tormide tagajärgi vaatlemas. R. Einasto

messid

- 46 Pollutec 2009.
46 Carbon Expo 2009.

vesi

- 15 Eesti joogivesi 2008. Kokkuvõte Tervisekaitseinspektsiooni järelevalve tulemustest. K. Birk
19 Vesi maa seest. P. Kudu

Tagatisrahaga pakendi märgistus muutub

Keskonnaminister Jaanus Tamkivi allkirjastas 12. juunil määruse, mille kohaselt asendatakse pakendi tagatisraha väärtust tähistavad rahalised numbrid tähepärgidega A, B, C ja D.

Alates 1. jaanuarist 2010 peavad kõik esmakordselt turule lastavad tagatisrahaga pakendid kandma vaid uut ABCD-märgistust. Uut tagatisraha märki võivad tootjad hakata pakendile kandma kohe, kui määrus on jõustunud. Seega on tootjatel ligi 6 kuud aega märgistust muuta.

Edaspidi tähistatakse pakendi materjalile vastavalt kuni pooleliitrised plastpudelid praeguse tagatisraha määruga 50 senti tähepärgiga A, suuremad, praegu ühe krooni väärtusega plastpudelid tähepärgiga B, 50-sendised metallpurgid tähepärgiga C ja seni ühe krooni suuruse tagatisrahaga klaastaara tähepärgiga D.

Uue märgistuse rakendamiseks on mitu põhjust. Eelkõige võimaldab nn ABCD-märgistus muuta tagatisraha suurust nii tootjate kui tarbijate seisukohast paindlikumalt ning märksa väiksema aja- ja rahakuluga. ABCD-märgistuse kasutamise korral, kui muutub tagatisraha suurus, ei ole vaja pakendeid ega etikette vahetada ka siis, kui Eesti läheb üle eurole – Euroopa Liidu ühisrahale. Praegu võib Eestis vana märgistusega tooteid müüa kuni kauba lõppemiseni, samuti ei ole tarbijatele seatud tagastamise ajapiirangut.

Keskonnaministeerium

AS Ecometal avas Sillamäe tehases üle 40 miljoni kroonise naatriumsulfaadi tootmisliini

AS-i Ecometal vanade pliiakude ümbertöötamistehase uus järk avati Sillamäel pidulikult 17. juunil. Tehas hakkab peale plii, pliiisulamite ja polüpropüleeni tootma akuhappe baasil naatriumsulfaati, mida tuntakse ka glaubrisoola nime all. 43,2 miljoni kroonine keskkonnainvesteering rahastati 52% ulatuses Norra finantsmehhanismi toel.

„Kui seni läks naatriumsulfaat lahustatuna merre, siis nüüdsest on seoses uue kristalliseerimiseadme käivitumisega Ecometal tehase tootmine praktiliselt jäätmevaba,“ ütles AS-i Ecometal nõukogu esimees Tõnis Kaasik.

Kristalliseeritud naatriumsulfaati kasutatakse mitmes tööstusharus, näiteks paberi-, tekstiili-, klaasi- ja keemiatööstuses. AS Ecometal hakkab uut tooret turustama Eestis ja ka välisriikides.

AS Ecometal

1918
TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOLI TÄIENDUSKOOLITUSED

* Erialaseks täiendamiseks * Ümber kvalifitseerumiseks
* Lisaeriala omandamiseks

Sademeveekanaliseerimise ja ehitamise
15. - 16. oktoober 2009

Sihtgrupp: Sademeveesüsteemide ehitusega tegelevate firmade insener-tehnilisele personal, vee-ettevõtete töötajad, vastava teemaga seotud omavalitsus-ametnikud, ehitusjärelvalve spetsialistid, projekteerijad ja konsultandid.

Hind: 3800 kr/osaleja

Sprinklersüsteemi koolitus
9. - 10. november 2009

Sihtgrupp: Tuleohutuse valdkonnas tegutsevad insenerid ja spetsialistid

Hind: 3200 kr/osaleja

Täpsem info kursuste kohta
www.ttu.ee/taienduskooolitus

TTÜ avatud ülikool
Ehitajate tee 5, Tallinn * Tel. 620 3607 * e-post: au@ttu.ee

Naatriumsulfaadi tootmise seadmed tarnis Itaalia firma Engitec Technologies S.p.A., ehituse peatöövõtja oli Ida-Virumaa ehitusfirma Ferdmaster OÜ, seadmed monteeris IS-Teamwork OÜ.

Sillamäe vanade pliihappeakude ümbertöötamistehase tooraine on suuremalt jaolt Balti riikidest kogutavad vanad autoakud, millest üle 90% läheb pärast ümbertöötamist taaskasutusse Euroopa pliiitööstuses. Hinnanguliselt moodustabki üle 60% maailma pliiitööstuse sekundaarne plii. Enamikus Lääne-Euroopa riikides ja USA-s kogutakse kokku ja taaskasutatakse enam kui 90% kasutatud autoakudest.

AS-i Ecometal Sillamäe vanade pliiakude ümbertöötamistehas on ainuke omataoline Balti riikides. Aastas toodetakse 12 000 tonni pliid, 1000 tonni polüpropüleeni ja nüüdsest arvestuslikult 2000 tonni naatriumsulfaati. Ettevõtte töötab 53 inimest, 2008. aasta käive oli 272 miljonit krooni, millest 99% oli eksport. AS Ecometal tunnustati Eesti parimaks 2008. aasta eksportööriks (EAS-i konkurs „Ettevõtluse auhind 2008“).

Keskkonnatehnikat saab lugeda ka www.netiajakiri.ee

netiajakiri
Netiajakiri - koos on lõbusam!

Pollutec

Today's exhibition for tomorrow's solutions
to environmental and economic challenges

HORIZONS

1-4 dec. 2009

**PARIS - NORD
VILLEPINTE**

FRANCE



SEIZING
THE
FUTURE

Over the 4 days of Pollutec Horizons in Paris more than 40,000 decision makers and specifiers from industry and local authorities will come to learn about and exchange information on the environmental and economic challenges of today and tomorrow, to discover innovations for the prevention and treatment of pollution and to implement the solutions for the future being presented by 1,500 Environment and Sustainable Development professionals and experts.

Organized by

 Reed Expositions

In association with



www.pollutec.com

LÄÄNEMERE KAITSE 2009. AASTA PREEMIA LAUREAAT ON PROFESSOR ENN LOIGU

TTÜ keskkonnatehnika instituudi direktor professor Enn Loigu pärjati 9. mail prestiižika Läänemere kaitse aastapremia laureaadiks. Preemia anti üle Ahvenamaa pealinna Maarianhaminas peetud pidulikul koosolekul, mis oli pühendatud Ahvenamaa Keskkonnakaitse Fondi asutamise 20. aastapäevale. See fond, mille asutas Ahvenamaa ettevõtja Anders Wiklöf 1989. aastal, oli esimene mittetulunduslik fond Läänemere piirkonnas ning rahvusvahelise ekspertgrupi esitatud laureaadiid on olnud Läänemere riikides kõrgelt hinnatud teadlased, insenerid ja looduskaitse eluviijad. Kahekümne aasta jooksul on laureaadiitiili vääriliseks tunnistatud enam kui 50 nominenti kõikidest Läänemere riikidest. Eestist on tunnustuse osaliseks saanud kolm teadlast: professor H.-A. Velner 1990. aastal, Tartu Ülikooli professor Arvi Järvekülg 1994. aastal ning professor Enn Loigu 2009.



aastal.

Professor Enn Loigu pälvis tunnustuse väljapaistvate saavutuste eest Läänemere vee kvaliteedi parandamisel ja

põllumajanduspiirkondade hajureostuse olulisel piiramisel, mis aitab vältida merevee eutrofeerumist.

Veekogude kaitsmise uuringud said alguse 1960ndatel aastatel loodud Tallinna Tehnikaülikooli (tollal TPI) veekaitselaboris. Professor Enn Loigu liitus uuringugrupiga noore teadlasena juba 1970ndatel aastatel ning koostöös Rootsi, Soome ja Norra teadlastega on ta kujunenud üheks juhtivaks Läänemere riikide veekogude ja rannikumere vee kvaliteeti mõjutava koormuse süstemaatiliseks uurijaks ning vajalike kaitseabinõude väljatöötajaks.

TTÜ keskkonnatehnika instituudi kollektiivi nimel soovime lugupeetud professor Enn Loigule õnne suure tunnustuse puhul ning edu töö jätkamisel.

A.M.

Harald-Adam Velner
Emeriitprofessor



NTM
OÜ NTM BALTIC
Mustamäe tee 44a
10621 Tallinn
Tel: 654 6999 Tel: 654 6663
Faks: 656 2719

www.ntmbaltic.ee



Keskkonna- ja kasutajasõbralik jäätmete sügavkogumissüsteem **MOLOK** on ülipopulaarne ja uuenduslik, seda kasutatakse laialdaselt Põhjamaades ja Lõuna-Euroopas. Jäätmete sügavkogumissüsteemi on hakatud järjest rohkem kasutama ka Eesti prügimajanduses. Kogumismahuti, millest 2/3 on maa sees, tühendamiseks on NTM-il välja pakkuda omapoolne tõhus lahendus. Selleks on tõstukiga prügiauto. Veoki kabiini ja prügipunkri vahel oleva tõstuki abil tühendatakse kogumismahutis asuv jäätmekott prügipakkeveoki "tagataskusse". Sealt pressitakse prügi prügipunkrisse.

Sellise prügipakkeveoki saab valmistada ka laiendatud tagataskuga (vt foto). Tagataskule võib paigaldada ka konteineritõstuki tavaliste maapealsete prügikonteinerite tühendamiseks, mille puhul on tegemist tõeliselt multifunktsionaalse töövahendiga.

NTM Baltic OÜ toodete hulka kuulub suur valik mitme otstarbega prügipakkeveokeid. Müüme ja paigaldame ka VDL kastivahetusseadmeid.

Valitsus kinnitas jääkreostuse likvideerimise kava endistel sõjaväe- ja tööstusaladel

9. juulil kinnitas Vabariigi Valitsus investeringute kava aastateks 2009–2013 jääkreostuse likvideerimiseks endistel sõjaväe- ja tööstusaladel. Kava kohaselt likvideeritakse jääkreostus 10 riigimaal asuval objektidel: Kose-Risti asfaltbetoonitehases, Kose katlamajas, Miinisadamas, Süsta tänava sadamas, Tapa vagunidepoos, Tapa veduridepoos, Eesti Raudtee Kopli kaubajaamas, Ahtme maantee 86 asfaltbetoonitehases, Tallinn-Väike veduridepoos ja Narva asfaltbetoonitehases. Riigimaal asuvate jääkreostusobjektide likvideerimiseks on ette nähtud 212 miljonit krooni. Projekti eeldatav rakendamisajaeg on 1.04.2009–31.12.2014.

Keskonnaministeerium

Kuressaares hakatakse ehitama reoveepuhastit

Läänesaarte alamvesikonna veemajandusprojekti raames allkirjastasid AS Kuressaare Veevärk ja Preseco OY Eesti filiaal 14. juulil Kuressaare linna reoveepuhasti projekteerimis- ja ehitustööde hankelepingu. Hanke võitja Preseco OY Eesti filiaal peab rekonstrueerima olemasoleva reoveepuhasti ja ehitama reoveesette anaeroobse stabiliseerimise kompleksi koos soojuse ja elektrienergia koostootmisjaamaga ning ligi kaks kilomeetrit veetorustikku reoveepuhastini. Tööde valmistamiseks on ette nähtud üle ühe aasta. Reoveepuhasti ehitusprojekti kogumaksumus ilma käibemaksuta on ca 72 mln Eesti krooni. Saare maakonna alamprojekti kogumaksumus on ca 266 miljonit krooni, millest 80% tuleb Euroopa Liidu Ühtekuuluvusfondist. Tegelikult projekti maksumuseks kujuneb ligikaudu 350 miljoni krooni. Reoveepuhasti lepingut rahastab 90% SA Keskonnainvesteeringute Keskus ja 10% AS Kuressaare Veevärk.

Keskonnaministeerium

Kõik keskkonnanõuetele mittevastavad prügilad on suletud

Alates 16. juulist peavad kõik keskkonnanõuetele mittevastavad prügilad olema suletud ja 16. juuliks 2013 korrastatud. 16. juuliks suleti Eestis kümme viimast keskkonnanõuetele mittevastavat tavajäätmete prügilat: Oru, Käina, Sillamäe, Sõmeru, Adiste, Kudjape, Aardlapalu, Valga, Viljandi ja Räpo. Prügilate sulgemine puudutab peamiselt Kagu-Eestit ja saari. Viljandi-, Tartu-, Põlva-, Valga- ja Võrumaal ladestamisele minevad jäätmed tuleb nüüd suunata Pärnu-, Järva- või Jõgevamaale. Jäätmekogumise ja -veo hinnatõusu aitab vältida maksimaalses ulatuses kohapeal liigiti kogumine ning nende jäätmete võimalikult suures koguses taaskasutamine.

Suletavate prügilate juures võib jätkuda jäätmelubade alu-

sel ehitus- ja lammutusjäätmete sortimine ja vaheladustamine ning biolagunevate jäätmete kompostimine. Neid jäätmeliike saab kasutada ka prügilate korrastamisel, kui see on sulgemisprojektiga ette nähtud.

Keskonnaministeerium

Valitsus kinnitas uue probleemtooteregistri põhimääruse

Probleemtooteregistri uue põhimääruse kinnitas valitsus 23. juulil. Registri alusel on võimalik saada ülevaadet Eestisse sissetoodavatest probleemtoodetest, Eestis turule lastud toodete osakaalust nii tooteliikide kui ka tootjate kaupa. Seega saab tuvastada, kui palju iga tootja on protsentuaalselt oma tooteid turule lasknud, ning nõuda neilt jäätmehoolduskulude katmist vastavalt turuosalusprotsendile. Samuti on võimalik kindlaks teha, millises mahus probleemtoodetest tekkinud jäätmeid kogutakse, taaskasutatakse, kõrvaldatakse ja eksporditakse.

Võrreldes kehtiva määrusega on registris peale andmebaasi ja kandraamatu, kande alusdokumentide ja arhiivi ka registripäevik, mida peetakse iga registrile andmeid esitava tootja kohta. Päevikusse kantakse kogu teave tootjaga seotud sisetulevate ja väljaminevate andmete kohta. Päevik annab nii registri volitatud töötajale kui ka järelevalveasutusele täpse ülevaate, millal tootja on esitanud registrile alusdokumendid või kinnitanud registris aruande, sealhulgas saab vaadata ka varasemaid kandeid. Tootja näeb ka ise kõiki päeviku kandeid.

Probleemtooteregistri vastutav töötaja on Keskonnaministeerium ja volitatud töötaja Keskonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskus. Register alustas tööd 13. veebruaril 2006. Registril on oma veebileht: <http://proto.keskonnainfo.ee>.

Keskonnaministeerium

MESSIREISID

For Arch Ehitustehnika, kliimaseadmete ja kinnisvara mess Praha, 22.-26.09.2009 	Entsorga-Enteco Keskonnatehnika ja jäätmekäitluse mess Köln, 27.-30.10.2009
Renexpo Taastuvenergia ja energia säästmise mess Augsburg, 24.-27.09.2009 	Eco Expo Asia Keskkonnakaitse, jäätmekäitluse ja energia säästmise mess Hongkong, 28.-31.10.2009

KAROL
REISIBÜROO

Tel 614 3086, 085, 087, Faks 614 3088,
info@karol.ee; www.karol.ee,
 Narva mnt 13, 10151 Tallinn

UUED MATERJALID – KAS KA UUED OHUD? NANOOSAKESED

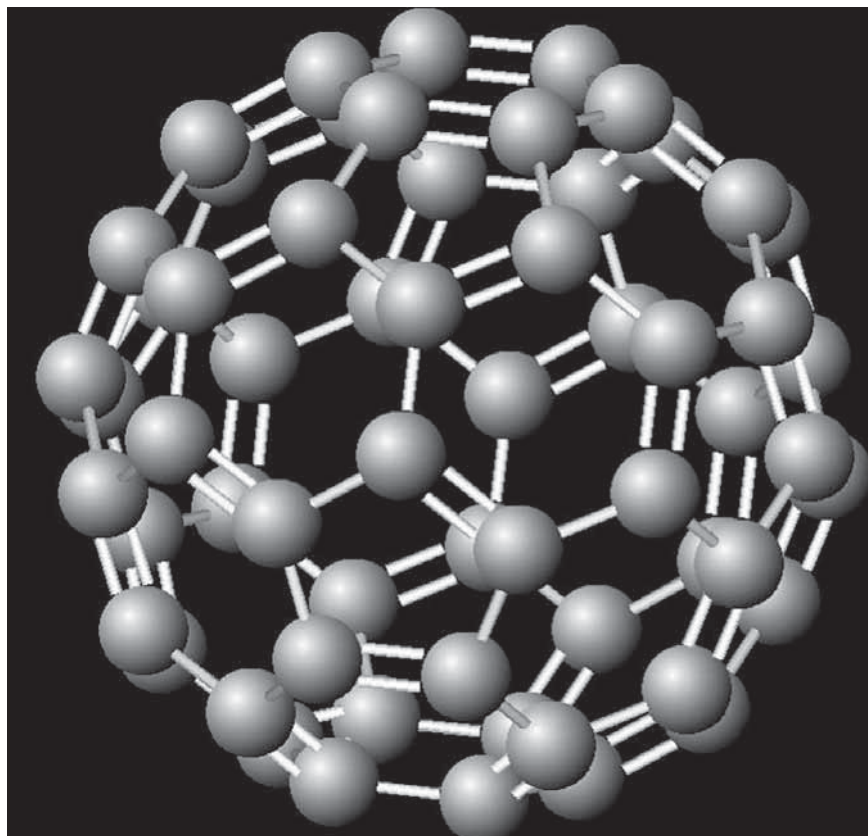
Dr ANNE KAHRU

Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituudi
juhtivteadur
Eesti Toksikoloogia Seltsi esimees
anne.kahru@kbfi.ee

NANOOSAKESTE TOOTMINE JA NANOOSAKESED TARBEKAUPADES

SÜNTEETILISED e tööstuslikult toodetud nanoosakesed (osakesed, mille vähemalt üks mõõde on alla 100 nm) ja neid sisaldavad materjalid on juba kümnekond aastat teadlaste huviorbiidis ning nanotehnoloogiad prioriteetsed kogu maailmas. Ennustuste kohaselt peaks nanotehnoloogia tulem juba vähem kui kümne aasta pärast olema võrreldav infotehnoloogia omaga [1]. Nanosuurus osakesi leidub ka looduses, nt mulla huumuse- ja peened saviosakesed. Nanoosakesed tekivad ka põletamisel.

Nanotehnoloogia kiire arengu tulemusena on mõningate nanoosakeste (TiO_2 , ZnO, süsinik-nanotorud, trüki-must *carbon black*) tootmine suurenenud juba tööstuslike mahtudeni. TiO_2 nanoosakesi toodetakse praegu 5000 tonni, nanohõbedat 500 tonni ning süsinik-nanotorusid 350 tonni aastas [2]. Prognoositakse, et aastaks 2011 ületab ühekihiliste süsinik-nanotorude (*single wall carbon nanotubes*) aastatoodang



Joonis 2. Heal lapsel mitu nime: C60-fullereen, Buckminster fullerene, buckyball (autori tehtud arvutirekonstruktsioon)

1000 tonni piiri [3]. Peale tööstuslike rakenduste on nii mõnedki nanoosakesed juba kasutusel tarbekaupades ning nanoosakesi saab osta ka mitmelt kemikaale müüvalt firmalt (joonis 1).

Nanoosakesi ja nanomaterjale si-

saldavatest tarbekaupadest saab ülevaate andmebaasist <http://www.nanotechproject.org/inventories/>. 2006. aasta seisuga [4] olid tarbekaupades kasutatavatest nanoosakestest populaarseimad fullereenid (joonis 2) ja süsinik-nanotorud (kokku 29 eri tüüpi tootes), millele järgnes nanohõbe (25), -räni (14), $-\text{TiO}_2$ (8), $-\text{ZnO}$ (8) ja $-\text{CeO}$ (1). Süsinik-nanotorusid kasutatakse ülikergete tugevate materjalide koostises (tennisereketid, hokikepid), nanosuurus metallioksiide (nt TiO_2 ja ZnO) aga nt UV-kaitsefaktorina kosmeetikatoodetes ja päikesekaitsekreemides ning isepuhastavate pinnakatete koostises (nano- TiO_2). Nanohõbe on tänu oma bakteritsiidsetele omadustele juba laialdaselt kasutusel nii haavavahendite (sidemed, plaastrid) koostises kui ka sokkides ja isegi aluspesus (*sic!*) (<http://hun.nanosilver.cz/>). Bakteritsiidseid materjale (nt bakteritsiidseid sokid, pesu ja seebid) ei ole käesole-



Joonis 1. Paljusid nanoosakesi valmistatakse juba tööstuslikul hulgal ning neid saab osta nt firmalt Sigma-Aldrich

va artikli autori arvates siiski mõistlik tavaelus kasutada, sest peale kardetud pisikute hävitatakse ka inimese naha normaalne mikrofloora.

FULLEREENID – AVASTAMINE JA TOKSILISUS

Esimesed laboris sünteesitud ja varem inimkonnale tundmatud nanoosakesed olid C60-fullereenid – kuuekümnest süsinikuaatomist koosnevad „pallikesed“, inglise keeles ka *buckyballs* või *Buckminsterfullerenes* arhitekt Richard Buckminster Fulleri järgi, kelle kavandatud Ameerika paviljoni kuppelkatust Montreali maailmanäitusel Expo'67 C60-molekuli struktuur meenutas (joonis 2). Fullereenide avastamise eest said Robert F. Curl jr (USA), sir Harold W. Kroto (Ühendkuningriigid) ja Richard E. Smalley (USA) 1996. aastal Nobeli preemia keemia alal [5].

Sünteesiliste nanoosakeste (keskkonna)ohhtlikkusele viitavad esimesed teadusuuringud publitseeris 2004. aastal USA teadlane Eva Oberdörster [6]. Tema uuringutest selgus, et juba 0,5 mg/l C60-fullereeni kalade akvaariumivees tekitas kalade ajukoes oksüdatiivseid kahjustusi. Autor täheldas ka akvaariumivee mikrobioloogilise kvaliteedi paranemist ning oletas, et fullereenid on kontsentratsioonis 0,5–1 mg/l bakteritsiidsed. E. Oberdörsteri tööd olid omamoodi katalüsaatoriks ka käesoleva artikli autori jaoks, et kasutada oma uurimisrühma eelnevates projektides kogutud teadmistepagasit nanoosakeste potentsiaalset kahjuliku toime uurimiseks.

KEEMILISTE AINETE OHTLIKKUSE HINDAMINE JA EUROOPA LIIDU KEMIKAALIPOLIITIKA

Aastal 2006 OECD Nõukogu moodustatud töörühm (*Working Party on Manufactured Nanomaterials*, WPMN) loetleb 2008. aastal avaldatud raportis ENV/JM/MONO(2008)13/REV neliteist nanomaterjali, mida tuleks ohutuse aspektist esmajärjekorras iseloomustada. Nimekirja kuulub kaheksa anorgaanilist nanomaterjali: nanohõbe, nanoraud, nano-TiO₂, -Al₂O₃, -CeO, -ZnO ja -SiO₂, nanosavid (*nanoclays*) ja kuus orgaanilist nanomaterjali: trükimust (*carbon black*), C60-fullereenid, ühekihilised (SWCNTs – *single wall carbon nanotubes*) ja mitmekihilised nanotorud (MWCNTs – *multiwall*

carbon nanotubes), polüstüreen ning dendrimeerid.

Euroopa Liidu kemikaalipoliitika viimase aastakümne üheks olulisemaks saavutuseks võib lugeda kemikaali-ohutuspoliitika reformi, mille käigus välja töötatud Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus 1907/2006 käsitleb kemikaalide registreerimist, hindamist, autoriseerimist ja piiramist (REACH – *Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*). Määrus REACH jõustus 1. juunil 2007 ning selle esimene säte rakendus Eestis 1. juunil 2008. REACH on äärmiselt oluline, kuna Euroopa Komisjoni hinnangul ei ole piisavalt andmeid umbes 99 protsendi kasutuses olevate kemikaalide mõju kohta inimese tervisele ja looduskeskkonnale. Eeldatavalt peaksid ka nanoosakeste puhul hakkama kehtima needsamad põhimõtted, mida määrus REACH tööstuskemikaalide suhtes kehtestas. Nimelt peavad kemikaalide (seega siis ka nanoosakeste ja nanomaterjalide) tootjad, importijad ja kasutajad (*downstream users*) tagama, et vastavate kemikaalide või nanomaterjalide võimalikud ohtlikud omadused inimese tervisele ja keskkonnale oleksid kindlaks tehtud ning tooted nõuetekohaselt märgistatud. Tasub nimetada, et nanoosakeste kohta käivate regulatsioonide väljatöötamisel osalevad ka Eesti ministriumide spetsialistid.

KEMIKAALIDE KLASSIFITSEERIMINE VÄGA MÜRGISEKS, MÜRGISEKS VÕI KAHJULIKUKS

Kemikaali või aine toksilisust nt veorganismidele ja mullaelustikule hinnatakse selle poolletaalse (poolefektiivse) kontsentratsiooni – L(E)C50 – põhjal vastavatele keskkonnarelevantsetele mudelorganismidele (vesikirbud, vetikad, kalad, bakterid, vihmaussid). L(E)C50-ühik on aine hulk (reeglina mg/l), mis mõjub surmavalt pooltele testorganismidele või põhjustab mõne muu kahjuliku efekti 50% tasemel. Mida väiksem on L(E)C50 väärtus, seda mürgisema ainega on tegemist: väga keskkonnoohtlike kemikaalide L(E)C50 väärtused on üldjuhul väiksemad kui 1 mg/l. Joonisel 3 on näha meie tavalise eluks vajaliku kemikaali – keedusoola – kogused ühest milligrammist (1 mg) ühe grammi (1000 mg), et näidata, kui väike kogus on 1 mg.

Euroopa Liidu direktiiv 67/548 EEC (Eestis „Ohtlike kemikaalide identifitseerimise, klassifitseerimise, pakendamise ja märgistamise kord“, sotsiaalministri 26. mai 2000. aasta määrus nr 37), mida 2008. aastast alates asendab regulatsioon 1272/2008, liigitas kemikaalid vetikate, vesikirpude ja kaladega tehtud akuutsete biotestide tulemuste põhjal veorganismidele „väga mürgiseks“,



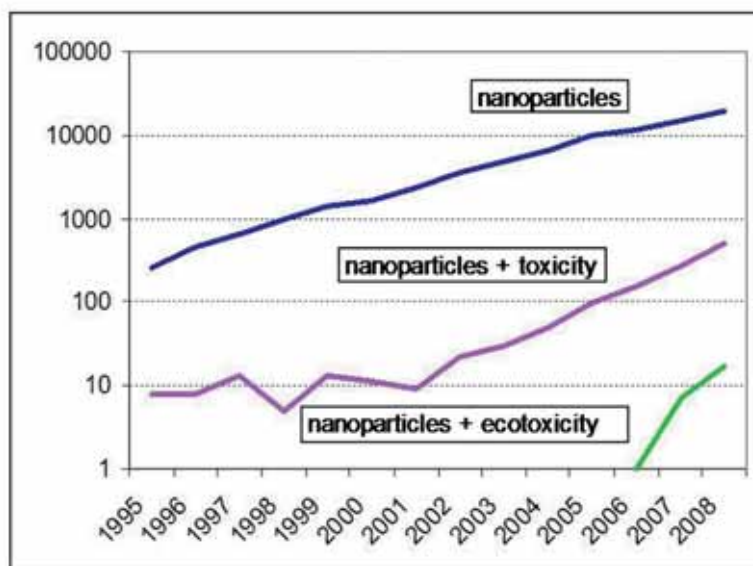
Joonis 3. Kui palju on liiga palju?

„mürgiseks“ või „kahjulikuks“, kusjuures kõige tundlikum organism määras kemikaali toksilisusklassi (kõige nõrgema lüli põhimõte). Toksilisustestide tulemustel põhinevad riskilauseid olid järgmised: R50 – väga mürgine veeorganismidele (L(E)C50 < 1 mg/l); R51 – mürgine veeorganismidele (L(E)C50 = 1–10 mg/l) ning R52 – kahjulik veeorganismidele (L(E)C50 = 10–100 mg/l). Uue regulatsiooni 1272/2008 järgi on toksilisusklassid üldjoontes samad, ent riskilause sõnastus erineb. Igal juhul on kemikaal, mis kontsentratsioonis 1 mg/l tapab 48 h jooksul nt 50% vesikirpudest, keskkonnale ohtlik. Peab lisama, et peale akuutsete toksilisustestide tulemuste oli ja on kemikaalide keskkonnoahtlikkuse hindamisel oluline ka kemikaalide või ainete biolagundatavus keskkonnas.

NANOOSAKESED – KUI KESKKONNOAHTLIKUD NAD ON?

