

KESKKONNATEHNIKA

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

6/09

45 krooni

FIXTEC
KESKKONNATEHNIKA

Meie kogemused keskkonnakaitse
ja veemajanduse alal ulatuvad
1992. aastasse!

Pakume:

- Automaatselt toimivaid joogiveefiltreid raua- ja mangaaniärastuseks ning vee pehmemdamiseks (eramajadele, suvilatele, majagruppidele ja väikeasulatele). Oktoobri-, novembri- ja detsembrikuus müüme eramajapidamistele filtreid kuni 20% odavamalt. Soodsaim hind Eestis!
- Esimest kodumaist CE-märgiga reovee väikepuhastit BioFix eramutele, suvilatele ja paarismajadele (5–10 inimese jaoks).
- Tehases täielikult komplekteeritud paigaldamisvalmis kompakt- ja konteinerreoveepuhasteid väikeobjektidele (majagruppidele, väikeasulatele ja tööstusettevõtetele).



AS Fixtec

Noole 4-6B, 10415 Tallinn, tel 6466 305, faks 6466 306,
e-post: fixtec@fixtec.ee, www.fixtec.ee

Vali tuleviku energia!



Kõige kindlam soojusenergiaallikas asub otse Teie elamu vahetus läheduses. Päikest, maad ja õhku saab jätkuvalt soojusressursina tasuta kasutada. *JUNKERS*-taastuenergia kütteseadmete tootja võimaldab kasutada seda energiat Teie vajaduste rahuldamiseks.



Päikesekollektorid, soojuspumbad või tahkekütuse katlad – kõik lahendused *JUNKERS*-ilt võimaldavad Teile efektiivselt, kindlalt ja mugavalt soojust ja sooja

tarbevee, muutes Teid hoolivaks ümbritsevast keskkonnast ja sõltumatuks võimalikest kütusetarnetest.

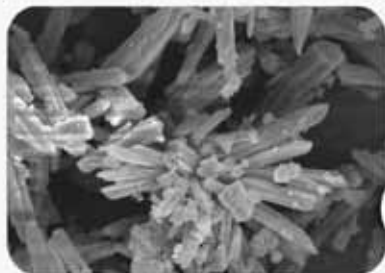
Kodune Soojus!

www.junkers.ee

 **JUNKERS**
Bosch Grupp



14



24



26



32



36

TOIMETUS

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

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

Peatoimetaja:

Merike Noor, merike.noor@keskkonnatehnika.ee

Toimetajad:

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

Reklaam ja levi:

Marika Rebane, keskkonnatehnika@starline.ee
Margis Veevo, margis.veevo@starline.ee

Reklaamide kujundus:

Raul Laugen

Küljendus: Mait Tooming



ehitus

- 40 Juba 40 aastat vanad, aga ikka uued polüuretaan-
soojustusmaterjalid. H. Reinula
44 Minevikku peab mäletama ja hoidma. H. Treial

energeetika, automaatika

- 30 Tuumajaamade ohutus- ja turvasüsteemid. K. Kallemets, A. Paist
32 JUNKERS pakub uusi soojuspumpasid. M. Uusmees
34 Nõuannet õhk-vesi-soojuspumba soetajale. A. Suurkask
36 Biokütusekatlad. V. Arro
38 Aurustiga jahuti toob mereranna siseruumi. H. Laanmets

keskkond

- 7 Kilematerjalidest ja kilekottidest. A. Viikna
10 Püsivad orgaanilised saasteained Eesti õhus ning rahvusvaheline
koostöö. O. Roots
19 Radoonist veel ja ühest selle määramise meetodist. A. Jantsikene,
R. Koch
33 Keskkonnatehnika demopäev Muuga sadamas.
43 Keskkonnajuhtimisega seotud kasu ettevõttele ja teistele
osapooltele. M. Trepp

raamatud

- 46 Raamat "Nähtust ja tehtust".

vesi

- 6 Põltsamaa Meierei juustutööstus tõhustas reoveepuhastust.
I. Salis
14 Keskkonnauuringutest California ülikoolis (Irvine'is) ja osariigi
keskkonnapoliitikast. R. Munter
22 Reovee väikepuhastid hajaasustuspiirkonnas. T. Tenno, G. Danilišina
24 Kuidas on omavahel seotud vesi, magnetväli ja katlakivi? H. Vilu
26 Kaevude puurimine. T. Kattel, A. Marandi

Energiasäästunädal

KredEx korraldab koostöös Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi, Eesti Energia, Eesti Korterühistute Liidu, Säästva Eesti Instituudi, Tallinna Linnavalitsuse, Tartu Teaduspargi ja Tartu Regionaalse Energiaagentuuriga 9.–16. novembrini üleestilise energiasäästunädala, mille eesmärk on panna inimesi mõtlema energia tarbimisele ning selle tarbimise vähendamisele. Ühte nädalasse on koondatud mitmeid tegevusi ja üritusi. Energiasäästunädala tarbeks on avatud kodulehekülj www.energiatark.ee, kust leiab infot nädala üritustest ja osalevatest organisatsioonidest ning häid nõuandeid üldiseks säästlikuks käitumiseks. Energiasäästunädalat finantseeritakse Euroopa Regionaalarengu Fondist.

Eesti saab energia- ja kliimaagentuuri

Eesti loob oma energia- ja kliimaagentuuri, mille eesmärk on elanike energiakulutuste vähendamine ning ehitus- ja kinnisvarasektori elavdamine energiasäästlike majade rajamise toetamisega. Agentuur hakkab analüüsima ka energiasektori suundumusi ja turgude muutusi ning tulevikus korraldama heitmekvoodi oksjoneid. Agentuur luuakse esialgu sihtasutuse KredEx osana. Agentuuri tööd hakkab nõustama kuni üheksaliikmeline nõukoda, mis koondab eri valdkondade spetsialiste. Senised KredExi energiasäästu kompetentsikeskuse tegevused lähevad samuti üle energia- ja kliimaagentuurile. Energia- ja kliimaagentuuri eelarve 2010. aasta lõpuni on kokku üle 80 miljoni krooni. Agentuur alustab tööd selle aasta lõpus. Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium sai energia- ja kliimaagentuuri loomise ülesande Riigikogult tänava suvel.

Hoonete energiatõhususe tõendamine muutub lihtsamaks

Vabariigi Valitsus kinnitas 27. augustil energiatõhususe miinimumnõuete määruse muudatuse, mille olulisemad eesmärgid on lihtsustada hoonete energiatõhususe miinimumnõuetele vastavuse tõendamist ning seada alates 2010. aasta juulist sisse uutes ja oluliselt rekonstrueeritavates hoonetes küttekulude individuaalne arvestus.

Eelnõu näeb väikeelamute puhul ette võimaluse, et kui hoone projekteeija arvestab määruses toodud nõudeid hoone piiretele ja tehnosüsteemidele, siis ei ole vaja hoone vastavust energiatõhususe miinimumnõuetele tõendada energiaarvutusega. Samuti täpsustatakse maksimaalse lubatava energiatõhususarvu määramist hoonetele, mida kasutatakse mitmel otstarbel. Alates 1. juulist 2010 peab eelnõu kohaselt uutes ja oluliselt re-

konstrueeritavates hoonetes kasutama seadmeid, mis võimaldaksid hoones arvestada küttekulusid vastavalt tarbimisele. Selle nõude täitmiseks tuleb hoone küttesüsteemi ehitamisel paigaldada radiaatoritele lisaseadmed nende soojusväljastuse hindamiseks või mõõta hoone osas paigaldatud radiaatorite soojusväljastust. Eestis on tehnilisi lahendusi küttekulude jaotamiseks vastavalt tegelikule tarbimisele rakendatud, ning nende kasutuselevõtu kogemused on näidanud, et tarbijad kasutavad energiat palju säästlikumalt, kui nende energiaarve koostamise aluseks on tegelik energiatarbimine. Täiendavad materjalid hoonete energiatõhususe miinimumnõuete arendamise kohta ning abimaterjalid projekteeijatele ja arhitektidele on avaldatud MKM kodulehel: <http://www.mkm.ee/index.php?id=351313> või www.mkm.ee/hoonete-mn.

Muutub riiklikule pakendiregistrile andmete esitamise kord

Vabariigi Valitsus kiitis 27. augustil heaks riikliku pakendiregistri põhimääruse muudatused, mille alusel peavad registrisse pakendijäätmete kohta andmeid esitama taaskasutusorganisatsioonid ja ettevõtjad, kes ei ole enda poolt turule lastud pakenditest tekkinud jäätmete kogumise kohustust taaskasutusorganisatsioonile üle andnud.

Pakendiregistri veebipõhine andmebaas käivitatakse alates 1. jaanuarist 2010. Lisainformatsiooni pakendiregistri ja pakendiaruannete kohta saab Keskkonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskuse koduleheküljelt <http://www.keskkonnainfo.ee>. Määrus jõustub alates 1. jaanuarist 2010.

Valitsus otsustas müüa Eesti kasvuhoonegaaside heitkoguseid

Augusti lõpus otsustas Vabariigi Valitsus müüa Eestis ülejäänud kasvuhoonegaaside heitkoguseid rahvusvahelisel turul. Praegu on vabu heitkoguseid 85,19 miljonit tonni CO₂ ekvivalenti ehk 17,19 miljonit tonni CO₂ ekvivalenti aastas. Riik võib riikidevahelisel kasvuhoonegaaside heitkogustega kauplemise turul müüa Kyoto protokolliga lubatud heitkoguse ja kohustusperioodi kohustusliku reservi vahe ehk kaubelda vabade heitkoguse ühikutega.

Veaparandus

Keskkonnatehnikas 5/2009 oli lk 40 ekslikult Harri Treiali nime juurde lisatud ITvilla OÜ juhataja. ITvilla OÜ juhataja on Neeme Takis, kelle artikkel oli lk 36. Toimetus vabandab.

Keskkonnatehnikat saab lugeda ka www.netiajakiri.ee



Netiajakiri - koos on lõbusam!

Pollutec

1-4 dec. 2009

PARIS - NORD
VILLEPINTE FRANCE

HORIZONS



Pollutec Horizons: international forum for environment solutions

Pollutec Horizons, the future solutions show for environment challenges, will take place from 1st to 4th December 2009 and, more than ever before, deserves its title of the 'show for green growth'. Occupying over 50,000 m², its 1,500 exhibitors, 30% of whom are from outside France, should attract nearly 40,000 visitors. Its ambition: to respond to the new environmental and economic challenges and to serve as a platform for innovative technologies by delivering future solutions, encouraging access to information and exchanges of know-how, whilst also presenting equipment, processes and technologies to professionals from industry, local authorities, building, services... as well as to all those managers responsible for stimulating and working with the vital environment revolution that is taking place in the developed world.

Responding to changes in the market

Pollutec Horizon 2009 is very much part of the response to such new environment challenges as making the most of and exploiting resources, energy and climate change, risk prevention and management and more generally the pursuit of sustainable development. It is also working to encourage ethical buying by professionals by staging Buy&Care for the third time.

These challenges have transformed and developed the market served by Pollutec Horizons, which complements Pollutec Lyons in terms of its specific areas of interest.

Future solutions

This year's show will shine the spotlight on the most promising environment applications in fields such as biotechnologies and supercritical fluids and membranes. The show will continue to promote dynamic technologies presented at previous shows such as photocatalysis and those relating to surface treatments.

The Energy and Climate Change sector will be a priority this year, with renewables and new mobility solutions being joined by a major Village dedicated to energy efficiency housing some twenty design offices specializing in energy balances and energy savings.

There will also be a focus on some of Pollutec Horizons' long-standing themes, such as the recycling and exploitation of materials, the quality of interior air, risk prevention and management, rainwater recovery and the decontamination of sites and soils...

As both an observer and reflection of trends, the 2009 show is already attracting innovations in those areas that are prime concerns for Pollutec Horizons. In particular, promising applications will soon be unveiled in areas such as improving energy consumption, evaluating the performance of buildings, methane generation, the fight against microbiological risks in drinking water and the European project to evaluate the survival of the H5N1 virus in the environment.

International dimension

In an age when the preservation of the environment has become a global challenge, Pollutec Horizons, as a forum for international exchange, hosts a high quality array of international exhibits every year and welcomes numerous delegations of visitors who come to view the latest trends in the market.

This year, Pollutec Horizons has chosen Canada as its country of the year, which will present the innovative technologies of over 20 companies in fields such as water treatment, soil treatment, CO₂ capture and storage as well as the exploitation of organic waste for energy (plant biomass) and renewables. There will also be a stand featuring the know-how of the country's leading provinces, which will host technical centres and clusters that are leading the way in the development of environment technologies. The USA will have a national stand that will include companies specializing in the decontamination of soils, amongst other specialities.

There will also be a significant presence from South America, with a Brazilian presence organized by its national confederation of industry (CNI). The AI-Invest programme has chosen Pollutec Horizons as a European platform for promoting the commercial approaches of Brazilian, Mexican, Chilean, Bolivian, Cuban and Venezuelan SMEs. Daily business meetings will be staged as part of this initiative. As a forerunner to its position as country of the year in 2010, Chile will have a national stand featuring a number of Chilean companies.

So far as Europe is concerned, there will be an Italian stand for the first time. Initiated by the Italian Institute for Foreign Trade, it will involve a score of companies showing equipment in the field of energy, waste and water treatment. Belgium, Luxembourg, Germany (North Rhine Westphalia, Bavaria, Rhineland Palatinate and Lower Saxony), Austria, Switzerland, Poland and Hungary have confirmed their presence.

Asia will be represented by South Korea, Taiwan, China and Japan, which will boost its presence at the Paris show through the involvement of NEDO and JETRO.

Israel will be taking part in Paris for the first time.

Encouraging trade through business meetings

The Pollutec Horizons business meetings are designed to bring together partners, stakeholders and decision makers in the sector.

The programme includes:

- **Environment and Green Business** meetings organized by the European Enterprises Network (EEN), a network created by the European Commission in 2008 whose mission is to promote innovation in European companies. In France, this network is organized and directed by the CCIP.
- The **AI-Invest** programme for the development of exchanges between European and Latin American companies with the aim of expanding European investment in South America.
- The **UNIDO ECOETAPE** meetings, a United Nations exchange programme designed to encourage the development of industrial, technological and commercial partnerships between the manufacturers on different continents in the field of environmentally sensible technologies.



To prepare for your visit go to:

www.pollutec.com

You can:

- request your electronic badge from mid-September onwards (**password: EP**)
- create your own programme using MyPollutec
- present your projects using MyPollutec meetings
- organize your trip: using the getting to the show section

PÕLTSAMAA MEIEREI JUUSTUTÖÖSTUS TÕHUSTAS REOVEEPUHASTUST

INDREK SALIS

Schöttli Keskkonnatehnika AS

Põltsamaa Meierei juustutööstus käivitas hiljuti Rannu valla Kaarlijärve tootmistehhi tõhustatud reoveepuhasti. Valmisid ühtlustusmahuti ja eelpuhasti ning suurendati biopuhasti jõudlust, puhastati biotiigid ja heitvee äravoolukraav.

Kaarlijärvele juba 1970ndatel aastatel rajatud puhasti koosnes rõngaspuhastist MRP ning sellele järgnevatest biotiikidest. Juustutööstuse kasvava tootmismahu ja reoveehulga suurenemise tõttu oli vaja puhasti rekonstrueerida ja rajada tõhus eelpuhastussüsteem. 2009. a. alguses koostas Schöttli Keskkonnatehnika AS rekonstrueerimis- ja laiendamisprojekti ning algas eelpuhasti ehitus.

Rannu juustutööstuses tekib praegu umbes 200 m³ reovett ööpäevas, ent projekteerimisel võeti arvesse tootmismahu võimalikku suurenemist ning reoveepuhasti projekteeriti hüdraulilisele koormusele 300 m³/d. Reostuskoormuse vähendamiseks oli juustutööstuses eelnevalt vadaku tihendamiseks kasutusele võetud Schöttli Keskkonnatehnika AS tarnitud Šveitsis toodetud pöördosmoosiseade, nii et vadakut enam reovee hulka ei lastud. Ent sellele vaatamata on puhasti koormus suur: 2008. aastal sooritatud mõõtmise ajal 677 kgBHT₇/d, mis võrdub ligi 11 000 elanikuga linna reostuskoormusega. Et vooluhulk oli siis 197, tulevikus aga 300 m³/d, on ooda-



Eelpuhasti hoone ja settetihendi

Fotod: Schöttli Keskkonnatehnika AS

tav koormus üle tuhande kgBHT₇/d, s.o 17 000 ie (inimekvivalendi) ringis.

Eelpuhasti rajamise peatöövõtja oli Schöttli Keskkonnatehnika AS ning alltöövõtjad ehitustöödel Marsalis-Ehitus OÜ ja elektritöödel Eleväli AS. Tehnoloogiaseadmed valmistas Soome ettevõtte Fenno Water Ltd OY. Eelpuhasti koosneb:

- ühtlustusmahutist, milles tootmisreoveesi seguneb ja selle koostis ühtlustub;
- tehnohoonest, kus paiknevad ujuprahti kinni pidav trummelsõelur ja surveflotaator, milles reovees leiduv heljum suruõhu toimel pinnale tõu-

seb. Flotatsiooni tõhustamiseks annustatakse reovette ka kemikaale;

- käitlussüsteemist reovee puhastamisel tekkiva sette tahendamiseks.

Käesoleva aasta juunikuu lõpus käivitatud eelpuhasti on osutunud väga tõhusaks.

Renoveeriti (J.I.T. AS) ka olemasolev biopuhasti, millesse paigaldati lisaks kahele olemasolevale kolmas reovett õhus-tav bioreaktor Celpox. Biopuhastis tekki-va liigaktiivmuda tihendamiseks ehitas Savekate OÜ settetihendi. Tahendatud settest toodab kohalik põllumajandusettevõtte kasvumulda. A.M.



Eelpuhasti töösseerakendamine



Flotaator (heljum on vahuna pinnale kerkinud)

KILEMATERJALIDEST JA KILEKOTTIDEST

ANTI VIKNA

Tallinna Tehnikaülikooli professor
Polümeermaterjalide instituudi direktor

KILE KUI MATERJAL on tinglikult kahemõõtmeline füüsikaline keha, mille paksusmõõde on pikkuse ja lausega võrreldes tühine. See kuju annab kilele erilised omadused, näiteks painduvuse ja materjalist (polümeerne, metall) olenevalt ka teatava elastsuse, tugevuse ja venivuse. Just hea painduvus piisava tõmbetugevuse juures on see hinnatud omadus, mille pärast kasutatakse polümeerseid kilesid laialdaselt nii tehnikas, olmes kui kaubanduses ja seda tihti pakendimaterjalina. Samal põhjusel ei ole leitud ka alternatiivseid materjale.

Kõige rohkem kasutatakse kilesid mitmesuguste toodete pakkematerjalina ning kilekottide valmistamiseks. Järgnevad näiteks

põllumajanduses ja aianduses kasutatavad katte- ja multškilid ning kasvuhoonekiled. Kiledega lamineeritakse ja kaetakse raamatukaani ja kõikvõimalikke materjale, näiteks riiet. Kilesid kasutatakse ka komposiitmaterjalide valmistamisel. Nii et kilesid on kõikjal.

Käesolevas kirjutises on juttu polümeersetest kiledest, mis on kõige enam levinud. Metalsetest kiledest on tuntuim alumiiniumfoolium, rahvakeeli hõbepaber, mille rakendusvaldkonnad on hoopis teised kui polümeersel kiledel ning mille keskkonnaohtlikkuse pärast ei ole seniajani veel muretsetud. Ka paberit võib tinglikult kiledel hulka liigitada.

Aegade jooksul on kilesid valmistatud mitmesugustest materjalidest. Üks esimesi sellelaadseid pakkematerjale on siiani kasutatav tsellofaan, mille avastas Šveitsi keemik Jacques E. Brandenberger juba 1900. aastal. Tsellofaan on õhuke ja läbipaistev regenereeritud

tselluloosist valmistatud kile, mida kasutatakse peamiselt toiduainete pakendamisel, sest sellel on madal hapniku, õlide ja tahkete rasvaainete, ka bakterite läbilaskevõime. Puhast tsellofaan oli



Toidukaup pakitakse kilekottidesse

algusest siiski veeaurule läbitav, mis piiras selle materjali rakendust, kuid hiljem see puudus kõrvaldati. Tsellofaan esindab üht esimest tehiskilet, mis on soodsates tingimustes täielikult biolagunev ja mille valmistamiseks on kasutatud looduslikku polümeerset ainet – tselluloosi.

Kiledel valmistamiseks vajaliku toorme otsingud kestavad juba teist sajandit. Esialgu olid selleks looduslikud polümeersed ained, nagu teraviljatärklis, kaseiin, želatiin, munavalk, kollageen, mis esindasid looduslikke kõrgmolekulaarseid aineid ja mida omakorda töödeldi keemilis-füüsikalistel meetoditel materjaliks, millest sai kilet valmistada. Need kiled, samuti kiud, niidid ja tekstiilid on spetsiifilistes rakendustes kasutusel tänapäevani. Looduslike materjalidena ongi need enamasti biolagunevate ja kompostuvate omadustega, kuid nende muud füüsikalisi-mehaanilisi näitajaid ei konkureeri sünteetili-

selt saadud kiledel, millest enamik ei ole kahjuks biolagunevad.

Looduslikest ainetest materjali, millest valmistatakse paljusid tooteid, ka kilet, nimetatakse **bioplastiks**. See ei pea alati olema biolagunev, aga sellega säästetakse fossiilseid maavarasid. Samas aga ei suurenda bioplastid kasvuhooneefekti tekitavate gaaside, peamiselt CO₂ heidet loodusesse, sest loodus on need ise looduslikust CO₂-st sünteesinud. Bioplaste kasutatakse näiteks pakendite, pakkematerjalide, toidunõude, mähkmete ja hügieenivahendite valmistamiseks. Enim levinud bioplastid, millest valmistatakse mitmesuguseid tooteid ja ka kilet, on alljärgnevad.

1. Tärklisel põhinevad plastid, hõlmavad ligikaudu 50% bioplastiturust. Tärklis kasutatakse rohkesti polükaprolaktooni (PCL), polüvinüülalkoholi (PVA) ja polülaktiidiga segamiseks, et kiirendada nende polümeeride biolagundatavust. Tuntuim materjal on Mater-Bi.
2. Polülaktiid (PLA), mida toodetakse pilliroosuhkrust või glükoosist.
3. Polü-3-hüdroksübutüraat (PHB) on polüester, mida toodetakse bakterite abil glükoosist või tärklisest. Materjalist võib valmistada täielikult biolagunevat läbipaistvat kilet temperatuuril üle 130 °C.
4. Polüamiid 11 (PA11), mida toodetakse küll looduslikest õlidest, kuid ei ole kahjuks biolagunev.

Itaalia bioplastitootja Novamount väidab, et ühe kilogrammi tärklisel põhineva bioplasti tootmiseks kulub 500 g fossiilkütust, mis on 80% tavapärase polüetüleenitootmiseks kuluvast ener-

giahulgast. See kütus kulub näiteks taimekasvatuse põllumajanduslikeks maaharimistöökdeks, vilja veoks ja töötlemiseks, väetiste ja taimekaitsevahendite tootmiseks. Samuti tekib konkurents toiduteravilja kasvatamisele, sest üks kilogramm bioplasti nõuab 1,62 m² toorme kasvupinda. Teades aga bioplastide tootmiskahtusid võib välja arvutada juba praegu taimekasvatuseks vajaliku põllumaa. COPA (*Committee of Agricultural Organisation in the European Union*) andmetel on bioplastide vajadus Euroopas 2011. aastal 1,5 miljonit tonni. Seega on bioplastide tootmine üsna energiamahukas ja ilmselt konkureerib toiduainete tootmisega. Kas see ongi hea? Mõningate hinnangute kohaselt kulub näiteks prügikottide valmistamiseks aastas 100 000 tonni, multskilena 130 000 tonni bioplaste. Üle maailma vajatakse aga 2010. aastal kõiki plastiliike 220 miljonit tonni ja bioplastide osakaal selles on siiski suhteliselt väike.

Suhteliselt keerukas on aga defineerida mõisteid *biolagunevus* ja *kompostuvus*. Biolagunevus on üldine, defineerimata näitajatega mõiste. Nii kehtib Euroopas standard EN13432, mis nõuab, et biolagunev materjal peab tööstusliku kompostimise käigus 90% ulatuses 90 päeva jooksul lagunema. USA-s kehtiv standard ASTM6400 on leebem ja nõuab 60%-list lagunemist 180 päeva jooksul tööstusliku kompostimise tingimustes. Standardeid on teisi. Kompostumine tähendab seda, et kompostis olev biolagunev kile laguneb teatud tingimustel ja bakterite elutegevuse toimel CO₂-ks, veeks, energiaks ja biomassiks, mis arvatakse komposti hulka. Looduses tekib sellisest biomassist mullaviljakust suurendav huumus. Kompostumise eeldus on vee, õhu ja soojuse (kuni 60 °C) olemasolu kompostis.

Palju muret on biolagunevate plastkottide säilitamise, taaskasutamise, eriti aga regranuleerimisega. Olles loodud lagunevaks materjaliks on nende säilitamisel nõutavad kindlad keskkonnaningimused, kus mikroorganismid ei paljuneks. Kottide mitmekordse kasutamise võimalused, näiteks poest kauba kojutoomisel, on väikesed, sest jällegi tekib bioplasti kontrollimatu lagunemine ja kott lihtsalt ei kannu enam. Puuduseks on ka see, et kõige rohkem regranuleeritakse polüetüleenkilest pakendeid, kotte. Kui polüetüleeniga seguneb biolagunevat plasti, halveneb



Polüetüleenkile valmistamine puhumismeetodil

polüetüleeniregranulaadi kvaliteet tunduvalt.

Kahjuks on kaubandusvõrku tekkinud nn okso-biolagunevad plastid, näiteks okso-biolagunevast polüetüleenist kilekotid, mida reklaamitakse kui biolagunevaid ja isegi kompostuvaid, mis tegelikult ei vasta ühelegi biolagunemise ja veelgi vähem kompostuvuse standarditega kehtestatud nõuetele. Sellised biolagunevad kilekotid on jõudnud ka meie kaubandusvõrku. Tegelikult on need kotid valmistatud tavalisest polüetüleenist või polüpropüleenist, polüetüleenirefertaalidest ning mõnikord ka polüvinüülkloriidist (kõik tuntud kui bioloogiliselt mittelagunevad ja mittekompostuvad materjalid), mille koostisse on lisatud siirdemetalle, nagu nt Co, Mn, Fe, mis põhjustavad polümeeri makromolekulide lõustumist keemilise oksüdatsioonireaktsiooni kaudu. Seda initsieerib UV-kiirgus ja soojendamise, mille tulemusel laguneb kile omakorda väikesteks tükkideks, mis väidetavalt bioloogiliselt edasi lagunevad. Tegelikult ei ole kile lagunemine tükkideks bioloogiline, vaid puhtalt keemiline protsess. Kile lagunemine väikesteks tükkideks ei lahenda jäätmemuret, sest need tükkid ei kao loodusest kuhugi. Tekib hoopis oht, et need levivad kergesti maad mööda laiali ja satuvad ka veekogudesse, kus nad muutuvad ohtlikuks näiteks kaladele, sest siirdemetallid ei kao kuskile.

Polüetüleenkile looduses lagunemist on püütud kiirendada ka sel teel, et polüetüleeniga segatakse näiteks biolagunevat tärklisest. Tärkliseterakestest toituvad mikroorganismid ja tänu sel-

lele muutub kile pärast tärklise “väljasöömist” pooremaks, selle sisemine pind suureneb. Kilesse pääseb rohkem hapnikku ja niiskust ning kile omandab kiirema lagunemisvõime. Küsitavusi on aga palju: kile muutub nõrgemaks, bakterite juurdepääs tärkliseterakestele on siiski limiteeritud ja soodsad tingimused peavad olema loodud bakterite elutegevuseks. Tallinna Tehnikaülikoolis uuriti tärklise asendamise võimalust linaluutolmuga. Töötati välja heade tugevusomadustega kile, kahjuks ei ole see kile siiski biolagunev ega kompostuv.

