

ISSN 1406-0507

# KESKKONNATEHNIKA

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

**1/10**  
45 krooni



# automaatika

# BAHR PUMP



**rotork** arukad, kasutajasõbralikud ja hõlpsasti häälestatavad ventiili- ja siibriajamid. Ajamid sobivad nii tavalisse kui ka plahvatusohtlikku keskkonda ning vastavad standardile ATEX.

**PUMBAD, VENTIILID JA SIIBRID NING  
VEDELIKE LAADIMISSEADMED  
SUURIM VALIK EESTIS**



18



28



29



39



42

## TOIMETUS

Postiaadress: Pk 2195, 10402 Tallinn  
Väljaandja: OÜ Kalendrike  
Tel 672 5900, [ajakiri@keskkonnatehnika.ee](mailto:ajakiri@keskkonnatehnika.ee)  
<http://www.keskkonnatehnika.ee>

Keskkonnatehnika ilmub alates 1996. aastast. Aastas ilmub kaheksa numbrit. Järgmine number ilmub märtsis. Trükkikoda: PRINTON.

### Peatoimetaja:

Merike Noor, [merike.noor@keskkonnatehnika.ee](mailto:merike.noor@keskkonnatehnika.ee)

### Toimetajad:

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

### Reklaam ja levit:

Marika Rebane, [keskkonnatehnika@starline.ee](mailto:keskkonnatehnika@starline.ee)  
Margis Veevo, [margis.veevo@starline.ee](mailto:margis.veevo@starline.ee)

### Reklaamide kujundus: Raul Laugen

### Küljendus: Mait Tooming

Ajakirja väljaandmist toetab SA Keskkonnainvesteeringute Keskus



## ehitus, planeeringud

- 36 Suurpaneelamatute renoveerimise õnnestumine eeldab kompleksset lähenemist. T. Kalamees
- 38 IGLU®-dega radooni vastu. (*Estria Metall OÜ reklaam-artikkel*)
- 39 Kehtivate planeeringute ülevaatamine ja toimivuse tagamine. K.Lass

## energeetika, automaatika, tööstus

- 18 Tuumaajama *Three Mile Island* avarii põhjused, tagajärjed ja mõjud. H. Ormus
- 20 Eestile sobivad helio-soojaveesüsteemid. T. Tomson
- 22 Avatud elektriturul pakub oma abi *Taxernet*. A. Möll (*Ektaco AS reklaamartikkel*)
- 23 Kallavere 110/35/10 kV alajaam läbi aegade. A. Aaving
- 24 ABB lahendused annavad klientidele uusi võimalusi. H.Luts (*ABB AS reklaamartikkel*)
- 26 Diiseligeneraatorid, mis kuuluvad maailma tippklassi. (*Investpluss OÜ reklaamartikkel*)
- 27 Tehnosüsteemide suhtlusvõime on ajakohase hoonehalduse eeltingimus. N. Takis
- 29 Uudne tehnoloogia väikese tihedusega vahtplastide tootmiseks (projekt *Light Foam*). J. Kers

## jätmed

- 28 UNTHA nelivõlli-tehnoloogia – 25 edukat aastat (*Penope Eesti OÜ reklaamartikkel*)

## keskkond

- 8 Kliima ja 21. sajandi ohud. V. Petersell, T. All, S. Suuroja
- 12 Õhusaaste ja kliimamuutuse mõju materjalidele. O. Roots
- 15 Kasvuhoonegaasidega kauplemine Eestis. K. Kuldperre
- 31 Ohtlikud ained meie veekogudes. K. Juhanson, H. Nõmmsalu
- 34 Rummu karjäärjärve allalaskmine ei ole põhjendatud. E. Soovik

## messid

- 42 Pariisis peeti detsembris keskkonnamesi *Pollutec*. M.Noor
- 47 *Summary*

XIV RAHVUSVAHELINE EHITUSMESS EESTI EHITAB 2010  
EESTI NÄITUSTE MESSIKESKUSES 7. - 10. APRILL 2010

# Eesti ehitab Estbuild 2010

7. APRILLIL 11-18  
8. APRILLIL 10-18  
9. APRILLIL 10-18  
10. APRILLIL 10-17

## KORRALDAJA:

Eesti Näituste AS

Pirita tee 28 Tallinn 10127

tel: 613 7335 faks: 613 7437 faks: 613 7451

e-post: [epp@fair.ee](mailto:epp@fair.ee) skype: eppsultsmann

Internet: [www.fair.ee/eestiehitab](http://www.fair.ee/eestiehitab)

XIV RAHVUSVAHELINE EHITUSMESS EESTI EHITAB 2010  
EESTI NÄITUSTE MESSIKESKUSES 7. - 10. APRILL 2010

## TTÜ teadlased said mulla uurimiseks Euroopast rekordtoetuse

Mullas elavate mikroorganismide koosluste uurimine võib lähitulevikus avada ukse efektiivse ja kulusäästliku keskkonnaseire läbiviimiseks, mille vastu tunnevad huvi nii looduskaitstjad, põllu- ja metsamehed, linnaplaneerijad kui turismitööstus.

Tallinna Tehnikaülikooli integreeritud bioloogia süsteemide keskuses on professor Madis Metsise käe all uuritud muldades sisalduvate mikroorganismide DNA-d juba mitu aastat. Tehnikaülikooli töörühm esitas 2008. aasta novembris Euroopa Komisjonile taotluse projekti „Uudse metagenoomse keskkonnamonitooringu meetodi arendamine“ (*Elaboration of novel metagenomic method for environmental monitoring*) rahastamiseks. Aastal 2009 otsustas komisjon projekti rahastada. Life+ programmist saadav toetus võimaldab kahe ja poole aasta jooksul viia läbi ligi 26 miljoni kroonise eelarvega projekt, mis annab Eesti teadlaste tööle senisest suurema mastaabi ka rahvusvahelises plaanis. Projekt keskendub inimtegevusest tingitud muutustele mullas elavate mikroorganismide kooslustes ja sellest lähtuvale võimalusele hinnata mulla kvaliteedi muutuste kaudu keskkonnaseisundit. Projekti raames valmib uudne ja lihtsalt kasutatav metagenoomi analüüsil põhinev meetod mulla kvaliteedi uurimiseks. Projektis osaleb partnerina Tartu Ülikooli professori Martin Zobeli taimeökoloogide töörühm.

TTÜ

## Eesti teadlased uurivad koostöös soomlastega laevade heitgaaside mõju

Soome ja Eesti teadlased teevad koostööd laevanduse põhjustatud lämmastikoksiidide (NOx) ja vääveloksiidide (SOx) heitkoguste hindamiseks operatiivse seirevõrgustiku loomisel. Ühtlasi uuritakse ka õhusaaste võimalikku mõju sadama mõjupiirkonnas elavate inimeste tervisele Soomes ja Eestis.

Projektis keskendutakse lämmastikoksiidide (NOx), vääveloksiidide (SOx), tolmu (PM), süsinikoksiidi (CO) ja süsinikdioksiidi (CO<sub>2</sub>) heitkoguste mõõtmisele ja le-

viku modelleerimisele, kasutades atmosfääri ja ökohüdrodünaamilisi mudeleid. Nende tulemuste põhjal analüüsitakse viimaste aastate jooksul toimunud muutusi ja hinnatakse saasteainete mõju merekeskkonnale ja inimese tervisele. Projekt kestab kolm aastat (2009–2012). Lõppeesmärk on luua pikaajaline laevade heitgaasidest põhjustatud saasteainete heitkoguste jälgimise võrk, mis võimaldab saada teavet saastetasemete kõikumisest Kesk-Läänemere piirkonnas. Saadud informatsiooni hindamiseks ja analüüsimiseks teevad koostööd Helsingi Komisjon (HELCOM) ja projektis osalevad sadamalinnad.

Eestist osalevad projektis Eesti Keskkonnauuringute Keskus ja Tallinna Tehnikaülikooli Meresüsteemide Instituut. Projekti partnerid on Soome Meteoroloogia Instituut (FMI), HSY Helsingi piirkonna Keskkonnateenuste Amet, Turu Ülikooli Mereuuringute Keskus, Åbo Ülikool, Metropolia Ülikool ja Kymenlaakso Ülikool. Projekti juhib ja koordineerib Turu linna keskkonna ja linna planeerimise osakond.

Keskkonnaministeerium

## Eesti Energia nõukogu kiitis heaks jäätme põletusjaama ehitamise

Eesti Energia nõukogu kiitis 17. detsembril heaks jäätmetel töötava koostootmisjaama ehitamise ning tegi Eesti Energia juhatusel ülesandeks valmistada ette ehitusleping. Olemasoleva Iru elektrijaama kõrvale 2012. aastaks ehitatava uue elektri- ja soojusjaama maksumus on ca 1,5 miljardit krooni ja seal on plaanis aastas ära põletada kuni 220 000 tonni Eestis tekkivaid jäätmeid. Masspõletustehnoloogiaga koostootmisjaam kasutab energia tootmiseks sortimisest üle jäävaid segaolmejäätmeid ning hakkab vastu võtma ka põlevaid tööstus- ja ehitusjäätmeid.

2009. aasta suvel valis Eesti Energia hanke tulemusena jäätme põletusjaama rajajaks Prantsuse ettevõtte Conststructions Industrielles De La Mediterranee (CNIM). Ehitustööd algavad 2010. aasta esimeses pooles, jaam antakse käiku 2012. aasta alguses. Uue jaama kavandatav soojuse tootmise võimsus on 50 MW ja elektri tootmise võimsus 17 MW ning see hakkab täiendama olemasoleva Iru elektrijaama tootmisvõimsusi (648 MW soojust ja 190 MW elektrit).

Eesti Energia

Keskkonnatehnikat saab lugeda ka [www.netiajakiri.ee](http://www.netiajakiri.ee)



Netiajakiri - koos on lõbusam!

## Ragn-Sells ehitab Tallinnasse ligi 200 miljonit maksva jäätmekütusetehase

Jäätmekäitlusfirma Ragn-Sells ehitab Tallinnasse (Suur-Sõjamäele) ligi 200 miljonit krooni maksva jäätmekütusetehase, mis valmib 2011. aasta kevadel. Kahe vahetuse korral saab tehases aastas töödelda 80 000 tonni segaolmejäätmeid ning 10 000 tonni tööstus- ja ehitusjäätmeid. Tehas hakkab tootma kvaliteetset jäätmekütust, mida saavad kasutada tootmisettevõtted, näiteks Kunda tsemenditehas. Tehase ehitamiseks on Ragn-Sells sõlminud lepingud Eesti projekteerijate ning Saksamaa, Hollandi ja Suurbritannia tehnoloogia-tarnijatega.

A.M.

Ragn-Sells

## Käivitub Eesti üks suuremaid keskkonnaprojekte

Kohtla-Järve tööstusjäätmete ja poolkoksiprügila sulgemiseks välja kuulutatud avatud riigihanke võitis Merko Ehitus, kellega Keskkonnaministeerium sõlmis tööde tegemiseks lepingu. Ida-Virumaa suurima poolkoksimäe sulgemine maksab 323 miljonit krooni ning töid rahastab sajaprotsendiliselt Euroopa Liidu Ühtekuuluvusfond.

Ligikaudu 100 ha suuruse prügilala keskkonnanõuetega vastavusse viimiseks suletakse õlitootmisjäätmete pigijärved, jäätmemäe järsud nõlvad kujundatakse laugemaks, rajatakse vettpidav kattekiht, tökkesein ümber prügilala, pinna- ja nõrgvee kogumis- ja pumpamissüsteemid, puhastusseade ja haljastus. Projekti tulemusena ei satu keskkonda enam kahjulikke aineid. Kohtla-Järve poolkoksiprügila sulgemistööd on kavandatud lõpetada 2013. aasta kevadeks.

Keskkonnaministeerium

# PROFESSOR HEINO MÖLDER 75

ALANUD AASTA on Tallinna Tehnikaülikooli emeriitprofessori, teeneka õppejõu ja teadlase Heino Mölderiga juubeliaasta.

Heino Mölder sündis 20. jaanuaril 1935. aastal Tallinnas teenistuja peres. Ta on lõpetanud Tallinna 21. Keskkooli, Tallinna Arhitektuuri- ja Ehitustehnikumi ning 1959. aastal Tallinna Polütehnilise Instituudi ehitusteaduskonna sanitaartechnika erialal (*cum laude*).

Ülikoolile järgnesid kolm tööaastat Eesti Projektis vaneminsenerist grupijuhini.

Õpingud jätkusid 1962. aastal Tallinna Polütehnilise Instituudi aspirantuuris ning 1967. aastal anti Heino Mölderile tehnikateaduste kandidaadi kraad.

Õppejõuna alustas Heino Mölder 1964. aastal ja edasi kulges teenistuskäik assistendist professorini, instituudi direktori ja ehitusteaduskonna dekaanini. Sellesse aega mahub ka doktoritöö kaitsmine 1992. aastal.

Juba tunnustatud õppejõu ja spetsialistina täiendas Heino Mölder end Tšehhoslovakkias Brno Ülikoolis ja Helsingi Tehnikaülikoolis.

Heino Mölder on olnud külalislektor Rootsisis Kuninglikus Tehnikaülikoolis ning Soomes Lappeenranta Tehnikaülikoolis ja Helsingi Tehnikaülikoolis. Tunnustatud asjatundjana on juubilar kuulunud mitme komisjoni, töörühma ja nõukogu koosseisu. Ta on olnud NSV Liidu ja Soome vahelise Soome lahe vetekaitse alalise töörühma liige (1975–1988) ning Eesti Veeühingu juhatuse esimees (1993–2000), Rahvusvahelise Vee Kvaliteedi Assotsiatsiooni ja Euroopa Reoveekvaliteedi Reguleerimise Assotsiatsiooni nõukogu liige (1993–2000) ning Tallinna Linnavolikogu keskkonnakomisjoni liige (1993–1996).

Heino Mölderite teadustöö on seotud reoveepuhastuse ja jääkmudakäitlusega. Juubilarile sulest on ilmunud üle 140 teaduspublikatsiooni ning tal on seitse autoritunnistust. Õppejõuna on Heino Mölder juhendanud paljusid



kandidaadi- ja magistratöid. Edukat teadustööd on tunnustatud Nõukogude Eesti preemiaga (bioloogiliste väikepuhastite väljatöötamise ja juurutamise eest, 1972, kollektiivis) ning NSV Liidu Rahvamajanduse Saavutuste Näituse pronksmedaliga (1986).

Juubilarist peetakse lugu kui väga meeldivast ja tasakaalukast inimesest. Heino Mölderit iseloomustab äärmiselt kõrge korrektsus nii tööalastes kui ka isiklikes suhetes. Uuritava valdkonna põhjalik tundmine, teadusuuringute tulemuste rakendamine praktikas ja väga hea väljendusoskus tagas juubilarile läinud sajandi viimasel veerandil Eesti juhtivteadlase positsiooni reoveepuhastuse alal. Märkimist väärib Heino Mölderite kaalukas panus reovee väikepuhastite väljatöötamisel ja nende ehitamisel. Juubilar oli ka reoveepuhastite personali täiendusõppe eestvedaja tehnikaülikoolis. Oskus kuulata, probleemi süveneda ning lahenduse leidmiseks vajalike tööde ja lubaduste õigeaegne täitmine täiendavad juubilarite iseloomustust. Pensionile suundumise järel on juubilarite side kõrgkooliga jätkunud, nüüd juba emeriitprofessorina. Ja ka praegu on professori nõuanded noorematele kolleegidele alati oodatud.

Soovime juubilarile ja tema abikaasale Ulvile tervist ja jõudu igapäevasteks toimetusteks ja instituudi külastamiseks ning palju meeldivaid hetki kaunis suvekodus.

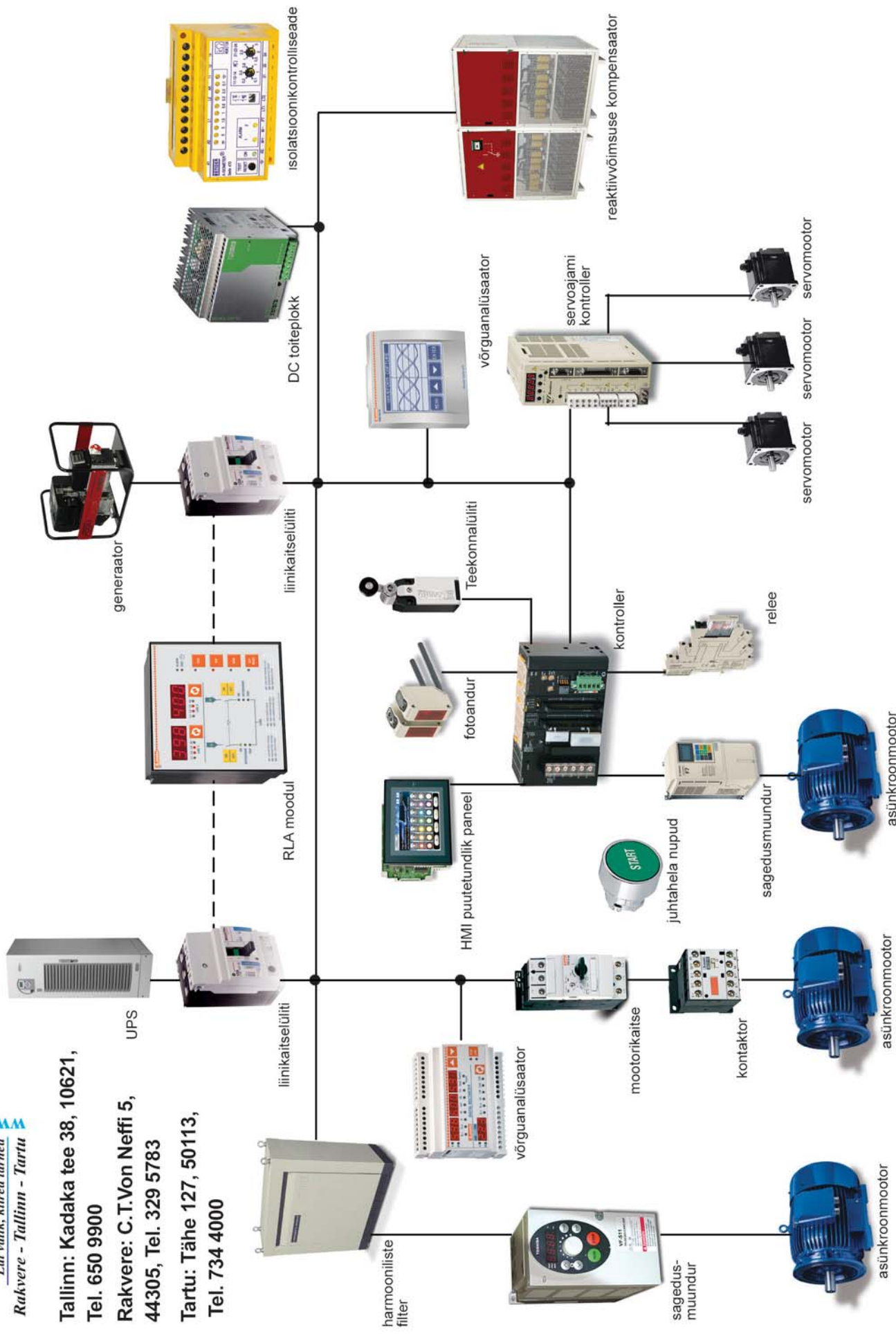
A.M.

**Kolleegid keskkonnatehnika instituudist**

Tallinn: Kadaka tee 38, 10621,  
Tel. 650 9900

Rakvere: C. T. Von Neffi 5,  
44305, Tel. 329 5783

Tartu: Tähe 127, 50113,  
Tel. 734 4000



**TOSHIBA**

**SIEMENS**

**BENDER**

**CANTONI**  
MOTOR

**CHLORIDE**

**CIRCUTOR**

GE Consumer & Industrial

**ABB**

Power and productivity  
for a better world™

**Lovato**  
electric

**OMRON**

**PHENIX**  
CONTACT

**POLYLUX**

**Schneider**  
Electric

www.ve.ee

# KLIIMA JA 21. SAJANDI OHUD

VALTER PETERSELL, TARMO ALL ja STEN SUUROJA

Eesti Geoloogiakeskuse geofüüsika, mere- ja keskkonnageoloogia osakond  
t.all@egk.ee, v.petersell@egk.ee

GLOBAALNE SOOJENEMINE ja sellega kaasnevad ohud on viimasel ajal leidnud laialdast kajastamist nii massiteabevahendites kui ka teadusfoorumitel. Euroopa Komisjoni algatatud raamprogrammi BSR INTERREG III B (*The Baltic Sea Region INTERREG III B Neighbourhood Programme*, <http://www.bsrinterreg.net/>) raames ning Soome Geoloogiakeskuse algatusel hakati aastatel 2002–2005 hindama kliimamuutuse mõju Läänemere piirkonna sotsiaal-majanduslikule olukorrale ja looduskeskkonnale. Selleks käivitati spetsiaalne uurimisprojekt SEAREG (*Sea Level Change Affecting the Spatial Development in the Baltic Sea Region*, <http://www.gtk.fi/projects/seareg/index.html>). Keskenduti eelkõige meretõusu ning jõgede vooluhulga muutuste uurimisele. Eesti poolt osalesid projektis Eesti Geoloogiakeskus ja Pärnu Linnavalitsus. Huviobjektiks valiti Pärnu kui meretõusu mõjudest tõenäoliselt enim ohustatud Eesti linn. Aastatel 2005–2008 tehti sama tööd edasi jätkuprojekti *Developing Policies & Adaptation Strategies to Climate Change in the Baltic Sea Region*, ASTRA ([http://www.astra-project.org/0\\_home.html](http://www.astra-project.org/0_home.html)) raames, milles võeti peale Pärnu vaatluse alla ka Tallinn. Aastatel 2009–2012 jätkatakse seda projektis BaltCICA (*Climate Change: Impacts, Costs and Adaptation in the Baltic Sea Region*, <http://www.baltcica.org/>). Kõiki neid projekte on juhtinud Soome Geoloogiateenistus, Eesti Geoloogiakeskus on osalenud partnerina.

Käesolevas artiklis ei ole fookuses kliimamuutuse põhjused ega selle vastu võitlemine, vaid keskendutakse prognoositava kliimamuutuse mõjuga kohanemisele ning mõju leevendamise strateegiale. Vi-

datud projektide peamiste tulemuste taustal antakse põgus ülevaade Eesti massiteabevahendites enim levitatud seisukohtadest kliimamuutuse kohta. Keskkonnatehnika järgmistes numbrites on kavas peatuda BaltCICA kui konkreetseid meetmeid kavandava projekti eesmärkidel ning selle esialgetel tulemustel.

Üha teravamalt on päevakorras küsimus, kas Maa on suuteline taluma inimühiskonna intensiivistuvat tegevust või on mereäärsetes piirkondades juba käesoleva sajandi jooksul oodata tõsisemaid katsumusi. Sellised kartused on seotud paljude maade teadlaste tõestatud ning ICPP (*The Intergovernmental Panel of Climate Change*, <http://www.ipcc.ch/>) ettekannetes avaldatud Maa elukeskkonna temperatuuri kiireneva tõusuga. Kliima soojenemine põhjustab omakorda liustike senisest intensiivsemat sulamist ja maailmameeretaseme tõusu, vihma- ja põuaperioodide kontrastistumist, paduvihmade ja tormide ning sooja- ja külmalainete sagenemist. Prognoositakse paigutist mageda vee puudust ning seda, et temperatuur tõuseb kohati elamiseks sobimatuks. Laialdased tihedasti asustatud madalad alad jäävad üha enam mere alla ning üleujutused levivad järjest suurematele aladele.

Kliimamuutuseuuringute ühe juhtiva asutuse Potsdam Institute for Clima-

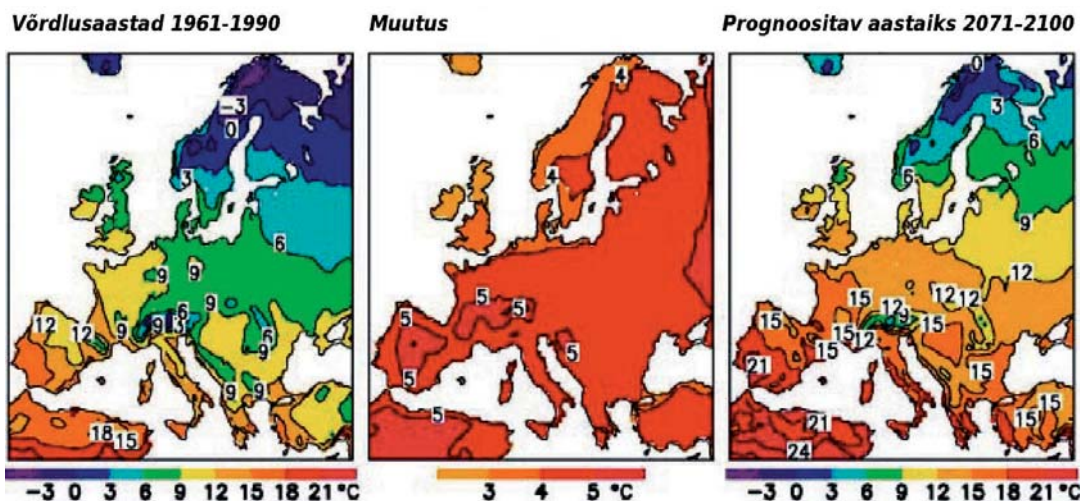
te Impact Research (PIK, <http://www.pik-potsdam.de/>) teadlased ennustavad, et sajandi lõpuks tõuseb õhutemperatuur Läänemere piirkonnas kuni 4 °C (joonis 1) ning meretase ligi 1 m (joonis 2) ning, kui ei suudeta võtta vastumeetmeid, järgneva sajandi lõpuks kuni 3 m.

Kliimamuutuse mõju rannikupiirkondadele sõltub looduslikest tingimustest ning rannikuvööndi ja kaugema ala inimtegevusest põhjustatud ümberkujunduste ulatusest. Rannikuvööndile on oluliselt tähtsad piirkonna kõrgus merepinnast, pinnakatet ja aluspõhja moodustavate kivimite füüsikalised ja keemilised omadused, neotektooniliste liikumiste suund, hüdroteoloogilised ja hüdrololoogilised eripärad ning nende tegurite taustal alanud elukeskkonna temperatuuri ja meretaseme tõus ning sademete hulga ajaline jaotus.

Kliimamuutuse põhjuste käsitlemisel on välja kujunenud peamiselt kaks vastandlikku seisukohta:

- seda põhjustab inimtegevus;
- põhjused on looduslikud ning tegevust on vaid tavaliste kõikumistega.

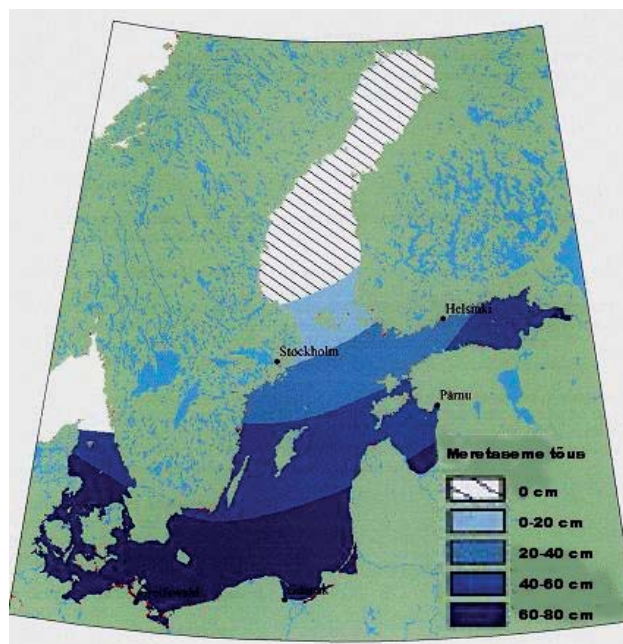
Käesolevas artiklis tutvustavad autorid kliimamuutuse kohta käivaid pool- ja vastuargumente, mille põhjal võib iga lugeja teha tema arvates õiged järeldused ning nende põhjal kavanda-



Joonis 1. Aasta keskmise temperatuuri prognoositav tõus Euroopas võrreldes aastatega 1961–1990. Mudel on koostatud HadCM/ECHAM stsenaariumi A2 alusel

Allikas: SweClim





**Joonis 2. Läänemere taseme prognoositav tõus 21. sajandi lõpuks**

da oma edaspidist tegevust.

## KLIIIMA KUI PIDEVALT MUUTUV ATMOSFÄÄRISEISUND

Maailmameri, maismaa ja kliima on elukeskkonna baaselemendid. Kliim näitajaist on olulisim õhutemperatuur, mida on mõõdetud alates 18. sajandist (joonis 3). Teadmised hapniku ja süsiniku isotoopkoostise valdkonnast võimaldasid mandriliustike jää (vee) hapnikuisotoopide sisalduse põhjal jälgida elukeskkonna paleotemperatuuri ning süsinikuisotoopide sisalduse alusel atmosfääri CO<sub>2</sub>-sisalduse muutumist. Need teaduse saavutused võimaldasid selgitada atmosfääri temperatuuri ja CO<sub>2</sub>-sisalduse käitumist enam kui viimase kolmesaja aastatuhande kestel.

Elukeskkonna temperatuuri ja atmosfääri CO<sub>2</sub>-sisaldust ning nende muutumist maakeral on miljardeid aastaid kujundanud ja reguleerinud looduslikud tegurid, teadaolevatest ühelt poolt maasiseste soojusallikate, peamiselt maa ürgsoojuse ja radioaktiivsete ainete lagunemisel eralduva soojuse, ning teisalt Päikeselt maale jõudva soojusvoo koosmõju. On teada, et nende kahe vastassuunalise energiavoo toimel on temperatuur vähemalt inimese ilmumise ajast kuni tänapäevani periooditi muutunud ning et perioodide piires on muutused olnud suhteliselt üheilmelised ja stabiilsed (joonis 3). Väga selges korrelatsioonis temperatuuriga on muutunud atmosfääri CO<sub>2</sub>-sisaldus, mis ei ole selle aja vältel ületanud 290

ppm. Ei ole põhjust arvata, et samasugused temperatuuritõusu ja -languse perioodid tulevikus ei kordu.

Viimase ligi 2000 aasta vältel (aastani 1970) on põhjapoolkera viieksme aasta keskmine temperatuur kõikunud ainult ± 0,5 °C. Maksimumtemperatuurid langevad aastatesse 1000–1200, mis on Eestis tuntud ka Gröönimaa roheline perioodina, ning minimaalsed aastatesse 1550–1750, s.o nn väikesesse jääaega (Raukas, A. Eesti-maa viimastel aastamiljonitel. Tallinn, 1988). Nende muutuste põhjused pole selged.

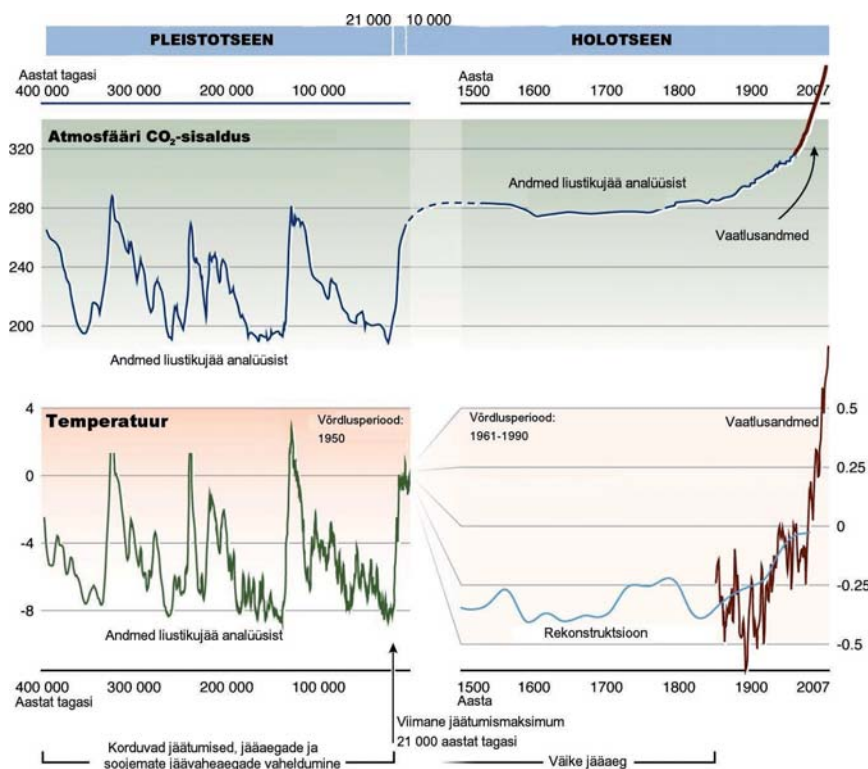
Möödunud sajandi kuuekümnendatel hakkas atmosfääri temperatuur tõusma ja ületama viimase neljasaja tuhande aasta maksimumi. Tõus, mis on jälgitav kõikidel kontinentidel ning on olnud aastate 1900–1950 keskmise suhtes 0,5–0,8 °C (joonis 4), on olnud

kiirenev ning on positiivses korrelatsioonis atmosfääri CO<sub>2</sub>-sisalduse suurenemise ja inimtegevusest atmosfääri paisatavate kasvuhoonegaaside kogusega.