Aine „lõhkumine“ nanosuuruseni suurendab aine eripinda kuni miljoneid kordi, muutes aine keemiliselt reaktiivsemaks. See on ka peapõhjus, miks nanorevolutsioonile nii suurt tulevikku ennustatakse: samal ainel on nanosuuruses täiesti uued omadused, millest võib võita nii tööstus kui ka meditsiin. Teisalt võivad nanoskaalas materjalide uued füüsikalised-keemilised omadused suurendada nende biosaadavust ning toksilisust. On näidatud, et nanoosakesed suudavad läbida ka kõige tugevamaid biobarjääre, sh aju-vere (hematoentsefaalset) barjääri [7].

Paljude arenenud riikide algatatud nanotehnoloogiaid edendavate programmide kõrval on tekkinud rahvatervise- ja keskkonnaspetsialistide ning kindlustusfirmade nn vastuprogrammid, mis hoiatavad nanotehnoloogia potentsiaalsete ohtude eest nii nende valmistajaile (tööliste ekspositsioon nanoosakeste tootmisel) kui ka loodusele (nt heitmed, õnnetused vedudel). Tõepoolest, nanoosakeste üha suurenevad tootmismahud viivad varem või hiljem selleni, et nad võivad mitut levikuteed pidi jõuda veekogudesse, põhjasettesse ja pinnasesse (nagu kõik tööstusheitmed seda aegade jooksul on teinud). Tänu suurele eripinnale võivad nanoosakesed sorbeerida raskmetalle või hüdrofoobseid saasteaineid (nt polüaromaatseid süsivesinikke), mis koos nanoosakeste või nende agregaatidega võivad looduses edasi kanduda.



Joonis 4. Ajavahemikus 1995–2008 ilmunud nanoosakesi (sinine joon), nanotoksikoloogiat (roosa joon) ja nanoökotoksikoloogiat (roheline joon) käsitlevate eelretsenseeritud teadusartiklite arvu dünaamika ISI Web of Science'i andmeil. Otsisõnad on joonisel ning otsing tehti 2009. aasta kevadel

Nanoosakesed võivad sorbeeruda ka veeorganismidele. Kuna nanoosakesed veekeskkonnas omavahel agregeeruvad ja sadestuvad, siis võivad nad setetes kontsentreeruda ja ohustada ka põhjaloomastikku.

NANOTOKSIKOLOOGILISTE UURINGUTE PRAEGUNE SEIS MAAILMAS

Ehkki nanoosakestest tulenevaid riske (eelkõige tootmises eksponeeritud inimeste ohutuse seisukohalt) on 2004. aastast alates järjest rohkem teadvustatud, napib nanotoksikoloogia-alast teaduskirjandust ning nanoökotoksikoloogilisi artikleid peaaegu pole. Ehkki esimesi nanoosakeste toksikoloogia alaseid kirjutisi on *ISI-Web of Science*'i andmebaasis registreeritud alates 1990ndatest aastatest ja kiirem areng algas aastail 2000–2003, ilmusid esimesed nanoökotoksikoloogia-alased publikatsioonid alles 2006. aastal (joonis 4). Siinkohal on oluline mainida, et E. Oberdörsteri 2004. aastal ilmunud artiklis, millest oli juttu eespool, sõna *ecotoxicology* (ökotoksikoloogia) puudus ning seetõttu see publikatsioon joonisel 4 ei kajastu.

TOKSIKOLOOGIA-ALASED UURINGUD EESTIS

Eestis algasid toksikoloogia-alased teadusuuringud 1951. aastal Eksperimentaalse ja Kliinilise Meditsiini Instituudis ning olid seotud peamiselt

põlevkivikemikaalidega. Enamik toona uuritud põlevkivikemikaalidest on praeguseks kantud nn uute kemikaalide nimekirja ELINCS (*European List of Notified Chemical Substances*), mis tähendab, et täiendavaid toksilisusuuringuid tuleb teha ainult sel juhul, kui nende tootmine suureneb järgmise registratsioonitasemeni. Kemikaalide toksiliste omaduste uurimisega tegeleb Eestis praegu vähemalt kolm aktiivset uurimisrühma – peale käesoleva artikli autori KBFI-i uurimisrühma (täpsem iseloomustus allpool) on toksikoloogiliste probleemidega tegelevad uurimisrühmad ka prof M. Karelsonil ja prof A. Žarkovskil Tartu Ülikoolis.

EESTI TOKSIKOLOOGIA SELTS

Toksikoloogiaalaste probleemidega tegelejate koondamiseks loodi 1997. aastal Eesti Toksikoloogia Selts (ETS). Praegu on seltsil 50 liiget – peamiselt Eesti teadusasutustest, ent ka ministriumidest ja muudest institutsioonidest. ETS-i liikmete hulgas on rohkesti üliõpilasi. Praegused juhatuse liikmed on juhatuse esimees Anne Kahru (KBFI), Toomas Veidebaum (Tervise Arengu Instituut), Igor Ševtšuk (TTÜ), Reet Pruul (Keskkonnaministeerium), Karin Hellat (TÜ) ja Angela Ivask (KBFI). Revisjonikomisjoni esimees on Marina Trapido (TTÜ). 1998. aastal võeti ETS EUROTOX-i (*Federation of European Toxicologists and European Societies of Toxicology*) ning novembris 2004 IUTOX-i (*International Union of Toxicology*) liikmeks. ETS-i eesmärk ja üles-

anne on arendada ja populariseerida toksikoloogiasuunitlusega uurimistevust, täienduskoolitust ja rahvaharidust, korraldada toksikoloogia ja selle lähidistsipliinide alaseid konverentse, nõupidamisi ja seminare; soodustada oma aktiivsete liikmete (eriti kraadiõppeüliõpilaste ja noorspetsialistide) osalemist rahvusvahelistel teadusüritustel ning stažeerimist koostööpartnerite juures; aidata kaasa Eesti majanduse, loodusvarade säästliku kasutamise ja keskkonnakaitsega seotud toksikoloogiaalaste probleemide arutamisele ja lahendamisele; luua kontakte ja korraldada koostööd kolleegidega, kes töötavad toksikoloogia ning selle lähidistsipliinide alal nii Eestis kui ka väljaspool Eestit; korraldada toksikoloogiaalaste konsultatsioonide ja eksperthinnangute andmist nii juriidilistele kui füüsilistele isikutele; propageerida eetikapõhimõtete järgimist toksikoloogias ning sellega külgnevates teadus- ja uurimissuundades. Lisateavet seltsi tegevusest võib leida kodulehelt (<http://www.kbfi.ee/ets/>).

KBFI TEADLASTE NANOTOKSIKOLOGIA-ALASED UURINGUD MILLEST KÕIK ALGAS?

Nanoosakeste toksiliste omaduste uuringuid alustas esimesena Eestis ja ühe esimesena maailmas käesoleva artikli autori uurimisrühm (*In vitro** ja ökotoksikoloogia grupp) Keemilise ja

Bioloogilise Füüsika Instituudis 2004. aastal. Uurimisobjektiks valiti ZnO, TiO₂ ja CuO nanoosakeste (joonis 5) (öko)toksilisuse ja selle mehhanismide väljaselgitamine. Nanoosakeste valikul lähtuti metallioksiidide kasutamisest tarbekaupades, uurimisteema uudsusest (teave metallioksiidide ökotoksilisuse kohta praktiliselt puudus) ja ka sellest, et uurimisrühmal oli juba kogemusi raskmetallide biosaadavuse ja ökotoksilisuse mehhanismide uurimise alal.

Esimese rahasüsti uuringute finantseerimiseks tegi KBFI oma baasfinantseerimise vahenditest, sest KBFI teadusnõukogu esimees Mart Saarma ning direktorid Ago Samoson (aastal 2005) ja Raivo Stern (alates aastast 2006) pidasid oluliseks kaasata KBFI teadusstrateegiasse uudseid teemasid. Baasfinantseerimine toetas peamiselt kraadiõppurite kaasamist, kusjuures teadlaste palgad tulid ja tulevad käesoleva artikli autori juhitava KBFI sihtfinantseeritava teema "Toksikoloogilise riski hindamine *in vitro*" (2003–2007) ning "Mehhanismid ja interaktsioonid toksikoloogias ja toksinoloogias: *in vitro*-mudelid" (2008–2013) vahenditest. Tänu edukatele nanotoksikoloogiateemalistele projektitaotlustele tulid alates 2007. aastast juurde ka Eesti Teadusfondi toetused (grandihoidjad Anne Kahru, Angela Ivask, Irina Blinova ja Kaja Kasemets). Uuringuid tehakse KBFI strateegilise programmi „*In vitro* toksikoloogia ja 3R“ raames

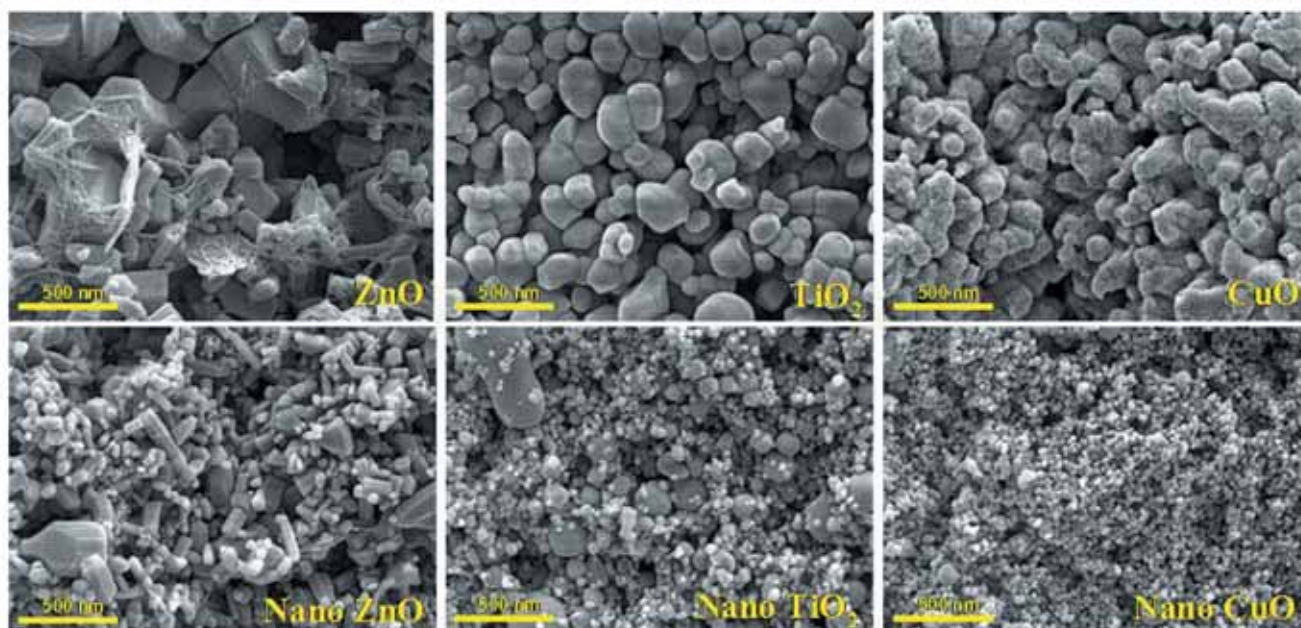
(www.kbfi.ee).

NANOOSAKESTE ÖKOTOKSILISUS

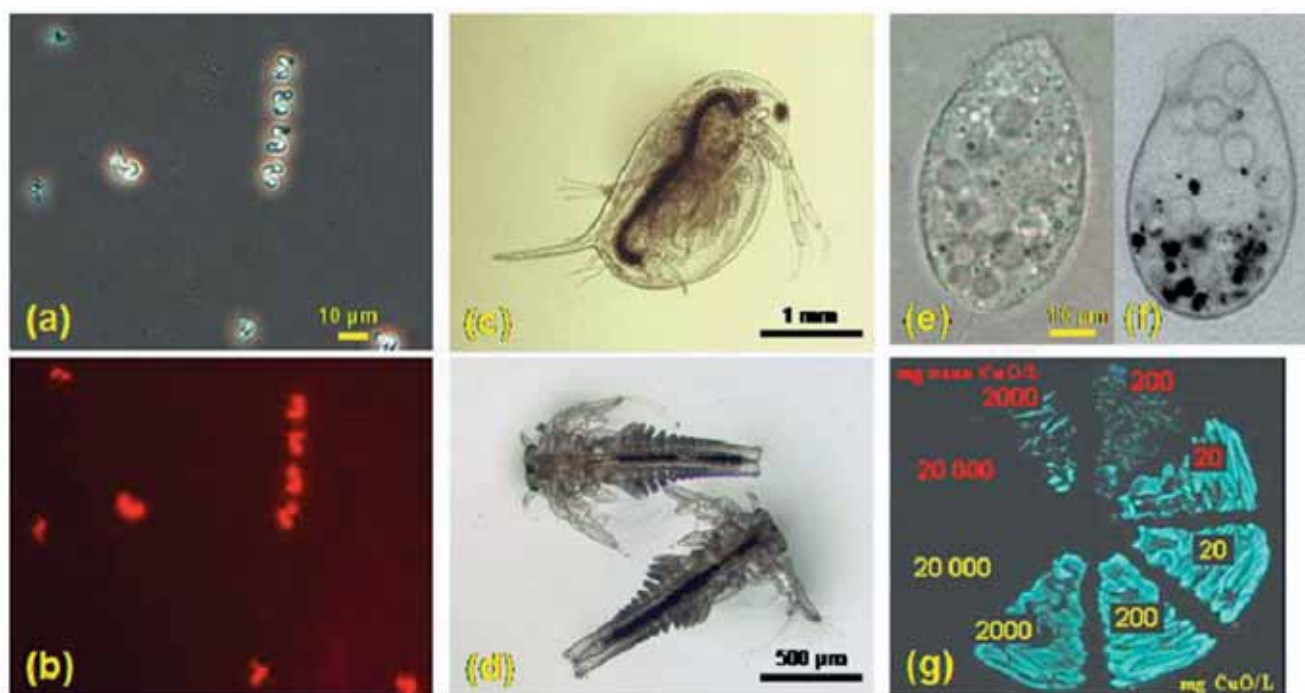
Kuna ökosüsteemid on keerulised ja organismide tundlikkus toksikantide (raskmetallid, mitmesugused orgaanilised ühendid, nanoosakesed) suhtes võib liigiti märgatavalt erineda, ei piisa reostunud pinnase, heitvee, kemikaali või nanoosakeste keskkonnanahkluse pädevaks hindamiseks ühe biotestiga tehtavast analüüsist. Seetõttu soovitatakse ökotoksiliste efektide hindamiseks kasutada biotestipatareid, mis koosneb eri troofilisel tasemel organismidest. Seda põhimõtet rakendatakse ka tööstuskemikaalide keskkonnamõju hindamisel. KBFI uurijad kasutavad nanoosakeste potentsiaalsete keskkonnanahkluse hindamisel lihtsaid selgrootuid mudelorganisme. See võimaldab kiiresti ja suhteliselt odavalt ennustada kemikaalide kahjulikku mõju organismidele toitumisahela kolmel tasemel: tootjad (vetikad), tarbijad (kirpvähilised ja algloomad) ning lagundajad (bakterid) (joonis 6).

Lisaks eespool mainitud testorganismidele kasutab meie uurimisrühm ka eukarüootide rakubioloogias tuntud mudelorganismi *Saccharomyces cerevisiae* (pagaripärm) ja rekombinantseid luminesseeruvaid baktereid, mida oleme spetsiaalselt modifitseerinud, et uurida ainete toksilisuse mehhanisme. On oluline, et testpatarei sisaldaks nii osakestest toituvaid organisme (algloomad, vesikirbud), kes oma toitumisviisi tõttu sobivad eriti hästi nanoosakeste

* *in vitro* (ld), tehistingimustes tehtud katse



Joonis 5. Skaneeriva elektronmikroskoobi fotod ZnO, TiO₂ ja CuO nano- ja tava suuruses osakestest [8]



Joonis 6: KBFI *in vitro* ja ökotoksikoloogia uurimisgrupis nanoökotoksikoloogilistes uuringutes kasutatavad testorganismid, keda on seni kasutatud peamiselt kemikaalide ja veekvaliteedi ökotoksikoloogiliseks hindamiseks: **a** vetikad *Pseudokirchneriella subcapitata* faaskontrast- ja **b** fluorestsentsmikroskoopias; **c** nano-CuO osakeste akumulatsioon testkeskkonnast kirpvähiliste *Daphnia magna* ja **d** *Thamnocephalus platyurus* soolestikku; **e** algloom *Tetrahymena thermophila* enne ja **f** pärast ekspositsiooni nano-CuO osakestele; **g** looduslikult bioluminesseeruvate bakterite *Vibrio fischeri* kasv agarsöötmel pärast kaheksatunnist inkubeerimist nano- ja tava suuruses CuO suspensioonis (foto on tehtud pimedas ruumis) [8]

mõju hindamiseks (joonised 6 c-f ja 7), kui ka eeldatavalt nanoosakestele „resistentseid“ organisme (vetikad, bakterid, pärmid). Oluline on ka see, et selgrootute organismide kasutamine nanoosakeste toksiliste omaduste hindamisel võimaldab vähendada loomkatseid, panustades sel moel 3R-strateegiasse. 3R-strateegia (*reduction, replacement, refinement*) on kogu maailmas tunnustatud ja Euroopa Liidu prioriteetne strateegiline suund loomkatsete vä-

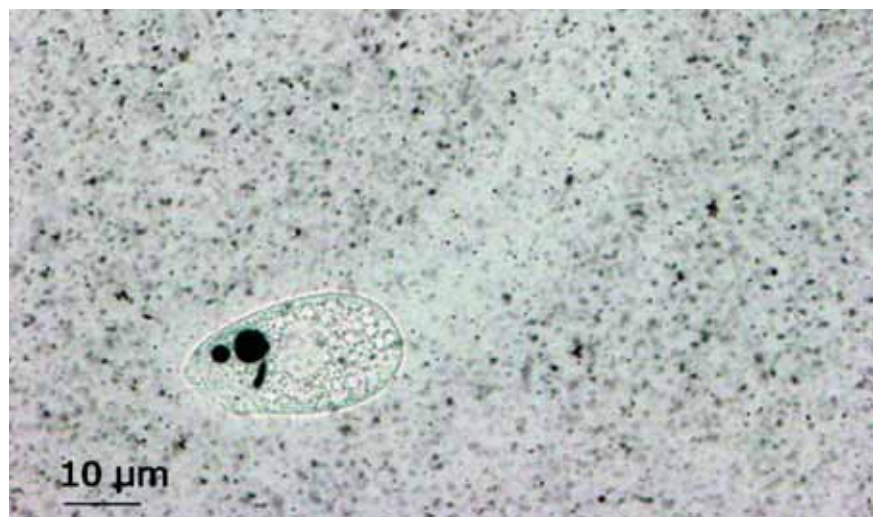
hendamiseks nii teadus- kui ka õigusaktidega sätestatud uuringuis ning on REACH-iga seoses eriti aktuaalne.

Teadusuuringud näitasid, et kirpvähilistele *Daphnia magna* ja *Thamnocephalus platyurus*, bakteritele *Vibrio fischeri* ja pärmidele *Saccharomyces cerevisiae* ei olnud nano- ega ka tava suuruses TiO₂ suspensioonid toksilised isegi kontsentratsioonis 20 g/l. ZnO- (nano)osakesed olid aga TiO₂-osakesetest tunduvalt toksilisemad (vt ka tabe-

lit 1), kusjuures nano- ja tava suuruses osakeste toksilisus oli ühesugune. Samasugused ZnO toksilisuse kohta käivad tulemused saadi vetikatega *Pseudokirchneriella subcapitata* ja osakestest toituvate algloomadega *Tetrahymena thermophila*. Katsed näitasid ka, et ZnO, CuO ja TiO₂ (nii nano- kui tava suuruses) suspensioonide vetikate kasvu pärssiv toime ei tulenenud valguse neeldumisest ega hajumisest osakestel ning et nano-TiO₂ puhul võib vetikate kasvu pärssida ka vetikate sorptsioon metallioksiidi agregaatidele [9]. Kõikidele testorganismidele oli nanosuuruses CuO kuni kuuskümmend korda toksilisem kui CuO tava suuruses osakesed [9,10,11,12].

METALLE SISALDAVAD NANOOSAKESED – TOKSILISUST PÕHJUSTAVAD PEAMISLT LAHUSTUNUD METALLIOONID

Paljude metalle sisaldavate nanoosakeste puhul (nanohõbe, nano-ZnO, nano-Al₂O₃, nano-CuO, CdSe ja CdSe/ZnS kvantpunktid) on osakeste lahustuvus oluline toksilisust määrav omadus. Osakeste piisava lahustuvuse korral võivad toksilise töö „ära teha“ just lahustunud metalliioonid ning nanoosakesed ise ei



Joonis 7. Algloom *Tetrahymena thermophila* „söömas“ mitmekihilisi süsiniknanotorusid. Alglooma kehas on näha musti nanotoruagregaatide täis toiduvakuoolid ning nanoosakeste suspensioonis alglooma liikumistrajektor

pruugi rakku sisenedagi. Teatud endotsüteerivate (osakesi sisestavate) rakkude puhul on teadlased *in vitro* katsetes näidanud, et kui metallioksiidiosakene siseneb rakku, siis toksilised metalliioonid vabanevad alles raku sisemuses (nn Trooja hobuse mehhanism) [13].

Lahustunud metalliioonidest (Zn^{2+} , Cu^{2+}) põhjustatud toksilisust on KBFI uurimisrühma töödes tuvastatud nii osakesi sisestavate (algloomad, kirpvähilised) kui ka osakesi mittesisestavate (bakterid, vetikad, pärmid) organismidega tehtud ZnO ja CuO toksilisuse uuringutel. Tööpooles, enamiku organismide puhul olid CuO nanoosakesed tavasuures osakestest toksilisemad peaaegu suures vees lahustuvuse tõttu [9,10,12]. Paljudele veeorganismidele on juba väga väike vaseioonikontsentratsioon toksiline. Mõnevõrra erinevaid tulemusi andsid katsed vesikirpude *D. magna* [10] ja pärmidega *S. cerevisiae* [11] kelle puhul nano-CuO toksilisus ei olnud seletatav üksnes lahustunud Cu^{2+} -ioonidega. Üks põhjus võib olla *Daphnia magna* soolatoru füsioloogias ning mõlema organismi puhul võib toksilisuses olla oma osa oksüdatiivsel stressil, mille uurimist on uurimisrühmas ka alustatud.

Metallide väljalahustumist nanoosakestest on võimalik hinnata metallispetiifiliste rekombinantsete bioluminesceerivate sensorbakteritega, keda KBFI *in vitro* ja ökotoksikoloogia rühmas uuritakse juba alates 2002. aastast. Need sensorbakterid hakkavad tootma valgust siis, kui teatav metalliioon on nende rakku sisenenud (s.t on biosaadav), kusjuures metallide detekteerimiseks on võimalik konstrueerida mitmesuguseid sensorbaktereid [14].

Biotestide ning Zn- ja Cu-ioone detekteerivate sensorbakteritega tehtavaid analüüse kombineerides näitasime, et nii ZnO kui CuO (nano)osakeste puhul oli peamine toksilisuse „põhjus“ tsingi- ja vaseioonide vabanemine metallioksiidiosakestest. Seda on kirjeldatud uurimisrühma eespool viidatud teadusartiklites. Selle uuringu innovaatiline ja maailmas esmakordne lähenemine põhineb traditsiooniliste ökotoksikoloogiliste meetodite ja metallispetiifiliste rekombinantsete biosensorite kombineerimisel, mis võimaldab eristada oksiididest endist põhjustatud toksilisi efekte hüdroloüsunud metalliioonide põhjustatutest.

Tabel 1. NANOOSAKESTE JAOTUMUS KESKKONNAOHTLIKKUSKLASSIDESSE TEADUSKIRJANDUSEST KOGUTUD ANDMETE PÕHJAL SEISUGA KEVAD 2009 ([15], MODIFITSEERITUD)

Väikseim L(E)C50 väärtus, mg/l	Klass*	Riskilause** (Risk Phrase)	Nano-osakesed	Võrdlus-kemikaalid
< 0,1	Äärmiselt toksiline (extremely toxic)	R50	Nano-ZnO, nano-Ag	Tavasuures ZnO, Cu^{2+}
0,1–1	Väga toksiline (very toxic)	R50	C60, nano-CuO	Zn^{2+} , Pentaklorofenool, Aniliin
1–10	Toksiline (toxic)	R51	SWCNT-d, MWCN-d	-
10–100	Kahjulik (harmful)	R52	Nano-TiO ₂	Tavasuures TiO ₂ , Tavasuures CuO

SWCNT-d – ühekihilised süsinik-nanotorud; MWCN-d – mitmekihilised süsinik-nanotorud

* A. Kahru ja H.C. Dubourguier [15] kasutatud klassifikatsioon;

** direktiivi 67/548 EEC klassifikatsioon: R50 – väga mürgine veeorganismidele (L(E)C50 < 1 mg/l); R51 – mürgine veeorganismidele (L(E)C50 = 1–10 mg/l), R52 – kahjulik veeorganismidele (L(E)C50 = 10–100 mg/l). Uues klassifikatsioonis 1272/2008, mis tühistas direktiivi 67/548 EEC, on toksilisusklassid üldjoontes samad, ent riskilause sõnastus erineb

NANOOSAKESTE KESKKONNAOHTLIKKUS – OLEMASOLEV TEADUSTEAVE

Nanoosakeste keskkonnohtlikkuse ja -riski hindamiseks on vaja ennekõike kvantitatiivseid toksilisusandmeid. A. Kahru ja H.C. Dubourguier' värskes ülevaateartiklis ajakirjas *Toxicology* [15] käsitletakse nii nanoosakeste kui ka organismide L(E)C50- väärtuste leidumust teadusartiklites seisuga kevad 2009, et selgitada, millised nanoosakesed on kõige keskkonnohtlikumad ja missugused organismigrupid nanoosakeste suhtes kõige tundlikumad. Selleks koguti olemasolevatest eelretsenseeritud teaduskirjutistest L(E)C50-väärtusi seitset tüüpi nanoosakeste (nano-TiO₂, nano-ZnO, nano-CuO, nano-Ag, SWCNT-d, MWCN-d ja C60-fullereneid) ning seitsme võrdluskemikaali (tavasuures TiO₂, ZnO, CuO ning Zn^{2+} , Cu^{2+} , aniliin ja pentaklorofenool) toime kohta seitset tüüpi organismidele (bakterid, vetikad, kirpvähid, ripsloomad, kalad, nematoodid ja pärmid). Leiti 77 L(E)C50-väärtust, neist 31% nano-TiO₂, 18% C60, 17% nano-ZnO, 13% nano-Ag ning 9% nii SWCNT-de kui ka nano-CuO kohta. Ainult 3% andmetest oli pühendatud mitmekihilistele süsinik-nanotorudele (MWCN). Organismidest käsitles 33% andmeist kirpvähilisi, 27% baktereid, 14% vetikaid ning 13% kalu. Kõigi 77 L(E)C50-väärtuste põhjal arvatud mediaanväärtusi (kok-

ku 34) kasutati eri nanoosakeste liigitamiseks keskkonnohtlikkuse seisukohast väikseima L(E)C50-väärtuse järgi (st kõige tundlikum organismigrupp määras toksilisusklassi). Tabelis 1 summeeritud andmete põhjal klassifitseerusid „äärmiselt toksiliseks“ (extremely toxic, L(E)C50 < 0,1 mg/l) nano-ZnO ja nano-Ag, „väga toksiliseks“ (very toxic, L(E)C50 = 0,1–1 mg/l) C60 ja nano-CuO ning SWCNT-d ja MWCN-d „toksiliseks“ (toxic, L(E)C50 = 1–10 mg/l). Nano-TiO₂ klassifitseerus „kahjulikuks“ (harmful, L(E)C50 = 10–100 mg/l).

Nelja tüüpi nanoosakese puhul seitsmest olid kõige tundlikumad testorganismid vetikad, kahe puhul kirpvähilised ja ühe puhul siliaadid (ripsloomad). Võib oletada, et need organismigrupid satuvad ohtu, kui nanoosakesed pääsevad veekogudesse nende jaoks toksilises kontsentratsioonis. Seega on äärmiselt oluline võrrelda nanoosakestele toksilisi kontsentratsioone keskkonnas realistlike kontsentratsioonidega. Lihtne näide on suhkrusuurup, mis takistab mikroobide kasvu ja aitab nt moosil säilida isegi toatemperatuuril. See aga ei tähenda, et suhkur oleks keskkonnohtlik kemikaal, sest siirupiga võrreldavas kontsentratsioonis seda loodusesse ilmselt kunagi ei satu. Nanoosakeste puhul vajavad vastavad keskkonnas realistlikud kontsentratsioonid ja muu keskkonnariski hindamiseks vajalik informatsioon veel selgitamist.