Omaette küsimusi kerkib seoses sünteetilisest plastist valmistatud kiledega, millest tuntuim ja enim levinud on madaltihedast polüetüleenist valmistatud kile. Veel võib kilet valmistada kõrgtihedast polüetüleenist, polüpropüleenist, polüvinüülkloriidist ja teistest sünteetilisest plastidest. Kile võib olla näiteks mitmekihiline ja kuumutamisel kokkutõmbuv. Kiledede kasutamine on väga levinud, eriti pakkematerjalina ja kilekottidena, millest omakorda on tuntuimad kaubanduses kasutatavad kandekotid. Polüetüleenist kilekotid on välja tõrjunud paberkotid. Selleks on ka omad põhjused. Nii näiteks on arvutused kinnitanud, et peale palju paremate mehaaniliste omaduse (kandevõime, elastsus) kulub plastkottide valmistamiseks, veoks ja regenereerimiseks vähem energiat kui paberkottide puhul, need on taaskasutatavad ja regranuleeritavad, genereerivad vähem kasvuhooonegaase, ei mürgita õhku ega vett, on toiduainete hoidmisel pikka aega steriilsed, kandekotte võib prügikottidena edasi kasutada. Plastkottidel on ka mitmeid puudusi: need on valmistatud nafta ja maagaasi baasil, mille varud on lõplikud, need ei ole biolagunevad ega kompostuvad, hooletul käsitsemisel kujutavad need ohtu lastele ja keskkonnale (nt saastumise seisukohast). Ka paberkottides kasutatav tselluloos ei lagune alati täielikult. Nii on teadlased viimasel ajal leidnud, et Tallinna tselluloosivabriku heitvetega Tallinna lahte sattunud tselluloos, mis on pikka aega mere põhja ladestunud, tõuseb vee teatud liikumise tulemusel üles ning see osa tselluloosist laguneb bioloogiliselt, põhjustades mererannas ebameeldiva lõhna teket.

Mida siis teha selliste kasutatud sünteetiliste kiledega? Nagu teame, kasutatakse nt kilepakendeid, põllumajanduskilesid, ka prügikotte enamasti üks

kord, kandekotte ostude kojutoomiseks vast rohkem kordi. Kaupade ja toiduainete pakkekiled purunevad tihti pakendi avamisel. Neid ei saagi uuesti kasutada. Pealegi on näiteks põllumajanduskiled saastunud mulla ja kemikaalidega, kilekottidele on kantud tekst värvainega.

Olukorrast aitab välja pääseda eelkõige see, et kiled looduses ei lagune ning termoplastseid kilesid saab taaskasutada, s.t pärast ettevalmistamist ja ümbertöötamist (regranuleerimist) uute toodete valmistamiseks taas ringlusesse saata. Biolagunevad kiled selleks ei sobi. Paljudes maades on korduskasutus õigusaktidega reguleeritud. Eesti keskkonnastrateegia aastani 2030 ja Euroopa Liidu kuues keskkonnaalane tegevusprogramm seavad jäätmehoolduse valdkonnas põhieesmärgiks **eelkõige jäätmetekke märkimisväärse vähendamise**. Põhieesmärgini jõudmiseks vajalikud tegevused on vahetult seotud jäätmehierarhia rakendamisega: kui jäätmetekke vältimine või olulisel määral vähendamine osutub võimatuks, tuleb jäätmeid nii palju kui võimalik **taaskasutada**, sh **korduskasutada**, ringlusse võtta ning viia jäätmeid prügilasse minimaalsel hulgal. Eesti keskkonnastrateegia näeb ühe konk-

reetse sihina tekkivate jäätmete ladestamise vähenemist 30% võrra aastaks 2030, kusjuures eesmärk on oluliselt vähendada tekkivate jäätmete ohtlikust ning ohtlike ainete sisaldust jäätmetes. Alates 2009. aasta 1. jaanuarist tuleb pakendijäätmeid, sh polüetüleenkilet taaskasutada järgmiselt: 1) pakendijäätmete kogumassist 60% kalendriaastas; 2) pakendijäätmete kogumassist ringlussevõetuna vähemalt 55% ja mitte rohkem kui 80% kalendriaastas. See tegevus aga eeldab kasutatud kilede ja kilepakendite kogumist, tükeldamist, pesemist, regranuleerimist. Protsess on üsna töömahukas ja saadava regranulaadi kvaliteedinäitajad küllaltki kõikumavad.

Teine väljapääs oleks kilekotte ja pakendeid sisaldav orgaanilist päritolu prügi põletada, muutes selles sisalduva energia soojus- või elektrienergiaks. See protsess ei ole aga lihtne ning vajab eriseadmeid, mis tagavad orgaanika täieliku lagunemise ilma dioksaani sisaldavate ja tihti kahjulike heitgaaside tekkimiseta. Üks selline tehnoloogia on jäätmete gaasistamine ja tekkinud gaasi põletamine. Ei ole aga sugugi selge, kuidas selles protsessis käitub näiteks polüetüleen. Sellist tüüpi soojusjaam on kavas ehitada Tallinnasse. Meetodi

suureks puuduseks võib pidada ka suure hulga CO₂ heidet looduskeskkonda. CO₂ allikas on just fossiilkütuste baasil saadud plastide põletamine.

Kolmandaks võib leppida sellega, et prügilasse sattunud prügikotid maetakse prügi alla ja jäädakse ootama aegu, kui neid sealt ammutatuna osatakse paremini kasutada. Nagu juba mainitud, ei ole polüetüleen bioloogiliselt lagunev ega kompostuv, seega võib see säilida soodsates tingimustes, ilma UV-kiirguse ja õhuhapniku juurdepääsuta määramatu aja.

Kokkuvõtteks näeme, et nn kilekottimure on mitmetahuline. Lahenduse leidmine sõltub paljuski tehnoloogia ja materjaliteaduse arengust. Vähetähtis ei ole ka inimeste teadlikkus ja sellele vastav käitumine. Kui teatakse, et loodusesse sattunud kilekott seal ei lagune, on õige loodust plastijäätmetega mitte reostada, vaid kõik plastpakendid kokku koguda. Nii mõneski riigis on kodanike lohkuse tõttu kilekottide kasutamine keelatud. Suur roll plastijäätmete kogumisel on riigil, kes peaks tagama oma kodanike kogutud kilede ja plastkottide äraveo ning edasise käitlemise. Edukalt tehakse seda klaastaara kogumisel ja ringlusse suunamisel. Kas rakendada ka kilekotile pandiraha?

Dagoplast AS toodab polüetüleenkilet (LDPE, MDPE, HDPE) ning tooteid sellest

- Kõik tooted valmistatakse vastavalt kliendi soovile ja tellimusele.
- Ekspordime üle poole oma tootangust, põhiliselt Rootsi ja Norrassa.
- Esimese Eesti kiletootjana oleme oma tootmises juurutanud rahvusvahelise kvaliteedistandardi ISO 9001 ja keskkonnakaitse ISO 14001 nõuded.
- Loodushoid on meie üks põhieesmärkidest – toodame üle poole oma toodetest taaskasutatud toormest ning töötleme ümber kõik oma tootmisjäätmed.
- Toodame PE-kiletooteid (LD, MD, HD).
- Trükk 2+1 jooksvalt.

MEIE TOOTED: • prügikotid • pakkekotid, kastide sisekotid, kile ja kilelehed, hoiatuslindid • kilepõlled • kaablikaitselindid



DAGÖPLAST

DAGÖPLAST AS

Spordi 4, 92101 Käina, Tel 463 6800, Faks 463 6810
info@dagoplast.ee, WWW.DAGOPLAST.EE

PÜSIVAD ORGAANILISED SAASTEAINED EESTI ÕHUS NING RAHVUSVAHELINE KOOSTÖÖ

OTT ROOTS

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ

KÄESOLEVAL AJAL pööratakse kõige rohkem tähelepanu kahele ohtlike aine- te rühmale: raskmetallidele ja püsivate- le orgaanilistele saasteainetele (edaspidi POS), inglise keeles *POPs (Persistent Organic Pollutants)*. POS-id on põhili- selt kloori sisaldavad ühendid, mis oma mürgisuse, püsivuse ja bioakumulee- ruvuse tõttu ohustavad inimese tervist ning kahjustavad elusorganisme ja öko- süsteeme. Püsivate orgaaniliste saaste- ainetes Stockholmi konventsioon (edas- pidi *Stockholmi konventsioon*) keelustab või piirab kaheteistkümne keskkonnale, sh inimese tervisele kõige ohtlikuma püsiva toksilise kloororgaanilise ühendi kasutamist. Konventsioon jagab kloor- orgaanilised saasteained kolme rühma:

- **pestitsiidid:** aldriin, klordaani, DDT, dieldriin, endriin, heptakloor, hek- saklorobenseen (HCB), heksakloro- rotsükloheksaan (HCH), mirex ja toksafeen;
- **tööstuses kasutatavad kemikaalid:** polüklooritud bifenüülid (PCB) ja HCB;
- **ühendid, mis tekivad tootmisprot- sessis kõrvalsaadusena või jäätmete kahjutukstegemisel:** polüklooritud dibenso-p-dioksiinid (PCDD), polük- looritud dibensofuraanid (PCDF), PCB ja HCB.

Eestis kasutati 1957. aastal klooror- gaanilisi taimekaitsevahendeid (peami- selt DDT ja heksakloraani) 226 tonni [1], 1968. aastast peale on nende import Eestisse keelatud. Autorile teadaolevatel andmetel pole aldriini, dieldriini, end- riini, isodriini, klordaani ega mirexi Eestisse kunagi toodud ega kasutatud, toksafeeni kasutati 1984. aastani. Keskkonnaministeeriumi andmetel on käes- olevaks ajaks kõik vanad POS-ijäädid hävitatud.

PÜSIVAD ORGAANILISED SAASTEAINED OHUSTAVAD INIMESTE TERVIST

Püsivad orgaanilised saasteained on

Tabel 1. ÕHU- JA SADEMEVEEPROOVIDE PCB-SISALDUS (41 ISOMEERI SUMMA) NING SADENEMINE PINNAÜHIKULE [3]

Laiuskraad	Jaam	Õhus pg/m ³	Sademevees ng/L	Sadenemine ng/(m ² -d)
54°00'	Dziwnow	55 (n = 5)	1,4 (n = 2)	2,3 (n = 2)
54°15'	Swibno	69 (n = 6)	4,4 (n = 4)	5,0 (n = 4)
55°25'	Ventes R.	61 (n = 10)	2,0 (n = 15)	3,7 (n = 15)
56°14'	Õland	76 (n = 21)	8,3 (n = 15)	3,5 (n = 15)
56°17'	Breanäs	79 (n = 21)	2,8 (n = 12)	2,8 (n = 12)
56°50'	Salaspils	454 (n = 20)	10,7 (n = 15)	17,9 (n = 15)
58°20'	Vilsandi	79 (n = 9)	1,5 (n = 9)	2,2 (n = 9)
58°21'	Gotska s.	60 (n = 24)	2,0 (n = 15)	3,0 (n = 15)
59°17'	Stockholms s.	80 (n = 21)	1,3 (n = 10)	2,4 (n = 10)
59°30'	Lahemaa	49 (n = 16)	0,8 (n = 12)	1,8 (n = 12)
63°02'	Vasa	32 (n = 27)	0,9 (n = 12)	1,2 (n = 12)
63°03'	Docksta	50 (n = 24)	1,8 (n = 15)	2,6 (n = 15)
63°32'	Norrbyn	48 (n = 24)	1,8 (n = 17)	3,2 (n = 14)
63°36'	Holmögadd	57 (n = 23)	4,9 (n = 12)	5,7 (n = 12)
64°31'	Bjuröklubb	38 (n = 24)	2,9 (n = 13)	2,2 (n = 13)
65°44'	Kalix	47 (n = 24)	2,4 (n = 14)	1,5 (n = 14)
	Kõik jaamad	57 (n = 299)	2,3 (n = 192)	2,7 (n = 192)

Tabel 2. ÕHU- JA SADEMEVEEPROOVIDE DDT-SISALDUS NING SADENEMINE PINNAÜHIKULE [3]

Laiuskraad	Jaam	Sisaldus õhus pg/m ³	Sisaldus sademevees ng/L	Sadenemine ng/(m ² -d)
54°00'	Dziwnow	9,0 (n = 5)	0,21 (n = 2)	0,30 (n = 2)
54°15'	Swibno	6,3 (n = 6)	1,24 (n = 3)	1,0 (n = 3)
55°25'	Ventes R.	2,3 (n = 10)	0,18 (n = 15)	0,38 (n = 15)
56°14'	Õland	5,1 (n = 21)	0,71 (n = 13)	0,38 (n = 13)
56°17'	Breanäs	3,3 (n = 20)	0,17 (n = 12)	0,19 (n = 12)
56°50'	Salaspils	12,4 (n = 20)	0,40 (n = 15)	0,64 (n = 15)
58°20'	Vilsandi	6,9 (n = 8)	0,28 (n = 5)	0,23 (n = 5)
58°21'	Gotska s.	2,0 (n = 24)	0,15 (n = 15)	0,19 (n = 15)
59°17'	Stockholms s.	2,0 (n = 21)	0,09 (n = 10)	0,12 (n = 10)
59°30'	Lahemaa	2,0 (n = 16)	0,06 (n = 12)	0,1 (n = 12)
63°02'	Vasa	0,8 (n = 26)	0,03 (n = 12)	0,05 (n = 12)
63°03'	Docksta	1,2 (n = 24)	0,08 (n = 15)	0,08 (n = 15)
63°32'	Norrbyn	0,9 (n = 24)	0,07 (n = 16)	0,09 (n = 16)
63°36'	Holmögadd	1,2 (n = 22)	0,18 (n = 8)	0,16 (n = 8)
64°31'	Bjuröklubb	0,7 (n = 22)	0,04 (n = 11)	0,05 (n = 11)
65°44'	Kalix	0,9 (n = 24)	0,07 (n = 14)	0,05 (n = 14)
	Kõik jaamad	1,6 (n = 281)	0,13 (n = 178)	0,15 (n = 178)

keemilised ühendid, mis jäävad keskkonda väga pikaks ajaks muutumatul kujul, akumuleeruvad elusorganismide

rasvkudedes, mullas, veekogudes ja toidus (ka loomasöödas) ning on inimesele ja loodusele mürgised. Püsivuse,

Tabel 3. ÖHU JA SADEMEPROOVIDE HCH-SISALDUS NING SADENEMINE PINNAÜHIKULE [3]

Laiuskraad	Jaam	Sisaldus õhus pg/m ³	Sisaldus sademevees ng/L	Sadenemine ng/(m ² ·d)
54°00'	Dziwnow	72 (n = 5)	0,63 (n = 2)	1,4 (n = 2)
54°15'	Swibno	103 (n = 6)	8,65 (n = 3)	5,7 (n = 3)
55°25'	Ventes R.	26 (n = 10)	1,63 (n = 15)	3,2 (n = 15)
56°14'	Öland	20 (n = 21)	2,5 (n = 13)	0,98 (n = 13)
56°17'	Breanäs	45 (n = 21)	1,8 (n = 12)	1,9 (n = 12)
56°50'	Salaspils	39 (n = 20)	1,3 (n = 15)	2,5 (n = 15)
58°20'	Vilsandi	33 (n = 28)	2,1 (n = 5)	3,7 (n = 5)
58°21'	Gotska s.	45 (n = 24)	1,4 (n = 15)	2,2 (n = 15)
59°17'	Stockholms s.	24 (n = 21)	1,0 (n = 10)	1,3 (n = 10)
59°30'	Lahemaa	26 (n = 16)	0,31 (n = 12)	0,53 (n = 12)
63°02'	Vasa	30 (n = 16)	0,38 (n = 12)	1,3 (n = 12)
63°03'	Docksta	18 (n = 24)	0,92 (n = 15)	1,7 (n = 15)
63°32'	Norrbyn	7 (n = 24)	0,16 (n = 17)	0,61 (n = 17)
63°36'	Holmögadd	20 (n = 23)	1,3 (n = 8)	0,82 (n = 8)
64°31'	Bjuröklubb	28 (n = 15)	0,46 (n = 10)	0,22 (n = 10)
65°44'	Kalix	4 (n = 21)	0,33 (n = 14)	0,16 (n = 14)
	Kõik jaamad	25 (n = 275)	1,0 (n = 178)	1,3 (n = 178)

Tabel 4. DIOKSIINIDE JA FURAANIDE KESKMINE POTENTSIAALNE HEIDE EESTIS 2000 AASTAL (G I-TEQ)² TEGEVUSLIIKIDE KAUPA [13]

Tegevus	Õhku	Vette	Pinnasesse	Toodetesse	Jäätmetesse
Jäätmete põletamine	0,19				0,47
Metallitootmine					
Elektri ja sooja tootmine	4,90				5,80
Mineraaltoodete valmistamine	0,39			?	0,06?
Transport	0,04				?
Kontrollimatu põletamine	8,10	?	0,12?		4,40?
Kemikaalide ja tarbekaupade tootmine	0,004?			0,03	0,60?
Muu	0,04			0,002	0,009?
Käitlemine (reovesi ja jäätmed)		0,15			3,90
Kriisikolded	?	?	?		
KOKKU	14?	0,15?	0,12?	0,03?	15?

• tühi lahter näitab, et heitkogused ei ole märkimisväärsed

² Amsterdamis fosforiidi (kontsentraadi) müügihind (valdavad veokulud).

? näitab, et heide võib olla märkimisväärne, kuid tegevuse emissioonitegur pole teada.

? pärast arvu näitab, et heitkogused võivad olla alahinnatud, kuna mõne alategevuse heide pole teada.

toksilisuse, bioakumuleerumisvõime ja muude omaduste tõttu võivad POS-d õhu, vee, mulla, elusorganismide, jäätmete ning toidu kaudu kanduda saasteallikatest õige kaugele. Eriti ohtlikud on nad „toiteahela tipus“ olevatele organis-

midele, kelle hulka kuulub ka inimene. Inimorganismi akumuleerunud POS-id, mille sisaldus võib olla mitu korda suurem kui keskkonnas, võivad põhjustada mitmesuguseid terviseprobleeme (nt viljatust ja vähkkasvajate teket ning

kesk- ja piirdenärvisüsteemi, siseorgaanite ja immuunsussüsteemi kahjustusi) ning sageli põhjustada enneaegset surma. Eriti tundlikud on lapsed ja vanurid. Lapse kokkupuude POS-idega enne kaheaastaseks saamist võib esile kutsuda aju alaarengu. Lisateavet leidub kirjandusallikates [2, 3, 4, 5, 6 ja 7].

RAHVUSVAHELINE KOOSTÖÖ

Üle riigipiiride kanduvad POS-id võivad põhjustada globaalseid kahjustusi kaugel saasteallikast. „Piiriülese õhusaaste kauglevi 1979. aasta konventsiooni orgaaniliste saasteainete protokoll“ seadis eesmärgiks keelustada ohtlike POS-ide tootmist ning vähendada või kontrolli all hoida või kõrvaldada nende heitkoguseid ja lekkeid [8].

Õhusaaste kaugülekanne konventsiooni rakendades võeti eelmise kümnendi lõpus vastu ÜRO ja Euroopa Majanduskomisjoni protokoll, mille alusel püüti kas keelustada või piirata mitme eriti toksilise ja püsiva orgaanilise ühendi tootmist ja kasutamist kogu maailmas. Protokollis lisas III on kirjas ühendid, mille emissiooni tuleb järkjärgult vähendada (võrdlusaastaks võeti 1990. aasta). Sellesse nimekirja kuuluvad ka püsivad orgaanilised saasteained polüklooritud dibenzo-p-dioksiinid (PCDD) ja polüklooritud dibenzofuraanid (PCDF). Sama kohustus on kirjas ka Stockholmi konventsioonis [9].

Kuna enamik POS-idele pühendatud uuringutest Eestis on sooritatud koostöös muude riikide teadlastega ja nende riikide poolt finantseeritud, siis on käesolevas artiklis suurt rõhku pandud kirjandusviidetele, kust saab lisamaterjali Eesti õhusaaste kohta alates 1990ndate aastate algusest.

EELMISE SAJANDI ÜHEKSAKÜMNENDATE ALGUS

Esimesed POS-idele pühendatud koostööprojektid käivituvad Eestis juba 1990ndate alguses [10, 3, 11]. Aastakümneni keskel langes Läänemere atmosfäärist (nii märg- kui kuivsadene-mise summana) aastas 19,7 kg DDT-d, 226,8 kg HCH-d ja 387,1 kg CB-d. Jõgede kaudu lisandus 2,8 kg DDT-d, 47,5 kg HCH-d ja 332 kg PCB-d [3]. Nagu neist arvudest nähtub, on DDT ja HCH kaugülekanne atmosfäärist tunduvalt suurem kui jõgede kaudu lisanduv. Eestile lähim PCB-saasteallikas asus Salaspilsis (Tabelid 1–3) [3, 10].

PÄRAST AASTAT 2000

Läbimurre POS-ide globaalsel uurimisel toimus aastatel 2001–2003, kui ülemaailmse programmi IOMC (*Inter-Organization Programme for Sound Management of Chemicals*) juhtimisel ja Austraalia, Prantsuse, Šveitsi, Rootsi ja USA valitsuste finantstoel pandi maailma kaheteistkümne regiooni aruanne põhjal kokku esimene ülemaailmne aruanne *Global Report 2003: Regionally Based Assessment of Persistent Toxic Substances*. Eesti osales nii selle kui ka Euroopa aruande koostamisel. Kõigi kaheteistkümne aruandega saab tutvuda ÜRO Keskkonnaprogrammi „Kemikaalid“ Internetilehel: www.chem.unep.ch/pts.

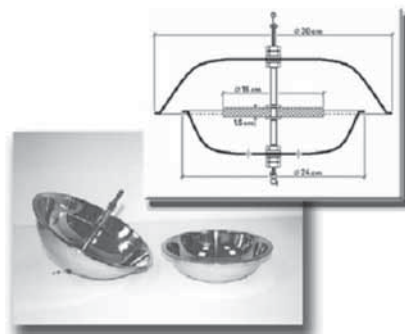
Dioksiine ega furaane ei toodeta, vaid nad tekivad tööstuses ebaseadlike kõrvalsaadustena (tabel 4). Maailmas satub neid keskkonda põhiliselt jäätmete põletamisel (69%) ja metallurgiatööstusest (10%) [12]. Dioksiinidel on 75 ning furaanidel 135 isomeeri, kusjuures neist kõige toksilisemaks loetakse vastavalt seitset ja kümnet. Ühenditest on kõige toksilisem 2,3,7,8-TCDD, millel on inimesele vähkitekitaiv toime.

Eestis seab dioksiinide ja furaanide heitele piirangud 1. mail 2002. aastal jõustunud saastuse kompleksse vältimise ja kontrollimise seaduse § 20 sätestab: „Heite piirväärtusi määrates peab loa andja arvestama käitise saasteallikast keskkonda heidetavate ainete olemust ja võimet kanda saastatust ühest keskkonnaelemendist teise“. Sama paragrahvi teine lõige sätestab: „Õhuheite koostises määratakse eelkõige järgmiste ainete heidete piirväärtused“ (PCDD-d ja PCDF-id on loetelu punktis 13).

Koos Taani uurimisasutustega tehtud arvutus näitas, et Eestis peaks dioksiinide ja furaanide teket põhjustama peamiselt elektri ja sooja tootmine ning jäätmete kontrollimatu põletamine kodumajapidamistes ja prügilapõlengud.

Dioksiinide ja furaanide otseheite mõõtmist 2003. aastal mitmes Eesti ettevõttes (Balti ja Eesti elektrijaamades jm) finantseeris Taani poolt DANCEE (*Danish Environmental Assistance to Eastern Europe*) [14, 15, 16, 17]. Mõõtmistulemused näitasid, et tegelik heide on arvatust kümnekond korda väiksem [11, 15, 16, 17, 18].

Tänapäeval kasutatakse välisõhu püsivate orgaaniliste saasteai-



Joonis 1. Passiivne välisõhuprooviel (<http://monet-ceec.eu/index.php?pg=structure>)

nete sisalduse uurimisel nn passiivseid proovileid (joonis 1). Üldjuhul antakse sisaldused filtrisse pidama jäänud POS-ide kohta.

Teadusuuringuid finantseeris kolm riiki: Tšehhi, Inglismaa ja Taani: Tšehhi Vabariigi haridus- ja keskkonnaministeeriumid (projektid MSM 0021622412 INCHEMBIOL ja SP/1b1/30/07 [19, 20, 21]), Inglismaa Lancsteri ülikooli projekt *POPs Fate Modelling* [22, 23, 24, 25] ja Taani Keskkonna- ja Energieetikaministeeriumi koostööprogramm DANCEE (*Danish Cooperation for Environment in Eastern Europe*) [13, 14, 15, 16, 17]. Põhilised andmed Eesti õhu POS-isisaldusest on esitatud publikatsioonides [11, 19, 20, 25] ning võrdlusandmed muude Euroopa riikidega Lancsteri ülikooli aruandes [22, 23, 24, 25].

Lahemaa ja Kohtla-Järve õhuseirejaamad osalesid 2002. ja 2004. aastal üle-euroopalises POS-ide uurimisprojekti (joonis 2), mille tulemusena saadi andmeid selliste saasteainete sisalduse kohta Eesti välisõhus, mida varem polnud määratud, nagu PBDE (*polybrominated diphenyl ethers* – polübroomitud difenüületrid) ja PCN (*polychlorinated naphthalenes* – polüklooritud naftalee-



Joonis 2. Välisõhu PBDE-sisaldus Euroopas (Eestis Lahemaa EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) -jaamas). Proovlite eksponeerimisaeg 13–20 juuni 2002. Pikim tulp 760 pg/prooviel [27]

mid) [20, 21, 26]. 2002. aastal osales projektis 71 õhuseirejaama 22 riigist. Projekti *Modelling of the Environmental Distribution and Fate of Persistent Organic Pollutants on a National, European and Global Scale (EPG 1/3/169)* juhtis Lancsteri ülikooli keskkonnakeemia ja ökotoksikoloogia grupp [22]. Saadud tulemused on esitatud mitmes publikatsioonides [23, 24, 25].

Õhusaastele pühendatud projekti MONET (*Monitoring of persistent organic compounds in the air using the passive air sampling technique: Model network CEECs*) esimene etapp sooritati Tšehhis, kus tehti kindlaks riigi enimreostunud piirkonnad. Projekti järgmised etapid hõlmasid Ida- ja Kesk-Euroopa riike. Teises etapis saadud tulemustega saab tutvuda Internetis (<http://monet-ceec.eu>). Finantseerisid Tšehhi Vabariigi keskkonna- ja haridusministeeriumid.

Projekti MONET CEEC 2006 II osa käsitles püsivate orgaaniliste saasteainete seiret välisõhus, kasutades passiivseid proovileid, ja mullas. Ida- ja Kesk-Euroopa (Tšehhi Vabariik, Bosnia ja Hertsegoviina, Eesti, Läti, Leedu, Rumeenia, Serbia ja Slovakkia) seirevõrgu mudeli kohta vt [19, 20, 21] ja Internetis: <http://monet-ceec.eu/index.php?pg=structure>.

POS-ide sisaldust projektis osalevate riikide õhus, naiste rinnapiimas ja veres käsitletakse aruandes [28]. Uuringut finantseerisid Tšehhi Vabariigi keskkonna- ja haridusministeeriumid.

Projekti MONET CEEC 2007 V osa on pühendatud püsivate orgaaniliste saasteainete seirele Tšehhi Vabariigi, Bulgaaria, Horvaatia, Ungari, Makedoonia, Moldova, Montenegro, Poola, Venemaa ja Sloveenia välisõhus, kasutades passiivseid proovileid. Programmi lülitati nn võrdlus- e foonijaamana ka Lahemaa õhuseirejaam.

2009. aasta 1. jaanuaril algavasse projekti MONET CEEC 2007 ossa IV (Püsivate orgaaniliste saasteainete seire välisõhus, kasutades passiivseid proovileid) valiti igast riigist (Tšehhi Vabariik, Armeenia, Aserbaidžaan, Valgevene, Bosnia ja Hertsegoviina, Bulgaaria, Horvaatia, Eesti, Ungari, Kasahstan, Kõrgõzstan, Läti, Leedu, Makedoonia, Moldova, Montenegro, Poola, Rumeenia, Venemaa, Serbia, Slovakkia, Sloveenia ja Ukraina) üks jaam, kus õhus olevaid POS-e mõõdetakse passiivsete proovilitega (joonis 3).

A.M.