## POOLT- JA VASTUARGUMENDID

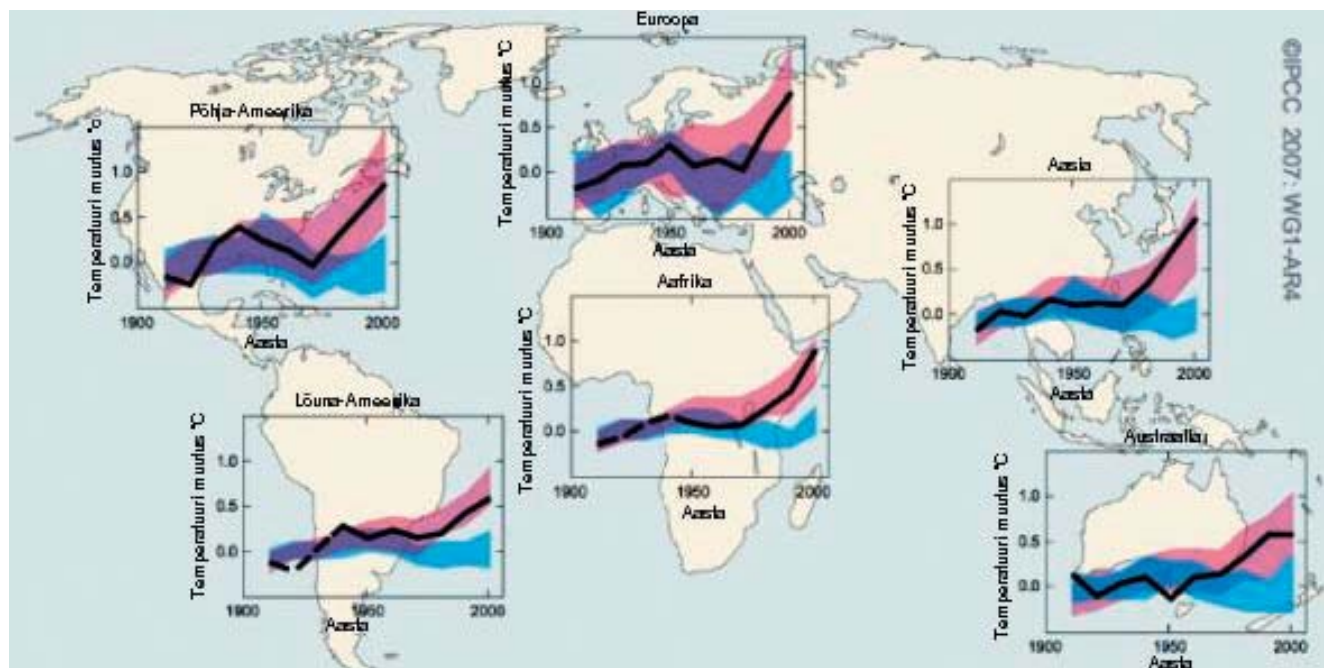
Praegu on kõige levinum seisukoht, et kliimamuutuse, esmajärjekorras elukeskkonna temperatuuri tõusu põhjustab inimtegevus, peamiselt geoloogilise aja jooksul kaustobioliitidesse (orgaanilise päritoluga maavaradesse) kogunenud kasvuhoonegaaside kiirenev vabastamine ja paiskamine atmosfääri. See seisukoht tugineb peamiselt järgmistele asjaoludele:

- viimase 700 000 aasta jooksul on atmosfääri CO<sub>2</sub>-sisaldus kõikunud kindlates piirides: jääaegadel 150–180 ppm ja jäävaheaegadel 260–290 ppm (samadesse piiridesse jäi see ka Holotseenis – viimase 10 000 aasta jooksul umbes 1930. aastani);
- atmosfääri CO<sub>2</sub>-sisalduse ja temperatuuri tõusu ning kaevandatavate kaustobioliitide vahel on selge positiivne korrelatsioon;
- alates möödunud sajandi kolmekümnendatest aastatest hakkas atmosfääri aasta keskmine CO<sub>2</sub>-sisaldus tõusma üle 300 ppm ning oli 2006. aastal



**Joonis 3. Atmosfääri süsinikdioksiidisisalduse (ppm) ja õhutemperatuuri (°C) kõikumine viimase 400 000 aasta kestel**

Allikas: UNEP (<http://maps.grida.no/go/graphic/historical-trends-in-carbon-dioxide-concentrations-and-temperature-on-a-geological-and-recent-time-scale>)



**Joonis 4. Elukeskkonna temperatuuri muutumine viimase saja aasta jooksul: must joon – empiiriline keskmine; sinine vöönd – looduslike allikate modelleeritud tõus (viie mudeli kombinatsioon); punane vöönd – looduslikest teguritest ja inimtegevusest põhjustatud tõus (neljateistkümne mudeli kombinatsioon)**

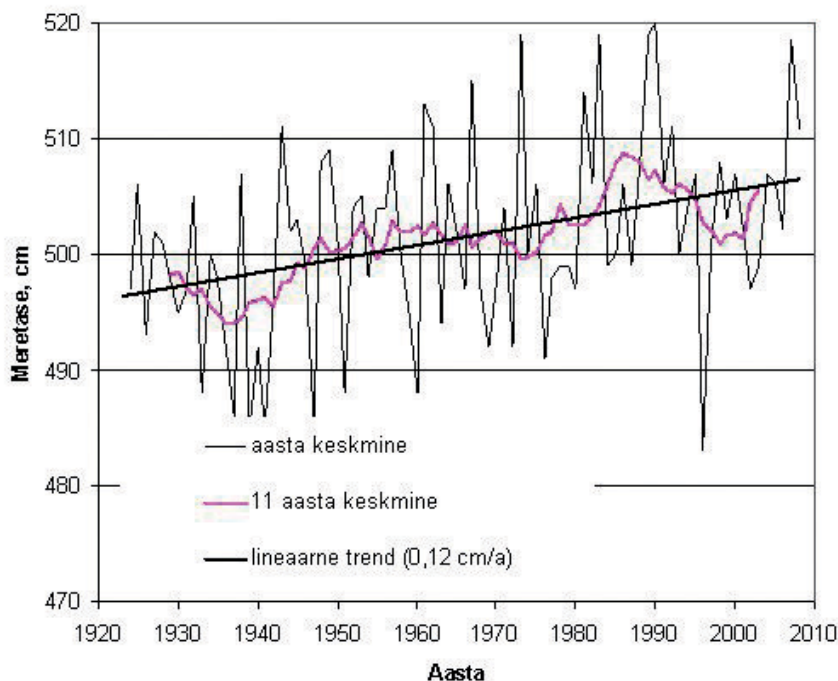
Allikas: IPCC

juba 380 ppm. Algas ka maismaa elukeskkonna keskmise temperatuur tõus – eri mandritel 0,5–0,8 °C;

- viimase 70 aasta jooksul on ookeani veetase tõusnud 10–15 cm, tõus kiireneb ning on tänapäeval ca 3,4 mm/a;
- ajavahemikus 1850–2006, mille kohta on mõõtmisandmeid, langeb kaheistkümnest kõige soojemast aastast 11 aastatesse 1995 kuni 2006 ning 2009.a kuulub viie soojema hulka.

Keskmise temperatuuri tõusu taustal jääb eri piirkondade aasta keskmise temperatuuri tõus viimase poolsajandi jooksul valdavalt 0,4–1,8 °C piiridesse. EMHI Pärnu, Türi ja Kuusiku vaatlusjaama mõõtmisandmete kohaselt tõusis õhutemperatuur Lääne-Eestis ajavahemikus 1961 kuni 2005 1–1,2 °C. Pärnu piirkonnas on registreeritud ka meretaseme tõusu (joonis 5).

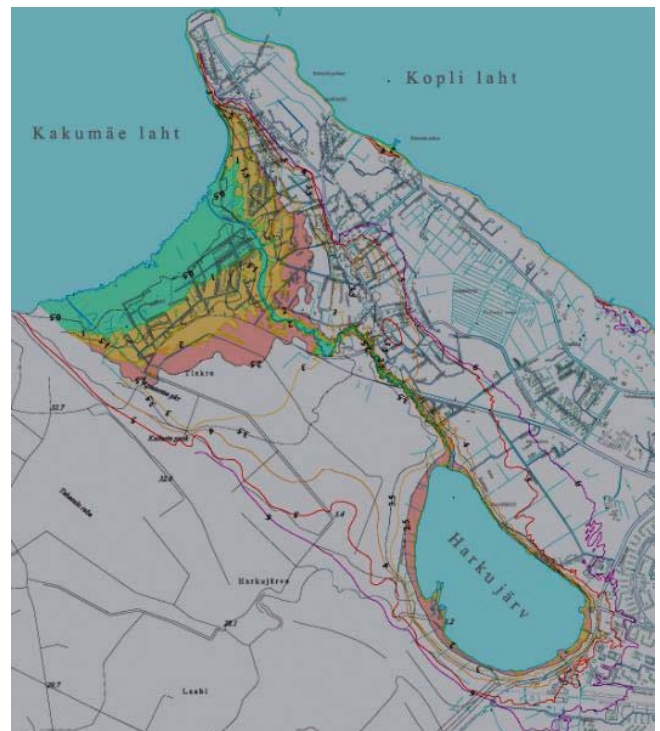
Mitmed teadlased aga väidavad, et inimkond ei põhjusta ega suudagi põhjustada Maa elukeskkonna temperatuuri ja sellega kaasnevat meretaseme tõusu ega muid elukeskkonna olulisi muutusi. Eestis on see seisukoht üsna laialt levinud, põhinedes peamiselt väitel, et inimtegevuse mõju jääb looduslike tegurite taustal ebaoluliseks. Eesti massiteabevahendites on seda seisukohta toetanud eelkõige Eesti TA akadeemikud Anto Raukas ja Endel Lippmaa. A. Raukas väidab: „Miks kõneldakse soojenemisest? Sest raha jagavad poliitikud ei saa asjadest sageli aru.



**Joonis 5. Meretaseme tõus Pärnu piirkonnas (EMHI andmed)**

Kui teadlased räägivad tarka ja igavat juttu, siis ega selle peale raha anta. Aga kui räägitakse, et maakeral tuleb tohtu soojenemine, .... rannikualad ujutatakse üle, siis poliitikud hakkavad mõtlema, et midagi on ikka väga halvasti.“ (Postimehe Arter, 18. märts 2006). Endel Lippmaa (Eesti Ekspress, 16. oktoober 2008): „No näete, inimene võib küll muuta lokaalset temperatuuri, panna küdema kamina või ahju. Aga globaalset temperatuuri – no way. Selleks oleks

meil vaja mingit totaalset teadmiste suurenemist. Praegu inimese kasutuses olevad energiad on niivõrd tühised. Tuumaenergiast siin ei piisa.“ Ja sealsamas: „On üks konstant, millest ei taheta eriti rääkida. Süsiniku kulu ühe maakera elaniku kohta on püsunud muutumatuna alates 1975. aastast, 1,2 tonni. Ükskõik, kas me räägime pisikesest tüdrukust kusaigil Aafrikas või Al Gore'ist, kellel on kaks elekterküttega basseini ... ja üüratu elektriarve, süsinikku emiteerivad



**Joonis 6. Üleujutatava ala muutumine Pärnus ja Tallinnas (Kakumäel), kui merevesi tõuseb praeguse kriitiliselt tasemelt 1,5 m abs (roheline ala) tasemeni 2,5 m abs, s.o ühe meetri võrra (kollane ala). Punaseks on värvitud kõrge veetaseme mõjutatav ala meetrise meretõusu korral**

nad aasta jooksul kesktlõbi ikkagi ühepalju.“ Tõenäoliselt on öeldu õige, ent tuleb ka silmas pidada, et 1975. aastast 2008. aastani on maakera elanikkond suurenenud ligi 60 %. Inimmõju eita- jate arvates kliimamuutusega seotud olulisi probleeme pole. Ollakse veendunud, et Maa elukeskkonna temperatuuri tõus on ajutine ja mitmesuguste looduslike tegurite koosmõju tulemus. Lühiajal hakkab temperatuur langema ning tuleb valmistuda hoopis saabuva jääaja vastu.

Postimehes (16. november 2009) vaatlleb Urve Eslas kliimamuutusi usu kontekstis: „Tõdedes, et me ei tea täpselt isegi seda, millises suunas muutused toimuvad, rääkimata sellest, kui suur osa neis muutustes on inimesel, jääb üle rääkida kliimamuutustest pigem usu kui teadmise tasandil ja küsida, kumb usk oleks tulevikku silmas pidades kasulik.“ Priit Pullerits nimetab Postimehes (9. detsember 2009) kliimamuutuse probleeme „ropuks kliimaäriks“ ja seab kahtluse alla IPCC kliimateadlaste aususe. Neid „kannustab alarmeerivate sõnumite saatmisele ka enesealalhoiuinstinkt. Sest kui nad inimeste suurest mõjust kliimale ei pasundaks, tuleks nende nõukogu kui mittevajalik laiali saata ... Vaja on vaid inimestes tekitada süüitunne senitehtu ja ohutunne tuleviku ees, et sundida riike ühinema saastekvootide süsteemiga..., et edaspidi

kvootidega kaubelda samamoodi nagu maavaradega.“

Tuleb ometi nentida, et kõigis neis artiklites on tegemist üldsõnaliste, faktidele mitte toetuvate arvamusedustega, millest mõnes süüdistatakse teadlasti koguni ostetavuses. Ei öelda ka, mis siis põhjustab atmosfääri kasvuhoonegaasisalduse suurenemist.

Öeldut kokku võttes võib väita, et kliimamuutuse põhjuste ja trendide suhtes levinud erimeelsustele vaatamata on otstarbekas ka Läänemere piirkonnas, sh Eestis, hinnata muutuse võimalikku ulatust ja mõju ning võtta meetmeid selle negatiivse mõju minimeerimiseks ja elukeskkonna sellega kohanemiseks. Loomulikult ei oska me kuigi täpselt ennustada muutuse ulatust ega kestust, kuid olemasolevat teavet arvestades on SEAREG-i ja ASTRA projektide tulemuste põhjal võimalik mitmesugustele stsenaariumitele tuginedes hinnata Läänemere taseme võimalikuks tõusuks lähima saja aasta jooksul 0,4–1,0 m. Eestis olid lähema vaatluse all Pärnu ja Tallinn, kus kõrge riski stsenaariumi realiseerumisel ujutatakse sajandi lõpuks üle üsnagi ulatuslikud mereäär- sed alad (joonis 6). Paraku on viimastel aastakümnetel just need piirkonnad olnud kinnisvaraarenduse meelispaiku. Projektis BALTCICA üritame selgeks saada, milline võiks olla majanduskahju meretõusu mitmesuguste stsenaariu-

mite puhul sajandi lõpuks Lääne-Eesti rannikul ning millised võiksid olla meetmed nende kahjude ennetamiseks või minimeerimiseks ning inimeste kohanemiseks muutuva elukeskkonnaga. Geoloogilises mõõtkavas on sada aastat väga lühike periood ning selles suhtes on prognoos üsnagi lühiajaline. Kuigi on üldteada, et üldjuhul on lühiajalised prognoosid pikaajalistest oluliselt täpsemad, on sada aastat inimtegevuse seisukohalt päris pikk ajavahemik ning kui oma tegevust kavandades võimalikke riskitegureid arvesse ei võeta, võib see kaasa tuua märkimisväärse majanduskahju.

Seega – sellele vaatamata, kas jälgitud kliimategurimuutused on või ei ole põhjustatud inimtegevusest ning kas nad on pöördumatud või mitte, tuleb kliimamuutust ja sellega kaasneva meretaseme tõusu negatiivset mõju tähelepanu all hoida. Eks ikka selleks, et informeerida inimesi võimalikest ohtudest, minimeerida meretaseme tõusuga kaasnevat majanduslikku kahju (PIK-i prognooside kohaselt miljardeid eurosid) ning leevendada selle mõju inimestele. Kuigi prognoositav kahju ühe elaniku kohta on Eestis hõreda asustuse tõttu Läänemere maade suurim, kuulub Eesti praegu käsitletavas valdkonnas „uinuvate“ riikide perre, kes ei pea probleemidele lahenduste otsimist kuigi oluliseks.

I.A.M.

# ÕHUSAASTE JA KLIIMAMUUTUSE MÕJU MATERJALIDELE

## OTT ROOTS

Keemiakandidaat, Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ

EESTI VABARIIGI ühines õhusaaste kauglevi Genfi konventsiooniga 2000. aastal (RT II, 4, 25). Konventsiooni artikli 7 raames algas rahvusvaheline koostöö arhitektuuri- ja kultuurimälestistele suuri kahjustusi tekitava õhusaaste ja kliimamuutuse keskkonnamõju uurimisel. Esimene sellele konventsioonile tuginev ÜRO/Euroopa Majanduskomisjoni koostööprogramm „Õhusaaste mõju materjalidele, sh ajaloo- ja kultuurimälestistele“ (*ICP on Effects on Materials, including Historic and Cultural Monuments – ICP Materials, ECE/EB. Air/7, para. 54 (e)*) käivitati 1985. aastal. Lahemaa seirejaam on selles programmis osalenud alates 1987. aastast, mil algas esimene üleeuroopaline korrosiooniprogramm [1, 2, 3, 4, 5, 6].

## MILLEKS UURIDA KORROSIONI?

Euroopa Liidu Nõukogu direktiivi 1999/30/EÜ [7] eesmärk on kehtestada välisõhu vääveldioksiidi, lämmastikdioksiidi, lämmastikoksiidide, tahkete osakeste ja pliisisalduse piirtasemed ning vajaduse korral ka häiretasemed, et vältida, ennetada või vähendada nende ainete kahjulikku mõju inimese tervisele ja kogu keskkonnale. Näiteks õhusaaste (uuriti ainult peeneid osakesi – *particulate matter*, PM) negatiivne mõju Tallinna elanike tervisele põhjustab sotsiaal-majanduslikke väliskulusid. Uuringus [8] leitud 285 varajast surma ning 275 hospitaliseerimist aastas tõendavad, et õhusaaste on Tallinnas tõsine terviseohu. Väliskuludeks hinnati 356 miljonit krooni aastas, millele lisandub 4,5 miljonit krooni hospitaliseerimisega tekkivaid kulusid.

Kahjuks ei ole ajaloo- ja kultuurimälestisi ohustava õhusaaste taustega taluvustasemeid veel kehtestatud. Programmi *ICP Materials* käigus uuriti, millised kliima- ja õhusaaste näitajad avaldavad kõige suuremat mõju looduslike ja tehismaterjalide korrosioonile ning kuidas seda mõju vähendada. Kasutades selle programmi kaudu saa-

dud tulemusi on võimalik hinnata korrosioonist põhjustatud majanduslikku

kahju ning seda mitte üksnes ajaloo- ja kultuurimälestistele. Seireandmed aita-

**Tabel 1. KORROSIONIPROGRAMMI ERI ETAPPIDES OSALENUD SEIREJAAMAD [14]**

Jaama nr	Jaama asukoht	Riik	Ajavahemik	Osalemine 2008.–2009.a tsüklis
1	Praha	Tšehhi	1987–2006	x
2	Kasperske Hory	Tšehhi	1987–1995	
3	Kopisty	Tšehhi	1987–2006	x
4	Espoo	Soome	1987–1995	
5	Ähtäri	Soome	1987–2003	
6	Helsinki-Vallila	Soome	1987–1995	
7	Waldhof-Langenbrügge	Saksamaa	1987–2003	
8	Aschaffenburg	Saksamaa	1987–1995	
9	Langenfeld-Reusrath	Saksamaa	1987–2003	
10	Bottrop	Saksamaa	1987–2006	x
11	Essen-Leithe	Saksamaa	1987–1995	
12	Garmisch-Partenkirchen	Saksamaa	1987–1995	
13	Rooma	Itaalia	1987–2006	x
14	Casaccia	Itaalia	1987–2006	x
15	Milan	Itaalia	1987–2006	x
16	Veneetsia	Itaalia	1987–2006	x
17	Vlaardingen	Holland	1987–1995	
18	Eibergen	Holland	1987–1995	
19	Vredepeel	Holland	1987–1995	
20	Wijnandsrade	Holland	1987–1995	
21	Oslo	Norra	1987–2006	x
22	Borregard	Norra	1987–1995	
23	Birkenes	Norra	1987–2006	x
24	Stockholm (lõunaosa)	Rootsi	1987–2006	x
25	Stockholm (keskus)	Rootsi	1987–1995	
26	Aspvreten	Rootsi	1987–2006	x
27	Lincoln Cathedral	Inglismaa	1987–2003	x
28	Wells Cathedral	Inglismaa	1987–1995	
29	Clatteringshaws Loch	Inglismaa	1987–1988	
30	Stoke Orchard	Inglismaa	1987–1993	
31	Madrid	Hispaania	1987–2006	x
32	Bilbao	Hispaania	1987–1995	
33	Toledo	Hispaania	1987–2006	x
34	Moskva	Venemaa	1987–2003	
35	Lahemaa	Eesti	1987–2006	x
36	Lissabon	Portugal	1987–2003	
37	Dorset	Canada	1987–2006	
38	Research Triangle Park	USA	1987–1995	
39	Steubenville	USA	1987–1995	
40	Pariis	Prantsusmaa	1997–2006	x
41	Berliin	Saksamaa	1997–2006	x
43	Tel Aviv	Israel	1997–2001	
44	Svanvik	Norra	1997–2006	x
45	Chaumont	Šveits	1997–2006	x
46	London	Inglismaa	1997–2003	
47	Los Angeles	USA	1997–2001	
49	Antwerpen	Belgia	1997–2003	
50	Katowice	Poola	2000–2006	x
51	Ateena	Kreeka	2005–2006	x
52	Riia	Läti	2005–2006	x
53	Viin	Austria	-	x
54	Sofia	Bulgaaria	-	x

vad valida ka korrosioonikindlaid materjale nii objektide restaureerimisel kui uute ehitamisel, lähtudes seejuures õhusaaste tasemest ja ilmastikutingimustest.

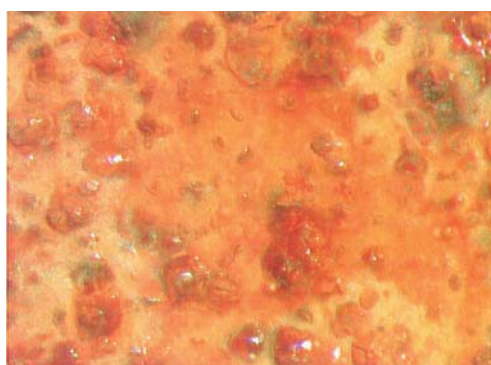
## METOODIKA

Täpsem teave kõigi vaatlusjaamade (tabel 1) asukoha, koordinaatide ja määratavate näitajate kohta leidub 2009. aasta aruandes [5]. Programmikohaseid töid tehakse Rootsi korrosiooniuuringute instituudis (*Corrosion & Metals Research Institute*, KIMAB) koostatud metoodilise juhendi *Technical manual for the trend exposure programme* kohaselt [5]. Programm viiakse ellu tsüklite kaupa. Esimene neist toimus aastatel 1987–1995, teine 1997–2000, kolmas 2002–2003, neljas 2005–2006 ning viies 2008–2009.

Ajavahemikus 2005.a novembrist 2006.a novembrini hoiti Lahemaal Palmse seirejaamas lahtise taeva all tsiingist, süsinikterasest (joonis 1), lubjakivist ja tänapäevastest klaasmaterjalidest prooviplaate. Pärast seda saadeti plaadid korrosioonianalüüsiks Šveitsi, Tšehhi, Prantsusmaa ja Inglismaa uurimisasutustesse. Lahemaa õhust võeti ka proove õhu lämmastikhappe- ja peenosakesesisalduse määramiseks ning saadeti uurimiseks Rootsi. Seireprojekti *ICP Materials* viienda etapi (2008–2009) korrosioonianalüüside tulemused peaksid selguma järgmise aasta keskel. Edaspidi kavatakse tsükleid korrata iga kolme aasta tagant. Ajavahemikus 2002–2005 tehti Euroopa Liidu 5. raamprogrammi *MULTI-ASSESS* raames ka uuring *Model for multi-pollutant impact and assessment of threshold levels for cultural heritage*, mille tulemused on kättesaadavad

**Tabel 2. TALUTAV KORRODEERUMISKIIRUS OLENEVALT TAUSTKIIRUSEST (n = 2,5) [2,12]**

Materjal	Korrodeerumise taustkiirus ( <i>background corrosion rate</i> ) µm/a	Talutav korrodeerumiskiirus ( <i>tolerable corrosion rate</i> ) µm/a
Lubjakivi	3.2	8
Liivakivi	2.8	7
Vask	0.34	0.8
Pronks	0.25	0.6
Tsink	0.46	1.1
Süsinikteras	8,5	20



**Joonis 1. Süsinikterasest prooviplaat pärast aastast eksponeerimist Lahemaa seirejaamas aastatel 2005–2006 [3, 9]**

Internetist (<http://www.corr-institute.se/MULTI-ASSESS/>). Käesolev artikkel tugineb Lahemaa õhuseirejaamas [3, 4, 10, 11] ning materjalide korrosiooni uurimise rahvusvahelise programmi *ICP Materials* (<http://www.corr-institute.se/ICP Materials/>) ja *MULTI-ASSESS* [12] käigus saadud tulemustele.

## MATERJALIDE KORRODEERUMISKIIRUS

Programmi *ICP Materials* käigus tehti

**Tabel 3. MATERJALI KORROSIONIKAHJUSTUSTE ARVUTAMISEKS VAJALIKUD NÄITAJAD [2, 12]**

Näitaja	Tähis	Mõõtühik
Temperatuur	T	°C
Relatiivne õhuniiskus	Rh	%
Sademete kogus	Rain	mm a <sup>-1</sup>
Õhu SO <sub>2</sub> -sisaldus	[SO <sub>2</sub> ]	µg m <sup>-3</sup>
Õhu NO <sub>2</sub> -sisaldus	[NO <sub>2</sub> ]	µg m <sup>-3</sup>
Õhu O <sub>3</sub> -sisaldus	[O <sub>3</sub> ]	µg m <sup>-3</sup>
Õhu HNO <sub>3</sub> -sisaldus	[HNO <sub>3</sub> ]	µg m <sup>-3</sup>
Õhust sadestuv PM	PM <sub>dep</sub>	g m <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup>
Ekspositsiooniaeg	t	aasta
Sademete pH	pH	-
Sademete happesus*	[H <sup>+</sup> ]	mg l <sup>-1</sup>

\* Arvutatakse pH järgi

kindlaks mitmesuguste loodus- ja tehismaterjalide korrodeerumise tausta ja talutav kiirus (tabel 2).

## TULEMUSED

Kui võrrelda Lahemaa õhu lämmastikhappesisaldust aastatel 2005–2006 (0,43 µg/m<sup>3</sup>) ja 2002–2003 (0,37 µg/m<sup>3</sup>), siis on see viimastel aastatel suurenenud [3, 4, 13]. Kuna välisõhu lämmastikhappesisaldust määratakse vaid üksikutes riikides, siis antakse töös [12] ka valem, kuidas seda muude näitajate kaudu arvutada:

$$\text{HNO}_3 = 516 \cdot e^{-3400/(T+273)} ([\text{NO}_2] \cdot [\text{O}_3] \cdot \text{Rh})^{0.5}$$

Kuigi Lahemaa välisõhu aasta keskmine väävl- ja lämmastikoksiidisisaldus on suhteliselt väike, on siiski märgata nii nende kui ka vääveldioksiidisisalduse suurenemist viimastel aastatel [14]. Lahemaa seirejaamas olenevad need näitajad suuresti tuule suunast, kusjuures tunni ja ööpäeva keskmised sisaldused võivad olla aasta



**TÖÖSTUSKEMIKAALID  
JA -TOORAINED MEILT**

**Suurim valik Eestis  
alates 1992. a.**



keskmisest isegi paarkümmend korda suuremad [11]. Lahemaa seirejaamas on aastatel 2005–2006 aastatega 2002–2003 võrreldes suurenenud ka passiivproovilete sadestunud peenosakeste mass [3, 4, 15]. Aastatel 2005–2006 suurenes ka õhu osoonisisaldus.

Programmi ICP Materials käigus selgitati, milliseid näitajaid (tabel 3) on vaja materjalide korrosioonikahjustuse arvutamiseks (tabel 4) määrata.

Lahemaa foonijaamas oli süsinikterase korrodeerumiskiirus aastatel 2005–2006 taustkiirusest suurem. Uuringust selgus, et neljas projektis osalenud seirejaamas (Berliin – Saksamaa, Katowice – Poola, Kopisty – Tšehhi, Riia – Läti) oli süsinikterase korrodeerumiskiirus isegi talutavast suurem.

Kuigi Euroopas on välisõhu väävel-dioksiidide sisaldus praeguseks vähenenud, on veel vähe andmeid autoliikluse mõjust materjalidele. Töodes [13, 15] pööratakse erilist tähelepanu õhu lämmastikhappe- ja osakesisaldusele Euroopas ning nende mõjule materjalidele. Eesti linnades võiks lähtuda Londoni kogemusest, kus on liikluse tekitatud õhusaastega ning selle põhjustatud materjalide ning ajaloo- ja kultuurimälestiste (nt Westminster Abbey, parlamendihoone) korrosiooniga edukalt tegeldud juba pikemat aega. Londoni südalinnas on püütud viia autode arv miinimumini, soodustades igati ka ühistranspordi arendamist [19].

## KOKKUVÕTE

Programmi *ICP Materials* tulemusi kasutades saab hinnata materjalide ning ajaloo- ja kultuurimälestiste korrosioonist põhjustatud kahju. On võimalik koostada kaarte, millele näidatakse korrosiooni seisukohalt ohtlikumad piirkonnad, ning välja arvutada korrosiooni põhjustatud rahaline kahju. Seireandmetele tuginedes saab õhusaaste taset ja ilmastikutingimusi arvestades valida korrosioonikindlaimad materjalid. Ajaloo- ja kultuurimälestiste puhul peaks saama ka ülevaate, kuidas õhu saastatus ja ilmastikutingimused mõjutavad materjalide korrodeerumiskiirust ning mida tuleks ette võtta korrosiooni aeglustamiseks. Need tulemused peaksid pakkuma huvi ka Tallinnale, mille vanalinn kuulub UNESCO kultuuripärandite nimekirja.

A.M.