See, et nanoosakesed olid veeorganismidele toksilised juba väga väikeses kontsentratsioonis (isegi < 0,1 mg/l), peaks nii nanotoksikoloogiaga tegelevate teadlaste kui keskkonnariski hindajate valvsust tõstma. Seni kuni teadlastel ei ole kogutud veel piisaval hulgal teavet nanoosakeste potentsiaalse ohtlikkuse hindamiseks, on mõistlik rakendada etevaatlikkuspõhimõtet (*better safe than sorry*). Kõige ohustatumad on mõistagi nanoosakeste või -materjalide tootmises töötavad inimesed ning seda tuleb tööohutusmeetmete kavandamisel arvestada. Nanotehnoloogiaga kaasnevat läbimurret on võrreldud Internetiga. Mida tähendab suhtlemine ja informatsiooni otsimine enne ja pärast Interneti, on kogenud ilmselt väga paljud. See-ga väärivad nano(öko)toksikoloogilised uuringud täit tähelepanu – nii tunnustamist kui ka rahastamist. **A.M.**

Viidatud allikad

- Nordan, M., Allard, K., Tinker, N. et al. (2004). The Nanotech Report 2004: Investment Overview and Market Research for Nanotechnology. 3rd ed. New York: Lux Research Inc.
- Müller, N. C., Nowack, B. (2008). Exposure modeling of engineered nanoparticles in the environment. *Environ. Sci. Technol.* 42, 4447–4453.
- Lekas, D. (2005). Analysis of nanotechnology from an industrial ecology perspective. Part II: Substance flow analysis of carbon nanotubes. Project on Emerging Nanotechnologies Report. Woodrow Wilson International Centre for Scholars, Washington, DC.
- Maynard, A., Michelson, E. (2006). The Nanotechnology Consumer Products Inventory. Woodrow Wilson International Center for Scholars, http://www.euractiv.com/29/images/nano_tcm29-161964.pdf
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Fullerene>
- Oberdörster E. (2004). Manufactured nanomaterials (fullerenes, C60) induce oxidative stress in the brain of juvenile largemouth bass. *Environ. Health Perspect.* 112, 1058–1062.
- The Royal Society. (2004). Nanoscience and nanotechnologies: Opportunities and uncertainties. Royal Society and Royal Academy of Engineering. Final Report, UK,

AUTORIST NING KBFI *IN VITRO* JA ÖKOTOKSIKOLOOGIA GRUPIST

Anne Kahru (*PhD*) on KBFI juhtivteadur ja Molekulaargeneetika Laboratooriumi juhataja. Ta on enam kui viiekümne *ISI-Web of Science*'is registreeritud teadusartikli autor ja ajakirja *Toxicology* 2009.a. ilmuva erinumbri *Potential hazard of nanoparticles: from properties to biological & environmental effects* vastutav külalistimetaja (*Managing Guest Editor*). Ta on ka Eesti Toksikoloogia Seltsi üks asutajaid ning juhatuse esimees.

KBFI *In vitro* ja ökotoksikoloogia uurimisrühm koosneb ökotoksikoloogia, ökoloogia, keskkonnakeemia, molekulaarbioloogia ja mikroobifüsioloogia alal kompetentsetest teadlastest. Uurimisgrupi teadlaskonda kuuluvad Anne Kahru (grupi juht), Henri-Charles Dubourguier (tegev ka Eesti Maaülikoolis), Angela Ivask, Irina Blinova ja Kaja Kasemets. Grupi töös osaleb ka kuus doktoranti: Margit Heinlaan ja Villem Aruoja on Eesti Maaülikooli ning Monika Mortimer, Imbi Kurvet, Mariliis Sihtmäe ja Olesja Bondarenko Tallinna Tehnikaülikooli doktorandid. Peale doktorantide kaasame magistrante ja bakalaureuseastme tudengeid. Lisateavet võib leida grupi kodulehelt <http://www.kbfi.ee/?id=2>

Grupi nanoökotoksikoloogilised uuringuid on rahvusvaheliselt tunnustatud

(mitu parima stendiettekanade auhinda rahvusvahelistel konverentsidel, kraadiõppuristendiumid), ilmunud on viis artiklit *ISI-Web of Science*'is registreeritud mainekates teadusajakirjades *Toxicology*, *Chemosphere*, *Sensors*, *Science of the Total Environment*, *Toxicology in Vitro*. Neli artiklit on avaldamisjärgus.

Grupi esimene nanoökotoksikoloogia-alane artikkel (Heinlaan, M., Ivask, A., Blinova, I., Dubourguier, H.-C., Kahru, A. (2008). Toxicity of nanosized and bulk ZnO, CuO and TiO₂ to bacteria *Vibrio fischeri* and crustaceans *Daphnia magna* and *Thamnocephalus platyurus*. *Chemosphere* 71, 1308–1316) on *Thomson Reuters Essential Science Indicators*SM andmeil viimase kahe aasta üks keskkonna- ja ökoloogiateaduste ala tsiteeritumaid artikleid (*Fast Breaking Paper in Environment/Ecology*), s.t. kuulub 1% enimtsiteeritud artiklite hulka omas valdkonnas. A. Kahru intervjuu nii selle artikli kui ka nanoökotoksikoloogilistel teemadel laiemalt on publitseeritud veebiväljaande *Science Watch* 2009. aasta augustikuu numbris (<http://sciencewatch.com/dr/fbp/2009/09augfbp/09augfbpKahr/>).

See on esimene Eesti teadlase *Science Watch*-ile antud intervjuu.

2004; <http://www.nanotec.org.uk/finalReport.htm>

8. Kahru, A., Dubourguier, H.C., Blinova, I., Ivask, A., Kasemets, K. (2008). Biotests and biosensors for ecotoxicology of metal oxide nanoparticles: a minireview. *Sensors* 8, 5153–5170. <http://www.mdpi.org/sensors/papers/s8085153.pdf>

9. Aruoja, V., Dubourguier, H.C., Kasemets, K., Kahru, A. (2008). Toxicity of nanoparticles of CuO, ZnO and TiO₂ to microalgae *Pseudokirchneriella subcapitata*. *Sci. Total. Environ.* 407, 1461–1468.

10. Heinlaan, M., Ivask, A., Blinova, I., Dubourguier, H.-C., Kahru, A. (2008). Toxicity of nanosized and bulk ZnO, CuO and TiO₂ to bacteria *Vibrio fischeri* and crustaceans *Daphnia magna* and *Thamnocephalus platyurus*. *Chemosphere* 71, 1308–1316.

11. Kasemets, K., Ivask, A., Dubourguier, H.-C., Kahru, A. (2009). Toxicity of nanoparticles of ZnO, CuO and TiO₂ to yeast *Saccharomyces cerevisiae*, *Toxicology in*

Vitro, 23, 1116–1122.

12. Mortimer, M., Kasemets, K., Kahru, A. (2009). Toxicity of ZnO and CuO nanoparticles to ciliated protozoa *Tetrahymena thermophila*. *Toxicology*, doi: 10.1016/j.tox.2009.07.007.

13. Limbach, L.K., Wick, P., Manser, P., Grass, R.N., Bruinink, A., Stark, W.J. (2007). Exposure of engineered nanoparticles to human lung epithelial cells: influence of chemical composition and catalytic activity on oxidative stress. *Environ. Sci. Technol.* 41, 41584163.

14. Ivask, A., Rõlova, T., Kahru, A. (2009). A suite of recombinant luminescent bacterial strains for the quantification of bioavailable heavy metals and toxicity testing. *BMC Biotech* 9, 41, doi: 10.1186/1472-6710-9-41. <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1472-6750-9-41.pdf>

15. Kahru, A., Dubourguier, H.C. (2009). From ecotoxicology to nanoecotoxicology. *Toxicology*, trükiis

EESTI JOOGIVESI 2008

KOKKUVÕTE TERVISEKAITSEINSPEKTSIOONI JÄRELEVALVE TULEMUSTEST

KÜLLIKE BIRK

Tervisekaitseinspeksioon

EESTI ELANIKKOND on joogiveega hästi varustatud. Tervisekaitseinspeksiooni (TKI) 2008. aasta andmeil kasutas ühisveevärgivett ligikaudu 84% elanikkonnast, kuid elanike hõlmatus oli paikkonniti väga erinev. Suuremates linnades kasutab ühisveevärgivett enamik elanikest, väiksemates tiheasustuskeskustes aga tunduvalt vähem. Äärelinnades ja hajaasustuspiirkondades on rohkesti individuaalseid pinnalähedast põhjavett võtvaid puur- ja salvkaevusid. Elanikkonna paremaks varustamiseks kvaliteetse joogiveega on kasutusele võetud järjest sügavamaid põhjaveekihte, mille vees on rohkesti mitmesuguseid mikrokomponente. Seetõttu on veevarustuse edendamiseks viimastel aastakümnetel rajatud uusi ning ajakohastatud olemasolevaid veepuhastusjaamu, kus vähendatakse peamiselt vee fluoriidi-, raua- ja mangaanisaldust ning parandatakse sel moel vee organoleptilisi omadusi. Samal ajal võivad ühisveevärgi vee kvaliteeti halvendada amortiseerunud torustikud ja mahutid, tarbimise vähenemisest tingitud vee aeglane liikumine torudes, sagedased veekatkestused, avariid ning reostus-

juhtumid.

Võimalikult kvaliteetse joogivee tagamiseks korraldab pädeva asutusena joogiveeseiret ja teeb riiklikku järelevalvet Tervisekaitseinspeksioon. Riikliku järelevalve all oli 2008. aastal 1203 ühisveevärki. Põhjaveet kasutas 711 113 tarbijat – 63% üldarvust. Põhjavee kvaliteet sõltub selle toitumispiirkonnast hüdroteoloogilistest tingimustest, mistõttu vee koostis on põhjaveekihti ja piirkonniti erinev. Pinnaveet haaras kaks veevärki (414 497 tarbijat): Tallinn saab suurema osa veest Ülemiste järvest (üle 350 000 tarbija) ning Narva (67 497 tarbijat) Narva jõest.

Riikliku järelevalve alla kuulunud veevärgid jagunesid 2008. aastal tootlikkuse järgi järgmiselt:

- üle 1000 m³ ööpäevas tootis vaid 27 (2,2%) veevärki, mis varustasid 793 995 tarbijat ehk 69,1% elanikkonnast;
- 100–1000 m³ ööpäevas tootis 106 (8,8%) veevärgidest, mis teenindasid 167 176 tarbijat ehk 14,5% elanikkonnast;
- alla 100 m³ ööpäevas andis 1070 veevärki (89%), mis teenindasid 188 618

inimest ehk 16,4% elanikkonnast. Nende hulgas oli 412 majandustegevusega seotud väga väikest veevärki (34,2%), mis tootsid vett vähem kui 10 m³ ööpäevas, kuid varustasid siiski 20 603 tarbijat ehk 1,8% elanikkonnast.

Nagu näha, on Eestis rohkesti väikese tootlikkusega ühisveevärke, millel on sageli raske nõutud sagedusega korraldada vee kvaliteedi süva- ja tava-kontrolli ning välja töötada ja ellu viia abinõude plaane vee kvaliteedi parandamiseks.

Veevärgide arv on kogu aeg muutunud. Neid tuli pidevalt juurde 2007. aastani, kuid viimastel aastatel on hakanud neid tasapisi vähemaks jääma. Suurenemine või vähenemine on hõlmanud peamiselt väga väikesi veevärke: rajatakse uusi, suurendatakse tootmismahtu või ühendatakse omavahel väikesi. Uued veekäitlejad on sageli uued ettevõtted, mis võtavad oma puurkaevust alla 10 m³ vett ööpäevas või kus vee kasutajaid on vähem kui 50.

Tervisekaitseinspeksioon pööras 2008. aastal joogivee järelevalve käigus tähelepanu peamiselt üle 2000 tarbi-

VII INTERNATIONAL WATER FORUM

AQUA

UKRAINE

2009

**INTERNATIONAL TRADE FAIR
AND SCIENTIFIC & PRACTICAL CONFERENCE**

THE FORUM IS HELD BY THE ORDER OF THE CABINET OF MINISTERS OF UKRAINE

ORGANIZERS:

Ministry for Environmental Protection of Ukraine
Ministry on questions of Housing and Communal Services of Ukraine
State Committee for Water Management Of Ukraine

Messe Berlin GmbH
International Exhibition Centre

TECHNICAL SUPPORT:

November 10 – 13, 2009

- Water resources conservation
- Water treatment, water supply, water discharge
- Utility systems, pipes, pumps, fittings
- Exploration and production of ground water
- Water purifying, drinking-water quality management
- Wastewater treatment
- Bottled water
- Water quality monitoring technologies and systems

Scientific & Practical Conference
"WATER & ENVIRONMENT"

Organizer: Ministry for Environmental Protection of Ukraine

Seminar
"Ukraine - water supply - XXI century"

Organizer: Fund for the Development of Water Treatment Technologies

INTERNATIONAL EXHIBITION CENTRE
15 Brovarsky Ave., UA-02660, Kyiv, Ukraine
☎ +380 44 201-11-62, 206-87-84
e-mail: aqua-ukraine@iec-expo.com.ua
www.tech-expo.com.ua, www.iec-expo.com.ua

jaga veevärkidele, ent jälgiti ka kvaliteedinäitajate kõrvalekaldeid kõikides vee-ettevõtetes ning Kambriumi-Vendi põhjaveest pärit joogivee radionukliidisisaldust.

Joogivee kvaliteedinäitajad jagunevad mikrobioloogilisteks, keemilisteks ja indikaatornäitajateks, viimaste alla kuuluvad ka radioloogilised näitajad.

Mikrobioloogiliste ja keemiliste näitajate piirsalduse ületamine ohustab otseselt inimese tervist. Indikaatornäitajad osutavad vee üldisele saastatusele ning nende piirsalduse ületamine mõjutab vee organoleptilisi omadusi. Kvaliteedinõuetest kõrvalekaldumine vähendab vee kasutamise võimalusi ning halvendab tarbijate elukvaliteeti.

Alates 1996. aastast ei ole Eestis enam registreeritud joogivee kaudu levinud soolenakkushaiguste puhanguid. Aastatel 1945–1995 registreeriti selliseid üle 150, millest 84 olid düsenteeria-, 31 A-hepatiidi- ning ülejäänud kõhutüüfuse- ja B-paratüüfusepuhangud. Viimased ulatuslikumad vee kaudu levinud haiguspuhangud olid 1963. aastal Ahtmes, kus düsenteeriasse haigestus 1254 inimest, ja 1993. aastal Sõmerus, kus A-viirushepatiiti haigestus 614 inimest. Enamiku selliste haiguspuhangute põhjustaja on olnud veallikate reostumine.

Vee kvaliteedi hindamise **mikrobioloogilised näitajad** on *Escherichia coli*, *coli*-laadsed bakterid ja enterokokid ning nende kolooniate arv 22 °C ja 37 °C juures, mis kõik osutavad reostumisele. Vee mikrobioloogiliste ja keemiliste näitajate vahel otsest seost ei ole. *Escherichia coli* osutab otsesele fekaalsele reostusele, sest tema loomulik elukeskkond on soojavereliste loomade soolestik. *E. coli* avastamine joogivees osutab tõenäosusele, et vette on sattunud väljaheidetega levivad haigustekitajad.

Tavakontrollil määratavad **coli-laadsed bakterid** (heterogeenne grupp soolebakterite sugukonda kuuluvate mikroorganismide perekondi) kuuluvad indikaatornäitajate hulka. Neid baktereid leidub nii väljaheidetes kui ka väliskeskkonnas (toitaineterikas vees, reoveses, pinnases, lagunevas taimses materjalis). Nende avastamine joogivees osutab kas vee töötlemise puudulikkusele, saastumisele pärast desinfitseerimist, torustikus oleva vee toitesoolarikkusele või sellele, et vette võivad olla sattunud soolenakkusetekitajad.

Enterokokid elutsevad inimese ja

soojavereliste loomade soolestikus ja taimedel. Nad taluvad hästi kuiva, kuuma, külma ja suure soolsusega keskkonda, mistõttu peavad väliskeskkonnas eluvõimelistena kauem vastu kui *E. coli*. Enterokokkide sisaldus on vee töötlemise tõhususe näitajaid, mis on kasulik rutiinuringuteks kõrvalise vee torustikku tungimise avastamiseks pärast veevärgi parandustöid ja ümberehitamist.

Puhas veevärgivesi ei ole steriilne, vaid sisaldab hulgaliselt mitmesuguseid baktereid, algloomi ja mikroseeni. Nende sisaldust hinnatakse kindlates kultiveerimistingimustes (temperatuur 22 °C või 37 °C, inkubeerimisaeg ja vajalik sööde) tekkivate, palja silmaga loendatavate pesade e **kolooniate arvu** kaudu. Kolooniate arv on veevärgi sanitaarse seisundi näitaja, mis ei ole otsest seost haigustekitajate esinemisega vees. Samas võib selle järsk suurenemine olla varajaseks hoiatuseks reostuse veevarustussüsteemi sissetungimise kohta, osutades torustiku seisundi muutustele. Kolooniate arv 22 °C juures iseloomustab vee töötlemise tõhusust, 37 °C juures aga inimese organismis elutseda võivatele mikroorganismidele sobivate tingimuste olemasolule ning seega nakkuse vee kaudu levimise võimalikkusele.

Aastal 2008 ei olnud meil ühtki üle 2000 tarbijaga veevärki, kus mikrobioloogilised näitajad oleksid pidevalt ületanud piirnorme. Teisel pooleaastal oli siiski probleeme Kohtla-Järve linna Järve linnaosas, kus joogivee kvaliteet ei vastanud nõuetele ühe puurkaevu ja veemahuti halva tehnilise seisundi tõttu. Vett hakati kloorima ning elanikke teavitati OÜ Järve Biopuhastus kodulehekülje ja linna ajalehe kaudu. Ajutisi kõrvalekaldeid nõutavatest mikrobioloogilistest parameetritest täheldati veel mõnes muus asulas, kus vee kvaliteedi langust oli põhjustanud jaotusvõrgu vee reostumine peamiselt tehniliste rikete ja torustike amortiseerumise tõttu.

Vee **keemiliste näitajate** poolest ei vastanud 2008. aastal nõuetele 104 veevärki (8,6%). Nendest tegi 103 veevärgis muret kohati esinev liigne (üle 1,5 mg/l) fluoriidisisaldus (seitsme veevärgis vees oli samal ajal ka ülemäärast boori).

Narvas on viimastel aastatel teinud tõsiselt muret **trihalometaanide (THM) summa**. Omal ajal hästi toimunud vee puhastusjaamas on aasta-aastalt olnud üha raskem tagada kvaliteetset joogivett. Jõevee humiin- ja fulvohapete sisal-

lus näitab, et Narva vee puhastusjaama veehaardes on tegemist just loodusliku päritoluga orgaaniliste ainetega, mille tõttu vee puhastusjaama toorvesi (oksüdeeritavus 7,62 mg O₂/l) ei vasta isegi sotsiaalministri 2. jaanuari 2003. aasta määruse nr 1 („Joogivee tootmiseks kasutatava või kasutada kavandatava pinna- ja põhjavee kvaliteedi- ja kontrollnõuded“) III klassile. Joogivee tootmine sellest veest nõuab suuri koguseid koagulante ja desinfitseerimisvahendeid. Suure orgaanilise aine sisaldusega vee kloorimisel tekivad jääkkloorist nii vee puhastusjaamas kui ka veevõrgus soovimatud kõrvalsaadused – trihalometaanid (THM). Narva jõe veehaarde toorvee üha suurenev looduslike orgaaniliste ainete sisaldus nõuaks praegusest põhjalikumalt füüsikalist ja keemilist töötlust ning desinfitseerimist, mida kasutusel olev, kuigi täiendatud tehnoloogia ei võimalda. Klooriannuse vähendamisega kaasneva vee ebapiisava desinfitseerimise tagajärjel võib joogivette jääda epideemiaohtlikke mikroorganisme, rohkesti orgaanilist ainet sisaldava vee tõhusta kloorimisega kaasnevad aga kõrvalsaadused. Kui vee käitlejad ja TKI uurisid 2008. aastal 78-l puhul vee puhastusjaamast väljuva või tarbijate juures võetud joogivee proove, oli trihalometaanide sisaldus 18 (23%) korral suurem kui 150 µg/l. AS Narva Vesi taotleb oma vee puhastusjaama renoveerimiseks raha Euroopa Liidu Ühtekuuluvusfondist ning sellekohase taotluse on Keskkonnainvesteeringute Keskus edastanud Euroopa Komisjonile. Seni kuni osutub võimalikuks hakata uut projekti ellu viima, on AS Narva Vesi asunud tootmistehnoloogiat mõnevõrra ümber korraldama.

Fluor on maakoos laialt levinud mikroelement, mida inimorganism saab enamasti (75–90%) joogiveest ning vaid vähesel määral toiduga. Joogivee fluoriidisisaldus oleneb peamiselt sellest, millisest põhjaveekihi vett võetakse ning võib varieeruda suurtes piirides. Põhjaveehorisonidist olenevalt võib see üksikutes kohtades olla isegi suurem kui 7 mg/l. Suur fluoriidisisaldus on peamiselt omane Siluri-Ordoviitsiumi veekihi. Loodusliku vee fluoriidisisaldus on suhteliselt püsiv ning aastate jooksul peaaegu ei muutu. Väikestes kogustes on fluor organismile vajalik element, mis mõjutab oluliselt hammaste tervist ja aitab ära hoida hambakaariese teket. Joogivee optimaalseks fluoriidisisalduseks peetakse 0,7–1,2 mg/l, toksi-

list toime hakkab avalduma siis, kui see on üle 1,5 mg/l. Hammaste arenemise ajal pidurdub siis emaili normaalne mineraliseerumine ning tekib hambaemaili fluoroos. Alla 8-aastastel lastel tekib emaili püsiv kahjustus hammaste arenemisel lõualuus juba enne suhulõikumist.

Tervisekaitsetalituste andmeil ületas vee fluoriidisisaldus 2008. aastal lubatud piirsalduse 103 ühisveevärgi vees, mida kasutas 30 568 inimest ehk 2% elanikest. Üle 2000 tarbijaga veevärkidest on vee fluoriidisisaldus aegajalt üle normi (kõigub 0,3–1,8 mg/l piires) Türil. Üle 4 mg/l oli fluoriide 13 veevärgi vees, mida kasutab 1885 inimest: Pärnumaal (5 veevärki), Läänemaal (5), Hiiumaal (1), Saaremaal (1) ja Jõgevamaal (1). Fluoriidide suhtes selguse saamiseks tellis Sotsiaalministeerium Tartu Ülikooli tervishoiu instituudilt lepingulise töö „Joogivee liigest fluoriidisisaldusest tulenev hambafluoroosi risk Eesti elanikel ja soovitusel riski vähendamiseks”. Fluoriidiprobleemidest teavitamiseks ja probleemsete piirkondade elanike nõustamiseks anti välja voldik „Fluoriid joogiveses”. Võrreldes 2007. aastaga oli 2008. aasta lõpus veevarustuse parandamine kõige tulemuslikum Pärnumaal. Pärnus saavutati joogivee vastavus määruse nõuetele tänu Reiu veehaarde laiendamisele Audru suunas. Mitmel pool on aga veel veevärke, kus fluoriididega seotud mure tehti kindlaks alles 2008. aastal. Põhjus võis olla see, et eelmistel aastatel vastas vesi nõuetele või seda fluori suhtes varem üldse ei uuritud, sest veevärk ei kuulunud järelevalve alla. Fluoriide on alla soovitava sisalduse (kuni 0,5 mg/l) 285 veevärgi vees. Sellise vee tarbijatel on soovitatav kasutada fluori sisaldavaid hambapastaid.

Boor on Eesti joogiveses ainult looduslikku päritolu. Selle sisaldus ületas 2008. aastal normi (piirsaldus 1 mg/l) seitsme veevärgi vees, olles 1,3 kuni 2,0 mg/l. Nende veevärkide vees oli ülemäärane (1,7–6,0 mg/l) ka fluori. Pikaajaline ekspositsioon joogivee booriühenditele (boorisaldus alates 4–5

mg/l) võib põhjustada mao- ja sooletrakti häireid.

Indikaatornäitajad mõjutavad vee organoleptilisi omadusi ja näitavad vee üldist saastatust, kuid tervist nad otseselt ei ohusta. Enamasti on vees ülemäärane loodusliku päritoluga raua, mangaani, ammooniumi ja kloriide. Raua liigsaldus on sageli tingitud torustike kehvast seisundist. Raua ja mangaani liigsus põhjustab vee hägusust ja nõuetele mittevastavat värvust. Tervisekaitsetalituste 2008. aasta andmetest selgub, et 256 827 inimest tarvitasid vett, mille indikaatornäitajad ületasid piirsaldusi.

Norme mitte rahuldavate indikaatornäitajatega joogivett tohib toota, töödelda ja tarbijatele suunata ainult kvaliteedinõuetele mittevastava, kuid tervisele ohutu joogivee müügilubade alusel. Üle 2000 tarbija korral ei tohi selliseid lube alates 31. detsembrist 2007 enam välja anda. Praegu ei ole kehtivat müügiluba kaheteistkümnelt üle 2000 tarbijaga ühisveevärgil (156 448 tarbijat), kus vett realiseeritakse erikasutusloa alusel. Sellistel veevärkidel on vee kvaliteedi parandamiseks koostatud abinõude plaanid, mille elluviimine võtab aega. Mittekvaliteetse, kuid tervisele ohutu joogivee müügiload on olemas 484-l alla 2000 tarbijaga veevärgil.

Raua piirsaldus (200 µg/l) oli ületatud 474 veevärgis (39,4%). Raud, mille sisaldus joogiveses on kohati väga suur (üle 5 mg/l), tervist ei ohusta, ent halvendab vee organoleptilisi omadusi. Vesi on ebameeldiva maitsega, muutub hägusaks, värvub kollakaks ja sellest tekib pruun sete.

Mangaani oli piirsaldusest (50 µg/l) rohkem 21, koos liigse rauaga aga 150 veevärgi vees. Vee mangaanisaldus tervist ei ohusta ning selle sisaldust reglementeeritakse vaid heade organoleptiliste omaduste tagamiseks.

Ammooniumi oli piirsaldusest (0,50 mg/l) rohkem 31 veevärgi (2,5%) vees. Sageli on ammoonium põhjavees toimivate protsesside vahesaadus. Selle tavalisest suurem sisaldus Ordoviitsiumi-Kambriumi ja Kambriumi-Vendi

põhjaveekogumites on vee looduslik omadus (taandav veekeskkond), inimõju osalust pole kindlaks tehtud.

Kloriide oli üle normi (piirsaldus 250 mg/l) kuue veevärgi (0,5%) vees. Sügaval lasuvates veekihtides või rannikualadel on vee suhteliselt suur kloriidisisaldus looduslikku päritolu, joogivees võib seda suurendada kloorimine. Liigne kloriidisisaldus võib põhjustada torustike korrosiooni ja vee metallisisalduse suurenemist.

Radioloogilised näitajad (tritiumisisaldus ja efektiivdoos) kuuluvad nii Euroopa Liidu kui ka Eesti praeguste õigusaktide järgi indikaatornäitajate hulka. Liitumislepingu sõlmimisel ei ole Eesti küsinud joogivee radioloogiliste näitajate rakendamiseks üleminekupeerioidi. Seega kehtivad meil Euroopa Liiduga liitumisest (1. maist 2004) peale EL direktiiviga kehtestatud piirväärtused. Olemasolevate andmete analüüs näitab, et Kambriumi-Vendi põhjavett kasutab joogiveena umbes 230 000 inimest, kellest lubatust suurema radionukliidisisaldusega vee tarbijaid on 184 000 (14% elanikkonnast). Põhjavee kõrge radioaktiivsusega piirkondi on kaks – Tallinn koos Harjumaaga ja Lääne-Virumaa põhjapoolne osa. Üle 2000 tarbijaga veevärke, mille vesi olemasolevatel andmetel kohaselt efektiivdoosi nõuetele ei vastanud, oli kaheksa.

Püsivalt on päevakorras küsimus, kes peab tegema joogivee radionukliidiseiret. Keskkonnaameti kiirgusosakonna labor ei suuda rahuldada kõigi veekäitlejate vajadusi, et sel moel saada täielikku ülevaadet meie põhjavee radionukliidisisaldusest ning hoolitseda selle eest, et kogu elanikkond saaks ohutut joogivett.

Radioloogiliste uuringute valdkonnas kogus Tervisekaitseinspeksioon 2008. aastal lähtematerjali terviseriski hindamiseks, edastas veeuuringute tulemused TKI osakondade kaudu veekäitlejatele ja omavalitsustele, korraldas 22 joogiveeproovi saatmise Soome Kiirguskaitsekeskuse (STUK) laborisse ning Ra-226 ja Ra-228 määramise tulemuste põhjal efektiivdooside määrami-

se Tartu Ülikooli Füüsika Instituudis. Koos sotsiaalministeeriumiga esitas TKI partnerlusprojekti "Radionukliidide hindamine põhjavees ja sellega seotud terviseriskid" taotluse. Praegu on käsil Eesti ja Itaalia partnerlusprojekt, mille tulemused peaksid võimaldama põhjendada vajalike meetmete õigustust ja optimeerimist.