MONET Europe



Joonis 3. Projektis MONET osalevad õhuseirejaamad

Viidatud kirjandus

- Müür, J. Plant protection products use in Estonia. *Estonian Environment 1995* (ed. E. Meikas, Environmental Information Centre, 1996, 66–68).
- Roots, O. The effect of environmental pollution on human health in the Baltic States (Assessment and regional differences). Tallinn 1999, 120 p.
- A System Analysis of the Baltic Sea (Eds. F. Wulff, L. Rahm and P. Larsson). *Ecological Studies*, Springer Verlag, 2001, v. 148. Chapter 6. C. Agrell, P. Larsson, L. Okla, G. Bremle, N. Johansson, M. Klavins, O. Roots and A. Zelechowska. Atmospheric and River Input of PCBs, DDTs and HCHs to the Baltic Sea, pp. 149–175.
- Ohtlikud ained Eesti keskkonnas (Hazardous Substances in the Estonian environment). Toimetajad/Editors A. Roose, E. Otsa, O. Roots. Eesti Vabariigi Keskkonnaministeerium, 2003, 112 lk.
- Roots, O., and Zitko, V. Health concerns in the Baltic States, Nordic countries, and Russia. – *Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol.*, 2004, v. 53, No. 3, 194–207.
- Roots, O. Püsivad orgaanilised saasteained meie keskkonnas, Keskkonnaministeerium ja Eesti Keskkonnanuuringute Keskus. Teatmik, Polarscan, Tallinn, 2006, 27 lk.
- Roots, O. Püsivad orgaanilised saasteained on vaikselt varitsev oht tervisele. *Eesti Arst*, 2009, 88, 2, 139–140.
- Piire ületav õhusaaste (Koostajad V. Liblik ja H. Karu), Keskkonnaministeerium ja Tallinna Ülikooli Ökoloogia Instituut, 2004, 128 lk.
- Püsivate orgaaniliste saasteainete vähendamise tegevuskava 2006–2010 (Koost. V. Liblik). Leping nr K-13-2-2005/1534. Tallinna Ülikooli Ökoloogia Instituut, 2005, 132 lk.
- NORDIC. Environmental research programme for 1993–1997. Final report and self-evaluation. Nordic Council of Ministers. TemaNord ENVIRONMENT, 1999, v. 548, 135–140.
- Roots, O., Sweetman, A. Passive air sampling of persistent organic pollutants in two Estonian monitoring stations. – *Oil Shale*, 2007, 24, 3, 483–494.
- Dioxin and Furan Inventory. National and Regional Emissions of PCDD/PCDF, Prepared by UNEP Chemicals, 1999, 100 p.
- Larssen, C., Hansen, E., Jensen, A., Olen-drynski, K., Kolsut, W., Zurek, J., Kangulewicz, I., Debski, B., Skolkiewicz, J., Holtzer, M., Grochowalski, A., Brante, E., Poltimäe, H., Kallaste, T., Kapturauskas, J. Survey of dioxin sources in the Baltic Region. *Environ. Sci. & Pollut. Res.* 2003, 10, 49–56.
- Inventory of Dioxin and Furan Releases in Estonia, 2002.
- Schleicher, O., Jensen, A., Roots, O., Her-mann, T., and Tordik, A. Dioxin emission from two oil shale fired power plants in Estonia. *Organohalogen Compounds*, 2004a, 66, 4089–4095. (DIOXIN 2004, Germany August 24–29).
- Schleicher, O., Jensen, A., Roots, O., Her-mann, T., and Tordik, A. Dioxin and PAH emissions from a shale oil processing plant in Estonia. *Organohalogen Compounds*, 2004b, 66, 1665–1671. (DIOXIN 2004, Germany August 24–29).
- Schleicher, O., Roots, O., Jensen, A.A., Her-mann, T. and Tordik, A. Dioxin emission from two oil shale-fired power plants in Estonia. – *Oil Shale*, 2005, 22, 4, 563–570.
- Quass, U., Pulles, T., Kok, H. The DG Envi-ronment project “Dioxin Emissions in Can-didate Countries: Scope, approach and first results. *Organohalogen Compounds*, 2004, 66, 878–883.
- Klanova, J., Cupr, P., Holoubek, I. Applica-tion of passive sampler for monitoring of POPs in ambient air. Part II: Pilot study for develop-ment of the monitoring network in the Central and Eastern Europe (MONET_CEEC), REC-ETOX MU, Brno. RECETOX_TOCOEN Reports. No. 319, 177 p.
- Roots, O., Holoubek, I., Cupr, P., Klanova, J., Kallis, A., Kuningas, K. Air and soil pollu-tion. Part 1. Organo-chlorine pesticides in the north- and north-eastern part of the Estonia. *Ecological Chemistry*, St. Petersburg Univer-sity and Thesa, 2008, 17 (2), 88–93.
- O. Roots, A. Roose, A. Kull, I. Holoubek, P. Cupr, J. Klanova. Distribution pattern of PCBs, HCB and PeCB using passive air and soil sam-pling in Estonia. *Environmental Science and Pollution Research*, 2009b (Online first).
- Sweetman, A., Prevedouras, K., Farrar, N., Jaward, F., Jones, K. C. Modelling of the Envi-ronmental Distribution and Fate of Persistent Organic Pollutants on a National, European and Global Scale (EPG 1/3/169), 2002 (Personal information).
- Jaward, F. M., Farrar, N. J., Harner, T., Sweetman A., Jones K. C. Passive air sampling of PCBs, PBDEs and organochlorine pesticides across Europe. *Environ. Sci. Technol.*, 2004a, 38, 1, 34–41.
- Jaward, F. M., Farrar, N. J., Harner, T., Sweetman, A., Jones K. C. Passive air sampling of polycyclic aromatic hydrocarbons and poly-chlorinated naphthalenes across Europe. *Envi-ron. Toxicol. Chem.*, 2004b, 23, 6, 1355–1364.
- Gioia, R., Sweetman, A., Jones, K.C. Cou-pling passive air sampling with emission es-timates and chemical fate modelling for per-sistent organic pollutants (POPs): A feasibility study for Northern Europe. *Environ. Sci. Tech-nol.*, 41, 7, 2165–2171.
- Jaward, F. M., Farrar, N. J., Prevedouros, K., Harner, T., Sweetman, A. J., Jones, K. C. Atmospheric PBDEs, and PCNs across Europe. Results of a passive sampling program. *Orga-nohalogen Compound*, 62, 4p. (DIOXIN 2003 (Boston, USA)).
- Farrar, N. J., Prevedouros, K., Harner, T., Sweetman, A. J., Jones, K. C. Continental scale passive air sampling of persistent organic pol-lutants using rapidly equilibrating thin films (POGs). *Environmental Pollution*, 2006, 144, 423–433.
- Global Monitoring Plan for Persistent Or-ganic Pollutants. Under the Stockholm Con-vention Article 16 on Effectiveness Evaluation First Regional Monitoring Report. Central and Eastern Europe and Central Asia (tulemused avaldatud: RECETOX-TOCOEN & Masaryk University, RECETOX-TOCOEN Reports 2008, No. 339).

KESKKONNAUURINGUTEST CALIFORNIA ÜLIKOO LIS (IRVINE'IS) JA OSARIIGI KESKKONNAPOLIITIKAST

Prof REIN MUNTER

TTÜ keemiatehnika instituut

KESKKONNAALASE uurimistööga California Ülikoolis ja osariigi keskkonnapoliitikaga oli käesoleva artikli autoril võimalik tutvust teha, viibides kolm kuud (märtsist maini 2009) Fulbrighti stipendiaadina selle ülikooli ehitus- ja keskkonnatehnika instituudis (*Department of Civil and Environmental Engineering*) ning veeuurimiskeskuses. Fulbrighti stipendiumi taotlus tugines instituudi direktori ja ühtlasi veeuurimiskeskuse juhataja prof William Cooperi lahkele kutsele tulla lähemalt tutvuma nende alusuuringutes esikohal olevate vesilahuses kulgevate radikaalsete reaktsioonide kineetika ja mehhanismide uurimise meetodika ning aparatuuriga ja sellekohaste rakendusuringutega. Minu tutvus prof William Cooperiga algas 2008. aasta detsembris UNESCO rahvusvahelisel veekonverentsil California Ülikoolis, kus esinesin tema juhitud sektsioonis ettekandega Eesti põhjavee kvaliteedist ja võetava tarbevee parendamise tehnoloogiast. Täielikku kinnitust leidis iseloomustus, mille tema kohta on andnud osooni *grand old man* dr Rip Rice: „Bill is a very nice and kind person.“

Jõudsin Irvine'i linna ja oma elukohta Newport Beach'i uues elamurajoonis 28. veebruari öösel. Umbes kaks nädalat kuldsel teel nii elektroonses kui muus mõttes ning pärast seda sain kohalikesse oludesse piisavalt sisseelanna hakata tundma sügavamalt huvi oma tööga seotu vastu. Juba Tallinnas olin tutvunud mõne prof Bill Cooperi ja tema kolleegide publitseeritud artikliga OH-radikaalide orgaaniliste ainetega reageerimise kineetikast vees, kiiruskonstantide määramise meetodikast ning prof Cooperi monograafiaga vee puhastamise radiolüütilistest meetoditest. Kohapeal oli nüüd hea võimalus



Minu elukoht: 2005 Loggia, Newport Beach, CA 92660

Fotod: Rein Munter

kõigesse sellesse süveneda. Instituudi uurimisteemad hõlmavad loodusliku orgaanilise aine reaktsioone (eriti fotokatalüütilisi, s.o päikese kiirguse mõjul kulgevaid) vees, süvaoksüdatsioonireaktsioonide (AOPs) kineetikat ja reaktsioonimehhanisme, naftatankerite ballastvee osoonimisel kulgevaid reaktsioone ja tehnoloogiat.

Peale Bill Cooperi on instituudis veel kolm professorit: Brett Sanders (jõgede, järvede ja rannikumere vee hüdrodünaamika ja kvaliteedi modelleerimine), Diego Rosso (säästev areng, keskkonnatehnoloogia, vee ja reovee puhastamine) ja Russell Detwiler (vedelike hüdrodünaamika ja poorses keskkonnas voolamise modelleerimine). Instituudis oli 17 doktoranti ja 7 magistranti. Sain lähemalt tuttavaks ka teiste Fulbrighti stipendiaatide ja *post-doc*-idega: dr Riccardo Gori Firenze Ülikoolist uuris reoveesete käitlemist, prof Wan Namkoong Sõuli Ülikoolist (Lõuna-Korea) kirjutas õpikut tahke-

te jäätmete käitlemisest), dr Michael Gonsior Aacheni Ülikoolist uuris vesinikperoksiidiga kulgevaid reaktsioone merevees ning planktoni päikese kiirguse toimel lagunemise saadusi, dr Joonseon Jeong Pekingi Ülikoolist tegeles AOP-protsesside reaktsioonikineetika mõõtmisega ning oli selle teemaliste, peamiselt mainekas ajakirjas *Environmental Science and Technology* avaldatud artiklite peaautoreid. Kõigi nende sõbralikus seltskonnas tundsin end juba esimesest päevast peale koduselt.

Instituudi uurimistööde temaatikast ja tasemest annab kõige parema pildi alljärgnev nende tehtud tööde lühiloetelu:

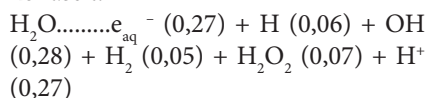
- vee desinfitseerimise kõrvalsaaduste (DBP) radiatsioonikeemia kui oksüdatsiooni- ja taandamisprotsesside (AOP-protsesside) mudel;
- AOP-protsessid antibiootikumide hormoonpreparaatide jm püsivate saasteainete kõrvaldamisel veest;
- lahustunud orgaanilise aine (DOM)

molekulaarstruktuur merevees ja fotolüütilinelagunemine päikesekiirguse toimetel, kasutades ESI-FT-SCR-MS (*Ultrahigh Resolution Electrospray Ionization Fourier Transform Ion Cyclotron Resonance Mass Spectrometry*).

Peale alusteaduse tegeldi ka mitme elutähtsa keskkonnamurega:

- oliiviõli tootmisel tekkiva fenoolse reovee puhastamine elektronikiirguse abil;
- naftatankerite ballastvee desinfitseerimine osooniga;
- mikrofiltrimine ja osoonimine kui reovee süvapuhasprotsessid ning vee taaskasutus *Orange County* maakonnas.

Esiialgu pakkus kõige rohkem huvi aparaat, milles vee radiolüüsiks kasutatakse pidevat γ -kiirgust (allikas ^{60}Co), et tekitada aktiivseid oksüdeerivaid ja taandavaid osakesi. Gammakiirguse toimetel toimub vee radiolüüs, s.o lagunemine solvateeritud elektronideks, vesinikradikaalideks, OH-radikaalideks, vesinikuaatomiteks, vesinikperoksiidiks ja prootoniteks järgmise võrrandi kohaselt:



Sulgudes olevad numbrid näitavad tekkinud taandavate ja oksüdeerivate osakeste kontsentratsiooni ($\mu\text{moolides}$) 1 J suuruse energiakoguse neeldumisel 1 kg vees (1 J/kg = 1 Gy (gray)).

Kasutades LC-MS-i või GC-MS-i (vedelik- või gaaskromatograafiat koos



Vaikse ookeani rannik Newport Beach'is

massspektromeetriaga) määrati orgaanilise saasteaine stabiilsed lagusaadused ning koostati reaktsioonimehhanismi skeem OH-radikaalidega. Selleks et vabaneda taandavatest osakestest ning tekitada 100%-list oksüdeerivat keskkonda, küllastati kiirgusele allutatavat lahust esmalt N_2O -ga, mis viis elektronid ja vesinikuaatomid üle OH-radikaalideks. Reaktsiooniaeg oli imeühike, mikrosekundeid, ning nii lühikese kontaktiaja jooksul saab saasteaine kontsentratsiooni vähenemist korreleerida tekkivate lagusaaduste hulga.

Et määrata OH-radikaalide ja orgaanilise saasteaine vahelise reaktsiooni teist järku kiiruskonstanti k_2 ($\text{M}^{-1}\text{s}^{-1}$),

kasutati Notre Dame'i Ülikooli (Indiana osariik) pulseerivat elektronikiirgurit ja elektronide lineaarkiirendit LINAC. Kõik need, kes tunnevad lähemalt süvaoksüdatsiooni, teavad, et sel puhul on kiiruskonstandid mitu suurusjärku suuremad kui osoonimisel. Mitu prof Bill Cooperi doktoranti olid juba määranud naftaleeni, kloorfenoolide, MTBE-e, iodofenooli, kloramiini, merkaptotoetanooli, nitrosodimetüülamiini (NDMA), alifaatsete ketoonide, hüdraasiini, BTEX-ide ja paljude muude oluliste vett saastavate ainete kiiruskonstandid (nende väärtused olid piirides 10^9 kuni $10^{11} \text{M}^{-1}\text{s}^{-1}$). Enamikule ainetele määrati kiiruskonstandid esimest korda, mõnel olid aga prof Jürg Hoigne määratud väärtused juba varem olemas ning siis võrreldi leitud väärtusi varem kirjanduses avaldatutega. Käesoleval ajal jätkuvad seda laadi uuringud nii California kui ka mitmes Euroopa ülikoolis just farmatseutiliste ja endokriinset talitust mõjutavate preparaattidega. Veepuhastustehnoloogia täiustamise seisukohast on need väga olulised.

Veel suuremat huvi pakkusid käesoleva artikli autorile kui eelkõige osooniuurijale paar aastat tagasi tehtud suurte naftatankerite ballastvee osoonimise eksperimentaaluuringu tulemused. Kõigepealt lugesin läbi mitmesajaleheküljelise aruande Alasca naftatankeri S/T TONSINA (pikkus 256 m) ballastvee ($84\,000 \text{m}^3$) osoonimise kohta. Töö eesmärk oli uurida osooni toimet ballastvees leiduvatele elusorganismidele, et vältida võõrliiki-



Engineering Building, mille 8. korrusel asuvas laboris töötasin

de vedamist maakera teistesse piirkondadesse. Vette viidud osooni annused (2–3 mg/l) tapsid nii füto- ja zooplanktoni kui ka suuremad organismid (nt molluskid ja vähid). Sealjuures ei desinfitseerinud mitte osoon, vaid osooni toimel merevees sisalduva broomiidiga moodustunud aktiivsed broomiühendid (HBrO, BrO[•]), mille toime kestis 1–2 ööpäeva. OH-radikaale merevees ei teki. Gaasiline osoon puhustati tavaliselt vette läbi poorsete plaatide. Osoonikadu oli üsna suur (20–25%) ning veega segunemine ei olnud kuigi tõhus. Soovitasin järgneva uurimistöö jaoks tankeril S/T PRINCE WILLIAM viia osooni vette injektorsüsteemi abil, rakendades veeringlust, ning tegin ka vajalikud arvutused. Injektorsüsteemi toidaks pump, mis võtab osa vett tankeri sektsioonist, segab selle injektoris kiiresti ja tõhusalt puhast hapnikust toodetud osooniga ning pumpab osooniga küllastatud vee tagasi tankeri vastava sektsiooni ülemisse ossa. Et vältida pumba ja torustiku ummistumist, on pumba ette vaja sõela. Vaadates eelmise uurimistöö aruandes toodud graafikuid ja värvifotosid osooniga (täpsemalt broomiühenditega) tapetud suurematest mereasukatest (nt krabid, vähid, kalad), tekkis kahtlusi



Department of Civil and Environmental Engineering

seada laadi keskkonnakaitse eetilise suhte. Tallinna Veepuhastusjaamas aastatel 1965–1967 Ülemiste järve vee osoonimise pilootkatseid tehes tegime tegelikult sedasama, tappes osooniga vees olevat planktonit, patogeenseid *coli*-baktereid ja viirusi, neid küll oma silmaga nägemata. Saan aru, et võõraste mereorganismide ülekandumist teise keskkonda, kus nad olemasolevaid asukaid välja tõrjuvad, tuleb vältida, ent vaadates fotodel suuri surnud kalu, krabisid ja vähke, hakkas neist kahju.

Nemad polnud ju süüdi, et nad tankeri ballastvette sattusid. Seetõttu võis tunda omamoodi heameelt, et tankeri S/T PRINCE WILLIAM ballastvee osoonimise esialgu maisse ja juunisse plaanitud katsed nihkusid septembris-oktoobrisse, kui see tanker pidi Los Angelesi sadamasse saabuma.

Instituudi teadusseminare, kus esinesid põhiliselt doktorandid ja *post-doc*-id, peeti paar korda kuus. Tutvustasin neil ka meie instituudi uurimistööd vee ja reovee osoonimise ja süvaoksidatsiooni valdkonnas. Osalesin ka instituudi korraldatud laiema seminaril, kus arutati *Orange County* veevarustuse ja reoveepuhastuse päevaküsimusi.

Ülikoolis oli võimalik kuulata mitme väljapaistva teadlase loenguid ökoloogiast, keskkonnafilosoofiast, kosmoloogiast, laserspektroskoopiast ja membraanprotsessidest. McDonnell-Douglass nimeles auditooriumis esines 6. aprillil 2009 dr Jasper Voegt (*Los Alamos National Laboratory*) loenguga üldistest keskkonnamudelitest. Esineja tutvustas hiljuti koostatud Markov-Monte Carlo mudeli arendusena koostatud üldist keskkonnamudelit ning tõi näiteid selle kasutamise



Veekeemia ja -tehnoloogia labor

kohta jõe vooluhulga arutamiseks sademete hulga põhjal, taime süsinikubilansi koostamisel, saasteaine difusiooni arutamisel põhjavees ning selle seletamiseks, kuidas Skandinaaviast Aafrikasse lendavad rändlinnud optimeerivad oma energiavaru olenevalt valitud marsruudi pikkusest. Järgmisel päeval oli samas auditooriumis võimalik kuulata dr Mary Lindi (*University of California, LA*), kes tutvustas uute nanokomposiitmembraanide kasutamist ainete lahutamiseks, sh veepuhastuses. Nanomaterjali (tseoliidi) lisamine tavalesele polümeermembraanile suurendas selle hüdrofiilsust ja läbilaskevõimet ning vähendas bakterite adhesiooni. Päev hiljem tutvustas dr Anna Michael (*Princeton University*) laserspektroskoopia võimalusi nii veekogude (sh ookeani-) vee kui ka välisõhu analüüsimisel.

Koos oma korteriperemehe Tony Christopheriga osalesin California osariigi väga huvitaval keskkonnaüritusel Santa Monicas. Õppisin tundma USA ja California osariigi päevakohaseid keskkonnamuresid ja nende võimalikke lahendusi. California osariigi kuberner Arnold Schwarzenegger on toetanud mitut olulist keskkonnaalgatust, sh kasvuhoonegaasiheite piiramist.

Septembris 2008 kirjutas ta alla toksiliste kemikaalide kontrolli seadusele (*Green Chemistry Bill*), mis puudutas mitmeid tarbekaupu (nt huulepulki ja muud kosmeetikat, lõunasöögipakendeid, mänguasju). Seadus võeti vastu selleks, et kõrvaldada üle 80 000 toksilise kemikaali negatiivset keskkonnamõju. Paljud neist, kellega vestlesin nii ülikoolis kui ka mujal, olid väga mures kliima üleilmse soojenemise pärast. Kohati tundus, et see kippus varjutama osariigi teist, kohapeal veelgi olulisemat muret – kroonilist veepuudust (tõele väga lähedane on väide, et Lõuna-California osariik ning eriti Orange County on rajatud kõrbealale ja niisutusest oleneb see, kas piirkond jääb oasiks või muutub taas kõrbeks). Kokkutulekul esinejad rõhutasid, et mitu olulist kliima globaalset soojenemist pärssivat seadust on jäänud nafta- ja söekompaniide palgatud ligi 2000 lobitöötaja (ligi neli tükki iga kongressiliikme kohta!) vastuseisu tõttu USA kongressis vastu võtmata.

California on USA juhtivaid osariike päikese- ja tuuleenergia kasutamise valdkonnas. Kui katta seal 7% elumajade katustest päikesepaneelidega, tagaks see kogu olmeenergiavajaduse. Kokkutulekul püstitati loosung *Repower Ame-*

rica!, kasutades nn rohelisi energiaallikaid. Taastuvenergiat rakendas 2006. aastal USA-s otseselt 250 000 ning koos lähedaste tootmistega umbes 750 000 töötajat. On välja arvatud, et hoonete konstruktsiooni ajakohastamiseks investeeritud raha loob seitse korda rohkem töökohti kui sama rahasumma investeerimine söetööstusse. Neli osariiki (Nebraska, Kansas, Lõuna- ja Põhja-Dakota) on väga tuulised. Tuuleenergia ulatuslikum kasutamine võimaldaks katta isegi kogu USA aastase elektrienergiavajaduse. Alates 2007. aastast on loodud 50 uut tuulikudetaile tootvat firmat ning tekitanud ligi 10 000 uut töökohta.

Keskkonnaaktivistide seminaril oldi väga kriitilised eelmise, George Bushi valitsuse keskkonnapoliitika suhtes. Barack Obamalt oodatakse senise keskkonnapoliitika radikaalset muutmist. USA kongressile esitati konkreetset ettepanekud, kuidas kaitsta paremini ookeani elustikku, nõuti gaasi- ja naftatööstuse arendamise täielikku peatamist osariigis, suitsetamise keelustamist mererannas, parkides ja muudes avalikes kohtades ning plastkottide maksumustamist, et vähendada ookeanipinna saastamist, rannakeelualade tunduvat laiendamist ning autode heitgaaside

OÜ LOITEH

Tel 620 2854, faks 6 770 187, GSM 56 458 275
e-post: rmunt@edu.ttu.ee

**Nõuanne, eeluuringud, tehnoloogia kavandamine
Osoonigeneraatorite, aeraatorite ning vee ja
õhu puhastusseadmete vahendamine:**

- *Puuvilja-, juurvilja- jt hoidlate õhu desinfitseerimiseks*
- *Toiduainete töötlemiseks osooniga*
- *Tarbevee osoonimiseks*
- *Põhjavee õhustamiseks ning raua, mangaani, radooni ja väävelvesiniku kõrvaldamiseks*

emissioonistandardite karmistamist.

Väga meeldiv oli Beckmanni-nimelises teaduskeskuses tutvuda tuntud keemiku Arnold Beckmanni konstrueeritud esimese pH-mõõduri, spektrofotomeetri, hapnikuanalüsaatori ja muude keemilise analüüsi seadmetega ning kuulata USA tuntuima naissoost veespetsialisti Pat Mulroy loengut USA veemuredest ja California osariigi vee-majandusest. Et osariigile jätkuks puhast joogivett, kasutatakse puhastatud reovett niisutuseks (kombineerides membraanprotsesse, osoonimist, süvaoksüdatsiooni ja biopuhastust) ning ehitatakse uusi merevee magestamise seadmeid, mis võivad asuda ka laevadel.

Kui ajasime prof Cooperiga juttu, tundis ta huvi Eesti elu-olu ja teaduse vastu üldiselt ning huvitus ka meie teadustööst osooni ja süvaoksüdatsiooniprotsesside vallas. Rääkisime ka UCI, Riia TÜ ja TTÜ edaspidisest koostööst saasteainete reaktsioonikineetika ja oksüdatsiooniproductide toksilisuse uurimisel. Esialgse kava kohaselt sooritatakse TTÜ-s mõne veesaasteainega (ravim, endokriinpreparaat, pindaktiivne aine, plastifikaator, orgaaniline kemikaal) osoonimise ja süvaoksüdatsiooni katseid koos toksilisustesti-

dega. Saadused identifitseeritakse Riia TÜ-s ning reaktsioonikineetika uurin-gud tehakse UCI-s.

Washingtonist CIES-st (*Council of International Exchange of Scholars*) sain 20. mail e-postiga meeldetuletuse, et pean kindlasti enne ärasõitu saatma neile aruande (*My Story*) oma tegevusest ja tööst California Ülikoolis. Ühtlasi tuletati meelde, et vastavalt Fulbrighti stipendiumi statuudile on selle saajatel kohustus vahendada oma muljeid kodumaal võimalikult suurele auditooriumile. Seda ülesannet käes-olev kirjatükk täidabki.

Saatsin oma aruande ära juba samal päeval. Paari päeva pärast saabus ootamatu ja meeldiv pakkumine pikendada oma viibimist USA-s veel ühe kuu (juuni) võrra, kuna stipendiumifondi oli suurendatud. Nähtavasti jäadi minu aruandega rahule. Kahjuks pidin viisakalt keelduma, kuna juunis ootas ees ühe minu doktorandi töö kaitsmine ning ei saanud ka jätta oma kolleegide kaela tööruumist väljakolimist neljandas õppehoones juulis algava kapitaalremondi tõttu.

Paar viimast nädalat Irvine'is möödusid kiiresti. Kasutasin võimalust käia koos oma korteriperemehega Newport Beach'i ilusal liivarannal (et kasta var-

bad Vaikse ookeani vette, ujumiseks oli vesi liiga külm), lähedal asuval Fashion ja Balboa Islandil ning koos tudengitega ajaloolises Los Angelesis (Pasadenas ja kesklinnas). 30. mail lendasin *British Airlines*'iga üle Londoni ja Kopenhaageni tagasi koju. Veel paar nädalat pärast kojujõudmist nägin korduvalt unes, et sõidan ikka jalgrattaga tuttavaks saanud marsruudil Newport Beach – Bluffs – Bison Road – East Peltason Street – Engineering Building (UCI).

Majanduskriis tabas valusalt ka ameeriklasi, eriti nende autotööstust, kust see alguse saigi. Sellele vaatamata ollakse ikka sõbralikud, avalad ja abivalmis ning naeratavad. See on alati olnud minu USA-reiside üks kõige meeldivamaid muljeid. Räägitakse USA õppeasutuste ja ülikoolide väga ebaühtlasest tasemest. See võib küll nii olla, ent see-eest on teaduspotsentsiaal ja -tipud väga kõrgel tasemel.