**Tabel 4. PROJEKTI MULTI-ASSESS KÄIGUS MÄÄRATUD ANNUS\*-REAGEERING-FUNKTSIOONID [2, 12, 14]**

### SÜSINIKTERAS:

$$ML = 29.1 + \{ 21.7 + 1.39[SO_2]^{0.6}Rh_{60} \cdot e^{f(T)} + 1.29Rain[H^+] + 0.593PM_{10} \} t^{0.6}$$

f(T) = 0.15(T-10), kui T < 10°C, muudel juhtudel -0.054(T-10)

### TSINK:

$$ML = 1.82 + \{ 1.71 + 0.471[SO_2]^{0.22}e^{0.018Rh+f(T)} + 0.041Rain[H^+] + 1.37[HNO_3] \} t$$

f(T) = 0.062(T-10), kui T < 10°C, muudel juhtudel -0.021(T-10)

### VASK:

$$ML = 3.12 + \{ 1.09 + 0.00201[SO_2]^{0.4}[O_3]Rh_{60} \cdot e^{f(T)} + 0.0878Rain[H^+] \} t$$

f(T) = 0.083(T-10), kui T < 10°C, muudel juhtudel -0.032(T-10)

### KARASTATUD PRONKS:

$$ML = 1.33 + \{ 0.00876[SO_2]Rh_{60} \cdot e^{f(T)} + 0.0409Rain[H^+] + 0.0380PM_{10} \} t$$

f(T) = 0.060(T-11), kui T < 11°C, muudel juhtudel -0.067(T-11)

### PORTLANDI LUBJAKIVI:

$$R = 3.1 + \{ 0.85 + 0.0059[SO_2]RH_{60} + 0.054Rain[H^+] + 0.078[HNO_3]Rh_{60} + 0.0258PM_{10} \} t$$

\* annus – välisõhu eksponeerimise kestus

ML on massikadu (mass loss) g/m<sup>2</sup> ning R pinna taandumine (surface recession) µm [12]

## Viidatud allikad

- Tilblad, J., Kucera, V. (Eds). The role of NO<sub>x</sub> and O<sub>3</sub> in the corrosion and degradation of materials. Swedish Corrosion Institute, KI Report No. 1996:6 E, 1996. 46 p.
- Tidblad, J., Kucera, V. Tools for assessment of corrosion and soiling in the multi-pollutant situation. Proc. 7th EC Conf. SAUVEUR – Safeguarded Cultural Heritage. 2006.
- Roots, O., Maasikmets, M. (koostajad). Rahvusvaheline materjalide korrosiooniprogramm Lahemaa seirejaamas 1987–2006. Keskkonnaministeerium, Polarscan OÜ, 2008. 28 lk.
- Roots, O. Materials corrosion and air pollution. Long-term studies at the Lahemaa monitoring station, Estonia. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 57(2), 2008, pp. 107–116.
- Report No. 58. Technical manual for the trend exposure programme 2008–2009. SWEREA/KIMAB AB, Stockholm, Sweden, 2009 (<http://www.swereakimab.se/>).
- Kucera, V., Tidblad, J. Development of atmospheric corrosion in the changing pollution and climate situation, Paper No 3709, Proc. 17th Int. Corrosion Congress, NACE, Omnipress, 2009.
- Nõukogu direktiiv1999/30/EÜ vääveldioksiidi, lämmastikdioksiidi ning lämmastikoksiidide, tahkete osakeste ja plii piirtasemetega seotud välisõhus. Euroopa Liidu Teataja, 29.06.1999, 164–183.
- Orro, H. Välisõhu kvaliteedi mõju inimeste tervisele Tallinna linnas (Peentest osakestest tuleneva mõju hindamine). Tartu Ülikooli arstiteaduskond, 2007. 61 lk.
- Report No. 53. Results from the multi-pollution programme. Corrosion attack on carbon steel after one year of exposure (2005–2006). SVUOM Ltd. – Institute for Protection of Materials, Prague, Czech Republic, 2007.
- Kesanurm, K (aruande koostaja). Riiklik keskkonnaseire alamprogramm. Aruanne: Välisõhu seire 2006.

OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus, 2007. 103 lk.

11. Kesanurm, K (aruande koostaja). Riiklik keskkonnaseire alamprogramm. Aruanne: Välisõhu seire 2008. OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus, 2009. 106 lk.

12. Final Report. EU 5FP RTD Project. Model for multi-pollutant impact and assessment of threshold levels for cultural heritage, 2005 (project home page: [www.corr-institute.se/MULTI-ASSESS](http://www.corr-institute.se/MULTI-ASSESS)).

13. Ferm, M., Santis, F. De. & Varotsas, C. Nitric acid measurements in connection with corrosion studies. *Atmospheric Environment*. 39, 2005. 6664–6672.

14. Report No. 56. Trends in pollution and corrosion of carbon steel, zinc and limestone 1987–2006. Prepared by the Main Research Centre, KIMAB, Stockholm, Sweden, 2008.

15. Ferm, M., Watt, J., O'Hanlon, S., Santis, F. De. & Varotsas, C. Deposition measurement of particulate matter in connection with corrosion studies. *Anal Bioanal Chem*. 384, 2006. 1320–1330.

16. Report No. 55. Results from the 2005–2006 trend exposure programme. Corrosion attack of limestone after one year of exposure. Building Research Establishment Ltd. (BRE), Garston, Watford, United Kingdom, 2007.

17. Mezinskis, G., Sidraba, I., Yates, T., Lusi, R. Stone and concrete in the multi-assess project. Cultural heritage in the city of tomorrow. Developing policies to manage the continuing risks from air pollution. Proceedings of a MULTI-ASSESS Workshop, Swedish Corrosion Institute, BULLETIN 110E, 2004. 135–143.

18. Varotsas, C., Tzanis, C., Cracknell, A. The enhanced deterioration of the cultural heritage monuments due to air pollution. *Environmental Science and Pollution Research*, 16 (5), 2009, pp. 590–592.

19. Hutchinson, D. Effects of local air quality policy. Cultural heritage in the city of tomorrow. Developing policies to manage the continuing risks from air pollution. Proceedings of a MULTI-ASSESS Workshop, Swedish Corrosion Institute, BULLETIN 110E, 2004. 27–43.

# KASVUHOONEGAASIDEGA KAUPLEMINE EESTIS

## KAIRE KULDPERE

Riigikontroll

KONKURENTSIS püsimiseks tuleb ettevõtetal tulevikus jälgida, et nad teki- taksid võimalikult vähe kasvuhoonega- ase. Eelised on ettevõtetal, kelle tootmine fossiilkütustest palju ei sõltu. Praegu on Eesti majandus väga süsinikumahukas: oleme üks suuremaid saastajaid ühe elaniku kohta Euroopas. Aastal 2006 heideti Eestis õhku ühe elaniku kohta 14 tonni CO<sub>2</sub> ekvivalenti, Euroopa Liidu liikmes- riikides on keskmine 10,4 tonni. Eelkõi- ge põhjustab seda põlevkivi kasutamine elektri tootmisel. Kuna rahvusvaheline, sh Euroopa Liidu kliimapolitika taotleb kasvuhoonegaaside vähendamist, on tu- levikus iga tonni süsinikdioksiidi õhku- paiskamine seotud suurte kuludega.

*Euroopa Liidu KHG lubatud heitkogustega kauplemissüsteem*

*Kasvuhoonegaaside heitkoguste vähenda- miseks kehtestati Euroopa Liidus 2005. aastal kauplemissüsteem, mille puhul jaotavad liikmesriigid ettevõtetele lubatud heitkoguste ühikuid (nn saastekvooti) ehk määravad, kui palju CO<sub>2</sub> tohib ettevõtte aasta jooksul õhku heita. Liikmesriigile kuuluva saastekvooti üldkoguse kinnitab Euroopa Komisjon. Kui ettevõtte tegelik CO<sub>2</sub> emissioon on väiksem lubatud heitkoguste ühikute arvust, siis võib ülejäävaid ühikuid turul müüa. Kui ühikute arv on tegelikust emissioonist väiksem, tuleb neid turult juurde osta. Kauplemissüsteemi rakendades tuleks ühikute mahamüümiseks CO<sub>2</sub> õhkuheidet vähendada ning kasutada ühikute müügist saadud raha investeringuteks heite vähendamisse.*

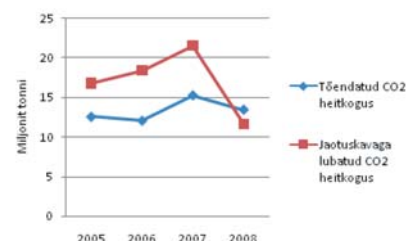
*Seniajani on lubatud heitkoguste ühikuid jaotatud ettevõtetele tasuta, kuid tulevikus kauplemisreeglid karmistuvad ning 2013. aastal algaval kauplemisperioodil peavad ettevõtted hakkama lubatud heitkoguste ühi- kuid ostma üleeuroopaliselt oksjonilt. Seega on alates aastast 2013 süsinikurikastest kütustest, sh põlevkivist elektri tootmine oluli- selt kallim ning Euroopa Liidu avatud elekt- riturul vähem konkurentsivõimeline. Elektri hinna tõus mõjutab omakorda teisi tööstus- harusid. Kauplemises osaleb suur hulk Eesti tööstusettevõtteid: 50 käitist, kelle emissioon moodustab Eesti koguemissioonist 64%.*

Riigikontroll auditeeris 2009. aastal, kas riik on teinud kõik endast oleneva selleks, et aidata Eestis tekkivaid kasvuhoonega- aside (KHG) koguseid vähendada. Auditi käigus hindas Riigikontroll, kuidas riik on juhtinud kasvuhoonegaaside vähen- damiseks vajalikku tegevust ning kui- das on Eestis rakendatud Euroopa Liidu sisest KHG heitkogustega kauplemist. Käesolev artikkel keskendub Euroopa Liidu kauplemissüsteemi rakendamise auditeerimise tulemustele.

## RIIGIKONTROLLI HINNANGUL EI OLE KASVUHOONEGAASIDEGA KAUPLEMIST EESTIS MAJANDUSE KONKURENTSIVÕIME SUURENDAMISEKS KASUTATUD

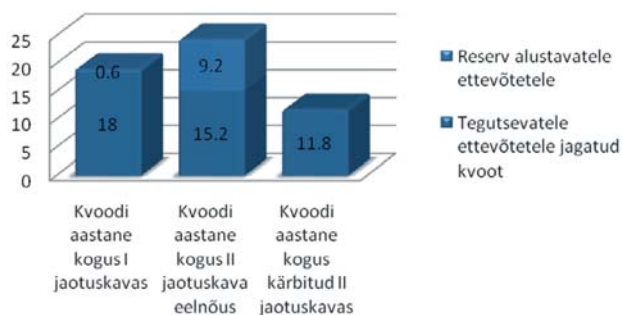
Kauplemissüsteemis saab riik suunata et- tevõtteid kasvuhoonegaase vähendama, otsustades kasvuhoonegaasidega kaup- lemise jaotuskavas, kui palju ettevõtetele lubatud heitkoguste ühikuid eraldada. Euroopa Liidu direktiiv kasvuhoonega- asidega kauplemise kohta nõuab, et jaotuskava koostamisel tuleb liikmesriigil ühikute jagamisel võtta arvesse ettevõtte heite vähendamise potentsiaali.

Esimesel kauplemisperioodil (2005–2007) oli Eesti ja ka teiste Ida-Euroopa riikide jaotuskavades lubatud heitkoguste ühikute kogus oluliselt suurem ettevõtete tegelikust koguemissioonist (vt joonis 1). Seetõttu teenisid ettevõtted ülejäävate ühikute müügist märkimisväärsed sum- masid. Euroopa Komisjon eeldas, et Ida-Euroopa riigid kasutavad saadud müü- gitulu keskkonnainvesteeringuteks ja tootmise tõhususe tõstmiseks, kuid seda ei tehtud. Riigikontroll küsis kaup- lemissüsteemis osalevaid ettevõtteid ning enam kui pooled ühikuid müünud vasta- jatest kinnitasid, et nad ei investeerinud KHG-dega kauplemise tulu heite vähen- damisse. Ka riik ise võttis Eesti Energia kasvuhoonegaaside lubatud heitkoguste ühikute müügist saadud üle kahe miljardi krooni dividendina riigieelarvesse, luues ettevõtetele illusiooni, et emissiooni vä- hendamiseks investeeringute tegemist ei oodatagi.



**Joonis 1. Kasvuhoonegaasidega kauplemise jaotuskavaga lubatud heitkogused ja ettevõtete tegelikud heitkogused** Allikas: Info- ja Tehnokeskus

Esimesel kauplemisperioodil said peale Eesti ka mitmed teised Ida-Euroopa riigid heitkoguste ühikuid suures koguses müüa, mistõttu tekkis turul ühikute üleküllus. Nõudluse puudumise tõttu langes ühikute turuhind ligi 30 eurolt 8 eurosendile ühe tonni CO<sub>2</sub> ekvivalenti kohta. Kuna sellise hinnaga on odavam ühikuid juurde osta kui saaste vähendamise investeerida, tähendas see sisuliselt kauplemisperioodi läbikukkumist. Kui riigid esitasid Euroopa Komisjonile oma heitkoguste ühikute taotlused 2008. aastal alanud kauplemisperioodiks, ei koos- kõlastanud Euroopa Komisjon paljude riikide (sh Eesti) taotlusi, sest pidas taot- letud saastekvooti liiga suureks. Esimese perioodiga võrreldes taotles Eesti luba- tud heitkoguste ühikuid ligi 25% rohkem. Kui esimesel kauplemisperioodil oli jaotuskavas toodud ühikute kogus 18,6 miljonit tonni aastas, siis teiseks kaup- lemissüsteemi perioodiks taotleti 24,4 miljonit tonni aastas (vt joonis 2). Euroopa Komisjoni hinnangul näitasid 2005. aasta tõendatud heitkogused ning Eesti kasvuhoonegaasi- de prognoosid oluliselt väiksemaid heit- koguseid, jaotuskavas polnud emissiooni võimalikku suurenemist piisavalt põh- jendatud ega analüüsitud ettevõtete või- malusi saastamist piirata. Seetõttu leidis Euroopa Komisjon, et Eesti jaotuskava ei vastanud Euroopa Liidu kasvuhoone- gaasidega kauplemise direktiivi eesmär- kidele ega selles esitatud nõuetele ning kärpis taotletud saastekvooti üldkogust ligi poole võrra (vt joonis 2), andes see- ga lubatud heitkoguste ühikute jaotamise senisele praktikale negatiivse hinnangu.



**Joonis 2. Üldkoguste proportsioonid kasvuhoonegaasidega kauplemise jaotuskavades, miljonit tonni**

Allikas: Riigikontroll

Euroopa Komisjoni otsus näitas, et Eesti riik ei suutnud jaotuskava eelnõuga taotletud lubatud ühikute kogust piisavate argumentidega põhjendada. Seetõttu pidid ka kauplemissüsteemis osalevad ettevõtted oma plaanid väga kiiresti ümber tegema ning arvestama, et ühikute müümise asemel peavad mitmed neist tõenäoliselt hoopis ostma hakkama (vt joonis 1, 2008. aasta). Eesti vaidlustas kärpimisotsuse Euroopa Kohtus ja saavutas võidu. Kohtu hinnangul ületas Euroopa Komisjon aastaseid lubatud heitkoguseid Eestile ette kirjutades talle õigusaktidega antud volitusi. Praegu püüab Eesti läbirääkimiste teel komisjonilt suuremaid ühikute koguseid saada. Samas ütles EL-i keskkonnavolinik kohtuotsust kommenteerides, et komisjon lähtub läbirääkimistel tõendatud heitkogustest ning aastate 2005–2008 tõendatud koguste põhjal võib väita, et kärbitud kogus on õige. Seega ei tähenda Euroopa kohtu otsus, et ettevõtted saaksid lubatud heitkoguste ühikuid kindlasti tasuta juurde.

Riigikontroll leidis auditi käigus, et kauplemise tulemusel pole Eesti kasvuhoonegaaside koguheide ega ka majanduse süsinikumahukus vähenenud, mis näitab, et kogu süsteemi ülalpidamiseks on riik kulutanud raha ja aega, ilma et valikliku tulemust oleks saavutatud. Jaotus-

kavade koostamise senise korralduse halvim tagajärg on see, et riik andis ettevõtjatele vale signaali, justkui oleks kauplemine lihtne rahateenimise võimalus ning kasvuhoonegaaside vähendamist ettevõtelt selle tulemusel ei oodata. Jaotuskava kinnitamise venimine pikale perioodile, kärpimine ja kohtu-

vaidlused tekitasid kauplemissüsteemi ettevõtetes ebakindlust ning valesid ootusi riigi varasemate lühinägelike otsuste tõttu. Konkurentsipüsimeks tuleb aga ettevõtelt seni tegemata jäänud keskkonnainvesteeringud ära teha ning selleks raha leida on praegu oluliselt raskem.

### RIIGIKONTROLLI HINNANGUL EI PAKU EESTI HEITEKAUBANDUSE TURULE KVALITEETSET „KAUPA“

Kasvuhoonegaasidega kauplemise jaotuskava alusel väljastatud kauplemisloa kohaselt peavad ettevõtted igal aastal esitama aruande õhkuheite koguste kohta. Aruanded läbivad kontrolli ehk tõendamise, mis peab tagama ettevõtete poolt õhku heidetud kasvuhoonegaaside koguse õigsuse ja seega ka kaubeldavate ühikute tõelevastavuse. Tõendamise käigus peab tõendaja veenduma, et ettevõttes kasvuhoonegaaside koguste määramiseks kasutatavate mõõteriistade, kaalude, laborite jmt sertifikaadid ja dokumendid on õiged ja kehtivad ning CO<sub>2</sub> määramisel ei ole tehtud selliseid vigu, mis võivad mõjutada õhku heidetud KHG kogust. Seega on tõendamine kauplemissüsteemi usaldusvärsuse

tagamise vahend, mis annab turul osalejatele kauba „ehtsuse garantii“. Selleks et tagada kõikide kauplemissüsteemis osalevate ettevõtete võrdne kohtlemine ühikute ostmisel ja müümisel, on tõendamise läbiviimiseks kehtestatud Euroopa Liidu ühtsed tõendamisreeglid.<sup>1</sup> Kuna tegemist on „kaalukaubaga“, on lubatud ka võimalik eksimus ehk määramatus koguse hindamisel ette antud (2,5–5%).

Alates 2008. aastast on Eestis välisõhukaitse seaduse kohaselt tõendajaks Keskkonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskus (ITK), kes aga tegelikult ettevõtete KHG koguste aruandeid ei kontrolli. Sisulise tõendamise on Keskkonnaministeerium delegeerinud Keskkonnaameti välisõhuspetsialistidele. Samas ei ole õigusaktide kohaselt Keskkonnaametile pandud vastutust ettevõtete aruannete õigsuse eest. Seega väljastab Keskkonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskus kinnitused ettevõtete õhku heidetud CO<sub>2</sub> koguste paikapidavuse kohta, ilma et seadusliku tõendajana veenduks ta ise aruannete õigsuses.

Riigikontrolli hinnangul on Keskkonnaministeeriumi rakendatava tõendamise süsteemi üks riskikoht asjaolu, et Keskkonnaameti välisõhuspetsialistide pädevust tõendajatena ei ole kontrollitud ega tunnustatud. Eesti on ainuke riik Euroopas, kus ei ole sõltumatute tõendajate akrediteerimise süsteemi. Kuna tõendamine vajab eriteadmisi, annab akrediteerimine kindluse, et tõendajad oskavad heitkoguseid reeglitekohaselt tõendada. Teised Euroopa riigid on loonud tõendajate akrediteerimise süsteemi ning korraldavad riiklikku järelevalvet tõendajate tegevuse üle. Keskkonnaameti välisõhuspetsialistidele Riigikontrolli poolt korraldatud küsitluse kohaselt hindas end tõendamise alal pädevaks 4 spetsialisti 8-st vastanust

<sup>1</sup> Tõendamine peab toimuma Euroopa Liidu seire ja aruandluse juhendi (EL-i otsus 2007/87/EÜ) kohaselt.



#### OÜ Alkranel keskkonnaalased konsultatsioonid alates 2000. a

- Projekteerimine (veevarustus ja kanalisatsioon, reoveepuhastus)
- Ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni arendamise kavad ning jäätmekavad
- Riigihangete ja rahastustaotluste ettevalmistamine (vee- ja jäätmemajandus)
- Keskkonnanalüüsi taotlemine, keskkonnanaruandlus
- Planeeringud (koostamine ja analüüsimine)
- Keskkonnauuringud, -konsultatsioonid ja -ekspertiisid
- Keskkonnamõju hindamine, strateegiline hindamine ja eelhindamine
- Müra hindamine ja müralevi modelleerimine



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



(kokku on tõendamisi läbiviivaid välisõhuspetsialiste Keskkonnaametis 11). Neli vastajat hindas oma teadmisi väheseks. Tõendajate vähest informeeritust näitab ka see, et EL-i seire ja aruandluse juhendit nimetas küsitluses kasutatava materjalina vaid kaks spetsialisti. Lisaks selgus, et kolm välisõhuspetsialisti ei olnud tõendamisest koolitust läbinud. Seega võivad Eestis heitkoguseid tõendada ka isikud, kellel puudub asjakohane väljaõpe.

Auditi käigus selgus, välisõhuspetsialistide praktika kasvuhoonegaaside aruannete kontrollimisel piirub paljudel juhtudel lihtsalt ettevõtte esitatud kasvuhoonegaaside aruande ja saaste kvartaluaruannete omavahelise võrdlemisega. Küsitluses märkisid vaid kaks ametnikku, et on CO<sub>2</sub> koguste määramiseks vajalike mõõteriistadega ettevõttes kohapeal tutvunud. Aruandeid kontrollides leidis Riigikontroll tõendajate poolt heaks kiidetud ettevõtete aruandeid, kus tõendaja oli nentunud, et ettevõtte pole CO<sub>2</sub> heitkoguseid määranud nõuetele vastavalt. Leidsid ka tõendamise aruandeid, kus kõik aruande vormil nõutud lahtrid ei olnud täidetud. Seetõttu ei ole selge, kas ettevõtte CO<sub>2</sub> heitkoguste määramine vastab nõuetele. Tähelepanu ei pöörata ka heitkoguse määramise täpsuse kontrollimisele. Paljud ettevõtted ei hinda ise KHG

koguste arvestamisel tekkivat määramatust, samas ei ole Info- ja Tehnokeskus ega Keskkonnaamet seda neilt ka andmete puudumise korral nõudnud. Vähesed on ka tõendajate oskused määramatust hinnata ja kontrollida.

Lisaks eelnevale ei taga Eesti õigusaktid heitekaubanduses ringleva kauba ehtsust, kuna need aktid ei ole kooskõlas EL-i heitekaubandust reguleerivate nõuetega, näiteks heitkoguste määramise täpsuse osas. Kui EL-i seire ja aruandluse juhend lubab käitajate aruannetes vigu 2,5–5% ulatuses, siis Eesti kauplemist reguleeriva õigusakti kohaselt ei tohi tõendaja ja ettevõtte aruandes toodud summaarne kasvuhoonegaaside heitkogus erineda rohkem kui 30%. Seega võib Eesti ettevõtete aruannetes olla suuri vigu, kuna tõendajad on oma tegevuses lähtunud Eesti õigusaktidest. Riigikontrolli hinnangul on see asjaolu juba kaasa toonud KHG kaubanduse turureeglite rikkumise. Keskkonnaministeeriumi sõnul on ette valmistatud õigusaktidesse tehtavad muudatused, mis viiksid Eesti süsteemi EL-i nõuetega vastavusse. Need muudatused pole veel jõustunud.

Riigikontrolli hinnangul ei vasta Eestis rakendatud ettevõtete KHG aruannete tõendamise süsteem EL-i heitekaubanduse reeglitele ega suuda tagada ettevõtte

poolt õhkupaisatud KHG koguste õigsust. Tõendamise puuduste tõttu ei kohelda Euroopa kauplemissüsteemis osalevaid ettevõtteid võrdselt, kuna kõikide ettevõtete heitkoguseid ei arvestata ega kontrollita ühtede ja samade põhimõtete järgi. Kui koguseid on arvestatud erineva täpsusega ning arvestustes esineb vigu, võib see kaasa tuua juhtumeid, kus ettevõtted on müünud või ostnud vabasid kasvuhoonegaaside ühikuid, mida tegelikult ei ole olemas. Rahalises vääringus võib see tähendada miljoneid kroone õigustamata kasumit või kahjumit.

Tõendamine on oluline ka riigi jaoks strateegiliste otsuste tegemisel. Praegust tõendamissüsteemi kasutades ei saa riik ülevaadet jaotuskava ettevõtetes tekkivast KHG tegelikust heitkogusest. Samas peab Euroopa Komisjon tõendatud heitkoguseid kõige usaldusväärsemateks KHG andmeteks ning soovib võtta need aluseks uute jaotuskavade koostamisel. Riigikontrolli hinnangul kanduvad käitiste heitkoguste tõendamise puudujääkide tagajärjed seega üle riiklikku poliitikasse ja kannatajateks jäävad nii riik kui ka jaotuskavasse kaasatud ettevõtted.

Auditi „Riigi tegevus kasvuhoonegaaside koguste vähendamisel“ aruandega on võimalik tutvuda Riigikontrolli kodulehel [www.riigikontroll.ee](http://www.riigikontroll.ee).

**blue ENERGY**  
group

- Soojuspumbad
- Kliimaseadmed
- Veetöötlusseadmed
- Veetöötluskemikaalide müük, kasutusjärelvalve ja nõuanne
- Vee- ja aurukatlamajad
- Päikeseküte

**ASHLAND**  
AMBIENT SPECIALTY CHEMICAL COMPANY

**OCHSNER**  
Kompetenz bei Wärmepumpen

**WIKORA**  
SolarSpeicherSysteme

**BEG Energia OÜ** Silikaltsiidi 8, 11216 Tallinn  
Tel 678 0725, Faks 678 0526, e-post:  
[info@begenergia.ee](mailto:info@begenergia.ee) [www.begenergia.ee](http://www.begenergia.ee)



**Energiasäästulahendused üle Eesti**

**TERMOPILT**

- Termograafilised ülevaatused
- Energiamärgised ja -arvutused
- Energiaauditite koostamine
- Piirete õhutiheduse kontroll
- Küttesüsteemide projekteerimine ja häälestamine
- Energiasäästualane nõustamine

[www.termopilt.ee](http://www.termopilt.ee) [info@termopilt.ee](mailto:info@termopilt.ee)

**PÄRNU** Papiniidu 19-211 **TARTU** Riia 24a  
☎ 53489959 ☎ 53491182

# TUUMAJAAMA *THREE MILE ISLAND* AVARII PÕHJUSED, TAGAJÄRJED JA MÕJUD

HENRI ORMUS

ERITI EESTI ajakirjanduses on ühest tuumaelektrijaamade ajaloost suurimast (peale Tšernobõli) õnnetusest – avariist *Three Mile Island* tuumaelektrijaamas ning selle põhjustest, kulust, tagajärjedest ja järelmõjust maailma tuumaenergeetikale ning tuumaturvalisuse arengule liiga vähe juttu olnud.

*Three Mile Island* kahe kergeveereaktoriga (sellised on umbes 80 % maailma 436-st töötavast tuumareaktorist) TMI-1 ja TMI-2 tuumaelektrijaam asub USA-s Pennsylvania osariigi pealinna Harrisburgi vahetus läheduses Susquehanna jõe saarel (joonis 1). Mõlemad reaktorid on *Babcock & Wilcox* 900 MW-sed survevesireaktorid. TMI-1 võeti kasutusele 1974. aastal ning TMI-2 oli enne õnnetust jõudnud töötada vaid kolm kuud.

28. märtsil 1979 kell 4.00 seiskusid kõik TMI-2 jahutusveepumpad ja turbiin, katkestades soojusülekanne reaktori primaarsüsteemist (joonisel 2 roosa) sekundaarsüsteemi (joonisel 2 sinine). Õnnetuse hetkel oli TMI-1 kütuse laadimiseks parasjagu suletud, TMI-2 aga töötas 97 % täisvõimsusest, soojusvõimsusega 2734 MW. Kuna häired jahutusveepumpade töös on üsna tavalised, on reaktoril varupumpadega varujahutussüsteem, mis võtab vajaduse korral üle põhipumpade töö. Selles süsteemis oli kolm varupumpa: kaks elektrilist ja üks auruturbiini jõul töötav (et vähemalt üks pump oleks rakendatav ka täieliku elektrikatkestuse korral). Nagu ette nähtud, käivitusid automaatselt kõik kolm pumpa. Pumpade normaalse jõudluse saavutamiseks kulus 15 sekundit. Samal ajal tõusid primaarsüsteemis temperatuur ja rõhk ning pärast rõhualandusventiili avanemist rakendus reaktori automaatseiskamissüsteem (ingl k *SCRAM*). Reaktor



Joonis 1. *Three Mile Island* tuumajaam oma kahe reaktori ja nelja jahutustorniga

Allikas: wikimedia.org

seiskus. Radioaktiivsel lagunemisel eralduva soojuse (kohe pärast reaktori seiskamist umbes 7 % selle võimsusest) tõttu peab reaktori pidevalt jahutama ka pärast seiskamist. Siimaani oli avariikulgu ootuspärane ning reaktori turvaline jahutamine oleks pidanud olema võimalik. Tegelikult oli aga tekkinud kaks tõrget, millest operaatorid ei olnud teadlikud.

Üks tõrgetest oli seotud kahe sekundaarsüsteemi varujahutussüsteemi sulgeva siibriga, mida tavaliselt kasutatakse hooldustööde tegemisel. Need siibrid peavad olema jaama töötamise ajal avatud ning ainult üks neist tohib olla lühikest aega kinni. Ometi olid mõlemad siibrid jäetud eeskirjavastaselt ja hooletuse tõttu suletud asendisse. Ilmselt juhtus see hooldustööde ajal kaks päeva enne õnnetust. Sellest tingituna seiskus jahutusvee vool sekundaarsüsteemis täielikult, mistõttu aurgeneraatoris olev vesi kahe minutiga täielikult aurustus.

Teine tõrge oli primaarsüsteemi rõhualandusventiilis, mis oleks pidanud

pärast avanemist 10–15 sekundi pärast uuesti sulguma, ent jäi avatuks. See tähendas primaarsüsteemi leket, s.o reaktori tuuma jahutusvee pidevat vähenemist. Kontrollruumi indikaator näitas, et sulgemissignaali on elektrimootoriga juhitavasse ventiili saadetud ning see pani operaatorid ekslikult arvama, et sulgemine kulges edukalt. Teave ventiili tegeliku asendi kohta puudus.

Et siibrid on suletud asendisse jäänud, avastati kaheksa minutiga, ent see, et rõhualandusventiil on avatud asendisse jäänud, alles kaks ja pool tundi hiljem. Siis ta kohe ka suleti.

Kuna rõhk primaarsüsteemis avatud ventiili tõttu langes, rakendus reaktori tuuma automaatne varujahutussüsteem (*Emergency Core Cooling System, ECCS*), et seda jahutada nii, nagu ette nähtud. Operaatorid arvasid, et primaarsüsteemis on liiga palju vett, tegelikult oli asi vastupidi. Seetõttu lubasid nad varujahutusel töötada vaid mõne minuti ning sulgesid jahutusvee pealevoolu. Siin tehtigi saatuslik viga, mis ennekõike oli tingitud puudulikust kontrollnäi-

dikusüsteemist ja operaatorite ebapiisavast ettevalmistusest avariiolekorraks.

Reaktori tuum jäi mitmeks tunniks piisava jahutusega, mis põhjustas selle ulatusliku sulamise. Suur hulk radioaktiivseid osakesi levis läbi avatud rõhualandusventiili koos jahutusvee ja auruga reaktorihoonesse ning sealt edasi abihoonetesse. Väliskeskonda jõudis küll ainult väike osa radioaktiivseid gaase, mis andsid ümberkaudsetele elanikele keskmiselt 0,01 mSv suuruse lisa-kiiritusdoo-  
si. Võrdluseks olgu öeldud, et looduslik taustdoo on keskmiselt 2–5 mSv aastas, seega said ümberkaudsed elanikud avariitagajärjel keskmiselt 0,2 – 0,5 % aastastest looduslikust doosist.

Avariile järgnenud päevad olid elanike jaoks stressirohked ja segadust tekitavad. Juhtunu ja veelgi juhtuda võiva kohta levis mitmeid versioone. Maad võttis hirm, inimestel ei olnud toimivast selget ülevaadet. Suurel määral oli see tingitud puudulikest teavitamisest ning valitsusametite ja meedia mõõda-  
rääkimistest. Tekkis paanika, mis viis massilise linnast lahkumiseni. Evakuatsiooni kavas ei olnud, pigem tingisid selle meedia ja avaliku sektori oletused ning toimunust selguse puudumine.

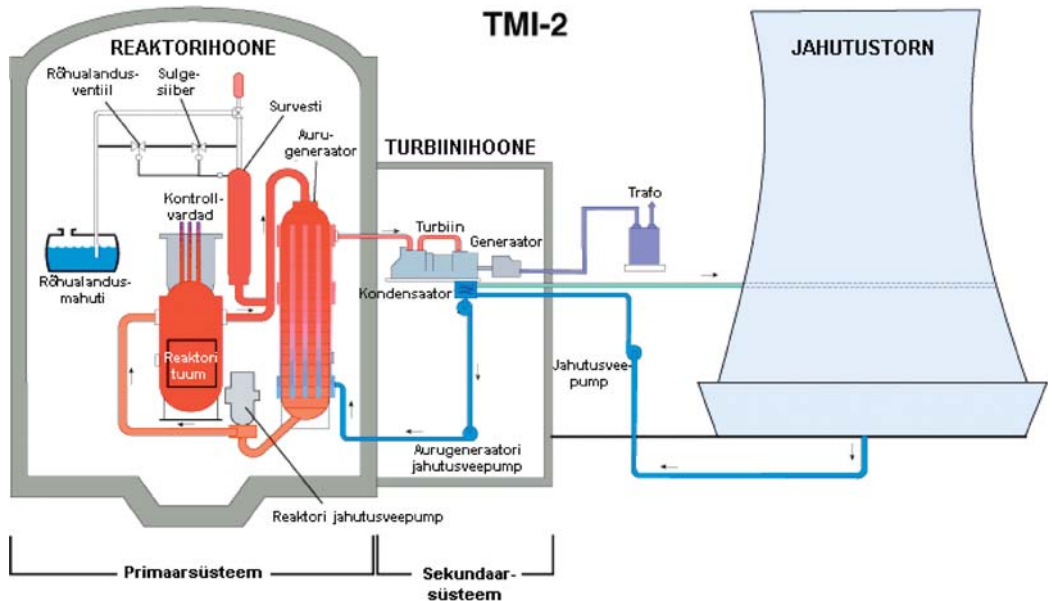
Three Mile Islandi avariit oli ootamatu ja šokeeriv tagasilöökk maailma ja ennekõike USA tuumaenergeetikale. Sellest hoolimata olid sellel ka omad head küljed. TMI-2 avariist sai tõsine pöördepunkt tuumaturvalisuse arengus. Saadi aru, et midagi oli kahe silma

vahele jäetud ning et reaktorituuma sulamine polegi nii ebatõenäoline, kui seda oli arvatud. Mõisteti, et inimteguril on sama suur roll kui tehnilistel asjaoludel. Muutus palju. Üha suuremat tähelepanu hakati pöörama operaatorite koolitamisele ja avariiolekorrast tegutsemise kavadele. Muutus ohutuskorraldus ning kehtestati ranged eeskirjad ka kõige väiksemate protseduuride kohta. Pidevalt täiustati protsessi juhtimis- ja seiresüsteeme ning, mis kõige olulisem, üritati minimeerida inimtegurit, s.o vähendada inimese sekkumise vajadust avariiolekorrast. Selle tulemusena on praeguseks jõutud nii kaugele, et ajakohased III+ ja IV põlvkonna reaktorid ei vaja operaatorite sekkumist isegi kuni seitsme päeva jooksul isegi kõige suuremate õnnetuste korral.