Kokkuvõttes tuleb tõdeda, et Eesti veevarud on elanike varustamiseks piisavad, kuid joogivee hea kvaliteedi tagamiseks vajalike meetmete õigeaegselt kavandamiseks ja rakendamiseks on tarvis kvaliteedinäitajate seiret. Otsustarbekas võib osutuda väikeste veevõrkude ühendamine, sest koos on hõlpsam korraldada vee kvaliteedi omakontrolli, veevärgi hooldustöid ning täiustada veetööstustehnoloogiat. Kõige kiirema lahenduse annab ühendamine suurema veevärgiga, mille vesi on kvaliteetne.

A.M.

BUILD UP WWW.BUILDUP.EU

Juunis käivitus Euroopa Komisjoni initsiatiivil ning programmi *Intelligent Energy Europe* rahalisel toetusel veebiportaal BUILD UP (www.buildup.eu), mis annab teavet selle kohta, kuidas hoonetes säästa energiat. Kuna hoonete energiatõhusus puudutab kõiki, pakub portaal huvi nii asjatundjatele, kohalikele omavalitsustele kui ka tavakodanikele. Portaal sisaldab teemakohaseid uudiseid, publikatsioone, tarkvaratuvustusi, Euroopa Liidu õigusakte, edulugusid, mitmesuguste sündmuste kalendrit, mitut blogi jm huvitavat.

Euroopas kulub hoonetele 40% kogu energiatarbimisest. Hoone energiatarbimine sõltub suuresti selle vanusest: uus hoone kulub üldjuhul 3–5 l/m² kütteõli (või selle ekvivalenti) vähem kui vanas. Praegu on kütteõlikulu keskmiselt 25 l/m², mõnes hoones



isegi kuni 60 l/m². Selleks et täita Euroopa Liidu seatud energiasäästuesmäärke, hoida kokku kütuseid ja võidelda kliima soojenemisega, on vaja hoonete energiatõhusust suurendada. Selleks on olemas hulk tooteid ja tehnoloogiasid, mida on parim aeg rakendada siis, kui uut hoone ehitatakse või vana renoveeritakse.

A.M.

VIRTUAALNE VESI WWW.WATERFOOTPRINT.ORG

Lihtne on mõõta, kui palju kulub meil vett joomiseks, söögitamiseks ja pesemiseks, märksa keerulisem on aga välja arvutada vee hulka ehk virtuaalse vee kogust, mis on kulunud näiteks toidu, riiete, paberi, aga ka kütuste ja biokütuste tootmiseks. *Water Footprint Network* koduleheküljel www.waterfootprint.org leidub teavet paljude toodete, kütuste, aga ka riikide veejalajälje (*water footprint*) kohta.

Veejalajälje all mõeldakse suurus, mis näitab, kui palju tarbija või tootja otseselt või kaudselt vett kasutab. Inimese, kogukonna või ettevõtte veejalajälge määratletakse kui magevee koguhulka, mis kulub inimese või kogukonna tarbitud toodete saamiseks ja teenuste osutamiseks või ettevõtetes toodete valmistamiseks. Nt 1 kg veiseliha tootmiseks kulub vett 16 000, 1 kg maisi tootmiseks 900, 1 kg riisi tootmiseks 3000 ja 1 liitri piima tootmiseks 1000 liitrit. Juues ära tassitäie kohvi kulutame tegelikult 140 liitrit, üht nisuleivaviilu (ca 30 g) süües aga 40 liitrit vett.

Riigi veejalajälge näitab vee koguhulka, mida riigi elanikkond kulutab tarbitavate toodete valmistamiseks ja teenuste saamiseks. Kuna kõiki kaupu ei toodeta oma riigis, siis arvestatakse jalajälje sisse nii omal maal kui ka väljaspool riigipiire kulutatud vesi. Paljude riikide veejalajälge muudab suureks nn veemahukate (s.o palju virtuaalset vett



sisaldavate) toodete importimine, eksportijad on aga tihtipeale veenappuse käes kannatavad riigid. Lõuna-Euroopa riikide veejalajälge on üldjuhul Põhja-Euroopa riikide omast suurem, nt Kreekas 2389 m³, ent Lätis vaid 684 m³ inimese kohta aastas. Suurbritannia, kus keskmine vee-kulu inimese kohta on 150 l/d, on virtuaalse vee importimises kuuendal kohal maailmas, sest saareriigi elanikud kulutavad toiduainetes, riie-tes ja puidust valmistatud toodetes sisalduvat virtuaalset vett 30 korda rohkem kui söömisele, joomisele ja pesemisele. Vaid 38% Suurbritannias tarbitud veest on pärit riigi enda jõgedest, järvedest ja põhjaveest, ülejäänud on võetud muude maade veekogudest ning kulutatud peamiselt põllumajanduskultuuride niisutamiseks ning toiduaine- ja puuvillatööstuses. Hiina veejalajälge on umbes 700 m³ vett inimese kohta aastas, ent väljastpoolt Hiinat on sellest saadud vaid 7%. Jaapani veejalajälge on 1150 m³

inimese kohta aastas, millest 65% sellest jääb väljapoole riigi piire. Ameerika Ühendriikide veejalajälge on väga suur – 2500 m³ inimese kohta aastas. On riike, kus jalajälge ei ole tasakaalus virtuaalse vee ekspordiga. Nt Põhja-Hiinas kulub veenappusele vaatamata 10% põllumajanduses kasutatavast veest Lõuna-Hiinasse eksporditava toidu tootmiseks – aastas eksporditakse põhjast lõunasse 52 miljardit m³ virtuaalset vett.

Kõige rohkem kulubki vett põllumajanduses ja energia tootmiseks. Kui toota energiat fossiilkütustest, tuulest või päikesest, on veejalajälge suurusjärgus 0,1 kuni 1,0 m³/GJ, vee-energia kasutamisel 22 m³/GJ ning energia saamisel USA-s või Brasiilias kasvatatavatest energiakultuuridest 60 m³/GJ. Lääne-Euroopas kulub energiat 100 GJ inimese kohta aastas ning kui energiaallikaks on süsi, nafta, maagaas või uraanimaak, on veejalajälge 35 m³/a. Kui sama kogus energiat toodetakse biomassist, oleks see 1500 m³ inimese kohta aastas. Seetõttu tasuks energia tootmise mõttekusele (või mõttetusele) biomassist Euroopas suurt tähelepanu pöörata eelkõige veenappuse käes kannatavates Vahemere- maades.

Virtuaalse vee kontseptsiooni töötas välja UNESCO-IHE (*UNESCO Institute for Water Education*) professor Arjen Hoekstra, kes on organisatsiooni *Waterfootprint* asutajaid ning praegu üks kahest direktorist.

A.M.

VESI MAA SEEST

PEETER KUDU

Värskas Sanatoorium

VÄRSKAS tehti esimesed puuraugud mineraalvee otsimiseks 1967.aastal. Mõne aasta pärast kuulutati Värskas valitsuse määrusega kohaliku tähtsusega kuurordiks ja sinna otsustati rajada sanatoorium. 1973.a hakkas kohalik sovhoos mineraalvett pudelitesse villima.

Eestis on mineraalveekaevu puuritud ka Kärklas, Pärnus, Häädemeeste, Iklas, Võrus, Kuressaares, Ruhnus, Käsmus ja Põlvas. Häädemeeste ja Ikla vett on ka pudelitesse villitud. Praegu kasutatakse ainult Värskas vett – nii joogiks kui ka vannideks. Müügil on Värskas originaal, mida villib AS Värskas Vesi Värskas alevikus, ja Mahe Värskas, mida paneb Värskas sanatooriumi juures pudelisse OÜ Verska Mineraalvesi.

Mineraalvee, milleks loetakse vett üldsoolsusega üle 2 g/l, tarbimine on Euroopas viimasel ajal tugevasti suurenenud – nt Saksamaal viimase 35 aasta jooksul kümnekordseks. Itaalias tarvitati 2003.a mineraalvett inimese kohta 203, Saksamaal 129, Ungaris 55, Eestis 22 ja Venemaal 10 liitrit.

Värskas sanatooriumis võetakse praegu mineraalvett kolmest puurkaevust: Värskas-4 ja Värskas-5 joogi- ning Värskas-6 vanniveeks.

Vähesoosusega joogimineraalvesi Värskas-4, mille üldsoolsus on 6 g/l ja pH 6,6, pumbatakse 520 meetrit sügavusest kaevust. See vesi toimib tugevalt sapiteedele, sapipõiele, kõhunäärmele, maole, bronhidele ja närvisüsteemile. Teda võib kasutada sapinõristuse ja seedimise stimulaatorina peensooles. Toimib ka rögahtistina nii juues kui ka sisse hingates.

Ka Värskas-5 on vähesoosusega joogimineraalvesi (üldsoolsus 2,1 g/l, pH 7,1), puurkaevu sügavus on 500 m. Hea maitse tõttu sobib hästi lauaveeks ning seda müüb OÜ Verska Mineraalvesi (Mahe Värskas). Samast veekihi, kuigi teisest kaevust, on pärit ka Värskas Originaal. Värskas-5 toimib mao- ja soolhapet neutraliseerivalt, ravib kõrvetisi ning südamehaiged hindavad seda kaaliumi- ja magneesiumisisalduse pärast.

Värskas vetest on kõige soolasem Värskas-6 (üldsoolsus 21 g/l, pH 7,5, sisaldab broomi ja boorhapet), puurkaevu sügavus 572–600 m. Värskas sanatooriumis kasutatakse seda vannideks ja ravimuda lahendamiseks. Ravivannil on tugev rahustav toime, sest broom tungib hästi läbi naha. Lokaalselt mõjub Värskas-6 põletikuvastaselt ja desinfitseerivalt. Näi-

dustuseks on kõik kroonilised põletikud, unehäired, psoriaas, neurodermiit ja kõhukinnisus.

Vesiravi, mis on tuntud juba aastatuhandeid, on üks loodusravi liike. Vanad kreeklased uskusid, et vesi annab elujõudu. Hüdroteraapia isaks loetakse Rooma aukodanikku Antonius Musa't, sest tema olevat 23.a eKr ravinud külmade vannidega terveks keiser Augustuse. 15. sajandil vesiravi populaarsus vähenes, sest arvati, et vee kaudu levivad nakkused. Alles 18. sajandil hakati sellest uuesti lugu pidama.

Vett kasutatakse kõigis tema kolmes agregaatolekus: jää, külm-, toasoe- ja soe vesi ning aur. Mõju avaldavad nii vee füüsikalised omadused – soe või külm, kui ka keemiline koostis. Toime on ka vee mehaanilisel surveel inimese kehale.

Seespidiselt kasutatakse mineraalvett joogiks, raviteesid ning mitmesuguseid ravilahuseid ja -tõmmiseid, välispidiselt aga soojade ja külmade kompressidena ning ülekallamiste, duššide, osa- ja täisvannidena. Vannivette lisatakse tihti soolaid, eeterlikke õlisid või süsihappegaasi, sellesse lastakse ka nõrka elektrivoolu. Tähtsad vesiraviiliigid on mitmesugused saunad, ujumine ja vesivõimlemine. Sisse hingatakse veeauru koos vees lahustatud raviainetega või ilma.

A.M.



Tel: 5669 4310 WWW.PUURVESI.EE



KÕIK TÖÖD ALATES PUURKAEVU
PROJEKTEERIMISEST KUNI
KRAANIKAUSSI PAIGALDAMISENI.





OLEMASOLEVATE PUMPLATE JA
VEEPUHASTUSSEADMETE RENOVEERIMINE.



Tel: 5624 1259 WWW.SERINUS.EE



Tööstus- ja Kaubandus

LAHENDUSED

Sademevee immutussüsteem HeitkerBlock



Kuhu juhtida sademevesi kui puudub sademeveekanalisatsioon ja ei ole sobivat kraavi või tiiki?

Selle probleemi ees seisab väga suur osa majaomanikke, kelle maja katusevesi ning õuele sadav vihmavesi ja lumesulavesi koguneb lompidesse ning muudab madalamad hoovialad mõneks ajaks kasutuskõlbatuks. Imbsüsteem HeitkerBloc on olukordade lahendamiseks, kus on vaja sademeveet:

- pinnasesse immutada
- koguda ja ärajuhtida
- taaskasutada

Reo- ja sademeveepumplad Strong Private

Reovee ja õuele koguneva sademevee saab enamasti ära juhtida isevoolu teel.

Keldrikorrusega hoone, mille reoveeneelud on asula kanalisatsioonitorustikust või õuepealsest kogumismahutist madalamal, vajavad aga pumpla abi. Sademe- ja drenaaziveepumpla võimaldab aga kõrvaldada vett madalal paiknevalt ja vesiselt kinnistult.

Strong Private väikepumplad on mõeldud eramute reovee ning sademe- ja drenaazivee käitlemiseks.

Tugev – pumpla kere on tehtud topeltseinaga spiraalsest polüetüleentorust (välisläbimõõt 788 mm), mis peab vastu pinnase survele ning on külmakindel.

Turvaline – pumpla standardvarustusse kuulub plastluuk, mida saab laste ja koduloomade kaitseks lukustada poltide või vajaduse korral luku abil. Kui vaja, võib plastluugi asendada malmkaanega.

Ankurduv – põhjaplaat on pumpla kestast laiem. Plaadi serv aitab pumplat pinnases paigal hoida. Ankurdamiseks võib piisata tagasitäitepinnase korralikust tihendamisest, kui mitte, on vaja kasutada betooni.

Universaalne – pumpla kere kõrgus (reoveepumplal 2100 mm ja sademeveepumplal 1700 mm) on arvestatud standardolukorra jaoks. Klient saab kere madalamaks teha, lõigates ülemisest otsast osa maha. Pikendamiseks lisatakse kerele torujupp ning tihendatakse liitekoht

Biopuhasti Biorock



Looduse sõber

Millised on sinu võimalused täna reovee ärajuhtimiseks hoonest kui puudub asula torustik?

1. kogumismahuti
2. septik e. mehhaaniline puhastamine
3. biopuhasti e. bioloogiline puhastamine

Kogumismahutisse reovee kogumisel tuleb arvestada selle tühendamise vajadusega sõltuvalt mahuti suuruselt

ERAMAJALE!

HeitkerBloc süsteemi head omadused:

- **Suur mahutavus** – 95% mahust vee jaoks.
- **5 korda efektiivsem kui killustik.**
- **Väike kõrgus** – 400 mm, sobib kõrge pinnavee korral
- **Tugev** – koormusele kuni 8 KN/m²
- **Lihtne paigaldada** – kerged, 100 l/plokk=5 kg
- **Väikesed kulud** – odavam lahendus maasisese vaba ruumi loomisel veele.

Kus süsteemi HeitkerBloc kasutada?

Katusevesi juhitakse torustikku pidi hoonest eemale ning torustiku otsa rajatakse HeitkerBloc-mahuti. Mahuti suurus sõltub katuse pindalast ja sellest, kas vesi juhitakse ühte mahutisse kokku või hoone eri külgedel olevatesse. Sajujakorral voolab vesi mahutisse ning imub lõpuks maasse.

Kärgmoodulitest mahuti võib ehitada ka drenaažile, kui see ei suuda suure saju ajal kogu vett kohe ära juhtida. Niiviisi on võimalik madalat hoovi- või

õueosa kuivana hoida ning rajada sinna nt laste mänguväljak või palliplats. Mitte kuigi sügaval maa sees olevad moodulid toimivad kohtdrenaažina ning mahutavad sajuvee kiiresti endasse. Üks võimalus, mida Eestis veel kuigi palju ei kasutata, on sademevee kogumine ja kasutamine. Kärgmoodulitest mahutit on võimalik katta spetsiaalse polüetüleenkattega, mis muudab selle veekindlaks. Kogutud sademevett saab kasutada autopesuks, aia kastmiseks või miks mitte ka tualetis ja pesumasinas.

kuumkahaneva lindiga. Sissevoolutoru läbimõõt on 160 mm ja väljavoolutoru oma 50 mm.

Komplektne – pumpla on varustatud tagasivooluklapiga 1 ning ujukiga 230V pumbaga 2. Väljavooluotsal on kuulkraan 3, mis võimaldab hooldus- või remonditööde ajal tagasivoolu tõkestada. Pumba väljavõtmiseks on vaja kraan sulgeda ja lahti ühendada keermesliitmik 4. Väljatõstmiseks ei ole vaja pumpla põhja ronida – kinni saab hakata pumba survetorust. Pumba all on 260-liitrine settetasku.



ja elanike arvust. Tühjendamise sagedusega on ka otseselt seotud kulud, mis sellega kaasnevad.

Septikut tuleb küll harvem tühjendada, kuid septik ei sobi paigaldamiseks igasse piirkonda. Septikust väljavoolavat reovett puhastatakse pinnasefiltris. Aja jooksul vajab filtriväljak hooldust ning selle mitte teostamisel võib ummistuse korral lakata töötamast.

Biopuhasti on mõeldud eramute reovee puhastamiseks. Biorock biopuhastis toimub reovee isepuhastumine

bioloogiliselt spetsiaalses Biorock filtris. Puhastusprotsessis ei vajata ühtegi elektrilist seadet. Puhastist väljuv vesi on pinnasesse ja veekogusse juhtimiseks ohutu.

Komplektne biopuhasti Biorock-9-ST1-2500 rahuldab kuni 9 liikmelise pere reovee puhastamise mured ja on lihtsasti paigaldatav. Ridamajade või väiksemate korterelamute tarvis tuleb biopuhastid omavahel võrku ühendada.

Kui teil juba on paigaldatud

kogumismahuti või septik, siis tuleb sellele lisada vaid 1 kambriline element (Biorock-9)

Biorock biopuhasti hoolduskulud on väikesed. Mahutit on vaja settest puhastada kord 1 või 2 aasta järel, sõltuvalt kasutustihedusest.

TUUMAENERGIA VÕIMALIK OSATÄHTSUS EESTI ENERGEETIKA ARENGUS

EINARI KISEL

Majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi energeetika asekancler

KÄESOLEVA AASTA alguses kiitis Vabariigi Valitsus heaks Eesti elektrimajanduse arengukava aastani 2018 ning juunis Riigikogu energiamajanduse riikliku arengukava aastani 2020. Need kaks dokumenti sätestavad riigi energeetika arengusuunad järgmiseks aastakümneks, mõjutades ka järgnevat aastakümneid. Arengukavades on käsitletud ka tuumaenergeetika potentsiaali Eestis ning näidatud selle valdkonna arengusuunad.

Enne energeetika arengukavade vastuvõtmist kestis ligi aasta huvigruppide ja poliitikute vaheline arutelu peaaegu kõigi energeetikat puudutavate teemade üle. Eriti elavalt vaieldi tuumaenergeetika võimalikkuse üle Eestis. Tänu sellele ei ole tuumaenergeetika Eestis enam tabuteema ning selle otstarbekuse suhtes käib juba arukas vaidlus.

Eesti energeetika on huvitavas seisus. Järgmise kümne aasta jooksul tuleb vananenud elektrijaamad ligi 70% ulatuses välja vahetada ning viia nad vastavusse Euroopa Liidu keskkonnanõuetega, avada tegus elektriturg, luua uusi energiaühendusi, oluliselt suurendada taastuvenergia osakaalu energiatarbe katmisel, muuta energia-

tarbimine tõhusamaks ning samal ajal tagada katkematu energiavarustus. Kõik see oleks päris keeruline ülesanne mis tahes riigi jaoks.

ELEKTRITOOTMISE VALIKUID MÕJUTAVAD TEGURID

Eesti riik peab elektrivarustuse tagamisel arvestama mitut tehtavat otsuseid mõjutavat sise- ja välistegurit. Kõigepealt tuleb arvesse võtta elektrinõudlust ja suurimat elektritarvet, mida tulevikus rahuldama peab. Tallinna Tehnikaülikooli teadlaste hinnangul suureneb aastaks 2020 elektritarbimine Eestis kuni 11 000 GWh-ni aastas ning maksimaalne tunnikeskmine elektritarbimine ligi 2000 MW-ni. Selle nõudluse rahuldamiseks oleks vaja piisava võimsusega elektrijaamu, sest vaatamata tugevatele elektrihendustele ei pruugi tipparbimisaegadel naaberriikides olla vaba elektritootmisvõimsust.

Teine oluline tegur, mida Eesti energiavarustuse korraldamisel tuleb arvesse võtta, on seotud CO₂ heitekaubanduse arenguga. Hiljuti vastu võetud uuendatud heitekaubandusdirektiiv (2009/29/EÜ) muudab alates

2013. aastast energia tootmise kõiki-dest fossiilkütustest tunduvalt kallimaks, mis tähendab, et avatud elektriturul halveneb oluliselt neid põletavate elektrijaamade konkurentsivõime. Sellega seoses on juba praegu paljudes Euroopa Liidu liikmesriikides hoogu võtnud arutelud uute tuumajaamade ehitamise üle.

Võimaliku tuumajaama ehitamisega seoses on oluline tagada selle käitamiseks vajalikud ressursid, eriti tähtis on pädeva personali olemasolu. Elektritootmisviisi valimisel tuleb arvesse võtta ka sotsiaalset aspekti – tuumajaama pole võimalik ehitada riiki, kus ühiskond on sellele vastu. Eestis on viimase aasta jooksul toimunud oluline nihe oma tuumajaama ehitamise pooldamise suunas, kuigi vastuseisjaid on veel päris palju.

Riigi seisukohast on oluline saavutada elektritootmisel kolm põhieesmärki: tagada pidev energiavarustus (vähendades võimalust mõjutada energiasüsteemi tööd väljastpoolt), leevendada keskkonnamõju (raken-dades keskkonnasäästlikke tehnoloogiad) ning tagada mõistlik energia-hind (selleks on vaja hästi toimivat energiaturgu). On selge, et need kolm



Keskonnaalased konsultatsioonid ja ekspertiisid
 Keskkonnamõju hindamine ja strateegiline hindamine ning keskkonnamõju eelhindamine
 Müralevi modelleerimine (SoundPlan)
 Keskkonnalubade (välisõhu saasteloa, vee erikasutusloa, jäätmeloa, keskkonnakompleksloa) taotlused
 Ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni arendamise kavad
 Reoveepuhastite projekteerimine
 Jäätmekavad



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

eesmärki on sageli vastandlikud ning ükski energiatootmisviis (ka tuumajaam) ei suuda kõiki kolme tagada.

TUUMAJAAM PEAB OLEMA KONKURENTSIVÕIMELINE

Eesti elektriturul avamisega seoses peab tuumajaama puhul arvestama ka regionaalset energiaturgu. Hiljemalt 2013. aasta alguses täielikult avaneval Eesti elektriturul hakkavad konkureerima ka Põhjamaade, Balti riikide ning Venemaa tootjad, seetõttu peab tuumajaama ehitaja arvestama rahvusvahelist turgu ning leidma seal oma niši.

Eesti elektriturg on väga tugevalt seotud naaberriikide elektrisüsteemidega. Avatud elektriturul tähendab see peaaegu piiranguteta konkurentsi. Sellisel turul peavad kõigi turuosaliste võimalused, sh riigi huvid energiavarustuse tagamiseks, olema võrdsed. Suuri ebakõlasid töötab Balti riikide elektriturule tuua Euroopa Liidu heitekaubandussüsteemi uuendamine 2013. aastal, mis praeguses seisus annaks konkurentsieeliseid väljaspool Euroopa Liitu toodetud elektrile.

Jälgima peab ka elektri tootmise ja tarbimise arenguid naaberriikides.

Uute tuumajaamade ehitamine Soome, Venemaale ja võibolla ka Leetu vähendaks oluliselt Eesti tuumajaama konkurentsivõimet. Uute tuumajaamade atraktiivsust vähendab ka praeguse majanduslangusega kaasnev energiatarbimise langus.

TUUMAENERGIA ON TULEVIKULAHENDUS

Eesti tuumajaama üle diskuteerides tuleb arvestada ka ajaperspektiivi: tuumajaama valmimine Eestis on reaalne ajavahemikus 2023–2025, lahendust on aga vaja juba aastaks 2016. Selleks näeb elektrimajanduse arengukava ette investeerimisprogrammi, mille kohaselt koostootmisjaamade võimsust suurendatakse 300 MW-ni ning rajatakse maismaale kuni 400 MW ning avamerele Estlink 2 valmimisel kuni 500 MW tuuleparke koos neid tasakaalustavate elektrijaamadega. Lisaks olemasolevatele keevkihtkatel-dele rajatakse Ida-Virumaale veel kuni 600 MW keevkihtplokkide ning paigaldamiseks neljale vanale plokkile väävl- ja lämmastikuühendite püüdmise seadmed. Põhivõrku tuleb ehitada ka uusi avarii- ja tipukoormus-elektrijaamu.

Tuumajaama ehitamine nõuab riigilt palju eeltööd. Arengukavad näevad ette, et aastaks 2012 peavad Eestis olemas olema juba tuumajaama ehitamiseks vajalikud õigusaktid. Need võiks tinglikult jagada kolmeks: tuumajaamale esitatavad nõuded, tuumajaama ehitamine ja planeerimine (koos asjakohase järelevalvesüsteemiga) ning tuumajaama käitamise seotud regulatsioon. Peale selle tuleb ette valmistada vajaliku kvalifikatsiooniga inimesi, keda läheb vaja tuumajaama ehitamisel, järelevalvel ja käitamisel. Vaja on ka tuumaohutusega tegelevaid institutsioone. Muret teeb seegi, et tulevalt elektrituru väiksusest sobiksid Eestile väikese võimsusega (kuni 600 MW) reaktorid, mida maailmas kuigi palju ei toodeta.

Eesti Energia tehtavad tuumajaama võimalike asukohtade uuringud annavad riigile hea lähtekoha edasiste sammude kavandamiseks. Samas tuleb rõhutada, et Eesti ei ole veel teinud kindlat otsust tuumajaam ehitada. Esialgu tehakse eeltööd selleks, et selgeks saada tuumajaama rajamise eeltingimusi. Alles siis, kui vajalikud õigusaktid on olemas, saab Riigikogu võtta vastu otsuse ehitada tuumajaam. Kõik see sõltub suuresti ka turu arengutest.

A.M.

EHITUSKESKUS

INFO KVALITEETSEST EHITAMISEST

Rävala pst 8, 10143 Tallinn
Tel 660 4555

Avatud E-R 9-17

ehituskeskus@ehituskeskus.ee
www.ehituskeskus.ee

- Alaline ehitusnäitus
- Koolitusseminarid
- Ehitusalane kirjandus

SEPTEMBER

17.09.2009

Veevarustus ja kanalisatsioon

OKTOOBER

16.10.2009

Energiasäästlikud ehitustooted ja tehnoloogiad. Seminar toimub Tartu Ehitusmessil (osavõtt tasuta)

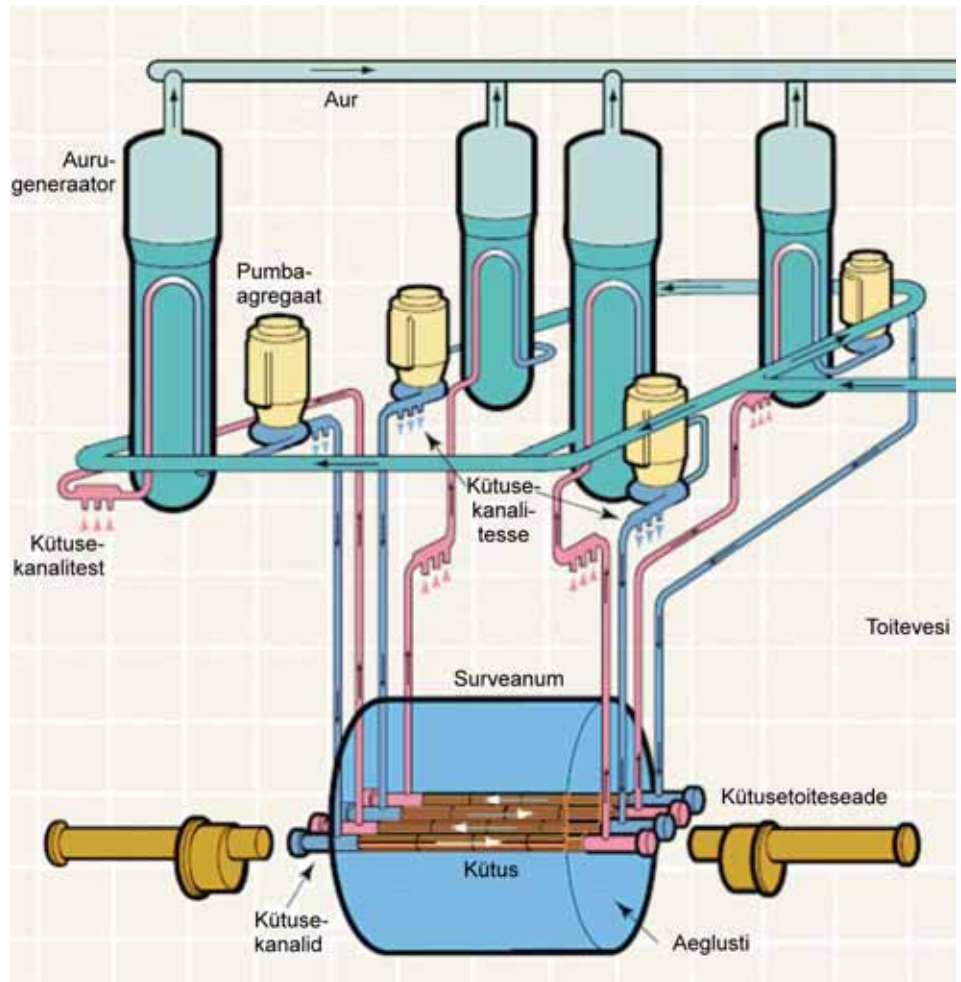
Seminarid toimuvad Ehituskeskuses, Rävala pst 8 (2.korrus), Tallinn

MILLINE TUUMAREAKTOR EESTILE VALIDA?