Lõpetuseks suurim tänu rektor prof Peep Sürjele, dr Rip Rice'ile USA-st, prof Andrzej Binile Poolast, USA Eesti saatkonnale (Jane Susi jt), CIES-le Washingtonis (dr Muriel Joffe, Kevin Orchison) ning SA-le Archimedes, tänu kellele oli mul võimalik viibida kolm väga meeldivat ja erialaselt väga kasulikku kuud USA-s. A.M.

blue ENERGY group

- Soojuspumbad
- Kliimaseadmed
- Veetötlusseadmed
- Veetötluskemikaalide müük, kasutusjärelvalve ja nõuanne
- Vee- ja aurukatlamajad
- Päikeseküte

ASHLAND
WATER TREATMENT & PROCESSING SOLUTIONS

OCHSNER
Kompetenz bei Wärmepumpen

WIKORA
SolarSpeicherSysteme

BEG Energia OÜ Silikaltsidi 8, 11216 Tallinn
Tel 678 0725, Faks 678 0526, e-post: info@begenergia.ee www.begenergia.ee

VIII INTERNATIONAL INDUSTRIAL FORUM – 2009
International Trade Fairs and Conferences

METAL WORKING, MACHINERY, UKRPLAST, UKRPROP, PATTERNS, STANDARDS AND INSTRUMENTS, SUBCONTRACTS, BEAMS, HYDRAULICS PNEUMATICS, UKRUSED, UKRWELDING, HOISTING AND TRANSPORTING STOREHOUSE EQUIPMENT, INDUSTRIAL SAFETY

General information support: The technical partner:

ufi Approved Event

November 24-27, 2009

ORGANIZERS:
Ministry of Industrial Policy of Ukraine
International Exhibition Centre Ltd
Ukrainian National Company "Ukrstankoinstrument"

+380 44 201-11-65, 201-11-56, 201-11-58
e-mail: lilia@tec-expo.com.ua
www.tech-expo.com.ua

INTERNATIONAL EXHIBITION CENTRE
15 Brovarsky Ave., UA-02660, Kyiv, Ukraine

Information support:

RADOONIST VEEL JA ÜHEST SELLE MÄÄRAMISE MEETODIST

ALAR JANTSIKENE, REIN KOCH

Tšehhi ja Saksamaa piiril tänapäevalgi edelast kirdesse kulgevas Erzgebirge maagimäestikis algasid kaevandustööd XV esimesel poolel. Selleks sundis renessansiajastul kiiresti kasvanud vajadus metallide järele. Algaastatel kaevandati Erzgebirges kulla-, hõbeda-, vase-, raua-, hiljem ka koobalti- ja arseenimaaki. Aastal 1789. avastas saksa teadlane M.H. Klaproth uraani uraanoksiidi kujul, mis esineb looduses musta pulbrina. Kõigepealt hakati uraanimaaki kaevandama Erzgebirge Tšehhi-poolses Jachymovis (Joachimstahl), hiljem ka Erzgebirge Saksamaa-poolses Schneebergis. Tollal kasutati uraanisooli puidu, naha, keraamika ja klaasi värvimiseks [1]. Esimesena sai metallilise uraani 1841. aastal prantsuse keemik E.M. Peligot [2].

Maagikaevurite eluiga oli lühike – tollal ei teatud veel midagi radioaktiivsusest ega selle mõjust inimese tervisele. Radioaktiivsuse avastasid alles palju hiljem (aastatel 1896–1898) prantsuse füüsikud A.H. Becquerel ning M. ja P. Curie. Kaevurite kehva tervist uurisid Jachymovi linnaarst ja mineraloogia isaks nimetatud G. Agricola ning Šveitsi päritolu arst P.A. Paracelsus, kes arvasid, et nn Schneebergi mägihaigus (saksa k *Schneeberger Bergkrankheit*) on tingitud kaevandustolmu ja metalsete aurude sissehingamisest. Agricola töötas välja nii kaitsemaske kui ka mitmesuguseid kaevanduste ventileerimise süsteeme. Kuid sellele vaatamata kaevurid surid, uskudes, et seda haigust, millele nad andsid nimeks *Bergsucht*, põhjustavad germaani mütoloogiast tuntud maa-alused kääbused (saksa k *Unterirdische Zwergen*). Hartig ja Hesse tegid 1879. aastal kindlaks, et Schneebergi mägihaigus pole midagi muud kui kopsuvähk [1].

Saksa teadlane F.E. Dorn avastas 1900. aastal radooni. Radooni mõõtmiste tulemusena kaevandustes ajavahemikus 1920–1930 tegi dr V. Archer kindlaks, et Schneebergi kaevanduses oli radooni sisaldus õhus ligikaudu 87 kBq/m³ ning Jachymovis 51 kBq/m³. Siit sai oletada võimalikku seost radooni ja kopsukasvajate vahel. Alguses kaheldi selles väites ning uraanimaagi kaevandamine jätkus

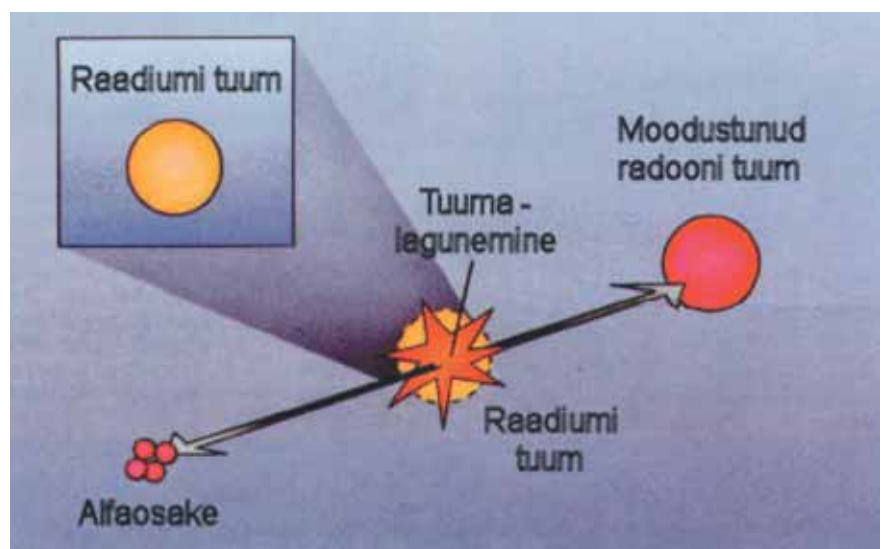
[1]. 20. sajandi keskpaigas transporditi seda ka nii Jachymovist kui ka Schneebergist tolleaegse Nõukogude Eesti Sillamäe rikastustehasesse, kus toimus tuumamaterjali ettevalmistamise esimene etapp – uraani keemiline rikastamine [3].

Mingil ajavahemikul kaheldi radoonis kui kopsuvähi tekitajas. Nimelt olid radooni arvutuslikud doosid selleks liiga madalad, et põhjustada radiumi kiirgusdoosidega võrreldavat kantserogeenet toimet. Kuigi uraani lagunemisrida oli selleks ajaks juba selge ja radooni tütar nukliidide (poloonium-218, plii-214, vismut-214, poloonium-214, plii-210) olemasolust teati, poldud neid eriti uuritud. 1951. aastal leidsid W.F. Bale ja J. Harley eraldi, et sissehingamisel radooni kui inertgaasi osa kogudoosi moodustumisel kopsudes on väga väike, võrreldes tema õhu aerosoolidele kleepunud tütarisotoopide tekitatud doosiga. Radooni tütarisotoobid kinnituvad õhus aerosoolidele, aga õhu sissehingamisel kinnituvad nad kopsu bronhi seintele kuni täieliku lagunemiseni, panustades kiirgusdoosi kaugelt enam kui sisse- ja hingatud radoon ja selle tütre. Tolle ajani oli aga see jäetud arvesse võtmata. Uuringute sihtmärgiks sai nüüd trahheobronhiaalpuu, millele radooni ja tema tütar nukliidide mõju lõpptulemusena võis tekkida kopsukasvaja [1].

Erzgebirge kaevandustes lõpetati uraani kaevandamine seoses Saksamaa taasühendamisega ja DDR-i kadumisega 1990. aastal.

Tänapäeval on teada, et radooni ja tema tütar nukliidide ohtlikkus seisneb kopsudes sissehingatud aatomite lagunemisel vallanduv ioniseerivas alfa kiirguses, mis kahjustab elusaid rakke ja tekitab vabu radikaale. Väikesed doosid ei pruugi kohe kahjustusi tekitada, kuid need suurendavad kopsukasvaja ning pärilike haiguste tekkimise riski [4]. Radooni sisenemine organismi toidu ja vee kaudu võib põhjustada ka maokasvajate ja leukeemiat [5]. Seetõttu on Rn-222 USA-s klassifitseeritud klassi A kartsinogeeniks, mis tähendab, et Rn-222 on ainufaktorina võimeline algatama vähi teket, soodustama selle arengut ja levikut organismis [4]. Aastal 1999 koostatud Eesti keskkonnatervise riikliku tegevusplaani (NEHAP) järgi kuulutati radoon enim levinuks tervisohhtlikuks keskkonnateguriks [6].

Looduses leiduvate uraan-235, torium-232 ja uraan-238 lagunemisriidade kolm radioaktiivset radooni isotoopi on aktiivne Rn-219 poolega 3,92 sekundit, toroon Rn-220 poolega 55,6 sekundit ja radoon Rn-222 poolega 3,82 päeva. Kuna Rn-219 ja Rn-220 poolead on väga lühikesed, hõlmab Rn-222 ja tema tütar nukliidide põhjustatud ioniseeriv



Joonis 1. Ra-226 tuuma lagunemine

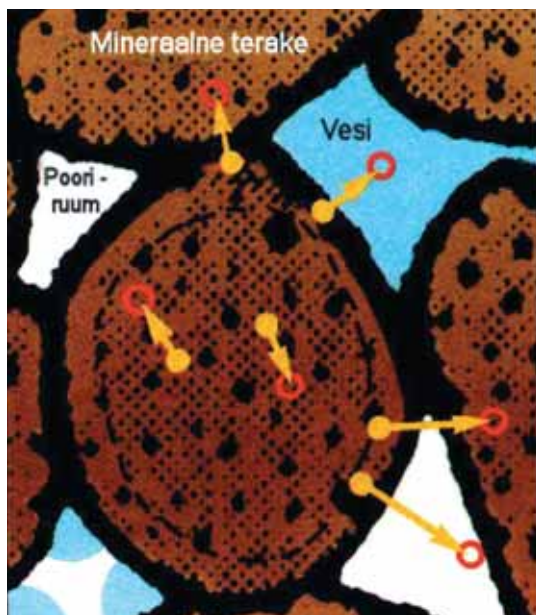
kiirgus kogu radooni isotoopide tekitatud kiirgusdoosist üle 93% [7].

Uraan (U-238) sisaldub looduses keskmisest enam diktüoneemakildas, oobolusfosforiidides, graniidis, moreenis, tard- ja moondekivimites. Kui U-238 sisaldus teatud territooriumi pinnases on üle 3,5–4 g/t, siis suurema tõenäosusega on selle pinnaseõhu Rn-222 sisaldus üle 50 kBq/m³. Kui sellel pinnasel asuvad hooned, siis siseõhu Rn-222-tase on ka suurema tõenäosusega lubatust (kuni 200 Bq/m³) kõrgem. Eesti pinnase keskmine U-238 sisaldus on 2,1 g/t [8]. Tallinna diktüoneemakilda üksikproovides on aga seda isegi 110–130 g/t [7].

Niisiis, U-238 leidub kõikides kivimites ja pinnastes, mistõttu seal leidub ka tema lagunemisrea saadusi Ra-226 (raadium) ja Rn-222. Iga Ra-226 aatomi lagunemisel viskub tuumast välja alfaosakesi. Alfaosakese väljakiirgamist saadab tagasilöök, mis põhjustab vast moodustunud Rn-222 liikumise vastassuunda. Selline nn tagasilöök on kõige tähtsam faktor, mis mõjutab Rn-222 eraldumist ainekst (vt joonis 1) [9].

Ra-226 aatomi asukoht mineraalses terakeses ja Rn-222 tagasilöögi suund määravad ära, kas tekkinud Rn-222 siseneb terakeste vahelistesse pooridesse või mitte. Kui Ra-226 aatom on sügaval aines, siis Rn-222 aatom ei suuda sealt välja pääseda. Isegi kui Ra-226 aatom asub terakese välispinna läheduses, võib tagasilöögi tulemusena Rn-222 hoopis sügavamale ainesse tungida (vt joonis 2) [9].

Tuumaga tagasilöögi energia α -lagunemisel, mille saab Rn-222 aatom, on ~100 keV [10]. Enamikus pinnastes suudab pooridest väljuda kõigest 10–50% seal tekkinud Rn-222 aatomitest. Vee olemasolul poorides Rn-222 aatom aeglustub ning tõenäoliselt jääbki poori sisse [9]. Rn-222 tagasilöögi teepikkus on



Joonis 2. Rn-222 emanatsioon

0,02–0,07 μm tahkistes, 0,1 μm vees ja 63 μm õhus [10].

Tänapäevaste tehtud mõõtmiste põhjal pole Eesti majades märgatud ehitusmaterjalidest põhjustatud kõrgeid Rn-222 tasemeid [11], kuigi mineraalsed ehitusmaterjalid võivad sisaldada Ra-226, millest tingitud Rn-222 emanatsioon on ehitusmaterjalides 0,002–0,4%. Mida poorem ja lõhelisem on ehitusmaterjal, seda suurem kogus Rn-222 ehitusmaterjalidest emaneerub. Kõige suurem Ra-226 sisaldus (600–2600 Bq/kg) on mõõdetud kaevandusjätkidest ning tuhast või raadiumirikast savist valmistatud kergplokkidest või betoonis, millest Rn-222 ekshalatsioon on 50–200 Bq/m² [12].

Tarbevees võib Rn-222 sisaldus olla kõrgem kambrium-vendi ja kvaternaari veekompleksis, kui ülesvoolu paikneb oobolusfosforiid, diktüoneemakilt või nende töötlemisjäätike puistang [8, 12]. USA-s ning Skandinaavia riikides on graniit (3–10 g/t uraani) peamine

Rn-222-sisalduse põhjustaja põhjavees [7, 9]. Tarbeveest pärinevat Rn-222 on avastatud peamiselt tualettruumide, duširuumide ja köökide õhust. Tänu veevärgis toimuvale põhjavee aereerimisele vabaneb suur osa Rn-222 ning ka protsess ise aeglustab veekasutust, mistõttu allesjäänud Rn-222 jõuab laguneda enne tarbimist [9]. Pinnavees on Rn-222 tavaliselt vähe – alla 2 Bq/m³ [13], sest see tõuseb atmosfääri. Pinnavett kasutavates elamutes ei ole veest tingitud Rn-222 probleeme [9]. Kuna Eestis lubatavaks Rn-222 sisalduseks joogivees peetakse 10–100 Bq/l ning siiani mõõdetud põhjavee Rn-222 sisaldused on jäänud alla 100 Bq/l, siis põhjavees oleva Rn-222 panus siseruumide õhu koostisesse on ebaoluline [14].

Väga tõhus viis Rn-222-taseme mõõtmiseks on aktiivsõemeetod, mis võimaldab kuni nädalasi mõõtmisi, kuid mis senini on Eestis kahjuks vähe levinud. (Suurima neeldumisvõimega on kookosekoorest valmistatud aktiivsüsi. Ajako-



Keskkonnaalased konsultatsioonid ja ekspertiisid

Keskkonnamõju hindamine ja strateegiline hindamine ning keskkonnamõju eelhindamine

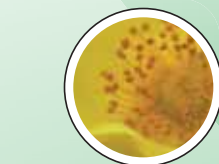
Müralevi modelleerimine (SoundPlan)

Keskkonnalubade (välisõhu saasteloa, vee erikasutusloa, jäätmeloa, keskkonnamõju kompleksloa) taotlused

Ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni arendamise kavad

Reoveepuhastite projekteerimine

Jäätmekavad



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

hane tehnoloogia võimaldab saada ühe grammi aktiivsöe pooride pindalaks kuni 1400 m² [15]. Rn-222 mõõtmine algab söega täidetud silindrilise kujuga alumiiniumpurgi kuumutamisest, et desorbeerida seal sisalduv aktiivsüsi. Pärast kuumutamist suletakse purk õhutihedalt kaanega. Mõõtmiskohas eemaldatakse purgi kaas ning purk jäetakse avatuks 2–7 päevaks, mille kestel õhus leiduv Rn-222 adsorbeerub söe pinnal. Difusioonibarjääriga aktiivsöe kanistrid on võimelised mõõtma õhu radoonisaldust isegi üle 55% õhuniiskuse korral [16]. Eksponeerimisperioodil (2–7) laguneb adsorbeerunud Rn-222 tütar nukliidideks. Pikema eksponeerimise perioodil (6–7 päeva) Rn-222 adsorptsiooni ja desorptsiooni/lagunemise suhe võrdsustub [17]. Mõõtmiste lõpetamisel suletakse mahuti taas õhukindlalt 3–4 tunniks, et Rn-222 tütar nukliidid saavutaksid omavahelise tasakaalu. Peale tasakaalustumist algab laboris Rn-222 tütar nukliidide Pb-214 ja Bi-214 määramine gammadetektoriga abil. Aktiivsöe meetod ei vaja paikset energiavarustust ja võimaldab söekanistreid korduvalt kasutada. See meetod on lihtne, kiire ja suhteliselt odav, võimaldades ka ilma

kvalifikatsioonita isikul paigaldada kanister uuritavasse ruumi ja eksponeerimise lõppedes toimetada see kiiresti laboratooriumisse.

Kasutatud kirjandus

1. A History of Radon- 1470 to 1984 <http://www.wpb-radon.com/pdf/History%20of%20Radon.pdf>, 10 September, 2009.
2. About uranium. The Discovery of Uranium <http://www.uraniumsa.org/about/discovery.htm>, 12 September, 2009.
3. Tuumarelvade leviku tõkestamisega seotud probleemidest Eestis http://www.envir.ee/kiirgus/image/Nonpro_Eesti.pdf, 13 September, 2009.
4. Sisekeskkond ja tervis www.dooker.eu/Mainor/Sisekeskkond%20ja%20tervis.ppt, 13 September, 2009
5. How radon causes lung cancer <http://www.radonseal.com/radon-health.htm>, 13 September, 2009.
6. Petersell, V. Radoonist tulenev terviserisk, *Keskkonnatehnika.*, 3, 2003.
7. Petersell, V. Radoon ja Suur-Tallinn, *Keskkonnatehnika.*, 8, 2005.
8. Radoonist Eestimaa pinnases <http://www.envir.ee/orb.aw/class=file/>

- [action=preview/id=964093/08+Rn+pinnases.pdf](http://www.envir.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=964093/08+Rn+pinnases.pdf), 14 September, 2009.
9. U.S. Geological Survey - The Geology of Radon <http://energy.cr.usgs.gov/radon/georadon/3.html>, 14 September 2009.
 10. Realo, E. "Keskkonnadosimeetria ja kiirguskaitse 2" loengumaterjal, 2005.
 11. Radoon hoonetes, Eestis läbiviidud projektid. http://www.envir.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=964092/Radoon+2_12+veeb+2008_kairi.pdf, 12 September, 2009.
 12. Hoonete radoonisisalduse vähendamise meetmed <http://www.envir.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=964095/radoon.pdf>, 12 September, 2009.
 13. Pettersell, V., Siseõhu radoonist Eestis, *Keskkonnatehnika.*, 3, 2000.
 14. Aktiivsüsi ja tema kasutamine. <http://www.bercarbon.ee/aktiivsusi.html>, 14 September, 2009.
 15. Kojic, M. et. al. „Optimization of radon measurment with active charcoal, *Health Physics.*, 76, 1999.
 16. Radon Measurements <http://www.iem-inc.com/prn2r.html>, 15 September, 2009.
 17. Indoor Radon and Radon Decay Product Measurement Device Protocols <http://www.radon.com/pubs/devprot3.html>, 15 September, 2009.

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) ★
- ★ MiljoRapporten (Sweden) ★
- ★ MiljøStrategi (Norway) ★
- ★ Residuos (Spain) ★
- ★ Umwelt Perspektiven (Switzerland) ★
- ★ UmweltJournal (Austria) ★
- ★ UmweltMagazin (Germany) ★
- ★ Uusioutiset (Finland) ★

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

REOVEE VÄIKEPUHASTID HAJAASUSTUSPIIRKONNAS

TAAVO TENNO, GALINA DANILIŠINA

aqua consult baltic OÜ

SEOS EUROOPA LIITU astumisega on Eesti võtnud endale kohustuse tagada 2010. aasta lõpuks nõuetele vastav reoveepuhastus kõikides asulates, mille reostuskoormus on üle 2000 inimekvivalendi (ie). Kuigi sellest väiksema koormusega reoveepuhastite puhastuskvaliteedi tagamine ei ole võetud kohustusega täpselt kindlaks määratud, tuleb tagada ka väikeasulate reovee puhastamine ning anda aru reostuse vältimise kohta hajaasustusaladel. Väikeasulate põhjustatud reostuskoormuse vähendamise nõuded tulenevad ka HELCOMi Läänemere piirkonna merekeskkonna kaitse konventsioonis kokku lepitud rahvusvahelistest kohustustest.

Eestis on sadu väikepuhasteid, mis reovett nõuetekohaselt ei puhastata. Käesoleva aasta lõpuks peab üle 10 000 ie suuruse koormusega puhastite rekonstrueerimine olema lõpetatud ning seepärast kulub praegu oluline osa Eesti riigi ja Euroopa Liidu finantsabist just selleks.

Kui linna reoveepuhasti projekteerimiseks on otstarbekas teha pikaajalisi reostuskoormuse uuringuid ning projektis võtta arvesse puhasti hüdraulilise ja reostuskoormuse iseärasusi ja dünaamikat, siis väikepuhastite puhul ei ole põhjalikud uuringud tellijale enamasti

majanduslikult jõukohased. Samas kõiguvad väikeasula reovee vooluhulk ja omadused sageli märksa enam kui suurel asulal ning seda peab puhastustehnoloogial valikul arvestama.

Saada on mitmesuguseid kompaktpuhasteid, mis on oma tööpõhimõtte poolest väga erinevad. Neid konstrueeritakse ja projekteeritakse mitmesuguse jõudlusega mudelitena, mis võimaldavad kasutada sama toodet eri suurusega asulate reovee puhastamiseks. Enamasti eeldatakse, et inimeste veekasutusega seotud harjumused, võõrvee tungimine kanalisatsiooni, nõuded puhastatud vee kvaliteedi kohta ning reovee ja keskkonna temperatuur on eri riikide väikeasulates sarnased. Seeriatootmisest tingituna on kompaktpuhasti enamasti palju odavam kui kohalikke iseärasusi arvestav lahendus või nt betoonrajatise projekteerimine ja ehitamine. Seega – kui teha reostuskoormuse uuringud ja tagada tehnoloogia õige valik, on kompaktpuhasti kasutamine täiesti õigustatud.

Kompaktpuhasteid kasutatakse laialt ka üksikmajapidamiste omapuhastina. Tellija jaoks on nad nagu riiulikaup, kus ühesuguses pakendis võib peituda üsna erinev tehnoloogialahendus ja kvaliteet. Poest vorsti või televiisorit ostes

lähtume eelkõige oma kogemustest ja müüja nõuannetest või viime end tootega kurssi kirjanduse või Interneti vahendusel. Mitmesuguste tehnoloogialahendustega reoveepuhastite hulgast kõige sobivamat valida on märksa keerulisem ja aeganõudvam. Omapuhastitest looduskeskkonda juhitava heitvee kvaliteeti keegi ei kontrolli ning seetõttu puudub sageli ka tagasiside tehtud investeeringu tõhususe kohta.

Väike- ja omapuhastite valimise lihtsustamiseks käivitus 2009. aasta jaanuaris Kesk-Läänemere programmi *Interreg IV A* raames kolm aastat kestev Eesti-Soome ühisprojekt “Keskonnasõbralik reoveekäitlus hajaasustuspriirkondades” (*Minimization of Wastewater Loads at Sparsely Populated Areas, MINWA*).

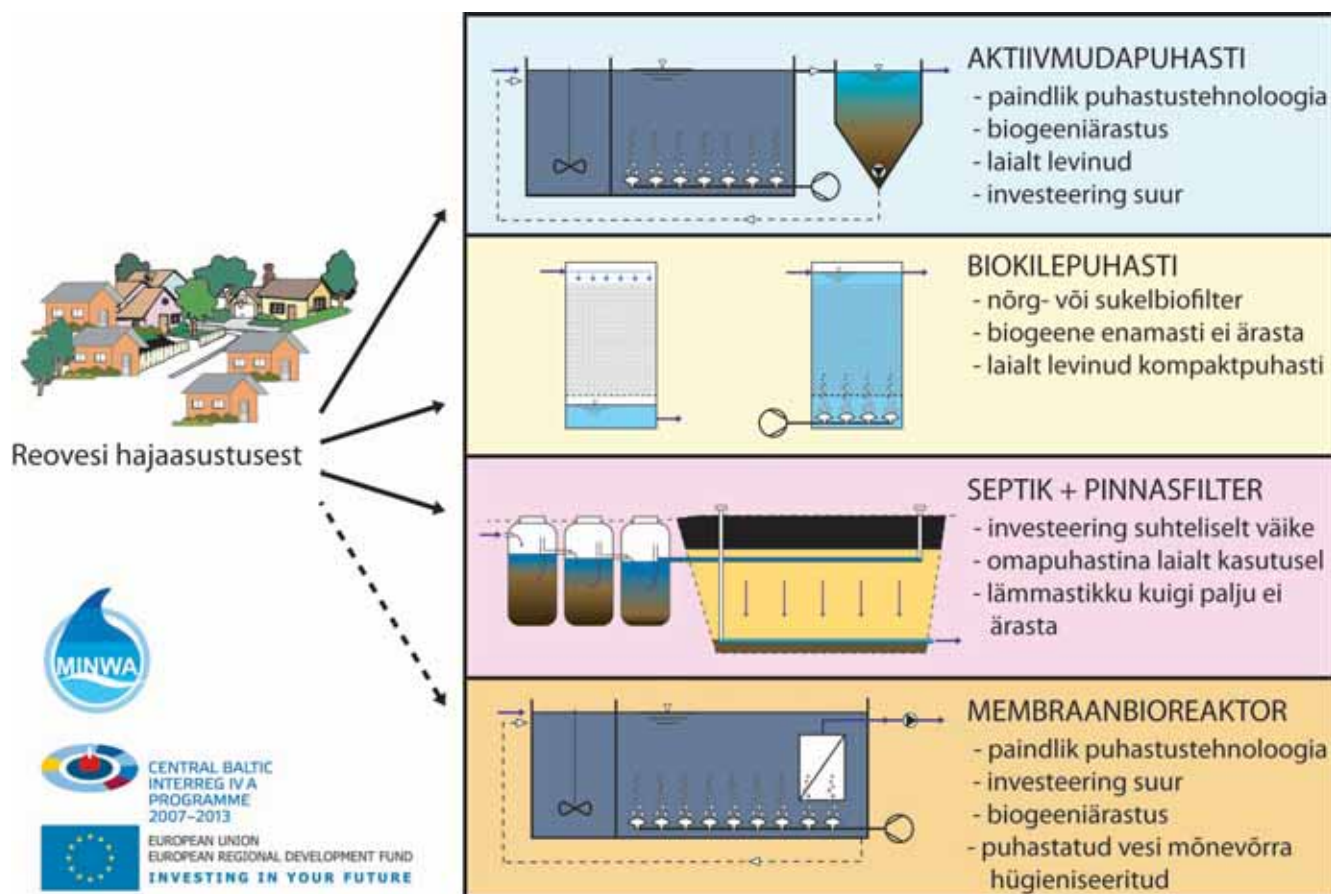
Projekti MINWA eesmärk on vahetada hajaasustuse reovee käitlemise alaseid kogemusi ja teadmisi, parandada erialahariduse kvaliteeti, koolitada spetsialiste ning teavitada üldsust reoveemuredest. Projekti raames sooritatakse uuringuid, mille tulemuste põhjal antakse omavalitsuste spetsialistidele või eraomanikele nõu reoveepuhasti valimiseks ja hooldamiseks. Eesti ja Soome ühistööna töötatakse välja ka reoveepuhastite näidismudelid, puhas-



aqua consult baltic

OÜ aqua consult baltic
Pikk 14
51013 Tartu
tel/fax: 7 441 249
www.aquaconsult.ee

- reoveepuhastus
- jäätmekäitlus
- keskkonnauuringud
- projekteerimine
- nõustamine
- järelevalve



Hajaasustuspiirkonnale sobivaid reoveepuhasteid

tite hooldamise ja järelevalve juhendid ning õppematerjalid.

MINWA projekti koostööpartnerid on Soomest Turu Ametikõrgkool, Ede-la-Soome energia- ja säästva arengu teeninduskeskus *Valonia*, Turu Ülikool ning Eestist Järvamaa Omavalitsuste Liit, Tartu Ülikooli Türi Kolledž, *aqua consult baltic* OÜ ja Türi Vesi OÜ.