USA-s asutati INPO (Institute of Nuclear Power Operations), et tagada tuumajaamade opereerimisel kõrge turvalisus, usaldusväarsus ja kvaliteet. Kehtestati palju uusi reegleid, standar-

deid, seadusi ja piiranguid, mis kõik kasvasid välja Three Mile Islandi õppetundidest ning mis on muutunud praeguse tuumatööstuse endisest tunduvalt turvalisemaks ja usaldusväärsemaks. Kui 1985. aastal oli USA tuumaenergia kasutamise järelevalvekomisjoni Nuclear Regulatory Commission andmeil tõsiseid vahejuhtumeid reaktori kohta 2,38, siis aastal 1997 vaid 0,10. See näitab tõsist edasiminekut tuumajaamade opereerimisel.

**Autorist.** Henri Ormus (26) on sooritanud magistrantuuri Rootsi Kuninglikus Tehnoloogiainstituudis tuumaenergeetika erialal (2009). Praegu töötab ta külalisinsenerina IRIS-nimelise IV põlvkonna reaktori turvaanalüüside alal Ameerika Ühendriikide ühe suurima tuumajaamatootja ja -arendaja Westinghouse Electric Company ridades sealsamas Pennsylvania osariigis, kus 30 aastat tagasi artiklis kirjeldatud õnnetus juhtus.



Joonis 2. Three Mile Islandi tuumajaama skeem

Allikas: www.world-nuclear.org

**Tippkvaliteediga puhurid  
ja vaakumpumbad**

**RÕHUME ÕHULE**

**KOMPRESSORIKESKUS**

**TALLINNAS:**  
Kadaka tee 5    Tel 615 5550  
10621 Tallinn    Faks 615 5551  
info@kompessorikeskus.ee

**TARTUS:**  
Vasara 52d    Tel 730 3500  
50113 Tartu    Faks 730 3501  
tartu@kompessorikeskus.ee

[www.kompessorikeskus.ee](http://www.kompessorikeskus.ee)

# EESTILE SOBIVAD HELIO-SOOJAVEESÜSTEEMID

## TEOLAN TOMSON

TTÜ materjaliteaduse instituudi vanemteadur, tehnikadoktor

VIIMASTEL AASTATEL on päikeseenergeetika tehnilised lahendused nii elektri kui ka sooja majapidamisvee tootmisel Eestis tõepoolest levima hakanud. Fotoelektrilised ehk PV-moodulid leiavad kasutuskoha elektrivõrguga ühendamata paikades, eeskätt saartel (nt Naissaar).

Soojaveesüsteeme on mõistlik arendada seal, kus sooja vett on vaja kogu aeg ja eriti suvel (nt puhkebaasides, haiglates, turismitaludes). Koolidel on suvel vaheaeg, vett ei tarbita ning seetõttu on nende helio-soojaveesüsteemide tasuvus küsitav.

Eestis kasutatakse kaht tüüpi heliokollektoreid – lame- ja vaakumtorukollektoreid (joonised 1 ja 2). Pole selge, kumba tasub eelistada, sest mõlemal on omad head ja vead.

Jättes kõrvale hinna, vaadagem nende kollektorite sobivust Eesti oludesse, tuginedes (ligikaudsele) arvutisimulatsioonile. Aluseks on võetud kollektori (absorberi) ühe ruutmeetri arvutuslik jõudlus vee soojendamisel temperatuuridelt 7, 30 ja 50 °C. Need temperatuurid valiti ideaalselt stratifitseeritud 300-liitrise salvesti mudelist. Veevärgist süsteemi võetavat vett, mille temperatuur on 7 °C, hakatakse soojendada hommikul, eeldades, et 100 liitrit kuuma vett on eelmisel öhtul ära tarvitatud; 30 °C on eelmisel päeval süsteemi võetud ja päeva jooksul üles soojenenud vee vahekihi temperatuur (kokkuleppeline väärtus, kihi tegelik lõpptemperatuur sõltub aastaajast) ning 50 °C on viimase, öhtul ära tarvitatava vee kokkuleppeline temperatuur tööpäeva alguses. Vee soojenemine heliokollektoris on võrdeline päikesekiirguse intensiivsusega (kiirustihedusega) ja väheneb kollektori sise- ja välistemperatuuri



**Joonis 1. Austria firma Sonnenkraft Eestis kasutatav lame heliokollektor SK 500**



**Joonis 2. Eestis kasutatav Hiina päritolu vaakumtorukollektor SPA-58-1800**

vahe tõusuga. Kõik need suurused on perioodilised (aasta- ja ööpäevatsükkel) ja juhuslikud (pilvitus, tsüklonite toime) ning seepärast saab võrdlust teha ainult statistilisi keskväärtsusi rakendades. Käesolevas võrdluses on kasutatud Tõraverre observatooriumis registreeritud kiirgusandmeid [1] ning

### Huba Control



Rõhu-, nivoo- ja jõuandurid  
Elektronrõhu- ja ülejõulülitid  
Diferentsiaalrõhu- ja vaakumlülitid  
Rõhumõõtjad

### HAMILTON

THE MEASURE OF EXCELLENCE™

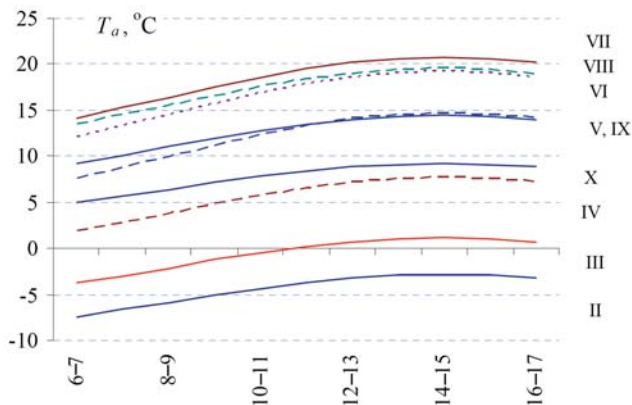


Andurid pH, redokspotentsiaali,  
hapnikusisalduse, juhtivuse  
ja temperatuuri mõõtmiseks  
nii laboris kui protsessis



AS TERAMET

Pärnu mnt 160  
11317 Tallinn  
Tel 651 8310  
Faks 651 8311  
info@teramet.ee  
www.teramet.ee



Joonis 3. Arvutuslikud päevatemperatuurid Tallinnas

Tallinna koordinaate ja temperatuuriandmeid [2]. Iga kuud on iseloomustatud selle 15. kuupäevale omistatud keskmiste andmetega. Joonisel 3 on esitatud Tallinna keskmiste õhutemperatuuride kõverate siinuseline aproksimatsioon. Pandagu tähele, et välistemperatuuri  $T_a$  maksimum saabub 2–3 tundi pärast keskpäeva.

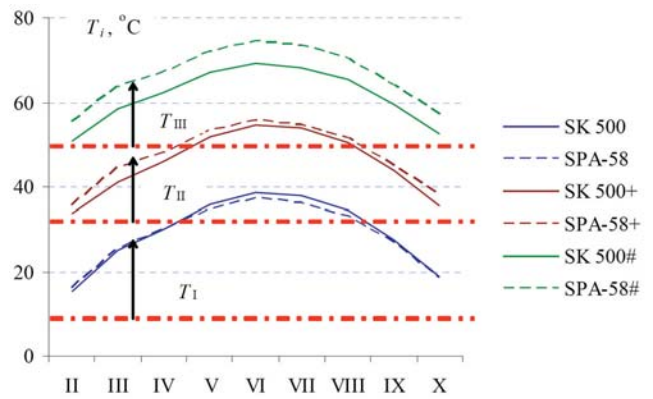
Tööpäevaks loeti ajavahemikku 6.00–17.00 (päikeseaeg!), mil päikesekiirte nurk kollektori tasapinna ristjoone suhtes on alla  $60^\circ$ . See lubab välistada kiirguse omastamise sõltuvust sellest nurgast. Üle  $60$ -kraadise nurga korral kahaneb kiirguse omastamine kiiresti.

Simulatsiooni tulemusi kajastab joonis 4. Kollektori muundustegur  $\eta$  on kirjeldatav lihtsustatud valemiga  $\eta = \eta_0 - U_L(T_a - T_i)/G$ , milles  $T_a$  on välistemperatuur (joonis 3) ja  $T_i$  uuritava veekihi (muutuv!) temperatuur vaadeldava tunni vältel. Mõlema kollektori arvutusnäitajad on alljärgnevad.

Kollektor	SK 500	SPA-58-1800
Algmuundustegur $\eta_0$	0,795	0,674 (0,777)
Soojuskadu $U_L, Wm^{-2}K^{-1}$	3,63	2,45

Vaakumtorukollektor on omapärane selle poolest, et põiki torusid, kuid nurga all langevat kiirgust omastatakse paremini kui risti langevat. Seepärast kasutati simulatsioonis kollektori SPA-58-1800 algmuundusteguri  $\eta_0$  keskmist väärtust (0,777), mitte passis antud algväärtust 0,647. Aasta- ja kellaajast sõltuva kiiritustiheduse  $G$  ( $MJm^{-2}$ ) väärtused saadi Eesti kiirguskliima teatmikust [1].

Tööpäeva alguses on vee temperatuur  $T_i$  olenevalt vaadeldavast veekihist kas 7, 30 või  $50^\circ C$ ; tööpäeva lõpul vastavalt joonisel 4 esitatud graafikule. Soojendatava vee ringluskiiirus on kokkuleppeliselt 100 liitrit tunnis. Tegelikus süsteemis ei ole joonisel 4 toodud väärtused kehtivad, sest kollektori tegelikku pinda võrdlev analüüs ei arvesta, küll aga lubab võrdlussimulatsioon üht-teist hinnata. Joonisel 4 on näha, et I kihi vee eelsoojendamiseks sobib suve jooksul kõige paremini lame heliokollektor, veebruaris ja märtsis aga mitte. Keskmise ja kõrgema temperatuuriga kihtide II ja III jaoks oleks parem vaakumtorukollektor (jooned lisamärkidega vastavalt + ja #). Mida soojemat vett soovitakse, seda suuremaks selle eelis kasvab. Lõpliku otsuse peab andma majandusanalüüs. Seda pole siinkohal tehtud, sest tootjad (ja edasimüüjad) eelistavad tänapäeval turustada toodet komplektina, millesse peale kollektorite kuuluvad salvesti, pump, süsteemi elektronkontroller ja torustik ning milles kollektori enda hind pole näha. Selline müügitaktika takistab ka ratsionaalse he-



Joonis 4. Veekihtide I, II ja III arvutustemperatuur tööpäeva lõpus: SK-500 on Sonnenkrafti lamekollektor ning SPA-58 vaakumtorukollektor

lio-soojaveesüsteemi koostamist erisugustest kollektoritest – vee eelsoojendamiseks on süsteemis odavam lame- ning järelsoojendamiseks kallim vaakumtorukollektor [3]. Jadamisi seatud eri kollektorite (osasüsteemide) kasutamine suurendaks Eesti oludes saagist 10–15 %.

Viidatud allikad

1. Russak, V., Kallis, A. Eesti kiirguskliima teatmik. Toim. H. Tooming. EMHI, Tallinn, 2003.
2. www.emhi.ee/index.php?ide=6,299,302
3. Tomson, T. Lõhestatud struktuuriga heliosüsteem. – Keskkonnatehnika, 1/2000, 21.

www.martem.eu  
martem@martem.eu



# AVATUD ELEKTRITURUL PAKUB OMA ABI TAXERNET

**AIVAR MÖLL**

Ektaco AS

JÄRJEST LÄHEMALE jõuab päev, mil Eestis avaneb elektriturg. Kui poliitikud oma kemplemisega õnnelikult lõpule jõuavad, juhtub see 1. aprillil. Esimeses järjekorras puudutab elektriturgu suuri tarbijaid, kes ostavad ühest liitumispunktist rohkem kui 2 GWh elektrienergiat aastas – hinnanguliselt 35 % Eestis müüdavast energiakogusest. Ülejäänud 65 % elektrist müüakse endiselt konkurentsiameti kooskõlastatud fikseeritud hinnaga. Alates 2013. aastast peaks Eestis aga kogu elekter müüdma vabaturuhinnaga. Jutt on ainult elektri hinnast, lisaks tulevad võrgutasud, mis jäävad ikka fikseerituks ja vastavaks kohaliku võrguettevõtte (nt Jaotusvõrk, Fortum Elekter) hinnakirjale. Võrguettevõtet tarbija valida ei saa.

Elektrienergia hinda hakkab kujundama elektribörs *NordPool*, mis jaguneb Soome, Rootsi, Taani, Norra ja Saksamaa hinnapiirkondadeks. Eestis käivitab *NordPool* kaabli *Estlink* abil Helsingi hinnapiirkonnaga ühendatud hinnapiirkonna *Estlink*. Meil hakkab seetõttu elektrienergia hind oluliselt sõltuma selle hinnast Soomes ja muudes Põhjamaades. Hinda mõjutavad suuresti ka Venemaa ja Balti riikide tootjad, kellele avaneb võimalus elektrit müüa elektribörsi vahendusel.

On raske ennustada, mis suunas mõjutab turu avanemine elektri keskmist hinda. Hinnad Eestis ja meie naaberladel praegu kuigi palju ei erine. Kuid üks on üpriski kindel: nagu muidki börsse, iseloomustab ka elektribörsi hinna suur kõikumine, mis võib toimuda äkki ja olla hirmutavalt suur. Normaalsest külmem ilm, suure jõujaama remont või avarii – kõik need tegurid võivad normaalset hinda mitmekordseks muuta.

Üldjuhul ei hakka väiksemad ettevõtted elektribörsil *NordPool* kauplemas otse, vaid saavad vabaturul sõlmida elektrit tootvate firmadega ostu- ja müügilepinguid. Enamik ettevõtteid

eelistab kindlustunnet tagavaid fikseeritud hindadega lepinguid. Ometi peab endale aru andma, et fikseeritud hinnaga elekter ei saa üldjuhul olla börsi keskmisest odavam, sest keegi peab kinni maksma ka börsiriski. Eesti Energia on alustanud müügitööd, et sõlmida lepingud võimalikult suure osaga potentsiaalsetest vabaturuklientidest. Paljudel juhtudel võib Eesti Energia pakutav leping meie ettevõtetele parimaks osutuda, ent pole sugugi üleliigne tutvuda ka muude firmade hindade ja tingimustega. Eestis on üks selline börsi ja ettevõtteid vahendav firma *Baltic Power Partners*.

Optimaalse ostu- ja müügilepingu sõlmimiseks elektrit tootva firmaga on vaja detailideni tunda oma ettevõtte elektritarbimist. Parima hinna võib saada täpselt tellitud kogusele. Nii üle- kui ka alatarbimine suurendab energia keskmist hinda. Peale ööpäevase hinnamuutuse tuleb arvestada ka elektri hinna sesoonsel kõikumist. Börsil on elekter üldjuhul kõige kallim külmal talvekuudel ning odavam kevadise suurvee ajal. Paindliku tehnoloogia ja äriskeemi puhul võib kulud kokku hoida, kui energiama hukas tootmisteguvus viia võimalikult odava elektri hinnaga perioodidele.

Üks vajalik samm ettevõtte elektritarbimise optimeerimiseks on elektrikulu mõõtmine kauglugemissüsteemi abil, täpsete tarbimisandmete kogumine andmebaasi ning nende analüüsimine. Selliseid elektriarvestussüsteeme *Taxernet* (<http://www.ektaco.ee/taxernet/taxernet/index.htm>) toodab Eestis ettevõtte **Ektaco**. Enamasti ei piisa sellest, et võrguettevõtte mõõdab elektrit liitumispunktis, mõõta on vaja ka kõigis olulistest tootmisetappides. Suuremad seadmed tuleks varustada eraldi arvestitega ning kõik arvestid liita ettevõtte ühtsesse elektrienergia arvestussüsteemi. See süsteem peaks võimaldama koguda ka tunniandmeid, sest nendega opereerib elektribörs. Kui lisada olemas-

olevatele või paigaldatavatele arvestitele *Takseri* andmeterminalid, saab koguda ja arhiveerida analüüsimiseks vajalikud andmed *MSSQL*-il põhinevasse andmebaasi. Elektrienergia arvestussüsteemi abil on ettevõttel elektritarbimist lihtne optimeerida. Peale selle saab koostada energiabilansi, mis võimaldab leida ja vähendada kadusid ning fikseerida kõik elektrikatkestused. *Taxerneti* tarkvara võimaldab ettevõtetes toimivaid infosüsteeme omavahel ühendada ning on pidevalt arenedes tõestanud oma võimekust abistama juhte oluliste otsuste tegemisel.

*Taxerneti* elektriarvestussüsteem võimaldab:

- koguda eri arvestite näite kuu, päeva ja tunnise intervalliga;
- arvestada elektritarbimist arvete esitamiseks;
- koostada bilansse elektrikao allikate avastamiseks;
- näidata tarbimist, võimsust ja elektrikadu tabelite ja graafikutena;
- teha elektrienergia kahetariifset arvestust;
- fikseerida elektrikatkestusi;
- pidada klientide andmebaasi;
- liita elektriarvestussüsteemi ka vee-, sooja- ja gaasiarvestid.

*Taxerneti* elektriarvestussüsteeme Eestis tootev Ektaco AS (asutatud 1989, vt [www.ektaco.ee](http://www.ektaco.ee)) on ainulaadne ettevõtte, kelle meeskonnal on energeetika-, automaatika- ja IT-valdkonnas aastatepikkune kogemus. Süsteemide integraatorina on meid tunnustanud pikaajalised koostööpartnerid ja võtmecliendid. I.A.M.

**Avatud elektriturul on Taxernet kindel abimees.**

Lisateave: [aivar@ektaco.ee](mailto:aivar@ektaco.ee)  
[www.ektaco.ee](http://www.ektaco.ee)



# KALLAVERE 110/35/10 KV ALAJAAM LÄBI AEGADE

## ANDRUS AAVING

ABB AS

KALLAVERE 110/35/10 kV alajaama koos 110 kV kaheahelalise liiniga Aruküla alajaamast ehitas endale Maardu Keemiakombinaat. 110 kV jaotla ehitati algul H-skeemina: viis võimsuslülitiga lahtrit, kaks 40 MVA-st jõutrafot ning 35 kV ja 10 kV jaotlad, kumbki kahe sektsiooniga. Alajaam pingestati esimest korda 1973. aastal.

Mõni aasta hiljem tekkis Eesti Energia arengukavaga seoses (Iru elektrijaama ehitus ja selle ühendamine elektrisüsteemi ning Idapiirkonna ja Tallinna ühendamine Kuusalu liini abil) vajadus võtta alajaam üle Eesti Energiale ning uuendada ja täiustada 110 kV jaotlat (algul olid selles väga väikese ressursi ja töökindlusega MG-110 tüüpi võimsuslülitid). Kohe pärast ülevõtmist alustas Eesti Energia 110 kV jaotla täielikku rekonstrueerimist kolme latisüsteemiga jaotlaks. Kasutati NSVL päritolu lahklüliteid ning Rootsist saadud ASEA võimsus- ja lahklüliteid. Uuendatud alajaam pandi tööle aastatel 1978–1980.

Järgmise rekonstrueerimise tingis vajadus toita elektriga Muuga sadamat. Paigaldati kolmas 25 MVA-ne jõutrafo ning lisati 110 kV lahtrid ja kahe sektsiooniga 10 kV jaotla, kõik NSVL päritoluga seadmed. Tööle pandi nad aastatel 1983–1984. Edasine alajaama laiendamine toimus juba Eesti Vabariigi ajal seoses Muuga sadama ja Viimsi piirkonna elektrivarustuse töökindluse tõstmisega aastatel 2000–2002.

Eespool kirjeldatu tulemusena kujunes alajaam, kus olid segamini mitme eri tootja ja põlvkonna seadmed. Esimeses järjekorras paigaldatud seadmete ressurss oli ammendunud ning hooned olid väga halvas seisukorras. Oluline Tallinna, Maardu ja Viimsi piirkonna sõlmajaam ei vastanud enam tänapäevanõuetele.

Riigihanke Kallavere alajaama täielikuks renoveerimiseks korraldas Põhivõrk OÜ (praegune Elering OÜ) 2007. a sügisel. Edukaks pakkujaks osutus ABB AS. Jaanuaris 2008 sõlmitud töövõtuleping (ilma käibemaksuta summa 82,7 miljonit krooni), mis nägi ette kogu ala-



Foto: Andrus Aaving

jaama nn võtmed-kätte renoveerimise, hõlmas projekteerimise, seadmete tarne ning ehitus-, paigaldus- ja seadistustööd. Projekteerimisega alustati kohe pärast lepingu sõlmimist ning ehitus- ja paigaldustööd vältasid ligikaudu aasta. Alajaama etapiviisilise pingestamisega alustati kevadel 2009 ning lõplikult valmis alajaam anti kasutamiseks üle oktoobris 2009.

Tänapäevaste seadmete kasutamine võimaldas lihtsustada alajaama skeemi kahelatisüsteemseks ning hoolika projekteerimistöö tulemusena õnnestus alajaama territooriumi tublisti vähendada (uuele piisav vaid 40 % vana jaama omast). Olulist ruumisäästu andis välisjaotusseadme asendamine 35 kV elegaasisolatsiooniga sisejaotusseadmega.

Enamik alajaama uutest seadmetest: 110 kV elegaasisolatsiooniga võimsuslülitid, 110 kV silikoonisolaatoritega voolu- ja pingetrafod, 35 kV elegaasisolatsiooni ja vaakumvõimsuslülititega sisejaotusseade ning 10kV õhkisolatsiooni ja vaakumvõimsuslülititega sisejaotusseade, omatarbeseadmed, tänapäevased releekaitse ja juhtimis-seadmed on toodetud kontserni ABB tehastes. Mõned seadmed on ABB pikaajaliste koostööpartnerite tooted: 110 kV lahklülid (Coelme, Itaalia), 10 kV kaarekustutuspoolid (Trench, Austria) ja 10 kV kondensaatorid (Nokian Capacitors, Soome). Releekaitstes ja juhtimis-seadmetes kasutati kontsernis ABB toodetavaid viimase põlvkonna komponente. Alajaama lülitusseadmed on varustatud mootorajamitega, mistõttu

kõiki lülitusoperatsioone on võimalik teha elektrivõrgu juhtimiskeskustes.

Elering OÜ releekaitse- ja juhtimis-seadmetiku jaoks ehitati uus hoone ning eraldi hoone Jaotusvõrk OÜ 35 kV ja 10 kV jaotusseadmetele. Alajaama jäid kasutusse olemasolevad, ent Elering OÜ renoveeritud 40 MVA jõutrafod pandi uutele vundamentidele ja ümbritseti müratõkkeseintega, et piirata trafomüra kandumist väljapoole alajaama territooriumi. Trafode vundamendid ühendati õlipüüduriga, et lekke korral vältida õli sattumist väliskeskkonda. Projekt nägi ette ka alajaama sidumist olemasoleva elektrivõrguga, seetõttu ehitati uued 110 kV õhuliinide sisestused ning 35 kV ja 10 kV kaabelliinide väljaviigid.

Uusi seadmeid käitavale personalile korraldas ABB väljaõppe, mis toimus nii seadmeid valmistanud tehastes kui ka alajaamas enne seadmete töölepanemist.

Täies mahus renoveeritud Kallavere alajaam töötab oluliselt Tallinna, Muuga, Maardu ja Viimsi piirkonna elektrivarustuse töökindlust ning vähendab tunduvalt tellija käidukuluseid. neis piirkondades

ABB AS tänab hea koostöö eest projekti realiseerimisel nii tellijat Elering OÜ-d kui ka põhilisi alltöövõtjaid: üldehitustööd teinud Asi Eesti ESM ja elektripaigaldustööd teostanud Graben OÜ-d.

Kallavere alajaama puutuva ajaloolise teabe eest tänab artikli autor hr Jaan Otsa Elering OÜ-st.

A.M.

# ABB LAHENDUSED ANNAVAD KLIENTIDELE UUSI VÕIMALUSI

## HANNO LUTS

ABB AS tööstusautomaatika projektijuht

KOHALIKE veemajandussüsteemide rekonstrueerimine on muutunud viimastel aastatel, eriti pärast Eesti astumist Euroopa Liitu ning sellega kaasnenud toetusi, järjest aktuaalsemaks. Suur osa kohalikke omavalitsusi on neid süsteeme uuendanud ja uuendamas või kavatses seda lähiajal teha.

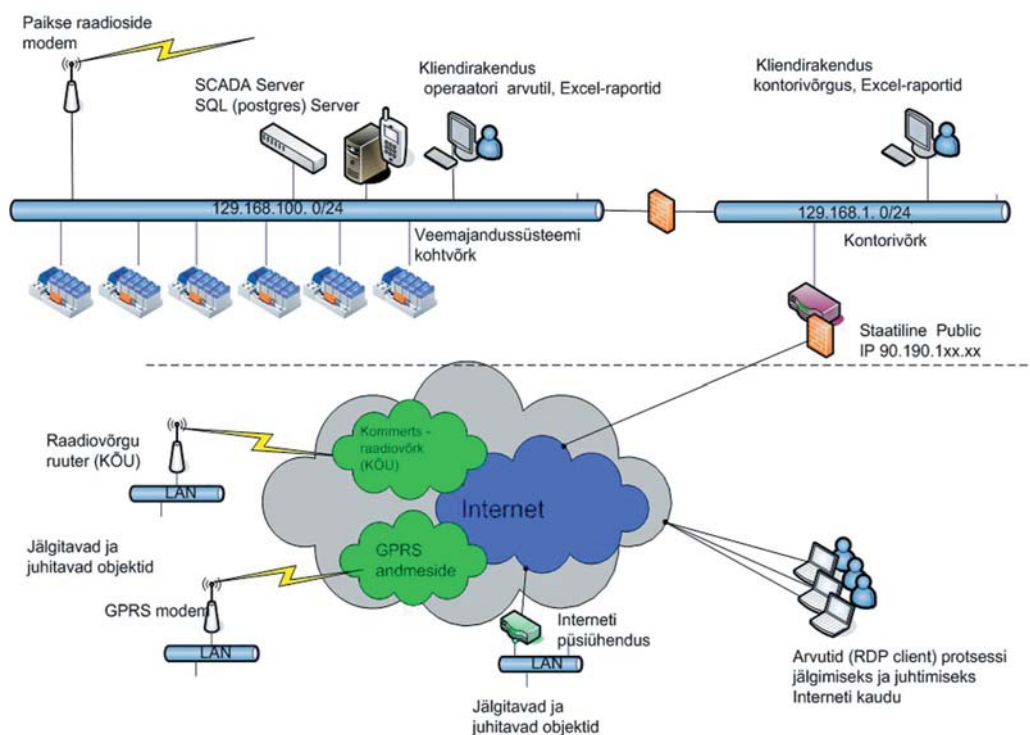
Rekonstrueerimine, mille lõppeesmärk on tarbija heaolu, tähendab muuhulgas ka uut lähenemist – uusi tänapäevaseid nõudeid ja sageli senisest täiesti erinevaid tehnoloogilisi lahendusi. ABB lahendused on progressiivsed ja ainulaadsed ning paistavad silma töökindluse ja tõhususe poolest.

## MITMESUGUSED SIDELAHENDUSED

Mõistagi ehitatakse veemajandussüsteemide rekonstrueerimisel palju uut juurde. Üldjuhul hõlmavad süsteemid suurt maa-ala. Koostöös sidelahendusi pakkuvate ettevõtetega valminud ABB lahendused võimaldavad kuitahes suurelt territooriumilt kogunevat teavet koondada ühte juhtimiskeskusse – keskserverisse. Serverile pääseb üldjuhul ligi vaid valvedispetšer, kes võib paikneda ettevõtte territooriumil või hoopis kodus ning juhtida süsteemi Interneti kaudu.

Süsteemi toimekindluse huvides on juhtimiskeskuses võimalik võtta ennetavaid meetmeid, mis on eriti oluline tõrgeteta veevarustuse tagamiseks külmadel talvedel.

ABB pakub mitmesuguseid, konk-



reetsele süsteemile sobivaid sidelahendusi. Nt metsas paiknevatel objektidel on kaabelkommunikatsioonide ehitamine keeruline ning nende jaoks on olemas traadita side lahendused. Nendes kasutatakse koostöös ASiga Televõrk CDMA-võrku, mida laiemalt tuntakse KÖU interneti nime all ning millel on mitu eelist. Esiteks on see üks odavamaid traadita side kommertsilahendusi, mille puhul andmemahu ei arvestata. Teiseks on tehniline lahendus objektide sidumiseks lihtne ning kolmandaks on KÖU kiirus võrreldav 3G-mobiilsideteenusega, mis võimaldab protsesse jälgida videokaamerate abil. KÖU internetti on seni rakendatud mitmel suurel objektil Põlva-, Lääne- ja Saaremaal. Nagu kogemused näitavad, on KÖU-signaali levi väga hea, eriti hõredasti asustatud aladel.

Lihtsam lahendus on rakendada SMS-teavitamist kesksesse, kus sõnumid ajaliselt arhiveeritakse ja vajaduse korral ka visualiseeritakse.

ABB sidesüsteem on avatud ja toetab kõiki muid sidelahendusi, nt GPRS, WiMax, paikset raadiovõrku, interneti püsiühendusi jms.

## INFO LIIGUB SEKUNDITEGA

Infot väljastatakse kindlate reeglite alusel, et tagada selle liikumist kohapealt kesksesse ja vastupidi. ABB lahenduste puhul ei sõltu teabe liikumise kiirus ja kättesaadavus enam objektide arvust ega paiknemisest, nagu see oli jadaliidese kaudu toimunud andmevahetuse puhul. Praegu kulub kogu objekti info liikumiseks kesksesse vaid mõni sekund. Tänu info õigeaegsusele on mitmel objektil avastatud väikesi vigu, mis oleksid võinud süsteemis suuri tõrkeid põhjustada.

ABB lahendused annavad kasutajale rohkeid võimalusi. Ühelt poolt võimaldavad nad visualiseerida kaugjälgitava objektide seisundit, juhtida seadmeid ja muuta seadesuurusi, kuvada graafi-



kuid (trende), informeerida häiretest ja neid salvestada ning andmeid arhiveerida. Teiselt poolt saab nii veetevõtte kohtvõrgust kui ka väljastpoolt objekte kaugjälgida ja -juhtida ning pääseda ligi andme- ja häirearhiivile.

**KESKUSE VISUALISEERIMIS-TARKVARA ON KLIENT-SERVER-ARHITEKTUURIGA**

Interneti kaudu on võimalik teha samu toiminguid mis juhtimiskeskuses. Kõik sisseloginud kasutajad on üksteisest sõltumatud – nad saavad süsteemi kasutada ühel ajal, üksteisest sõltumata ning teiste tööd häirimata. Kasutajate arvu on võimalik alati suurendada. Iga le kasutajale määratakse tema õigused ja rollid ning talle kuvatakse nende objektide häired, mille suhtes tal on kasutamisoigus.

**VISUALISEERIMISTARKVARA SERVERRAKENDUS**

Visualiseerimistarkvara server käivitub juhtimissüsteemi töölerakendamisel ning töötab iseseisvalt sõltumata sellest, kas kasutajad on sisse loginud või mitte. Tarkvara toetab andmevahetust OPC-serveritega ning võimaldab võtta vastu ja töödelda SMS-sõnumeid.

