

## PRO KANALISATSIOONIKAEVUD

- TUGEVDATUD TOPELTPÕHI
- SÜGAVAD JA SUJUVAD VOOLURENNID
- MOODULKAEV - PALJU VÕIMALUSI KOKKUPANEKUL



Kaevupõhjate ja tõusutorude tugevused vastavad alati standardi EVS-EN13598-2:2009 nõuetele.



Saue valla ÜVK projekt. Teostatud aastal 2013. Laagri keskasula Kuuse tn veetöötusjaam ja puurkaevpumpila.  
Tellija: KOVEK AS



Kohila veemajandusprojekt. Teostatud aastal 2012. Kohila alevi Lepaluku veetöötusjaama tehnoarium.  
Tellija: Kohila Maja OÜ



Laitse küla reoveepuhasti. Fotol teenindushoone ja konteinerpuhasti. Laitse küla reoveepuhasti on ehitatud 2012. aastal Keskkonnainvesteeringute Keskuse kaasrahastamisel. Töö tellija: Kernu Vallavalitsus. Puhasti jõudlus: 45m<sup>3</sup>/d (300 IE)



Automaatne kruvivõre. Laitse reoveepuhasti tehnohoone.

Reoveekäitlusseadmed  
Veekäitlusseadmed  
Õli- ja bensiinipüünised  
Paigaldus ja hooldus  
Projekteerimine  
Ehitamine  
Projektijuhtimine  
Konsultatsioon



**Schöttli Keskkonnatehnika AS**

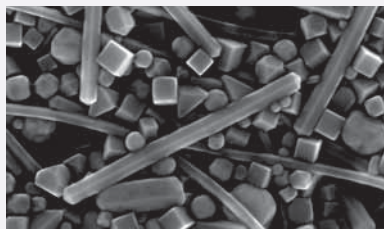
Mustamäe tee 50, Tallinn

Tel 6706 873

e-post: [info@schottli.ee](mailto:info@schottli.ee)

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





9



12



21



26



30

### Toimetus

**Peatoimetaja:** Merike Noor  
merike.noor@keskkonnatehnika.ee

**Toimetaja:** Aleksander Maastik (terminoloogia ja keel - [A.M.](#))  
ajakiri@keskkonnatehnika.ee

**Reklaam:**  
Marika Rebane, keskkonnatehnika@starline.ee  
Reklaamide kujundus: Raul Laugen  
Küljendus: Mait Tooming

**Väljaandja:** OÜ Keskkonnameedia  
Postiaadress: Pk 2195, 10402 Tallinn

Tel 672 5900  
ajakiri@keskkonnatehnika.ee  
www.keskkonnatehnika.ee

Keskkonnatehnika ilmub alates 1996. aastast  
2013. aastal ilmub 6 numbrit  
Aastatellimus maksab 24 EUR  
Järgmine number ilmub septembris  
Trükkikoda Printon AS



## ehitus, planeeringud

- 21 Tartu tunnistas maaülikooli tehnikamaja 2012. aasta parima energialahendusega ehitiseks. [P. Sasi](#)
- 29 Ruukki tõi turule maailma esimese päikeseenergiat kasutava termokatuse.

## energeetika, automaatika

- 18 Koostootmiseseade XRG/ hoolitseb puhtama keskkonna eest ja hoiab kokku raha. [A. Hein](#)
- 30 Koduautomaatika – juhtmevabalt! [L. Lotamõis](#)

## geoloogia

- 12 Unistus Helsingi-Tallinna tunnelist elab edasi. [K. Suuroja](#), [S. Suuroja](#), [K. Ploom](#), [A. Kask](#)

## keskkond

- 9 Nanoosakesed meie ümber. [V. Kisand](#)
- 26 Hallitusseened kui hoonete bioloogilised ohutegurid. [A. Sadam](#), [E. Indermitte](#)
- 40 Glüfosaadipõhiste herbitsiidide üledoseerimise või juhureostuse võimalik keskkonnamõju. [K. Künnis-Beres](#), [jt](#)
- 43 Ökosotsiaalne kaevandamine, kas ka Eestis juba lähitulevikus? [R. Einasto](#)

## küte, ventilatsioon

- 24 Kütte- ja jahutussüsteemide dünaamiline hüdrauliline tasakaalustamine.
- 32 *ComfoTube*'i õhujaotuslahendused. [T. Kolk](#)

## majandus

- 44 Kaitsetollid ohustavad Euroopa ja Eesti päikeseenergeetikat. [M. Lään](#)

## messid

- 46 Mess *ChemBio 2013*. [A-M. Pender](#)

## torud

- 38 PRO-moodulkaevud tagavad kanalisatsiooni tõrgeteta töö. [T. Matt](#)

## vesi

- 35 Salajõe vee kvaliteet ning selle mõju ümbruskonna kaevudele. [M. Osjamets](#)

## EUROOPA PARLAMENT ON VASTU SAASTE-KVOODI KÕRGEMALE HINNALE

Euroopa Parlamendi saadikud hääletasid 16. aprillil vastu ettepanekule peatada osa saastekvootide enampakkumistest, mille eesmärk oli tõsta EL saastekvootide hinda. Väikese häälteenamusega tagasi lükatud ettepanek saadetakse Euroopa Parlamendi keskkonnakomisjonile tagasi.

Ettepaneku vastu hääletanud saadikud sooviksid heitkogustega kauplemise süsteemi sügavamalt reformimist, kartes, et tehtud ettepaneku kohane sekkumine tooks kaasa usalduse vähenemise süsteemi vastu. Mõned saadikud usuvad, et kvootide hinnatõus vähendaks Euroopa tööstuse konkurentsivõimet ning tähendaks tarbijale kõrgemaid energiahindu. Seevastu aitaks korrigeerimine ettepaneku toetajate arvates kvootide enampakkumiste edasilükkamise kaudu süsteemil funktsioneerida nii, nagu ette nähtud. Kõrgem saastekvoodi hind soodustaks Euroopa Liidu liikumist rohemajanduse suunas, stimuleerides investeringuid ja innovatsiooni.

Saadikud toetasid eraldi hääletusel olnud eelnõud, mille kohaselt ELi heitkogustega kauplemise süsteemi ei kohaldata mandritevaheliste lendudega kaasnevatele heitkoguste kohta. Vastu võetud eelnõu eesmärk on aidata kaasa kvoodikaubanduslepingu sõlmimisele Rahvusvahelises Tsiiviillennundusorganisatsioonis. A.M.



Foto: Julia-Maria Linna

## EESTI VEE-ETTEVÕTETE LIIT PÄRJAS PARIMAI

Eesti Vee-ettevõtete Liit (EVEL) andis märtsi lõpus tänavuse Elutöö auhinna Eesti Maaülikooli emeriitprofessor Aleksander Maastikule ning auhinna Aasta Veetegu ASile Viimsi Vesi. EVEL on 1995. aastal loodud üleriigiline ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni kaudu teenust osutavate vee-ettevõtjate ja muude sama tegevusalaga seotud ettevõtjate vabatahtlik ühendus, millesse kuulub 40 vee- ja 22 veealaga seotud ettevõtet.

Tehnikateaduste doktor Aleksander Maastik on üliõpilastele pikka aega õpetanud hüdraulikat, hüdroloogiat, veekaitset ja muid veemajandusaineid, koostanud kõrgkooliõpikuid, teabetrükiseid ja mitmekeelseid vee- ja keskkonnakaitsesõna-

raamatuid ning olnud esimeste seas, kes rajasid Eesti maapiirkondadesse reovee väikepuhasteid ning pöörasid tähelepanu veekeskonna kaitsmisele põllumajandusreostuse eest. Ajakirja Keskkonnatehnika artikleid on ta toimetanud selle ilmumisest peale. Professor Maastik on Valgetähe neljanda klassi ordeni kavaler.

Aasta Veeteo auhinna pälvis AS Viimsi Vesi radionukliidide äraastamistehnoloogia väljatöötamise ja selle eduka rakendamise eest Viimsi piirkonna joogivee puhastamisel. Märkimisväärne on, et vesi puhastatakse ilma kemikaalideta ja ilma ülitiheda membraanita (vt ka Keskkonnatehnika 10/3 (lk 8–10) ja 10/5 (lk 10–12)). A.M.

## ABB GRUPP OSTIS MILJARDI DOLLARI EEST PÄIKESEENERGIA-SEADMEID TOOTVA FIRMA

Juhtiv energeetika- ja automaatikatehnoloogiakontsern *ABB Grupp* omandas aprilli lõpus päikeseenergiaseadmeid arendava ja tootva ettevõtte *Power-One Inc.* Tehingu, mille hind oli pisut üle miljardi dollari (6,35 dollarit aktsia kohta), tulemusena tõuseb *ABB Grupp* maailma juhtivaks fotogalvaaniliste päikeseenergiaseadmete tootjaks ja tarnijaks. *Power-One*'is, mis toodab päikeseenergiaseadmeid ning pakub lahendusi nii elamutele kui ka tööstusettevõtetele, töötab peamiselt Hiinas, Itaalias, USA-s ja Slovakkias ligi 3 300 inimest. Ettevõtte 2012. aasta intresside, maksude ja amortisatsioonieelne kasum oli 120 miljonit dollarit ning müügitulu umbes miljardit dollarit. A.M.

## VESI SAAB TÕHUSAMA KAITSE PÕLLUMAJANDUSE MÕJU EEST

Keskkonnaminister Keit Pentus-Rosimannus tutvustas 10. aprillil Riigikogule ettepanekuid veeseaduse muutmiseks, et pinna- ja põhjavesi oleksid paremini kaitstud, põllumajandusest pärit reostuskoormus väheneks ning järelevalve muutuks tõhusamaks. Põllumajanduse mõju veekeskonnale on suur – sealt tuleb 60–80 % pinnavee inimtekkelisest koormusest. Vee liigne lämmastiku- ja fosforisisaldus põhjustab veekogude eutrofeerumist, mis toob kaasa hapnikupuuduse, vee kvaliteedi halvenemise ning selle kaudu ka keskkonna- ja terviseprobleeme.

Põllumajandusest pärit lämmastiku- ja fosforikoormuse ohjamiseks täiendatakse veeseaduse nõudeid väetiste kasutamise kohta, sellele pühendatakse kolm põllumajandusministri määrust. Kehtestatakse ühtne meetodika sõnniku taimetoitainesisalduse ja taimede väetustarbe arvu-

tamiseks ning sõnnikuhooldlate nõutava mahu määramiseks.

Lisatingimusi seatakse sõnniku sügisele laotamisele. Edaspidi tohib taimedega kaetud põllule novembris sõnnikut laotada ainult siis, kui see küntakse 48 tunni jooksul sisse. See nõue kehtestatakse selleks, et vähendada lämmastiku ja fosfori ärakanet sademeveega pinna- ja põhjavette.

Veeseaduse täpsustused annavad Keskkonnainspeksioonile võimaluse senisest tõhusamalt kontrollida keskkonnanõuete järgimist. Inspeksioonile antakse õigus teha ettekirjutusi veeseaduse nõuete rikumise korral ning nõuda kuni 32 000 eurot sunniraha.

Seadusesse viiakse ka sätted naftasaadusehooldlate ja kanalisatsiooniehtitiste kuja kohta, s.o kirjutatakse ette, kui lähedal reoveepuhastile või naftalaole võivad muud hooned asuda. A.M.

# EESTIS ON TÄNAVU ESIMESE NELJA KUUGA KESKKONNAPROJEKTIDESSE INVESTEERITUD 42 MILJONIT EUROT

Aasta esimese nelja kuuga investeeriti EL toel keskkonnaprojektidesse rekordilised 42 miljonit eurot, s.o ligi 11 miljonit enam kui mullu samal ajal.

Maakondade arvestuses maksti kõige rohkem euroraha – ligi 12 miljonit eurot – Harjumaa projektidele, kusjuures 500 000 investeeriti Tallinna linna. Harjumaa on töös Maardu linna, Harku ja Viimsi valdade veemajandusprojektid ning kalapääsu rajamine Joaveski paisule, Kehra prügilala tavajäätmeprügilala sulgemine ning Lahemaa rahvusparki õpperada ja puhkekohtade taastamine. Tallinnas on oluline investeeringuobjekt loomaia keskkonnahariduskeskuse ehitamine.