KALEV KALLEMETS

ARUTELUDES tuumaenergia teemal jääb Eestis tihti puudu tegeliku olukorra mõistmisest. Meie vähest kogemust silmas pidades ei pane see imestama. Seepärast on põhjust kirjeldada üht tuumareaktorit ja tutvustada selle arengulugu. Artikli autor on selleks valinud Eesti jaoks sobida võiva Kanada reaktori CANDU6.

CANDU6 kasutab kütuseks 380 kütusekanalis oleva loodusliku uraani isotoopi U235, mille rikastusaste on 0,7% (kergeveereaktoritel U235 5%). Kuuemeetristes rõhstates kütusekanalites on kaksteist poolemeetrist kütusekimpu, milles igas on 35 kütusepulka. Kütusekanaleid ümbritseb külm (70 °C) raske vesi (D₂O) – aeglusti (ingl *moderator*), mille ülesanne on vähendada tuumade lõhenemisel vabanevate neutronite kiirust 30 000 kilomeetrilt 3 kilomeetrile sekundis. Seda on vaja selleks, et kiire neutron põrkuks U235-tuumast kõrvale, aeglane neutron aga lipsab tuuma, muudab selle ebastabiilseks ning lõhustab. Kergeveereaktoris toimub neutronite aeglustamine tavalise veega, aga kuna kergevee vesiniktuumas on vaid prooton (neutronit ei ole), absorbeerib ta neutronid. Kütuse rikastusaste peabki olema kõrgem, sest neutronivoog on väiksem. Raske vee puhul tuleb arvestada veel seda, et sellele aeglustile lisatakse neutronvoo reguleerimiseks täpsetes kontsentratsioonides neutronid absorbeerivat boorhapet. CANDU6-s muutub D₂O ise täiendavaks neutroniallikaks, sest gammakiirgusfotonitel jätkub energiat selleks, et lüüa raske vesiniku tuumast neutron välja (tavalise vesiniku tuumas neutronit ei ole). See „fotonneutronite“ allikas muutub oluliseks, kui reaktoris tekib piisav kogus gammakiirgust emiteerivaid U-235 lõhenemisjääke.



Reaktori CANDU6 tehnoloogiaskeem

Soojusvahetussüsteemis liigub raske vesi läbi kütusekanalite ja üle tuumade lõhenemisest kuumenenud kütusekimpu, viies 310 kraadini kuumutatud vee auruturbiini, kus energia kandub auru tootmiseks edasi kergele veele. Kütusekanalid koosnevad tsirkooniumi- ja niobiumisulamist torust, tsirkooniumist ümbristorust ning ümbristoru ja kütusekanali vahelisest isolaatorgaasist (CO₂). Nagu märgitud, on kütusekanaleid ümbritseva raske vee temperatuur vaid 70 °C.

CANDU6-reaktoril on ainuomased aurugeneraatorid ja auruvoog. Aur paneb pöörlema auruturbiinide rootorid ning need omakorda elektrigeneraatorid. CANDU6-reaktori üks eripära on

ka see, et auruturbiini pöörlemisagedus on väiksem kui kergeveereaktori omal ning seetõttu on auruturbiini töökindlus väga suur – ette on tulnud vaid üksikuid kulumisest tingitud purunemisi. Üks erinevus kergeveereaktorist on veel see, et CANDU6 puhul on turbiini minev aur kuivem ning see vähendab turbiini erosiooniohtu.

CANDU6 viimases arenduses on mitu täiendust, mis on tõstnud jaama võimsuse 720 MW-lt 750 MW-ni:

- installeeritud on jahutusveevoolu täpsust parandav ultraheli-vooluhulgamõõtur (*ultrasonic flow meter*);
- arendatud on auruturbiini niiskuseemaldit (*moisture separator reheater*);
- optimeeritud on reaktori ja auruge-

neraatori soojusükslik;

- vähendatud on turbiini ja generaatori auruleket;
- muudetud on kondensaatori vaakumsüsteemi opereerimiseks madalamal kondensaatorirõhul.

Kui reaktori mingis osas hakkab temperatuur tõusma, tagavad CANDU6 ohutuse kõigepealt vedrumehhanismiga koobaltist kontrollvardad ja oma raskuse jõul reaktorisse langevad kaadmiumist seiskamisvardad. Seejärel lisatakse soojuskandjasse neutroneid neelavat „mürki“ – boorhappelahust. Seda tehakse survemahutites oleva surveheeliumi jõul, mitte pumpadega. Kolmandas etapis, kui reaktori jahutus lakkab töötamast, rakendub reaktori tuuma avariijahutus. Süsteem hakkab siis reaktori tuuma automaatselt jahutama kerge veega, mis lisaks kontroll- ja seiskamisvarrastele neutroneid „neelab“.

Reaktoreid CANDU6 on arendatud juba 1945. aastast peale ning neid on ehitatud 28 tükki. Reaktorite ehitamine ja opereerimine ning pika töötsükli kestel toimunud lahtivõtmine ja uuendamine on andnud rohkesti õppimisvõimalusi. Kaks suurt Euroopa elektri tootjat on kinnitanud, et nende ametlike arvutuste kohaselt on CANDU6-tüüpi reaktori kapitalikulu kW kohta kõige väiksem (EPR-iga võrreldes 25–30%). CANDU6-l on muude reaktoritüüpidega võrreldes kolm strateegilist eelist: ei nõua uraani rikastamist, talle kõlbab juba kergveereaktorites kasutatud kütus ning mõningate täienduste korral võib kasutada tooriumkütust.

Suvalistel, põhimõtteliselt uutel reaktoritüüpidel tulevikku tõenäoliselt ei ole, sest puudu jääb empiirilistest kogemustest. Iga reaktoriga on käinud kaasas oluline õppimistsükkel ning kõiki reaktoreid on oluliselt täiendatud ning sellega arvestataval määral (10–30 MW ulatuses) suurendatud elektritootmist. Seega pole Eesti tuumajaamast rääkides põhjust kaaluda IV põlvkonna reaktoreid, millest ükski ei saa lähema 10 aasta jooksul reaalseks majanduslikuks variandiks.

Praegu maailmas ehitatavad või ehitada kavatsetavad reaktorid on eelkõige ABWR, AP-1000, EPR, CANDU6 ja VVER-1000. Kõik need on vaid oma perekonna esindajad. Näiteks EPR-i eellased olid Saksamaa reaktorid *Konteiner* ja osalt ka Prantsusmaa N4-tüüpi reaktorid. Kõikide keevveereaktorite „isa“ on *General Electric*'u BWR-tüüpi reaktor,

millest Jaapani Hitachi on arendanud oma, USA GE- ning Prantsusmaa Areva- versiooni. *Westinghouse*'i AP-1000 kaudne eellane oli System 80.

REAKTORI EHITAMISE ÄRIRISK

Elektri tootmine, selle rahastamise tagamine ja reaktorite ehitamine on suur äri, mille lahutamatu osa on risk. Suure määramatusega käib kaasas ka suur risk ning suur potentsiaalne rahaline kahju, sest ligi 80% tuumaenergia hinnast on seotud tuumajaama ehitamis- ja finantseerimiskuludega. Seega kujutab iga arvestatav tehniline, regulatiivne või poliitiline määramatus endast tõsist riski, s.o suurendab tõenäosust, et projekti ei hakata ellu viima või selle finantseerimine on kallid. Iga täiesti uut tüüpi tuumareaktori puhul arvestatakse eelmise sajandi kogemustele tuginedes kuludega, mis on arvutuslikest 30–50% suuremad. Rohkem kui poolte praegu maailmas ehitatavate reaktorite puhul ei ole suudetud tähtaegadest ega eelarvest kinni pidada. See kehtib ka Olkiluotos ja Flamaville's ehitatava EPR-reaktori kohta, mis on küll uudne ja turvaline, kuid ilmselt liiga suur ja väga kallis ning käib meile tehniliselt kindlasti üle jõu. Vene reaktorid VVER-1000 ja VVER-440 ehitatakse küll tähtjaks ning, nagu kinnitavad nendega tutvunud Euroopa praktikud, on heal tehnilisel tasemel, kuid on päris kindel, et Eesti ei soovi end sellises vallas Venemaaga siduda.

Kui rääkida praktikast, siis *Westinghouse* on kogu oma tähelepanu pööranud 1100 MW võimsusega reaktori AP-1000 realiseerimisele ja seda ka Euroopas. Kuna tegemist on modulaardisainiga, läheb moodulite konstrueerimiseks vaja kesket asukohta, eeldatavasti saab selleks Suurbritannia. AP-1000 tundub olevat ka Saksa energiaettevõtete RWE ja E. ühiskontserni eelisreaktor. Tõenäoliselt hakkab *Westinghouse* lähikümnendil kuskil maailmas siiski ehitama reaktorit IRIS. Samas ei suju reaktorite IRIS ja ka AP-1000 kooskõlastamine USA tuumaenergiat reguleeriva NRC-ga (*Nuclear Regulatory Commission*) sugugi libedalt. Asjatundjad on väitnud, et *Westinghouse*'i jaoks on arvestatav takistus Euroopa ja USA sarrusterasestandardite erinevus: Euroopas on ehitussarruse terasvarraste standardikohane jämedus 35, USA-s aga 50 mm.

Eesti jaoks võib AP-1000 olla päris

sobiv reaktor, kuid tuleb oodata, kas seda hakatakse Euroopas üldse ehitama ning mis hinnaga seda suudetakse teha. Paraku ei saa esimene AP-1000 Euroopas ja Ameerikas valmis enne 2016. aastat, mis on Eestis otsuse langetamise seisukohast vist liiga hilja. Reaktoreid CANDU6 on viimase kümne aasta jooksul ehitatud mitu, seejuures tähtaegadest ning eelarvest kinni pidades. Viimasel asjaolul on erakordselt suur kaal.

Asjalik oleks ka valida keevveereaktorid ABWR, mida Jaapanis on viimasel kümnendil edukalt ehitatud, ka eelarvest ja tähtjast kinni pidades, ent need on meie jaoks pisut suured. Veidi väiksema, *Areva* ehitatava 1200 MW Kerena keevveereaktori kohta pole paraku lõplikke ehitusjooniseid ega ka ühtki juba valmis ehitatud reaktorit. Euroopa energiakontsernide arvates on selle tegelikku ehitusmaksumust seetõttu võimatu hinnata. Igal juhul oleks võõrastav vaadata suurte jahutustornide ehk gradiiride fotosid mõnes Eesti ajakirjandusväljaandes, sest on ju meil, nagu ka Soomes ja Rootsis, piisavalt merepiiri ja võimalusi auruturbiinidest väljuvat auru mereveega jahutada.

Artikli autoril õnnestus hiljaaegu osaleda Londonis esinduslikul konverentsil, kus räägiti tuumaenergia finantseerimisest. Kuna tuumajaam nõuab 13–40 miljardi krooni suurust investeeringut, siis arvatakse, et Euroopas suudavad neid ehitada vaid väga suure bilansiga ja täna juba tuumajaamu opereerivad energiasfirmad. Selles nimekirjas on vähem kui kümme nime. Pealegi on laenuandja või võlakirjade ostja jaoks iga ehitusetapi välisfinantseerimise eeltingimus maailmatasemel erikindlustus, mis hindaks rangelt firma ja ka riikliku tuumaenergia regulaatori pädevust. Ilma kindlustuseta ei rahasta tuumajaama ehitust ükski võlakirja ostev fond ega pank, täpselt nagu majaostugi puhul. Paraku ei täida Eesti peamine energiaettevõtte Eesti Energia ükski nii bilansi võimsuse kui tehnilise usaldusväärsusega tuumajaama projekti rahastamiseks vajalikke tingimusi.

Eestil õnnestuks oma tuumajaam ehitada vaid välispartneri abil, kellel on juba tuumajaama opereerimise kogemus ning kes on osalenud ka mõne tuumajaama ehitamisel ja puutunud kokku selle praktilise poolega. Praegu tundub, et Eesti jaoks oleks tehniliselt ja majanduslikult sobivaim reaktor CANDU6.

A.M.

VASTVALMINUD KOHILA ÄRIKESKUSES TOODAVAD SOOJA VETT NING AITAVAD HOONET KÜTTA VAAKUM-PÄIKESEPANEELID

KRISTJAN KARMING

Sigma Projekt OÜ konsultant

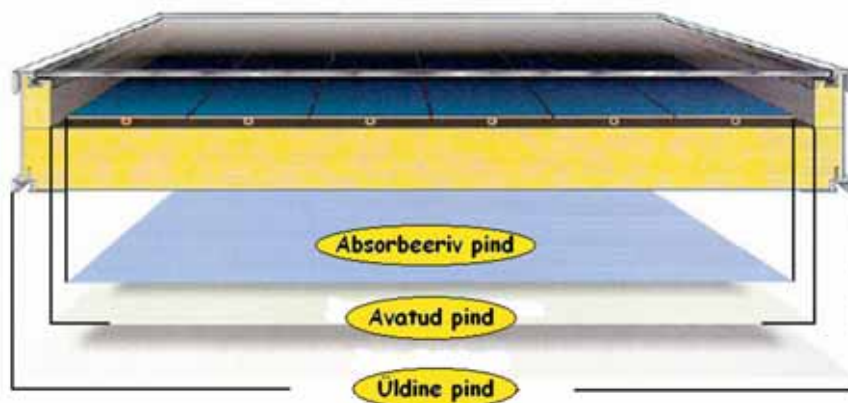
PÄIKESEENERGIA on kõige rikkalikum ja tasuta kättesaadavam taastuvenergia liik. Olenevalt kasutuskohast ja küttesüsteemist on päikesepaneelide abil võimalik katta kuni 40% aastasest kütte- ja kuni 80% tarbeveevajadusest. See on märkimisväärne energiasääst. Kuna meie piirkonnas on siiani toodetud soojust peamiselt fossiilseid kütuseid põletades, aitaks päikeseenergia kasutamine oluliselt vähendada ka atmosfääri saastamist.

Jääd loota, et ka Eestis hakkab riik lähemal ajal taastuvenergiaprojekte subsideerima. Siis muutuksid mitmesugused tehnoloogiad kättesaadavamaks ka eratarbijaskonnale, mitte üksnes üksikutele entusiastidele. Säästetaks nii loodust kui ka ressursse.

Selge on see, et meie kliimas ei saa päikeseenergia tavaehitistes kunagi ainsaks kütteallikaks. Ka lõunamaades arvatatakse päikesepaneelide vajalik arv põhimõttel, et nende abil saaks katta ligi 100% sooja tarbevee või küttevajadusest kõige päikesepaistelisemal perioodil. Ligi 100% seetõttu, et arvutuslikust suurema hulga paneelide kasutamine ei ole mõistlik kahel põhjusel:

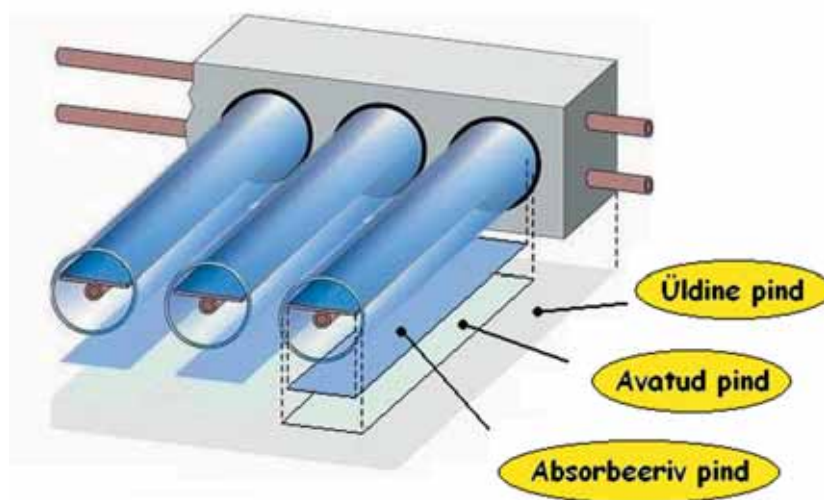
- päikesepaneelide soetusmaksumus on suhteliselt suur,
- on oht rikkuda töötavaid päikese-paneele ajal, mil nad on nn stagnatsioonis, s.o siis, kui soojuskandja on kollektorites aurustunud olekus, ent tekkinud soojust ei ole kuhugi edasi anda.

Selge on ka see, et päikesepaistet ei ole igal aastal ühepalju. Nagu talved, nii on ka suved erinevad ning pahatihti meie ootused ei täitu. Ometi on päikeseküttesüsteemi projekteerimisel võimalik kontrollida süsteemi tõhusust, alustades kõige elementaarsemast – so-



Originaal: www.dgs.de

Joonis 1. Lamellekollektori põhimõtteskeem



Originaal: www.dgs.de

Joonis 2. Thermomax-tüüpi vaakumpaneeli põhimõtteskeem

bivaima kollektoritüübi valimisest.

Päikesepaneelid jagunevad laias laastus kahte rühma:

- termopäikesepaneelid (toodavad sooja vett) ja
- elektrivoolu tootvad fotoelementpaneelid.

Et käesolev artikkel on pühendatud

päikeseenergia kasutamisele sooja vee saamiseks, siis on vaatluse all ainult esimesed.

Ehituse poolest jagunevad termopäikesepaneelid lame- ja vaakumkollektoreteks.

Enne kui asuda jooniseid uurima, selgitagem veel kolme terminit:

- kollektori üldpind – kollektori brutopindala, s.o paigaldamiseks vajalik katusepind;
- kollektori avatud pind – kollektori pind, mis võiks energiat toota, ent seda siiski ei tee (miks, selgub alljärgnevail joonistel);
- kollektori absorbeeriv pind – pind, mis otseselt neelab päikesekiirgust ja annab tekkinud soojust soojuskandjale edasi.

Võiks ju arvata, et tõhususe seisukohast on mis tahes kollektori puhul kõige tähtsam absorbeeriv pind, ent osal neist (nt ka neil, mis paigaldati Kohila ärikeskusele) on hoopis olulisem **avatud pind**, sest arvesse tuleb ka peegeldunud päikesekiirgus.

Eri kollektoritel on nende kolme pinna suurus väga erinev ning siit esimene nõuanne – päikesekollektori maksumuse hindamisel ei tohi kindlasti otsustada selle kollektori kasuks, mille ruutmeetri maksumus on kõige väiksem, vaid tuleb uurida, kui suur on avatud pind ja kui palju see üldpinna erineb. Teine väga tähtis näitaja on kollektori energiatootlikkus. Tuleb ka jälgida, et kollektoril oleks olemas sertifikaat *Solar Keymark*, s.o Euroopa termopäikesepaneelide vieldamatu kvaliteedimärk.

Järgnevas tabelis on võrreldud juhuslikult valitud kollektorite (lamekollektorid *Ferroli* ja *Junkers* ning vaakumkollektorid *Viessmann* ja *Kloben*) näitajaid. Kui *Viessmanni* kollektori Vitosol 200-T üldpinna suurus on 4,37 m ja avatud pinna oma 3,23 m, siis *Klobeni* kollektori SKY 21 üldpind on tunduvalt väiksem (3,75 m) ja avatud pind isegi suurem (3,31 m). *Ferroli* sertifitseerimata (vt ka www.solarkeymark.com) kollektori Ecotop H energiatoodangu kohta andmed puuduvad. Kahjuks pakutakse meie turul küllaga just sertifitseerimata tooteid, millel on näidatud mingisugune hüpoteetiline energiatootlikkus. Et olla kindel kollektori energiatootlikkuses, tuleb enne selle ostmist kindlasti veenduda, et tal on sertifikaat olemas.

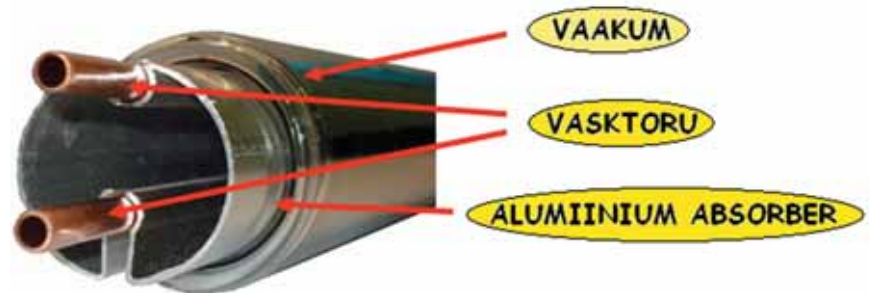
Järgnevalt kirjeldatakse lähemalt mõned tüüpilised päikesekollektorid ning hinnatakse nende sobivust meie kliimas.

LAMEKOLLEKTORID

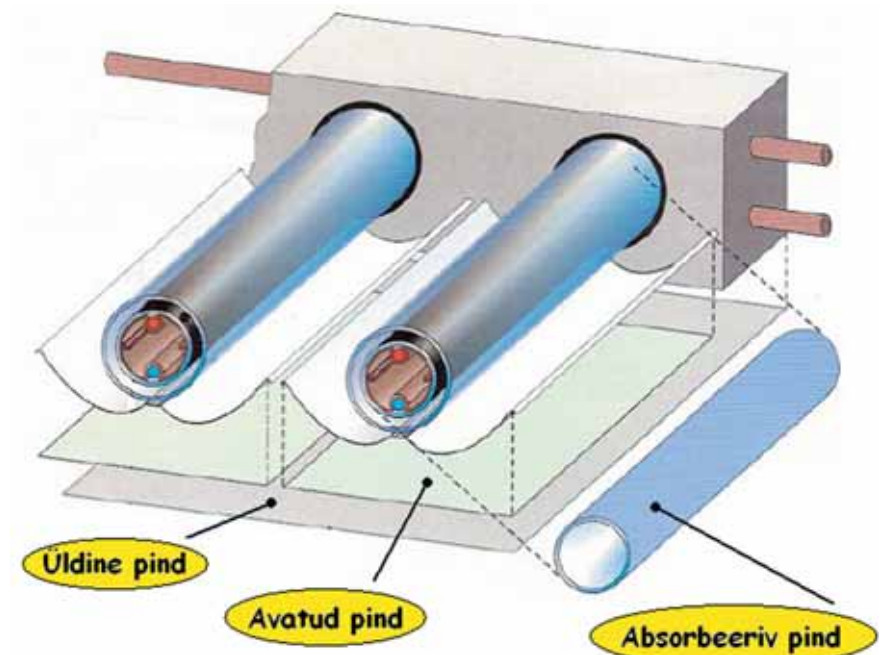
Lamekollektoris (joonis 1) voolav antifriis ei ole ümbritseva keskkonna temperatuuri eest kaitstud, mistõttu kollektori kasutegur on külmadel, kuigi

PÄIKESKOLLEKTORITE VÕRDLUSANDMEID

	<i>Ferroli</i> (Ecotop H) *	<i>Viessmann</i> (Vitosol 200-T) **	<i>Junkers</i> (FKC) ***	<i>Kloben</i> (SKY 21) ****
Vaakumtorude arv	0	30	0	21
Kollektori üldpind m ²	2,34	4,37	2,37	3,75
Kollektori avatud pind m ²	2,22	3,23	2,10	3,31
Aastane energiatootlikkus kWh/m ²	?	590	525	733
Kollektori aastane energiatootlikkus kWh	?	1905	1102,5	2427
Sertifikaat <i>Solar Keymark</i>	Puudub	Olemas	Olemas	Olemas



Joonis 3. Sydney-tüüpi vaakumtoru



Joonis 4. *Sigma Projekti* pakutatavate vaakumpaneelide põhimõtteskeem

päikesepaistelisel päevald väike. Sellele vaatamata, et kollektori väliskeskkonna poolne külg on lame, ei ole teda kerge hooldada, sest see pind on üsna krobeline. Kui ka seda sagedasti pesta,

koguneb sellele nii mõndagi tõhusust alandavat.

Nõuanne: Lamekollektorid sobivad sinna, kus lepitakse madalama temperatuuriga või kus on katusel ruumi suure-

male hulgale paneelidele.

VAAKUMPÄIKESEPANEELID

Thermomax- ehk Heat Pipe-tüüpi vaakumpäikesepaneelid (joonis 2) võiksid meie kliimasse küll sobida, ent nende töökindlust vähendab see, et liidetes on omavahel ühendatud kaks väga erineva soojuspaisumisega materjali – klaas ja metall, mistõttu sellised kollektorid kaotavad üsna ruttu suure osa oma töö-

husust tagavast vaakumist. Eriti halb on see meie kliimas, kus varakevadeti, mil õhutemperatuur on veel alla nulli, on palju päikesepaistelisi päevi. Kuigi klaaspinda on lihtne puhastada, kulub purunenud toru vahetamiseks palju aega. Väikeste ehituslike erinevustega *Thermomax*-tüüpi vaakumkollektoreid on vähemalt kolmesuguseid. Osal neist tuleb vaakumtoru vahetamiseks süsteem tühjaks lasta, millele kulub nii aega kui ka raha.

Sydney-tüüpi vaakumtoru (joonis 3) ehitus on väga lihtne. Alumiiniumist absorberis on topeltseinaga klaastoru, mis on otstest kokku sulatatud ning mille sees on vaakum. Selle toru tööpõhimõte on teada juba umbes sajand ning seda on siiani edukalt rakendatud termoste valmistamisel.

CPC (Compound Parabolic Concentrator) vaakumtoru (joonis 4) neelab päikesekiirgust ja kütab läbi absorbeeriva alumiiniumpinna vaakumtoru keskel olevates vasktorudes ringlevat soojuskandjat. Ringlev soojuskandja jätab soojuse salvestisse, kus see kandub üle kas tarbe- või kütteveele (olenevalt sellest, kumma jaoks süsteem on ehitatud). Tõhususe seisukohalt on väga tähtis salvesti ja päikesepaneelide vaheliste ühendustorude korralik soojustamine, sest need päikesekollektorid on võimelised päikeseenergiat ammutama ja salvestama aasta ringi, ka külmal ajal.

Nende vaakumtorudega kollektoreid on lihtne hooldada ning kui üks torudest peaks purunema, on selle vahetamine imelihtne. Oluline on ka see, et vaakumtoru maksab ligi viis korda vähem kui nt *Thermomax*-tüüpi kollektori oma. Ka puhastamine on lihtne, sest



Joonis 5. Kohila ärikeskus. Punane ruut tähistab päikesepaneelide asukohta katusel



Joonis 6. Ärikeskuse katusel on 30 m² päikesepaneeli



Joonis 7. Katlaruum: a – 300 kW pelletikatel, b – seinäl päikesekütte juhtautomaatika ja paisupaagid. Päikeseküttesalvesti maht on 1000 liitrit

suure osa tolmust uhub klaastorudelt vihm maha ning linnu- väljaheidete kõrvaldamiseks piisab, kui paneelid kord aastas märja lapiga üle käia.

KOHILA ÄRIKESKUSELE RAJATUD PÄIKESEKÜTTESÜSTEEM

Sigma Projekt OÜ rajas Kohila ärikeskusele (joonis 5) päikeseküttesüsteemi, mille päikesepaneelide vajalik arv määrati tarbevee arvestusliku vajaduse – 3000 l sooja tarbevett (55 °C) ööpäevas – järgi. Veekogus võib ärikeskuse kohta tunda olevat liiga suur, ent keskuse kolmandal korrusel on ka jõusaal ning infrapuna-, auru- ja soome saun.

Arvestades seda, et hoone Kohila kaugküttevõrguga ühendatud ei ole ning et tellija soovis kevadel, suvel ja sügisel hoonet kütta peamiselt päikeseenergiaga, otsustati paigaldada üheksa 3,30 m suurust päikesepaneeli (üldpind umbes 30 m), mis on arvutuste kohaselt võimelised tootma 20 500 kWh soojusenergiat aastas.

Kohila ärikeskuse peamine kütteallikas on SB Keskkütteseadmed ASi paigaldatud 300 kW-ne pelletikatel (joonis 7, a), mis soojendab tarbevett siis, kui ei ole päikesepaistelisi ilmu või kui päikeseküttesüsteem ei suuda suure tarbimise tõttu vajalikku hulka sooja vett toota. „Käsi peseb kätt“-süsteem on ehitatud niimoodi, et kui päikeseenergiast piisab, lülitab päikeseküttesüsteemi juhtautomaatika (vt joonis 7, b) pelletikatla välja. Kui kuu aega pärast süsteemi käikuandmist tehti esimesi kokkuvõtteid, oli rõõm tõdeda, et suuremal osal mai-kuu päikesepaistelitest päevadest pelletikatelt vaja ei olnud. Küttesüsteem vajas katla tuge vaid öhtuti ja öösiti. A.M.