Server toetab samal ajal sidet GPRS-i, traadita interneti, raadiokanali ja interneti püsiühenduskanalite kaudu. Juhtimiskeskus edastab häired ja toimunud sündmused SMS-sõnumina, e-posti teel ning hüplikakna kujul ettevõtte arutitesse.

**ANDMEBAAS JA ANDMETE SALVESTAMINE**

Andmete arhiveerimine ODBC-juurdepääsuga SQL-andmebaasi (MS SQL, Oracle, Postgre jt) toimub määratud ajaintervalli tagant või salvestatava suuruse muutumisel määratud hüstereesi võrra. Arhiveeritud mõõteväärtused esitatakse graafikute ja tabelite kujul ning printitakse välja ja eksporditakse MS Exceli formaadis.

Süsteemi toimimiseks on keskusesse tarvis ainult operatsioonisüsteemi W 2008, klient-server-arhitektuuriga visualiseerimistarkvara ja andmebaasi. Ligipääsuks internetist eraldi riist- ega tarkvara vaja ei ole. Kõik see teeb süsteemi lihtsaks ja töökindlaks.

**NÕUDED KESKSERVERI RIIST- JA TARKVARALE**

Nõuded keskserveri riist- ja tarkvarale on põhjalikud ning kindlalt määratle-

tud:

- üldtuntud tootja, nt HP, Dell või IBM;
- rack-kere;
- mitmetuumaline serveriprotsessor, nt Xeon;
- operatsioonisüsteemi vähemalt 4 GB;
- SAS-liidesega Hot-Swap-kõvakettad, vähemalt RAID 1 või RAID 5 konfiguratsioonis;
- garantiilaienduse võimalus neljaks kuni viieks aastaks;
- operatsioonisüsteem Windows 2008 Server Standard 32/64-bit visualiseerimistarkvara serverrakenduseks;
- Windows XP visualiseerimistarkvara kliendirakenduseks.

Koos lahendusega tarnitakse kõik vajalikud riist- ja tarkvaralitsentsid. Keskuse süsteemide toide tagatakse UPS-seadmega. Võrguseadmed hallatakse Layer2 tasemel. Keskuse seadmed paigaldatakse rack-keresse.

ABB uudsed automaatikalahendused veemajandussüsteemide rekonstrueerimiseks aitavad klientidel tõsta süsteemide tootlikkust, ennetada avariisid ja suurendada energiatõhusust. A.M.



**11.-12. MÄRTS 2010**

TALLINNA TEHNICAÜLIKOOLI AULAS

AUTOMAATIKAPÄEVA  
MESS



TTÜ1918

LISAINFO:  
[WWW.ESIS.ORG.EE](http://WWW.ESIS.ORG.EE)

Mess on avatud:  
11. märtsil kell 10-18  
12. märtsil kell 9-16



EESTI  
SÜSTEEMINSENERIDE  
SELTS

# DIISELGENERAA TORID, MIS KUULUVAD MAAILMA TIPPKLASSI



6CTA



GSX15



C70 Enclosed 2

FIRMA *Cummins Power Generation* diiselgeneraatorid tagavad klientidele ära-proovitud kvaliteedi ning usaldusväärse, aastatepikkusel kõrgtehnoloogilisel projekteerimis- ja tootmiskogemusel põhineva töökindluse.

*Cummins Power Generation* kuulub maailma suurimasse diiselmootoreid tootvasse korporatsiooni *Cummins Inc.*, mis toodab ka tiptasemel filter- ja akustikasüsteeme, gaasimootoreid, mootorosi ning elektroonikasüsteeme.

## MITMEKÜLGSED VÕIMALUSED JA MITMESUGUSED LAHENDUSED

*Cummins Power Generation*'i diiselmootoreid (võimsusvahemik 6–3300 kW) on mõeldud kasutamiseks nii majapidamistes kui ka tööstusettevõtetes. Tänu ilmastikukindlale ümbrisele võivad nad töötada nii välisloodes kui ka siseruumides.

*Cummins Power Generation*'i tooted on ideaalne lahendus neile, kes vajavad usaldusväärset elektrienergiavarustust või võimsat kohapealset elektrisüsteemi. Generaatorit on võimalik ühendada oma majapidamise vooluahelasse nii, et katkematu elektritoide on alati tagatud. Firma pakub ka mobiilseid, treilerile monteeri-tud generaatoreid.

Peale generaatorite pakub *Cummins Power Generation* büroofoonete, koolide, talude, tehaste jms elektrisüsteemide jaoks juhtseadmeid, automaatseid võrguseiresüsteeme ning ümber- ja paralleellüliteid.

## BALTIC INDUSTRIAL ON CUMMINS POWER GENERATION'I AINUESINDAJA BALTIMAADES

Globaalse haardega *Cummins Power Generation*'il on esindused 130 riigis. Eestis jt Baltimaades on *Cummins Power Generation*'i toodete ainuesindaja Baltic Industrial, mis tegeleb nii diiselmootorite müügi kui ka paigalduse ja hooldusega. A.M.

**Baltic Industrial**  
Investpluss OÜ  
Tel 682 9002, 506 6262, Faks 682 9001  
welcome@balticindustrial.com  
[www.balticindustrial.com](http://www.balticindustrial.com)

# TEHNOSÜSTEEMIDE SUHTLUSVÕIME ON AJAKOHASE HOONEHALDUSE EELTINGIMUS

## NEEME TAKIS

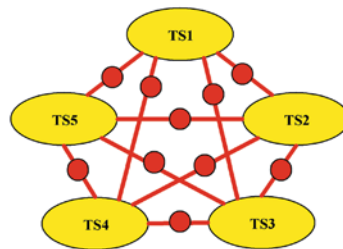
ITvilla OÜ juhataja

HOONEAUTOMAATIKA raketustes peaksid alamsüsteemid (ventilatsioon, küte, jahutus, valgustus, läbipääs, valve, elektrienergiaga varustus) toimima omavahelises koostöös ja infovahetuses. Sel juhul saab ühes alamsüsteemis juba olevat infot teise alamsüsteemi tõhusamaks juhtimiseks ära kasutada ja vastupidi. Suhteliselt lihtsad ja selged vastastikused mõjutused on olemas näiteks kütte ja jahutuse, valve ja läbipääsu, läbipääsu ja valgustuse, kütte ja energiavarustuse vahel, kus ühes süsteemis olevat infot saab kasutada teises süsteemis toimiva täpsemaks juhtimiseks, süsteemide tööjaotuse korraldamiseks ja vastastikuse vastutöötamise vältimiseks. Sellega alaneb süsteemide summaarne energiatarve, lihtsustub hooldus, vähenevad eksploatatsioonikulud ning suureneb hoones viibivate inimeste mugavus.

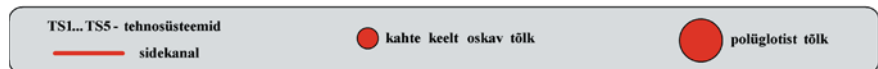
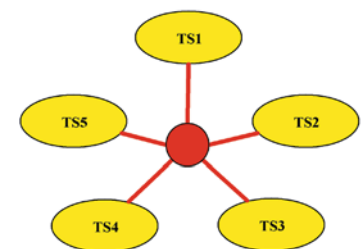
Kahjuks on sisemist infojagamist edukalt kasutavaid lahendusi tegelikuses suhteliselt harva ning sellel on ka selged põhjused:

- 1) tehnosüsteemide hangetel kohtab väga harva kompleksset lähenemist – erinevaid ülesandeid täitvad tehnosüsteemid projekteeritakse ja hantlitakse üksteisest sõltumatult ja tihti vaid odavaimat soetushinda silmas pidades, eksploatatsioonikulud ja nende alandamist soosiv suhtlemisvõime ja „keeleoskus” ei jõua üldjuhul üldse valikukriteeriumide hulka;
- 2) konkureerivate tootjate pakutatav on orienteeritud koostööle sama tootja toodanguga, koostööd konkurentide

PAARIKAUPA OTSESUHTLUS – VALE TEE!



MITMEKEELSE INTEGRATSIOONIKESKUSE KASUTAMINE – ÕIGE TEE!



Joonis 1. Tehnosüsteemide vahelise suhtluse korraldamise variandid

toodetega ja avatud suhtlust pigem takistatakse;

- 3) kui hoonekompleks valmib mitmes etapis ja etappide ajaline vahe küünib aastatesse, muutub vahel kõik, mis vähegi võimalik, näiteks hoonekompleksi omanikud, hoonete otstarve, järjekordse etapi projekteerijad, tehnosüsteemide tarnijad, energiahinnad.

Integratsioonivajadusi ja -võimalusi ignoreeriva praktika tüüpiline tagajärg on killustatud tehnosüsteemidega hoonekompleksid, mille energiatarve on kahtlaselt suur. Suurte kulude põhjustest ei ole aga võimalik aru saada, kuna ei toimu alamsüsteemidest info kogumist ega selle analüüsi. Ilma infot valdamata ja analüüsivõimega ei saa aga tulemuslikult ja rentnike huve kahjustamata tegelda ei kokkuhoiu ega optimeerimisega.

Mida peaks siis sellise energiakuluka hoonekompleksiga peale hakkama? Kõikide tehnosüsteemide väljavahetamine üksteisega ning ühtse jälgimis- ja juhtimisrakendusega kokkusobivate vastu oleks väga suur ja kallis ettevõt-

mine. Kas on võimalusi sundida omavahel suhtlema selliseid tehnosüsteeme, mis ei räägi ühes ja samas keeles või ei ole üldse eriti jutukad?

Iga tehnosüsteemiga on ilma „tõlke” kasutamata võimalik suhelda vaid selles keeles, mida süsteem oskab. Oletame, et meil on tegu tehnosüsteemidega, milles igaüks räägib oma keeles. Kas on võimalik korraldada nende suhtlust, kui mõni mõistab vaid kontaktide keelt, teine ja kolmas valdavad erinevaid andmesideprotokolle ja neljandat saab mõjutada vaid infrapunasi signaalide abil? Seejuures mõni süsteem ainult räägib, mõni ainult kuulab ja vaid osa suudavad mõlemat.


Võiks ette kujutada, et jagame hoones kasutatavad tehnosüsteemid omavahel paaridesse ja loome nende vahele „tõlkivad” sidekanalid – võimaluse korral ühe kahe-suunalise, vajaduse korral aga kaks iseseisvat eri suunas toimivat. Tõlgi rolli täidaks tehnosüsteemide sellises omavahelises suhtluses mõlemat keelt valdav riistvara (kontroller) koos sellekohase tarkvaraga. Seda teed minnes tundub asi alguses toimivat, kuid alates



kolmanda tehnosüsteemi integreerimisest oleksime suure probleemi ees: tõlkivate sidekanalite arv kasvab kiiremini kui kaasatud tehnosüsteemide arv ja terviksüsteem muutub aina keerukamaks, kallimaks ja lõppkokkuvõttes mittehaldatavaks.

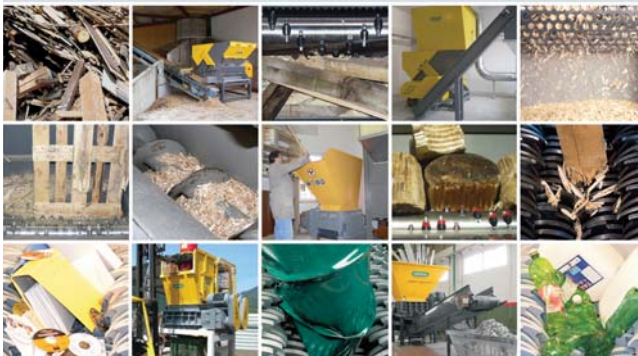
Paarikaupa otsesuhtluse ja **paljude tõlkimistöega tegelevate sidekanalite asemel tuleb alati ja kõikjal eelistada ühe polüglotist tõlkija-vahendaja kasutamist**, kes oskaks kõiki selle hoonekompleksi piires tehnosüsteemide poolt kasutatavaid keeli. Selle lahenduse selgeid eeliseid nii suhtlusliidestest kui sidekanalite arvu osas illustreerib joonis 1. Peale selle on ühel vahendajal võimalik paremate juhtimisotsuste tegemiseks kombineerida mitte enam paarikaupa kahe, vaid kõikide alamsüsteemide toodetavat infot. Keskse tõlgi rolli täidab lihtsamal juhul reeglite kogumit sisaldav programmeeritav automaatikakontroller, keerulisematel juhtudel võib aga kasutusele võtta tehisintellekti tarkvara sisaldava serveri. Mõlemal juhul täidab infovahetust korraldavat tõlkesüsteemi ühtlasi ka alamsüsteemidele juhtimiskorraldusi väljastava integratsioonikeskuse rolli.

Lõpetuseks tasub juhtida tähelepanu ka **hooneväliste infoallikate** kasvavale olulisusele juhtimisotsuste kvaliteedi parandamisel ja sedakaudu suurema kokkuhoiu ning suurema mugavuse saavutamisel. Kalender (nädalapäevade ja riigipühade infoga) ja ilmateade (muidugi numbriline ja tekstiline, mitte pilvekestega piltide kujul) on head näited Interneti kaudu kättesaadavatest infoallikatest, mille kasutuselevõtt oleks abiks iga hoone tehnosüsteemide töö juhtimisel.



**UNTHA**  
shredding technology

**Innovation in size reduction**



### Me täidame oma lubadused!

Rohkem kui 30 aastat oleme olnud Teie asjatundlik ja usaldusväärne partner hakkimistehnoloogias ning usalduse loonud just kvaliteedi kaudu. Rakendades uusimat tehnoloogiat pakume oma klientidele innovaatilisi ja nende vajadustele vastavaid lahendusi. Kõrgeimad tehnilised standardid ning meie kõikehõlmav tugi ja teenindus tagavad muretu hakkimise ning viivad tootmisseisakud miinimumini.

**penope**

UNTHA shredding technology

represented by **PENOPE EESTI OÜ**.

E.Vilde tee 150, 12618 Tallinn, Tel. +372 6 544 930, Fax +372 6 544 935,

penope@penope.ee, [www.penope.ee](http://www.penope.ee)

## UNTHA NELIVÕLL-TEHNOLOOGIA – 25 EDUKAT AASTAT

1980. aasta alguses tegi kaupluseketi SPAR juhataja Anton Unterwurzacher'ile ettepaneku töötada välja seade, millega saaks purustada kaubakaste ja -karpe. Nõnda sai Unterwurzacher'ist teerajaja maailma esimese nelja võlliga hakkuri ja söelurisüsteemi väljaarendamisel, millele ta 1984. aastal ka patendi sai. Murrangueline edu võrreldes tavapäraste hakkuritega oli see, et selle masinaga sai jäätmeid ühekorruga nii tükeldada kui ka peeneks hakida. See innovaatiline masin läks seeriatootmisse ja müüki margi RS30 all.

Praeguseks on RS-seeria hakkureid toodetud viieteistkümnes versioonis:



**UNTHA-hakkurite montaaž**



**UNTHA-hakur töö**

ohtlike materjalide, paberi, dokumentide ja kaustade, elektroonikaromu, metalli, rehvide, sünteesmaterjalide ja plastkaartide purustamiseks. Pidevalt arendatavaid RS-hakkureid tuntakse hästi kui äärmiselt tugevaid ja töökindlaid seadmeid. Masina kompaktsus võimaldab ruumi kokku hoida ning seda on lihtne ühendada olemasolevate jäätmetöötlusliinidega.

Viimase 25 aasta jooksul on UNTHA müünud tuhandeid RS-seeria hakkureid ning taganud suurepärase klienditeeninduse kogu maailmas. Rahvusvaheliste klientide, sh VW, BMW, BASF, Canon, Coca-Cola, McDonalds, Sony, P+G, Sappi ja Swarovski, pikk nimekiri tõendab UNTHA-seadmete unikaalset kvaliteeti.

A.M.

# UUDNE TEHNOLOOGIA VÄIKESE TIHEDUSEGA VAHTPLASTIDE TOOTMISEKS (PROJEKT *LIGHT FOAM*)

**JAAN KERS**

Tallinna Tehnikaülikooli materjalitehnika instituut

EUROOPA PLASTITÖÖSTUSE aastakäive on 160 miljardit eurot, 39 000 ettevõtte on hõivatud 1,5 miljonit töötajat. Väikesi ja keskmise suurusega ettevõtteid, kes kasutavad survevalu- ja ekstrusioonitehnoloogiat, on üle 20 000. Tugevaid konkurente (hinnaerinevus 12–35 %) on Aasias, kus keskonnandused ei ole nii ranged ning tööjõud nõnda kallis kui Euroopa Liidus. Viimase kümne aastaga on Euroopa ettevõtjad koduturgudel kaotanud umbes 12 % suuruse turuosa. Pealegi ollakse Euroopa Liidus valitsevatest regulatsioonidest tulenevalt sunnitud vähendama energiatarbimist ja süsihappesaasteid (aastaks 2050 kuni 60 %).

Oma konkurentsivõime suurendamiseks löid Euroopa tootjad konsortsiumi, mis seadis eesmärgiks vähendada plastide töötlemiskulusid uudset tehnoloogiat kasutades. Osalevad *British Plastics Federation* (BPF, koordinaator), *Eesti Plastitööstuse Liit*, *Asociación Española de Industriales de Plásticos* (ANAIP, Hispaania), *Institute for Surface Chemistry* (YKI, Rootsi), *Materials Technology Research Institute* (MATRI, Ühendatud Kuningriik), survevalu- ja ekstrusioonitehnoloogiate *Tecnostamp* (Itaalia), pakendimaterjale tootev ettevõtte *Structure Flex Ltd* (Ühendatud Kuningriik), lennukitööstuse jaoks detaile valmistav *5M SRO* (Tšehhi), ekstrusioonitehnoloogiate *Polinter* (Hispaania) ning vahte tootev *Zotefoams* (Ühendatud Kuningriik).

Uue tehnoloogia väljatöötamine algas lennukitööstuses kasutatavate vahtplastlehtede, millest vormitakse ja lõigatakse sein-, istme- ja pagasiruumipaneele, tootmisest, mille puhul on oluline kergus. Tehnoloogiat edasi arendades saaks täita suurenevaid nõudeid toodete omaduste suhtes:

- vähendada tihedust, et tooted oleksid kerged, ent nõutav tugevus oleks tagatud;
- suurendada kasutuspaindlikkust, varieerides põhilisi omadusi (kõvadus, paindejäikusmoodul, soojusjuhtivus);
- vähendada tühikute (joonis 1) teket toodete struktuuris;
- suurendada tulekindlust ja vähendada toksiliste gaaside teket süttimise korral, nii nagu nõuavad Euroopa Komisjoni praegused ja oodatavad eeskirjad.

Polümeeride uus töötlemistehnoloogia *Light Foam* võimaldab vahustada termoplaste, ilma et selleks peaks kasutama keemilisi vahustusaineid (*chemical blowing agents*). Protsessi põhimõtteskeem on joonisel 2.

Protsess *Light Foam* koosneb järgmistest etappidest:

- plastigraanulite töötlemine lämmastikgaasiga kõrgsurveautoklaavis selleks, et lahustada neisse suur kogus lämmastikku. Seda tehakse polümeeri klaasisiirde tempera-

tuurist kõrgemal kuumusel. Seejärel jahutatakse graanulid toatemperatuurile, vähendades nende vaba ruumala ning jättes lämmastikumolekulid polümeeri sisse;

- graanulite pakendamine ja tarnimine töötlevatele ettevõtetele;
- lämmastikgaasi sisaldavad plastigraanulid sulatöödeldakse tavalises survevalu- või ekstrusiooniseadmes nõnda, et nad jahtudes ühtlaselt kristalluksid ning lämmastikumoolid paisuksid vormitava vahtplastidetaili sees.



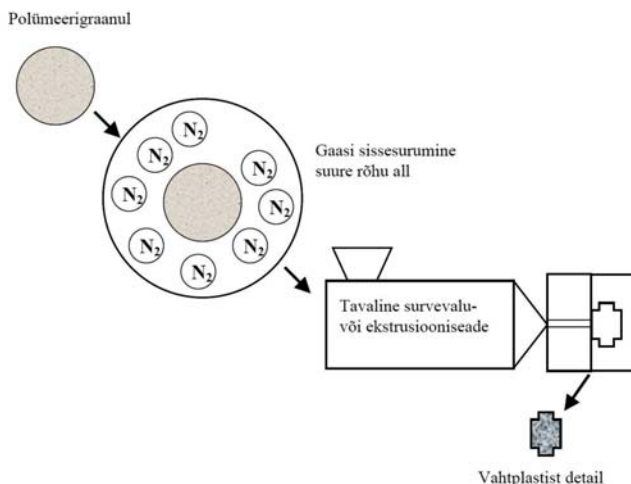
**Joonis 1. Tühik vahtplastprofili ristlõike allservas**

Selleks konsortsium:

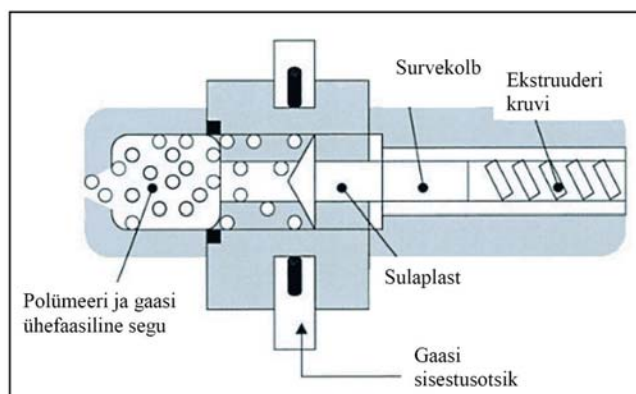
- täiustab teadusteavet lämmastiku lahustuvuse ja lahustunud lämmastiku plasti sees püsimise kohta;
- arendab autoklaavimisel põhinevat suurtootmist lämmastikgaasi sisseviimiseks plastigraanulitesse;
- töötab välja uude pakenduslahenduse nende graanulite vedamiseks ja hoiustamiseks;
- koostab eeskirjad tavaliste survevalu- ja ekstrusiooniseadmete kasutamiseks vahtplasttoodete valmistamiseks nendest graanulitest.

*Light Foam*-tehnoloogia elluviimiseks tuleb leida lahendus mitmele probleemile:

- kuidas mõõta termoplastigraanulite lämmastikgaasiga külastumust ning neisse pidama jäänud lämmastikukogust;
- millistes tingimustes tungib lämmastikgaas kõige paremini plasti;
- kui hästi püsib lämmastik tooteis kestval hoiustamise korral.



**Joonis 2. Protsessi *Light Foam* põhimõtteskeem**



Joonis 3. Vahustusmooduli ErgoCell skeem [3]

- polümeeri tüübist ja kristallilisusest sõltuvad seosed hoiustusaja ja -temperatuuri ning  $N_2$  sisseviimissurve ja küllastumise vahel ei ole veel teada;
- vaja on kindlaks teha täpsed autoklaavimistingimused  $N_2$  sisseviimiseks ja selle sisalduse maksimeerimiseks graanulites;
- on vaja selgitada, millistes tingimustes tuleb töödeldud graanuleid pakkida ja hoida nõnda, et vähemalt 90 % gaasist jääks neis kolmekuulise hoiustamisaja vältel püsima;
- ei ole teada sulatöötlingimused, mida on vaja valitud vahustatud plastide töötlemiseks tavaliste survevalu- ja ekstrusiooniseadmetega. Eesmärk on saada ühtlase konsistentsiga kvaliteetseid vahtplaste. Projekti keerukus seisneb selles, et lämmastik peab vabanema ja plast vahustuma eri tüüpi polümeeride vormimisel.

Kui uudne tehnoloogia töötab, võimaldab see:

- suurendada toodete valmistamiskiirust;
- rahuldada väikesi (alla 1500 eseme suurusi) tellimusi konkurentsivõimelise hinnaga;
- jätkata standardsete survevalu- ja ekstrusioonvormimis-seadmete kasutamist;
- valmistada kvaliteetseid detaile kuni viiest plastist nõnda, et:
  - plasti tihedus väheneks 30–70 %
  - vahtplasti pooride suurus oleks väiksem kui 100  $\mu\text{m}$ .

Uue tehnoloogia arendamiseks on vaja:

- täiendada teadmisi gaasi infusiooni ja molekulaarse lahustumise ning lämmastiku difusiooni kohta polümeerides;
- arendada mitmesugustest plastidest gaasilise lämmastiku rikkaid vormimisgraanuleid;
- leida soodsaim lahendus nende graanulite pakkimiseks ja vedamiseks;
- optimeerida survevalu ja ekstrusiooni, et suurendada töötlemiskiirust, vähendada saadava vahtplasti tihedust ja parandada selle mehaanilisi omadusi

## TUNTUD VAHUSTUSTEHNOLOGIATE HEAD JA VEAD

Vahtpolümeeride tootmisel on *Light Foam*-tehnoloogial kaks peamist konkurenti: gaasi otsesissepritse (*direct gas injection*) ja keemiline vahustamine (*chemical foaming*). Mõlema tehnoloogia korral polümeer sulatatakse, gaas pritsitakse sisse või lisatakse vahustusaine ning seejärel surutakse sulapolümeer läbi ekstruuderi silma või läbi valukanali vormi. Kasutusel on nii ekstrusiooni- kui ka survevaluseadmed. Mõlemal

tehnoloogial on mitu puudust.

**Keemiliste vahustusainete** (*chemical foaming agents*) toime sõltub gaasi tekitavate keemiliste lisandite termilisest lagunemisest. Neid lisatakse tihti pulbrilisel kujul ja pulber toimib tihti kui iseeneslik gaasimulle moodustav nukleatsioonivahend. Selleks peab polümeeri vahustamiseks kasutatav aine lagunema plasti sulamistemperatuurist kõrgemal temperatuuril ning väljutama suures koguses gaasi.

Peamised polümeerid, mida saab kemikaalide abil vahustada, on PE, PP, PS, PA ja plastifitseeritud PVC. Neist valmistatakse eeskätt pakendi- ja ehitusmaterjale.

Selle tehnoloogia kasutamist piirab mitu puudust:

- mõnd plasti, nt polüeteer-eeterketooni (PEEK) on ebaühtlase sulamise tõttu väga keeruline vahustada;
- enamik vahustusaineid eritab lagunemisel polümeeri lahustumatuid jääke, mis halvendavad materjali mehaanilisi omadusi;
- polümeeri tihedust saab enamasti vähendada vaid kuni 30 %, vastasel juhul survetugevus, paindejäikusmoodul ja kõvadus vähenevad;
- keemiliste vahustusainete kasutamine ei ole eralduvate gaaside (nt  $CO_2$ ) tõttu keskkonnasõbralik;
- keemilised vahustusaineid võivad muuta plasti värvust ning põhjustada selle keemiliste või füüsikaliste omaduste soovimatuid muutusi.

**Sissepritsetehnoloogial** on tänapäeval kolm põhilist rakendust, kõigi puhul pritsitakse vedelik või gaas sulapolümeeri massi:

- vedelat vahustusainet kasutaval tehnoloogial (nt *ErgoCell* – joonis 3) on samasugused puudused kui pulbriliste vahustusainete kasutamisel;
- superkriitiliste vedelike tehnoloogia põhineb rõhu all oleva vedeldatud gaasi sissepritsimisel. Kristallumine algab, kui ühefaasiline segu pritsitakse vormi, milles rõhk peab alanema kiirusega alla 1 GPa/s. Kui superkriitiline vedelik pritsitakse sulapolümeeri sisse, siis ühefaasilise segu viskoossus ja ekstruuderi teo väändemoment vähenevad oluliselt [3];
- gaas pritsitakse sula polümeeri massi (*MuCell*) ning kui segu väljub masinast või vormist, tekib rõhulang, mis võimaldab lõksujäänud gaasil paisuda ja vahtu moodustada [2].

Gaasi sissepritsetehnoloogia miinused on kokkuvõetult järgmised:

- tihedust ei saa vähendada üle 25 %;
- tehnoloogia kasutuselevõtt on kulukas (u 80 000–130 000 eurot);
- vahu poorsuse ja homogeensuse parandamiseks võib olla vaja lisada kristallumist soodustavaid aineid (*nucleating agents*).

## PROTSESSI LIGHT FOAM PLUSSID

Uus tehnoloogia oleks praegu kasutatavatest puhtam ja keskkonnasõbralikum ning kasutaks olemasolevaid tööstusseadmeid, võimaldaks toota kvaliteetsemaid ja parema mikrostruktuuriga vahtpolümeere ning vähendaks tootmiskulusid. Polümeerisulami lämmastikgaasisisaldus suureneks 0,2–0,3 protsendilt ühe massiprotsendini, mis võimaldaks tihedust vähendada 30–70 % (gaasi sissepritsimisel vaid kuni 25 %),

kusjuures säiliksivad kompaktplastiga võrdväärseid mehaaniliseid omadused.

Plastigraanulites sisalduv lämmastik toimib sulami plastifitseerijana (vähendades viskoossust) ning võimaldab töödelda termoplaste madalamatel temperatuuridel ja rõhkudel, kui seni kasutusel olevate tavapäraste ekstrudeeritud kuumutatavas silindris. Madalamad temperatuur ja rõhk soodustavad gaasi lahustumist ning vähendavad sulami gaasiläbilaskvust, mis omakorda võimaldab lahustada polümeeri rohkem lämmastikku (N<sub>2</sub>). Protsessi tulemusena saadavas graanulis on 20 protsenti rohkem lahustunud N<sub>2</sub>, kui seda võimaldavad seni kasutusel olevad meetodid.

Seni PEEK-iga saadud kogemuse põhjal ei ole tõenäoline, et pakendamise suhtes tekiks mingeid erinevusi. PEEK-i puhul piisab töödeldud graanulite jahedas hoidmisest, et nende gaasisisaldus ei muutuks.

## KOKKUVÕTTEKS

Projekti *Light Foam* õnnestumisest saaksid kasu ka Eesti väikesed ja keskmised plaste töötlevad ettevõtted, sest plastigraanulite sulatootlemine ei nõuaks kulukaid investeeringuid uutesse seadmetesse ning võimalik oleks rakendada tavapäraseid survevalu- ja ekstrusioonitehnoloogiaid. Seni on Eesti plastitööstusettevõtted EPS-soojusmaterjalide ja PVC-profilide tootmisel kasutanud keemilisi vahetusaineid või ostnud juba valmis graanuleid. Projektis *Light Foam* arendatavad vahtplastid on oma eritugevuse, leegi- ja temperatuurikindluse ning soojusomaduste poolest senistest vahtplastidest paremad. Nende kõrgtehnoloogiliste plastide kasutuselevõtt leht- ja profiiltoodete valmistamisel võimaldaks Eesti ettevõtjail valmistada uuenduslikke ja suurema konkurentsivõimega tooteid. A.M.

## Viidatud allikad

1. Projekt *Light Foam* <http://www.bpf.co.uk/Innovation/Projects.aspx#LIGHTFOAM>

2. Mills, N. *Polymer foams handbook: engineering and biomechanics applications and design*. Elsevier, 2007

3. Goodship, V., Ogur, E. *Polymer processing with supercritical fluids*, 15/8, 2004.

# OHTLIKUD AINED MEIE VEEKOGUDES



**KATRIN JUHANSON, HELI NÕMMSALU**

MTÜ Balti Keskkonnafoorum

PIKKA AEGA valitses arusaam, et meri suudab vastu võtta kõike, millest inimesed soovivad vabaneda. Mis iganes merre heideti, oli silma alt ära ning tundus, et probleem ongi lahendatud. Praegu enam nii ei arvata. Teame, et merede ökosüsteem on igasuguste muutuste suhtes äärmiselt tundlik ning tasakaalust väljaviidu taastumine võib võtta sadu aastaid. Kahju võib aga olla ka pöördumatu.

## OHTLIKE AINETE KADUMISEKS VÕIB KULUDA TERVE INIMPÕLV

Toksiinid muutuvad merekeskkonnas ohutuks väga aeglaselt. Meresügavustes hapnikuvaesesse keskkonda ladestunud ohtlikud ained jäävad põhjasettesse pikaks ajaks ka pärast seda, kui heide veekeskkonda on lõppenud. Dioksiinide, mis lagunevad atmosfääris paari päevaga, poolestusaeg on merepõhjas sadu aastaid.

Dioksiinid ja furanid kuuluvad püsivate orgaaniliste saasteainete (POS) hulka. Need kloori sisaldavad ühendid kahjustavad oma mürgisuse, püsivuse ja bioakumuleeruvuse tõttu elusorganisme ja ökosüsteeme ning ohustavad inimeste tervist.