Kesk-Läänemere programmi Interreg IV A statuudi kohaselt ei tohi projekti tegevus ulatuda kaugemale kui 100 km Läänemere rannajoonest. Projektipartnerite võimalusi arvestades uuritakse Eestis reoveepuhasteid Järvamaa piirkonnas. Uuringute eesmärk on analüüsida ja võrrelda eri tehnoloogiatega reoveepuhasteid ning sellest lähtuvalt on valitud ka puhastid. Tulemuste põhjal peaks olema võimalik teha järeldusi Eesti kliimaoludes sobivate reoveepuhastite tõhususe ja hoolduskulu kohta.

Soomes on hajaasustus Eestiga võr-

reldes hõredam ning pinnasetingimused torustike rajamiseks raskemad. Soomes on kompaktpuhasteid kasutatud juba pikka aega ning on olemas hästi toimiv omapuhastite seire ja järelevalve. Seetõttu uuritakse Soomes MINWA projekti raames peamiselt ühe- ja kahepereelamute omapuhasteid. Eestis tuntakse praegu elavat huvi 20 – 300 ie suuruse reostuskoormusega reoveepuhastite vastu, seetõttu uuritakse neil just neid. Uuringuid tehakse nii Eestis kui ka Soomes ühel ajal, suve- ja talvetsüklikena. Et Eesti ja Soome uurimiseluse piirkonna kliimaolud on sarnased, saadakse mõlemal pool rakendatavaid kogemusi.

Eestis võetakse vaatluse alla kolm levinumat puhastirühma: aktiivmudapuhastid, biokilepuhastid ja pinnasfiltid. On ka kombineeritud variante, nt aktiivmudapuhasti pluss biotiigid. Järvamaal uuringuteks valitud puhastite

vanus jääb vahemikku 1 kuni 20 aastat.

Praegu on saada uuenduslikke ja tõhusaid puhasteid, mida Eestis veel ei ole. Seetõttu on kavas teha ka pilootkatseid, mis võimaldaksid neid tehnoloogiaid hinnata ja muudega võrrelda. Võrdluseks valiti membraanbioreaktor (*membrane bioreactor, MBR*), s.o aktiivmudapuhasti, milles järelsetitit asendab 0,1 – 0,01 µm avasuurusega membraan. Selle suhteliselt kalli ja keeruka lahenduse rakendamine jääb tänapäeval küll tellija jaoks küsitavaks. Et membraantehnoloogia puhasti heitvett mõnevõrra desinfitseerib, võib MBR otstarbekaks osutada reostustundlikel aladel või supluspiirkonnas.

Kogu informatsioon MINWA-projekti kohta ning uuringutulemused avaldatakse jooksvalt Interneti-aadressidel <http://www.minwa.info>, <http://www.tc.ut.ee/568469> ja <http://www.aquaconsult.ee>.

A.M.

Keskkonnatehnikat saab lugeda ka www.netiajakiri.ee



Netiajakiri - koos on lõbusam!

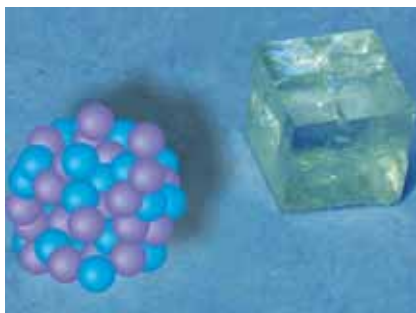
KUIDAS ON OMAVAHEL SEOTUD VESI, MAGNETVÄLI JA KATLAKIVI?

HELLE VILU

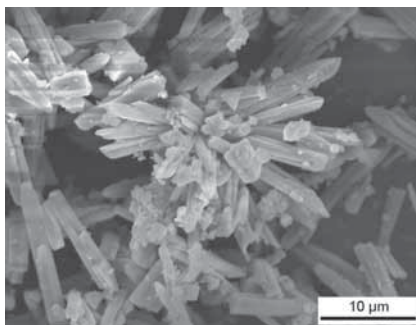
ASi Bioexpert projektijuht, geoloogiansener

MAGNETVÄLJA TOIMET veele on uuritud pikka aega. Moodsad seadmed ja mõõteriistad aitavad vee omaduste muutumises selgust saada varasemast põhjalikumalt ja täpsemalt. Teadusväljaannetest võib leida üha rohkem artikleid uutest avastustest selles vallas. Kuigi kõik ei ole veel selge, on magnetöödeldud vee muutunud omadusi, eelkõige **vee struktuuri** puudutavaid, tuntud juba ammu. Magnetiiditükk vees on aidanud vett tavalisest kauem värskena hoida ja pehmedada, sellist vett on kasutatud ka tervise tugevdamiseks.

Vesi on väga keeruline ja tundlik süsteem. Vee erilised omadused on seotud veemolekulide vesiniku- ja hapnikuioonide vahel tekkivate **vesiniksidemetega**. Sellised H-sidemed muudavad vee sidusaks, samas ka väga tundlikuks igasuguste välismõjutuste, sh mitmesuguste väljade suhtes. H-sideme tõttu tekivad vees ajutised võbelevad tihedamad kooslused, nn klastrid, mille eluiga on vaid *ca* 1 nanosekund. Kõige korrapärasema struktuuri moodustab



Joonis 1. Nanotomp ja kaltsiumkarbonaadi kristall [2, 3]



Joonis 2. Aragoniidi nõeljate kristallide „õis“ magnetöödeldud vees (TTÜ elektronmikroskoobifoto)

vesi jää tekkimisel, kui selle molekulid paigutuvad vesiniksidemetega seotult **tetraedriline võrena** [1].

Vesi on väga hea lahusti, sest vees on ionide omavahelised sidemed kõige nõrgemad. See takistab soolade kiiret moodustumist. Ioonid saavad ühineda sooladeks ja sadestuda vaid sobivatel tingimustel. Huvitav on kaltsiumkarbonaadisette tekkimine. Teatud tingimustel moodustab see kõva ja kodustes oludes ebasoovitava katlakivi – peamiselt **kaltsiidi**, mingites muudes tingimustes aga pehmem ja mitte nii kleepuva **aragoniidi**.

KUIDAS TEKIB KATLAKIVI MOODUSTAV KALTSIUMKARBONAAT?

Uuematel andmetel [2, 3, 4] kogunevad kaltsiumi- ja karbonaatioonid (Ca^{2+} ja CO_3^{2-}) juba väikeste kontsentratsioonide puhul umbes 70-st molekulist koosnevatesse klompidesse, milles võib ära tunda **kristallstruktuuri tekkimise algeid**. Kontsentratsiooni kasvades hakkavad sellised **nanoklombid** ühinema ning moodustuvad kristallid sadenevad.

Sadenemisel võivad Ca^{2+} - ja CO_3^{2-} -ioonid moodustada mitmesuguse struktuuri ja väliskujuga kristalle. Nen-



Katlakivi tekke vältimiseks -

ELCLA magnetseadmed

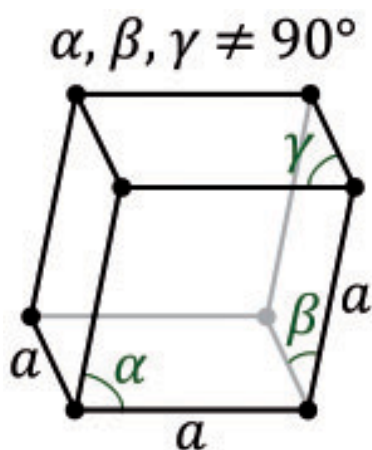
hoone veetorustikule ja pesumasinate, boilerite ja soojusvahetite ette!

Annab veele pehme vee omadused.



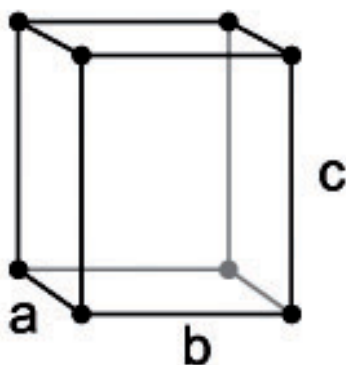
Müügil santehnikakauplustes ja AS-s Bioexpert. AS Bioexpert võib kauba ka kiirkulleriga kätte toimetada.

Maaletooja: AS Bioexpert, Liimi 1, Tallinn 10621. Tel 659 7101
INFO: www.bioexpert.ee
mobiilil: 50 57 616



Joonis 3. Kaltsiidi romboeedriline kristallstruktuur [5]. Kristall ise on näha joonisel 1

$$a \neq b \neq c$$



Joonis 4. Aragoniidi ortomorfne kristallstruktuur [5]

dest on romboeedrilise kristallstruktuuri ja rombiline kristallidega kaltsiit katlakivi moodustav mineraal. Ortomorfse kristallstruktuuriga ja nööljate kristallidega aragoniit iseloomustab aga setet, mis tekib magnetöödeldud vees.

Kui vees on kujunenud kaltsiidi struktuuri meenutavad Ca^{2+} - ja CO_3^{2-} -ioonide klombid ja selline vesi läbib magnetöötlusel magnetvälja, võib ioonide asetus klombis muutuda, sest magnetöötluse tulemusena tekivad suurema või väiksema osa kaltsiidikristallide asemel aragoniidikristallid (selline sete on pehme ja sõre). Kaltsiidi romboeedrilise kristallstruktuuri asemel paigutuvad tugevamas magnetväljas ioonid ilmselt osaliselt või täielikult ümber ja moodustavad nanoklombis uue, aragoniidi ortomorfse kristallstruktuuri alge. Tugevate jõudude väljas ei oleks see ka ime, kui tekiksid tihedama struktuuriiga kristallid – aragoniidi kristallid ongi tihedamad ja suurema erikaaluga. Aragoniit moodustub suuremate jõudude meelevaldas ka toruseintele, kus veemolekulid hõõrduvad vastu toruseinu.

Magnetöötluse roll katlakivivastases võitluses, s.o vee füüsikalises pehendamises, avaldub ka nähtuses, mille puhul magnetöötlusel tekivad kristallisatsioonitsentrid veekehandisse endasse, mitte veega kokkupuutuval pindadele. Moodustunud kristallid jäävad vette heljuma. Voolav vesi kannab nad veesüsteemist välja, seisvas vees aga sadenevad nad pehme ja pindadelt kergesti eemaldatava sademena.

MAGNETTÖÖTLUSEL TOIMUVAD MUUTUSED KA VEE ENDA STRUKTUURIS

Prof Martin Chaplini andmeil [6] on modelleerimine näidanud, et keskmise magnetvälja (tugevusega 0,2 tesla e 2000 gaussi) püsिमagnetid suuren-

davad vee monomeeride (H_2O) arvu, kuid samas suurendavad ka vee tetraeedrilisust (korrastavad vee struktuuri), tugevdavad vee H-sidemeid (mida elekter ja elektomagnetväli lõhuvad).

Sellised omadused lubavad veel koos toitainete ja hapnikuga kergemini läbida organismide rakumembraane, rakke paremini toita ja neist jääkaineid välja viia. Seetõttu kasutatakse magnetöödeldud vett tervistamiseks. Selline vesi aitab vähendada hamba-, neeru- ja sapikivide tekke võimalust ning on kasulik seedeorganitele ja vereringele. Magnetveega niisutamine aitab ka kiirendada taimekasvu ja saagi valmimist ning saada suuremaid saake. A.M.

Viidatud allikad

1. M. Chaplin: <http://www.lsbu.ac.uk/biology/biolchem/water.html>
2. www.fyysika.ee/uudised/meie?uudis_sisu=473 (veebileht www.fyysika.ee on autoriõigusega kaitstud)
3. A crystal clear view of chalk formation – Max Planck Society Press release <http://www.mpg.de/english/illustrations/Documentation/documentation/pressReleases/2009/pressRelease200901121/index.html>
4. Denis Gebauer, Antje Völkel, Helmut Cölfen. Stable Prenucleation Calcium Carbonate Clusters, *Science*, December 19, 2008, vol 322, no 5909, 1819–1822: <http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/322/5909/1819>
5. http://en.wikipedia.org/wiki/Crystal_structure
6. <http://www.lsbu.ac.uk/water/magnetic.html#mag>

PUMBAD VENTIILID LAADIMISSEADMED



www.pump.ee Pärnu mnt 153, 11624 Tallinn, tel 697 2572, faks 697 2570

KAEVUDE PUURIMINE

TAAVO KATTEL

OÜ Keskkonnaekspert juhatuse liige

ANDRES MARANDI

TTÜ Geoloogia Instituudi vanemteadur

KAEVE PUURITI Eestis juba 19. sajandil, esimene neist Tallinnas sinisavialusesse vee kihti aastatel 1842–1845. Puurimine õnnestub, kui töö tegijatel on vajalikud oskused ja vahendid. Nõukogude ajal rajati meil ligikaudu 12 000 puurkaevu, nii et oskustest ei peaks puudu olema, kasutusel on olnud ka päris hea puurimisvarustus. Nõukogude ajast on pärit ka puurkaevude rajamist reguleerivad normid ning põhimõtted, mida on püütud järk-järgult ajakohastada, kuigi see on paraku suurt segadust tekitanud. Majanduse ja tehnoloogia areng on Eestisse toonud uue põlvkonna puurmasinaid, mis on klientidele ja ametnikele põhjustanud arusaamatusi, kahtlusi ja kõhklusid. Kõige raskem on panna aru saama, et kui varem kulus kaevu puurimiseks kaks nädalat, siis nüüd on võimalik toime tulla kahe päevaga.

Käesolevas artiklis püütakse tutvustada Eestis praegu kasutatavaid puurimistehnoloogiaid. Aegade jooksul on meil rakendatud rootor- ehk pöördpuurimist, mille puhul teeb maa sisse augu pöörlev puur. Võrdluseks võib tuua vibropuurimise, kus auk vibreeritakse maasse. Ka rootorpuurimist on mitut liiki. Liigitamise puhul tasub lähtuda puurimisel tekkiva kivimipuru (puurhiiva) eemaldamise viisist, mis on puurkaevu rajamiskiiruse ja avariide vältimise seisukohast eriti oluline. Vanim ja tuntuim moodus on puurhiiv vee või savisuspensiooni (puuri-



Joonis 1. Jäigalt kinnitatud rootoriga nõukogude päritolu puurmasin YP5 2,5 A
(http://www.burovoportal.ru/burov/images/kap_remontnaya_urb_2_5a_010.jpg)

jad nimetavad seda puurlahuseks) abil välja uhta. Savisuspensiooni eelis on see, et ta kitib kinni puuraugu seinu, toestades neid seni, kuni süvatatakse manteloru. Tihti lisatakse ka soola, et suurendada suspensiooni tihedust ja sel moel tõkestada survejavee pääsu puurauku. Lahusega puurimist kasutatakse peamiselt suure läbimõelduga puurkaevude rajamisel ning siis, kui tuleb läbida pudedaid setendeid. Teine võimalus on puurhiiv suruõhu

abil välja puhuda. See moodus on hakanud Eestis viimasel ajal hoogsalt levima, kuna võimaldab puurida madalaid, kuni 100 m sügavusi puurkaeve varasemast oluliselt kiiremini ning sellel on selged eelised ka karbonaatkivimite läbimisel. Suruõhuga ei ole otstarbekas puurida sügavaid (kompressor peab tekitama väga suurt rõhku) ega suure läbimõelduga kaeve (vaja suurt õhuhulka). On kasulik teada, et selle puurimisviisi oskamatu kasutamine

Radiomeeter-dosimeeter DGM-1500

- DGM-1500 on mikroprotsessori ja toitest sõltumatu mälu professionaali mõõteriist.
- DGM-1500-le saab lisada õhu radoonisisalduse määramise seadme Radon-Box 10.
- DGM-1500 Beta registreerib ka madalaenergeetilist röntgenikiirgust.
- DGM-1500 mõõtepiirkond on 0,01...100 000 mikroSv/h.
- Koos võrguadapteri ja asünkroonse järjestikliidesega ühendatud arvutiga sobib DGM-1500 hästi keskkonnaseireks.
- DGM-1500 sobib laborile, õppeasutusele, haiglale, ametimehele ja kojugi.
- DGM-1500 sai Eesti Standardiameti tüübikinnituse juba 29.01.1993.
- DGM-1500 registreerib gamma- ja röntgenikiirguse ekvivalentdoosi ja doosikiirust energiahahemikus 35KeV kuni 1,25MeV.

Masterix OÜ, Sihi 7, 50411 Tartu. Telefon: 551 0314, e-post masterix1@yahoo.com

pudedates liivakivides võib pigem kahju kui kasu tuua. Seetõttu kasutatakse seda peamiselt üksiktarbijate kaevude puurimisel.

Suruõhu abil puurimise eriliigina on viimastel aastatel lisandunud suruõhuhaamritega puurimine, Eestis on see tõhus karbonaatkivimites. Tavalist puuri asendab siis suruõhuhaamer, mis töötab sellesama suruõhu jõul, mis puurhiiva välja puhub.

Pöörpuurimisel paneb puurvardad ning nende kaudu puuri pöörlema rootor, mis võib olla masina küljes jäigalt kinni (vanad puurmasinad – joonis 1). Rootori jäikus on tänapäevaste puurimiskiiruste juures väga suur miinus. Uuema põlvkonna puurmasina rootorit saab mööda masti liigutada (joonis 2). Selline agregaat võimaldab nn klassikalist rootorpuurimist, kuid



Joonis 2. Liigutatava rootoriga puurmasin BAUER RB40, mis on mõeldud suure läbimõõduga ning kuni 800 m sügavuste ühisveevärgi kaevude puurimiseks

Foto: A. Marandi



Joonis 3. Ühe rootoriga puurmasin NEMEK

(<http://media.photobucket.com/image/nemek%20407/Driftkiden/DSC00180.jpg>)

laseb kasutada ka Eestis palju kõneainet pakkunud ODEX-tehnoloogiat (kirjanduses võib kohata ka ODS). Eestis kasutatavatest puurmasinatest on liikuva rootoriga NEMEK (joonis 3), KLEMM 806, ATLAS COPCO, URB2A2 ja Bauer RB25.

Kõige uuemad masinad on kahe rootoriga ja nendega saab puuriga samal ajal süvistada setete sissevarisemist ära hoidvat juhttoru (joonis 4). Vanade masinate puhul tuli juhttoru jaoks auk puurida, see tsementida ning alles siis järgmise läbimõõduga edasi minna. Uute masinatega on ajavõit mitmekordne. Kahe rooto-

riga on madalate puurkaevude (kuni 150 m) ja maasojuspuuraukude jaoks mõeldud hüdraulilised puurmasinad BAUER RB8R (joonis 5), KLEMM 707, KLEMM 805 ja NORDMEYER. Kahe rootori korral saab ühekorraga isoleerida pinnakatte pudedaid setendeid ja puurida puurauku. Kui jõutakse aluspõhjativimitesse, jääb tööle vaid üks rootor, mille jõul puuritakse lahti vettandvad kivimikihid. Pärast puuraugu manteldamist ja torutaguse tsementimist tõmmatakse pudedaid setteid isoleerinud torud välja. Kahe rootoriga puurimise tehnoloogia eelis on kiirus ning puurauk puuritakse klassikalisel meetodil, mis laseb torutagust korralikult tsementida. Kahe rootoriga puurimise tehnoloogiaga saab lähemalt tutvuda veebiaadressil <http://dSPACE.utlib.ee/dSPACE/bitstream/10062/8991/1/>

Tel: 5669 4310 WWW.PUURVESI.EE

Puurvesi

KÖIK TÖÖD ALATES PUURKAEVU
PROJEKTEERIMISEST KUNI
KRAANIKAUSI PAIGALDAMISENI.

OLEMASOLEVATE PUMPLATE JA
VEEPUHASTUSSEADMETE RENOVEERIMINE.

Tel: 5624 1259 WWW.SERINUS.EE

SERINUS
Tööstus- ja Auhangala

filtriga_puurkaev.swf.

Nagu eespool mainitud, on ODEX-meetod põhjustanud palju kõneainet nii tarbijate kui ka keskkonnakaitsjate hulgas. Seda meetodit võib kasutada iga uuema aja puurmasinaga, ent ka kohandada vanale nõukogudeaegsele tehnikale. ODEX-puurimistehnika, mis oli algul mõeldud ehitusvaiade ja -ankrute paigaldamiseks, on Skandinaaviamaades madalate kaevude puurimisel laialt levinud. Sealne geoloogiline ehitus (õhukese pinnakatte all lõheline kristalsed kivimid) nõudis kiiret kristalses kivimis puurimise tehnoloogiat, kusjuures tuli vältida pudedat pinnakatte varisemist puurauku. Tavaliselt minnakse ODEX-puuri ja manteltoruga kaljupinnaseni ning võetakse siis puur välja. Pärast seda pannakse puuraugu põhja tsement, lastakse sellel kuivada ning puuritakse siis väiksema läbimõõduga suruõhahaamerpuuriga vettandvate lõhedeni. ODEX-puurimist tutvustava animatsiooni saad tutvuda veebileheküljel http://dSPACE.utlib.ee/dSPACE/bitstream/10062/8993/1/Odex_puurkaev.swf.

Selline süsteem töötab Skandinaaviamaades hästi, sest manteltoru alumine ots ulatub kristalsesse kivimisse. Tsemenditakse üldjuhul ülalpool vabapinnalise põhjavee taset, siis saab tsemendilahust või muud sulgevat vedelikku suruda manteltoru ja puuraugu seina vahele. Kui aluspõhjajakivimid ei ole suure kõvadusega ning on tugevalt lõheline, siis ei moodustu ilusat



Joonis 4. Kahe rootoriga puurides on võimalik pudedat kivimit toetavat juhttoru, mis hiljem eemaldatakse, tsementimise ajaks maa sisse jätta

Foto: A. Marandi

puurauku ning osa pehmest pinnasest võib variseda manteltoru ja puuraugu seina vahele. Sel juhul on korralikult tsementida juba raskem. Kui aluspõhja ja pinnakatte piir on allpool veetaset, tuleb tsementida survevahusega läbi manteltoru või sellest väljastpoolt, aga siis on vaja manteltoru ja puuraugu vahele suuremat vahet ehk rõngaspilu. Eestis, kus pinnakatte moodustavad enamasti pudedad setted, „poob“ pudenev pinnakatte pinnasesse tambitava toru kinni ning seetõttu tuleb sageli ette toruühenduskeeviste katkemist.

Setete pudenemise tõttu ei ole enamasti võimalik ka õigusaktide nõuete kohaselt tsementida.

Puurimistehnoloogiad arendatakse pidevalt. See on üsna palju segadust tekitanud ning teeb ilmselt ka tulevikus. Selguse toomiseks oleks vaja eeskirju (kokkuleppeid), mis lõpetaksid vaidlused vähemolulise, nt manteltoru sügavuse või puuraugu sügavuse projektile vastavuse üle. Maa sees toimuvat on ju võimatu täpselt ennustada. Palju olulisem oleks pöörata tähelepanu tehnoloogia sobivuse selgitamisele mitmesugustes tingimustes puurimiseks ning põhjaveekaitse nõuete täitmisele (manteltorutaguse täielikule tsemendimisele). Õnneks on puurijate kogemused seniajani korvanud reeglite puudumise ning vajakajäämistele vaatamata süsteem toimib. Seadusandjatele tuleb iga päev uusi väljakutseid. Viimase aja kuum teema on maasoojuspuuraujud.

Lõpetuseks ühe keskkonnaametite töötaja vastus maasoojussüsteemi projekti kooskõlastamise asjus (kirjaviis muutmata), mis ehk iseloomustab praegust olukorda, kus iga uue asja puhul kardetakse vastutust: „Ja kus on see seadus, et igaiüks võib soperdada kuidas heaks arvab meie veekihtides. Kui keskkonnaministeerium pole enam kui kümne aasta jooksul seda küsimust suutnud lahendada, siis keegi ilma geoloogilise südametunnistusest ja oma isiklike ambitsioonide ja rahaahnusega ei dikteeri siin mängureegleid.“

A.M.



Joonis 5. Kahe rootoriga puurmasin Bauer RB8R, mille rootoreid on võimalik kaldu tõsta, et puurvardaid saaks mugavalt ja kiiresti vahetada Foto: A. Marandi

Uus Nivus Full Pipe - NFP

– Nivus GmbH reoveehulgamõõtur survetorudele!

Koostöös Nivus GmbH (Saksa)
ja Radiodetecton Ltd
(Inglismaa) tehastega
väga head soodushinnad:

NFP soodushind
2009. aasta lõpuni:

44 990 krooni

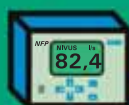
(sisaldab km)
Tavahind 55 968 krooni.



www.nivus.com

Reoveehulgamõõturi paigaldamine Valmis - läks!

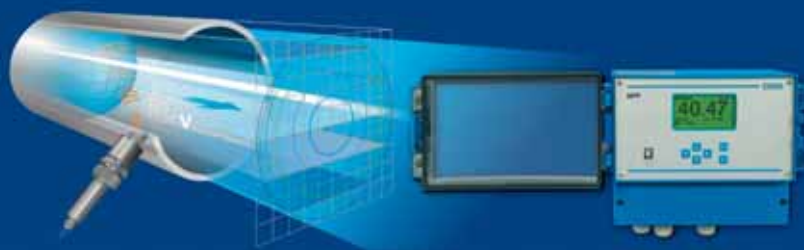
1. Keevita jätk
2. Puuri auk
3. Sisesta andur
1-2 tundi hiljem:
teostatud, NFP töötab!



NFP | Magnet-
induktiiv-
mõõtur

1. Tühjenda toru
2. Toesta toru
3. Lõika toruosa välja
4. Eemalda toruosa
5. Keevita 2 äärikut
6. Paigalda toru tagasi
7. Sisesta magnet-
induktiivmõõtur
8. Kinnita palju polte

... ajakulu vähemalt
1 kuni 2 päeva



Reoveehulgamõõturid
isevoolsetele torudele
OCM Pro ja **PCM 4**
alates

130 000 kroonist

Töökindlaim ja enimkasutatud
toru- ja kaabliotsija komplekt
C.A.T.3+
soodushind kuni 31.10.09:

33 000 krooni

(sisaldab km)
Tavahind 38 500 krooni



Küsi julgelt informatsiooni!

Telefon: 683 1904, mobiil 503 0275, e-post: andres@lokaator.ee

Lisainfo:
www.lokaator.ee

Mala GeoScience maapinnaradarid:
www.malags.com

Radiodetection Ltd
kaabliotsimisseadmed ja torukaamerad:
www.radiodetection.com



TUUMAJAAMADE OHUTUS- JA TURVASÜSTEEMID

KALEV KALLEMETS

MTÜ Eesti Tuumajaam, TTÜ doktorant

AADU PAIST

TTÜ soojustehnika instituudi professor

Kõigepealt tuleb rõhutada, et tuumaelektrijaamade reaktorid ei saa mitte mingil juhul pommilaadselt plahvatada. Tuumkütuses on uraani ja plutooniumi nelikümmend korda vähem, kui on plahvatuslikuks ahelreaktsiooniks vaja.

Peamised ohutusmured on alati olnud seotud radioaktiivsete ainete kontrollimatu paiskumisega keskkonda ning väljapoole tuumaelektrijaama kanduva radioaktiivse saastaga. Varem arvati, et kõige tõenäolisem on peamise jahutussüsteemi avarii, mis viib reaktori aktiivse tsooni sulamiseni. Kogemus ja uuringud pärast *Three Mile Islandi* õnnetust tõestasid aga lausa vastupidist – isegi reaktori tuuma sulamine ei põhjustanud võimsuse plahvatuslikku kasvu ega kaitsekesta purunemist.

MAKSIMAALSE OHUTUSE SAAVUTAMINE

Maksimaalse ohutuse tagamiseks kasutavad Lääne reaktorid nn süvakaitsekontseptsiooni, mille puhul mitu ohutussüsteemi toimib ilma välise juhtimiseta.

Kõikidel praegu ehitatavatel reaktoritel on nii passiivsed kui ka aktiivsed ohutussüsteemid. Passiivsed süsteemid võivad ilma välise juhtimise ja elektritoiteta olla ohtu tekitamata avariiohukorras pikka aega.

Praegu rakendatava nn ohutu reaktori kontseptsioon hõlmab:

- kvaliteetset projekteerimist ja ehitamist;
- seadmete ja detailide kvaliteedi kontrollimist igas valmistamisastmes;
- seadmete põhjalikku kontrollimist töötamise ajal;
- käitusprotseduuride tehnilist kaitsemist, võimalike avariide lokaliseerimist ning uraani lõhustumisest põhjustatud emissiooni vältimist;
- käituskogemuste arendamist ning uute tehnoloogiliste lahenduste ulatuslikku rakendamist.