Teine suur osa projektidele makstud kogusummast – ca 5,8 mln eurot – läks Ida- ning 5,3 miljonit Lääne-Virumaale. Kohtla-Järvel ja Kiviõlis suletakse põlevkivitööstuste ohtlike jäätmete prügilaid, Lääne-Virus on olulisemad tööd Rakvere ja Tapa linna ning Kadrina valla veemajandusprojektid. Kunda tsemenditehas rajab Kunda jõe paisule Eestis ainulaadset kalatöstukit.

Pärnu- ja Tartumaa projektid said aasta esimese nelja kuuga vastavalt 3 ja 2,6 mln eurot ning Valga- ja Viljandimaa projekte toetati umbes 2 miljoni euroga. Investeeritakse ka Pärnumaa keskkonnahariduskeskuse ehitusse, Tartu Ülikooli loodusmuuseumi nüüdisajastamise ja Aardlapalu jäätmeäitluskeskuse arendamise. Euroraha toel on praegu töös ka Valga linna ja Karksi valla veemajandusprojektid, Keskkonnainspektsiooni Kivilõppe hoone ümberehitus, Sangaste veskipaisu kalapääsu rajamine ning Alam-Pedja looduskaitseala lamminiitude taastamine.

Jõgeva- ja Järvamaa keskkonnaprojektidele maksti käesoleva aasta nelja esimese kuuga välja vastavalt 1,2 ja 1,1 miljonit eurot, mis kuuluvad kalapääsude ehitamiseks Kamari, Rutikvere ja Koseveski paisude juurde ning Jõgeva ja Türi linna ühisveevärgi- ja -kanalisatsioonisüsteemide uuendamiseks.

Läänemaa keskkonnavaldkonda toetati 840 000 euroga, millest enamik investeeriti Haapsalu linna veeprojekti. Saaremaa

projektidele maksti 750 000 eurot, mis jagunesid Kuressaare veemajanduse, Kudjape prügilala sulgemise ning Ida-Saaremaa ja Muhu saare looduskaitseprojektide vahel. Põlvamaa 740 tuhandest eurost läks valdav osa Põlva linna ning Põlva, Rõpina ja Ahja valla veemajandusprojektile, ent toetati ka Leevi jõe paisjärvede korrastamist ning kalapääsude rajamist Roti ja Karilatsi paisudele.

Võrumaa 530 000 ja Raplamaa 130 000 eurot investeeriti vastavalt Võru linna ja valla ning Kohila ja Järvakandi valla veemajanduse arendamise. Hiiumaal jagunes 35 000 eurot looduskaitseprojektide vahel.

Aastail 2007–2013 on Eestis keskkonnaprojekte toetatud 602 miljoni euroga, millest 363 miljonit maksti välja SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse vahendusel. Tulevikus pööratakse põhitähelepanu looduskaitseprojektide rahastamisele, seitsme aasta jooksul kulutatakse selleks 100 miljonit eurot. Tööstuse ökoloogilise jalajälje vähendamiseks on kavandatud 131 miljonit eurot.

A.M.



## KSB tehaseesindus nüüd ka Eestis

KSB on maailmas üks suuremaid ja vanemaid pumbasüsteemide tootjaid olles usaldusväärseks partneriks juba aastast 1871. Kogemused, teadmised ja pidev arendustöö võimaldavad valmistada tooteid, mis paistavad silma energiatõhususe ja vastupidavuse poolest. Need on laialdaselt kasutusel kodumajapidamistes, üldehituses, veevarustuses, tööstuses ja kaevandustes. Vaata lisaks [www.ksb.com](http://www.ksb.com)

KSB | Ehitajate tee 108, 12915 Tallinn | Tel: 60 10 167

[www.ksb.com](http://www.ksb.com)

Pumbad | Ventiliid | Pumbasüsteemid



## ROHELISSE TARISTUSSE INVESTEERIMINE TOOB KASU LOODUSELE, ÜHISKONNALE JA INIMESTELE

Euroopa Komisjon võttis 6. mail vastu uue strateegia, et edendada roheline taristu kasutamist ning tagada, et ruumilisel planeerimisel võetaks looduslikke protsesse rohkem arvesse. Roheline taristu on läbiproovitud vahend, mis toob looduse abil ökoloogilist, majanduslikku ja sotsiaalset kasu - nt selle asemel, et ehitada üleujutusvastaseid kaitserajatisi, võiks tugeva vihmasaju ajal liigse vee juhtida looduslikule märgalale.

Roheline taristu on sageli odavam ja vastupidavam kui mõni tavapärane tsiviilrajatis. Linnakeskkonnas on rohelised elemendid - murukatused, pargid ja haljasaladid läbivad kergliiklusteed kasulikud tervisele, aitavad lahendada sotsiaalseid probleeme, säästavad energiat ning soodustavad sademevee äravoolu.

Algatatud strateegia keskendub rohelise taristu edendamisele maakasutuses, looduskaitstes, põllumajanduses, metsanduses, veemajanduses, merenduses ja kalanduses, regionaal- ja üh-tekuuluvuspoliitikas, kliimamuutuste leevendamise ja nendega kohanemise valdkonnas, veonduses, energeetikas ning katastroofide vältimises. Komisjon töötab 2013. aasta lõpuks välja suunised roheline taristu loomimiseks kõnealuse strateegia rakendamise ajavahemikul 2014-2020, loob 2014. aastaks koos Euroopa Investeeringupangaga aluse ELi rohelise taristu projektide rahastamiseks ning korraldab 2015. aasta lõpus valmiva uuringu, et hinnata rohelise taristu üleeuroopalise võrgustiku arendamisvõimalusi. A.M.



Foto: Ülemiste Keskus

## ÜLEMISTE KESKUS TUNNISTATI ESIMESENA EESTIS VASTAVAKS BREEAM'I KVALITEEDIHINNANGULE

Ülemiste Keskus, mis tunnustati vastavaks keskkonnavalase kvaliteedihindamismetodi BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) nõuetele, sai Eesti kõige keskkonnasõbralikumaks ostukeskuseks. Tänu kestlike lahenduste rakendamisele on Ülemiste Keskus, mille laiendamistööd algavad eeloleval suvel, juba kokku hoidnud 30 % elektrikulusid. Pärast keskuse teise järgu valmimist 2014. aasta oktoobris saab seal olema 92 000 m<sup>2</sup> üld- ja 38 000 m<sup>2</sup> rendi-

tavat pinda, 210 kauplust ning parkimis-kohti 1350 autole.

Ülemiste Keskust auditeeris *Oxford Sustainable Group*. Kvaliteedihindamismetodit BREEAM kasutatakse maailmas laialt keskkonnamõju hindamiseks, seades eesmärgiks parendada ehituse ja tegevuse kvaliteeti, tagada parimat võimalikku elukeskkonda, madalaid ülalpidamiskulusid ning kinnisvara väärtuse stabiilset kasvu. BREEAM'i kvaliteedihinnangu on seni saanud üle miljoni hoone maailmas. A.M.

## KURESSAARE SAI TÄNAPÄEVASE KOOSTOOTMISJAAMA

Kuressaare Soojus avas 26. aprillil elektri ja soojuse koostootmisjaama, mis võimaldab suurendada taastuvate kütuste osakaalu 85 protsendilt 95 protsendini – aastas põletatakse jaamas ca 120 000 kuupmeetrit hakkpuitu. Esimest korda Eestis kasutatakse katlas soojuskandjana termaalõli ning turbiinis silikoonõli. Jaamahoone projekteeris *Pikoprojekt OÜ* ja ehitas AS *Tesman*, elektritööd tegi AS *Napal*, katelseadme tarnis Austria firma *Polytechnik Luft- und Feuerungstechnik*

GmbH ning katla ja eelkolde paigaldas *Polytechnik Polska*. Turbiingeneraatori valmistas ja paigaldas Itaalia firma *Turboden s.r.l.* Tehnoloogia järelevalve eest hoolitses *BIOS Bioenergiesysteme GmbH* Austriast. Koostootmisjaam, mille soojusvõimsus on 9,6 MW ja elektriline võimsus 2,4 MW, läks maksma 12 miljonit eurot. Jaama ehitamist toetas KIK Austriaga sõlmitud CO<sub>2</sub> saastekvoodi müügi vahenditest ligi 3,2 miljonit euroga. A.M.

## ANALÜSAATORID ÜLIPUHTALE-, JOOGI- JA HEITVEELE



*swan*  
ANALYTICAL INSTRUMENTS



Pärnu mnt 160, 11317 Tallinn, tel. 651 8310, faks 651 8311, info@teramet.ee



## KIK TOETAB TALLINNA TRAMMILIIKLUSE ARENDAMIST

SA Keskkonnainvesteeringute Keskus (KIK) toetab Tallinnas keskkonnasäästliku trammiliikluse arendamist 18,9 miljoni euroga, mis moodustab 83 % projekti kogumaksumusest. Euroopa Liidu Ühtekuuluvusfondist saadav toetussumma on mõeldud Lasnamäe ja Tondi piirkonda kesklinnaga ühendava trammiliini nr 4, mida 2010. aastal kasutas 8,23 miljonit reisijat, taristu rekonstrueerimiseks. Uuendatakse üle kümne kilomeetri ja Ülemiste piirkonnas rajatakse seitsesada meetrit uut trammiteed ning renoveeritakse kuus veoalajaama. Tänu sellele projektile vähenevad trammitaristu hoolduskulud ning luuakse eeldused uute keskkonnasõbralikumate trammide kasutuselevõtuks. Prognoosi kohaselt kasvab uute trammide ning taristu parendamise koostmõjul trammikasutajate arv 4. liinil 3 % aastas ning CO<sub>2</sub> emissioon väheneb 20 aastaga üle 52 000 tonni võrra, kui võrrelda trammi asemel autodega sõitmisega. Trammide keskmine kiirus suureneb praeguselt neljateistkümnelt kahekümne kilomeetrini tunnis. Projekti lõpptähtaeg on 31. august 2015. A.M.

## KESKKONNAMINISTEERIUM SAAVUTAS NABALA KAEVANDUSLOA VAIDLUSES VÕIDU

Tallinna Ringkonnakohtus lõppes aprilli lõpus vaidlus Nabala kaevanduslubade asjus. Kohus leidis, et ettevõtete kaevanduslubade menetlemise peatamine oli põhjendatud ning et Keskkonnaministeeriumil oli õigus seda teha. Vaidlused Paekivitoodete Tehase OÜ ja AS Riverito ning Keskkonnaministeeriumi vahel algasid 2011. aastal, kui ettevõtted soovisid

avada Nabala piirkonna ja Tuhala nõia-kaevu läheduses avakaevandust. Kuna samale alale oli tehtud ettepanek kaitseala moodustamiseks, peatas Keskkonnaministeerium seal kõik kaevandamisega seotud toimingud. Kohus leidis, et ettevõtete soovitud avakaevandamine võib tõenäoliselt kahjustada loodusväärtusi, mida soovitakse kaitsta. A.M.

## VALITSUS ALGATAS PÕLEVKIVI KASUTAMISE RIIKLIKU ARENGUKAVA KOOSTAMISE

Aprilli alguses otsustas valitsus algatada põlevkivi kasutamise riikliku arengukava koostamise aastateks 2016–2030, seades peaaesmärgiks vähendada selle tegevuse keskkonnamõju. Praegu on põlevkivitööstusest pärit umbes 80 % Eestis tekkivaist jäätmeid ja CO<sub>2</sub> õhkuheitest, peaaegu kogu väevlisaaste ning selles valdkonnas kasutatakse suurem osa Eestis tarbitavast veest. Põlevkivikaevandused ja jäätmeohtlad on rikkunud 15 % Ida-Virumaa pindalast ning 150 km<sup>2</sup> kaevandusalamaad on vajunud

või ebastabiilseks muutunud. Arengukava koostamisel analüüsitakse kaevandamisemahtusid, põlevkivi õiglast hinda ja selle ressursi jaotamist. Koostöös Sotsiaalministeeriumi ja Terviseametiga uuritakse põlevkivitööstuse mõju inimeste tervisele. Moodustatud on arengukava koostamise juht- ja töörühm, millesse kuuluvad eksperdid ja huvirühmade, sh piirkonna omavalitsuste esindajad. Arengukava koostamise lähtekohaks olev alusuuring on Keskkonnaministeeriumil juba valmis. A.M.