Sigma projekt
www.sigmaprojekt.ee
 info@sigmaprojekt.ee
 Tel: 56 65 95 85

Sigma Projekt OÜ pakub koostöös Euroopa suuruselt kolmanda vaakum-päikesepaneelitootjaga KLOBEN vastupidavaid ja meie kliimasse sobivaid vaakum-päikesekollektoreid ja muid päikeseküttesüsteemi osi, nende paigaldamist ning annab asjakohast nõu.

Kloben
 Solar Evolution

OWEMES-09 BRINDISIS

21.–23. MAIL 2009

TEOLAN TOMSON

TTÜ materjaliteaduse instituudi vanemteadur, tehnikadoktor

TÄNU TUULEUURINGUTE „vanale rasvale“ sattusin 2008. aastal TTÜ meresüsteemide instituudi rahvusvahelise grandide EMP-53 osatäitjate hulka. Käesoleval aastal on aeg oma töösteadusavalikkusele aru anda ja nii me koos projektijuhi PhD Ants Ermiga oma ettekannetega Brindisis sõitsimegi. Brindisi (~ 100 000 elanikku) on Apuulias (Itaalia saapakannal) paiknev sadama- ja tööstuslinn. Sõjasadama saai see Teises maailmasõjas liitlaste pommitamisest tublist räsida, oli ajutiselt (1943–1944) Itaalia pealinn ja on moodsa ning mugavana uuesti üles ehitatud. Kuigi tööstuslinn, on elu-olu kuurordihõnguline, Pärnu pärnaal-leede asemel on seal küll palmialleed. (joonis 1).



Joonis 1. Brindisi peatänav Corso Garibaldi

Fotod: Teolan Tomson

Algul Vahemere tuuleparkidele pühendatud Euroopa Liidu seminar on nüüdseks jõudnud geograafilisest piirkonnast ja üksnes tuuletemaatikast välja kasvada – jõutud on mere (ookeani) energiaressursside rakendamiseni. Selles valdkonnas on palju uusi ideid ja tehnilisi lahendusi.

Poliitika. Seminaril kõitis tähelepanu see, et USA presidendi Barack Obama meeskond on esimese saja päeva jooksul tööpoolest taastuvenergeetikat toetama hakanud. Oma ettekandes andis Bonnie Ram (*Energetics Corporated*, Washington DC) teada, et USA valitsus plaanib 2025. aastaks vähendada CO₂ ja muude kasvuhoonegaaside emissiooni 14% võrra ning toota 25% elektrienergiast taastuvatest energiaal-

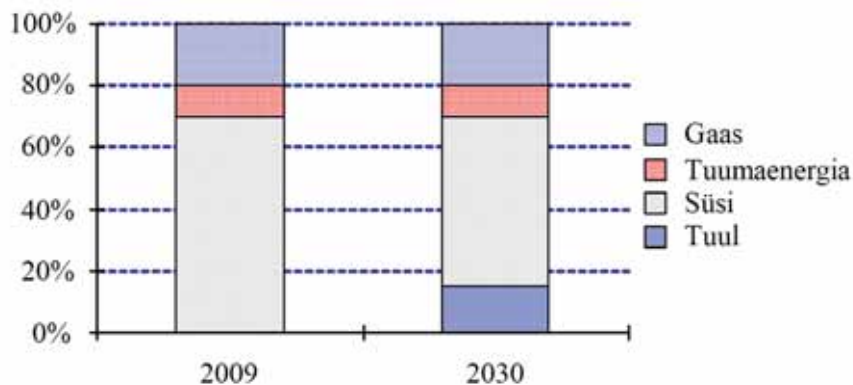
likatest. Selle eesmärgini jõudmiseks on käivitatud föderaal- ja osariikide keskkonna- ja majandusuuringutega algavad arenguprogrammid.

USA (elektri)energiaallikate eeldatavat jaotust (veamarginaal mälu järgi ± 5%) on kujutatud joonisel 2. Tähelepanu pälvis söe suur osakaal nii praegu kui ka tulevikus (võrreldav põlevkivi kasutamisega Eestis). Tuuleenergia tootmist suurendatakse eeskätt mere-tuuleparkide arvel, sest 73% energiast tarbivad 28 rannikuäärset osariiki. Peamised tuulerikkad paigad on Uus-Inglesmaa Atlandi ookeani ning Oregoni osariigi Vaikse ookeani rannik ning

Suur järvistu.

Avamere-tuulepargid. Tuntud ja seni arendatud maasse süvistatud vundamendiga meretuulikud, mida saab rajada meresügavusteni 30–40 m, on uuringute mõttes läbikäidud etapp (ehkki ka neist oli ettekannetes juttu). Kaldast kaugemal, süvameres on tuult rohkem ja (meilgi Hiiumaa näitel tuntud) mitteminu-naabruse-suhtumist (*NIMBY-attitude –Not In My Back Yard*) pole karta. Seal tuleb kasutada ujuvplatvorme. Kolmest võimalikust arendussuunast paistab olevat kõige populaarsem sügavustel 60–1000 m kasutatav nn TLP-variant (*Tension Leg Platform*). Selle ehitust illustreerib elluviidud pilootprojekti maketi foto (joonis 3).

Umbes 10 m sügavusel ujuvat ja keskel tuuliku masti kandvat mesilaskärge meenutatavat platvormi hoiab trosside või kettidega abil paigal põhjas olev sama suur (piloottprojektil Ø 25 m) kuuekandiline betoonankur. Lainetuse ja meretaseme kõikumise võtab vastu masti teenindusrõdu alune osa. Tuulikut arendab koos oma Hollandi ja Itaalia harukontoritega Inglise firma *Blue H*. Nende esimene, elektrivõrku veel ühendamata 80 kW-ne avamere-



Joonis 2. Elektrienergiaallikate jaotus USA-s

tuulik ehitati valmis Brindisi sadamas 2007. aastal ning pukseeriti ja paigaldati 20 km kaugusele 100 m sügavusse vette. Turbiini, mille kahelabalise rootori läbimõõt on 18 m, vööl on 44 m kõrgusel merepinnast. Seeria viisi toodetavad elektrituulikud planeeritakse megavatisteks. Firma peab oma tuuliku eeliseks võimalust selle ploki kaldal kokku panna.

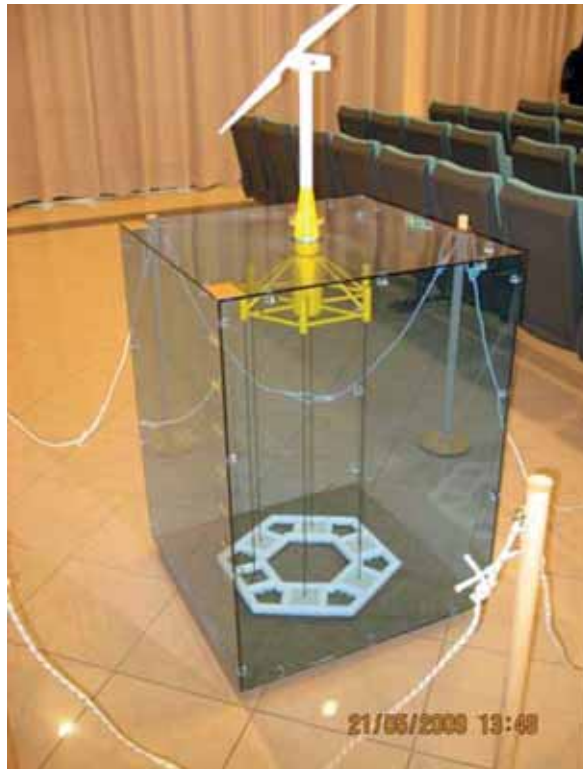
Samalaadseid tuulikuid arendab firma *Principle Power* (Oregon, USA). Nende tuulik paikneb kolmnurkse *WindFloat*-platvormi ühel nurgal. Nurkades on silindrilised ballastveepaagid, millest vett platvormi stabiliseerimiseks edasi-tagasi pumbatakse. Platvorm on 4–6 tõmmitšaga põhja ankurdatud. Selliseid üle 60 m sügavusse vette ette nähtud 2 MW-seid tuulikuid kavatakse Oregoni rannavesesse paigaldada 30 tükki.

Avamere-tuuleparkidel on ka ujuv alajaam, millest energia ülekande rannikule toimub 150 kV alalisvoolukaabli kaudu. Alajaama koonduv kogumisvõrk kavandatakse ~ 33 kV-sele keskpingele (nähtavasti alalisvooluna!).

Ujuvate avamere-tuuleparkide investeerimiskulusid hinnatakse suurusjärku 3,5 miljonit €/MW, mis on kuivamaa tuuleparkide omast 2–2,5 korda kallim. Suuremat tootlikkust arvestades kujuneks elektri hinnaks 120–150 €/MWh (~2,3 kr/kWh), mis meile tundub küll kallis, kuid Lääne-Euroopa mõistes seda ei ole.

Ookeanienergia. Ookeanis peitub ka muid energeetilisi võimalusi. Ookeanide energia arvel võib Alla Weinsteini (*European Ocean Energy Association*,

Brüssel) hinnangul katta kuni 10% Euroopa Liidu elektrienergiavajadusest. Suurim energeetiline potentsiaal on temperatuuri- ja soolsusgradientide kasutamisel, ent praktilisi tehnilisi la-



Joonis 3. 2007. aastal ehitatud SDP prototüübi makett (pildistatud konverentsisaalis)

hendusi nendel suundadel ei näi (veel?) olevat. Küll on aga toimivaid loodetejõujaamu. Neist suurim – 214 MW Barrage'i elektrijaam Prantsusmaa rannikul toimib tammi taha kogutud tõusuvee arvel. Elektritoodang on loomulikult tsükliline – neli korda päevas kahe tõusu ja kahe mõõna ajal.

Inglise kanalis voolab loodetevesi piki rannikut kiirusega kuni 3,5 m/s. Selle ära kasutamiseks ehitati 20–50 meetri sügavusele paigutatav ja merepõhja ankurdatav turbiin Sabella, mille

kahes suunas töötava rootori läbimõõt on 3 m ja võimsus 3 kW. Aastase katsetamise kestel merekeskkonna häirimist ei täheldatud. Kuigi turbiini liikumatud osad kattusid veetaimede ja merekarpiidiga, jäid liikuvad osad puhtaks. Autorid loodavad projekti arendada kommertstoodangu.

Rajatud on ka suhteliselt väikesi laineenergiat kasutavaid elektrijaamu: Assooridel WAOE Pico (0,4 MW), Inglismaal Limpet Island (0,5 MW) ja Portugali rannikul PELAMIS (2,25 MW).

Peale tavapärase loengute ja stendiettekannete oli asjahuvilistel võimalik Brindisi lähistel külastada ka CETMA (*Laboratory of Materials Technologies*) (ehitus)materjalide uurimise ja katsetamise laboreid. Selles uurimisasutuses oli tõmbenumber virtuaalreaalsuskeskus – arvutustehnika võimalustele tuginev optiline seade, mille nurga all olevate ekraanide vahele sai tekitada uuritava objekti ruumilise kujutise. Arhitektide, konstruktorite ja disainerite jaoks on see tõhus (ent ilmselt hirmkallis) töövahend. Demonstreeriti

mööbleritud tuba. Virtuaalseid menüüsid kasutades võis operaator pliiaatsikulise töövahendi abil teha mida iganes: mööblit ümber paigutada, ringi keerata ning alt- ja pealtvaateid esile kutsuda. Stereopiltide vaatamiseks anti puna-rohelised prillid. Olen sellist demonstratsiooni ka varem kogenud (1994. aastal USA-s). Siis oli teenindava arvutisaali pind umbes 100 m² suurune, nüüd mahtusid aga kümnekonnale ruutmeetri 48 omavahel seotud protsessorit. Aeg on edasi läinud!

A.M.



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



TUULEENERGEETIKA ARENG MAAILMAS 2008. AASTAL JA PROGNOOS AASTANI 2013

GWEC-i (*Global Wind Energy Council*, www.gwec.net) aprillis avaldatud neljanda aastaaruande (*GWEC – Global Wind 2008 report*) andmeil oli maailma tuuleelektrijaamade (TEJ) koguvõimsus 2008. aasta lõpus 120,8 GW. Ülemaailmsele majanduskriisile vaatamata suurenes elektrituulikute koguvõimsus aasta jooksul rohkem kui 27 000 MW ehk 36%, seda tänu peamiselt USA-le ja Hiinale. Installeeritud seadmete koguväärtus oli 2008. aastal 36 miljardit eurot ning tuuleenergeetika sektor andis tööd ca 400 000 inimesele.

Aastal 2008 oli juurdekasv kõige suurem USA-s (8,5 GW), järgnesid Hiina (6,3 GW), India (1,8 GW), Saksamaa (1,7 GW) ja Hispaania (1,6 GW) (joo-

nis 1). Aasta lõpus olid viis juhtriiki USA (25,2 GW), Saksamaa (22,9 GW), Hispaania (16,8 GW), Hiina (12,2 GW) ja India (9,7 GW). Kuigi elektrituulikuid oli siis rohkem kui 70 riigis, langes esimese kümne arvele 86,2% kõigi paigaldatud TEJ-de koguvõimsusest (joonis 2).

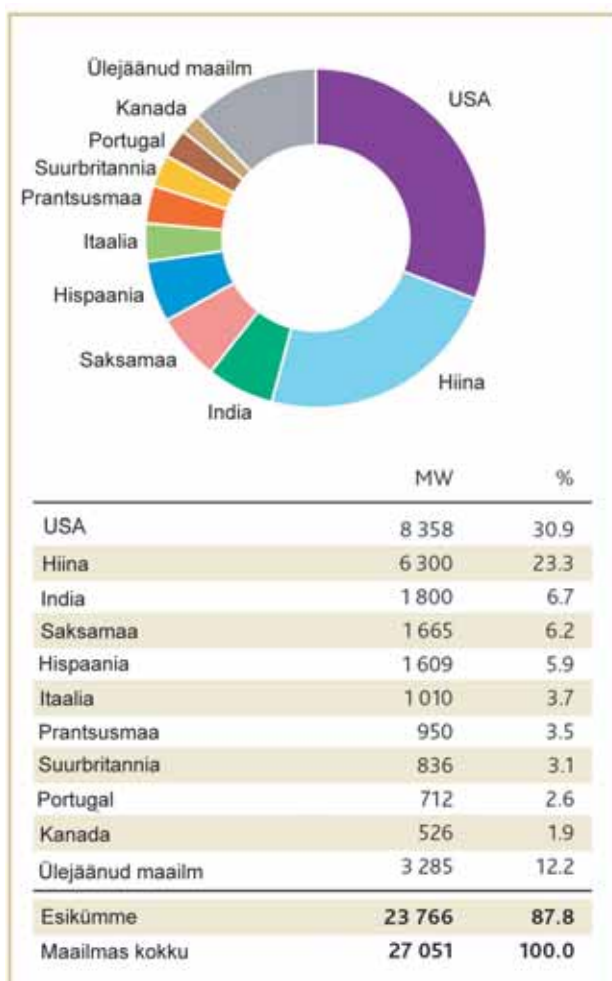
GWEC prognoosib lähiaastateks tuuleenergia rakendamise kasvu eelkõige Aasias, Euroopas ja Põhja-Ameerikas. 2013. aastaks ennustatakse TEJ-de koguvõimsuseks 332 GW (praegu 120 GW).

AASIA

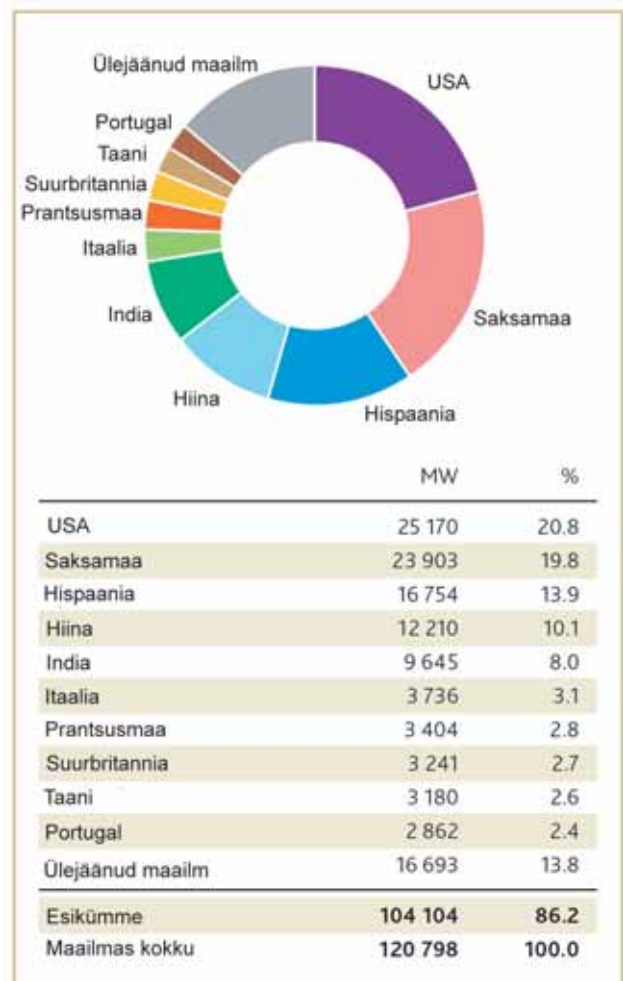
Tuuleenergeetika arenes 2008. aastal

kõige kiiremini Aasias, selle piirkonnas riikide arvele langeb ligikaudu kolmandik maailmas installeeritud seadmete võimsusest. Juhtmaa oli **Hiina**, kus lisandus 6,3 GW (koguvõimsus 12,2 GW). Aasia teine jõudsa kasvuga tuuleenergia riik on **India**, kus eelmisel aastal lisandus 1,8 GW (koguvõimsus 9,6 GW, sellest Tamil Nadus 4 GW). Muudest Aasia riikidest väärivad esiletõomist **Jaapan** (aastal 2008 lisandus 346 MW, koguvõimsus 1,9 GW), **Taiwan** (81 MW ja 358 MW) ning **Lõuna-Korea** (43 MW ja 236 MW).

Aasias jätkub kiire kasv tõenäoliselt ka lähiaastail. Juhtpositsioonile jääb Hiina, kus igal viimasel neljal aastal on installeeritud tuulikute koguvõim-



Joonis 1. TEJ-de koguvõimsuse juurdekasv 2008. aastal (allikas: GWEC – Global Wind 2008 report)



Joonis 2. TEJ-de koguvõimsus 2008. aasta lõpus (allikas: GWEC – Global Wind 2008 report)

sus kasvanud poole võrra. 2010. aastal mõõdub Hiina arvatavasti Saksamaast ja Hispaaniast ning 2020. aastaks seatud eemärgini (30 GW) jõuavad hiinlased ilmselt kümme aastat plaanitust varem. Ainuüksi 2020. aastal prognoosib GWEC juurdekasvu suuruseks vähemalt 20 GW. Nii kiiret arengut soodustab Hiina riiklik energiapoliitika, mis toetab tuuleenergia kasutuselevõttu, elektrituulikute tootmist ning investeerimist ülekandeliinide rajamisse. 2008. aastal moodustati Hiinas rahvuslik energiabüroo (*National Energy Bureau*), mis algatas projekti *10 GW-Size Wind Base Program*, mis näeb ette vähemalt 10 GW-ste tuuleparkide rajamist kuude kohta (Xinjiang, Sise-Mongolia, Gansu, Hebei ja Jiangsu). Kui seni toodeti Hiinas elektrituulikuks vaid oma riigi tarbeks (2006. aastal 41% riigis paigaldatud elektrituulikute, 2007. aastal 56%), siis 2009. aastal on kavas hakata tuulikuks eksportima Suurbritanniasse ja Jaapanisse. Kuna Hiinas toodetud tuulikud vastavad nüüd rahvusvaheliste nõudmistele, hakkavad Hiina firmad konkureerima praeguste juhtivate elektrituulikutootjatega.

Pidevat kasvu (1,5–2 GW aastas) oodatakse lähiaastail ka Indias. Tõenäoliselt on Aasias installeeritud TEJ-de koguvõimsus 2013. aastal 117 GW.

EUROOPA

Nagu Aasiagi, võib Euroopa arvele kirjutada kolmandiku 2008. aastal maailmas installeeritud seadmete võimsusest (2008. aastal 8,9 GW, koguvõimsus 66 GW). Aasta lõpuks oli Euroopas kümme riiki, kus elektrituulikute koguvõimsus ületas 1000 MW. Installeeritud seadmete koguväärtus oli 2008. aasta lõpus Euroopas 22 miljardit eurot ning energia kogutoodang 142 TWh ehk umbes 4,2% kogu Euroopa Liidu elektrivajadusest.

Euroopas on endiselt juhtpositsioonil **Saksamaa**, kus 2008. aastal oli elektri-

tuulikute koguvõimsus 1,6 GW (koguvõimsus 24 GW), mis tootsid 7,5% (40,4 TWh) kogu riigi elektrienergia-tarbimisest. Tuuleenergeetika vallas töötab ca 100 000 inimeset.

Kui Euroopas praegu teisel kohal olev **Hispaania** (16,8 GW, 2008. aastal lisandus 1,6 GW) jätkab tuuleenergia kasutuselevõttu endises tempos, saavutab ta 2010. aastaks seatud eemärgi (20 GW). Eelmisel aastal toodeti elektrituulikutega ca 11% (31 TWh) riigi elektrienergiavajadusest.

Kasv oli võimas (üle 1000 MW) ka **Itaalias** (tuulikute koguvõimsus 3,7 GW) ja **Prantsusmaal** (2000. aastal koguvõimsus vaid 30 MW, 2008. aasta lõpuks jõuti aga 3,4 GW-ni).

Arvatakse, et 2013. aastal on Euroopas installeeritud tuulikute koguvõimsus 118 GW. Lähima viie aasta jooksul hakatakse rajama mitut avameretuuleparki. Juhtpositsioonile jäävad Saksamaa ja Hispaania, kiiret arengut oodatakse Itaalias, Prantsusmaal ja Portugalis, ent ka Poolas ja Türgis.

PÕHJA-AMEERIKA

Kuigi **USA** oli 2008. aasta kokkuvõttes tuuleenergia kasutuselevõtmisel üliedukas ja installeeritud tuulikute koguvõimsus suurenes seal peaaegu 2/3 võrra, andis finantskriisi aasta lõpus tugevalt tunda – uute projektide finantseerimine vähenes märkimisväärselt. Tulevikku vaadatakse siiski positiivselt, sest 2008. aastal avaldas *US Department of Energy* raporti, milles leitakse, et tuuleenergia võiks 2030. aastal katta 20% USA elektrienergiavajadusest.

Kanadas valmis 2008. aastal kümme uut tuuleparki (koguvõimsus 526 MW). Aasta lõpuks oli Kanada elektrituulikute koguvõimsus 2,1 GW ja tuulikud katsid ca 1% riigi elektrienergiavajadusest. 2009. aastal lisandub tõenäoliselt 650 MW.

GWEC peab tõenäoliseks, et USA-s ja Kanadas paigaldatakse lähima viie

aasta jooksul uusi elektrituulikuks koguvõimsusega ca 55 GW. Kui 2008. aastal oli kasv 8,9 GW, siis 2013. aastal tõuseb see tõenäoliselt 15 GW-ni.

LADINA-AMEERIKA

Ladina-Ameerikas jäi 2008. aastal kasv tagasihoidlikuks, välja arvatud **Brasiilias**, kus lisandus 94 MW. Aastani 2013 kasv jätkub, tõenäoliselt suureneb sellesse piirkonda paigaldatud tuulikute koguvõimsus 1 GW võrra aastas ning on viie aasta pärast ca 5,7 GW. Suuremad tuuleenergiaprojektide elluvijad on järgmisel viiel aastal Mehhiko, Brasiilia ja Tšiili.

VAIKSE OOKAANI PIIRKOND

Austraalias oli eelmisel aastal paigaldatud elektrituulikute koguvõimsus 482 MW. Riigis on praegu 50 tuulefarmi, mille koguvõimsus on 1,3 GW, sel aastal peaks käiku minema kuus uut (koguvõimsus 555 MW).

2008. aasta lõpus oli Vaikse ookeani piirkonnas (Austraalia, Uus-Meremaa ja Vaikse ookeani saared) installeeritud tuulikute koguvõimsus 1644 MW. Selles piirkonnas ennustatakse järgmiseks viieks aastaks vaid väikest kasvu (500–1000 MW aastas), 2013. aastal peaks seal installeeritud tuulikute koguvõimsus olema 5,3 GW.

AAFRIKA JA KESK-AASIA

Põhja-Aafrikas areneb tuuleenergeetika aeglaselt. Juhtriigid on endiselt Egiptus (2008. aastal 55 MW, koguvõimsus 365 MW), Maroko (10 MW ja 134 MW), Tuneesia (34 MW ja 54 MW) ning Iraan (17 MW ja 85 MW). Selle piirkonna riigid jäävad ka järgmise viie aasta jooksul väikesteks tegijateks – võimsuse aastaseks juurdekasvuks prognoositakse alla 1 GW. A.M.

Merike Noor



www.rentacar-estonia.eu

AUTO RENT

Tel 5625 0951



KUIDAS KÜTTA SÄÄSTLIKULT JA OLLA IKKA SOOJAS

KÜTTE SUURE osakaaluga halduskuludes on korteri- ja hooneomanikel raske rahul olla. Korterelemus ei leita tihti energiakulu vähendamiseks kõiki- dele elanikele sobivat lahendust, mida oleks lihtne rakendada ning mis ei oleks rahaliselt koormav. Elanikud soovivad enamasti küttekulu vähendada, kuid seda saab teha vaid toatemperatuuri alandades või küttesüsteemi alles hilissügisel sisse lülitades. Tulemuseks on sunnitud ebanormaalse sisekliimaga hooned ja elanike rahulolematus. Vanemate majade korteriühistud teevad küll pidevalt tööd selleks, et hoone osade kaupa soojustada ning sel moel energiakulu vähendada, kuid kõige selleks kulub aastaid. Väiksem küttearve võib seejuures asendada laenumaksega, mis elanike igakuist halduskulukoormust võib isegi suurendada.

Kuidas siis hoone energiakulu tõhusalt, kohe ja püsivalt vähendada? Kuidas teha seda olenemata sellest, millal hoonet on soojustatud või millal seda kavatsetakse teha? Kütmisele tahaksid vähem kulutada ka alles uude majja kolinud.

Kõikides korterelemutes, kus on korras soojussõlm ja ühe- või kahetoru keskküttesüsteem ning aknad enamasti uuendatud, on juba alates sellest sügisest võimalik oluliselt vähendada oma kütteenergia tarbimist väga lihtsaid abinõusid rakendades, ilma et seejuures peaks toatemperatuuri alandama.

Kui kütta ahju õigel ajal, enne ilma külmenemist, ja mitte liiga palju, püsib toas ühtlane hubane soojus ja kütet ei kulu kuigi palju. Praegu majades olevad automaatsoojussõlmed selle ülesandega väga hästi hakkama ei saa.

Seniajani Rootsisis ja Soomes tegutsenud kütteenergiakulu vähendamisele spetsialiseerunud firma *eGain Sweden AB* alustas 2008. aasta detsembris tegevust ka Eestis, kus hooned on tuntud oma suhteliselt suure energiakulu poolest. Ilmaennustusele tuginev säästlik kütmine on Skandinaavia riikides tänu *eGaini* uuenduslikele lahendustele võitnud elanike üldise poolehoiu.

eGaini lihtne, ent tavalisest tunduvalt säästlikum küttejühtimismoodus tugineb looduse pakutavate energiasäätvõimaluste tõhusale ärakasutamisele

igal ajahetkel, ööpäev ringi.

Teatavasti mõjutavad hoone küttemisvajadust peale välistemperatuuri



Ennustusvastuvõtja *eGain 901*

ka päikesepaiste, tuul ja sademed. Tavalised automatiseeritud keskküttesüsteemid juhivad peamiselt maja lähedal valitsevast välistemperatuurist, kuid ilmategureid ega ilmaennustust nad arvesse ei võta. Seetõttu juhitakse majja sageli rohkem soojusenergiat kui toasoojuse hoidmiseks vaja oleks.

Tuginedes täpsele, hoone asukoha piirkonna viie ööpäeva ilmaennustusele arvutab *eGaini* arvutuskeskus igale hoonetele igas tunnis vajaliku küttemisvajaduse ning maja köetakse ainult nii palju, kui on elanike *harjumispärase mugava sisetemperatuuri hoidmiseks tarvis*.

Praegu juba rohkem kui 1300-s *eGaini* juhitavas hoones (eelmisel talvel ka Eesti korterelemutes) aastatega saadud kogemused kinnitavad, et ilmaennustust arvestades saab iga kortermaja *igal kütteperioodil* oma kütteenergiakulu vähendada *keskmiselt 15%*.

Tähelepanu väärib see, et saavutatud energiasääst ei sõltu märkimisväärselt hoone tehnilisest seisundist. Tihti on energiakulu vähenemine nn vanema põlvkonna lisasoojustamata välisseinte ja katusega elamutes isegi suurem kui juba komplekselt ümberehitatud majades.