Nende tingimuste täitmiseks on reaktori aktiivtsooni ja väliskeskkonna vahel füüsilised tõkked ning välise juhtimiseta süsteemid, mis välistavad inimlikud vead. Ohutussüsteemidele kulub veerand kõikidest kapitalimahutustest.

Tavapärasel kergveereaktoris on tuumkütus tahkete pelletitena tsirkooniumi sulamistorudes, moodustades kütusevardad, mis paiknevad reaktori paksust terasest korpuses. Õnnetus *Three Mile Islandi* reaktoriga tõestas, et ka suure hulga (50 tonni) tuumakütuse sulamise korral reaktori põhja, suudab korpus edukalt täita oma kaitsefunktsiooni. Reaktoris vabanev soojus kandub rõhu all olevale veele, mis pumbatakse torustikke pidi aurugeneraatorisse. Reaktor koos pumpade ja aurugeneraatoritega on omakorda suletud metallist lisakesta ning tugevasse, vähemalt ühe meetri paksusesse raudbetoonist kaitsekesta.

Enamikul reaktoritel on kaks peamist turvameedet füüsilised – temperatuuri negatiivne tagasiside ja negatiivne mulliefekt. Esimene tähendab seda, et temperatuuri tõustes vee tihedus väheneb ja neutronite aeglustumine pidurdub, neutronid jäävad „kiireks“ ning ei suuda uusi tuumasid lõhestada. Ka aurumullid vähendavad vee neutroneid aeglustavat toimet.

Peale neutroneid absorbeerivate kontrollvarraste, reaktori jahutamise ja kaitsekesta on oluline reaktori avariijahutus, mis eemaldab liigse soojuse ja välistab keskkonna saastamise. Tavalsed turvasüsteemid on aktiivsed, st et nende jaoks on vaja elektrilist või mehaanilist toimemehhanismi. Mõned turvasüsteemid toimivad aga passiivselt – nende jaoks ei pea operaatorid ega automaatsüsteem andma mingit sisenedit ega ole vaja rakendada elektri- või muud jõudu (nt rõhuventiile). Passiivsed ohutussüsteemid tuginevad sellistele loomulikele füüsilistele nähtustele nagu konvektsioon, gravitatsioon või rõhuvahe ning sellised süsteemid on

tänu oma autonoomsusele reaktoritehnika viimane sõna.

Ajakohased tuumajaamad on varustatud süsteemidega, mis maavärina korral reageerivad automaatselt ning kontrollivad, kas tuumajaama ohutu opereerimine on võimalik. Kõik viimastel kümnenditel ehitatud tuumajaamad peaksid olema suutelised üle elama 5-magnituudilist maavärinat, mitu reaktorit on talunud ka 7-magnituudilisi maavärinaid.

Ohutussüsteem näeb ette ka äärmuslikke stsenaariume, kus õnnetuse või pahatahtliku sekkumise (nt terrorismi) tõttu reaktori aktiivtsoon sulab või kaitsekestest puruneb. Neid stsenaariumeid on põhjalikult uuritud ning on olemas nendel põhinevad kaitsetsoonid ja evakueerimisplaanid.

Kõigis maailma tuumajaamades on rakendatud ulatuslikud julgeolekumeetmed, mis hõlmavad töötajate põhjalikku ja regulaarset taustakontrolli, turvapersonali, turvatsoone, jälgimissüsteeme ja erimeeskondi. Eriti pärast New Yorgis 9.11.2001 toimunut on suurt tähelepanu pööratud õhurünnakuohutusele. Aastal 1988 demonstreeris *Sandia National Laboratories* energia ebahühtlast absorbeerumist, kui lennuk põrkab kokku tugeva massiivse sihtmärgiga. Korraldatud katses sööstis hävitaja F4 kiirusega 800 km/h vastu rasket nelja meetri paksust betoonseinat, et kindlaks teha, kas Jaapani tuumajaam peaks vastu kamikaze-rünnakule. Selgus, et lennuki kineetilise energiast kulus 96% lennuki purunemiseks ning 4% betoonseinale kiirendamiseks – sein purunes vaid 6 cm sügavuseni. Reisislennuk on küll massiivsem kui hävitaja F4, ent palju kergema ehitusega.

Tuumaelektrijaama turvameeskonnad teevad tuumaohutusinspektsiooni järelevalvel pidevalt mitmesuguste stsenaariumite kohaseid hädaolukoraraõppusi, harjutades muuhulgas heal informatsioonil põhineva, relva jõul toimuva rünnaku tõrjumist. Viimasel

kahel aastal on maailma taktikaliste erijõudude meistrivõistlustel tulnud võitjaks Kanada tuumajaama *Bruce* turvameeskond. Kogu tuumajaama personal läbib põhjaliku taustakontrolli, on tööl pidevalt järelevalve all, igapäevased on ka alkoholi- ja narkokontrollid. Kõikide töötajatega vesteldakse regulaarselt, et tuvastada olulisi käitumishäireid ning pakkuda asjakohast nõu.

TŠERNOBŪL EI SAA KORDUDA

Tšernobõli õnnetuse üksikasju käsitletakse põhjalikumalt järgmises artiklis, siinkohal nimetatagu vaid mõned Tšernobõli RBMK-reaktori põhimõttelised eripära, võrreldes praeguste Lääne reaktoritega.

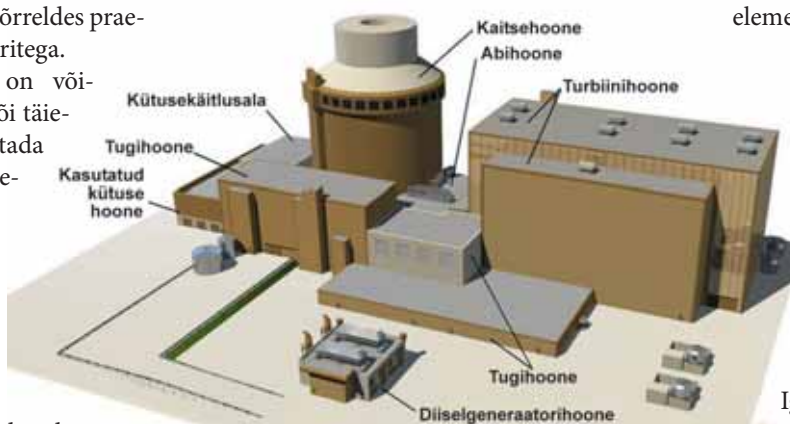
- Kaitstesüsteemide on võimalik osaliselt või täielikult välja lülitada ning eri kaitstesüsteemid ei ole omavahel seotud. Lääne reaktorite puhul oleks mõeldamatu, et kaitstesüsteemid ei ole ühendatud, st ei toimi kui tervik.
- Soojuskandja (vesi) toimib neutronite neelajana, mis tähendab, et vee kuumenemisel või keemaminekul soojuslike neutronite hulk ja sellega koos reaktori võimsus suureneb (positiivne termiline ja mulliefekt).
- RBMK-reaktoril ei ole paksu terasest reaktorikesta, tegemist on vaid teraskestaga ümbritsetud grafiitplokkogumiga, mida läbib 1693 kütusekanalit.
- Ei ole ka paksust raudbetoonist kaitseümbrist, mis välistaks saasteainete paiskumise väliskeskkonda – RBMK reaktorihoone sarnaneb tavalise betoonpaneelidest tehasehoonega.
- Aeglustina kasutatakse grafiiti, mis kõrgel temperatuuril süttib. Tšernobõli õnnetuses põhjustas peamise osa radioaktiivsete ainete atmosfääri paiskumise ja levimise just grafiidi üheksapäevane põleng.
- Jaama operaatorid rikkusid jämedalt protseduurireegleid ning tuumaenergia ohutuskultuur ja järelevalvesüsteem olid ebapiisavad. Nõukogude Liidu tuumainspektsioon ei vastanud IAEA standarditele. Kõige otsustavamad vead Tšernobõli õnnetuses olid inimlikud.

Loetletud ja mitu muud eripära ei ole ajakohastes reaktorites ning tuumajaamade opereerimisel võimalikud ning Tšernobõliga sarnast radioaktiivse saasta laialdase levikuga õnnetust ei saa Lääne reaktorites juhtuda ja pole kunagi ka juhtunud.

TUUMAREAKTOR AP1000™

Reaktor AP1000™ (joonis 1) töötab põhimõttel, et õnnetusjuhtumi (nt jahutustorustiku purunemise) korral katkeb tuumajaama reaktori töö turvaliselt

The Westinghouse AP1000™



Joonis 1. Tuumareaktor Westinghouse AP1000™ Allikas: www.ap1000.com

ilma et operaator peaks midagi tegema ning ilma mingi akumulaatorilt saadava energia või pumpadeta. Selle asemel, et tugineda aktiivsetele seadmetele (nt diisलगeneraatorid ja pumbad), rakendab AP1000 loodusjõude (nt gravitatsiooni, vee loomulikku ringlust ja kokkusurutud gaase), et reaktor ja selle ümbris üle ei kuueneks. Loodud on mitmetasandilisi ohutussüsteeme, mis viivad reaktori aktiivsooni kahjustuse tõenäosuse miinimumini, vältides samal ajal reaktori ümbrise uputamise, rõhu alla sattumise ja kuuenemise.

AP1000™ vastab kõigile U.S. NRC (*Nuclear Regulatory Commission* – tuumainspektsioon) turvakriteeriumitele suure marginaaliga.

Reaktori AP1000™ peamised kaitsebarjäärid on järgmised:

- **reaktorituumal on passiivne jahutussüsteem**, mis toimib automaatselt, kui temperatuur reaktori aktiivsoonis ületab teatud piiri: survemahuti test hakkab peale voolama jahutatud vesi, mis tagab jääksoojuse piisava eemaldamise;
- **reaktoriümbrise isolatsioon** välis-

tab igasuguste õnnetustega kaasneva võiva tuumakütuse lõhestusjääkide pääsu atmosfääri. Kõik reaktori isolatsioonist väljuvad torud tagavad radioaktiivsete lõhestusjääkide kindla isoleerimise reaktori ümbrisesse;

- **reaktoriümbrise passiivne jahutussüsteem** tagab vee loomuliku ringluse ja aurustumisega reaktoriümbrise jahutuse, nii et surve reaktoris jääb lubatud piiridesse;
- **reaktorituuma kahjustuse isoleerimine** – reaktortuuma sulamise korral uputatakse kohe ja automaatselt reaktori kest veega, mis väldib reaktorikesta sulatamise sulanud reaktortuuma toimel ning radioaktiivsete elementide väljapääsemise reaktorist.

TUUMAREAKTOR EUROPEAN PRESSURIZED REACTOR (EPR, AREVA)

1600 MW-se võimsusega EPR-i (joonis 2) peamisel turvasüsteemil on neli alamsüsteemi, mis on kõik võimelised iseseisvalt eemaldama kogu reaktori soojuse. Iga süsteem on teistest füüsiliselt eraldatud ning kahel neist on betoonist kaitsekest, mis peab vastu

kokkupõrkele lennukiga.

Need süsteemid langetavad jääkriiki peaaegu nullini isegi siis, kui mingi õnnetus peaks juhtuma. EPR on projekteeritud nii, et kahekordne betoonist turvaümbris välistab igasuguse radiatsiooni atmosfääri. Ümbris peab vastu kõrgele temperatuurile ja survele isegi reaktori tuuma sulamise ja kesta purunemise korral. EPR-i juhtimis- ja kontrollsüsteemid on täisdigitaalsed ning neljakordse varukaetusega. EPR-i nagu ka muude ajakohaste reaktorite tehniline tööiga on 60 aastat. A.M.



Joonis 2. Tuumareaktor EPR: 1 on jahutus- ja turvasüsteemid ning 2 reaktor Allikas: EPR, Areva, 2005

JUNKERS PAKUB UUSI SOOJUSPUMPASID

MARGUS UUSMEES

Junkersi müügi- ja turundusjuht Eestis

SOOJUSENERGIA ÜMBRITSEVAST ÕHUST

Junkers'i õhk-vesi-soojuspumpade uus seeria AE/ASC annab märku firma sisenemisest Eesti õhksoojuspumbaturule. Võrreldes muude õhk-vesi-soojuspumpadega on AE/ASC-seeria soojustegur COP (kõetavasse ruumi antava soojushulga ja kompressori poolt samal ajal tarbitava energia suhe) suurem ning kütteseadmete töövõime suurepärase. Pumba AE 60-1 soojustegur on nt kuni 3,9 (kui välistemperatuur on +7 °C ja standardile EN 14511 vastava küttekoturi pealevoolutemperatuur 35 °C).

Bosch Thermotechnology struktuuri kuuluva *Junkersi* õhksoojuspump pakub alternatiivi ka meil laialt levinud maasoojuspumbale siis, kui maapinnasondi ja maakollektoreid ei ole võimalik paigaldada või kui mingil muul põhjusel ei taheta teha pinnasetõid (nt kui nende kulud ületavad oluliselt planeeritud eelarvet).

AE/ASC-seeria soojuspumpad koosnevad välisplokist (AE), milles soojus ammutatakse välisõhust ja juhitakse

küttesüsteemi, ning sise-plokist (ASC), milles on kuumaveeboiler, elektriline lisasoojendi ning automaatikaseadmed. Pumpad saavad ümbritsevast õhust energiat kütte- ja sooja vee ringluskontuuriga ühendatud soojusvahetis.

Tootevalikusse tuleb kolm eri võimsusega (6, 8 ja 10 kW) õhk-vesi-soojuspumpa. Nende pumpade eelistest võib nimetada madalat mürataset (tänu heliisolatsioonile, kompressoritehnoloogiale ja suurele aurustamispinnale), kompaktsust ja pinnasäästlikkust, tõhusat toimimist (kompressor töötab ka välistemperatuuril - 20 °C) ning energiasäästlikkust. Sooja tarbevee (standardne pealevoolutemperatuur 65 °C) saamine on alati tagatud.

AE paigaldamistõid saab viia miinimumini kompaktse ühendmooduli ASC abil. Selle sees on juhtimisautomaatika, sooja-veeboiler, täpselt reguleeritav täiendav elektrisoojendi, paisupaak, turvaelemendid ja kaks ringluspumpa. Peale- ja tagasivoolutorusid on tänu painduvatele toruühendustele hõlbus kiiresti ühendada. Uue juhtimissüsteemi sammjuhitav menüü on kogu loodava küttesüsteemi töösse lülitamist ja kasutamist oluliselt lihtsustanud. Taustavalgustatud



Maasoojuspumpad *Supraeco T*

näidikul kuvatakse toodetav soojus ning seadme kasutajale vajalik teave, sh küttekõverad ja süsteemi hetkeseisund, nii graafiliselt kui ka tekstina. Näidikul kuvatavast on lihtne aru saada ka ilma kasutusjuhendisse süvenemata.

UUS TÕHUS MAASOOJUSPUMP SUPRAECO T

Junkers laiendab Eesti turul ka maasoojuspumpade valikut, võimaldades maasoojusega kütta ka üsna suuri hooneid ja hoonekomplekse. Pakume viit uut *Supraeco T*-seeria soojuspumpa. Kui meie senine valik piirdus võimsusvahemikuga 6 kuni 17 kW, siis edaspidi on saadaval ka 22, 33, 43, 52 ja 60 kW väljundvõimsusega seadmed. Suurim erinevus TM/TE-seeria soojuspumpadest seisneb selles, et uued pumpad on varustatud kahe kompressoriga: pumpadel T 220 ja T 330 on nad ühe ning pumpadel T 430, T 520 ja T 600 erisuurused. Viimane kombinatsioon on eriti energiasäästlik, sest võimaldab



AE/ASC-seeria õhk-vesi-soojuspump

soojuspumba väljundvõimsust kolmeastmeliselt reguleerida – töötavad kas väiksem või suurem või mõlemad kompressorid.

Kõikidel *Junkersi* soojuspumpadel on väga hea soojustegur (COP). Mudelil T 220 on see näiteks kuni 4,8 – ainult ühe kilovatt-tunni elektrienergiaga on võimalik toota ligikaudu viis kilovatt-tundi soojusenergiat. Soojuspumpade vaigse töötamise tagamiseks kasutab *Junkers* madala müratasemega kompressoreid ja mitmekordset müraisolatsiooni.

Kvaliteetse sooja tarbevee saamiseks võimaldavad kõik *Junkersi* soojuspumpad vee pealevoolutemperatuuri kuni 65 °C, seda ka kütte- ja tarbevee üheaegse tootmise režiimil. Kompaktsed seadmed on ühendatavad *Junkersi* pakutavate mitmes suuruses ja mahuga sooja vee salvestitega – sobiv lahendus leidub igaks olukorraks.

Kõik uued soojuspumpad *Supraeco T* sobivad ühendamiseks nii puurauku kui ka maapinda paigaldatavate kollektorite ja muude soojusallikatega.

Uudisena saab seda soojuspumpa vajalike lisatarvikute abil ühendada ka veekogus oleva kollektoriga. Soojuspumpa on tänu heale komplekteeritusele ning eelnevalt tehtud ühendustele kiire ja lihtne paigaldada. Iseäranis kasutajasõbralik on eemaldatav elektriline juhtpaneel. Seadme töökindluse tagab optimeeritud hüdraulika. Kuna soojuspump on varustatud kahe eraldi ringluskontuuriga, mis mõlemad sisaldavad alla kolme kilo külma-ainet, siis ei ole vaja teha EÜ määrusega 842/2006 ette nähtud iga-aastast hooldust. *Junkers* varustab uued ja võimsad soojuspumpad *Supraeco Controliga*, mille taustvalgustatud näidikul kuvatakse toodetav soojus ning seadme kasutajale vajalik teave, sh küttekõverad ja süsteemi hetkeseisund, nii graafiliselt kui ka tekstina.

A.M.

 **JUNKERS**
Bosch Grupp
www.junkers.ee

KESKKONNATEHNIKA DEMOPÄEV MUUGA SADAMAS

Empteezy Baltic OÜ korraldas septembris Muuga sadamas demopäeva. Idee selleks sündis *Empteezy Baltic OÜ*, nende edasimüüja *Jungent OÜ* ja *ASi Tallinna Sadam* uusimatele keskkonnatehnikatoodetele pühendatud koosolekul. Ideega tulid kaasa ka tootjad (Ühendkuningriigi firma *Darcy* ja Saksamaa firma *Öko-tec*) ning plaan saigi teoks. Kutsutute hulgas oli Eesti sadamate kapteneid, Päästeameti, Piirivalveameti ja Keskkonnaministeeriumi esindajaid ning teised huvilisi. Üritust väisas ka Ühendkuningriigi suursaadik Peter Carter. Tutvustati skimmereid (ujusaasta koristuseseadmeid), merepoome, teisaldatavaid jäätmemahuteid ja absorbente. *ASi Tallinna Sadam* Muuga sadama kapten Ülo Kikas jäi demopäevaga, kus oli hea võimalus rääkida oma ala asjatundjatega ning töös näha uusimaid tooteid, rahule.

DEMOPÄEVAL TUTVUSTATUD TOOTED

Kaksikkamber-merepoom

Hõlpsasti ja kiiresti kasutatav. Väga tugev ja kerge (paigaldamiseks vaja vaid 2–3 inimest).

Trummelskimmer

Pöörlevad kettad koristavad veepinnalt õli, mis seejärel ketastelt maha kaabitakse ja kogumismahutisse pumbatakse.

Kõis- või moppskimmer

Läbi õlilaigu ringlevad, veepinnalt õli koristavad polüfiibrüst köied või mopid väänatakse rullide vahel tühjaks ning õli liigub kogumismahutisse. Kasuta-

take ka õli kõrvaldamiseks kaevudest.

Skimmer *Silverweir*

Õli voolab üle ujukitel oleva ülevoolu, mis arvestab automaatselt, kui paksu kihti on vaja koristada. Saab kasutada ka madalas (min 10 cm) vees.

Kaasaskantav jäätmekogumisanum kriisiolekordadeks

PVC-materjalist kokkuvolditav anum mahutab 80 – 20 000 liitrit.

Separaator õli lahutamiseks veest

Kokkupandav ja mahub autosse.

Biotervendav absorbent *Absorrganic*

Kuiv oleofiilne biopuhastav absorbent, mis pole toksiline ega abrasiivne. Vabalt voolav teraline materjal seob väga mitmesuguseid süsivesinikel põhinevaid saasteaineid.

Biotervendav absorbent *BioTask* on ohutu mikrobioloogiline puhastusaine õli- ja bensiinilaikude eemaldamiseks betoonilt, asfaldilt ja kivisillutiselt.

Pulberabsorbent *UNI-SAFE* on universaalne õli ja kemikaale siduv aine. Mõeldud kasutamiseks mitmesuguste maapinnale lekkinud ainete koristamiseks. *UNI-SAFE* ei tekita ohtlikku reaktsiooni isegi mitte selliste tugevalt reageerivate ja oksüdeerivate ainetega nagu lämmastik-, broom- ja väävelhape.

A.M.

TUULEPARKIDE MERRE EHITAMINE SAAB SEADUSLIKU ALUSE

Valitsuse istungil kiideti 3. septembril heaks eelnõu, mis reguleerib avalikku veekogusse kaldaga püsivalt ühendamata ehitiste, näiteks tuuleparkide ehitamist. Seni ajani sellekohane regulatsioon puudus. Sadamate ja teiste avalikku veekogusse kaldaga püsivalt ühendatud ehitiste ning samuti veekaablite ehitamise regulatsiooni võttis Riigikogu vastu sadamaseaduses selle aasta juunis.

Selleks et avalikku veekogusse ehitada, peab soovija taotlema kõigepealt hoonestusloa Vabariigi Valitsuselt. Hoonestusloa on tähtajaline, see kehtib üldjuhul 50 aastat. Luba annab õiguse avaliku veekogu põhjaga ühendatud, kuid kaldaga ühendamata ehitise ehitamiseks. Hoonestusloa alusel tehtud ehitis on hoonestusloa oluline osa ja kuulub hoonestusloa omanikule. See ei asenda teisi seaduses ette nähtud lube, mis on vajalikud avalikku veekogusse ehitamiseks ja ehitise kasutamiseks – ehitusloa ja

kasutusloa on vaja täiendavalt taotleda tavalises korras. Erinevus on siinkohal, et avalikku veekogusse kaldaga püsivalt ühendamata ehitiste ehitamiseks annab ehitusloa ja hiljem selle ehitise kasutamiseks kasutusloa Tehnilise Järelevalve Amet, mitte kohalik omavalitsus. Selle põhjenduseks on asjaolu, et avalikud veekogud ei ole kohalike omavalitsuste haldusterritoorium. Ehitise koormamise eest peab omanik tasuma riigile igal aastal hoonestustasu, milleks on kindel protsent maa keskmisest väärtusest, mis tuuleparkide puhul on 7 protsenti tootmismaa keskmisest väärtusest, muude ehitiste puhul 4% vastava sihtotstarbega maa keskmisest väärtusest. Maa keskmine väärtus leitakse maa hindamise seaduse kohaselt läbi viidud maa korralise hindamise tulemusena. Hoonestustasu suuruse arvestamise eeskujuks on võetud riigimaale hoonestusõiguse seadmise tasud.

NÕUANNET ÕHK-VESI-SOOJUSPUMBA SOETAJALE

ALLAN SUURKASK

BVT Partners OÜ

SÜGISEL ON SOBILIK teha veel kord juttu üha enam populaarsust koguvast seadmest hoonete kütmiseks – õhk-vesi-soojuspumbast.

Õhk-vesi-soojuspump on koduse külmkapi ja tavalise konditsioneerisarnane seade. Kõik need seadmed „pumpavad“ soojust külmemast keskkonnast soojemasse ning kõigi nende peamised osad (nt külmaaine, kompressor) on ühesugused.

Esimene oluline asi, millel tuleb peatuda, on muidugi seotud temperatuuridega, täpsemalt kahe keskkonna temperatuurivahega. Inimene, kes mõtleb õhk-vesi-soojuspumba soetamisele või arvutab seadme võimalikku tasuvust, peaks alustama just sellest. Mida väiksem on väliskeskkonna ja hoones oleva soojuskandja temperatuuride erinevus, seda paremini ja suurema kasuteguriga seade töötab. Soojuspumba töö käib läbi külmaaine kondenseerumise ja aurustumise, mille juures kas eraldatakse või seotakse soojust. Nii kondenseerumine kui aurustumine toimub teatava rõhu ja temperatuuri juures. Kuna enamikus seadmetes kasutatakse ühesuguste omadustega külmaainet, tänapäeval enamasti freooni R410a, siis on ka seadmete töönäitajad üsna ühesugused.

Nagu öeldud, on soojuse äraandmine ruumi poolel või-

malik külmaaine kondenseerumise abil ning väljas seotakse soojust külmaaine aurustumisel. Külmaaine temperatuur oleneb välistemperatuurist ning soojust saab välisõhust siduda vaid siis, kui aurustumistemperatuur on välistemperatuurist madalam. Mida madalamale välistemperatuur langeb, seda suurem on süsteemi temperatuurivahe ja seda rohkem peab kompressor tööd tegema. Kuski on paratamatult piir ning seadme välistemperatuurist suuresti sõltuv jõudlus hakkab langema. Kahe keskkonna temperatuurivahest sõltub ka seadme kasutegur, mis kogu aeg muutub. Seetõttu esitab enamik tootjaid oma seadmete kohta andmeid mingite kokkuleppeliste temperatuuride jaoks (välistemperatuur enamasti + 7 °C ja soojuskandja oma +30–35 °C).

Mida seadme soetamisel veel silmas pidada? Kõigepealt tuleks leppida sellega, et kuigi õhk-vesi-soojuspump on väga säästlik ja hea seade, ei saa see meie kliimas olla hoone ainus kütteallikas. Kõige külmemal ajal on vaja alternatiivset või abistavat kütteallikat. Selleks võib olla keskküttesüsteem, vedelkütusepõleti või elekterküte. Väga paljudel õhk-vesi-soojuspumpadel on lisaelekterküte sisse ehitatud ning hoone püsib soe ka siis, kui väljas on päris käre pakane. Muul ajal on töös ainult hoonet säästlikult ja muretult küttev õhk-vesi-soojuspump. Ei ole arukas valida seadet suurima soojusvajaduse järgi, vaid jätta lühikesed väga külmad perioodid lisakütte kanda. Vastasel korral on suuremal osal ajast osa soojuspumba ressursist üleliigne ja seadme soetamisel maksitud kõrget hinda oleks väga raske tagasi teenida.

Olemasoleva ja ka uue küttesüsteemi korral tuleks pöörata tähelepanu sellele, kuidas on korraldatud hoonesisene küttega sooja tarbevee kasutamine. Nagu eespool öeldud, kehtib lihtne reegel: mida madalam on soojuskandja temperatuur, seda säästlikuma õhk-vesi-soojuspumba saab. See tähendab, et sellele pumbale sobib kõige paremini põrandaküte, mille soojuskandja temperatuur on madal, seadme kasutegur püsib kõrge ka madalate välistemperatuuride korral ning abiseadmete osa kütisel on minimaalne. Head on ka ajakohased radiaatorid ning konvektorid, milles ei liigu väga kõrge temperatuuriga soojuskandja. Raskem lugu on vanemate radiaatoritega, mille soojuskandja temperatuur on kõrge. Siit edasi saab juba kaaluda seadme tasuvust, sest selle kasutegur (kui palju elektrienergiat kulub soojusühiku tootmiseks) sõltub just välis- ja soojuskandja temperatuurivahest.

Sooja tarbeveega on lugu pisut teistsugune, sest siis on üks temperatuuridest konstantne ning vee soojuspumba abil soojendamise võimalikkus ja kulukus sõltub ainult välistemperatuurist. Miinustemperatuuridel on + 55 °C sooja vett üsna keeruline saada ning võib väita, et enamiku seadmete puhul on juba – 10 °C välistemperatuuri puhul vaja tarbevee soojendamiseks kasutada lisa(elekter)kütet. Keerulisematel seadmetel on kompressori taga küll lisasoojusvaheti, et kasutada vee soojendamiseks nn kuumgaasi kõrget temperatuuri, kuid selle hetkevõimsus pole kuigi suur ja selle kasulikkuse

BVT Partners
www.bvtpartners.ee

- Ventilatsiooni-, konditsioneerimis- ja külmaseadmete hulgimüük

BVT Partners OÜ
Vägeva tee 7, Peetri küla, Rae vald, 75312 Harjumaa
+ 372 651 27 10





määrab pigem süsteemi ehitus. Vaja on piisavalt suurt kogumismahutit, kuhu saab soojust pikema aja jooksul koguda, et seda vee tarbimise ajal kasutada. Talvist aega silmas pidades võib aga tarbevesüsteemi ühendamise otstarbekus õhk-vesi-soojuspumbaga kohati küsitav tunduda (eriti olemasoleva süsteemi korral). Suvisel ajal, kui välistemperatuur on kõrge, on tarbevee saamine õhk-vesi-soojuspumbaga kindlasti üks odavamaid võimalusi.