Orgaanilise saasteaine lagunemisaeg oleneb selle aine omadustest ning keskkonnast, milles teda leidub. Läänemeri on ökoloogiliselt ainulaadne. Et seda merd ühendavad Põhjameriga üksnes kitsad ja madalad Taani väinad, on veevahetus piiratud ning Läänemeres püsib sama vesi koos igasuguse selles sisalduva orgaanilise ja anorgaanilise ainega kuni 30 aastat. Seetõttu on vee ohtlike ainete

Polüklooritud **dibenso-p-dioksiinid (PCDD)** ja **dibensofuraanid (PCDF)** [3] kuuluvad toksiliste kloororgaaniliste ühendite nimekirja. Nad on keskkonnas püsivad ning võivad õhusaasteallikast kaugele levida.

Dioksiine ega furane ei toodeta, vaid nad tekivad tööstuse ebaseaduslike kõrvalsaadustena.

Maailmas satub neid keskkonda peamiselt jäätmete põletamisel (69 %) ja metallurgiatööstusest (10 %).

## Püsivate orgaaniliste saasteainete (POS) nn must nimekiri [1]

Kuueteistkümne inimese tervisele kõige ohtlikuma ühendi, mille kasutamine on keelustatud või piiratud, seas on taimekaitsevahendid, tööstuskemikaalid ja tootmise kõrvalsaadused.

### Need ühendid jagunevad kolme rühma

**1) Ained, mida kavatakse kõrvaldada:** aldiin, klordaani, DDT, dieldriin, endriin, heptakloor, heksabromobifenüül, heksaklorobenseen (HCB), mireks, polüklooritud bifenüülid (PCB) ja toksafeen.

**2) Ained, mille kasutamist tuleb piirata:** DDT, heksaklorotsükloheksaan (HCH) ja PCB.

**3) Ained, mille heitkoguste vähendamist nõutakse (võrreldes 1990. või mõne muu aastaga ajavahemikus 1985–1995):** polütsükliilised aromaatsed süsivesinikud (PAH), polüklooritud dibenso-p-dioksiinid (PCDD) ja polüklooritud dibensofuraanid (PCDF) ning heksaklorobenseen (HCB).

sisaldus suurem kui muudes meredes.

## BIOAKUMULEERUMINE TOIDUAHELAS

Veekeskonda sattunud ohtlikud ained teevad muret eriti siis, kui nad bioakumuleeruvad (nt kalade rasvkoos) ning on veeorganismidele toksilised. Mida kõrgeimal toiduahela astmel organism paikneb, seda suurem on ta ohtlike ainete sisaldus. Kahjulikest ainetest ei jää puutumata ka kõrgeimal astmel olev inimene.

## VEEKESKKONNALE OHTLIKUD AINED NING NENDE MÕJU INIMESTE TERVISELE

Veekeskonnale ohtlike ainete puhul on olulised need omadused, mis kahjustavad ökosüsteemide toimimist ning mikroorganismide, taimede või loomade populatsioone (takistades paljunemist, pärssides fotosünteesi, nõrgestades immuunsüsteemi). Neist kasutati DDT-d (diklorodifenüültrikloroetaani) 1950ndatel ja 1960ndatel ohtralt taimekaitses ka Eestis. Tänapäeval on see ühend paljudes riikides keelatud.

Ohtlike ainete mõju võib olla akuutne (lühiajaline) või krooniline (pikaajaline). Akuutset toksilisust ei pea Euroopa Liidu keskkonnaõigus keskkonnakahjulikkuse seisukohast eriti oluliseks, sest loodusel on võime taastuda. Pealegi võivad kemikaalid keskkonnas suure tõenäosusega laguneda ja lahjeneda. Seega ei avalda keskkonnale ega inimesele pöördumatut mõju isegi need kantserogeensed, mutageensed või reproduktiivtoksilised ained (KMR-ained), mis ei ole püsivad ega bioakumuleeruvad ning lagunevad või lah-

jenevad enne organismidesse jõudmist. Eriti ohtlikud on sellised ained, mis on püsivad, võivad akumuleeruda ning on ka toksilised. Nende ainete sisaldus keskkonnas aja jooksul suureneb, nad ladestuvad veeloomade rasvkoos ning võivad jõuda inimesteni.

## OHTLIKUD AINED VEEKESKKONNAS JA NEISSE PUUTUVAD ÕIGUSAKTID

Kõik Euroopa Liidu liikmesriigid peavad täitma vee raamdirektiivis sätestatud nõudeid, mille eesmärk on reguleerida Euroopa pinnaveekogude haldamist (kasutamist ja kaitset) ning tagada pinnavee keemilise koostise paranemine 2015. aastaks.

Sellest tulenevalt on liikmesriigid kohustatud oluliselt vähendama vee raamdirektiivi integreeritud ja prioriteetsete ainete direktiivis nimetatud kolmekümne kolme ohtliku aine heidet ja kadu (prioriteetsed ained) või heidet ja kadu täielikult lõpetama (prioriteetsed ohtlikud ained – nende kasutamine tuleb lõpetada või heide ja juhuslik sattumine keskkonda järk-järgult kaotada 2020. aastaks).

Prioriteetsete ainete direktiivi 2008/105/EMÜ:

Lisa I sätestab keskkonnakvaliteedi standardid (EQS) prioriteetsete (ohtlike) ainete jaoks. See tähendab saasteaine või saasteainete rühma kuuluva aine sisaldust, mida ei tohiks setetes ega elustikus ületada, pidades silmas inimese tervise ja keskkonna kaitsmise vajadust.

Lisas II ja III esitatakse nimekiri kolmekümne kolmest prioriteetsest ainetest, mis peamiselt ohustavad Euroopa veekogusid, ning veel kolmeteistkümnest ainetest, mis tuleb läbi vaadata ning mille kohta võidakse lähitulevikus kehtestada saasta-

**Euroopa Liidu õigusaktid:** Veekeskonna seisukohalt on Eestile kõige olulisemad järgmised ohtlikke aineid käsitlevad õigusaktid [2]:

- määrus 1272/2008, milles käsitletakse keemiliste ainete ja segude klassifitseerimist (**CLP-määrus**), mis loetleb ja klassifitseerib ohtlikke aineid;
- määrus 1907/2006, milles käsitletakse kemikaalide registreerimist, hindamist, autoriseerimist ja piiramist (**REACH-määrus**);
- vee raamdirektiiv 2000/60/EMÜ (**WFD**) ja **prioriteetsete ainete direktiiv** (2008/105/EÜ)
- Läänemere piirkonna merekeskkonna kaitset käsitlev Helsingi konventsioon.

mise vähendamise või lõpetamise nõue.

Vee raamdirektiivis eraldi ettekirjutusi prioriteetsete (ohtlike) ainete käitlemise kohta ei ole, seda kontrollitakse muude (keskkonna)õigusaktidega.

**Saastuse kompleksse vältimise ja kontrolli (IPPC) direktiiv 96/61/EÜ, milles nõutakse keskkonda sattuvate ja kasutatavate prioriteetsete ohtlike ainete tuvastamist, keskkonnalaos taotlemise ning parima võimaliku tehnika kasutamist heite vähendamiseks või lõpetamiseks**

Läänemere kaitset korraldavad Läänemere merekeskkonna kaitse konventsiooni alusel kõik Läänemere riigid – Taani, Eesti, Soome, Läti, Leedu, Poola, Venemaa, Rootsi – ning Euroopa Ühendus. Konventsiooni eesmärkide elluviimiseks on moodustatud valitsustevaheline komisjon – Läänemere merekeskkonna kaitse komisjon (HELCOM).

HELCOM on koostanud nimekirja Läänemeres muret tegevatest ohtlikest

### VEEKESKKONNALE ON OHTLIKUD [2]:

- püsivad, bioakumuleeruvad ja toksilised ained (PBT);
- väga püsivad ja väga bioakumuleeruvad ained (vPvB);
- tervist ohustavad ained (nt sisesekreetsioonisüsteemi kahjustajad, sünergilise või neurotoksilise toimega ained);
- kantserogeensed, mutageensed või reproduktiivtoksilised ained (KMR), mis on püsivad ja bioakumuleeruvad.

#### Püsivad ained:

- säilivad keskkonnas pikka aega;
- nende sisaldus keskkonnas aja jooksul suureneb;
- kanduvad heiteallikast väga kaugele.

#### Bioakumuleeruvad ained:

- akumuleeruvad vetikates ja mikrofüütides;
- akumuleeruvad veeloomade (nt kalad, karbid) rasvkoosse ning võivad seetõttu saastata inimese toitu;
- võivad jõuda rinnapiima.

Ained, mis on toksilised vetikatele ja loomhõljumile (nt *Daphnia*), kaladele, imetajatele ja inimestele ning võivad:

- olla surmavad;
- põhjustada vähkkasvajaid;
- kahjustada loodet;
- kahjustada viljakust;
- põhjustada geneetilisi kahjustusi;
- kahjustada närvisüsteemi;
- kahjustada siseorganite tööd;
- põhjustada arenguhäireid.

Sisesekreetsioonisüsteemi kahjustavad ained võivad:

- põhjustada olendite feminisatsiooni või maskulinisatsiooni;
- kahjustada inimese immuunsüsteemi.

NEED AINED EI OLE OHUTUD ÜHESKI KONTSESTRATSIOONIS!



ainetest – üheteistkümnest prioriteetsest ainest, mille kasutamist tuleks vältida ning mille heidet vähendada nii, et nende ainete sisaldus läheneks looduslikule tasemele. Selle eesmärgi saavutamise tähtaeg on aasta 2021.

### PROJEKT „BALTI RIIKIDE TEGEVUSED OHTLIKE AINETE REOSTUSE VÄHENDAMISEKS LÄÄNEMERES“ (BALTACTIONAZ)



Jaanuarist 2009 detsembrini 2011 kestvas ühisprojekti, mille eesmärk on Läänemere saastamise vähendamine ohtlike ainetega, osaleb üheksasteist Eesti, Läti ja Leedu partnerit. Projekt toetab Euroopa

Liidu vee raamdirektiivi, saastuse kompleksse vältimise ja kontrolli direktiivi ning HELCOM-i Läänemere tegevuskava nõuetekohast rakendamist Balti riikides valdkonnas. Direktiivi nõuetest tulenevalt on liikmesriigid kohustatud lähitule-

vikus ohtlike ainete merre heidet oluliselt vähendama või selle täielikult lõpetama. Projekti rahastavad Euroopa Ühenduse programm LIFE+, Eesti Keskkonnainvesteeringute Keskus ning Läti ja Leedu keskkonnaministeeriumid.

Euroopa, sh Eesti vetest on leitud inimese tervisele ja keskkonnale väga kahjulikke keemilisi ühendeid, kuid üsna vähe teavet on selle kohta, millistest allikatest ja kuidas nad merre satuvad. Nii tööstusettevõtetel kui ka riigiasutustel puudub järjepidev informatsioon ohtlike ainete koguse kohta toorainetes ja toodetes ning ka selle kohta, kui palju neist heidetakse veekeskonda.

Projekti *BaltActHaz* raames määratakse Eestis ja Lätis reovee, pinnavee ja veekogude põhjasetete ohtlike ainete sisaldust ning kõigis Balti riikides tehakse pilootuuringuid, et kindlaks teha allikad, kust need ained merre pääsevad. Saadud teabe põhjal töötatakse koostöös riigiasutustega välja vee ohtlike ainete sisalduse vähendamise strateegia ning tehakse ettepanekud veeseireprogrammi koostamiseks.

Koostöös projektis osalevate ettevõtete ja ametiasutustega täiustatakse keskkonnanalubade andmise korda vee ohtlike ainete sisalduse reguleerimise seisukohast. Projektis osalevates ettevõtetes kaardista-

takse ohtlike ainete kasutamist ning saadud andmete põhjal otsitakse võimalusi nende ainete asendamiseks.

Peale osapoolte (pädevad ametiasutused, tööstusettevõtted, reoveepuhastid ja keskkonnaekspertid), kellega koostöös projekti tegevusi ellu viiakse, on projekti üks sihtgruppe ka laiem üldsus. Ohtlikud ained veekeskonnas on üldsuse jaoks võrdlemisi abstraktne teema ning tihti ei saada aru, et nad mõjutavad meid kõiki. Projekti eesmärk on tõsta üldsuse teadlikkust ohtlike kemikaalide päritolust ning nende mõjust inimese tervisele ja keskkonnale. Lisateavet projekti kohta vt [www.baltacthaz.bef.ee](http://www.baltacthaz.bef.ee). A.M.

#### Viidatud allikad

1. Püsivad orgaanilised saasteained meie keskkonnas. Keskkonnaministeerium, Keskkonnauuringute Keskus, 2006.
2. Keskkonnaohtlikud ained – mis need on? MTÜ Balti Keskkonnafoorum, 2009 ([http://baltacthaz.bef.ee/files/c15/c55/EST\\_FINAL.pdf](http://baltacthaz.bef.ee/files/c15/c55/EST_FINAL.pdf))
3. Ülevaade dioksiini uuringutest Eestis, Keskkonnauuringute Keskus, 2003 (<http://www.envir.ee/helcom/Dioksiinid%20KUK.pdf>)

## EHITUSKESKUS

### INFO KVALITEETSEST EHITAMISEST

Rävala pst 8, 10143 Tallinn  
Tel 660 4555

Avatud E-R 9-17

[ehituskeskus@ehituskeskus.ee](mailto:ehituskeskus@ehituskeskus.ee)  
[www.ehituskeskus.ee](http://www.ehituskeskus.ee)

- Alaline ehitusnäitus
- Koolitusseminarid
- Ehitusalane kirjandus

#### Märts

- 11.03.2010 Katusepäev**
- 18.03.2010 Wavin`i veevarustuse- ja kanalisatsiooni-süsteemide teabepäev (osavõtt tasuta)**
- 30.03.2010 Probleemid ja lahendused kütte- ja jahutussüsteemides. Hüdraulilise reguleerimise kolm võtit (osavõtt tasuta)**

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

# RUMMU KARJÄÄRIJÄRVE ALLALASKMINE EI OLE PÕHJENDATUD

## ENN SOOVIK

VÄIDETAVASTI PÕHJUSTAB Vasalemma vallas Rummu lubjakivikarjääris moodustunud 10–11 m sügavune ja 86 ha suurune tehiskjäärve lähikonnas keldriputusi ja pinnase kasvukihi liigniiskust, seetõttu on kavas järve veetaset alandada. Lähem hüdrogeoloogiline ja hüdrotehniline ning keskkonnamõju analüüs seda kava ühestki vaatenurgast ei toeta.

Rummu karjääris hakati lubjakivi kaevandama 1960-ndate keskpaigas, hoides väljapumpamise teel veetaset karjääris kuni kümme meetrit praegusest madalamal. 1994. aastal pumpamine lõpetati ning veetase tõusis absoluutkõrgusele 21,5–21,9 m.

Pärast pumpamise lõpetamist ja karjäärivee tõusu olevat karjäärist 0,2–0,7 km kaugusel Rummu asula Aia tänava majades tulnud ette keldriputusi ning neljal karjäärist põhja ja kirde pool asuval kinnistul täheldatud kasvukihi liigniiskust. Ilma lähema hüdrogeoloogilise ja hüdrotehnilise analüüsita (põhimõttel *pärast seda, järelikult selle tõttu*) loeti nende ebameeldivuste põhjustajaks karjäärivee kõrge taset ning peeti vajalikuks seda 2,1–2,3 m võrra (tasemeni 19,2–19,8 m abs) alandada.

Karjäärivee alandamise kava pärineb PB-lt Maa ja Vesi (2006. ja 2007. aastal Rummu järve veepinna alandamise eelprojekt) ning AS-ilt Maves (2008. aastal Rummu karjääri korrastamise nõuded). Kava kiitsid heaks Harju Keskkonnaamet ja Vasalemma Vallavalitsus.

OÜ Inseneribüroo Steiger lepingutäitjana selgitas käesoleva artikli autor OÜ Erksaar tellimusel 2008. aasta lõpus olemasolevate lähteandmete alusel Rummu karjäärjärve mõju, tuginedes hüdrogeoloogilistele ja hüdrotehnilistele kriteeriumidele. Selgus, et karjäärivee alandamise vajadus on põhjendamata, ent kuuldavasti ei ole vee alandamise pooldajad selle töö tulemusi aktsepteerinud. Et asula- ja maanteelähedase 86 ha suuruse veekogu saatus pakub avalikku huvi, ei ole ülearune vaadeldavat teemat ja meie argumente laiemale üldsusele tutvustada.

## KARJÄÄRI PRAEGUNE VEETASE EI OLE KÕRGEM, VAID PIGEM MADALAM PÕHJAVEESEISUST SAMAS KOHAS ENNE KARJÄÄRI RAJAMIST

See ei tarvitseks olla nii juhul, kui karjääri

suubuks varem mujale voolanud pinnaveejuhe või kui lubjakivi väljamine oleks põhjustanud survelise põhjavee juurdevoolu. Teadaolevalt ei suubu karjääri ühtki püsiva vooluhulgaga veejuhet ning geoloogilise uuringu andmeil karjääriruumis surveelist põhjavett ei ole, järelikult ei ole karjääri rajamine uusi juurdevoole tekitanud. Küll aga on altpoolt põhjavee taset väljatud üle 9,2 mln m<sup>3</sup> pinnast, millest vähemalt 80 % (üle 7 mln m<sup>3</sup>) moodustas pinnase skelett. Pärast kaevandamise lõpetamist täitus vabanenud ruum veega. Juurdevoolav veekogu on aga vajalikku langu (selgitus hiljem) omavast veehulgast lähikonnas. Veekogu täielikuks täitmiseks ei tarvitsenud seda vett olla piisavalt. Seega ei saa karjääri praegune veetase olla kõrgem kui põhjavee seis samas kohas enne karjääri rajamist, pigem on ta mõnevõrra madalam. Järelikult ei ole saanud karjäär lähikonna liigniiskust suurendada ning ei ole alust karjäärivett kui täiendava pahanduse tekitajat alandada. Milline saab olla karjäärivee roll vaadeldava liigniiskuse tekkes tervikuna (mitte üksnes oletatava suurendajana), seda selgitatakse allpool.

## VÄLJAPUMPAMISE KOGEMUS

Rummu karjäärist on vett välja pumbatud aastakümneid – aastail 1983–1993 OÜ Eesti Geoloogiakeskuse andmeil keskmiselt 1400 m<sup>3</sup>/d. Arvestades Eesti keskmiseks äravoolumooduliks 8,2 l/(s·km<sup>2</sup>), vastab väljapumbatud vooluhulk keskmisele äravoolule  $1400/(8,2 \cdot 86400 \cdot 10^{-3}) = 1,98 \text{ km}^2$  suuruselt valgalalt, millega võrdse pindalaga ringi raadius  $R = \sqrt{1,98/\pi} = 0,794 \text{ km}$ . Samas on ringiks taandatud karjääri raadius  $r = \sqrt{0,86/\pi} = 0,523 \text{ km}$ . Seega sai karjääri ümbritseva kuivendatava vööndi laius olla ülimalt  $R - r = 0,794 - 0,523 = 0,271 \text{ km}$ . Maapinnalähedase kuivendatava riba laius pidi aga olema sellest väiksem, sest karjäärist väljapumbatud vees oli põhjavee osatähtsus suurem kui Eesti keskmises äravoolus. Seega pidi kuivendatav valgala olema väiksem kui 1,98 km<sup>2</sup> ja selle raadius alla 0,794 km ning seetõttu karjääri ümbritseva kuivendatava vööndi laius alla 0,271 km. Need arvud kehtivad vaid keskmise äravoolu kohta. Kuivendamise seisukohast olulise maksimum-äravoolu puhul pidi kuivendatav riba olema

veelgi kitsam – peaaegu olematu.

Väljapumpamise ajal hoiti veetaset karjääris kuni 10 m praegusest madalamal. Vaatamata sellele ehitati aga Harju Maaparandusbüroo andmeil 1969. aastal karjääriga lõunast piirnevale alale drenaažkuivendussüsteem, kuhu 1982. aastal oli vaja lisadreene juurde panna. Ju siis karjäär piirnevat ala ei kuivendanud. Need tegelikult kajastavad andmed ei luba ka parema tahtmise korral pidada võimalikuks kuivendada karjääri servast kuni 0,7 km (mitte tublisti alla 0,3 km) kaugusel asuvaid liigniiskeid objekte, kui karjääri praegust veetaset alandada kõigest 2,1–2,3 m (mitte 10 m, nagu väljapumpamise ajal).

## MIDA NÄITAVAD VEETASE JA VEEPINNA LANG?

Selleks et vesi liiguks isevoolu teel punktist A punkti B, peab veetase punktis A olema kõrgem kui punktis B. Veetaseme vahet pikkusühiku kohta nimetatakse hüdrauliliseks languks  $I$ . Alates 1856. aastast on hüdrogeoloogias põhjavee liikumise kirjeldamisel aluseks olnud Darcy seadus:  $v = K \cdot I$ , kus  $v$  on põhjavee filtratsioonikiirus m/d ja  $K$  filtratsioonimoodul m/d. Et vesi liiguks, on tarvis, et lang oleks teatud nn kriitilisest väärtusest suurem ( $I > I_{kr}$ ).

Kriitilise langu väärtus on pinnase veeläbilaskvusest, mida näitab  $K$ . Mida suurem  $K$ , seda väiksem on  $I_{kr}$ . Filtratsioonitee Rummu karjäärist liigniiske objektini kulgeb läbi lubjakivi ja sellel lasuvate liivast, saviliivast, liivsavist ja savist koosnevate kvaternaarseadete. Geoloogilise uuringu andmetel on Rummu lubjakivi keskmine kihisuunaline filtratsioonimoodul  $K = 4,75 \text{ m/d}$ , kusjuures olulisi pragusid ei ole täheldatud. Arvestades ka risti kihte voolamist ( $K$  on siis oluliselt väiksem kui kihisuunalisel voolamisel), võib homogeensele liivale omast langu lugeda kogu pinnasekompleksi läbiva filtratsioonivoolu jaoks ligikaudselt alampiiriks (ülempiir on savi- ja lubjakivikihi ristsuunalise läbimise lang). Muutumatul vabal filtreerumisel läbi keskliiva on kirjandusest teadaolev väikseim (uputamisel kõige ohtlikum) lang  $I = 0,006$ . Seda võib üsna avara ettevaatusvaruga lugeda vaadeldaval juhul kriitiliseks languks  $I_{kr}$ .

Andmed üheksa väidetavalt Rummu kar-

**Tabel 1. ANDMED RUMMU KARJÄÄRI VEETÄITE TÖTTU VÄIDETAVALT LIIGNIISKUSE ALL KANNATAVATE OBJEKTIDE KOHTA**

Nr	Objekt	Kaugus karjäärist m	Kõrgus m abs <sup>1)</sup>	Kõrgus-vahe m <sup>2)</sup>	Karjäärivee lang objekti suhtes	
					tegelik <sup>3)</sup>	kriitil. <sup>4)</sup>
1	Aia 1 kelder	630	21,53	0,37	0,00059	0,006
2	Aia 3 kelder	630	21,44	0,46	0,00073	0,006
3	Aia 9 kelder	610	21,29	0,61	0,001	0,006
4	Aia 12 kelder	570	21,82	0,08	0,00014	0,006
5	Aia 16 kelder	580	22,58	-0,68	-0,0012	-0,006
6	Toomi kinnistu	230	23	-1,1	-0,0048	-0,006
7	Kruusiaugu kinnistu	550	22	-0,1	-0,00018	-0,006
8	Vainumetsa kinnistu	700	21	0,9	0,0013	0,006
9	Kruusapõllu kinnistu	520	22	-0,1	-0,00019	-0,006

<sup>1)</sup> Keldril põranda, kinnistul maapinna ligikaudne absoluutkõrgus

<sup>2)</sup> Karjääri kõrgeim veetase 21,90 m – (4)

<sup>3)</sup> (5)/(3)

<sup>4)</sup> Muutumatul voolamisel keskliivas

jääri mõju all oleva objekti kohta on tabelis 1. Nagu veergudest 6 ja 7 näha, ei ole ühegi objekti suunas nii suurt hüdraulilist langust, et karjäärivee saaks nendeni filtreeruda.

Tabelis torkab kõigepealt silma, et mitu objekti on koguni karjääri maksimumveetasemest 21,90 m kõrgemal, kuid isegi see ei ole vee alandamise kavandamist pidurdanud. Mujal on lang kuni viis korda kriitilisest väärtusest väiksem. Järelikult ei saa karjäärilähtuv filtratsioonivool väikese langustõttu põhjustada vaatlusaluste objektide liigniiskust.

Kriitiline lang aitab selgitada ka seda, kui palju tuleks karjääri veetasel tegelikult alandada, et vaadeldavate objektide kuivendamine karjääri kaudu (nagu soovitakse teha) tuleks kõne alla. Kõige madalamal (21,29 m abs) on karjäärilähtev filtratsioonivool väikese langustõttu põhjustada vaatlusaluste objektide liigniiskust. Kriitiline lang aitab selgitada ka seda, kui palju tuleks karjääri veetasel tegelikult alandada, et vaadeldavate objektide kuivendamine karjääri kaudu (nagu soovitakse teha) tuleks kõne alla. Kõige madalamal (21,29 m abs) on karjäärilähtev filtratsioonivool väikese langustõttu põhjustada vaatlusaluste objektide liigniiskust.

Kui võtta kuivendusvaruks 0,50 m ja  $I_{kr} = 0,006$ , saab kõrgeimaks lubatavaks veetasemeks karjäärilähtev 21,29 – 0,50 – 610 · 0,006 = 17,13 m. See tähendab, et praegust veetasel peaks alandama 21,90 – 17,13 = 4,77 m, s.o planeeritust üle kahe korra rohkem.

Tõepärasema kriitilise langustõttu puhul saaks sama arvutuskäiku rakendades karjääri veetaseme vajalikuks alandamiseks juba 13,31 m, mis on kavandatavast üle kuue korra suurem. See tulemus on kooskõlas nii eespool nimetatud tõsiasjaga, et veetaseme karjääri toimimiseaegne kümnemeetrine alandamine ei hoidnud ära vajadust 1982. aastal lähikonnas lisakuivendusdreene rajada, kui ka tol-

leaegse väljapumpamise suhteliselt väikese mahuga.

## ÜLEMISTE JÄRVE JA TALLINNA ANALOOG

Hea võrdlusvõimaluse Rummu tingimustega pakub analoogiline olukord Ülemiste järve ja Tallinna vahel. Järve keskmine veetase on EE andmeil 36,72 m abs ning väikseim kaugus merest u 2,4 km. Seega on keskmine lang mere suunas 0,015 – üle kümne korra suurem kõige suuremast langust Rummu (tabel 1). Järve ja Luite tänava u 400 m pikkusel liivpinnasega lõigul alaneb maapind mere suunas suhteliselt järsku ning põhjavee lang on seal ilmselt üle 0,015. Ometi ei ole põhjavee tase Luite tänava eraaedades nii kõrge, et seal viljapuid kasvada ei saaks.

Teise näite võib tuua järvest u 1,4 km kaugusel, Veerenni tänava keskosa lähedal Kodu tänav 17 u meetri sügavusel liivpinna keldri kohta, mis on aasta ringi täiesti kuiv.

Need näited iseloomustavad kohti, mis on nii põhjavee langustõttu kui ka pinnase vee läbilaskvuse poolest uputusohhtikumad kui Rummu karjääri ümbrus. Kui aga Ülemiste järv Tallinna linna ei uputa, siis Rummu järv oma ümbrust ammugi mitte.

## KARJÄÄRIVEE ALANDAMISE EEST TULEB MAKSTA

Lisaks vaadeldava veealanduskava hüdro-

tehnilisele mõttetusele kohustab veeseaduse § 8, (5) veekogu veetaseme alandamise eest maksma vee erikasutusõiguse tasu, mille suurus võib keskkonnatasude seaduse § 10 alusel olla vaadeldaval juhul u 0,6 kr/m<sup>3</sup>. Rummu karjääri veetaseme alandamisel 2,1–2,3 m võrra tuleb staatilise veevaru vähendamise eest maksta 1,1 mln krooni ning hiljem ka perioodiliselt ärajuhitava dünaamilise veevaru eest. Seadus ütleb enamasti – veeseaduse § 23 (1) kohustab kõiki isikuid vältima vee liigvähendamist. Ja milleks muuks kui vee liigvähendamiseks saab pidada avalikku huvi pakkuva veekogu veetaseme tehniliselt mõttetut ja keskkonnale kahjulikku alandamist.

## MIDA TEHA?

Keldriputusel võib olla mitu põhjust, vaadeldaval juhul ei saa aga selleks olla Rummu karjääri veetase. Tõeline põhjus võib ehk olla pinnavee sissevoolu soodustav majasuunaline maapinnakalle, kohalik kõrge põhjavesi ja kehv hüdroisolatsioon. Konkreetne põhjus tuleb kindlaks teha ning võtta siis vajalikke paigseid vastumeetmeid, mille hulka karjäärivee alandamine ilmselt ei kuulu.

Mis puutub nelja kõnealuse kinnistu liigniiskusse, siis mullaerimi kui usaldusväärse indikaatori järgi on tõepoolest liigniiske ainult karjäärilähtev kõige kaugemal paiknev Vainumetsa kinnistu. Kruusapõllu kinnistu mullastikus liigniiskuse tunnuseid üldse ei ole ning neid ei ole ka Kruusiaugu ega Toomi kinnistu karjäärilähtev osas. Kus ei ole liigniiskuse tunnuseid, seal ei ole ka liigniiskust ennast, karjäärivee mõjust rääkimata. Tõepoolest liigniiske maa kuivendamiseks tuleb lagedele aladele rajada drenaaž ning metsamaale kraavitus. Kus kuivendusvõrk on olemas, tuleb see korrastada ja vajaduse korral täiendada. See aga on juba omaette teema.

Õeldust nähtub, et Rummu karjäärivee ja väidetavalt selle mõjutatavate objektide vaheline lang on liiga väike, et praeguse veetaseme mõju saaks tõene olla. Nii see kui ka varasema väljapumpamise kogemus ja Ülemiste-Tallinna analoog näitavad igauks eraldi, ent veel rohkem kõik koos, et karjääri praegune veetase ei saa kirjeldatud liigniiskuse nähte põhjustada ning et selle alandamine ei ole tehnilises ega ka keskkonnahoidlikkuse mõttes põhjendatud. Asjakohaseid hüdrogeoloogilisi ja hüdrotehnilisi kriteeriume eirates, nagu see kahjuks on aset leidnud, ei ole võimalik hinnata karjäärilähtev veetaseme rolli ega ka koostada põhjendatud reguleerimiskava.

# SUURPANEELERELAMUTE RENOVEERIMISE ÕNNESTUMINE EELDAB KOMPLEKSSET LÄHENEMIST

## TARGO KALAMEES

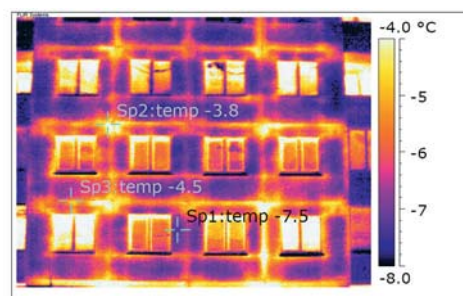
TTÜ, ehitusinsener

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO LIS sai valmis uuring „Eesti eluasemefondi suurpaneel-korterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga“, mille eesmärk oli saada ülevaade suurpaneelilamute seisundist. Uuringu lõpparuannet võib soovitada lugemismaterjaliks paneelilamute elanikele ning nende hoonete renoveerimisega tegelevatele projekterijatele ja ehitusfirmadele.

Esimesed suurpaneelilamud ehitati Eestis 1960ndatel aastatel. Nüüd on need juba nii vanad, et projektikohane kasutusiga hakkab lõpule jõudma. Seetõttu on vaja ülevaadet nende lamute ehituskonstruksioonilisest ja tehnosüsteemide olukorrast ning ehitusfüüsikalistest probleemidest. Uurimistöo tegid Tallinna Tehnikaülikooli ehitiste projekteerimise instituut (ehitusfüüsika ja arhitektuuri ning ehituskonstruksioonide õppetoolid), keskkonnatehnika instituut (kütte ja ventilatsiooni õppetool), ehitustootluse instituut (ehitusökonoomika ja -juhtimise õppetool, ehitusmaterjalide teadus- ja katselaboratoorium) ning materjaliuuringute teaduskeskus. Uuringu tellis ja finantseeris Krediidid ja Ekspordi Garanteerimise Sihtasutus KredEx.

Uuringus tugineti hoonete üksikuurimustele. Uuringusse valiti mitmest Eesti linnast (Tallinn, Tartu, Pärnu, Narva, Sillamäe) mitme ajajärgu hooned (ehitatud enne 1970, 1971–1980 ning 1981–1990). Iga hoonet uuriti tervikuna nii ehitustehnilisest, ehitusfüüsikalisest, sisekliima kui ka energiatõhususe vaatenurgast.