Tänu rakendamise lihtsusele sobib *eGain* ka *esmaselt maja energiakulu vähendamiseks*, andes kiire majandusliku efekti ning võimaluse jätkata hiljem maja soojustamist elanikele sobivas rütmis. Iga järgnev maja soojatarvet vähendav abinõu lisandub *eGain*-juhtimisest tekkinud energiakulu vähenemisele. Eriti märkimisväärne on see, et tänu väikesele alginvesteeringule tasub

eGaini rakendamine end majanduslikult ära juba esimesel kütteperioodil – majaelanike aastased halduskulud vähenevad kohe.

Tänu *eGaini*le ei pea kulude vähendamiseks kütet kevadel juba mai algul välja lülitama ega septembris ruumide liigniiskust ja rõskust taluma. Senisest oluliselt väiksema küttekuluga saab nii kevadel kui ka varasügisel mõistliku kuluga ühtlast toasooja nautida. *eGain* suudab ilmaennustuse põhjal kütmise hoones alati õigel ajal lõpetada, kui päike soojendab või tuul vaibub, või anda majja enam soojust, kui väljas on tuuline ja sombune sügishommik, vältides seejuures ülekuutamist või sisetemperatuuri alanemist. Elanike rahulolu tagamiseks on kõik see esmatähtis.

Alates selle aasta sügisest pakub *eGain* täiesti uudse võimalusena peale energia säästmise ka hoone sisetemperatuuri ja suhtelise õhuniiskuse pideva jälgimise seadmeid, mille kord tunnis registreeritavad lugemid on Interneti kaudu *eGaini* kodulehe väga turvaliselt kliendikontolt majaelanikele ja halduspersonalile alati kättesaadavad. Uus lahendus annab maja sisekliimast igal ajal õige ülevaate, aidates kliendil koos *eGaini*ga veelgi tõhusamalt maja energiakasutust juhtida ning tagada majaelanikele mõnusat elukeskkonda.

eGaini juhtimisüsteem, mis on turvaline kasutada ning ei nõua regulaarset hooldust, on osutunud ka heaks energiakasutuse vähendamise lisameetmeks majades, kus küttekulude individuaalsest mõõtmisest tulenev kokkuhoiu on juba saavutatud.

eGain pakub neile klientidele, kes kasutavad peamiselt fossiilkütustel põhinevat soojusenergiat, võimaluse anda väike, kuid oluline panus globaalse soojenemise pidurdamiseks, vähendades kasvuhoonegaasiheidet. 2008. aastal säästis *eGain*-küttejühtimine kõigi klientide kohta kokku 43,5 GWh soojusenergiat, mis tähendab ligi 2500 t väiksemat CO₂-heidet soojust tootvatest jaamadest.

A.M.

Maido Kiviorg
eGain Estonia
maido.kiviorg@egain.ee
www.egain.ee

SUITSUGAASIDES SISALDUVA VÄÄVELDIOKSIIDI PÜÜDMISE SEADMED EESTI ELEKTRIAAMA 3. JA 6. ENERGIAPLOKILE

ANDREAS KELTMAN

Alstom Estonia AS

Alstom sõlmis 13 märtsil 2009 Narva Elektriamaadega lepingu vääveldioksiidi püüdeseadete DeSOx tarnimiseks Eesti Elektriamaa energiablokkidele nr 3 ja 6. Eesti ja Euroopa Liidu ühinemislepingu keskkonnanõuete täitmiseks on Narva Elektriamaad seadnud endale alljärgnevad keskkonnanõuete täitmiseks.

1. jaanuariks 2012 – SO₂ heitkogus ei tohi olla suurem kui 25 000 t.

1. jaanuariks 2016 – kõik katlad rahuldavad Euroopa Parlamendi ja nõukogu suurte põletusseadmete (LCP) direktiivi (2001/80/EÜ) nõudeid õhku paisatava saasteainekoguse piiramise kohta.

Puhastusseadmete kasutuselevõtt vähendab oluliselt Narva Elektriamaade keskkonnamõju. DeSOx-seadmetega varustatud energiablokkide katelde suitsugaaside vääveldioksiidisisaldus väheneb praegusest 2100 mg/Nm³-lt 400 mg/Nm³-ni ning lendtuhasisaldus 100–200 mg/Nm³-lt 50 mg/Nm³-ni.

Alstomi tarnitavad puhastusseadmed põhinevad uusimal, nn NID-tehnoloogial (*Novel Integrated Desulfurization*), mida on võimalik rakendada vanades elektriamaades, kasutades ära olemasolevaid ehitisi ja pindu. Suuri lisaseadmeid ega ehitisi vaja ei lähe ning püüduritele kulub üsna vähe ruumi.

Projekti lõpptähtaeg on detsember 2011.

TEHNOLOOGIAST

Väävliühendite püüdmiseks seatakse gaasitrakti õhuelsoojendi järele kompaktne NID-reaktor ning olemasolevad elektrostaatiliselt filtrid ehitatakse ümber kottfiltriteks (tekstiilfiltriteks), kasutades ära nende keresid ja tugi-

konstruktsioone. Gaasitrakti takistuse suurenemise kompenseerimiseks tarnitakse uued ning suurema jõudlusega suitsuimurid. Eesti Elektriamaas on

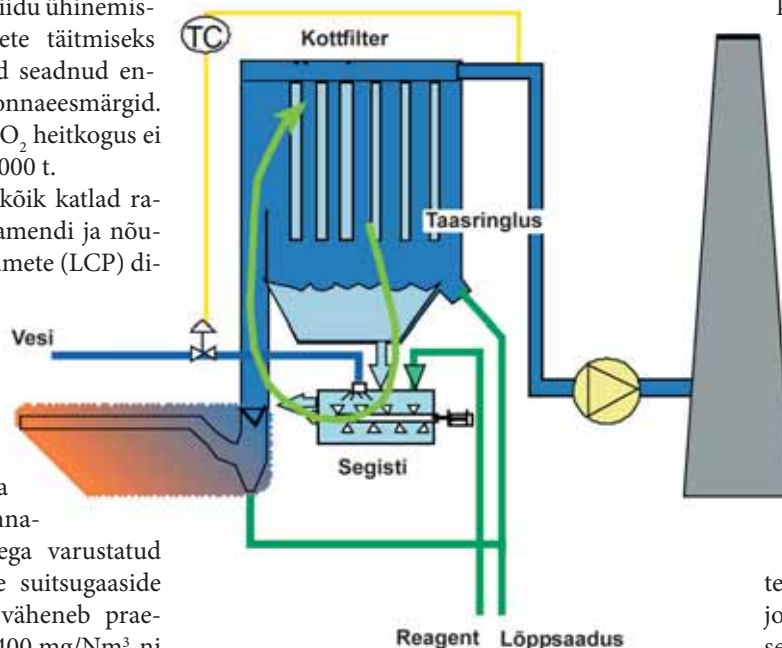
suur pluss ka see, et lisareagenti – väävliühendite lubi või lubjakivitolm – ei ole vaja lisada, sest tolmpõletuskateldest väljuv põlevkivi lendtuhk sisaldab küllaldaselt nn vaba lubja.

Kottfiltris kinni püütud lendtuhk kasutatakse reagentina taasringluskontuuri kaudu. Lisatakse ka vett, ent see aurustub täielikult reaktoris. Puhastatud suitsugaasid juhitakse elektriamaa olemasolevatesse korstnatesse.

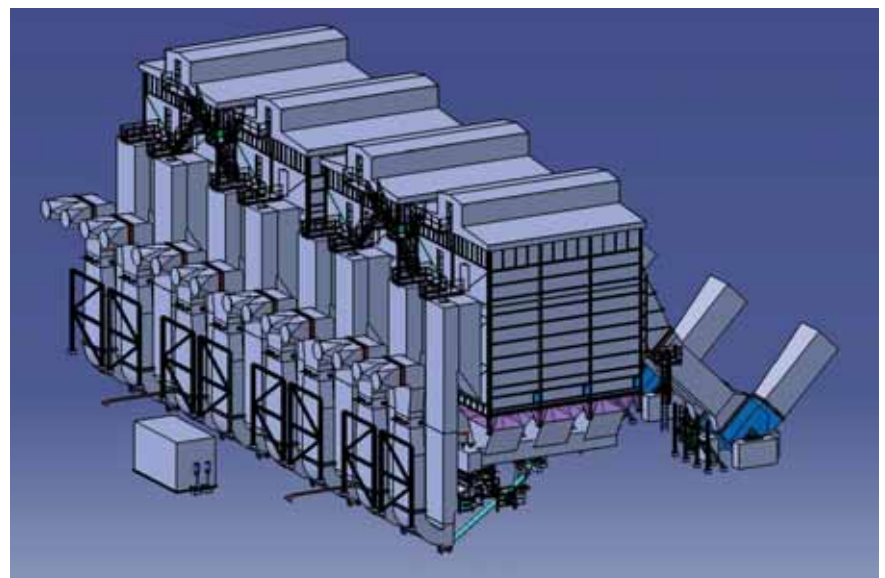
Kuna ühe energiabloki suitsugaasihulk on üsna suur (1 200 000 Nm³/h), siis tarnitakse kaheksa rööpset NID-reaktorit ja kaheksa kottfiltrit.

NID-protsessi põhimõtte skeem on joonisel 1 ning joonis 2 kujutab tarnitavaid seadmeid.

A.M.



Joonis 1. NID-protsessi põhimõtte skeem



Joonis 2. Ühele 200 MWe energiablokkile tarnitavad suitsugaasipuhastusseadmed

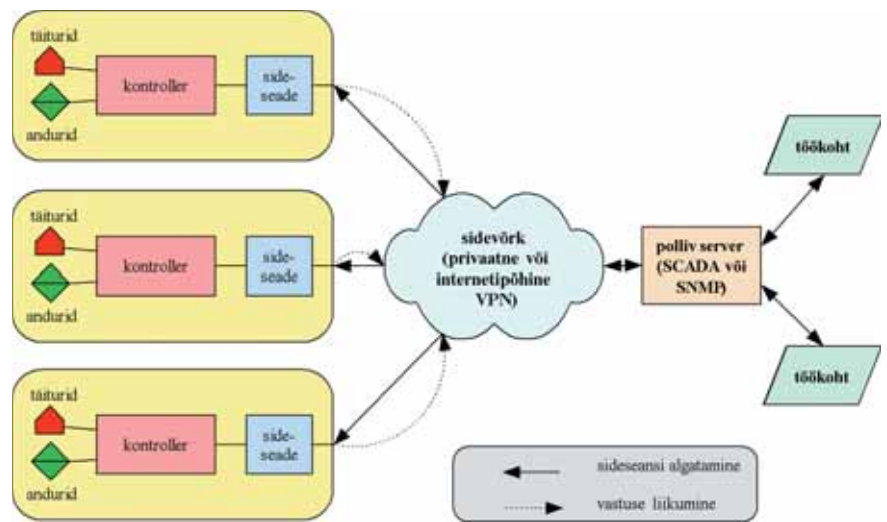
TEHNOSÜSTEEMIDE GPRS-PÕHISEST SEIREST

NEEME TAKIS

ITvilla OÜ juhataja

TEHNOSÜSTEEMIDE seireks (ingl *monitoring*) kasutatakse üldjuhul nn pollivaid lahendusi, kus keskne server küsitleb regulaarselt kõiki tema jälgimise alla määratud objekte, oodates vastuseks täielikku infot objekti hetkeoleku kohta. Selline suhtlusmudel on võetud aluseks nii automaatikasüsteemides kasutatava SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) ehk talitlusjärelvalve- ja andmehõivesüsteemides kui ka sidetehnika ja serverite seires levinud SNMP-põhistes (*Simple Network Management Protocol*) lahendustes. SCADA on kasutusel peamiselt automatiseeritud tootmisprotsesside visualiseerimisel, SNMP-põhised lahendused aga veebipõhistes rakendustes. Mõlemad lahendused võimaldavad peale objektide kohta info kogumise ka neile korraldusi saata ehk objekte juhtida, kuid SNMP-põhistes süsteemides kasutatakse seda võimalust äärmiselt harva. Erinevalt SCADA-süsteemidest võib SNMP kasutamise korral algatada andmevahetuse ka objekti juhtseade vastavalt eelsätetatud olekumuudatu- sele (nn *SNMP trap*). Mõlema seirelahenduse paigaldiste arv on väga suur ning mõlema variandi jaoks on olemas hulk mitmesugust serveritarkvara – nii kommerts- kui vabavaralisi tooteid.

Polliva süsteemi andmevahetus- mudelit selgitab joonis 1. Oluline on teadvustada, et kõikidele pollivatele süsteemidele on omane jälgitava objekti olekuparameetrite lakkamatu päring. Kahe päringu vahel toimunud muudatused objektil avastatakse kahe järjestikuse küsitluse tulemusi võrrel- des. Pidevast pollimisest tuleneb aga ebaotstarbekalt suur edastatava info



Joonis 1. Infovahetus tavapärasel polliva serveriga seiresüsteemis

maht: selle asemel et edastada teave vaid toimunud muudatuste kohta ja just siis, kui muudatus on toimunud, edastatakse pollivates süsteemides kõik olekuparameetrid tsükliliselt (kindla ajavahemiku tagant üha uuesti). Infoedastuse suur maht muudab aga mobiilside kasutamise kulukaks.

Odavate ja levinud sidelahenduste kasutamisele pollivates süsteemides on veel teine suur takistus – küsija ehk infovahetuse algataja on nimelt server. Et seda võimaldada, peab jälgitav objekt olema serveri jaoks võrgus „nähtav” ehk avaliku võrguaadressiga. Avaliku aadressiga objekt on alati keerulisem ja kallim, sest tagada tuleb kaitse avalikust võrgust saabuvate rünnete eest. Turvalisem on selline süsteem, mis ise saab avaliku aadressiga serveritele ligi, aga endal avalikku aadressi polegi. Seega võib kasutada lihtsamaid ning väiksemas koguses riist- ja tarkvara-

komponente. Mida lihtsam on objekt, seda suurem on tema töökindlus.

Et avaliku aadressita objekte võimalikult väikeste kuludega jälgida, tuleb täita kaks nõuet:

- 1) infovahetus peab toimuma suunaga objektilt serverile,
- 2) infovahetus tuleb käivitada alles siis, kui objektil toimub midagi teatamisväärt, edastades ainult muutunud olekute ja väärtustega parameetrid.

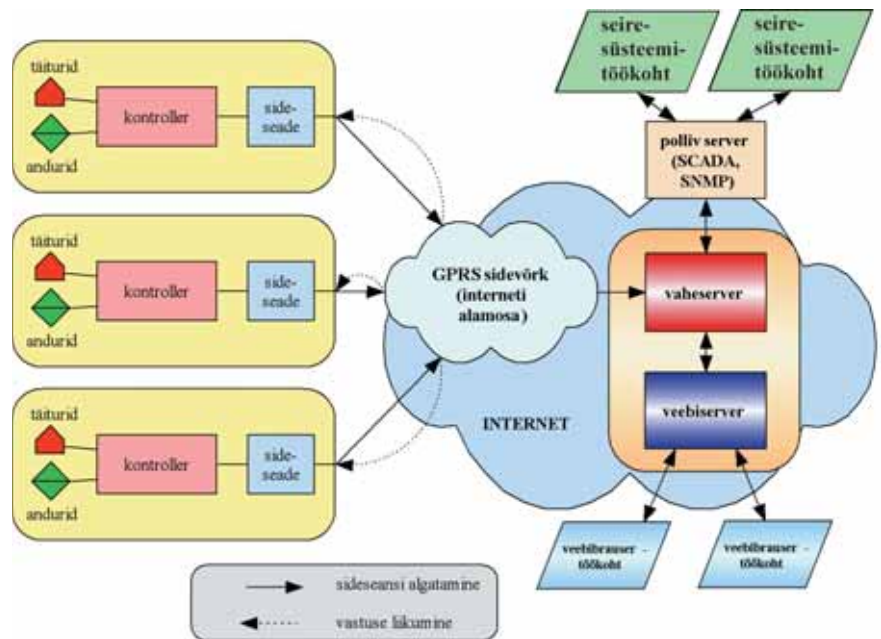
Kasutades SNMP puhul võimalikke *trappe* rahuldatakse korraga mõlemad nõuded, kui olekumuudatustest tingitud teadetele lisaks saadame objektilt ka regulaarseid teateid. Regulaarseid teateid olulisemate olekuparameetrite ülekordamiseks läheb vaja andmeside kontrolliks. Paraku on SNMP-teated küllaltki mahukad, mis liiklusele mõttes on halb – on ju GPRS-võrgu kasutamisel andmemahu vähendamine rahalises mõttes äärmiselt olu-



line. Pealegi oleks ühe olemasoleva SCADA-süsteemi asendamine SNMP-põhisega väga keerukas ettevõtmine. Seetõttu jätkatakse seniajani SCADA-süsteemide jaoks privaatvõrkude, näiteks raadiosidevõrkude väljaehitamist. Igasuguse privaatse ressursi väljaehitamine ja ülalpidamine kipub aga jagatud ressursside kasutamisest (mida ei pea ise välja ehitama) kallim olema. Internet on loomulikult jagatud ressurss ning mobiillevi piirkonnas toimiva GPRS-sideteenusena kõikjal kättesaadav.

Selleks et GPRS-sidet väiksemate kuludega tehniliste objektide seireks ja kaugjuhtimiseks kasutada ning GPRS-võrgus paiknevaid objekte olemasolevasse SCADA- või SNMP-seiresüsteemidesse lisada, on firmas ITvilla OÜ välja töötatud uudne lahendus, mille ideed tutvustab ülevaatlilikult joonis 2.

Lahendus seisneb täiendava vaheserveri paigutamises polliva SCADA- või SNMP-serveri ja sellega jälgitavate objektide vahele. Objektide ja vaheserveri vahel liiguvad (peamiselt) olekumuudatusi edastavad teated, suunaga objektilt vaheserverile. Saabuva info alusel loob vaheserver endasse jälgitavate objektide virtuaalmudelid, mida veebiserver saab igal ajal pollida. Kuna mõlemad mainitud serverid on püsivõrgus, ei tee sideseansside



Joonis 2. Optimeeritud infovahetus vaheserveri kasutamise

avamise suund ega pollimisel tekkiv andmeside maht enam mingit muret. Et aga objektide ja vaheserveri vahel toimivas andmevahetuses on korruga tagatud nii vähim võimalik andmeside maht kui ka objektipoolne sideseansside algatamine, muutubki tavaline GPRS-side selle seirelahenduse abil jälgitavate objektide jaoks sobivaks nii hinna kui tehniliste omaduste poolest.

Kirjeldatud lahendus on oma loomult universaalne, sobides kokku nii

SCADA- kui SNMP-süsteemidega. Süsteem on ühilduv Modbus/TCP-protokolli toetavate SCADA-serveritega. Tegemist on laialt levinud ja eri tootjate SCADA-süsteemides kasutatava protokolliga. SNMP-süsteemidest on koostöö kontrollitud Nagios 3.0-ga. Lahendus võimaldab lisaks objektidelt info kogumisele ka objektidele korraldusi saata, kuid arvestada tuleb teatud viidet – objektile määratud korraldused liiguvad vaheserverilt edasi al-

les siis, kui objekt on vaheserveriga ühendust võtnud. Ühenduse võtmise sagedus on seadistatav.

Lisaks SCADA- või SNMP-põhiste seireserverite teenindamisele on sellel lahendusel sõltumatuid kasutusvõimalusi. Lihtsamatel juhtudel võib vaheserverisse kogutud teavet visualiseerida otse vaheserveriga ühendatud veebiserveri vahendusel. Veebipõhine seire ehk talitlusjärelvalve kasutajaliides ja edastatavate olekuteadete valik luuakse vastavalt konkreetse kliendi



Joonis 3. Eccua OÜ jaoks valminud ühe pumpla veebipõhise seire ekraanipilt

vajadustele ning on pidevalt kättesaadav analoogiliselt sideteenustele. Serverit ega serveritarkvara ei pea klient endale hankima, kogu töö toimub veebisirviija kaudu üle interneti.

Esimese Eesti ettevõttena on enda ja oma klientide vajaduste rahuldamiseks sellise lahenduse kasutusele võtnud pumplate müügi ja paigaldamisega tegelev Eccua OÜ. Varem toimus Eccua OÜ tarnitud pumplate seire ühele mobiiltelefonile saadetava SMS-i abil. Sellisest suhtlusest ei jäänud aga kuhugi kirjalikku jälge, mistõttu puudus olukorra laiema kontrolli ja hilisema analüüsi võimalus. SMS-sõnumeid oma telefoni saaval tehnikul oli aga raske otsustada, millises järjekorras peaks probleemseid objekte külastama. Eriti hull oli olukord ulatuslike voolukatkestuste korral, kus korraga saabus ühte telefoni terve hulk häireteateid.

Mõned Eccua kliendid olid pumplate jälgimiseks endale sisse seadnud SCADA-süsteemi, mille puudus oli aga piiratud ligipääs infole. Andmed olid enamasti kättesaadavad vaid ühest arvutist, kuhu oli paigaldatud vajalik tarkvara. Et olukorraga kursis olla, pidi operaator ööpäevaringselt selle

ühe arvuti ees istuma. SCADA-süsteemi sidele esitatavate nõuete tõttu oli liiks vajalik privaatse raadiolahenduse väljaehitamine ning hooldamine.

ITvillal on Eccuale tarnitud veebipõhise seirelahenduse, mis tagab kasutajatele SCADA-süsteemidega võrreldava detailsuse ja ülevaatlikkuse oluliselt väiksemate kuludega. Objektide olekud ja andmed on parooliga kaitstult kättesaadavad igast internetiühendusega arvutist. Lahendamist vajavatele olukordadele juhitakse tähelepanu e-posti või SMS-i teel. Ja mis peamine – selle saavutamiseks ei ole vaja privaatset raadiovõrku, kuna sidemaht iga objekti ja vaheserveri vahel jääb tavaliselt alla 5 MB kuus. Joonisel 3 on toodud üks Eccua OÜ jaoks valminud pumplate veebipõhise seire ekraanipildidest.

Sõltumata sellest, kas objektide oleku visualiseerimiseks on kasutusel SCADA-süsteem, SNMP-põhine seire või lihtne veebiliides, peab igal vaheserveri kaudu sidestatud objektile olema vajalikku suhtlustarkvara sisaldav kontrolleri. Juba paigaldatud ja rahuldavalt toimivate objektide allutamisel vaheserveri kaudu toimivale seirele on

otstarbekas vältida juhtimistoimingutesse sekkumist. Selleks lisatakse objektile täiendav kontrolleri, mille ülesanded piirduvad (vaheserveri kaudu) seiresüsteemiga suhtlemisega. Objekti olekutest saab see lisakontroller teavet objekti andureid ja täitureid jälgides, olemasolevat põhikontrollerit segamata. Kontrollerite arv objekti kohta on sel juhul küll ühe võrra suurem ja võimalike juhtimiskorralduste arv piiratum, kui see uute objektide teostamisel võimalik oleks, kuid see-eest ei pea toimival objektile hakkama kõike juhtimisega seotut ümber ehitama. Kuigi juhtimisvõimalused jäävad piiratuks, on teise kontrolleri paigaldamise ja vaheserveri kasutuselevõtu tulemuseks suurem kogus kasulikku teavet senisest väiksemate sidekuludega.

Uute objektide jaoks pakub ITvillal vastavalt konkreetsetele vajadustele programmeeritavaid automaatikakontrollereid Barix Barionet, mis võtavad enda peale nii objekti juhtimiskui suhtlusülesannete täitmise. Sel juhul on kohe olemas ka võimalused objektide seadistuse kaugmuutmiseks või vajaduse korral ka kogu rakendustarkvara kaugelt uuendamiseks.

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) ★
- ★ Uusiouutiset (Finland) ★

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



INSTRUTEC 2009



PUIDUTEHNOLOOGIA 2009

WOODTEC

18. - 20. november

INSTRUTEC 2009

XV Tallinna rahvusvaheline tootearenduse-, tootmistehnika, tööriista-, allhanke- ja tehnohooldusmess

PUIDUTEHNOLOOGIA - WOODTEC 2009

VII puidu- ja saetööstuse tehnoloogia, masinate, seadmete ja tööriistade mess

18. novembril 10.00 - 18.00

19. novembril 10.00 - 18.00

20. novembril 10.00 - 17.00

Täiendav info:

Eesti Näituste AS Pirita tee 28, Tallinn 10127

tel: 613 7335, 613 7337 faks: 613 7437

e-post: epp@fair.ee Skype: [eppsultsmann](https://www.skype.com/contacts/eppsultsmann) www.fair.ee

Messi ametlik toetaja:

Eesti Masinatööstuse Liit



EESTI NÄITUSED

MEIE MAAILMAIMED

HARRI TREIAL

MÄLETATAVASTI alustas Ühinenud Rahvaste Haridus-, Teadus- ja Kultuuriorganisatsioon UNESCO tegevust 1946. aastal, üsna pea pärast II maailmasõda. UNESCO peamine tegevussuund on ülemaailmse kaaluga kultuuri- ja looduspärandi kaitse. Rahvusvahelisele tunnustusele vaatamata peavad oma kultuuripärandit väärtustama eelkõige riik ja tema elanikud ise. Esimene kultuurimälestiste nimekirja pärast II maailmasõda koostati Eestis 1947. aastal. Nimekirja võeti mitmed Tallinna vanalinna ehitised. Nende kaitseks loodi 1966. aastal kogu vanalinna hõlmav riiklik kaitsetsoon ja kehtestati selle põhikiri. Aastal 1992, pärast Eesti taasiseseisvumist moodustatud UNESCO Eesti Rahvuslik Komisjon (ERK) tegutseb alates 1999. aastast sihtasutusena. Käesoleva aasta jaanuarist juhib sihtasutust kunstiteadlane Marika Valk, kellega saigi UNESCO-teemal juttu puhutud.

ERK-i peasekretär alustas mõnevõrra kurval toonil, öeldes, et nüüd on ta aru saanud, kui vähe meie inimesed UNESCO-st teavad. Küll pole uudis see, et Tallinna vanalinn kanti 1997. aastal selle rahvusvahelise organisatsiooni maailmapärandi nimekirja. Seoses sellega käis Tallinnas ka UNESCO peadirektor Federico Mayor, kes avas Raekoja seinal maailmapärandit kinnitava/teadustava UNESCO nimega tahvli, nimetades seejuures Tallinna vanalinna maailmaimeks, nagu seda valitute väärtustamiseks tavaliselt tehakse. Külaskäigu ajal allkirjastas peadirektor koos president Lennart Meriga vastastikuse mõistmise memorandumi, millega kaasneb rahvusvaheline koostöö kõrghariduse ja teaduse vallas.

Aastal 1972 võttis UNESCO vastu maailmapärandi konventsiooni ning kõigil organisatsiooni liikmeil tuleb järgida nimetatud rahvusvahelise lepingu nõudeid. Oluliste rikkumiste puhul võidakse pärand maailmakuulsast nimekirjast kustutada. Meil teevad muret ennekõike magusaid krunte otsivad kinnisvaraarendajad. Näitena võib tuua Viru hotelli juurde nn Viru Poja ehitamise soovi. Tänapäevaks on selle hoonega seotud detailplaneering peatatud.



Restaureerimise nime all Vanalinna kaitsemüüri vastas olnud maja hakati aastaid tagasi restaureerima, nüüd kerkib sinna ikkagi uus hoone

Foto: Harri Treial

Paraku pole see ainus koht, mille pärast on sõna- ja kirjasõda peetud või peetakse. „Rindejoone” ühel, kontrollijate poolel on ka ERK-i alati toeks olnud.

Marika Valk pole oma sõnul suure maailmaorganisatsiooni tegevuse kõikide tahkudeni veel jõudnud. Selgeks on saanud aga ideoloogia, soov maailm paremaks muuta. UNESCO peab tähtsaks ülesandeks ka võitlust rahu eest. Piltlikult ollakse nagu lapsevane rollis, kes ulakaid lapsi (riike) hea sõnaga õpetada püüab. India vabadusvõitleja Jawaharlal Nehru nimetas UNESCO-t maailma südametunnistuseks. Ka Marika Valk usub üha enam, et iga väiksegi tegu, mis maailma paremaks muutmiseks ette võetakse, aitab eesmärgini jõuda või viib sellele kas või sammukesegi lähemale.

Samal ajal on silma hakanud tootalne bürokraatia (ka Pariisis asuvas UNESCO peakorteris). Nagu taolistel puhkudel ikka, ei saada ka siin päriselt aru raha jagamisest, selle läbipaistvuse vajadusest. Seetõttu ei jõuta eesmärgini nii mõneski ettevõtmises, mis võimaldaks anda inimestele haridust ja kaitsta kultuuripärandit. Samas on vaja kogu

aeg rõhutada, et seatud sihtideni jõudmine oleneb meist kõigest. Marika Valk ütles nagu lohutuseks, et inimene on kord juba loodud selline, et vajab tagantorkimist. Nii ongi ERK seadnud endale üheks prioriteediks luua asutuste ja isikute vahel võimalikult lai toimiv võrgustik UNESCO-suunaliseks tegevuseks Eestis. See tagaks muu hulgas meie seisukohtade laialdasema arutamise ja aktsepteerimise ning rahvusvahelises ulatuses selgema esiletoomise.