Juhtimise poole pealt seab enamik praegu saada olevatest nii hoone kütteks kui ka tarbevee soojendamiseks mõeldud soojuspumpasid esikohale tarbevee soojendamise. Kui

tarbevee temperatuur langeb, lülitub süsteem soojendamisrežiimile ning kui vajalik temperatuur on saavutatud, lülitub süsteem uuesti küttesrežiimile. Tarbevee soojendamiseks palju aega ei kulu ning hoone temperatuur selle aja jooksul ei lange.

Sageli seotakse õhk-vesi-soojuspump olemasoleva või ehitatava küttesüsteemiga, et see töötaks laitmatult ka väga külmal ajal. Samas ei maksa unustada, et õhk-vesi-soojuspumpa on küttekulude vähendamiseks lihtne siduda ka muude, sh uuenduslike küttesüsteemidega (nt päikesepaneelidel põhinev kütmine). Päikesepaneelide hinna ja tõhususe suhe on viimastel aastatel kiiresti soodsamaks muutunud. Varsti võib päike ka Eesti kliimas olla arvestatav tegur hoone küttesel või tarbevee soojendamisel.

Paar sõna ka seadmetes kasutatava külmaaine – freooni kohta. Tänapäeval kasutatakse enamikus seadmetes freooni R410a, mis ei ole mürgine ega ohusta ka osoonikihti. Küll aga mõjutab ta kasvuhooneefekti ning seega tuleb hoolitseta selle eest, et ta süsteemist ei lekiks. Kasutamiskõlbmatud seadmed tuleb viia selleks ettenähtud kogumispunkti. On ka selliseid õhk-vesi-soojuspumpasid, milles kasutatakse süsinikdioksiidi (CO₂), mida ei pea kokku koguma ning millel on külmaainena päris head omadused, ent on süsteemis valitseva kõrge rõhu tõttu kallimad.

Kuigi õhk-vesi-soojuspumbad on õhk-õhk-soojuspumpadest palju kallimad, on nende kasutamine õige lahenduse korral märksa mugavam. Pealegi on neid lihtne olemasoleva küttesüsteemiga ühendada. Pumba valimisel tuleb silmas pidada selle kvaliteeti, kasutamismõimalusi, komplekteeritust ja hinda. Ei tohi unustada sedagi, et küttesüsteemi ehitus peab võimaldama paigaldatava seadme võimalusi maksimaalselt ära kasutada. A.M.



INSTRUTEC 2009
INSTRUTEC 2009

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

18. novembril 10.00 - 18.00
19. novembril 10.00 - 18.00
20. novembril 10.00 - 17.00



PUIDUTEHNOLOOGIA 2009
WOODTEC

PUIDUTEHNOLOOGIA - WOODTEC 2009

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

Messi ametlik toetaja:
Eesti Masinatööstuse Liit



Täiendav info:

Eesti Näituste AS Pirita tee 28, Tallinn 10127 tel: 613 7335, 613 7337 faks: 613 7437
e-post: epp@fair.ee Skype:eppsultsmann www.fair.ee



BIOKÜTUSEKATLAD

VAINO ARRO

Vesiterm AS tegevjuht

KODUMAISED KÜTUSED – puit, puidugraanulid, hakkpuit, saepuru, teraviljajäägid ja tükkturvas on taastuvad, loodussõbralikud ja ökonoomsed energiaallikad, mille kasutamise kasv vähendab atmosfääri väevli- ja kasvuhoonegaasisaldust. Tänu sellele, et kütteseadmed ja -skeemid on kiiresti arenenud, on tahkekütuste kasutamine tänapäeval lihtne, hästi automatiseeritav ning katelde käitus- ja hoolduskulud viidud miinimumini. Biokütuste kasutamine kütteks on tänapäeval turvaline ja soodne. Pelletid ja hakkpuit sobivad hästi eramute, korrusmajade, ent ka sotsiaal- ja tootmis- hoonete kütmiseks.

MILLINE BOKÜTUS VALIDA?

Enamkasutatavad kütused on **halupuit, hakkpuit, pelletid, saepuru, teraviljajäägid ja põhk**. Kütuse valimist mõjutavad selle **kättesaadavus, vedu, ladustamisvõimalused ja kuivus**. Kui kasutada halu- või hakkpuitu, on vaja teada, kui suur on ja millistes piirides muutub selle niiskus. Biokütusel töötavates katlamajades, mille võimsus on alla 1000 kW, oleks hea, kui kütuse niiskus ei ületaks 35 – 40%. Tänapäevane kütistehnoloogia võimaldab põletada ka niisket kütust, ent mida niiskem ta on, seda rohkem teda kulub ning seda sagedamini tuleb katelt tahmast puhastada (niiske kütuse põletamisel tekib palju nõge ja tahma), suurenevad ka hoolduskulud. Nt kui hakk- või halupuidu niiskus kasvab 20%-lt 50%-le, kulub **üle kahe korra rohkem kütust!**

KÜTUSEKULU m³ AASTAS

Niiskus	halupuit, rm	hakkpuit, m ³
20%	26	49
30%	31	59
50%	66,4	112,2

Hea biokütusekatla valimiseks on vaja vastuseid järgmistele olulistele küsimustele:

- kui suur on põlemiskasutegur seadmete 50% ja 100% koormusel;
- kui kõrge on katlast lahkuvate suitsugaaside temperatuur 100% koormusel (puhta katla puhul peaks see olema alla 200 °C);
- milline on suitsugaaside CO (vingugaasi) sisaldus 50% ja 100% koormusel (peaks olema alla 0,2%);
- milline on väikseim koormus, mille juures katel veel toimib (nt 20%);
- milline on põleti tuleohutuskaitse;
- milliseid funktsioone täidab katla juurde kuuluv automaatika. Mida saab juurde tellida (nt automaatne tuhaarasti, multitsükklon, moduleeriv põleti);
- kui suur on katla mass (suur mass viitab kolde piisavale tulepinnale ja tugevale konstruktsioonile);
- milline tohib olla põletatava kütuse niiskus (hakkpuidul nt 25 – 40%);
- milline on katla rõhuklass (peaks olema vähemalt 3 baari).

D'ALESSANDRO TERMOMECCANICA KATLAD

D' Alessandro Termomeccanica biokütusepõleti ja -katel moodustavad laitmatult toimiva terviku ning põlemistulemus on tippklassi tasemel. Biokütusekatelde Marina CSA ja CS puhul on vastused kõigile loetletud küsimustele positiivsed. Kütuse kvaliteedi suhtes nad tundlikud ei ole.

Hakkpuidukatel CSA on ette nähtud hakkpuidu, saepuru,



hõõvliastude, pelletite, teravilja ja viljajääkide põletamiseks. Katel on varustatud malmesaga biokütusepõleti, kolde peegelduspaneelide, turbulisaatorite, tigukonveieri, vahepunkri, põlemisõhuventilaatori, tagasipõlemiskaitsme ja juhtkilbiga. Lisavarustusena saab tellida automaatse tuhaarasti ja suruõhuga puhastussüsteemi, suitsuimuriga multitsükkloni ning moduleeriva põletijuhtimisega juhtkilbi. Hakkpuidukatlaid CSA saab hädakorral kütta ka halupuiduga või neisse paigaldada õlipõleti. Katelde võimsusvahemik on 25 – 2000 kW.

Pelletikatel CS on ette nähtud pelletite, teravilja ja pelletisegu põletamiseks. Katel on varustatud malmesaga biokütusepõleti, kolde peegelduspaneelide, turbulisaatorite, tigukonveieri, vahepunkri, põlemisõhuventilaatori, tagasipõlemis-



kaitsme ja juhtkilbiga. Lisavarustusena saab tellida automaatse tuhaarasti ja suruõhuga puhastussüsteemi, suitsuimuriga multitsükloni ning moduleeriva põletijuhtimisega juhtkilbi. Pelletikatlaid CS saab hädakorral kütta ka halupuiduga või neisse paigaldada õlipõleti. Katelde võimsusvahemik on 25 – 2000 kW. Toodetakse ka väikemajale sobivaid 25 – 100 kW mudelid CSI (alumisel pildil lk 36) ja gaasistamiskoldega pelleti- ja puidukatlaid CLP.

Tootmis- ja kasvuhoonete jaoks valmistab D'Alessandro ilma veesärgita nn õhusoojendeid GSA ja GS (võimsus 40–230 kW). Õhusoojendi GSA on ette nähtud hakkpuidu, saepuru, hõõvliilaastude, pelletite, teravilja ja viljajääkide ning soojendi GS pelletite põletamiseks. Seadmed on varustatud malmesaga biokütusepõleti, turbulisaatorite, tigukonveieri, vahepunkri, põlemisõhuventilaatori, õhuventilaatori, tagasipõlemiskaitsme ja juhtkilbiga. Lisavarustusena saab tellida automaatse tuhaarasti, suitsuimuriga multitsükloni ning moduleeriva põletijuhtimisega juhtkilbi.

Teavet ja nõuannet D'Alessandro Thermomeccanica katelde, õhusoojendite ja muude kütteseadmete ning nende lisavarustuse kohta saab AS-ist Vesiterm. **A.M.**



VESITERM

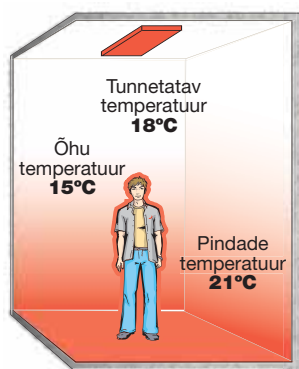
Vesiterm AS
Tel: 678 8250

Mäealuse 3 A
Faks: 678 8251

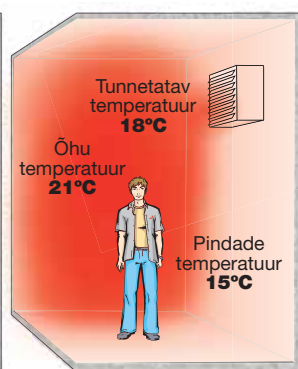
12618 Tallinn
info@vesiterm.ee

www.vesiterm.ee

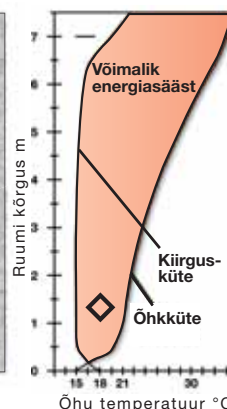
Soovid kokku hoida küttekuludelt üle 40%?



Kiirguskütte kasutamisel



Õhkkütte kasutamisel



Kas pakub huvi?

Küsi pakkumist oma hoone või rajatise kiirgusküttele ülemineku võimaluste kohta. Zehnder Eesti esindus teostab vajalikud tasuvusarvutused, koostab kiirgus- paneelide põhilahenduse ja nõustab võimaliku projekti läbiviimise juures. Zehnderi enam kui 50 aastane kogemus ning lugematu arv rahulolevaid kliente üle maailma võimaldavad pakkuda parimat kütteleahendust, mis lisaks otseste kulutuste vähendamisele tõstab ka hoone sisekliima kvaliteeti.

Võta meiega ühendust:

Anneli Saal - Zehnderi esindaja Eestis
tel: 6 177 201, 53 424 147
e-mail: anneli.saal@zehnder.ee
www.zehnder.ee

zehnder

Zehnderi küttevool põhinevad kiirguspaneelid võimaldavad oluliselt vähendada tootmis-, logistika-, spordi-, ning muude äri- ja ühiskondlike hoonete küttekulusid. Sarnaselt päikesekiirgusega vabaneb paneelide soojusenergia elektromagnetiliste lainete abil vaid pindadega kokkupuutes ega kasuta soojusülekandeallikana õhku. Ruumi lakke paigutatud paneelid tagavad soovitud temperatuuri igas ruumi punktis. Lisaks energiasäästule on kiirguskütte lahendus oluliselt kasutajasõbralikum: kiirguspaneelid on hooldus-, tolmu-, ja müravabad ning tagavad parima sisekliima.

AURUSTIGA JAHUTI TOOB MERERANNA SISERUUMI

HERKI LAANMETS

Green Leap OÜ

AKNA TAGA lõõskavast päikesest kuumaks köetud büroo või keskkütte kuivatatud õhuga elamu mikrokliima saab moodsa aurustiga jahuti abil hõlpsasti muuta selliseks, nagu on mererannas.

Tõenäoliselt oleme kõik kogenud ebameeldivat tunnet, kui suvine kõrge õhutemperatuur muudab viibimise siseruumides äärmiselt piinavaks. Ei aita isegi rohked ventilaatorid, mis sedasama ülekuumenenud õhku ringi ajades ei paku vähimatki kergendust. Nii polegi põhjust imestada, et kuumadel suvepäevadel tekib eestlasel tavaliselt suur soov põgeneda bürooruumi hiidakendest lõõskava päikese eest randa, et end merelt või järvelt puhuva värskendava tuulega jahutada. Kahjuks pole aga võimalik randa ega tema hüvesid koju või tööle kaasa võtta ning tihe ajagraafik ei luba rannamõnusi pikalt nautida.

Kas tõesti tuleb olukorraga leppida ning õhu jahutamiseks riputada talvel radiaatorile märg käterätt või suvel keerata büroohoonesse ehitatud konditsioneer maksimumvõimsusele? Õnneks pole lugu nii hull, sest moodne kliimatehnika pakub hoopis lihtsamaid ning kokkuhoidlikumaid lahendusi. Viimastel aastakümnetel on tegeldud nn aurustiga jahutite arendamisega. Neis on täielikult loobutud jahutina toimivatest keerukatest (ja sageli keskkonnaohtlikest) keemilistest ühenditest ning asendatud need kõigile tuntud ohutu vedeliku – veega. „Aurusti“ puhul ei ole tegemist lapsepõlvest tuttava mahlaaurutile sarnase seadmega, milles vett kuumutati ja kuuma auru toimele marjad purunesid ning maitsev mahl välja voolas. Jahuti tööpõhimõte on hoopis lihtsam: seadmes olevat vett pumbatakse mööda veekanaleid (joonis 1, a) spetsiaalse ChillCel-kärjele (b), milles ventilaatori (c) abil tagant sisse tõmmatav õhk niiskemaks ja värskemaks muutub. Kärjes puhastatakse ka ruumi sissevoolavat või ruumis olevat õhku.

Koos õhu niisutamisega alandab aurustiga jahuti ka ringleva õhu temperatuuri. Selle valdkonna ühe suurima tootja, Austraalia firma *Convair* korraldatud katsed on näidanud, et kohati võib siseruumiõhu temperatuur jahuti toimele alaneda kuni kümme kraadi. Palaval päeval, mil 35-kraadine temperatuur asendub 25-kraadisega, on



Joonis 1. Jahuti koostisosi:
a on veekanalid,
b ChillCel-kärg,
c ventilaator

kergendus väga suur. Eesti kliimas ja meie temperatuuride juures on toime küll mõnevõrra väiksem, kuid tajutavat kergendust annab seade tulikuulmal suvepäeval ka Maarjamaal.

Seade on tänuväärt ka kes- või elekterküttega või muul moel köetavates elamutes ja korterites, kus õhk on tavaliselt liiga kuiv. See mõjub tervisele kestva nohu või mõne muu tervisehäire näol. Liiga kuiv õhk võib tekitada probleeme ka väikelastel (eelkõige imikutel), kes magavad palju paremini loomulikult niiske õhuga ruumis. Õhujahuti on abiks ka pensionäridele, kellele liigne suvekuumus põhjustab sageli südameprobleeme.

Oma mitmekülgisusest hoolimata ei ole aurustiga jahuti kuigi kallis ega liiga keerukas seade. Elektriliste osade arv on väike – elektrimootor ja paar lülitit. Jahuti juhtimine on äärmiselt lihtne: ventilaatori kiirust saab reguleerida, muutes sel moel jahutuskärjest läbi voolava vee hulka. Midagi programmeerida, seadistada ega jahutisse sisestada ei ole vaja. Väike elektrit tarbivate osade hulk mõjub positiivselt ka voolutarbele – see on väiksem kui 60 W elektripirnil. Võrreldes suurte konditsioneeridega, milles elektrit nõuavad nii pumbad kui ka muud osad, ulatub kokkuhoid 90 protsendini.

Üks jahuti on võimeline värske õhuga varustama kuni 28 m² suurust ruumi. Mitme aurustiga saab tagada elamisväärse mikrokliima ka suuremates ruumides.

Aurustiga jahuti eelis on väga väike hooldusvajadus – tarvis on vaid aurusti paaki vett lisada. Jahuti ühest „tankimisest“ piisab mitmeks päevaks. Vette võib lisada värskendavaid ja meeli köitvaid aroomaatseid aineid. Pärast voolujuhtme seinakontakti pistmist võib vaikselt nurgas tegutseva tagasihoidliku välimusega aparraadi ära unustada.

A.M.

Rohkem teavet jahutite kohta:
www.seba.ee

convair[®]

Kõrgtehnoloogilised teisaldatavad jahutid

**Tutvu toodetega
kodulehel
www.seba.ee**

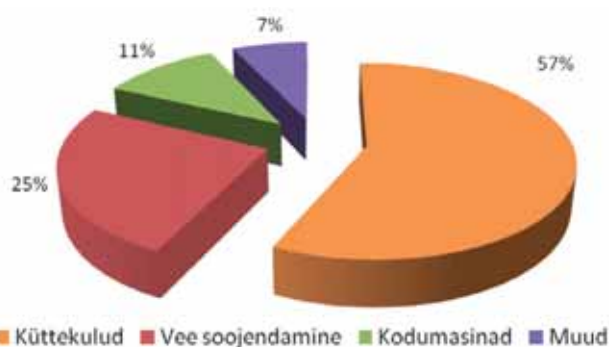


JUBA 40 AASTAT VANAD, AGA IKKA UUED POLÜURETAAN- SOOJUSTUSMATERJALID

HANNES REINULA

Kütte- ja ventilatsiooniinsener
Ameerika Ehituskeemia OÜ

ENERGIA HIND ja kulu on viimastel aastatel järsult tõusnud ning suure töenäosusega jätkub tõus ka tulevikus. Seetõttu pööratakse üha enam tähelepanu energia säästmisele. Peaaegu 60% majapidamistes kasutatavast energiast kulub kütmiseks (joonis 1) ning seepärast tasub kokkuhoidu alustada küttekulude vähendamisest.



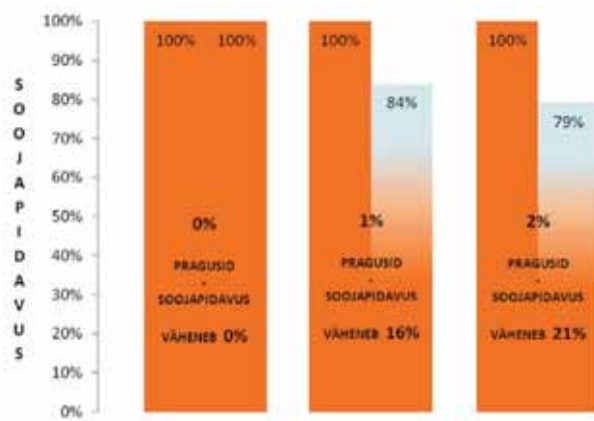
Joonis 1. Energiakasutus majapidamistes [1]

Kütteenergia tarbimise vähendamiseks pakub parima lahenduse hoone soojuskadude vähendamine. Nõukogude ajal ja ka viimase kinnisvarabuumi ajal ehitati hooneid, mille energitarbimine on isegi kuni 400 kWh/m². Arenenud tööstusriikides on see näitaja alla 200 ning parimatel juhtudel alla 100, passiivmajadel koguni alla 15 kWh/m².

Soojuskaot vähendamiseks on kõigepealt vaja parema soojustusvõimega materjalide abil täiustada ehitise tarindite soojusisolatsiooni ning suurendada nende õhutihedust, sest suurema osa soojuskaost põhjustab õhu liikumine läbi hoone tarindite ebatiheduste ja avauste. Peale soojuskaot võib õhu sissetungimine põhjustada vee kondenseerumist tarindis, see omakorda aga mitmesuguseid niiskusega seotud muresid.

KUIDAS SAADA HÄSTI SOOJA PIDAVAT JA ÕHUTIHEDAT TARINDIT?

Tavaliste soojustusmaterjalide erisoojusjuhtivus λ on 0,038–0,04 W/m·K ning neid müüakse kindlate mõõtmetega. Mõõtu lõigatakse nad objektile ning ehitustööde kvaliteedist olenevalt on alati võimalus, et seda ei tehta täpselt ega materjali paigaldada tihedalt. Juba 2% pragusid võib alandada mingi tarindiosa soojapidavust kuni 21% (joonis 2).



Joonis 2. Ebatiheduste mõju tarindi soojapidavusele [2]

Tarindi soojapidavuse ja õhutiheduse suurendamisel tulevad appi uued tehnoloogiad ja materjalid. Üks selline materjal on *in-situ*-polüuretaan (PUR), s.o kohapeal pihustatav soojustusvahend. Polüuretaane tuntakse juba aastast 1937, mil Otto Bayer avastas nende tekitamise reaktsiooni. Soojustus-



Joonis 3. PUR-soojustusvahu pihustamine

materjalina hakati neid kasutama alles 1960ndate aastate teises pooles ning PUR-soojustusvahtu on laiemalt kasutatud juba üle kolmekümne aasta.

Pihustatavad PUR-soojustusvahud on kahekomponendilised materjalid, mida paigaldatakse eriseadmete abil. Vedelad koostisosad segunevad vahetult enne pihustist väljumist ning paisuvad tarindis mõne sekundi jooksul kümneid kordi, muutudes jäigaks vahuks (joonis 3).

Pihustatavatel poliüuretaanvahitudel on koostisosi, mis võimaldavad valmistada just selliseid vahte, mida kasutuseesmärgiks ja -kohal vaja. PUR-vahud jagunevad kahte peamisse rühma – avatud ja suletud pooridega vahud.

Avatud pooridega soojustusvahud sarnanevad oma soojapidavuse poolest traditsiooniliste materjalidega (erisoojusjuhtivus $\lambda \sim 0,038 \text{ W/m}\cdot\text{K}$), kuid neil on kõikidele PUR-vahutadele omane eelis – täidavad paisudes kõik ebatihedused ja praod, muutes tarindi õhutihedaks. Tarindite välispiiretel avatud pooridega PUR-materjali kasutada ei soovitata.

Suletud pooristruktuuriga (> 90% pooridest suletud) PUR-vahud ei sulge üksnes ebatihedusi ja pragusid, vaid neil on ka oluliselt väiksem erisoojusjuhtivus ($\lambda \sim 0,019 \text{ W/m}\cdot\text{K}$). See saavutatakse pooridesse suletud inertgaasi abil. Sellise soojustusmaterjali puhul ei ole vaja eraldi tuuletõkkeid. Suletud pooristruktuuriga PUR-vahud on vettpidavad, lastes samas veeaurul difusiooni teel liikuda. Paljud PUR-vahud sisaldavad hallitust ja bakterite kasvu tõrjuvaid koostisosi.

PUR-soojustusvahutade olulised omadused on, et nende maht aja jooksul ei kahane ning et nad nakkuvad väga hästi tarindi pinnaga. Nad aitavad ka oluliselt suurendada tarindi jäikust. Juba õhuke PUR-soojustusvahukiht annab põrandale radoonikaitse.

Kasutuskohast olenevalt võib PUR-vaht peale soojustuse võtta enda kanda veel mitut, tavaliselt muude materjalide täidetavat ülesannet (nt olla tuuletõkkeks, aurutõkkeks, avatäiteks või tarinditugevdiks).

Peale eramajade, korterelamute ning büroo- ja tootmishoonete seinte soojustamise toodetakse vahte ka lamekatuste soojustamise ja hüdroisolatsiooni tarbeks. Neid valmistatakse:

- vundamendi soojustamiseks;
- kivipindade krohvialuseks;
- heliisolatsiooniks;
- kasutamiseks külmhoonetes;
- torustike ja mahutite katmiseks;
- erosioonitõkkeks maaparandustöödel;
- lennukitiibade tugevdamiseks;
- kosmosesüstikute kütusepaakide soojustamiseks;
- ning paljudeks muudeks tehnilisteks eesmärkideks.

PUR-vahud ei sisalda formaldehüüde ega osoonikihti kahjustavaid aineid. Paigaldatuna on nad inimesele ohutud ning uurimistulemused kinnitavad, et neist toksilisi gaase ei lendu.

KUI „ROHELINE“ ON PIHUSTATAV PUR-SOOJUSTUSMATERJAL?

Väljendil „roheline“ materjal“ ei ole

täpset määratlust. See pakub võimalusi mitmesugustele tõlgendustele. PUR-vahtusid kui soojustusmaterjalide „rohelist“ võib vaadelda kolmest aspektist – funktsionaalsus, kasutatav toore ja materjali olemusring.

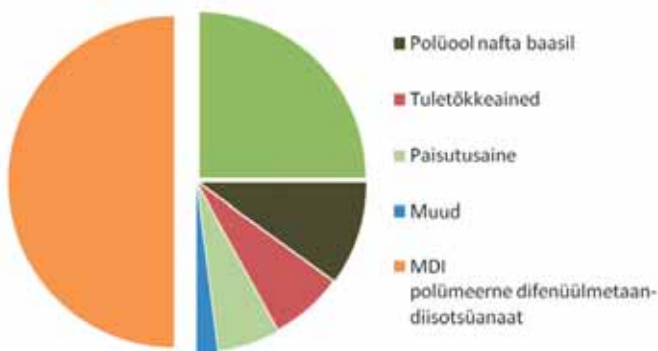
Funktsionaalsus

Soojustamine on juba oma olemuselt „roheline“ tegevus. Energia kokkuhoiust lähtudes on poliüuretaan-soojustusvahud andnud suurepäraseid tulemusi – küttekulude sääst on olnud keskmiselt 40–50, isegi ligi 75%. Tänu sellele kahaneb oluliselt keskkonna koormamine suureneva energiavajaduse rahuldamiseks vajaliku energia tootmisega.

Kasutatav toore

Materjali võib pidada „roheliseks“ siis, kui seda valmistatakse taaskasutatavast, kiiresti taastuvast või kohalikust materjalist. Kuigi sellel aspektil ei ole kuigi suurt funktsionaalset väärtust, on ta paljude inimeste jaoks üha olulisemaks muutumas.

PUR-soojustusmaterjalide tootearenduse tulemusena on neis toimunud olulisi muutusi – 20–30% polüooli (R-komponent) on nüüd pärit taastuvatest põllumajandussaadustest. Arendustegevus jätkub ning lähima kümne aasta jooksul võib loota, et naftasaadustel põhinevaid koostisosi jääb juba alla 1/3 (joonis 4). Areng loob olulise aluse ka koostisosade tootmiseks kohalikust toormest kohapeal.



Joonis 4. PUR-soojustusmaterjalide koostisosad [2]

Materjali olemusring

Viimane aspekt, hindamaks materjali „rohelist“, on vaadelda selle olemusringi, s.o toorme tootmisega algavat ning tootejäätmete kõrvaldamisega lõppevat sündmusahelat. PUR-soojustusmaterjali tootmiseks kasutatakse osaliselt taastuvat tooret, tootmise keskkonnamõju on väike ning materjali vedu on odav, sest ta paisub alles kasutuskohas. Oluline on saavutatav energiasääst. Materjalijäägid lagunevad lõpuks ise UV-kiirguse mõjul. Eestisse tehakse praegu väikest liini poliüuretaanijäätmete kasutamiseks tootmises.

A.M.