### Mittepressiva eesmise lisakambriga tagantlaetav prügipakkeveok NTM FK

Mittepressiva prügikambri s.t FK-mooduli saab paigaldada peaaegu ükskõik millise NTM-tüüpi tagantlaetava prügiauto pealisehitisele. FK-moodul paikneb auto kabiini ja olmeprügi koguva prügipakkepunkri vahel. FK-moodulit laetakse konteineritõstuki abil kõrvalistujapoolselt küljelt ning tühjendatakse juhupoolsele küljele kallutades. FK-moodul on täiesti autonoomne prügisektsioon, mis välistab eri liiki jäätmete omavahelise segunemise ja mis sobib eriti hästi näiteks bio- või klaasjäätmete kogumiseks. NTMi tootevalikus on ka prügipakkeveok, mille tagaosas paikneb pressiv kahekambriine sektsioon ja kabiini taga FK-moodul ning mis tagab seega kolme jäätmeliigi eristamise prügi kogumisel.

Kasutusel on erineva suurusega moodulid, mida saab kasutada nii kahe- kui ka kolmesillalistel prügipakkeveokite puhul:

- FK 3.8 m<sup>3</sup>, tühjendatava prügikonteineri maksimaalne suurus 360 L
- FK 4.0 m<sup>3</sup>, tühjendatava prügikonteineri maksimaalne suurus 360 L
- FK 4.5 m<sup>3</sup>, tühjendatava prügikonteineri maksimaalne suurus 360 L
- FK 4.8 m<sup>3</sup>, tühjendatava prügikonteineri maksimaalne suurus 660 L
- FK 5.3 m<sup>3</sup>, tühjendatava prügikonteineri maksimaalne suurus 660 L
- FK 6.0 m<sup>3</sup>, tühjendatava prügikonteineri maksimaalne suurus 660 L

NTM Baltic OÜ toodete hulgas on suur valik mitme otstarbega prügipakkeveokeid. Peale selle teeb NTM Baltic OÜ prügipakkeveokite hooldus- ja remonditöid.



OÜ NTM BALTIC  
Mustamäe tee 44a  
10621 Tallinn

Tel 656 6118  
Tel 654 6663  
Faks 656 2719



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



# MADAL JA LIGINULLENERGIAHOONED. BÜROOHOONETE PÕHILAHENDUSED ESKIIS- JA EELPROJEKTIS

TALLINNA Tehnikaülikooli (TTÜ) ja Riigi Kinnisvara ASI (RKAS) koostöös valmis juhendmaterjal madal- ja liginullenergiahoonete projekteerimiseks, mille koostasid Jarek Kurnitski, Targo Kalamees, Aivar Uutar ja Martin Thalfeldt (TTÜ ehitiste projekteerimise instituut), Hendrik Voll (TTÜ keskkonnatehnika instituut) ja Argo Rosin (TTÜ elektriaramite instituut). Aprillis ilmunud 96-leheküljelist juhendmaterjali tutvustati Eesti Kütte- ja Ventilatsiooniinseneride Ühenduse (EKVÜ) ning TTÜ korraldatud ehitusala asjatundjate foorumil „Teadmistepõhine ehitus“. Eva Kiisleri toimetatud ja OÜ Presshouse kirjastatud raamat on mõeldud hoonete tellijatele, arhitektidele, projektijuhtidele, töövõtjatele ning tehnosüsteemide, energiatõhuslahenduste ja piirdetarindite projekteerijatele, ent ka kõigile teistele ehituses osalevatele otsustajatele.

Juhendmaterjal valmis TTÜ liginullenergiahoonete uurimisgrupi esimese aasta töö tulemusena ning selle eesmärk on osutada madal- ja liginullenergiahoonete lahenduste erinevustele võrreldes tavahoonetega. Liginullenergiahoone ja mitmed muud energiatõhususega seotud mõisted on Euroopa



Liidus uued. Eesti on üks esimesi liikmesriike, kus 2012. aastal ametlikult kehtestati nõuded selliste hoonete kohta. See oli seetõttu vajalik, et Euroopa Liidus peavad alates 2019. aastast energiatõhususe miinimumnõuetele vastama kõik uued avaliku sektori hooned ning alates 2021. aastast kõik ehitatavad hooned.

Kuna ehitamise puhul tehakse olulised valikud projekteerimise algaasis, keskendub juhendmaterjal eskiis- ja eelprojekti lahendustele, mis võimaldavad tagada madal- ja liginullenergiahoonete energiatõhususe. Käsitletakse energiatõhususe ja sisekliima põhinäitajaid, arhitektuurivõistluste energiatõhusustingimusi, energiatõhususe ja hea sisekliima tagamist projekteerimise algaasis ning madal ja liginullenergiahoonete välispiirete, akende, klaasfassaadide, ventilatsiooni ja jahutuse, valgustuse, hooneautomaatika ja lokaalse taastuvenergiaga seotut. Raamatus antud energiatõhususe põhinäitajad ja kontrollarvud võimaldavad hinnata eskiisi energiatõhusust keerulisi arvutusi tegemata. Töö lõpuosas on näiteid hoonetest (Helsingi keskkonnaamet Viikis, Tallinnasse Suur-Ameerika 1 kavandatav büroohoone), mis annavad ettekujutuse liginullenergiahoonete ehitusmaksumuse kujunemisest.

Juhendmaterjal on koostatud eelkõige büroohoone kui ühe tehniliselt keerukama hoonetüübi jaoks, ent soovitatavad lahendused on kasutatavad ka muudes mittelehooonetes, elamutes saab neid rakendada vaid osaliselt. **A.M.**

MULTICAL® 21

Intelligentsed veearvestid

Kamstrup

## PIKA KASUTUSAJAGA KAUGLOETAV VEEARVESTI!

Veevarude säilitamiseks on vaja omada tarbimisalaseid teadmisi ja planeerimiseks vajalikke tööriistu.

Ultrahelimooteprintsibiiga veearvestid kombineerituna juhtmevaba arvestinäitude kauglugemise võimalusega on asendamatuks informatsiooniallikaks vett kokku hoida soovivatele inimestele.

Kui soovite rohkem teavet Kamstrup'i intelligentsete veearvestite kohta, siis võtke meiega ühendust numbril:

+372 56 28 53 97

või külastage veebilehte [multical21.com](http://multical21.com)

PIKA KASUTUSAJAGA  
KAUGLOETAV  
VEEARVESTI!



# NANOOSAKESED MEIE ÜMBER

## VAMBOLA KISAND

TÜ füüsika instituudi vanemteadur

JÄRJEST ROHKEM on hakatud rääkima uuest tähtsast keskkonnaohust – nanoosakestest. Nii tõsi- kui ka populaarteaduslikus kirjanduses on palju juttu sellest, kuidas „väikesed kurjad“ nanoosakesed pääsevad loodusesse ja inimorganismi ning hakkavad seal iga-suguseid halbu asju korda saatma. Kas probleem on tõesti juba suur või on siiski tegu liialdusega? Nagu elus ikka, pole asjad mustvalged, vaid ikka pigem hallides toonides. Eriti käib see nanoturvalisuse ja nanotoksikoloogia kohta, mis on suhteliselt noored teadusharud ning kus arusaamad väga kiiresti muutuvad ja arenevad.

Mis need nanoosakesed siis üldse on? Põgus meenutus koolifüüsikast annab teada, et ühe nanomeetri saame siis, kui jagame meetri miljardiks võrdseks osaks. Nanoosakeste definitsioone on mitmesuguseid, ent esimeses lähenduses võib kutsuda nanoosakesteks kõiki neid osakesi, mille läbimõõt on väiksem kui 100 nanomeetrit. Heaks võrdlusobjektiks üleminekul meid ümbritsevast maailmast nanomaailma on nt juuksekarva läbimõõt, mis on suurusjärgus



Loo autor laboris Foto: Fredrik Punga

100 000 nanomeetrit.

Mis eristab nanoosakesi tavalistest aineosakestest ja miks nanoosakeste puhul võib rääkida teatud juhtudel kõrgendatud ohust? Põhjuseid on kaks. Esiteks on nanoosakestel tohutult suur pindala massiühiku kohta. Koolikeemiast on

teada, et väga suur osa keemilisi reaktsioone toimub osakese ja ümbritseva keskkonna piirpinnal. Igaüks võib ennast löbustada väikese matemaatilise mänguga – kujutada ette kuubikujulist liivatera, mille iga serva pikkus on 1 mm, ja lõigata see mõttes väiksemateks kuubikuteks, mille iga serv on 10 nm pikkune. Seejärel tuleks arvutada, mitu korda on nende uute kuubikute kogupindala suurem esialgse kuubiku pindalast (õige vastus on 100 000 korda). See aga tähendabki, et hästi lihtsustatult toimuvad keemilised reaktsioonid, mis on seotud osakeste kogupindalaga, nanoosakeste puhul väga palju intensiivsemalt kui tavalise pulbri korral. Teine põhjus rääkida võimalikust nanoohust on nanoosakeste väga väike läbimõõt, mis võimaldab neil tungida mitmete asjaolude kokkusattumise korral elusrakkude sisse. Ja võõrkeha võib loomulikult segada raku elutegevust.

Siinkohal on paslik küsida, milline on võimalus, et nanoosakesed satuvad „suurtel kiirustel ja hulgakaupa“ meid ümbritsevasse keskkonda ja sealt edasi meie sisse. Kui teadlase pilguga ringi vaadata, võib öelda, et inimesed on nanoosakesi suurtes kogustes sisse hinganud kogu oma eksistentsi vältel. Maailma kõige suuremad nanoosakeseallikad on nimelt suured kõrbemassiivid (nt Sahara), kus tuul paiskab õhku meele tutes kogustes pinnaseosakesi, millest suur osa on nanomõõtmes. Kui õhus tavapärasel hulgal ringi lendavate tolmu- ja pinnaseosakestega on inimorganism hästi kohastunud, siis probleemid tekivad juhul, kui õhu osakesesisaldus läheb väga suureks. Klassikalised näited on maa-alused kaevandused ja nendes ringi heljuv rohkesti nanoosakesi sisaldav tolm, mis on ohustanud kaevurite tervist täpselt nii kaua, kui maardeid on kaevandatud. Läänud sajandist on paslik meenutada ka asbesti – kiulist silikaatmineraali, mille kiud on küll suhteliselt pikad, ent mille läbimõõt on kümnete nanomeetrite suurusjärgus. Sellise kujuga nanoobjekte kutsutakse nanofiibriteks. Asbestil on väga palju tehnoloogiliselt kasulikke (nt isoleerivaid) omadusi, ent ka üks väga probleemne kõrvaltoime – kopsu sisse hingatud asbestikiud jäävad sinna suure tõenäosusega pidama