Suurpaneelilamutega seotud murresid ei saa kokku võtta ühe lausega. Kuigi nad ehitati tüüpprojektide järgi, on nad kasutusest ja hooldusest tule-



**Suurpaneelilamute välispiiretesse projekteeritud ja ehitatud külmasildade likvideerimiseks on lisasoojustamine hädavajalik**

nevalt nüüdseks erinevaks muutunud. Vähesest kandevõimest hoolimata ei ole suurpaneelilamute lammutamiseks otsest hädavajadust, ent nende renoveerimise vajadus on suur. Kõige rohkem muret teevad:

- rõdude ja varikatuste lagunemine;
- suured külmasillad piirdetarindites (välisseintes, katuses, liitekohtades);
- puudulik ventilatsioon;
- fassaadibetooni väike jääk-külma-kindlus;
- fassaadibetooni karboniseerumine ulatub sarruseni;
- välisseinapaneelide vaheliste vuukide halb olukord;
- vaheseinte ja vahelagede vilets helipidavus;
- sisetemperatuuri reguleerimise võimaluse puudumine;
- aknaid on vahetatud, aga ventilatsioonisüsteem renoveerimata jäetud;
- hoonete suur energiatarbimine, mida põhjustab piirete suur soojusjuhtivus, soojustagastita ventilatsioon ning tasakaalustamata ja reguleerimisvõimaluseta küttesüsteem.

Välisseinapaneelidesse on sisse projekteeritud ja ehitatud külmasillad. Ohutu ja tervisliku sisekliima saavutamiseks on nende kõrvaldamine

hoonete lisasoojustamise abil möödapääsmatu. Lisasoojustusega saavutatakse mitu eesmärki – hoitakse kokku soojusenergiat ning kõrvaldatakse külmasillad välisseina ja katuslae liitekohtades. Vastasel korral tekib liitepindadele paratamatult hallitus. Peale välisseinte tuleb soojustada ka rõdu- ja lodžaseinad. Välispiirete lisasoojustamisel tuleb asendada kõik ääre-, serva- ja katteplekid ning pärast seda reguleerida küttesüsteem. Välispiirete lisasoojustamine parandab muuhulgas ka seinte niiskusrežiimi ja hoone energiatõhusust. Ka katuslagede soojajuhtivus on suur. Kui paigaldatakse uus katusekate, on katuse lisasoojustamine uuringu tegijate arvates lausa kohustuslik. Lisasoojustuse paksuse määravad energiatõhususarvutused, välispiirete niiskusrežiim ja ehitustehniliselt optimaalne lahendus.

Suurpaneelilamutesse projekteeriti loomulik õhuvahetus – väljatõmme köögist, WC-st ja vannitoast ning välisõhu juurdevool läbi akende ja piirdetarindite ebatiheduste. Renoveerimata lamute alumistel korrustel võib õhuvahetus talvel olla liiga suur, suvel aga liiga väike, ning ülemiste korruste korterites on see enamasti ebapiisav. Eriti viimastel korrustel ei saa loomu-

liku ventilatsiooniga vajaliku õhuvahetust ega energiasäästu. Loomulik õhuvahetus väheneb oluliselt pärast akende vahetamist. Rahuldava sisekliima saavutamiseks tuleb olemasolev ventilatsioonisüsteem kõigepealt korrastada ja puhastada, siis panna korteri välisseintesse õhuklapid ning luua köögis ja sanitaarruumides mehaaniline väljatõmme. Sellise lahendusega kaasneb aga suurem energiakulu ning see ei ole piisavalt tõhus üksikute korterite kaupa renoveerimisel. Energiatõhusust silmas pidades on otstarbekas kaaluda soojustagastiga ventilatsioonisüsteemi, kus sissepuhkeõhku soojendab väljatõmbeõhk. Kuigi alginvesteering on suurem, kulub õhu soojendamiseks vähem energiat. Väljatõmbeventilatsiooniga võrreldes paaneb siis oluliselt ka sisekliima.

Korterelemute ebapiisav hooldus ja remont on tekitanud suure renoveerimisvõla. Seda võlga tasumata võib nii mõnigi hoone seista pankroti äärel, sest ei rahulda olulisi ehitusseaduse nõudeid mitme näitaja suhtes:

- mehaaniline tugevus ja stabiilsus;
- tuleohutus;
- hügieenilisus, tervise- ja keskkonnohutus;
- kasutusohutus;
- kaitse müra eest;
- energiasääst ja energiatõhusus.

Suurpaneelamute kompleksne renoveerimine on energiatõhususe, sisekliima ja tarindite seisukorra parandamiseks hädavajalik. Hoonepiirded, küttesüsteem ja ventilatsioon moodustavad ühtse terviku. Kui üks neist ei toimi normaalselt, on asi tervislikust elukeskkonnast kaugel. Suurpaneelamute sisekliimaga seotud mured tulenevad eelkõige puudulikust ventilatsioonist, korteri- või ruumi põhise temperatuuri reguleerimise võimaluse puudumisest ja ruumide suurest niiskuskooormusest. Elamute energiatõhususe parandamisele tuleb läheneda komplekselt: lisasoojustada välispiirded, renoveerida kütte- ja ventilatsioonisüsteemid ning soojusvarustus.

Paneelamute suure renoveerimisvajaduse tõttu on ka kulutused suured. Renoveerimislahenduste valikul on kõige tähtsam teha õiged otsused lahenduste ulatuse ja taotletava taseme kohta. Esmatähtis on tagada hoone ohutus ja tervislik sisekliima (olulistest nõuetest esimesed neli ja osaliselt ka viies). Järgnevad energiasääst ja elam

mismugavuse parandamine.

Renoveerimistõid võib ulatuse poolest jagada kolmeks tasemeks.

- **Tase A.** Selle puhul peetakse silmas eelkõige hoone **ohutust** (kandevõimet, tuleohutust, kasutus- ja keskkonnaohutust) ning **tervislikkust**. Lahendustes keskendutakse hoonele esitatavate miinimumnõuete täitmisele, tegemata järeleandmisi tervislikkusele ja turvalisusele.
- **Tase B.** B-taseme renoveerimislahendus seab eesmärgiks parandada eelkõige hoone **energiatõhusust** ning pikendada **säilivust ja kasutusaega**.
- **Tase C.** Sellised renoveerimislahendused parandavad oluliselt hoone **kvaliteeti** ja pakuvad elanikele täiendavaid **mugavusi**. Energiatõhususe poolest pakuvad nad väiksemat energiakulu, kuid praeguste energiahindade juures võib investeeringu tulukus olla väiksem kui B-taseme korral. Kahjustunud tarindid vahetatakse välja või ehitatakse uued. Teatud mõttes võib C-tasemele renoveeritud hoonet võrrelda uue hoonega.

Renoveerimispakettide puhul tuleb alati järgida põhimõtet, et eelmise taseme tööd peavad olema tehtud enne järgmise taseme kallale asumist. Ei ole õige investeerida mugavustesse, kui energiatõhususega seotu (nt hoonepiirete soojustamine, kütte- või ventilatsioonisüsteemi renoveerimine) on tegemata või hoone ohutus (konstruktsioonide kandevõime) ega tervislik elukeskkond ei ole tagatud (nt ventilatsioon on renoveerimata).

Hooneosaid võib renoveerida eri tasemel. Ometi nõuab osa lahendusi (nt akende vahetamine ja ventilatsiooni renoveerimine või piirdetarindite lisasoojustamine ja küttesüsteemi tasakaalustamine) tööde teatud kompleksust. Kuigi suurpaneelamud on ehitatud tüüpprojektide järgi, on iga elamu renoveerimisvajadus erinev. A-tasemest parema renoveerimislahenduse valimisel tuleb alati lähtuda konkreetsetest oludest, seades eesmärgiks nt hoone ehitustehnilise seisundi või sisekliima parandamise, kasutusea pikendamise, energiatõhususe, keskkonna (nii linna- kui ka looduskeskkonna) saastamise vähendamise ning majandusliku otstarbekuse.

Enne renoveerimisele asumist tuleb nõu pidada asjatundjatega – ehitusinseneri, tehnosüsteemide inseneri,

energiaaudiitori ja arhitektiga, olukorda põhjalikult analüüsida ning koostada projekt.

Kahjustunud tarindit või mittetoimivat süsteemi renoveerides on esmatähtis kõrvaldada kahjustuse põhjus ning alles seejärel hakata võitlema tagajärgedega. Raha pole kunagi piisavalt ning seetõttu tuleb renoveerimistõid teha säästlikult. Suurim sääst saadakse siis, kui tegutsetakse õigesti ning välditakse korduvaid ümberetgemisi. A.M.



**Täiendõppe Erakool Kariner** korraldab koolitusi Tallinnas (Mustamäe tee 5)

### 1. Joogiveeproovivõtjate koolitus

9.–11. märtsini 2010

- **esimest korda atesteeritavatele** 25-tunnine teoreetiline ja praktiline kursus 9.–11. märtsini
  - **kordusatesterimist vajavatele isikutele**, kelle esimesest atesteerimisest möödub 5 aastat 5-tunnine koolitus 11. märtsil
  - **isikutele**, kellele Keskkonnaministeerium on väljastanud veeuringu-proovivõtja atesteerimistunnistuse ning kes soovivad saada atesteeritud ka joogiveeproovivõtjana 15-tunnine koolitus 10.–11. märtsini
- Koolitustele järgneb atesteerimine 11. märtsil.

### 2. Ühepäevane täienduskoolitus **hoonete kütte- ja ventilatsioonisüsteemide hoolduse alal**

17. märtsil 2010

Koolitusel käsitletakse korruselamute ja muude hoonete küttesüsteemide ning soojussõlmede hooldust ja kütteperioodiks ettevalmistamist, pakutakse praktilisi lahendusi hoonete ventilatsioonisüsteemide korrashoiuks ning liigniiskuse ja hallituse vältimiseks.

Koolitusel osalenud saavad EKHHL-i vakakoolituse arvestuspunkte.

Koolitustele registreerumine tel 608 4511, 512 1539, e-post [kariner@kariner.ee](mailto:kariner@kariner.ee)  
Täiendavat teavet saab TE Karinerist ja aadressil [www.kariner.ee](http://www.kariner.ee)

**NB!** Väikefirmad saavad taotleda koolitustootust, vt <http://www.eas.ee/index.php/ettevotjale/ettevotte-arendamine/koolitusosaku-toetus/toetuse-taotlemine>

# IGLU<sup>®</sup>-dega radooni vastu

Estria Metall OÜ

MAJADESSE TUNGIVAST radoonist ja selle kahjulikust mõjust inimese tervisele on ajakirjanduses (sh Keskkonnatehnikas) palju kirjutatud. Sel teemal pikemalt peatumata tutvustame üht Eestis uudset lahendust, mis aitab radooni eluruumidest eemal hoida.

**Põrandaaluse tuulutamine ja radoonitõkkekiiled** on meil juba tuntud, ent on olemas ka ehitaja jaoks lihtsam ning toimekindlam lahendus – IGLU<sup>®</sup>-süsteem. IGLU-de abil saab tuulutatava põranda teha nii uue maja ehitamisel kui ka olemasoleva hoone vana põranda peale.

IGLU<sup>®</sup> on tugevast taaskasutusplastist valmistatud kuplikujulised moodulid betoonpõranda raketise ehitamiseks, mis ühtaegu tõkestavad radooni majjatungimist. Kuplitest moodustatakse inimese ja betooni raskust kandev platvorm, millele paigaldatakse sarrus ning valatakse betoon. Mooduleid toodetakse kõrgustega 4–55 cm ning neid saab kiiresti ja lihtsalt paigaldada. Paigaldamise kiirus ja lihtsus ongi selle süsteemi põhieelised. Põrandat saab soojustada spetsiaalsete soojustusplaatidega ISO-IGLU<sup>®</sup>.

IGLU- põrandad sobivad alt tuulutatavate põrandate tege-  
miseks nii **radooni tõkestamiseks** kui ka:

- objektidel, kuhu põrandatäidet on tülikas kohale vedada või tuleb liiga raske;
- kohtades, kus põranda all on palju kaableid või torusid;
- külmutusruumide aluse pinnase külmumise vältimiseks;



IGLU ATLANTIS<sup>®</sup>



Muugale ehitatud eramu põrandaraketis ja -sarrus



Laiaküla eramu põrandaraketis

- õhu põranda alt läbi juhtimiseks ladudes ja kuivatites;
- keskkonnaehitistes (vee- ja reoveepuhastid, veemahutid);
- kõnni- ja rattateede tõstmiseks, et mitte vigastada puude juuri;

Olemas on ka süsteem IGLU ATLANTIS<sup>®</sup>, mille IGLU-d toetuvad kuni 3 m kõrgustele torujalgadele, mida võib kandvõime suurendamiseks betooniga täita. Kui aluspind ei ole tasane, saab jalgade kõrgust reguleerides raketise rõhtsaks reguleerida.

Valides IGLU<sup>®</sup>-tooted, mille hulgas on mitmesuguseid abivahendeid ja betoonivalutarvikuid, saate kiire lahenduse põrandate tuulutamiseks ja radoonitihedaks muutmiseks. A.M.



**ESTRIA**  
**LIHTSALT EHITA**  
(vt ka meie kodulehte)  
[www.estria.ee](http://www.estria.ee)

Estria Metall OÜ Adamsoni 2, 10137 Tallinn  
tel/faks 660 6952, GSM 5647 6700  
[info@estria.ee](mailto:info@estria.ee)



# KEHTIVATE PLANEERINGUTE ÜLEVAATAMINE JA TOIMIVUSE TAGAMINE

## KAUR LASS

OÜ Head, kaur.lass@headandlead.com

Planeeringute sisulise toimivuse, nende lihtsa rakendamise ja planeeritud keskkonna kvaliteedi tagamiseks näeb planeerimisseadus ette kehtivate planeeringute ülevaatamise kohustuse. Kohalik omavalitsus peab kehtestatud üldplaneeringud üle vaatama hiljemalt kuue kuu jooksul pärast kohalike omavalitsuste volikogude korralisi valimisi. Planeeringute ülevaatamise tulemustest tuleb vallal või linnal teavitada maavaneamat ja avalikkust. Nendeks toiminguteks on valdadel ja linnadel kätte jõudmas viimane aeg.

Kehtestatud üldplaneeringute ülevaatamise kohustus on seatud, et välja selgitada:

- 1) planeeringukohase arengu tulemused ja planeeringu edasise elluviimise võimalused;
- 2) uue(te) planeeringu(te) koostamise vajadus või detailplaneeringu(te) kehtetuks tunnistamise vajadus;
- 3) planeeringu elluviimisel ilmnenud oluline mõju majanduslikule, sotsiaalsele, kultuurilisele ja looduskeskkonnale ning olulise negatiivse mõju vähendamise tingimused (juhul kui mõju on ilmnenud kehtiva(te) planeeringu(te) elluviimisel);
- 4) muud planeeringu elluviimisega seotud küsimused.

Kuna üldplaneering on omavalitsuse igapäevaste juhtimisotsuste langetamise üks alusdokumente (peale valla või linna arengukava ja valdkondlike arengukavade), rõhutab seadus just valla või linna üldplaneeringu ülevaatamise vajadust. Detailplaneeringute kehtima jätmise või kehtetuks tunnistamine peab toimuma kehtiva üldplaneeringu kontekstis. Kui kehtiva üldplaneeringu aluseks olev visioon ja strateegia on endiselt päevakohased, siis jäetakse kehtima ka kõik need detailplaneeringud, mis viivad valla või linna lähemale oma visiooni elluviimisele. Kui aga visioon ja strateegia on muutunud (näiteks muutunud majandusolude tõttu), tuleb üle vaadata, kas mõni



**Vaade Leigo talu tehisjärvele ja seal olevale kontsertlavale. Leigo on kontsertturismi sihtkohana kõrgelt hinnatud nii Eestis kui kaugemalgi**

Foto Kaarel Tamm

seni kehtinud detailplaneering võib takistada uute eesmärkideni jõudmist. Näiteks kinnisvarabuumi ajal tehtud otsused ulatuslike elamualade ehitada lubamisest võivad tänasel kokkukukkunud kinnisvaraturul sundida omavalitsust võtma elamuehituse arendamise asemel oma fookusesse midagi muud, näiteks olemasoleva keskkonna kvaliteedi tagamise, ettevõtluse arendamise, lasteasutuste ehitamise. Kui valitud suunda saab korrigeerida paari detailplaneeringu kehtetuks tunnistamisega, võib vald või linn seda kaaluda. Kahjunõuete riski minimeerimiseks on enamasti siiski mõistlikum koostada uus valla või linna osa üldplaneering aladele, kus maakasutus ei ole enam visioonikohane. Väiksema vastuolu korral pakub detailplaneeringu kehtetuks tunnistamisele alternatiivse võimaluse samale alale uue detailplaneeringu koostamine. Sellega saab näiteks jätta enam haljasalasisid, määrata suuremad krundid või varasemast rangemad arhitektuuri- ja keskkonnatingimused. Kui aga visioon on muutunud sedavõrd, et kogu valla või linna arengupõhimõtted tuleb üle vaadata või kogemusele tuginedes on vaja olemasolevaid maakasutus- ja ehitusreegleid ulatuslikult

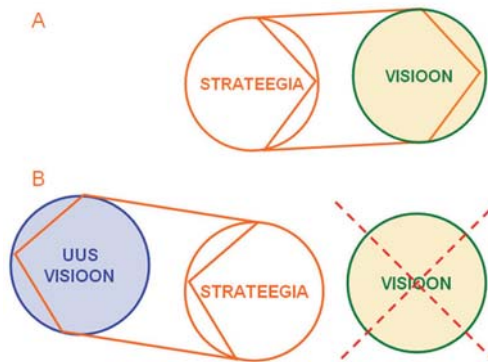
korrigeerida, siis tasub ette võtta kogu valla üldplaneeringu uuesti koostamine. Alternatiivse võimalusena saab üldplaneeringusse mingi teemaga seotud muudatusi sisse viia ka teemaplaneeringu kaudu. Planeeringute toimivuse ja rakendatavuse tagamisel on seega iga olukord unikaalne ning seniste planeeringute korrigeerimiseks või muutmiseks kasutatavat planeeringu liiki valides tuleb otsustada sellise planeeringutüübi kasuks, mis pakub kõige odavamalt, lihtsamalt ja kiiremat teed valla või linna visiooni elluviimise tagamiseks.

Tänaseks on selge ka see, et planeeringute paljusus ei taga keskkonnakvaliteeti. Selle tagab ennekõike kvaliteetsete ja tegelikult elluviidavate planeeringute olemasolu ning arendaja ja omavalitsuse koostöö nende elluviimiseks. Ülevaatomisel tuleb valdadel ja linnadel pöörata tähelepanu ka oma planeeringu(te) kvaliteedile. Täna on hea võimalus planeeringuid uuendada, sest kinnisvaraarendajad ei nõua enam vanal viisil kiiret rikastumist ja fookusesse saab võtta mitmesuguste arengutahkude tasakaalustamise. Üldplaneeringute ülevaatamise kasuks räägib lisaks muule ka see, et aastal 2009 muudeti oluliselt planeerimisseadust,

mistõttu paljud vana planeerimis- ja ehitusseaduse aegsed planeeringud ei arvesta kõiki tänaste seaduste nüansse. Planeeringute uuendamiseks on praegu samuti hea aeg – tellija saab kvaliteetset teenust mõistliku hinnaga. Kehvemad planeerijad ja planeeringud on aga tänu vaidlustamistele kätte näidanud vigade kõrge hinda.

Oma arengut teadlikult suunav omavalitsus vajab kvaliteetset planeeringut. Formaalse, ilma sisulise kvaliteedita ning praktikas rakendamatu planeeringute aeg on ümber. Viimaseid aga tehti majanduskasvu aastate suures optimismis mitmel pool hulgi. Nüüd on aeg neid tõsiselt revideerida. Seda enam, et paljudel juhtudel on vaid kvantiteeti ja kasumit taga ajanud arendajad või maaomanikud pankrotis või pankroti äärel. Seega on käes parim aeg planeeringuid kehtetuks tunnistada või muuta. Hea on ka see, et kehtetuks tunnistamisega kaasnedavad võivad kahjunõue on praegu väiksem kui see oleks olnud paar aastat tagasi.

Praegune planeeringute ülevaatusperiood on eriline. Majanduses on reeglite vahetamise aeg, suur surve kinnisvara arendamisele on läbi ja keskkonnavaliteet on muutunud tähtsamaks kui kunagi varem. Täna vajab omavalitsus ennekõike kvaliteetset elu-, ettevõtlus- ja looduskeskkonda. Kõigil neil on oma väärtus. Kvaliteetne elukeskkond tõmbab ligi hoolivaid, hea sissetulekuga (keskmisest enam makse maksvaid) ja üldjuhul oma kodukohta hindavaid lojaalseid elanikke. Kvaliteetne ettevõtluskeskkond on mitmekesiseid töökohti pakkuv, ekspordile ja/või uuendustele orienteeritud, haridustasemelt ja oskustelt erinevatele inimestele tööd pakkuv ning piirkonna eripärasid arvestav. Selle puhul ei ole alati tähtis ettevõtjate arv ega ettevõtete suurus, vaid ettevõtja huvi siduda end mingi kohaga. Näiteks võib tuua Leigo talu



**Lihtsustatult peab planeeringu ülevaatusel tegema valiku variandi A või B vahel. Variant A näitab, et visioon on päevakohane ja sobiv tegutsemise aluseks, sellisel juhul jätkatakse valitud strateegia elluviimist vastavalt üldplaneeringule. Variant B illustreerib olukorda, kus üldplaneeringu aluseks olnud visioon ei ole enam sobilik. Siis tuleb kokku leppida uus visioon ja luua strateegia, mis tagab uue visiooni elluviimise läbi üldplaneeringu**

peremehe plaani rajada järved ja ehitada omapärane turismitalu. Aastal 1998, kui koostati Palupera valla üldplaneeringut, pidasid paljud seda plaani utoopiliseks. Täna see talu tegutseb ning on piirkonna turismimagnet veelgi suursugusemal kujul, kui julgeti unistada. Selle olemasolu tagab võimaluse osutada teenust veel paljudele kohalikele ettevõtjatele. Kvaliteetne looduskeskkond on olemasoleva looduse eripära säilitav ja inimestele elatust pakkuv. Omapärane loodus võib pakkuda sihtkoha organiseeritud turismile ning anda võimaluse loodustoodete valmistamiseks (nt ravimtaimede kasvatamine) ning matkaradade algusse turismitalude ja hotellide ehitamiseks.

Planeeringute ülevaatusperiood annab hea võimaluse leida uus tasakaal ja tarbe korral tunnistada endale ausalt ka vajadust muuta seni valla või linna arengu aluseks olnud visiooni või see visioon luua. Tugevale visioonile tugineva teadliku vali-

ku näiteks võib tuua kunagise Pühajärve valla. Enam kui kümme aastat tagasi panustati seal turismi ja spordi edendamisele. Nüüd on just Otepää lähimbrus see koht Eestimaal, mida lähtuvalt rahvusvaheliselt edastatavale suusavõistluste telepildile teavad kõik talispordist huvitatud. Eitamata sportlaste panust, jõuti sellise arengu visioonini just kunagi Pühajärve vallale üldplaneeringut koostades.

Oluline on meelde tuletada, et omavalitsuse arengu suuna määrab teadlikult valitud visiooni sihipärane elluviimine strateegia toel. Visioon ja strateegia panevad aluse nii üldplaneeringule kui ka arengukavale ja muudele sektorarengukavadele, näiteks ühisveevärgi ja kanalisatsiooni, turismi ja koolivõrgu arengukavale. Ainus juriidiliselt siduv dokument kolmandatele osapooltele on neist üldplaneering. Just üldplaneeringu süstemaatiline uuendamine ja teadlik elluviimine arengukavade, detailplaneeringute, projektide, rahataotluste, koostöölepingute kaudu ning omavalitsuse eelarve ongi visiooni tõelisuseks saamise eeldus kohaliku omavalitsuse tasandil.

Kuidas planeeringuid üle vaadata? Ei ole tähtis, kas selleks teeb eeltöö omavalitsuse ametnik või volikogu komisjon, oluline on see, et ülevaatusperiood oleks sisuline ja selle puhul lähtutaks visioonist. Kõik see, mis visiooni ellu viib, on eesmärgipärane. Kõik, mis seda takistab ega arvesta kohaliku keskkonna ja kogukonna eripära, vajab ilmselt korrigeerimist. Kui ülevaatusperiood on sisuline, siis saadakse kõrvaltulemusena automaatselt ka motivatsioon millegi muutmiseks või muutmata jätmiseks.

**Planeeringute ülevaatusel tasub vastata alljärgnevatele küsimustele.**

1) Kas kehtima jääv planeering võimaldab omavalitsuse visiooni ellu viia?

OÜ Head, telefon 50 83 906, e-post: kaur.lass@headandlead.com

**Hlad planeringud muudavad juhtimise lihtsaks**

[www.headandlead.ee](http://www.headandlead.ee)





- 2) Kas kehtima jäävad planeeringud tagavad soovitud strateegilise arengu?
- 3) Kas kehtima jäävad planeeringud on muudetud seaduste ja tänaste teadmiste kontekstis korrektsed. Kas need arvestavad valla- või linnavalitsuse huve?
- 4) Kas kehtima jääva planeeringu alusel on lihtne keelduda soovimatust arengust? Kas nende põhjal on lihtne tagasi lükata selliste detailplaneeringute või projekteerimistingimuste väljastamise taotlusi, mis ei vasta valla või linna eesmärkidele?
- 5) Kas üldplaneeringus ettenähtu järele on vajadus või tekib see vajadus tulevikus? Kas selles puudub midagi, mille järele on vajadus olemas?
- 6) Kas kõikide kehtivate planeeringute kontekstis on tagatud tasakaalustatud areng (nt piisavalt kooli- ja lasteaia-kohti ulatuslike uusi elamualasid ettenäevate detailplaneeringute kehtimise korral).
- 7) Kas kehtima jäävad planeeringud on end õigustanud igapäevase asjaajamise alusdokumentidena? Kui need ei ole end õigustanud, siis miks ja mida neis tuleb muuta? Kas üks võimalus selleks oleks osa detailplaneeringuist kehtetuks tunnistada või siis üldplaneeringut või mõnda detailplaneeringut uue planeeringu koostamise teel muuta?
- 8) Kas kehtima jäävad planeeringud on piisavalt motiveeritud ja korrektselt menetletud, et kaitsta omavalitsuse huve võimalike vaidluste korral?

Saadud vastused aitavad otsustada, kuidas edasi talitada. Kui kehtima jäävad planeeringud viivad ellu omavalitsuse soove ja omavalitsus suudab neid hallata, on see igati hea. Sel juhul saab planeeringu alusel teha kiireid teadlikke valikuid ning sellega soosida ka valla või linna visiooni realiseerumist ja majanduse elavnemist. Planeeringute ülevaatamine on seega üks loogiline etapp teadliku planeerimise rakendamisel. Vajaduse korral saab sellele järgneda uute sobilike planeeringute koostamine. Nii talitades võime peagi jõuda kannule Skandinaavia omavalitsustele, kes on sageli ise arendajad ja oma arengu suunajad, talitades vajaduse korral ka kinnisvaraturul, osaledes ettevõtluses ning võideldes oma visiooni elluviimise ja kohaliku kogukonna heaolu nimel. Ikka selleks, et eristuda ja olla edukas just kohalikule kogukonnale kõige sobival viisil.

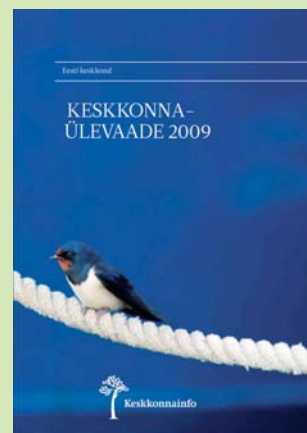
# RAAMATUD

## KESKKONNAÜLEVAADE 2009

Keskonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskuses valmis avalikkusele mõeldud kogumik „Keskonnaülevaade 2009“, mis annab ülevaate Eesti keskkonnaseisundist viimase nelja aasta jooksul. Et käsitletavad teemad oleksid võrreldavad, sarnaneb 2009. aasta keskkonnaülevaade ülesehituselt eelmise, 2005. aastal ilmunud ülevaatega. Järgmine keskkonnaülevaade ilmub nelja aasta pärast.

Raamat pakub teavet keskkonnakvaliteedi ja keskkonnale avaldatava surve kohta. Keskonnaülevaade algab kokkuvõttega Eesti rahvastikust ja majandusest. Seejärel antakse ülevaade peamistest keskkonnavaldkondadest (loodusvarade kasutamine, ilmastik ja kliimamuutuse põhjused, välisõhk, vesi, looduse mitmekesisus, jäätmed). Tähelepanu on pööratud ka valglinnastumisele, maakasutusele, mullastikule, keskkonnamaksudele ja -tasudele ning keskkonna ja inimese tervise vahelistele seostele. Peatükkide alguses on tutvustatud valdkondade peamisi õigusakte ning eesmärged seadvaid strateegiaid ja dokumente.

Keskonnaülevaade (Tallinn 2009, 184 lk) autoreid (mitmest asutusest) on kokku 15, toimetaja on Karmen Kaukver, väljaandja Keskonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskus. Raamatu saab Keskonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskusest, selle võib ka alla laadida Info- ja Tehnokeskuse koduleheküljelt [www.keskkonnainfo.ee](http://www.keskkonnainfo.ee).

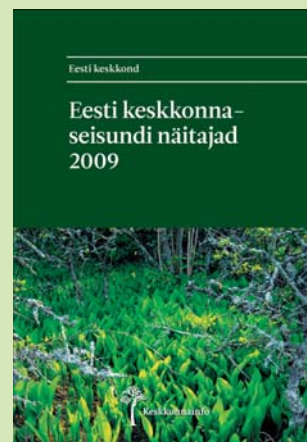


## EESTI KESKKONNASEISUNDI NÄITAJAD 2009

“Eesti keskkonnaseisundi näitajad 2009” annab ülevaate Eesti keskkonnaseisundi kohta, kasutades selleks keskkonnaseisundi näitajaid ehk keskkonnaindikaatoreid. Kuigi seekordne väljaanne on kokkuvõtte raamatust „Keskonnaülevaade 2009“, on keskkonnaseisundit kajastavad indikaatorid valitud nii, et need oleksid võrreldavad Euroopa Keskkonnaagentuuri välja töötatud indikaatorite põhikogumiga (*Core set of indicators, CSI*) ning Majandusliku Koostöö ja Arengu Organisatsiooni (OECD) keskkonnaindikaatoritega. Seetõttu sisaldab „Eesti keskkonnaseisundi näitajad 2009“ ka selliseid aegridu, mida raamatust „Keskonnaülevaade 2009“ ei leia.

Eelkõige otsustajatele mõeldud raamatus kajastatavad teemad on energeetika, transport, maakasutus, metsandus, kalandus, maavarad, kliima, õhu- ja veekvaliteet, elusloodus, jäätmed, keskkond ja tervis. Iga peamise keskkonnateema kohta on väljaandest strateegiline eesmärk, aegrida, analüüs ja hinnang. Analüüs ja hinnang tuginevad värskeimatele andmetele, mis on olnud kättesaadavad 2009. aasta teises pooles.

Autoreid (eri asutustest) on kokku 21, toimetajad on Kait Antso ja Karmen Kaukver, väljaandja on Keskonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskus (Tallinn 2009, 74 lk). Väljaande saab alla laadida Info- ja Tehnokeskuse koduleheküljelt [www.keskkonnainfo.ee](http://www.keskkonnainfo.ee).



## KILDE ISESÜTTIMISE PROTSESSIDE JA ÕHUHAPNIKU PROBLEEMIDE UURIMISE AJALOOST EESTIS

Väljaandes “Kilde isesüttimise protsesside ja õhuhapniku probleemide uurimise ajaloost Eestis” (autor Arno Toomas Pihlak, PhD, Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut, Tallinn 2009, 61 lk) tutvustatakse lühidalt isesüttimise ja hapnikuprobleemide uurimist Eestis kahe viimase sajandi jooksul. Eesti teadurid on alates hapniku avastamisest jälginud looduses toimuvaid oksüdeerimisprotsesse, uurinud ja kirjeldanud nende ilminguid, püüdnud äratada rahvusvaheliste teadusringkondade huvi nende protsesside vastu ja arusaama nendega seotud probleemide lahendamise vajadusest. Et lugeja saaks end isesüttimise ja õhuhapniku probleemidega põhjalikumalt kurssi viia, on raamatu lõpus esitatud Eestis kättesaadava kirjanduse põhjalik loetelu (131 viidet).