Viidatud allikad

1. Õhulekked majakarbis. Tartu Ülikooli tehnoloogiainstituut, energiatõhusa ehituse tuumiklabor. www.tuit.ut.ee.
2. www.ncfi.com

Lisateave: www.sprayfoam.com



RENEXPO[®]

AUSTRIA

International Trade Fair and Conference for
Renewable Energy and Passive House



...for a powerful future

Conference

» 1st Small Hydropower Conference for
New Development, Renovation and Revitalization

November 26th - 28th, 2009
Trade Fair Center Salzburg, Austria

www.renexpo-austria.com



KESKKONNAJUHTIMISEGA SEOTUD KASU ETTEVÕTTELE JA TEISTELE OSAPOOLTELE

MEELIS TREPP

Nordecon Betooni OÜ kvaliteedijuht

PARIMAD juhtimiskogemused võtab kokku (standardiseerib) rahvusvaheline sertifitseerimisorganisatsioon (ISO). Ettevõtete juhtimises on kõige enam levinud kolm olulist standardit – ISO 9001:2008; ISO 14001:2007 ja OHAS 18001. ISO 9001 keskendub kliendi rahulolu saavutamiseks vajaminevate ettevõttesiseste protsesside planeerimisele ja parendamisele. ISO 14001 näitab, mida ettevõtte peab tegema, et kõik keskkonnamõjuga seotud tegevused oleksid kontrolli all ning toimuks kahjuliku mõju vähendamiseks. OHAS 18001 keskendub tööohutusele ja selle parendamisele seotule.

Aastal 2006 sertifitseeris Nordecon Betooni OÜ oma juhtimissüsteemi ISO 9001 järgi. Ettevõtet on seitsa aastat arendatud teadlikult ja järjepidevalt ning on loomulik, et arengus on jõutud etappi, kus ettevõttel tuleb sisemiste protsesside tõhusamaks muutmise kõrval pöörata rohkem tähelepanu oma tegutseskeskkonnale ja inimestele, kes väärtusi loovad – ühiskonna ees tekib sotsiaalne vastutus. Tänu valitud ja ennast õigustanud juhtimisskeemile sai loomulikuks otsuse integreerida olemasoleva juhtimissüsteemiga ka ISO 14001 ja OHAS 18001 süsteemid.

Nordecon Betooni jaoks algas keskkonnajuhtimissüsteemi rakendamise lugu paar aastat tagasi, kui Inglismaalt tulnud klient soovis endale Tallinnasse keskkonnasõbralikku elukeskkonda. Tellija tahtis väga täpselt teada saada ja arvesse võtta, milline on ehitustegevusega kaasnev keskkonnamõju. Sellest peale oli selge, et ehitusturg liigub suunas, millele see ehituskogemus osutas.

Keskkonnajuhtimise standard ISO 14001 an-

nab rakendajale üldised tegevussuunised, kuid jätab suhteliselt vabad käed selles osas, kuidas teha – see peab alati arvestama ettevõtte eripära ja olemasolevat *know-how*-d. Süsteemi arendusetapi esimeses osas tuli tippjuhtidel ajakohastada ettevõtte põhiväärtused ning keskkonna ja tööohutusega seotud põhiväärtustena (visioon ja missioon) ka defineerida. Ettevõtte protsesside ja inimeste adapteerimiseks standardi uute nõuetega kulus hinnanguliselt üks aasta. Usutavasti läks kõik suhteliselt kergelt ja kiirelt seetõttu, et paljuski ei olnud enam tegemist uute protsesside kehtestamisega, pigem kirjeldati juhtimissüsteemi varasemaid protsesse. Täiesti uueks tegevuseks sai keskkonnamõju hindamine ja saadud tulemustega tegelemine. ISO 14001 standard nõuab ettevõtte keskkonnaaspektide kaardistamist ning oluliste aspektide mõju vähendamiseks tegevuskava loomist. Keskkonnariskide kaardistamiseks kasutasime EMAS-i (Euroopa Ühenduse keskkonnajuhtimis- ja -auditeerimissüsteem) välja töötatud öko kaardistuse meetodit. Meetod põhineb ettevõtte tegevuskohtade vaatlusplaanidel ning ohutuse määrgistamisel. Samuti kantakse nende plaanidele asukohta tuvastatud negatiivsete keskkonnaaspektide mõju vähendamiseks seonduvad tegevused ja soovitud tulemused.

ÜRO keskkonnaprogrammi (*UN Environment Program*, UNEP) hinnangul on ehitussektor praegu heitgaaside poolest emissioonirikkaid sektoreid ning igal aastal kasutatakse üle maailma umbes 3 miljardit tonni toormaterjali, mis on umbes 40–50% maailmamajanduse materjalivoost tootmises, et saada ehitusmaterjale ja nende komponente. Seega on loomulik, et Nordecon Betoonis tähendab keskkonnajuhtimine ennekõike keskendumist kahele olulisele

tegevusele – esiteks kuljuhtimisele, s.o kasutatavate ressursside (inimesed, energia, vesi materjalid) võimalikult tõhusalt soovitud tooteks (betoonkonstruktsioon) muundamisele, ning teiseks jäätmekäitlusele, s.o tekkinud jäätmete taaskasutusvõimaluste leidmisele.

Oma eesmärkide saavutamiseks on Nordecon Betooni arendusosakond algatanud mitmeid projekte, näiteks on välja töötatud IT-lahendus, mille abil saab välja arvutada armatuurraua optimaalsed lõiked betoonkonstruktsioonis, vähendades seega oluliselt tekkivate jäätmete kogust. Tellijatega koostöös tehakse ehituse käigus täpsed projektid, lähtudes konstruktsiooni kasutusotstarbest, praakides välja kõik liialdused. Objektidel tekkivatele jäätmetele püütakse leida kasutust kohapeal, nt küttematerjalina kohalikele elanikele. Süsteemi rakendades saadi ka töötajatel rohkesti kasulikke tagasisideteid, nt proovisid ühe ehitusobjekti töötajad valada lillekaste betooni- ja raketisejääkidest, mida betoneerimisel paratamatult tekib.

Kõik ehitustegevusega seonduv (planeerimine, rahastamine ja ehitamine) on pikaajaline protsess ja seetõttu oma olemuselt väga konservatiivne – keskkonnatulemuste saavutamisele kulub seega mõnevõrra rohkem aega kui teistes ärivaldkondades. Keskkonnasõbralik ehitus ei tähenda alati kallimat ehitust, pigem tähendab see valikut lühi- või pikemaajalise kasu vahel.

Omanike ja tippjuhtkonna ettevõtlusarusaamast tulenev juhtimissüsteem, mis on üles ehitatud võimalikult paljusid ettevõtte tegevusest huvitatud osapooli kaasates, pole kultuurikonkreeti arvestades võluvits, mis aitaks konkurentsituatsioonis ellu jääda ja oma ala parimaks saada. Küll aga loob see süsteem selleks suurepärased võimalused.



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



MINEVIKKU PEAB MÄLETAMA JA HOIDMA

HARRI TREIAL

Kes minevikku ei mäleta, elab tulevikuta. Seda Juhan Liivi tarka ütlemist on kuulnud meist paljud. Kahtlemata tunnetas Juhan Liiv nende sõnade haaret ja sügavust. Kas seda oskavad mõista ka need, kes on kutsutud ja seatud meie elu edendamaks? Kas osatakse hoida mineviku väärtusi? Vahel tundub, et meie muinsusvarad kipuvad kaduma, sageli rahaahnusest aetuna. Kas see on paratamatus ja kas peame sellega leppima? Sel teemal saigi aetud juttu **Eesti Muinsuskaitse Seltsi esimehe Jaan Tammega**, kes on üks neist (õnneks paljudest), kelle mõttelaegas on tulvil meie ajaloomälestiste hooldamise ja sel teel nende säilitamise kavadest.

KARUTEENE MEDAL

Jaan Tamm rääkis, et igal aastal on muinsuskaitsete töös kaks eriti aktiivset perioodi. Need on muinsuskaitsekuu (18. aprillist 18. maini) ja Euroopa muinsuskaitse päevad (septembri teisel või kolmandal nädalal).

Tänavusel muinsuskaitsekuul anti 11. korda välja Karuteene medal, mille saavad need, kes oma tegemistega on rikkunud või hävitanud midagi minevikulist. Sellega tahetakse meelde tuletada mälestiste säilitamise tähtsust. Tänavu sai Karuteene medali Tallinna Linnavalitsus, kelle antud ehituslooga kerkis vanalinna serva tänapäevases stiilis maja. See lõhkus kogu kvartali arhailisuse ja silutas tee kruntide samalaadsele täisehitamisele. Näiteks tahetakse lammutada Aia tänava kaubahall ja ehitada selle asemele neli neljakorruselist elamut.

Sel aastal sai „premeeritu“ esimest korda medali ka päriselt, seni on piiratud vaid diplomit meenutava tunnustusega. Karuteene medali „ihaldajate“ nimekirjas on olnud ka mitmeid mõisaomanikke. Suure tuhinaga on ostetud mõni haruldane, tavaliselt looduskaukis kohas asuv mõisahoone või kogu mõisakompleks. Kuid ajahambast puratud ehitiste säilitamiseks hädavajalik-

ke töid kohe ei alustata. Nii sai Hõreda mõisa ostmisega mõisaprouaks tuntud Tiiu Silves. Ostmise ajal olid kahekorruselises historitsistlikus mõisahoones ajaloolised laemaalingud, mille väärtust ei osanud uus omanik hinnata ja



Tallinna linnavalitsus sai Karuteene medali vanalinna serva tänapäevases stiilis maja ehitamiseks loa andmise eest. Uus maja lõhkus kogu kvartali arhailisuse Fotod: Harri Treial

lasi neil täielikult hävida. Tasuks Karuteene medal.

Kahe silma vahele ei ole jäetud ka miljööväärtuslikesse piirkondadesse sobimatute hoonete ehitamist. Näiteks käis Tallinnas pikka aega võitlus Köleri tänavale ühe puumaja asemele ehitatud mitmekorruselise hoone tarbeks valatud raudbetoonkarkassi lammutamiseks. Siin said muinsuskaitjad võidu.

Paraku pole Karuteene medali „taotlevate“ kandidaatide nimekiri sugugi lühike. Ohtlike lagunemismärkidega on näiteks Neeruti mõisa peahoone ja Simsoni vesiveski Paides. Seda laadi murede lahendamiseks loodab Jaan Tamm saada edaspidi tõhusat abi Rahvusvahelise Mälestiste ja Mälestisalade Kaitse Nõukogu (ICOMOS) Eesti Rahvuskomiteelt. Selle komitee koosseisu

kuuluvad ainult oma ala asjatundjad, mitte poliitikud ja ärimehed.

KAUNEID MUINSUSPÄRLEID MEIL ON, KAS KA LIHVIAID...

Jaan Tamm tulevikunägemuses on kõige kurvem see, et meil pole veel kõiki säilimist vajavaid mitut liiki objekte registreeritud. Nii pole harvad juhtumid, kus aastaid korralikult püsti seisnud hoone on ühel päeval ilma katuseeta. Selle vältimiseks kirjutatakse märgukirju ja tehakse trahve, kuid „pehmed“ seadused ei aita.

Edukas on olnud mõisakoolide projekt, tänu millele on hooned abirahade toel kasutuses ka kultuurikeskustena. Näiteks Albu mõisahoones on väike kool, raamatukogu ja rahvamaja. Märkimist väärib ka Põlvamaa muuseumi hoonestus endise Karilatsi koolimaja ümbruses.

Koos Kirikute Nõukoguga peetakse pühakodade säilitusprogrammi elluviimisel täpset arvestust. Sealgi pole hõlmatud vaid kirikud, vaid kõik nende tegevusega seotud sakraalehitised, seega ka matusekabelid. Paraku annavad sealgi tunda praegused majandusraskused. Tööd lükkuvad edasi, ilmastik jätab mälestiste seisundile oma jälje ning hiljem kulub töödeks rohkem raha. Tulevikuvajadusi arvestades läheks vaja veerand miljardit, sellest on seni saadud aastas vaid 1/10. Hädabiina kasutatakse igasuguseid vahendeid. Haljala koguduse abikirikuna tegutseva Esku ristimiskiriku päästmiseks kaeti selle katus remondi ootel koormakilega.

Õnneks on meil ka üsna palju kirikuid, millel on hästi läinud, näiteks võib tuua Tartu Pauluse kirikul. Samal ajal on veel mitmed mälestised nii halvasti seisus, et katused võivad juba lähijal sisse kukkuda.

Meil on siiski ka üsna palju juba väga heas seisus mõisakomplekse. Palmse mõis, mis restaureeriti juba nõukogu-

de ajal, nõuab taas remondiraha. Riigikogu liige Imre Sooäär on hoole ja armastusega korrastatud Pädaste mõisa Muhu saarel, sellest on saanud SPA-ga luksushotell.

Jaan Tamm toob hea pealehakkamise näiteks Lahemaa ühe pärlina ka Vihula mõisa. Seal on omanike vahetumise järel mõisahärraks inglane. Põhja-Eesti Taevaskojaks kutsutud looduskunias kohas on liivakivipaljandid, paisjärvede süsteem, meri on kolme kilomeetri kaugusel. Kõik see kutsub looduse ilu nautima. Õeldu käib ka Kalvi mõisa-restauranti-hotelli kohta.

Paljud meie kaunid mõisad, mille korrastamine esialgu väga palju raha nõudis, on mitu korda omanikku vahetanud. Nii oli see ka Lahemaa teise pärl, kunagise Oandu vesiveskiga. Selle ostnud Margus Reinsalu tegi 19. sajandi hoonekompleksi nii hästi korda, et see sobis isegi meie presidendile, kes korraldas suvel seal vastuvõtu siin resideerivatele ja Eestit esindavatele aukonsulitele.

NÕUKOGUDE AJA JÄLJED KUI HOIATAVAD MÄRGID

Poole sajandi pikkune okupatsioon ja selle jäljed (ka vangikongid, piinakambriid) vajavad säilitamist. Jaan Tamme sõnul kuuluvad need seltsi prioriteetide hulka. Taasiseseisvumise järel hakati kohe tegelema pärimuse uurimise ja kolhoosikorra kirjeldamisega. Euroopas on Teisele maailmasõjale järgnenud poole sajandi pikkuses okupatsioonide huviperioodis esikohal külma sõja aeg. Ka meie muinsuskaitsejaid kaasati selle perioodi jäädvustamisse. Algatus tuli Taanist. Tänavugi käidi Eestis kaemas külma sõjaga seotut ning tutvumas okupatsiooni jälgedega. Paraku jääb meil näidatavat, eriti külma sõjaga seotut üha vähemaks. Säilinud on vaid üksikud militaarehitised, mis meie kaitseväge oma kasutusse võttis. Kuid needki



Endine kauplus Turist, kus praegu asub ööklubi, kuulub ekspertorganisatsiooni DoCoMoMo registreeritud 20. sajandi arhitektuurimälestiste hulka

on saanud tänapäeva nõuetele vastava uue sisu. Kahjuks pole enam Vene raketibaase Kuusalu külje all Kõpus, Võru lähedal ja mujalgi ning Paldiski aatomialveelaevade väljaõppebaasi. Siin olnud tuumalaengutega raketid ohustasid kogu Lääne-Euroopat. Lätis ja Leedus on seevastu suudetud selles valdkonnas üht-teist tänaseni säilitada.

Sillamäele, Kohtla-Järvele ja mujale monstriumriigi avarustest venestamiseks saadetud tööliste ehitatud stalinistlikest hoonetest, samuti hruštšovkadest tekkisid okupatsiooniajal tüüpilised linnakud. Nüüd ei ole neid muidugi võimalik lammutada, pealegi meenutavad need alistatud rahva vaest aega. Eesti Muinsuskaitse Selts on seisukohal, et 20. sajandile iseloomulikud mälestised on vaja säilitada ning selleks tuleks need riikliku kaitse alla võtta.

Õnneks hakkas ekspertorganisatsioon DoCoMoMo juba 1990ndatel aastatel 20. sajandi arhitektuurimälestisi registreerima. Nende nimekirjas on mitmeid meie ehitismälestisi. Tänu sellele pole ärimeestel õnnestunud lammutada Tallinna Linnahalli ega Tartu maantee ääres asuvat okupatsiooniaja

Turisti-kauplust. Noorem generatsioon ei tea, et praeguses ööklubis, mis väljastpoolt meenutab akendeta vanglat, oli aastakümneid rikkaliku importkaubaga esinduspood, kuhu pääsesid ainult välisturistid ja meie kompartei ladvik.

Kaitseministeeriumis on olnud töö mitmeid tuntud sõjaajaloolasi, kuid ilmselt pole neil olnud jaksu tegelda militaarehitiste säilitamisega. Hea näitena tõi Jaan Tamm Sõrve kunagise Sääre piirivalvekordoni andmise Saaremaa Muinsuskaitse Seltsile. Kuid mitu okupeeritud riigi juhtfiguuridele mõeldud varjendit lasti rüüstata. Sedasama võib öelda ka Patarei vangla kohta, mille kongides, kambrites ja kappides kinnipeetud võivad veel tänagi meile seal toimepandud jubedusi meenutada. Kui see vanglakompleks müüakse, kas siis suudetakse uue omanikuga sõlmida okupatsiooniaja kõige õudsemate kohtade säilitamise kokkulepe? Vabaduse väljaku lähedal olnud kurikuulsa Kave keldri õudust tekitavad piinakambriid kadusid paraku koos remondiga. Seega on mõistetav Jaan Tamme mure, et riigi lähiajalukku kiputakse suhtuma kergekäeliselt.



www.rentacar-estonia.eu

AUTORENT

Tel 5625 0951



RAAMAT "NÄHTUST JA TEHTUST"

Tallinna Tehnikakõrgkooli professori Rein Einasto sai 7. juulil 75-aastaseks.

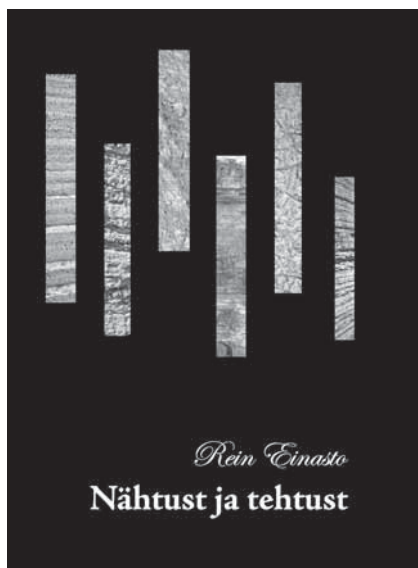
Juubeliks ilmunud raamatus on kirjas Rein Einasto elulugu, ülevaade on tema tööst paeuuringute ja looduskaitses vallas, avaldatud artiklitest ja aktiivsest ühiskondlikust tegevusest. Avaldatud on mitmete sõprade, töö- ja aatekaaslaste meenutusi juubilarist ja Rein Einasto enda mälestusi lapsepõlvest, ülikooliajast, oma tööst, kolleegidest ja sõpradest.

Rein Einasto sündis 7. juulil 1934. aastal Tartus koolmeistri perekonnas. 1957. aastal lõpetas ta Tartu Riikliku Ülikooli matemaatika-loodusteaduskonna geoloogia osakonna geoloogilise kaardistamise ja maavarade otsimise eriala, 1959–1962 oli ta ENSV TA Geoloogia Instituudi aspirantuuris litoloogia erialal, 1979. aastal kaitses Leningradis kandidaadiväitekirja teemal "Laguunilise ja madalikulise Kaarma kompleksi (Balti Silur) ehitus ja tekkingimused".

Rein Einasto on tuntud kui üks Eesti juhtivaid litolooge ja fatsiaalse analüüsi asjatundjaid. Nelikümmend viis aastat (1957–2002) töötas ta TA Geoloogia Instituudis noorem-, vanem- ja juhtteaduri ametikohal, alates 2002. aastast on ta Tallinna Tehnikakõrgkooli geoloogia ja keskkonnaõpetuse eriala professor. Rein Einasto on töötanud ka teaduskonsultandina Eesti Vabariigi Riigikantseleis ja paekivitoodete tehases. Aastal 1972 sai Rein Einasto Eesti riikliku preemia silurialase töödetsükli eest ja aastal 2008 Eesti 2007. aasta missiooninimese tiitli. Peale selle on ta pälvinud mitmeid tänu- ja aukirju, mis tunnustavad aastatepikkust südame ja pühendumisega tehtud tööd.

Kuigi Rein Einasto on tegelnud eelkõige teadusega, on ta peale teadusartiklite kirjutanud rohkesti populaarteaduslikke, aga ka kultuuriteemalisi ja päevakajalisi artikleid. Rein Einasto on olnud paararhitektuuri ja paekivi väsimatu propageerija. Suure missioonitunde ja aktiivse eluhoiakuga inimesena on ta alati sõna võtnud ka päevakajalistel teemadel, näiteks kunstimuseumi ehitamise ja Sakala keskuse lammutamisega seotud küsimustes. Raamatus "Nähtust ja tehtust" on ära toodud andmed Rein Einasto 425 publikatsiooni kohta.

Ausameelsus, südamlikkus ja siirus, abivalmidus ja sõbralikkus, avatus, algatusvõime, ideederikkus ja aktiivsus, entusiasm ja optimism, ettevõtlikkus, lai silma- ja huvidering, hea esinemisoskus, seltskondlikkus, isamaalisus, töökus, korraarmastus, põhimõtte- ja järjekindlus, väsimatus ja rõõmsa-



meelsus, kodu ja perekonna väärtustamine – need on iseloomumadused, mida hindavad juubilarid sõbrad, töö- ja aatekaaslased.

Rein Einasto on kogu elu aktiivselt kaasa löönud ühiskondlike organisatsioonide töös (näiteks Eesti Looduseuurijate Selts, Üleliiduline Paleontoloogia Selts, Eesti Looduskaitse Selts, Eesti Muinsuskaitse Selts, Eesti Geoloogia Selts, Eesti Geograafia Selts) ning olnud ise mitme organisatsiooni asutajaliige või eestvedaja (näiteks muusikahuviliste ühendus "Kõrvasügajad", Balti Stratigraafia Komisjoni siluri sektsioon, Balti Litoloogia Komisjoni paekivi sektsioon, Tallinna Looduskaitse Selts, Eesti Roheline Liikumine, Eesti Kodu-uurimise Selts, Eesti Paeliit, Johannes Aaviku Selts). Ta on korraldanud mitmeid kivi- ja loodusfotonäitusi, organiseerinud mitmeid üritusi – matku, ekspeditsioone, konverentse, foorumeid ja õppepäevi. Peale geoloogia on Rein Einasto suur kirk muusika ja luule. Väikese osa tema kirjutatud luuletustest leiab ilmunud raamatust. Loodetavasti täitub peatselt professor Rein Einasto üks suur soov – Tallinna Tehnikakõrgkooli rajatakse tema algatusel Eesti rahvuskivi – paekivi püsinäitus.

Raamatu "Nähtust ja tehtust" andis välja Tallinna Tehnikakõrgkool, väljaandmist toetasid mitu Eesti paefirmat, Rein Einasto sõbrad ja aatekaaslased. Raamatu toimetab Mari-Leen Toome, kujundas Henry Vürst. Raamat on illustreeritud autori erakogust pärit fotodega.

Rein Einasto on juba aastaid kirjutanud sisukaid artikleid ka ajakirjale Keskkonnatehnika. Paevana on lugejale juba tuttav. Keskkonnatehnika toimetuse õnnitleb Rein Einastot juubeli puhul ning soovib jõudu ja ikka optimistlikku meelt.

ENTSORGA-ENTECO

Köln; 27.-30. oktoober

Rahvusvaheline jäätmekäitlus- ja keskkonnatehnika-mess, kus peale jäätmekäitluse, jäätmete taaskasutuse ja jäätmepõletuse tutvustatakse ka veekäitluse, taastuvate energiaallikate, logistika, õhuseire, müratõrje ja tööhutusega seonduvat.

Internetis: www.entsorga-enteco.com

ECOMONDO 2009

Rimini; 28.–31. oktoober

Itaalia suurim keskkonnames, mille peateemad on materjalide taaskasutus, jäätmete energiakasutus, veekäitlus ning säästev areng.

Internetis: www.ecomondo.com

RENEXPO® Austria

Salzburg; 26.-28. november

Taastuenergeetikale, energiatõhusale ehitusele ja renoveerimisele pühendatud mess ja kongress. Peatähelepanu pööratakse bioenergiale ja passiivmajadele.

Internetis: www.renexpo-austria.com

POLLUTEC 2009

Pariis; 1.–4. detsember

Prantsusmaa suurim keskkonnames. Peateemad on Pollutecil veetöötus, jäätmekäitlus, õhupuhasus ning analüüsi- ja mõõteseadmed. Suurt tähelepanu pööratakse sel aastal energia- ja kliimaküsimustele, energiatõhususele ning taastuenergeetikale. Kajastatakse ka ressursside säästlikku kasutamist, CO₂-kaubandust, riski ohjamist, säästvat arengut, linnaplaneerimist ja logistikat, siseõhu kvaliteeti, fotokatalüüsi, vihmavee kasutamist ja jäätmete energiakasutust.

Internetis: www.pollutec.com

9. rahvusvaheline elektroonikaromu taaskasutamise kongress IERC2010

Pariis; 1.–4. detsember

Kongressil peab üle 350 delegaadi aru elektroonikaromu taaskasutamise üle ning esitleb uusimat sellekohast teavet. Korraldatakse ekspeditsioone elektroonikaromu ning vanaplasti ja -metalle käitlevatesse ettevõtetesse.

Internetis www.icm.ch.

CEP® CLEAN ENERGY & PASSIVE HOUSE 2010

Stuttgart; 25.–27. veebruar 2010

Messil käsitletakse päikeseenergia kasutamist nii elektri- kui ka soojuste tootmiseks, geotermiaalenergiat, soojuspumpasid, koostootmisjaamu, energia saamist biomassist, *stirling*-masinad, puiduga kütmist jm.

Internetis: www.cep-expo.com.

II EESTI TUUMAENERGIA KONVERENTS

Tuumajaama välispartneri ja asukoha valikust, Balti elektriturust, Soome mankalast ja muust räägivad:

Pekka Tiusanen, *Soome Energiatööstuse Liit*

Dragos Popescu, *Nuclearelectrica*

Mika Pohjonen, *Pöyry*

Timo Teinilä, *Nordea*

Marko Allikson, *BEN Energy*

ja teised oma ala asjatundjad

Konverents toimub 23. oktoobril algusega 10.00 Tallinna Tehnikaülikoolis, Ehitajate tee 5

Registreerimine: info@tuumajaam.ee

Konverentsi programm on Internetis: www.ben.ee

Korraldajad: MTÜ Eesti Tuumajaam, Tallinna Tehnikaülikool, BEN Energy


MESSIREISID



CWIEME India
Elektrienergia tootmise, ülekande ja jaotamise ning tuuleenergeetika mess
Mumbai, 24.11.-26.11.



BICES
Ehitustehnika mess
Peking, 3.11.-6.11.



Water Expo China
Veeseadmete mess
Peking, 18.11.-20.11.



EcoFira
Keskkonnakaitse ja jäätmekäitluse mess
Valencia, 25.11.-27.11.

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

EHITUSKESKUS

INFO KVALITEETSEST EHITAMISEST

Rävala pst 8, 10143 Tallinn
Tel 660 4555

Avatud E-R 9-17

ehituskeskus@ehituskeskus.ee
www.ehituskeskus.ee

- Alaline ehitusnäitus
- Koolitusseminarid
- Ehitusalane kirjandus

OKTOOBER

16.10.2009 **Energiasäästlikud ehitustooted ja tehnoloogiad. Seminar toimub Tartu Ehitusmessil, Kreutzwaldi 60. (tasuta)**

NOVEMBER

19.11.2009 **Eduka ehitamise alus - uuendused projektijuhtimises**

26.11.2009 **Ehitusjärelvalve ja omanikujärelvalve ülesanded ja vastutus**

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

10 aastat pühendumust tööstusprotsesside automatiseerimisele võimaldavad meil pakkuda lahendusi, mis töötavad.

INTEGREERITUD KAUGJUHTIMIS- JA SEIRESÜSTEEMID

- Erinevad sidekanalid: GPRS, GSM, PSTN, USSD

ARUKAD DIAGNOSTIKA- JA HOOLDUSSÜSTEEMID

- Rakendused masinatööstuses, mere- ja maismaatranspordis, hooneautomaatikas

PROTSESSIJUHTIMINE

- Veetöötlus- ja jaotussüsteemid
- Ehitusmaterjalitööstus
- Toiduainetööstus

INFOTÖÖTLUSSÜSTEEMID

- Materjaliarvestus
- Protsessiandmete haldus
- Seadmete hooldusinfo

- AS TALLINNA VESI KAUGVALVESÜSTEEMI ARHITEKTUUR