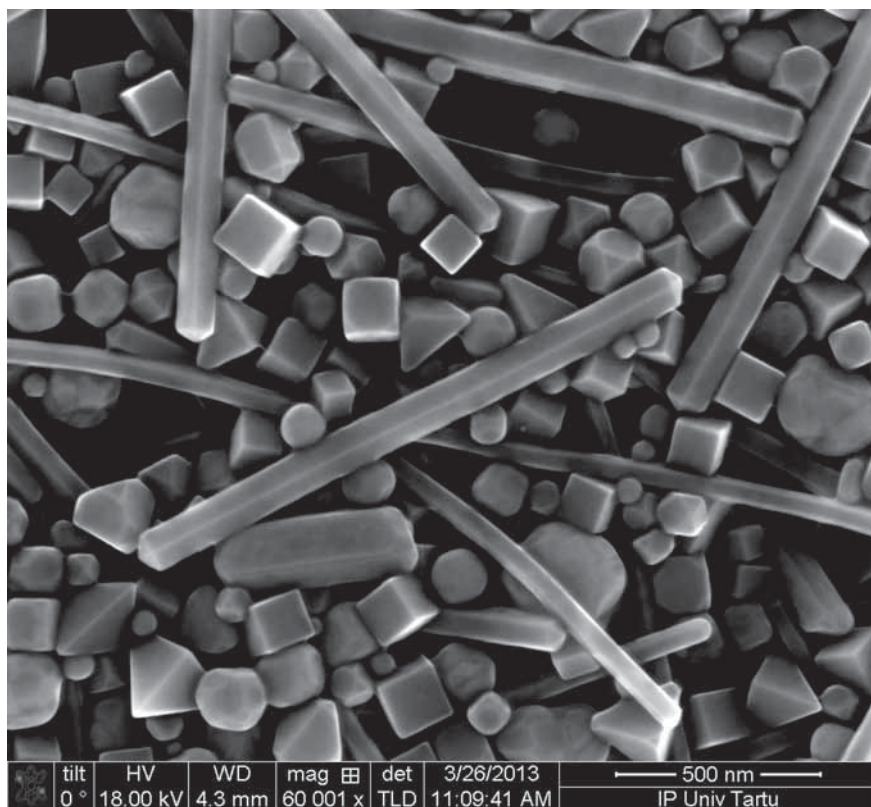


Foto 1. Hõbeda eri suuruse ja kujuga nanoosakesed skaneerivas elektronmikroskoobis

ning hakkavad enda ümber tekitama mikrokoopilisi põletikukoldeid. Kokkuvõttes võib öelda, et looduslikud nanoosakesed ja nendest lähtuvad võimalikud ohud on inimkonda saatnud juba väga kaua.

Viimasel kümnendil on eriti palju kõneainet pakkunud nn tehisanosakesed, s.o nanoosakesed, mis on inimese poolt spetsiaalselt loodud. Kui varem puutusid seesuguste osakestega kokku peamiselt teadlased laborites, siis viimasel ajal on tehisanosakesed jõudmas üha suuremates kogustes laiatarbeka-sutusse ja mitmesugustesse toodetesse, teatud viivisega ka prügilatesse ning seal omakorda atmosfääri ja põhjavette.

Kõige enam toodetakse (aastas hinnanguliselt tuhandeid tonne) titaandioksiidi (TiO<sub>2</sub>) nanoosakesi, mida kasutatakse valge värvi tootmisel ja päikesekaitsekreemides. On selge, et teekond päikesekreemist loodusesse on väga lühike – korra ujumas või duši all käidud ja TiO<sub>2</sub> nanoosake ongi loodusesse jõudnud. Praeguste arusaamade järgi on TiO<sub>2</sub> nanoosakesed õnneks siiski praktiliselt ohutud.

Tänapäeval toodetakse väga laialdaselt ka hõbeda nanoosakesi (foto 1). Hõbe on juba ajalooliselt hästi tuntud anti-

mikroobse materjalina, mille toime põhineb vees lahustunud hõbeda ioonidel. Juba klassikaliseks tooteks on saanud sokid, kuhu on sisse kootud hõbedaga kaetud niit. Kui jalad lähevad higiseks, hakkavad sellest niidist vabanema baktereid hävitavad hõbedaioonid, vältides niimoodi ebameeldiva lõhna teket. Neile sokkidele järgmine samm on sokid, mille materjalile on lisatud hõbeda nanoosakesi. Kandev idee on siin hõbeda kokkuvõtteid, sest nanoosakestel on oma massi kohta äärmiselt suur pindala, kust hõbedaioonid saavad vabaneda. Kohe pärast hõbeda nanoosakestega sokkide müügile ilmumist selgus aga, et nanoosakesed võivad neist koos pesuveega kaduda juba paari pesukorraga, sissekootud hõbeniidiga sokkides püsib hõbe aga kogu kasutusea jooksul. Tehnoloogia areneb ja küllap sunnitakse nanoosakesed sokiniitidesse pidama jääma.

Palju probleemsem on olukord aga süsinikanotorudega (maailma aastatoodang sadu tonne), mis on väliskuju poolest äärmiselt sarnased asbestikiududega. Kui organismi sattunud hõbedaosake seal aja jooksul lahustub, siis süsinikanotorud võivad organismis, nagu asbestikiudki, tekitada kopsudes püsivaid mikrokoopilisi põletikukol-

deid. Süsinikanotorusid lisatakse nt materjalidesse, millest valmistatakse golfikeppe ja autode pörkeraudu. Seda tehakse materjalide omaduste parandamiseks, mõnikord aga lihtsalt reklaami eesmärgil, et saaks tootele uhkelt kirjutada sõna 'nano'. Nendest toodetest süsinikanotorud keskkonda kiiresti ei jõua, sest nad on seotud muust materjalist maatriksi (nt plasti) sisse. Kuid materjalid vananevad ning kunagi jõuavad golfikepidki prügilasse, kus süsinikanotorud võivad mingil määral vabaneda. Süsinikanotorud on praeguste arusaamade kohaselt normaaltingimustes bioloogiliselt mittelagunevad ja seega võivad keskkonnas äärmiselt kaua vastu pidada.

Lõpetuseks võib öelda, et arvestades maailmatoodangu mahtusid on tehisanosakeste põhjustatud keskkonnareostus esialgu veel tulevikuprobleem ning nanoosakesed ohustavad esialgu peamiselt vaid neid, kes nende tootmise ja töötlemisega tihedalt kokku puutuvad. Samas pole tegu ka pastapliatsist välja imetud probleemiga, sest nt suurlinnade reoveesetega väetatavate põldude puhul võib juba praegu rääkida üliväikes-te TiO<sub>2</sub> ja hõbeda nanoosakesekoguste jõudmisest mulda. A.M.

[www.kaeser.com](http://www.kaeser.com) **KAESER KOMPRESSORID**

## Kompressorite heitsoojuse taaskasutamise-ga säästad raha ja keskkonda

**Energiatõhususe optimeerimine heitsoojuse taaskasutamise-ga**

Kuni 96% kompressori poolt tarbitud energiast muutub soojusenergiaks ja seda on võimalik taaskasutada. Ettevõtted, kes kasutavad sellist energia taaskasutuse lahendust mitte ainult ei saavuta täiendavat kulude kokkuvõtet, vaid aitavad kaasa ka ümbritseva keskkonna kaitsmisele. Sellisel viisil taaskasutatavat soojusenergiat on võimalik kasutada näiteks ruumide kütmiseks, luua sooja õhu kardinaid, toota sooja tarbevett, jne. Kasutuskohtade nimekirja on väga pikk.

**Huvi korral küsi lisainformatsiooni!**

gaasiküte 370 € kuul 54 000 €/aastas  
õliküte 374 € kuul 54 761 €/aastas

**Soojuse taaskasutussüsteem**

96% kasutatav heitsoojus

Kasutatav soojus (kW)	Kompressori suurus		
	„Mini“	„Standard“	„Max“
Kompressori tüüp	SM 15	800 S1	FSD 471
Minimalküte	8 kW	45 kW	250 kW
Süsteemi maksumus (võttes arvesse küttekeha taaskasutamist)	1.369 €	8.361 €	44.328 €
	5,43 kg CO <sub>2</sub>	32,57 kg CO <sub>2</sub>	170,887 kg CO <sub>2</sub>

elektrivõimsus

KAESER KOMPRESSORID – Kesk tee 23 – Aaviku – Rae vald – 75301 Harjumaa – Eesti  
Tel +372 6064290 – Faks +372 6064297 – E-post: info.estonia@kaeser.com – www.kaeser.com



# UUS ALPHA2

KÕIGE SÄÄSTLIKUM  
RINGLUSPUMP!



Praktikas tõestatud ja  
patenteeritud tehnoloogia

be think innovate

**GRUNDFOS** 

# UNISTUS HELSINGI-TALLINNA TUNNELIST ELAB EDASI

**KALLE SUUROJA, STEN SUUROJA, KULDEV PLOOM ja ANDRES KASK**

Eesti Geoloogikeskus

## EELLUGU

Kahe hõimurahva pealinnu ühendava Helsingi-Tallinna tunneli idee kuulub soomlasele Usko Anttikoskile, kes tuli Põhjamaade geoloogide konverentsil Aalborgis selle mõttega välja juba 1992. aastal. Eestis tutvustasid ulmelist mõttesähvatust Helsingi linnavalitsuse töötajad 1994. aastal tolaeagses Eesti Majandusjuhtide Instituudis toimunud Soome kommunaaltehnika päeval [1]. Seal korjasid tunneli idee üles Eesti mäemehed ja geoinsenerid [2, 3, 4, 5], kellega hiljem liitusid ka geoloogid. TTÜ mäeinstituudis loodi isegi Tallinna-Helsingi tunneli alane doktoriõppeaine. Tunnelist räägiti ajakirjanduses [6], kirjutati tunneliteemalisi projekte ja kaitsti teaduskraade [7]. Tunneli maksumust hinnati tollal umbes 25 miljardile kroonile. Optimistlikemate prognooside kohaselt oleks tunnel pidanud hakkama kasu sisse tooma juba 2005. aastal.

Eesti poolel üritati tunneliprojekti algusest peale siduda Maardu graniidikaevanduse ideega. Neeme graniidimassiivi piires sooritatud süvageoloogilise kaardistamise ja geoloogiliste otsingu- ja uuringutöödega [8, 9, 10, 11, 12, 13] oli tunneliala Eesti-poolse osa kohta saadud rohkesti geoloogilis-geotehnilis-hüdrogeoloogilise suunitlusega teavet. Enamiku tunnelivariantide puhul seoti tunneli väljumiskoht kavandatava Maardu graniidikaevanduse lähedase alaga. Tunneli väljumisava lähedus oleks andnud maa-alusele graniidikaevandusele lisaväärtust maa-aluste hoiuruumide näol ning võimaldanud kaevanduse rajamise ajal katsetada geotehniliselt keeruka kivimikompleksi (Tallinna põhjaveevarudega seotud alam-kambriumi ja Ediacara liivakivid-aleuroliidid) läbimise ja isoleerimise meetodikat.

Tallinna linnapea Edgar Savisaar ja Helsingi linnapea Jussi Pajunen leppisid 2007. aastal kokku Helsingi-Tallinna raudteetunneli taustauuringute

alustamises [14]. Kokkulepe, milles taotleti uuringute alustamiseks Kesk-Läänemere Interreg IVa programmist 800 000 euro suurust toetust, allkirjastati 2008. aastal. Selle põhjuseks, et taotlusele 2009. aastal ära öeldi, pidasid Soome poole esindajad Eesti poole omapäraselt suhtumist asjasse – see, mis meeldis Tallinna linnale, ei meeldinud kohe päris kindlasti keskvalitsusele. Majandusministeeriumi mitte just kõige ametlikum seisukoht oli, et Helsingi-Tallinna tunneli projekt on niisama reaalne kui Eesti kosmoseprogramm inimese Kuule saatmiseks.

Raudteetunneli soikuma hakanud ideede puhul uut tuult tiibadesse Rail Balticu ärkamine talveunest. Helsingi abilinnapea Pekka Sauri sõnas 2012. a oktoobris Tallinnas toimunud rahvusvahelisel transpordifoorumil „Läänemere idakalda transpordivisioonid“, et kui Rail Baltic on reaalsus, on raudteetunnel järgmine loogiline samm Helsingi-Tallinna kaksikregiooni arengus [15]. Soome Uusimaa maakonna planeeringu eelnõusse on raudteetunneli rajamise kava sisse kirjutatud, planeering ise peaks lõplikult valmima järgmisel aastal. Tunnelist räägitakse nüüd konverentsidel [16] ning sellest kirjutatakse ajalehtedes [17] ja teadusajakirjades [18].