# PARIISIS PEETI DETSEMBRIS KESKKONNAMESSI *POLLUTEC*

EELMISE AASTA LÖPUS (1. kuni 4. detsembrini) toimus Pariisis 24. korda Prantsusmaa suurim keskkonnamess *Pollutec*. Seekord osales 1412 ekspONENTI 37 riigist, kõige rohkem Saksa- maalt (102), Belgiast (53), Itaaliast (35) ja Suurbritanniast (32). Rootsist ja Soomest oli kummastki viis ekspONENTI, Balti riikidest polnud ühtki. Ekspositsioonipinda oli 43 860 m<sup>2</sup>. Külalastajaid oli 40 000 ringis, neist 5500 väljastpoolt Prantsusmaad. Nagu ikka, sai näha rohkesti uudistooteid, seekord ca 170, neist üle 40 esitleti maailmas esimest korda.

Sel korral pöörati *Pollutec*il suurt tähelepanu energiatõhususele (nii ehituses, tööstuses kui ka veonduses) ja säästlikele liiklusvahenditele. Mitu firmat esitles oma hübriid- ja elektriautosid.

Elektriautode müümisele pühendunud Monako firma *NEWTEON SARKL* tutvustas Hongkongi polütehnilises ülikoolis (*The Hongkong Polytechnic University*, PolyU) loodud väikest kaheinimese linnasõidu-elektriautot *MyCar*, mille laetud aku võimaldab tippkiirusega 60 km/h läbida kuni 80 km. Aku laadimiseks tavalisest vooluvõrgust kulub 8–10 tundi. Itaallase Giorgetto Giugiaro disainitud

Euroopa Liidu standarditele vastav auto jõudis pärast kuueaastast arendustööd masstootmisse 2009. aastal. Ostetud on seda mitmel pool Euroopas – Prantsusmaal, Suurbritannias, Taanis, Itaalias ja Austrias. Sel aastal peaks müüki jõudma uus versioon, mille aku mahutavus on suurem ning millega saab sõita veidi kiiremini. Hongkongi Innovatsiooni ja Tehnoloogia Komisjon eraldas *PolyU*-le *MyCari* täiustamiseks kaks miljonit Hongkongi dollarit, s.o umbes 2,8 miljonit krooni.

**India elektriautootootja REVA** esindaja Prantsusmaal *REVA France* oli messile toonud kolme uksega neljakohalise linnasõidu-elektriauto *REVA NXR*. Laetud akuga saab sõita 160 km ning maksimumkiirus on 100 km/h. Võimalik on nii tavaline kui ka kiirlaadimine, esimene sobib öiseks laadimiseks.

Viieteistminutisest kiirlaadimisest piisab kuni 40 km lämbimiseks. Aku laeb regeneratiivselt ka auto pidurdamisel. Auto

suhtleb omaniku mobiiltelefoniga ning teatab, kui palju saab veel enne järgmist laadimist sõita ning millal on aeg akut laadida. Autole saab saata ka



**India elektriauto REVA NXR jõuab müüki sel suvel, tellida saab seda firma koduleheküljel [www.revaglobal.com](http://www.revaglobal.com)**

sõnumi, millal peaks hakkama kabiini soojendama või jahutama. Iga kuu saab omanik e-kirja läbisõidu ja oma sõiduharjumuste kohta ning nõuandeid säästlikumaks sõiduks, muuhulgas regeneratiivse pidurdamise tõhusamaks kasutamiseks.

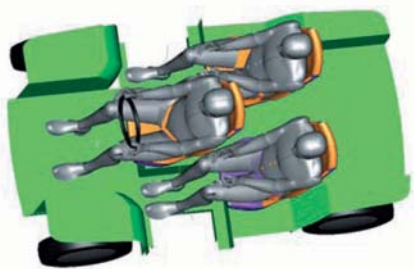
*REVA* elektriautod on praegu maailmas enim ostetud elektrisõidukid. Kahekümnel maal on nendega läbi sõidetud 70 miljonit kilomeetrit.

**Prantsuse firma Heuliez** ([www.heuliez.com](http://www.heuliez.com)) demonstreeris *Pollutec*il kolme täiskasvanut mahutavat elektriautot *Friendly*, millega sobib sõita nii linnas, maanteel kui ka kiirteel. Tippkiirus on 110 km/h ning laetud akuga saab olenevalt mudelist sõita 100–250 km. Möödunud aasta märtsis andis firma teada, et autosid *Friendly* saab Internetist firma koduleheküljel broneerida, tellijateni pidid nad jõudma 2010. aasta veebruaris. Cerizay teha-



**Hong Kongi mini-elektriauto *MyCar***

Foto: [www.newteon.com](http://www.newteon.com)



**Friendlysse mahub kolm täiskasvanut**



**Friendly masstootmist pidi alustatama sel kevadel, praegu pole aga teada, kas ja millal seda üldse tehakse**

Fotod: [https://www.heuliez.com/heuliez-electric/images/DP\\_Friendly-Fr.pdf](https://www.heuliez.com/heuliez-electric/images/DP_Friendly-Fr.pdf)

ses Lääne-Prantsusmaal oli kavas neid toota 10 000 aastas. Paraku ei läinud kõik plaanipäraselt. *Heuliez* pidi saama Prantsuse valitsuselt investeerimisfondist 10 miljoni euro suuruse rahasüsti ning Poitou-Charentes'i regioon, kus *Heuliez* asub, oli valmis investeerima 5 miljonit eurot. 2009. aasta suvel vahetus aga firma omanik ning nüüd kuulub firma *Bernard Krief Consultingule*. Möödunud aasta 7. detsembril, mõni päev pärast *Polluteci* messi, andis Reuters teada, et uus omanik ei esitanud fondile vajalikke tagatisi ning raha ei ole veel saadud.

Firma *Heuliez* rajas 1920. aastal Adolphe Heuliez. Esialgu toodeti vaid hobuvankerid, 1925. aastal pandi kokku esimene *Peugeot 177B*. Praegu valmistab *Heuliez* peamiselt *Peugeot 260CC* (kabriolett) kokkuvolditavad katuseid ent ka kaheistmelisi kabriolette *Opel Tigra Twin-Top*.

Kolmandat aastat oli *Polluteci* eraldi messiala *Buy & Care (Osta ja hooli)*, kus esitleti keskkonnasäästlikke ja ökotooteid. Seekord osales ca 3000 m<sup>2</sup> suurusel pinnal sada eksponenti. Peamiselt oli näha mitmesuguseid kontoritooteid (nt paber, ümbrikud, kirjutusvahendid, ökomööbel), ent ka loodussõbralikke kotte, biolagunevast plastist too-

teid ja kvaliteetseid trükipabereid. Prantsuse firma *ARJOWIGGINS GRAPHIC* esitles 100 % teisesest kiust toodetud kriitvalgeid trükipabereid *Cocoon Silk* ja *Cocoon Gloss*.

**CKFD ENVIRONNEMENT** (Prantsusmaa) pakkus PET-pudelite ja plekkpurkide kokkupressimiseks mõeldud käsipresse, mis sobivad hästi tööstusettevõttesse ning mida saab kasutada ka festivalidel, kontsertidel või muudel vabaõhuhüritustel. Miniökopressi mahub kokkupressitult 700 ja ökopressi 2000 plekkpurki ning maksi-ökopress võtab vastu 1400 plastpudelit, mille materjalist saab valmistada 52 polopluusi.

Seekord osales *Polluteci*l mitu Israeli firmat, teiste seas ka Tel Avivi ülikooliga koostööd tegev **RAMOT at Tel Aviv University Ltd.** ([www.ramot.org](http://www.ramot.org)), kes tutvustas ülikoolis välja töötatud uudseid fotoelektrilisi päikeseenergia muundamise seadmeid ning praegustest ohutumaid järgmise põlvkonna kütuselemente. **UHEAT LIQUID HEATERS LTD**

([www.uheat.co.il](http://www.uheat.co.il)) esitles veesoojendit *Uheat Heater*, milles vett soojendatakse elektromagnetilise induktsiooni abil. Elektrienergiaallikas ühendatakse trafo primaarmähisega, mille tekitatud elektromagnetiline kiirusvoog indutseerib elektrivoolu trafo sekundaarmähises – halva elektrijuhtivuse-

ga metallist, nt roostevabast terasest valmistatud spiraalitorus. Torust läbi voolav vesi (või muu vedelik) soojeneb. Elektromagnetväli raputab vees olevaid kaltsiumimolekule ning ei lase neil sadestuda, seetõttu katlakivi ei teki. Veesoojendeid on kolm mudelit: 15 kW, 20 kW ja 30 kW.

Reovee käitlustehnoloogiate pakujatest jäid seekord silma Belgia firma *NURESYS* ja Hollandi firma *PAQUES* ning Rootsist välja töötatud Bernoulli filtrid.

**NURESYS** (<http://nuresys.org/nuresysfr.html>) esitles alternatiivtehnoloogiat *NuReSys*<sup>®</sup> fosfaatide ärstamiseks pms toiduainetööstusettevõtete reoveest. Kui tavaliselt sadestatakse fosforiühendeid metallisoolade abil, mis veega reageerides seovad fosfori koos reoveesetega eemaldatavasse mitterahustuvatesse ühenditesse, siis *NuRe-*



**Fosfaatide ärstamisel reoveest NuReSys<sup>®</sup>-tehnoloogia kohaselt moodustub kristalliline struvite**

Foto: <http://nuresys.org/nuresysfr.html>

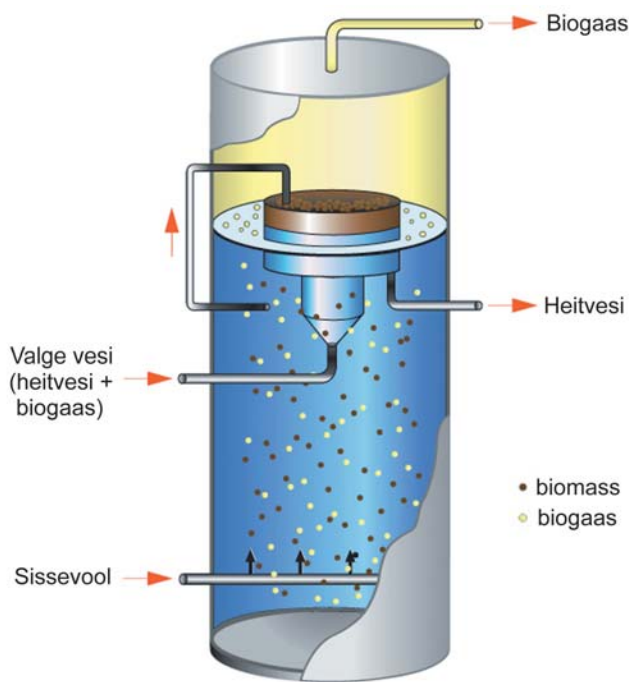
*Sys*<sup>®</sup>-tehnoloogia puhul moodustub kristalliline  $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$  (*struvite*), mida saab kasutada väetisena. Uut tehnoloogiat on katsetanud kahe reoveepuhastis: piimatööstuses, kus reovee vooluhulk oli 125 m<sup>3</sup>/h, vähenes vee  $PO_4$ -P sisaldus 60–70 milligrammilt 10–15 milligrammini liitris, ning kartuleid töötlevas ettevõttes, kus reovee  $PO_4$ -P sisaldus vähenes 85 %.

**PAQUES** on konstrueerinud rohkesti rasvu ja õli ja/või valke ja tärglist sisaldava reovee käitlemiseks anaeroobse flotatsioonreaktori *BIOPAQ<sup>®</sup>AFR* ([www.paques.nl](http://www.paques.nl)). Selles seadmes, milles on kokku ehitatud flotatsioonikamber ja biogaasireaktor, viibib kogu orgaanika nii kaua, kuni ta on täielikult mineraliseerunud. Reovees sisalduvate orgaaniliste ainete lagunemisel tekivad biogaasi saab kasutada tööstusettevõttes. Flotatsioonikambris ujutatakse tahked osakesed ja ras-



**CKFD ENVIRONNEMENT käsipressid on mõeldud PET-pudelite ja plekkpurkide kokkupressimiseks**

Foto: [www.ckfd.fr](http://www.ckfd.fr)



**Flotatsioonireaktor BIOPAQ®AFR** Foto: www.paques.nl

vad nn valge vee (heitvee ja biogaasi segu) abil pinnale ning juhitakse sealt kääritamiseks tagasi reaktorisse. Vees tekkivad gaasimullid ei lase heljumil reaktori põhja settida. Reaktorist flotatsioonikihi alt välja juhitav heitvesi heljumit peaaegu ei sisalda ning järelsetitit

esitles Rootsist välja töötatud **Bernoulli filtroid**. 1980ndatel otsisid Rootsi insenerid lahendust plaatsoojusvahetite pindade ummistumise ja saastumise vältimiseks ning töötasid Bernoulli printsiipi rakendades välja automaatselt isepuhastuva filtri, mille filterkorvi

pole vaja. Biogaas juhitakse välja reaktori lae alt. Käidelda saab reovett, mille keemiline hapnikutarve (KHT) on kuni 100 g/l. Et protsess toimub kinnises reaktoris, ebameeldivat lõhna ei teki. Rasvade ja valkude ärastamiseks ei ole vaja reovett eelnevalt töödelda, flokulatsiooniks pole vaja kasutada polümeere. Reovee viibeaeg reaktoris on lühike – 1,5 kuni 8 päeva (tavalses metaantankis 20–30 päeva).

Prantsuse firma **DRAKAR FLUIDES TECHNOLOGIES**

ei ole vaja puhtaks kraapida ega tagasi uhta.

Bernoulli filtreid müüakse 70 riigis, neid kasutatakse veehaaretes, vee-magestusjaamades, reoveepuhastites, tööstusettevõtete jahutus- ja soojusvahetusüsteemides jm. Vooluhulk võib olla kuni 6000 m<sup>3</sup>/h ning filtris kinnipeetavate kübemetete suurus 100 µ kuni 2 mm.

**CAIRPOL** (Prantsusmaa) demonstreeris *Pollutecil* maailma kõige väiksemat õhus sisalduva osooni ja NO<sub>2</sub>, mis põhjustavad hingamisteede ärritust ja astmahooge, detektorit *CairWatch*.

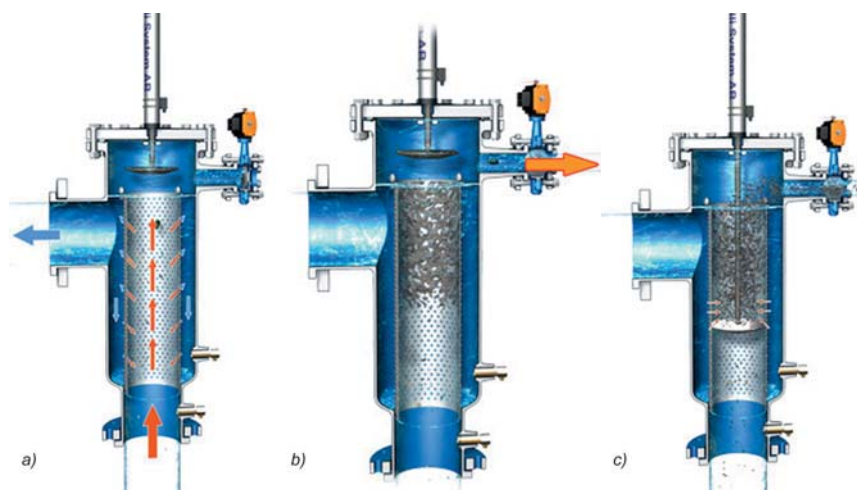


**Maailma väikseim (Ø 32 mm, pikkus 62 mm, mass 55 g) O<sub>3</sub>- ja NO<sub>2</sub>-detektor CairWatch** Foto: www.cairpol.com

Teades nende sisaldust õhus on inimesel võimalik kiiresti reageerida (nt vältida jooksmist või saastatud õhuga piirkondi). Tavainimesele mõeldud detektoris on ülitundlik elektrokeemiline O<sub>3</sub>- ja NO<sub>2</sub>-sensor ning katkematut õhuvoolu tagav mikroventilaator. Riistas on patenteeritud filter, tänu millele ta töötab nii sees kui ka väljas. Filtrit tuleb vahetada iga kuue kuu tagant või siis, kui ta umbe läheb (nt tolmuga). Seadistamiseks (kellaaja ja kuvatavate mõõtühikute sisestamiseks) saab detektorit USB-pesa kaudu ühendada arvutiga. Arvutisse on võimalik maha laadida ka detektoris kuni kahe kuu jooksul salvestatud andmed. Mõõdunud aasta märtsis müügile jõudnud detektor maksab alla 100 euro ning seda saab osta ka Interneti kaudu (www.cairpol.com).

Vaheldumisi Pariisis ja Lyonis toimuvat messi *Pollutec* peetakse sel aastal 30. novembrist kuni 3. detsembrini Lyonis.

Merike Noor



**Bernoulli filter (www.bernoulli.se):**

**a tööseisund** – vesi voolab alt sisse, pöörduv filteris 90° ning liigub läbi filterkorvi, kus sõela-avaga määratud suurusega kübemed pidama jäävad.

**Uhtmisklapp on kinni ning kolviketas ülalpool korvi;**

**b esimene uhtmisjärg** – filterkorvi pesu saab käivitada käsitsi, taimeri või diferentsiaal-manomeetri abil ning see algab automaatrežiimis siis, kui 2/3 filtri pikkusest umbe läheb. Pneumaatiline uhtmisklapp avaneb ja suured kübemed kantakse veega välja. Sel ajal filtrimine jätkub;

**c teine uhtmisjärg** – uhtmisklapp jääb lahti ning pneumosilindri kolvi ketas liigub kaks korda filterkorvi sisse ja välja. Vesi voolab sel ajal läbi ketta ja korvi vahelise pilu ning hoiab sõela hõõrdekulumise eest. Pilus voolukiirus suureneb ja rõhk langeb (Bernoulli printsiip) ning sõela-avad vabanevad korvitaguse ja -sisese rõhu vahe toimel neisse kinni jäänud kübemetest. Filtrimine jätkub ka selles uhtmisjärgus. Kui uhtmine lõpeb, uhtmisklapp sulgub

# KESKKONNAAUHINNA EEP-AWARD 2009 VÕITJAD

Euroopa Keskkonnapress (EEP) andis koos Prantsusmaa keskkonnamessiga *Pollutec* ja Euroopa Keskkonnaasjatundjate Ühenduste Liiduga (EFAEP, *the European Federation of Associations of Environmental Professionals*, [www.efaep.org](http://www.efaep.org)) eelmisel aastal kuendat korda välja keskkonnaauhinna *EEP-Award*.

Kümnet nominenti tutvustasime Keskkonnatehnikas 7/2009. Kuld-, hõbe- ja pronksauhinna saajad kuulutati 2. detsembril välja Pariisis, messil *Pollutec*.

**Kuldauhinna** sai Prantsuse firma **NHEOLIS**, kes on andnud väiketuulikulabadele uudse kuju – poolkoonilised labad suurendavad tuuliku tõhusust. Kasu lõigatakse Bernoulli printsiibist, mille kohaselt vooluristlõike vähendamisega kaasneb kiiruse suurenemine.

**Hõbeauhinna** saanud Portugali firma **AlgaFuel** on loonud tehnoloogia, mis võimaldab põlemisgaasides oleva süsinikdioksiidi (CO<sub>2</sub>) mikrovetikate abil siduda ning vetikate biomassi kasutada nt biokütuse valmistamiseks. Mikrovetikad, kelle mass kahekordistub 1–5 päevaga, seovad süsinik-



Foto: Reed Expositions France

dioksiidi 10–20 korda tõhusamalt kui maismaataimed ning taluvad selliseid keskkonnatingimusi, mis maa peal kasvavatele taimedele ei sobi, nt väga ulatuslikku temperatuuri- ja pH-vahe-mikku.

**Pronksauhind anti Taani firmale Grundfos A/S** busside, veo- ja sõidautode diiselmootorite jaoks välja töötatud karbamiidi annustava pneumopumba *Grundfos NoNOx Urea Dosing Air-assisted 7.5 Sensor Based Pump (UDA 7.5-S)* eest. Pump võimaldab märkimisväärselt vähendada heitgaasi NO<sub>x</sub>-sisaldust. Reagendi täpne kogus arvutatakse sensorite juhtimisel. Annustusseade mahub väikesesse karpi, mille ühel küljel olevad otsakud võimaldavad seda lihtsalt ja kiiresti mootoriga ühendada. Seade sobib ka vana-dele mootoritele.

A.M.

## Euroopa Keskkonnapressi auhind EEP Award 2010 “Environmental Innovation for Europe”

Euroopa keskkonnaajakirju ühendav organisatsioon Euroopa Keskkonnapress (EEP, *European Environmental Press*) annab koos Prantsusmaa juhtiva keskkonnamessiga *Pollutec* ([www.pollutec.com](http://www.pollutec.com)) Euroopa Keskkonnaasjatundjate Ühenduste Liidu (EFAEP, *the European Federation of Associations of Environmental Professionals*, [www.efaep.org](http://www.efaep.org)) toel sel aastal seitsmendat korda välja keskkonnaauhinna, sedapuhku *EEP Award 2010*.

**Eesmärk** on tunnustada nende Euroopa firmade jõupingutusi, kelle uuenduslik keskkonnatehnika aitab parendada elukvaliteeti. Võitjate valimisel lähtutakse uuenduslikkusest, arvesse võetakse keskkonnaprobleemi tähtsust ja mõju Euroopas. Tootmistehnoloogiat peavad saama kasutada ka teised, tähtis on usaldusväärsus, kvaliteet ja tõhusus. Tehnoloogia ei tohi olla olnud kasutuses enne **1. jaanuari 2008**.

### Auhinnad

Välja antakse kuld-, hõbe- ja pronksauhind. Võitjad saavad tasuta stendi sel aastal detsembri alguses Lyonis toimival messil *Pollutec*. Nominente ja võitjaid tutvustatakse EEP liikmete ajakirjades, EEP elektroonilises ajakirjas ning EEP Internetileheküljel [www.eep.org](http://www.eep.org).

**Osalemiseks** tuleb täita ingliskeelne blankett ja saata see pdf-failina ajakirja Keskkonnatehnika toimetusse. Lisada võib ka minutipikkuse filmi (DVD-l või CD-l).

**Blanketi saab** Internetist ajakirja Keskkonnatehnika koduleheküljelt ([www.keskkonnatehnika.ee](http://www.keskkonnatehnika.ee)). Eelmiste aastate *EEP Award* nominentide ja võitjate kohta leiab teavet EEP koduleheküljelt ([www.eep.org](http://www.eep.org)).

**Lisateavet** saab Keskkonnatehnika toimetusest, kontaktisik on Merike Noor: tel 672 5900, [ajakiri@keskkonnatehnika.ee](mailto:ajakiri@keskkonnatehnika.ee), [www.keskkonnatehnika.ee](http://www.keskkonnatehnika.ee)



**Materjalide  
saatmise tähtaeg  
on 30. aprill.**

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](http://www.eep.org) | [sec@eep.org](mailto:sec@eep.org)

## TUBE 2010, WIRE 2010

12.–16. aprill, Düsseldorf

**Tube** on kõige suurem mess maailmas, kus eksponeeritakse ainult torusid ning nende tootmiseks vajalikke masinaid ja seadmeid, juba tuntud ja uusi torumaterjale, mõõte- ja kontrollseadmeid ning muud torudega seonduvat. **Tube** peateema on terastorud, messil eksponeeritakse ka betoon- ja plasttorude, keramiiliste, kummi- jm materjalist torude tootmisega seonduvat. Messi oodatakse külastama torutootjaid, metallurgia-, auto-, õli-, gaasi- ja keemiatööstusettevõtete esindajaid, energeetika- ja ehi-

tusfirmade ning vee- ja soojusettevõtete spetsialiste, teadlasi, ülikoolide ja erialaliitude esindajaid, hulгимүүjaid jt asjatundjaid. 2008. aastal osales sellel messil 1026 ekspONENTI (neist 301 olid Saksamaalt), ekspositsioonipinda oli 41 400 m<sup>2</sup>. Külastajaid oli 35 300.

Messil **Wire** eksponeeritakse nt kaablit ja juhtmete toomiseks vajaminevaid masinaid ja seadmeid, vedrutootmis-seadmeid, mõõte- ja kontrollseadmeid. Messil **Wire** osales 2008. aastal 1130 ekspONENTI (neist 315 olid Saksamaalt) 50 riigist ning ekspositsioonipinda oli ligi 53 600 m<sup>2</sup>. Messi külastas 42 500 inimest. Kummagi messi küllastajatest olid üle poole väljastpoolt Saksamaad. Lisateavet vt [www.tube.de](http://www.tube.de) ja [www.wire.de](http://www.wire.de)

## House I

11.–14. märts, Riia

Arhitektuur, projekteerimine, ehitus, ehitusmasinad ja -materjalid, torud, küte, valgustus ja kaablid, keskkonnasõbralik ehitus, kinnisvara. Internetis: <http://www.biztradeshows.com/latvia/>

## Eesti Ehitab 2010

7.–10. aprill, Tallinn

Eesti suurim ehitusmess. Uuenduslikud tehnoloogiad, ehituskonstruksioonid ja -materjalid, -masinad, -seadmed ja -tööriistad. Internetis: [www.fair.ee](http://www.fair.ee)

## RESTA 2010

14.–17. aprill, Vilnius

Baltimaade suurim ehitusmess, kus peale ehitustemaatika eksponeeritakse ka kütte ja ventilatsiooni, veetöötuse, taastuvenergeetika ning energiatõhusa ehitusega seonduvat. 2009. aastal osales 502 ekspONENTI 12 riigist, ekspositsioonipinda oli 20 500 m<sup>2</sup>. Külastajaid oli 41 000. Internetis: [www.litexpo.lt](http://www.litexpo.lt)

## bauma 2010

19.–25. aprill, München

Maailma suurim ehitus- ja kaevandusmasinate mess. Peale ehitusmasinate ja -seadmete esitletakse baumal ka ehituses kasutatavaid transpordivahendeid, ehitusmaterjalitööstuse masinaid ja tehnoloogiad ning varuosi ja lisaseadmeid. Sel aastal osaleb korraldajate hinnangul üle 3000 ekspONENTI ca 555 000 m<sup>2</sup> suurusel näitusealal. Külastajaid arvatakse tulevat üle 400 000. Internetis [www.bauma.de](http://www.bauma.de)

## HANNOVER MESSE 2010

19.–23. aprill, Hannover

HANNOVER MESSE on üks suuremaid tööstus- ja energeetikamesse maailmas. Sel aastal on messi partnerriik Itaalia. Põhitähelepanu on tööstuse automatiseerimisel, uuenduslikel tehnoloogiatel ja energiatehnoloogiatel. Sel aastal korraldatakse messil kaheksa erinäitust: **Industrial Automation** (protsesside ja hoonete automatiseerimine), **Energy** (energiamaajandus, energiatehnika, taastuvad energiad), **Power Plant Technology** (elektrijaamade planeerimine, ehitus, hooldus), **MobiTec** ( hübriid- ja elektrisõidukid, alternatiivkütused), **Digital Factory** (integreeritud protsessid ja IT-lahendused), **Industrial Supply** (tööstusettevõtetele mõeldud lahendused materjalidest tehnoloogiateni), **CoilTechnica**



Foto: Hannover Messe

(elektromootorid, mähised, transformatorid), **MicroNanoTec** (mikrotehnoloogia, mikrosüsteemitehnika, nanotehnoloogia, sensorika, bioonika, protsessid, seadmed ja teenused, lasertehnika), **Research & Technology** (teadus ja tehnoloogia). Toimub mitu energeetikafoorumit, teiste seas **World Energy Dialogue 2010**, kus sel aastal on peateema taastuvad energiavarud ja energiatõhusus. Eelmisel aastal osales 6150 ekspONENTI 61 riigist 224 800 m<sup>2</sup> suurusel näitusepinnal, messi külastas 210 000 inimest.

Internetis: [www.hannovermesse.de](http://www.hannovermesse.de)

KAROL

REISIBÜROO

MESSIREISID



**Romenvirotec**  
Keskkonnakaitse ja jäätme-  
käitluse mess  
Bukarest, 16.03-19.03



**Tube**  
Torumess  
Düsseldorf,  
12.04-16.04



**SHK Brno**  
Sanitaartehnika, kütteseadmete  
ja kliimaseadmete mess  
Brno, 13.04-17.04



**Hannover Messe**  
Tööstusmess  
Hannover, 19.04-23.04

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

# SUMMARY

## CLIMATE AND DANGERS OF THE 21<sup>ST</sup> CENTURY

Valter Petersell, Tarmo All, Sten Suuroja,  
*Geological Survey of Estonia*

In the years 2002-2005, within the framework of the framework programme BSR INTERREG III B (*The Baltic Sea Region INTERREG III B Neighbourhood Programme*) initiated by the European Commission, the assessment of the impact of the climate change on the socio-economic situation and natural environment in the Baltic Sea region was started. For this purpose, the research project SEAREG (*Sea Level Change Affecting the Spatial Development in the Baltic Sea Region*) was initiated. The focus was primarily on studying the changes in the rise of the sea level and in the flow rates in the rivers. As probably the most endangered city in Estonia concerning the sea level rise, Pärnu was selected as a point of main interest and Tallinn was also reviewed in 2005–2008 during the extension project. The article concentrates on the adaptation to the forecasted effect of the climate change and the strategy of mitigating this effect. A brief overview of the most widespread opinions about the climate change to be found in Estonian media is also given.

Pg. 8

## THE EFFECTS OF AIR POLLUTION AND CLIMATE CHANGE ON MATERIALS

Ott Roots, *Estonian Environmental Research Centre*

Within the framework of the co-operation program ICP on *Effects on Materials, including Historic and Cultural Monuments* of the United Nations Economic Commission for Europe, it was researched which climatic and air pollution indicators have the largest impact on the corrosion of na-

tural and artificial materials and how to reduce this effect. The results of the program are presented in the article.

Pg. 12

## TRADING GREENHOUSE GASES IN ESTONIA

Kaire Kuldperre, *National Audit Office of Estonia*

In the year 2009, the National Audit Office of Estonia performed an audit to find out whether the state has done its best to reduce the quantities of greenhouse gases produced in Estonia. The article focuses on applying the EU trading system to the results of the audit.

Pg. 15

## THE REASONS, CONSEQUENCES AND EFFECTS OF THE ACCIDENT AT THE NUCLEAR POWER PLANT OF THREE MILE ISLAND

Henri Ormus

The article deals with the accident at the *Three Mile Island* nuclear power plant, its reasons, consequences and the effects on nuclear energetics in the world as well as on the development of nuclear safety.

Pg. 18

## SOLAR WATER HEATING SYSTEMS SUITABLE FOR ESTONIA

Teolan Tomson, *Tallinn University of Technology*

Solar power technical solutions for both producing electricity and heating household water have started to spread in Estonia. On the basis of an (approximate) computer simulation, the author analyses the suitability of flat and vacuum pipe collectors for the conditions in Estonia.

Pg. 20

## INNOVATIVE TECHNOLOGY FOR MANUFACTURING LOW DENSITY EXPANDED PLASTICS (PROJECT LIGHT FOAM)

Jaan Kers, *Tallinn University of Technology*

A new *Light Foam* technology for processing polymers enables to expand thermoplastics without using chemical blowing agents. The article deals with the advantages of the new technology, its opportunities and the problems that should be resolved before taking the technology into use.

Pg. 29

## DANGEROUS SUBSTANCES IN OUR WATER BODIES

Katrin Juhanson, Heli Nõmmsalu,  
*Baltic Environmental Forum*

The authors give an overview of the dangerous substances in the water environment; of their effect on human health; of the legislation concerning dangerous substances and of the joint project of the Baltic States *BaltActHaz*, the goal of which is to reduce the pollution of the Baltic Sea with dangerous substances.

Pg. 31

## SUCCESS IN THE RENOVATION OF LARGE-PANEL RESIDENTIAL BUILDINGS IMPLIES A COMPLEX APPROACH

Targo Kalamees, *Tallinn University of Technology*

At the Tallinn University of Technology, the research "Construction condition of large-panel apartment buildings in the housing stock of Estonia and their forecasted lifespan" was completed with the aim to produce an overview of the condition of large-panel residential buildings. First large-panel residential buildings were built in Estonia in the 1960s. Now, these buildings are already so old that they are approaching the end of their planned lifespan. For this reason, an overview of the condition of building structures and engineering services in these buildings and their problems from the viewpoint of structural physics is needed. The results of the study are presented in the article.

Pg. 36



Keskkonna ja keskkonnaõiguse uudised.

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

Keskkonnaalaste tegevuste info ja kuulutused

[www.keskkonnaveeb.ee](http://www.keskkonnaveeb.ee)



**Baltic** Industrial

# Cummins diisलगeneraatorid 6-3300 kW

Müük • Paigaldus • Hooldus

CPG ainuesindaja Baltimaades:  
**Baltic Industrial Investpluss OÜ**  
Peterburi tee 90H, 11415 Tallinn  
Tel +372 682 9002  
Mob +372 506 6262  
Faks +372 682 9001  
welcome@ballicindustrial.com



C20005



**Power  
Generation**