PÄRJATUD JA PÄRJAMISE TAOTLEJAD

Esimesena pärjati meil UNESCO maailmapärandina Tallinna vanalinn, keskajast pärit ja samas terviklikult säilinud hansalinn.

Aastal 2005 kanti kümne riigi esitusel UNESCO maailmapärandi nimekirja Struve geodeetiline kaar. Tartu tähetorni kuulsat teadlast Wilhelm Struve ja tema kaastöötajate märgitud 2820 kilomeetri pikkune ja sadadest üksteisest silmside kaugusel asuvatest möödupunktidest koosnev kaar aitas triangulatsioonimeetodil täpselt mõõta

maakera kuju, mis on poolustelt natuke lapikuks surutud. Struve kaar läbib kokku kümme tänapäeva riiki. Eestis asuvatest punktidest on maailmapärandis peale Tartu tähetorni kirjas ka punktid Võiveres ja Simunas.

UNESCO inimkonna suulise ja vaimse pärandi meistriteoste nimekirjas on Eesti laulu- ja tantsupidude traditsioon ning Kihnu saare kultuuriruum.

Aastal 2003 sündis idee kanda UNESCO maailma mälu registrisse 23. augustil 1989 kolme Balti riiki läbinud ja rohkem kui 600 km pikkune inimkett. UNESCO nimekirja puhul on tegemist maailma elu mõjutanud rahvusvahelise tähtsusega dokumendipärandiga, mis koondab unikaalset, pretseidentit dokumentatsiooni teoste või sündmuste kohta. Registreeritakse ja samas ka kajastatakse inimkonna ajaloolist mälu, mis on mingil moel talletatud. Marika Valk meenutas, et UNESCO-le esitamiseks polnud asjaosalistel vajalikku materjali kerge leida. Palju on säilinud unikaalseid fotosid ja filmimeetrid, kuid paberikandjal nõutavaid dokumente on leitud vähe. Samas pole Balti ketile maailmas midagi taolist vastu panna. Inimkett sümboliseeris kolme väikeriigi rahvaste vabaduspüüdlust ja äratas oma originaalsusega ülemaailmset tähelepanu. Tänavu 30. juulil, enne Balti riikide inimketti korraldamise 20. aastapäeva kandis UNESCO selle ürituse maailma mälu registrisse.

UNESCO maailmapärandi auväärsesse nimekirja pürgijaid on Eestis veelgi. Teadagi on maailmas palju unikaalseid objekte ning kultuuriga seotud ettevõtmisi. Et aga spetsialistidest koosneval rahvusvahelisel komisjonil oleks valida unikaalsete hulgast unikaalseimat, peab olema võrdlemisvõimalus. Nii tehakse meilgi aeganõudvat tõsist tööd, et maailmapärandi nimekirja kandmiseks vajalikud dokumendid oleksid nõutaval ja mõjukalt tähelepanu ärataval tasemel.

Praegu ootavad UNESCO auväärsesse komisjoni käes vaagimist ja hindamist meie Setumaa kultuuriruumi dokumendid. Marika Valk loodab, et selle nimel aastaid kestnud ettevalmistamistöö viib Setumaa omanäolise kultuuririkkuse UNESCO vaimse ja suulise pärandi nimekirja.

Mitmes ametkonnas tegeldakse täiendavalt dokumentide vormistamisega, et maailmapärandi nimekirja kantaks Balti klint. Erialainimeste seas geolo-

giliseks monumendiks kutsutav 1200 km pikkune astanguline klint kulgeb Rootsi rannikult läbi Läänemere põhja kuni Laadoga järveni Loode-Venemaal. Selle objekti nimekirja esitamine võeti mõne aasta eest komisjonist tagasi. Kardeti eitava hinnangu saamist, mis tähendaks selle objekti uuesti esitamise keeldu. Põhja-Eesti põhjarannikul 250 km pikkusel järsakul on kaheksa silmapaistvat ja riikliku kaitse all olevat pangalõiku: Osmussaare, Pakri, Türisalu, Ülgase, Tiskre-Muuxi, Ontika, Päite ja Udra pank. Seal paljanduvad kivimid kirjeldavad ligikaudu 500 miljoni aasta tagust keskkonda ning elustikku. Balti klint vääraks UNESCO kultuuri- ja looduspärandi ülemaailmsesse loendisse kandmist. Just seal koordineeritakse ka geoparkide programmi, millega seoses tutvustatakse ja kaitstakse geoloogilisi loodusmälestisi.

Praegu tegelevad UNESCO tarbeks dokumentide vormistamisega samuti tartlased. Loomeringkondade algatusel tehti ettepanek taotleda Tartule UNESCO kirjanduslinna kategoorias loovlinna tiitel. Loovlinnade võrgustik sai alguse 2004. aastal ja selles on seitse linnade kategooriat: kino-, käsitöö- ja rahvakunsti, disaini-, gastronoomia-, kirjandus-, meediakunsti- ja muusikalinnad. Eesmärk on edendada linnade sotsiaalset, majanduslikku ja kultuurilist arengut.

SEADUSE KEELAVAD SÄTTED OLGU VAID ÜHTPIDI MÕISTETAVAD

Kui Marika Valk juulikuus Sevillas UNESCO maailmapärandi komitee istungil osales, oli seal esialgu kavas arutada ka Eestist saadetud korralike kodanike kaebekirja. Selles muretsetakse kultuuripärandi nimekirjas oleva Tallinna vanalinna pärast. Muu hulgas on juttu Vabadussõja võidusambast, Vabaduse väljakul toimuvatest arheoloogilistest kaevamistest ja Viru Pojast. Mitmel põhjusel selle kirja laia arutelu ei toimunud. ERK-i peasekretär kinnitas, et komitee ei pea Tallinna vanalinna ohustatuks.

Kuid ega peasekretär öelduga veel kinnitanud, et tema pilgu alla murekohti pole jäänud. Vanalinna, otse linnavalikoguga vastu kerkinud maja mainimine lausa jahmatas Marika Valku. Tema jaoks on täielik mõistatus, kuidas sai selline arhitektuurikoletis koha keskaegsesse linnaruumi.

Eespool öeldule lisaks mainis ERK-i juht ka Tallinna kaitsemüüri äärde Restori ehitatavat elamut. Tavaliselt püütakse ajaloolised kaitsemüürid hiljem nende külge ja vahetusse naabrusesse kerkinud ehitistest vabastada, meil aga toimitakse vastupidi. Kaikavedamine käib ka laguneva Neitsi torni pärast. Tornis olnud antiikstiilis mööbel haihtus juba aastaid tagasi.

Seda et UNESCO maailmapärandi komitee meie vanalinnal silma pidevalt peal hoiab, kinnitab tänavu juulis Eesti suursaadikule Prantsusmaal saadetud kiri, milles avaldatakse muret Tallinna ehitatava uue raehoonel asukoha pärast. Vanalinna puhvertsooni püstitatava hoone arhitektuurivõistlusest oleks tulnud teavitada ka maailmapärandi komiteed. Nüüd soovib maailmapärandi keskuse Euroopa ja Põhja-Ameerika piirkonna juht Mechthild Rössler, et sõltumatu ekspertii selgitaks, kuidas Tallinna linnavalitsuse uue maja ehitamine mõjutab vanalinna ja selle siluetti. Marika Valgu sõnul pole ta märganud, et meie meedia oleks seda küsimust tõsiselt kajastanud. Ehk pärast kirjale vastamist saame teada ka linnavalitsuse seisukoha.

UNESCO mõjukust maailmas segab organisatsiooni suur haardeala, teemade paljusus ja killustatus. Organisatsiooni eesmärgid on seotud hariduse, teaduse, kultuuri, keskkonnakaitse, inimõiguste, kommunikatsiooni, informaatika ja muuga. Paljude riikide rahvuslikud komisjonid on valinud välja neile olulisima ja tegelevad esmajoonel sellega. Eestis tuleb Marika Valgu sõnul teha veel tublisti tööd, et rahvusvahelise organisatsiooni hakataks ka siin tõsisemalt võtma.

Teadagi on, et UNESCO soovitas moodustada Tallinnas otsustusõigusega ametkonna, kes aitaks pealinnas maailmaorganisatsiooni liinis korda hoida. Ilma mõningaid õigusakte muutmata ilmselt edu ei saavutata. Ka igasugu lepingud pole selles mõttes tasemel ning seal mainitud rikkumistega kaasnevad trahvid on tühised, kohtuvaidlused saavad aina venida. Näiteks on viimasel ajal palju räägitud ja kirjutatud Kadrioru pargi ääres asunud kohviku lammutamisest. Seoses uue hoone ehitamisega pidi kinnisvaraarendaja korraldama vahetus naabruses asuva ajaloolise villa. Kohvik Must Luik lammutati mullu suvel, vundamendivaiad rammiti kiiresti maasse, aga villa on tõenäoliselt jäetud kokkukukkumist ootama.

Keskkonnakultuurist looduskeskkonnas

OSMUSSAAREL TORMIDE TAGAJÄRGI VAATLEMAS



Foto 1. Osmussaare kirderannal paljanduvad õhukesekihilised plaatjad Lasnamäe ehituslubjakivi kihid, mis kuuluvad Vão kihistusse. Veepiiril on näha Kunda lademesse kuuluvaid "krokodille" – lubiliivakivist koosnevaid "settesooni"

Fotod: Rein Einasto



Foto 2. Laevavrakist lõuna pool on murdlainetus hästi paljandanud Lasnamäe õhukesekihilise ehituspae lasundi Vão ja Kõrgekalda kihistu piirikihid. Punane mõõdulint vasemal siledal katkestuspinnal on kihistute piiril

REIN EINASTO

Paevana

Loodava Loode-Eesti geopargi geoloogiliselt huvitavaim omanäoline paik on Osmussaar oma tuultele ja tormidele avatud paerandadega, kus on suurepärase võimaluse vaadelda geoloogilisi rannaprotsesse, eeskätt tormilainetuse tegevuse tagajärgi pankrannikul saare põhjaosas ja paeklibust koosnevail rannavallidel lõuna pool. Pankrannikul paljanduvad paekihid peidavad endas tekkeajal, 475 miljoni aastat tagasi toimunud maaväringu tagajärgi – paekihitidesse tekkinud vertikaalsete lõhede täitena kõvemini tsementeerunud lubiliivakivist „settesooni“ (Öpik, 1927, Orviku, 1960), mis murdlainetusega pehmemast paekivist väljaprepareerituina looklevad veepiiril muutliku laiusega vallidena. Geoloogid on hakanud neid looklevaid, madalast veest välja ulatuvaid kivimkehi nagu rahvakeeles „krokodillideks“ nimetama (foto 1, vt Saadre, 2008). Kogu murrutusega tekkinud klibu on murdlainetusega kantud lõuna poole rannavallidesse. Viimasel aastakümnel on tormilainetuse murrutustegevus oluliselt intensiivistunud.

Saare idarannal paiknev laevavrakk on rannaprotsesse tugevasti mõjutanud. Vrakist lõuna pool on murdlainetus lahtise klibumaterjali pea täielikult kaugemale lõunasse kandnud ja selle protsessi käigus on paljandunud Lasnamäe ehituspae Vão ja Kõrgekalda kihistu piirikihid (foto 2), mis 1985. aastal, meie esimesel külaskäigul, olid paeklibu alla mattunud. Laevavrakk on kirdetormide mõjul paeklibu lõunasse rändel aastakümneid olnud barjääriks, mille ette, sellest põhja poole on moodustunud umbes 15 m laiune rannavallide vöö. Lõuna pool on ka paeklibust ja -veeristest moodustunud rannavallis selge murrutusastang (foto 3), mis viitab kulutuse intensiivistumisele. Kujerand muutub kulutusrannaks.

Pangaastangu kirdenurgal on tänavu või sügistormide ajal toimunud tõsine ülemiste kõvemate eendunud paekihti-

Foto 3. Paeklibust ja -veeristest rannavalli ülaosas näeb selget kulutusastangut, mis näitab, et kulutus intensiivistub ka kuhjerannal

de varing (foto 4). Sellega avanes väga soodne võimalus kihtide värskeid pindu uurida (foto 5) ja esinduslikke proove saada.

Õitsemise ajal on loomaastikud imekaunid (foto 6). Lääneranda sõjast jäänud paemüüride vahele võiks kujundada loodushariduskeskuse ja alalise paeekspositsiooni. Geoturiste tuleks üle maailma.

Kirjandus

Öpik, A. 1927. Die Inseln Odensholm und Rogö. Ein Beitrag zur Geologie von NW Estland. Acta et Commentationes Universitatis Tartuensis A XII: 1–69.

Orviku, K. 1960. Lithostratigraphy of the Toila and Kunda Formations in Estonia. Studies of the Institute of Geology of the Estonian Academy of Sciences V, 45–85 (vene keeles).

Saadre, T. 2008. Pangaraamat. Vaateid Põhja-Eesti pangale ja pangalt, lk 17.

Suuroja, K. 2006. Põhja-Eesti klint. Eesti looduse sümbol. Keskkonnaministeerium, 224 lk.

Foto 4. Värske varing Osmussaare pankranniku kirdetipus. Varinguga on moodustunud rohkesti värskepinnalisi paepanku, millest saab lõigata väga esinduslikke palasid muuseumide püsiekspositsiooni tarvis. Ka kihtide kirjeldamiseks on olukord väga hea



Foto 5. Tugevalt püriidistunud katkestuspinnad Kunda lademe ülemises osas, mis tasandavad maavärina rebestunud kihte



Foto 6. Kliburand saare läänerannal kinnikasvamisseisus. See väga õrn taimkate on näide klibu- ja veerisrannavallide kinnikasvamise esimesest faasist

TUDENGID ÕPIVAD ÖKOEHITUST

ANN SINIVÄLI

Tallinna Tehnikaülikooli keskkonnatehnika instituudi ja tudengiorganisatsiooni BEST-Estonia koostöös toimus 3.–16. juulini suvekursus *ECObob – Ecological Beauty of Building*, kus saadi teadmisi ökoehitusest.

Kursuse korraldas rahvusvahelise üliõpilasorganisatsiooni BEST (*Board of European Students of Technology*) Eesti grupp BEST-Estonia, kes juba üheksateistkümnendat aastat organiseerib Euroopa tudengitele akadeemilisi kursusi. Analoogilisi kursusi peetakse igal aastal 82 juhtiva Euroopa tehnikaülikooli juures ning neist saavad osa võtta ka TTÜ tudengid. BEST-Estonia on Eesti avalikkusele tuttav igal aastal toimuva kontaktprojekti “Võti tulevikku” kaudu.

Suvekursusel osales 22 tehnikatudentit mitmest Euroopa riigist. Kursuse teema valikut mõjutas maailmas ilmselgelt süvenev keskkonnakriis ja üha enam poolehoidjaid koguv roheline mõtlemine. Kahenädalase kursuse eesmärk oli tutvustada ehitus-, keskkonnaja arhitektuuritaustaga välistudengeile rohelist mõtteviisi ehituses ja arhitektuuris, anda ülevaade loodussõbralikest ehitusmaterjalidest ja -tehnoloogiatest, tutvustada hoonete keskkonnasõbra-



Savimördi sõtkumine

likke arhitektuurilahendusi, nende ehitamis-, renoveerimis- ja hooldamisviise ning pakkuda võimalust ise ehitada ökomaja.

Kursus peeti kahes osas. Põhjalikus loenguprogrammis jagas TTÜ ruumides teadmisi üle kümne oma ala asjatundja (teiste seas Marek Strandberg, Rene Valner ja TTÜ õppejõud Hendrik Voll). Loenguteemad hõlmasid mater-

jalide valikut, hoonete energeetikat, rohelist maastikuarhitektuuri, ökoehituse ja -arhitektuuri üldisi strateegiaid ning säästvate ehituslahenduste ökonoomikat. Kursuse teises osas prooviti Põlvamaal kätt ehtsa ökomaja ehitusel. BEST-Estonia liikmed ja Euroopa tehnikaülikoolide tudengid ehitasid seal kahe päeva jooksul looduslikest materjalidest põhkumaja (tulevikus nõupida-



Liivakottidest vundamenti ladumine



Okstest punutud, veel savikrohvimata seintega kuivkäimla

misteks kasutatavat nn sõprade maja), kuusnurkse katusega kuivkäimlat ja varikatusega pitsaahju. Laoti liivakottidest vundamenti, õpiti savimördi tegemist ja kasutamist ning punuti okstest hiljem savimördiga kaetavaid kuivkäimlaseinu.

Külastati ka firmat IVT Soojuspumbad, kus kursuslastele tutvustati soojuspumpade kasutamist, paigaldamist ja kasutegurit ning programmi, mille abil klient saab valida endale soodsaima soojuspumba. Räägiti ka sellest, et eestlased on alid soojuspumpasid soetama.

Väike tiir tehti Harjumaal Lilleoru ökokülas. Seal näidati välistudengitele kolme põhkmaja, mille ehitamiseks oli kasutatud mitmesuguseid looduslikke materjale (liiva, savi, põhusegu, pilliroogu) ning kuulati loengut „Psühholoogiline lähenemine ökoehituses“. Ökokülas imetleti maailma suurimat elulille – kividest ja mitmesugustest taimedest kujundatud lille keskel on spiritualistliku tähendusega geomeetrilised kujundid.

Kursus lõppes eksamiga, mille sooritamiseks pidid tudengid tegema ettekande. Kursuse projektijuht Martin Simpson usub, et TTÜ tudengite hulgast on välja kasvamas väga tugevaid asjatundjaid. Peatselt avatakse seal uued magistriõppeerialad.

A.M.

2. rahvusvaheline kongress FINE!Dust-Free

Klagenfurt am Wörthersee, Austria;
1.–2. oktoober

Kongressi ettekanded on pühendatud EL uuele õhukvaliteedidirektiivile ning kübemesaastuse (*fine-dust pollution*) põhjustele ja sellega kaasnevale kuludele ja terviseohtudele. Tutvustatakse saavutusi välisõhu kübemesaastuse vähendamise alal kogu Euroopas. Korraldatakse „kübemevabade toodete“ näitus ning külastatakse Euroopa esimest kübeme filtriga müratõket (*Sound and Particle Absorbing System*). Kongressil osalejaid on kolmesaja ringis. Internetis: www.life-spas.at

ENTSORGA-ENTECO

Köln; 27.–30. oktoober

Rahvusvaheline jäätmekäitlus- ja keskkonnatehnikames, kus peale jäätmekäitluse, jäätmete taaskasutuse ja jäätme põletuse tutvustatakse ka veekäitluse, taastuvate energiaallikate, logistika, õhuseire, müratõrje ja tööohutusega seonduvat. Eelmisel, 2006. aasta messil osales ca 900 eksponenti 25 riigist. Eksponentide käsutuses oli hallides 80 000 m² ja vabas õhus 75 000 m² ekspositsioonipinda.

Internetis: www.entsorga-enteco.com

ECOMONDO 2009

Rimini; 28.–31. oktoober

Ecomondo on Itaalia suurim keskkonnames, mille peateemad on materjalide taaskasutus, jäätmete energiakasutus, veekäitlus ning säästev areng. Messil on mitu erinäitust, millest olulisimad on:

- **SINNOVA**, kus 3000 m² suurusel alal esitletakse tööstuses kasutatavaid uusi keskkonnahoidlikke materjale, tehnoloogiasid ja toormeid;
- **Sustainable Towns**, kus näidatakse säästliku linnaplaneerimise ja ehitusega seonduvat (tutvustatakse mitmeid projekte, edulugusid, linnamaastiku planeerimist, energia

säästmise ning sportimis- ja vabaajaveetmise võimalusi, loodussõbralikke liiklusvahendeid jm);

- **Blue Gold**, mis on pühendatud vee säästmisele tööstuses (vee töötlemine ja korduskasutus, kontroll- ja automaatikasüsteemid).

Eelmisel aastal osales Ecomondo üle tuhande firma, messipinda oli 70 000 m² ning külalisi üle 64 000.

Internetis: www.ecomondo.com

RENEXPO® Austria

Salzburg; 26.–28. november

Taastuvenergeetikale, energiatõhusale ehitusele ja renoveerimisele pühendatud mess ja kongress. Peatähelepanu pööratakse bioenergiale ja passiivmajadele. Austrias toimub mess esimest korda. Messil on eksponente saja ringis, külastajaid arvatakse tulevat umbes 4000 ning kongressile oodatakse ca 500 osalejat.

Internetis: www.renexpo-austria.com

9. rahvusvaheline elektroonikaromu taaskasutamise kongress IERC2010

Salzburg; 20.–22. jaanuar 2010

Kongressil peab üle 350 delegaadi aru elektroonikaromu taaskasutamise üle ning esitleb uusimat sellekohast teavet. Eraldi sessioonid on pühendatud taaskasutamise innovaatilistele lahendustele, parimale võimalikule tehnikale, rohelinele mõtteviisile kindlaksjäämisele ka rasketel aegadel, saavutustele elektroonikaromu taaskasutamisel kogu maailmas, kvaliteedistandarditele ning taaskasutuse keskkonnahoidlikkusele. Korraldatakse ekskursioone elektroonikaromu ning vanaplasti ja -metalle käitlevatesse ettevõtetesse.

Internetis www.icm.ch

CEP® CLEAN ENERGY & PASSIVE HOUSE 2010

Stuttgart; 25.–27. veebruar 2010

Kolmandat korda toimuv taastuvenergia- ja passiivmajames ja -kongress. Messil käsitletakse päikeseenergia kasutamist nii elektri- kui ka soojuste tootmiseks, geotermiaalenergiat, soojuspumpasid, koostootmisjaamu, energia saamist biomassist, *stirling*-masinaid, puiduga kütmist jm. Eelmisel, käesoleval aastal peetud messil osales 10 000 m² suurusel pinnal 73 eksponenti. Külastajaid oli 9300 25 riigist.

Internetis: www.cep-expo.com

A.M.

www.kaul.ee

KAUL

Müüme, hooldame ja remondime katlamajaseadmeid

- Katelde, torustike ja soojusvahetite puhastamine
- Põletite seadistamine ja remont
- Veevarustussüsteemide hooldamine
- Veekemikaalide ja -pehmendussoola müük
- Veesurveproovide tegemine

OÜ Kaul Projekt
www.kaul.ee
info@kaul.ee
Tel 5126 421
Faks 672 85 42

POLLUTEC 2009



PRANTSUSMAA suurim keskkonnamesse *Pollutec* peetakse sel aastal 1.–4. detsembrini Pariisis. Osalema

oodatakse umbes 1500 eksponenti ning külastajaid arvatakse tulevat 40 000. Ekspositsioonipinnast (50 000 m²) oli mai lõpu seisuga broneeritud 20 000 m². Korraldajate hinnangul on see igati hea tulemus ja nende usk keskkonnatehnoloogiafirmade edukusse püsib ka keerulistel majandusaastatel.

Peateemad on *Pollutec*il veetöötus, jäätmekäitlus, õhupuhasutus ning analüüsi- ja mõõteseadmed. Suurt tähelepanu pööratakse sel aastal energia- ja kliimakuusimustele, energiatõhususele ning taastuvenergeetikale. Kajastatakse ka ressursside säästlikku kasutamist, CO₂-kaubandust, riski ohjajamist, säästvat arengut, linnaplaneerimist ja logistikat, siseõhu kvaliteeti, fotokatalüüsi, vihmavee kasutamist ja jäätmete energiakasutust.

Messil pööratakse suurt tähelepanu innovaatilistele tehnoloogiatele. Igal aastal võib näha 200–250 uut toodet või tehnoloogiat, osa neist on tulevikutehnoloogiad. Eelmisel aastal esitletud uudistooteid ja -tehnoloogiaid saab vaadata messi koduleheküljelt. Sel aastal leiab innovaatilisi lahendusi nt biotehnoloogia, ülekriitiliste vedelike ja membraanide valdkonnast.

Kolmandat aastat on eraldi messiala pühendatud eetilisele kaubandusele (*Buy&Care*), mis leiab Lääne-Euroopas aasta-aastalt üha suuremat poolehoidu. Eelmisel aastal tutvustasid messialal *Buy&Care* 150 eksponenti ca 2000 m² suurusel pinnal toiduaineid, kontoritehnikat, ehitusmaterjale,



Foto: Reed Expositions

pakendeid, puhastusvahendeid, mööblit, linnaplaneerimist, turismi- ja puhkemajandust ning nõustamisteenuseid.

Igal aastal valib *Pollutec* nn aasta riigi või piirkonna. Sel aastal on tähelepanu keskmes **Kanada**, kes esitleb oma paviljonis innovaatilisi veetöötlustehnoloogiaid, pinnase tervendamist, energiatõhusust ja hulka ökotooteid.

Oma kümnendat koostööaastat *Pollutec*iga tähistab sel aastal **Nordrhein-Westfalen**. Oma paviljonid on ka Alam-Saksi- ja Baierimaal, Šveitsil, Poolal, Portugalil ja Iisraelil ning Aasia riikidest Jaapanil, Lõuna-Koreal ja Hiinal.

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

Lisateavet messi kohta vt www.pollutec.com.

CARBON EXPO 2009

KUUES rahvusvaheline heitekaubandusmess ja -konverents *Carbon Expo* toimus 27.–29. maini Hispaanias Barcelonas. Messi organiseerisid, nagu ka eelmistel kordadel, koos **Kölni messidega** (*Kölnmesse GmbH*) **Maailmapank** ja **Rahvusvaheline Heitekaubandusliit** (IETA, *International Emissions Trading Association*). Hispaania-poolne koostööpartner oli **Barcelona messid** (*Fira Barcelona*). *Carbon Expo*l osales 276 eksponenti 83 riigist. Kolme päeva jooksul külastas messi ja kongressi 3000 inimest 111 riigist, 92% messikülastajatest olid mujalt kui Hispaaniast. Sel aastal oli esindatud 47 arengumaad ja üleminekumajandusega riiki, kes tutvustasid puhta arengu korralduse (CDM, *Clean Development Mechanisms*) ja ühisrakenduse (JI, *Joint Implementation*) projekte (peamiselt biogaasijaamu, elektri tuulikuid ja vee-energia kasutamist) ning uusi investeerimisvõimalusi oma riigis.

Konverentsil peeti üheksa plenaaristungit, 28 õpikoda ja 55 erialaekspertidele mõeldud üritust (*side event*), kus käsitleti rahvusvahelise heitekaubanduse praegust olukorda ja trende ning tulevikuootusi ja väljavaateid. Konverentsil oli ettekandeid üle 250 ning esinejate tase oli kõrge: ettekanded tegid endine Costa Rica president (1994–1998) José María Figueres Olsen, kes on praegu *Metropolis Global* (www.metropolisglobal.com) juhatuse esimees, ning endine

Hollandi peaminister, praegune *Council for the Rotterdam Climate Initiative* eesistuja Ruud Lubbers. Avatseremoonial, kus osalejaid oli 1100, tegi peaettekande endine Tšiili president (2000–2006) ja praegune Madridi Klubi (*Club de Madrid*, www.madridclub.org) president Ricardo Lagos.

Carbon Expo 2009 algas Maailmapanga pressikonverentsiga, kus avalikustati panga raport "State and Trends of the Carbon Market 2009". Raporti andmetel on CO₂-kvootidega kauplemise maht maailmas kummalgi viimasel aastal kahekordistunud: 2006. aastal oli see 30, 2007. aastal 64 ning 2008. aastal juba 126 miljardit USD. 2008. aastal kulges 70% kauplemismahust Euroopa Ühenduse kauplemisskeemi kaudu.

Arengumaades läbiviidavate puhta arengu korralduse (CDM) tehingute rahaline väärtus vähenes 2008. aastal 2007. aastaga võrreldes 12%. Majanduskriisi süvenedes paljude projektide ettevalmistamine 2008. aasta teisel poolel seiskus. Kauplemismaht oli 6,5 miljardit USD. Lõviosa CDM-projektidest (84%) on registreeritud Hiinas, järgnevad India (4%) ja Brasiilia (3%). Ühisrakendusprojekte oli 2008. aasta seisuga kõige rohkem registreeritud Venemaal (68%), järgmine oli Ukraina (18%).

2010. aastal (26.–28. mail) toimub *Carbon Expo* **Kölnis**. A.M.

Tartu Näitused messikeskuses

15. TARTU EHTUSMESS

15-th Tartu Building Fair

TÖÖRIIST 2009

6-th Tartu Tool Fair



15.-17. oktoober

INFO JA REGISTREERIMINE:

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

TARTU NÄITUSED

www.tartunaitused.ee



Pimedad ajad on lõppenud!

Pakume rendile valgusmasti ja diisलगeneraatori komplekti. See on suurepärane lahendus näiteks ehitus- ja avariitööde teostamisel ning vabaõhuürituste korraldamisel pimedal ajal. Valgusti on varustatud nelja 1000 W halogeenlambiga ja selle masti maksimaalkõrgus on 9 m. Kui Sa valgust ei vaja, küll aga elektrienergiat, siis küsi meilt lihtsalt diisलगeneraatoreid.

www.wihuri.ee

mootorid@wihuri.com

telefon: 679 9260

WIHURI AS
Väljaotsa 1
76505 Saue

Tel.: 679 9260
info.eesti@wihuri.com
www.wihuri.ee

WIHURI 