## HELSINGI-TALLINNA TUNNELI VARIANTIDEST

Jättes kõrvale arutelu Helsingi-Tallinna tunneli mõttekuse üle, vaadeldgem tunnelitrassi valimise kulgu. Trassivariantidest on eelistatuimad Porkala-Rohuneeme ja Pasila-Rohuneeme. Porkala-Rohuneeme variandi puhul kulgeks Masala raudteejaamast algav raudtee Porkkala neeme juures Rohuneemele ning sealt Maardu kaudu Tallinna. Raudtee pikkus oleks 120 km ning 67 km sellest kulgeks tunnelis, millest omakorda 50 km merepõhjas. Tunneli tuulutussaht tuleks Naissaare kohale.

Pasila-Ruolahti-Rohuneeme variandi kohaselt laskuks Helsingi Pasila raudteejaamast algav raudtee kohe tunnelisse ning tuleks maapinnale alles Rohuneeme kandis. Raudtee pikkus oleks 105 km (83 km tunnelis, sellest 66 km merepõhjas). Tunneli suurim paiknemissügavus oleks Tallinna madala kohal 220 m ning tunnelilae paksus 50–150 m. Tuulutussahtid asuksid Uppoluoto saare ja Tallinna madala kohale rajatud tehissaare juures.

Porkkala-Naissaare-Paljassaare 54 km pikkust tunnelivarianti tuntakse vähem. Selle variandi puhul jõuaksid Soomest tulnud reisijad ja kaubad Kopli kaudu otse Tallinna kesklinna. Kuidas aga Rail Balticaga ühineda, tuleks veel pead murda.

Enam kui 90 % Helsingi-Tallinna tunnelist kulgeks kõigi variantide puhul tunneliehituse jaoks soodsates kaljukivimites – 1,9–1,65 miljardi aasta vanustes paleoproterosoilistes tard- ja moondekivimites (graniitides, gneisides, migmatiitides). Need kivimid on küll kõvad puurida, ent enamasti ei oleks vaja tunnelit toetada ega isoleerida. Mõnevõrra problemaatilisem ning töömahukam ja kallim on tunneli läbindamine seal, kus see Eesti poolel maapinnale tuleb. Seal tuleb umbes kilomeetri ulatuses läbida vett sisaldavate nõrgalt tsementeerunud Ediacara liivakivide 50–60 m paksust lasundit.

## MAAILMA TÄHELEPANUVÄÄRSEMAID TUNNELEID

Maailma pikim (137 km) pidevalt kulgev tunnel on New Yorki joogiveega varustav Delaware'i tunnel (joonis 1). Thirlmere'i akvedukt Põhja-Inglismaal, mis varustab Manchesteri linna joogiveega, on küll pikem (154 km), ent ei kulge pidevalt maa all. Teist kohta selles pingereas hoiab 120-kilomeetrine Päijänne veetunnel Soomes. Raudteetunnelitest, kui metrood kõrvale jätta (Hiinas on Guangzhou metrootunnel



67,3 km pikk), on pikim Seikani tunnel (53,9 km). Eurotunnel (50,5 km) on selles pingereas teisel kohal. Maailma pikim (24,5 km) maanteetunnel on Lærdali tunnel Norras.

**Päijänne tunnel** (joonis 2) toob joogivee Päijänne järvest (pindala 1118 km<sup>2</sup>, keskmine sügavus 16,2 m) Helsingi ja selle ümbruse asulatesse. Kümme aastat (1972–1982) ehitatud tunnel läks maksma 530 miljonit marka (195 miljonit eurot). Koguulatuses paleoproterosoilistes tard- ja moondekivimites (graniitides, migmatiitides, gneissides, s.o kivimites, mis sarnanevad Helsingi-Tallinna tunnelitrassil lasuvatega) kulgeva 16 m<sup>2</sup>-se ristlõikega tunneli lael on 30–100 m kivimeid.

**Seikani tunnel** – maailma pikim (53,9 km) raudteetunnel, mis ühendab Jaapanis Honshū ja Hokkaidō saart (joonis 3) – laskub oma 23,3 km pikkusel Tsugaru väina alusel teekonnal kuni 240 meetrit allapoole merepinda (140 m vett ja 100 m tunnelilage). Umbes 3,6 miljardit dollarit maksma läinud tunnelit ehitati 17 aastat (1971–1988). Tunneli trassil on nii neogeenivanuseid (umbes 20 miljonit aastat) kõvu vulkaanilisi kivimeid (basalt, andesiit) kui ka üsna pehmeid püroklastilisi (tuff) ja sette kivimeid (liivakad mudakivimid). Tunneliehituslikust seisukohast on nad kõik raskesti läbindatavad. Kui mõelda sagedastele maavärinatele, tektoonilistele rikkevöönditele ja kuumadele termaalvetele, on raskemaid olusid tunneli läbindamiseks raske ette



Joonis 1. Delaware'i tunnel

Allikas: wikipedia.org/wiki/East Delaware Tunnel

kujutada.

**Eurotunnel (Kanali tunnel, La Manche'i tunnel)** ühendab Inglismaad (Folkestone) ja Prantsusmaad (Calais). Pikkuse poolest (50,5 km) jääb La Manche'i väina alune Eurotunnel (joonis 4) küll Seikani tunnelile alla, ent see-eest on ta veealune osa maailma pikim (35,9 km). Tunneli suurim paiknemissügavus on 75 m ning lae paksus keskmiselt 25 meetrit. Tunnel kulgeb ligi 30 m paksuses kriidiajastu (ligi 100 miljoni aasta vanuses) kergelt kurrutatud ja suhteliselt pehmes kriidika mergli lasundis (joonis 5). Tunneli Prantsusmaa-pool-

ses osas on ka mõned rikkevööndid. Kuigi tunneli kavandamise lugu ulatub juba Napoleoni aegadesse (1802), ehitati see põhiliselt valmis alles aastatel 1988–1994. Maksma läks ta ligi 15 miljardit dollarit – mitu korda plaanitust rohkem.

Kui unelm Helsingi-Tallinna tunnelist peaks kunagi täituma, oleks tegu nii maailma pikima raudteetunneli kui ka pikima veealuse tunnelilõiguga.



Joonis 3. Seikani tunneli asukoht

Allikas: wikipedia.org/wiki/Seikan Tunnel



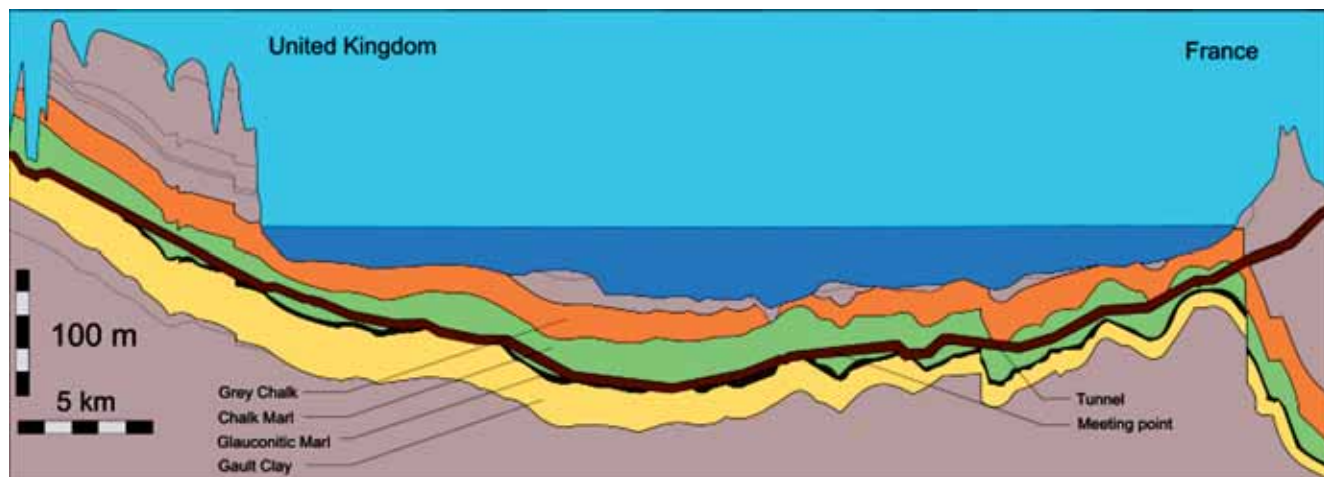
Joonis 2. Päijänne tunnel

Allikas: wikipedia.org/wiki/Päijänne Water Tunnel



Joonis 4. Eurotunneli asukoht

Allikas: wikipedia.org/wiki/Eurotunnel



**Joonis 5. Eurotunnel kulgeb enamasti kriidika mergli lasundis**

Allikas: wikipedia.org/wiki/Eurotunnel

## TUNNELIALA EESTI-POOLSE OSA GEOLOOGIAST

Helsingi linnavalitsus ja Soome Geoloogiateenistus pöördusid 2011. aastal Eesti Geoloogiakeskuse poole, et saada täpsemat teavet Helsingi-Tallinna tunneli piirkonna Eesti- poolse osa (joonis 6) geoloogilise ehituse kohta. Seda oli vaja tunneliala kolmedimensioonilise mudeli koostamiseks ning mudelit tunneliprojekti propageerimisega seotud ettevõtmiste illustreerimiseks. Osapoolte vaheline leping sõlmiti 2012. aasta algul ning sama aasta lõpus anti aruanne [18] tellijale üle.

Lisauuringuid, kui mitte arvestada mõningate merealal tehtud seisogrammide täiendavat dešifreerimist, aruande tarvis ei tehtud ning see koostati olemasolevate andmete põhjal. Maismaa-ala kohta käiv andmestik saa-

di enamasti keskmise- ja suuremõõtkavalise (vastavalt mõõtkavas 1:200 000 ja 1:50 000) geoloogilise kaardistamise aruannetest [19, 20, 21], olulist lisa andis Maardu graniidiotsingutel kogutud teave [22, 23]. Akvatooriumiosa kohta saadi infot peamiselt mereala keskmise- mõõtkavalise geoloogilise kaardistamise aruannetest [24, 25] ning sügavamal asuvate aluspõhjakiivimite (liivakivide, sinisavi) füüsikalise-mehaaniliste ja geotehniliste omaduste kohta Suur-Pakri saare ja selle lähikümbruse geoloogiliste uuringute [26, 27] ning Maardu graniidimassiivi täiendavate uuringute [22] tulemustest.

Algandmete saamiseks kolmedimensioonilise mudeli jaoks koostati tunnelialal esinevate kivimikomplekside pealispinna tänapäevareljeefi, aluspõhja, alam-ordoviitsiumi glaukoniitliivakivi, alam-ordoviitsiumi oobolusliivakivi, sinisavi; Ediacara liivakivide ja kristalse aluskorra kaardid.

## TUNNELIALA EESTI-POOLSE OSA KIVIMITEST JA SETETEST

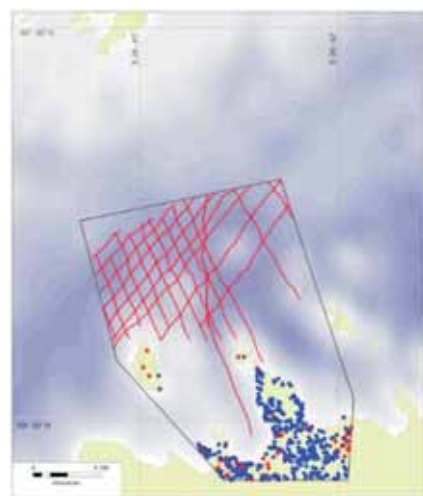
Tunneliala Eesti- poolse osa kivimi- ja settekompleksid jagunevad litoloogiliste, geotehniliste ja hüdrogeoloogiliste iseärasuste poolest seitsmeks üksuseks (ülalt alla): kvaternaarisetted (pinnakate); kesk-ordoviitsiumi paekivid; alam-ordoviitsiumi glaukoniitliivakivi (Leetse kihistu) ja Türisalu kihistu maarjaskilt (diktüoneemakilt, graptoliitargilliit); alam-ordoviitsiumi (Kallavere ja Ülgase kihistu) ja alam-kambriumi (Tiskre kihistu) liivakivid; alam-kambriumi Lükati ja Lontova kihistu sinisavi; Ediacara liivakivid ja aleuroliidid (Kroodi kihistu); kristalse aluskorra moonde- (Jägala kompleks) ja tardkivimid (Neeme ja Naissaare

massiivi rabakivid).

**Kvaternaarisetted** (moreen, savi, aleuriit, liiv ja kruus) katavad muutliku paksusega kihina peaaegu kogu ala. Kihhi paksus on alvarite mõnekümnest sentimeetrist kuni enam kui 140 meetrini mattunud orgudes (Merivälja, Ülemiste, Kopli, Harku). Merepõhjas on kvaternaarisetete paksus väljaspool mattunud orge 0–60 meetrit. Merepõhjas on viis kvaternaarisetteüksust (ülalt alla): kuni 15 meetrit tänapäevaseid meresetteid (muda), kuni 5 meetrit pärast-jääaegseid setteid (savisid), kuni 20 meetrit hilis-jääaegseid setteid (Balti jääjärve viirsavisid) ning kuni 60 meetrit jääaegseid (glatsiaal-) setteid (moreeni). Koostise poolest on kvaternaarisetted mitmekesised (savidest veeristike ja moreenideni) ning sellest tulenevalt on ka nende füüsikalise-mehaanilised omadused erinevad: mahumass 1,5 (liival) kuni 2,2 g/cm<sup>3</sup> (moreenil, savil), survetugevus < 1 MPa (äärmiselt nõrk pinnas), poorsus 10–30 % ning seismilise P-laine levimiskiirus 1500 m/s (mudas, viirsavidel) kuni 2000 m/s (moreenis). Tunneliehituslikust seisukohast on kvaternaarisetted, eriti mattunud orgude piires, raskesti läbitavad (ebapüsiivad, veerikkad) ning isoleerimist ja toetamist vajavad pinnased.

**Kesk-ordoviitsiumi** paekivid katavad tunnelialast lõuna poole jäävat Balti klindi paeplatood kuni 20 m paksuse kihina (joonis 7). Paekivide survetugevus on 100–150 MPa (väga tugev kaljukivim), mahumass 2,55–2,65 g/cm<sup>3</sup>, poorsus 0,1–5,5 % ning seismilise P-laine levimiskiirus 4000–5500 m/s. Seniste tunnelivariantide puhul kesk-ordoviitsiumi paekive tunnelialasse ei jää.

**Alam-ordoviitsiumi** Leetse kihistu glaukoniitliivakivist (u 2 m) ja Tü-



**Joonis 6. Tunneliala Eesti sektor: punased jooned on aruandes [18] kasutamist leidnud seisimokustilise pidevsondeerimise profiilid; punased punktid on aluskorra ning sinised punktid aluspõhja kivimeid avavad puuraugud**



risalu kihistu maarjaskildast (u 4 m) koosnev lasund on kuni 6 m paksune. **Glaukoniitliivakivi** on väga nõrk kuni nõrk kaljukivim, mille survetugevus on 1–20 MPa, mahumass 1,95–2,10 g/cm<sup>3</sup>, poorsus 1–10 % ning seismilise P-laine levimiskiirus 2500–3000 m/s. **Maarjaskilt** on keskmiselt tugev kaljukivim, mille survetugevus on 40–50 MPa, mahumass 1,9–2,0 g/cm<sup>3</sup>, poorsus 1–10 % ja seismilise P-laine levimiskiirus 3500–4000 m/s. Alam-ordoviitsiumi glaukoniitliivakivist ja maarjaskildast koosneval kivimikompleksil erilist tähtsust ei ole, sest kõikide senipakutud tunnelivariantide puhul jääb nende kivimite leviala tunnelialast väljapoole.

**Alam-ordoviitsiumi ja alam-kambriumi liivakivid**, mis avanevad Balti klindi kambriumiterrassi astangus, moodustavad kuni 25 m paksuse liivakivilasundi. Alam-ordoviitsiumi liivakivilasundi ülaosa on 3–8 m paksune Kallavere ja Ülgase kihistu liivakividest koosnev lasund. **Alam-ordoviitsiumi liivakivid** on nõrgad kuni keskmiselt tugevad kaljukivimid, mille survetugevus on 1–40 MPa, mahumass 2,1–2,8 g/cm<sup>3</sup>, poorsus 1–20 % ning seismilise P-laine levimiskiirus 2500–3500 m/s. **Alam-kambriumi Tiskre kihistu liivakivilasund**, mis koosneb enamasti nõrgalt tsementeerunud peeneteralisest kvartsliidist, on 15–20 m paksune. Tiskre liivakivi on enamasti väga nõrk kaljukivim, mille survetugevus on 1–5 MPa, mahumass 2,10–2,20 g/cm<sup>3</sup>, poorsus 20–25 % ning seismilise P-laine levimiskiirus 2500–3000 m/s. Tiskre liivakivilasundi veejuhtivus on väike kuni keskmine. Enamiku tunnelivariantide



**Joonis 7. Pakri neemel paljandub enamik kivimkihtidest, mis on olemas ka tunneliala Tallinna piirkonnas (ülalt alla): hall on paekivi, tumerohekashall – glaukoniitliivakivi, pruun – maarjaskilt, pruunikashall – oobolusliivakivi ning helepruunikashall – Tiskre liivakivi**

Foto: Kalle Suuroja

puhul jääb nende liivakivide leviala tunnelialast väljapoole.

**Alam-kambriumi sinisavilasundi** kohta võiks öelda, et tegu on maailma vanima (ligi 535 Ma) savilasundiga, sest igal pool mujal on nii vanad savilasundid mingil määral allunud moondele ning savikiviks muutunud. Seeläbi on nad kaotanud ka savi peamise omaduse – olla niiskena plastne ja voolitav. Eestis ja Venemaal Leningradi oblastis leviv alam-kambriumi sinisavi, mis on kuivalt kildataoline, muutub märgudes jälle plastseks ja voolitavaks saviks. Lükati ja Lontova kihistust koosnev sinisavilasund on tunnelialal kuni 70 m paksune. Ülemine umbes 15-meetrine

osa sellest on Lükati kihistu (joonis 8), mille alaosas on sinisavi kvartsliidist liivakivi vahekihte. Lontova kihistu paksus on tunnelialal kuni 55 meetrit. Selle kihistu alaosas on kuni 20 m paksune Sämi kihistik ning selles umbes 10 m paksuse liivaka sinisavilasundi all umbes 10 m paksune kiht nõrgalt tsementeerunud kvartsliidist liivakivi. Lääne pool on liivakivi osakaal Sämi kihistikus suurem. Füüsikalise-mehaaniliste omaduste poolest on Lükati ja Lontova kihistu sinisavid üsnagi sarnased: mahumass 2,30–2,40 g/cm<sup>3</sup>, survetugevus 2–4 MPa (väga nõrk kivim), poorsus 8–10 % ning seismilise P-laine levimiskiirus 2000–2500 m/s. Sinisavilasund on kindel veepide ja hea keskkond tunneli läbindamiseks.

**Ediacara liivakivid**, millel vanust ligi 600 miljonit aastat, on tunnelialal esindatud Kroodi kihistu kuni 60 m paksuse kollakashalli nõrgalt tsementeerunud liivakiviga (joonis 9). Selles kihistus on ka üksikuid õhemaid (1–2 m) kirjuvärvilise savika aleuroliidi vahekihte. Nõrgalt tsementeerunud veerikkad liivakivid, mis on üks Tallinna veevarustuse allikaid, võivad tunneli läbindajatele kujuneda tõsiseks katsumuseks. Kui aga rakendada tänapäevaseid meetodeid (nt külmutamist) ei peaks see olema ületamatu raskus.

**Kristalne aluskord** on tunnelialal esindatud paleoproterosoilise Orosiri ajastu (1,88–1,98 Ga) Jägala kompleksi moondekivimite ja Statheri ajastu (1,62–1,67 Ga) tardkivimitega (Nais-



**Joonis 8. Sinisavilasundi ülaosa (Lükati kihistu) Saviranna paljandis**

Foto: Sten Suuroja



saare ja Neeme massiivi rabakivigraniidid) [28]. Kristalse aluskorra kivimid on pindmises osas 1–20 m ulatuses murenenud (murenemiskoorik). Rikkumata tardkivimid (1–5 m) on vähem ja moondekivimid (5–20 m) enam murenenud. Settekivimikatte all on nii maismaa kui ka merepõhja aluskorrapind suhteliselt siledam ja murenemiskoorik paksem. Merepõhja neis kohtades, kus settekivimikatte puudub, pole ka murenemiskoorikut (on ära kulutatud) ning aluskorra pealispind on künklik (oinapead).

Jägala moondekivimikompleks on tunnelialal esindatud eri koostisega tugevasti kurrutatud ja migmatiidistunud gneissidega (joonis 10). Nende seas on nii peene- kui ka keskmisekristalseid kivimeid: sillimaniit-kordieriiti, biotiiti, biotiit-küünekivi, kvarts-päevakivi, gneisse ning vähesel määral amfiboliite. Jägala kompleksi gneissid on valdavalt väga kõvad kaljukivimid: survetugevus 110–240 MPa, mahumass 2,65–2,75 g/cm<sup>3</sup>, poorsus 0,1–0,2 %



**Joonis 9. Ediacara liivakivi (ülemine helehall) ja Neeme massiivi murenenud piiterliit umbes 170 m sügavuselt võetud puursüdamikus F534 (Maardu)**

Foto: Tõnis Saadre

ning seismiliste P-lainete levimiskiirus 6000–6300 m/s. Tunneliläbindajatele on Jägala kompleksi moondekivimid, mis ei vaja toetamist ega täiendavat isoleerimist, soodne keskkond.

**Naissaare ja Neeme rabakivimas- siivid** koosnevad enamasti piiterliitset tüüpi rabakivist (joonis 11). Piiterliidis

ei ole kaaliumpäevakivi suurtel kristallidel viiburgiidile omaseid oligoklaasist ääriseid. Suur (5–7 %) K<sub>2</sub>O-sisaldus ja rabakividele tüüpiliste mineraalide (fluoriit, sfeen, apatiit) esinemine kinnitab piiterliidi kuulumist rabakivide hulka. Peale piiterliidi on Neeme massiivi Maardu uuringualal avastatud peenekristalse apliitse rabakivi mõnekümne sentimeetri kuni kümnekonna meetri paksusi sooni. Neeme massiivi rabakivid on väga tugevad kaljukivimid, mille survetugevus on 100–200 MPa (apliitsetel soontel isegi üle 250 MPa), mahumass 2,65 g/cm<sup>3</sup>, poorsus 0,1 % ning seismiliste P-lainete levimiskiirus üle 6000 m/s. Tunneli läbindamiseks on piiterliit hea keskkond. A.M.

### Viidatud allikad

1. Anttikoski, U., Castrén, V., Cronvall, T., 1995. Helsinki-Tallinn railway tunnel, utopia or possibility. In: Asunmaa, M. (Editor) 1995. Helsinki-Tallinna kaksoiskaupunki. Tarua vai totta (Helsinki-Tallinn twin city. Fact or myth). Tallinn.
2. Reinsalu, E. 1994. Helsingi-Tallinna tunnel – ainult unistus. – Rahva Hääl, 23. aug. 1994.
3. Adamson, A., Pirrus, E.-A. 1994. Eesti oma graniit. – Eesti Loodus 9: 280–282.
4. Vilo, A. 1998. Kas nad on tõesti hulluks läinud? Horisont 1/1998:
5. Anttikoski, U., Vilo, A. 1999. Baltic Sea circular link via rock tunnels. World Tunnel Congress (Challenges for the 21st Century). Oslo.
6. Pastarus, J.-R. 1996. Suurte kaeveõonte stabiilsus Maardu graniidimaardlas. Doktoritöö. Tallinn, TTÜ.
7. Suuroja, K. 1979. Aruanne graniidiotsingutest Maardu piirkonnas (vene keeles). Eesti NSV Geoloogia Valitsus. Tallinn, EGF 3560.
8. Suuroja, K. 1982. Aruanne graniidi eeluuringutest Maardu piirkonnas (vene keeles).



**Joonis 10. Jägala kompleksi migmatiit 129,0–135,8 m sügavuselt võetud Rohuneeme puursüdamikus F126**

Foto: Tõnis Saadre



**Joonis 11. Piiterliit Neeme massiivi Maardu puuraugust F522 194,2–210,3 m sügavuselt**

Foto: Tõnis Saadre



Eesti NSV Geoloogia Valitsus. Tallinn, EGF 3947.

9. Koistinen, T. (ed.). 1994. Precambrian basement of the Gulf of Finland and surrounding area. 1:1 mill. Geological Survey of Finland, Espoo.

10. Suuroja, K., Klein, V. 1997. Crystalline rocks. In: Raukas, A., Teedumäe, A. (eds.). Geology and mineral resources of Estonia. Estonian Academy Publishers, Tallinn: 346–348.

11. Koppelmaa, H., Kivisilla, J. 1998. Põhja-Eesti kristalse aluskorra geoloogiline kaart mõõtkavas 1:200 000. Eesti Geoloogiakeskus. Tallinn

12. All, T., Puura, V. 1998. Vertical extent of small inorganic rapakivi massifs in NW Estonia – interpretations of potential fields. Geographic Journal 20 (4): 54–57.

13. Uustalu, A-M. 2008. Raudteetunnel Helsingi ja Tallinna vahele. – Kesknädal 14. mai 2008.

14. Harju maavalitsuse pressiteade. Helsingi abilinnapea Pekka Sauri: Kui Rail Baltic on reaalsus, on seda ka Tallinn-Helsingi tunnel. Tallinn, 5.10.2012.

15. Suuroja, S., Suuroja, K., Ploom, K., Kask, A. 2013. Unistus Tallinna–Helsingi tunnelist elab edasi. XXI Aprillikonverentsi „Rakendusgeoloogilistest uuringutest Eestis – olevik ja tulevik“. Teesid. Tallinn: 29–32.

16. Jaagant, U. 2013. Soome fiirdib taas Helsingi-Tallinna raudteetunneli ideega. Eesti Päevaleht 15. aprill 2013.

17. Ikävalko, O., Vähäaho, I., Suuroja, S. 2013. Soil and bedrock conditions to be expected in Tallinn-Helsinki tunnel construction.

18. Suuroja, S., Suuroja, K., Ploom, K., Kask, A., Soosalu, H. 2012. Tallinn-Helsinki tunnel soil and bedrock construction conditions. Compilation of a geological database for the possible Tallinn-Helsinki tunnel area. Geological Survey of Estonia. Tallinn.

19. Stumbur, H., Jõgi, S. 1965. Aruanne otsingu-kaardistamistöödest Suur-Tallinna ja selle ümbruse territooriumil mõõtkavas 1:50 000 (vene keeles). Tallinn, EGF 2394.

20. Meriküll, V., Jalakas, I., Morgen, E., Mardiste, A., Savitskaja, L., 1993. Tallinna ümbruse geoloogiline järelkaardistamine mõõtkavas 1:50 000. Keila, EGF 4695.

21. Suuroja, K., All, T., Kõiv, M., Mardim, T., Morgen, E., Ploom, K., Vahtra, T. 2002. Eesti geoloogiline baaskaart. Mõõtkava 1:50 000. Maardu leht. Seletuskiri ja geoloogilis-hüdrogeoloogiliste ning geofüüsikaliste kaartide komplekt. Tallinn, EGF 7475.

22. Suuroja, K., Shtokalenko, M., Gromov, O. 2010. Additional geological-hydrogeological survey of the Maardu granite massif. Report. Geological Survey of Estonia. Tallinn, 34 p.

23. Metsur, M., Metsur, Mait, Niitlaan, E., Raukas, A., Siitam, P. 2012. Geological and environmental preconditions for establishing the Maardu deep granite mine. Baltica.

24. Körvel, V., Malkov, B., Kiipli, T., Tammik, P. 1986. Balti mere Eesti osa kompleksne geoloogiline kaardistamine mõõtkavas 1:500 000 (vene keeles). Tallinn, EGF 4197.

25. Malkov, B., Kiipli, T., Rennel, G., Tammik, P. ja Dulin, J. 1986. Balti mere šelfi Eesti osa regionaalne geoloogilis-geofüüsikaline kaardistamine mõõtkavas 1:200 000 aastatel 1984–1985 (vene keeles). EGF 4188.

26. Suuroja, K., Niin, M., Suuroja, S., Ploom, K., Kaljuläte, K., Talpas, A., Petersell, V. 2010. Suur-Pakri saare ja selle lähiumbruse geoloogilis-geotehnilis-hüdrogeoloogiliste uuringute aruanne. Eesti Geoloogiakeskus. Tallinn, 188 lk.

27. Suuroja, K., Suuroja, S., Perens, R., Ploom, K., Kaljuläte, K. 2011. Tuumajaama võimaliku asukoha geoloogilis-geotehnilistest uuringutest Suur-Pakri saarel ja selle lähiumbruses. – Keskkonnatehnika 3: 31–35.

28. Kirs, J., Puura, V., Soesoo, A., Klein, V., Konsa, M., Koppelmaa, H., Niin, M., Urtson, K. 2009. The crystalline basement of Estonia: rock complexes of the Paleoproterozoic Orosirian and Statherian and Mesoproterozoic Calymmian periods, and regional correlations. Estonian Journal of Earth Sciences 58, 4: 219–228.

„IGAL AASTAL JUHTUB

MAAILMAS UMBES

270 MILJONIT

TÖÖÕNNETUST“ \*



Turvalisus ja ohutus on erakordselt tähtsad töötajate kaitsmisel ning iga ettevõtte edu alused. A+A pakub ettevõtetele häid töötervishoialaseid ideesid ning on selle valdkonna tähtsaim sündmus. Messil saab näha innovaatilisi tulevikutooteid, kohtuda oma ala asjatundjatega kogu maailmast ning saada teada, kuidas vabaneda turvalünkadest!

\*Allikas: International Social Security Association (ISSA)

5.–8. november 2013  
Düsseldorf, Saksamaa



Ohutus, turvalisus ja  
töötervishoid

Rahvusvaheline erialamess ja kongress

[www.AplusA-online.com](http://www.AplusA-online.com)

Rohkem teavet saab:  
ExpoVizija

Vytienio str. 9/25 \_ LT-03113 Vilnius \_ Lithuania / Litauen  
Tel: 00370 5 2106265 \_ Fax: 00370 5 2106264  
info@expovizija.lt



Messe  
Düsseldorf

# KOOSTOOTMISSEADE XRGI HOOLITSEB PUHTAMA KESKKONNA EEST JA HOIAB KOKKU RAHA

**ANDRUS HEIN**

AS Eesti Gaas

## SÜSINIKUHEITE VÄHENDAMINE ELEKTRIT JA SOOJUST KOOS TOOTES

Eesti elanikkonnast kasutab 60 % kaugkütet, s.o soojust, mis on toodetud katlamajas või elektrijaamas ning soojusvõrkude kaudu tarbijatele jaotatud [1]. Elektri ja soojuse koostootmise korral heidetakse keskkonda märksa vähem süsinikdioksiidi (CO<sub>2</sub>) kui siis, kui elektrit toodetakse soojuselektrijaamas ja soojust kaugkütte-katlamajas:

- 2 tonni põlevkivi põletamisel heidetakse atmosfääri 1 tonn CO<sub>2</sub>;
- 1 kWh elektrienergia tootmisel soojuselektrijaamas lendub 1,693 kg CO<sub>2</sub> ning kui võtta arvesse võrgus kaduva mineva energia tootmiseks kuluv 7 % lisakütust, on CO<sub>2</sub> heitkogus kliendi juures 1,82 kg CO<sub>2</sub>/kWh;
- 1 kWh soojusenergia tootmisel kaugkütte-katlamajas lendub 0,451 kg

CO<sub>2</sub> ning et võrgukadu on 20 %, siis kliendi juures on CO<sub>2</sub> heitkogus 0,563 kg CO<sub>2</sub>/kWh;

- 1 kWh<sub>el</sub> koostootmisel otse kliendi juures on CO<sub>2</sub> heitkogus vaid 0,23 kg CO<sub>2</sub>/kWh<sub>el</sub> [2].

Sellise lihtsustatud „näppudel“ tehtud arvestusega saab prognoosida, et kui tarbijale vajalikust 40 % elektrienergiast ja 25 % soojusenergiast koos toota, on võimalik CO<sub>2</sub> aastast heitkogust vähendada elektrienergia arvel 36 % ning soojusenergia arvel 16 %.

## MÜRA, VIBRATSIOON JA MIDAGI VEEL

AS Eesti Gaas paigaldas möödunud aastal oma 4000 m<sup>2</sup> suurusesse Liivalaia tn 9 hoonesse Taani firma *EC Power A/S* minikoostootmisjaama *XRGI 15* ning on 28. detsembrist peale sellega endale baaselektrienergiat ja soojusenergiat tootnud. Seade valiti nõnda,

et ta töötaks nii hoone soojus- kui ka elektritarbimise koormusgraafikute baaskoormuste katmiseks.

Koostootmiseseade *XRGI* on neljasilindriline 2,2-liitrise töömahuga maa-gaasil töötav Toyota ottomootor, mille väntvõll on ühendatud asünkroongeneraatori rootoriga. Staator on vahetult mootoriploki külge kinnitatud. Vibratsioon hoone tarinditele üle ei kandu, sest seade on torustikega ühendatud paindub liidetega ning mootoriplokk tugineb vibratsiooni summutavatele taldadele. Töötava seadme müratase on 49 dB ning lisasummuti abil on võimalik seda alandada 45 dB-ni. Selline müratase ei ületa linnakeskkonnanorme ega inimkõne valjust – töötava seadme-ga ruumis on inimestel võimalik vestelda ilma häält tõstmata.

Seadme töötamise ajal heidetakse õhku ka lämmastiku- ja väävliühendeid. Siin on aga lugu sama kui süsinikuheite puhul – tänu suuremale

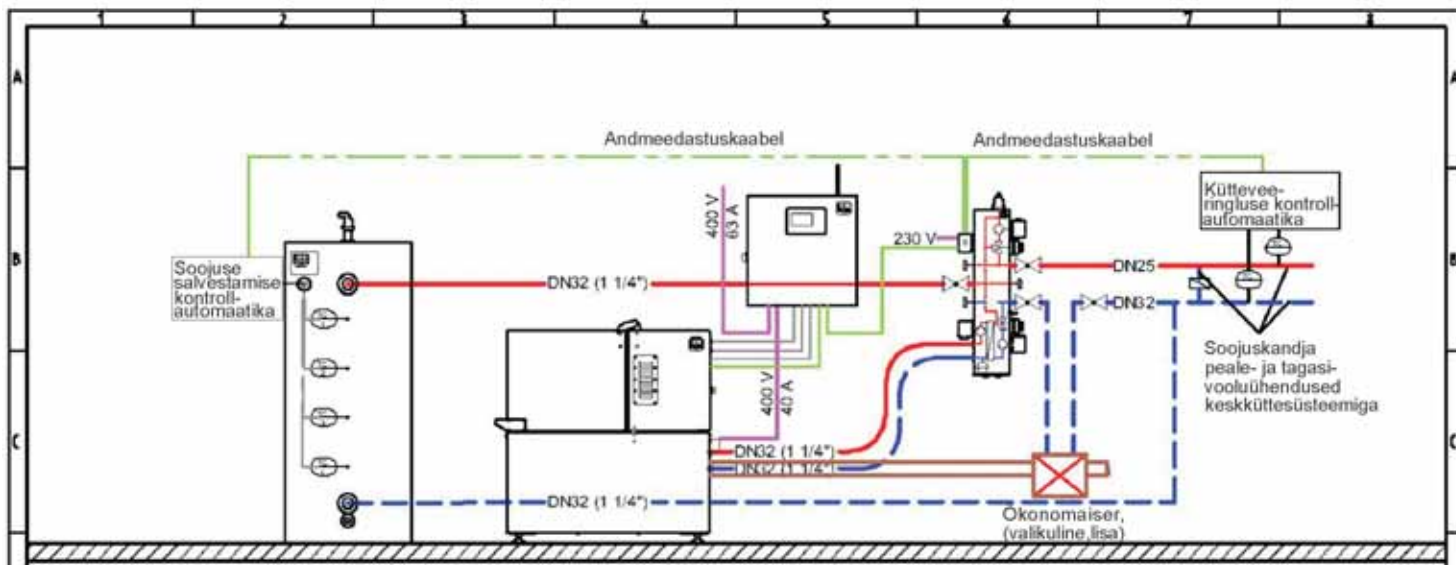
### Koostootmiseseadme XRGI 15 tehnilised andmed:

Müra	49 dB (A)
Mõõtmed (P x L x K)	125 x 75 x 111 cm
Mass	700 kg
Hooldusvälp	8 500 h
Tagastusvee maks. temp.	75 °C
Kütus	maagaas
Elektriline võimsus	6–15 kW
Elektriline kasutegur	30 %
Soojusvõimsus	17–30 kW
Soojuskasutegur	62 %
Kogukasutegur	92 %
CO <sub>2</sub> -heitkogus	< 150 mg/Nm <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub> -heitkogus	< 350 mg/Nm <sup>3</sup>





**Plokk skeem:**



kasutegurile ja olematutele võrguka-  
dudele on heitkogused väiksemad kui  
traditsiooniliste energiatootmisviiside  
korral. Eesti Gaasi hoonesse paigalda-  
tud mootori töörežiimide häälestamise  
ajal oli heitgaasi lämmastikoksiidisisal-  
dus täiskoormusel 85 ppm ning miini-  
mumkoormusel 75 ppm, mis annab  
heitkogusteks 172 ja 153 mg NO<sub>x</sub>/Nm<sup>3</sup>  
ning energiaühikule ümberarvesta-  
tuna 17,2–15,3 mg NO<sub>x</sub>/kWh, mis on  
üle kümne korra väiksem kui diisel-  
autodele kehtestatud norm Euro V  
(216 mg NO<sub>x</sub>/kWh).

**MUGAVUSEST**

Koostootmiseseade on häälestatud jälgi-  
ma hoone soojusvajadust ning kui soo-  
just ei tarbita, töötab ta veel poolteist  
tundi, kuni soojussalvesti täis saab,  
ning lülitub siis välja. Hoone hakkab  
siis tarbima elektrivõrgust tarnitavat  
energiat.

Kui elektrivõrgus vool katkeb, jääb  
seade seisma ning käivitub automaat-  
selt viis minutit pärast võrgupinge ja  
-sageduse taastumist. Avariigeneraato-  
rina pole seade mõeldud töötama ning  
energiavarustuskindlust ei suurenda.

Generaatori käivitumised ja selle  
juhtautomaatika lülitumised hoone  
elektritarbijaid ei häiri. Võib öelda, et  
koostootmiseseade olemasolu tarbijad  
ei märkagi, küll aga haldaja või ener-  
geetik, kes elektrimõõdikunäite edas-  
tab. Seadmega toodetud elektrienergia  
registreeritakse Eleringi andmelaos,  
kus saab tunnitäpsusega ülevaate nii  
toodetud kui ka tarbitud energiako-  
gustest.

**JÄLGITAVUS JA HOOLDUSVÄLP**

Peale kaugjälgitavate mõõdikute, mis  
salvestavad ja edastavad seadme iga  
tunni tarbimise ja tootmise, on või-  
malik tootjatehaselt tellida GSM-i  
kaudu korraldatavat ööpäevaringset  
järelvalvet. Järelevalve annab õigel ajal  
teada näitajate kõrvalekalletest ning  
teeb ettepanekuid nende majahalduri  
abil normi viimiseks ilma et oleks vaja  
hooldus- või erispetsialisti kohale kut-  
suda.

Hooldusvälbaks on tootja näinud  
ette 8 500 tundi või vähemalt kord 24  
kuu jooksul. Hooldamine lisab kulude-  
le ühe eurosendi toodetud elektri kWh  
kohta.

Koostootmiseseadme ühendamist  
elektrivõrguga alustas AS Eesti Gaas  
oktoobris 2011, mootori esimene kat-  
sekäivitus tehti 22. novembril ning võr-  
guleping sõlmiti 28. detsembril 2012.  
Kuigi seade pole väga suur ega tehni-  
liselt kuigi keerukas, on vaja rahuldada  
võrgueeskirjades esitatavaid nõudeid  
liitumisprotseduuride kohta, mis on  
ühesugused seadmetele võimsusvahe-  
mikus 11 kW kuni 1 MW. Kuna Eestis  
seda tüüpi seadmeid pole varem võrku  
ühendatud, siis kulus võrguettevõtjal  
seadmega tutvumiseks rohkem aega  
kui planeeriti. Projekti maksumuse  
kokkuvõtteks saab öelda, et seade ise  
maksis 28 000 eurot, millele lisandusid  
montaaži-, projekteerimis- ja üldehi-  
tustööde kulud.

Hoonesse 15 kW<sub>el</sub> koostootmisesead-  
me paigaldamine, mille soojusvõimsus  
on 30 kW, läheb maksma u 45 000 eurot.  
Kui seadet saab töös hoida terve kütte-

perioodi kestel, s.o 6000 tundi aastas,  
toodab see omanikele tagasi elektri-  
energia arvel 6000 h·15 kW<sub>el</sub>·0,08 senti/  
kWh = 7200 EUR ning kaugkütte arvel  
6000 h·30 kW<sub>th</sub>·0,24 EUR/MWh/1000 =  
4320 EUR aastas. Et aastasääst on 7200  
+ 4320 = 11 520 EUR, tasub seade en-  
nast ära juba nelja aastaga. Arvestuses  
pole tõhusa koostootmise toetust ar-  
vesse võetud ning majanduslikult mõt-  
tekaks osutuks taotleda toetust siis, kui  
seadme võimsus on vähemalt 50 kW<sub>el</sub>,  
sest konkurentsiamet küsib tootmisloa  
eest 1278 eurot aastas.

Kui Teil tekkis huvi saada oma hoone-  
le koostootmise sisseseadmise eelarvet,  
andke oma soovist teada artikli autori-  
le (andrus.hein@gaas.ee, tel 6303064).

A.M.

**Viidatud allikad**

1. Riigi tegevus soojusvarustuse jätku-  
suutlikkuse tagamisel. Riigikontrolli aru-  
anne Riigikogule 4. märtsil 2011.a:  
<http://www.riigikontroll.ee/Auditeeritavaile/Audititeplan/L%20C3%B5ppenudauditid/tabid/284/AuditId/64/language/et-EE/Default.aspx>,
2. [http://www.engineeringtoolbox.com/co2-emission-fuels-d\\_1085.html](http://www.engineeringtoolbox.com/co2-emission-fuels-d_1085.html).



# Radiodetection – täpsed ja vastupidavad toru- ja kaabliotsimisseadmed

## Uus C.A.T4+ – ikka töökindel ja lihtne kasutada, ent eelmisest palju arukam ▶

- Väga tundlikud passiivrežiimid töösoleva kaabli asukoha kindlakstegemiseks
- *StrikeAlert*, s.o maapinna lähedal paikneva kaabli hoiatusalarm
- Tugeva elektrivälja automaatfilter
- Vastavuse kontrollimine tehasehäitajatega ning sertifikaadi väljastamine interneti kaudu



## ◀ Uus RD8000B on esimene Bluetooth-lahendusega toru- ja kaabliotsimisseade

- Lokaatori ja signaaligeneraatori Bluetooth-ühendus võimaldab vahetada sagedusi, muuta võimsust või lülitada signaaligeneraator ooterežiimi
- Seadmel on kompass toru või kaabli kulgemissuuna näitamiseks
- Ekraanil on ühekorraga nähtavad antenni null- ja tipprežiimid
- Pidev sügavusnäit
- CD-funktsioon kaablite identifitseerimiseks
- Tugeva segava välja digitaalne filtrimisfunktsioon
- Plastisolatsiooniga kaablite rikkeotsing lisaseadmega A-Raam
- Parim ja unikaalseim praegu saadaval olev seade!

### Küsi julgelt lisainformatsiooni:

Andres Minn  
Mobiil 503 0275  
Telefon 683 1904  
E-post: andres@lokaator.ee

# Radiodetection – uued kompaktsed ja vastupidavad torukaamerad



### **P340 \***

50 mm kaamerapeal jagub valgusvõimsust kuni 300 mm toru sisemuse filmimiseks

Lae USB mälu pulgaga arvutisse ning töötle videot ja esita aruandeid lihtsa tarkvara Flexisight abil

Kaamerapea asukoht ja sügavus maapinnast määravad uue kaabli ja toru asukoha määramisseadme RD7000+ abil

\* *Maikuu laokaupadele erakordsed soodushinnad!*

### **P350 \*\***

Kompaktne ja portatiivne traktorkaamera

Sobib 100 kuni 1000 mm läbimõelduga torude sisemuse filmimiseks

Kaks kaldeanduriga kaameratraktorit sobivad nii otsevaatava, pööratava kui ka suurendava kaamerapea jaoks

Kontrollkeskus P350 ühildub ka lükatava kaamerakomplektiga P340

\*\* Hinnad alates 16 000 eurost (lisandub käibemaks)

Lisainfo:  
[www.lokaator.ee](http://www.lokaator.ee)

Mala GeoScience - maapinnaradarid  
[www.malags.com](http://www.malags.com)

Radiodetection Ltd -  
kaabliotsimisseadmed ja torukaamerad  
[www.radiodetection.com](http://www.radiodetection.com)







Foto 1. Maaülikooli renoveeritud tehnikamaja

Foto: EMÜ arhiiv

# TARTU TUNNISTAS MAAÜLIKOOLI TEHNIKAMAJA 2012. AASTA PARIMA ENERGIALAHENDUSEGA EHITISEKS

## PRIIT SASI

Projekti EmPower konsultant

KUIGI maaülikooli tehnikamaja renoveeriti aastail 2009–2011, tunnistas Tartu linn selle tänava aprillis korraldatud *Intelligent Energy Europe* (IEE) programmi raames korraldatud *EmPower*-konkursil „Nutikas energialahendus 2012“ parimaks ühiskondlikuks hooneks. Hoone konkursile esitanud EMÜ haldusdirektori Kalju Koha sõnul on enamik hoone energiatõhusust tagavaid lahendusi rakendatavad ka muudel suuremahulistel renoveerimistel.

Eestis kulub hoonetele üle 40 % üldisest energiatarbust, millest 63 % kasutavad kortermajad ja avalikud hooned. Selle aasta alguses kehtima hakanud Vabariigi Valitsuse määruse „Energiatõhususe miinimumnõuded“ kohaselt ei tohi oluliselt rekonstrueeritavate haridushoonete energiatõhususarv

ületada 200 kWh/(m<sup>2</sup>·a) ning madalenergiahoonete oma 120 kWh/(m<sup>2</sup>·a). Tehnikamaja tulemused on paremad: soojusenergiat kulub 75,9 ning elektrienergiat 31,9 kWh/(m<sup>2</sup>·a).

Tehnikamaja (foto 1) renoveerimisel seati peale soojusenergiatarbe vähendamise eesmärgiks ka hea sisekliima loomine. Soojusenergia hoidmiseks muudeti maja soojuskatte ja uute avatäidetega enam-vähem õhukindlaks ning ehitati ümber kütte- ja ventilatsioonisüsteem. Suurendati ka hoone köetavat pinda ning uuendati täielikult elektri- ja valgustussüsteem. Moodsa sisustuse said õppe- ja personaliruumid ning laborid.

Töömahukaim oli nutika energialahenduse – nõudluspõhiselt reguleeritava (ingl *demand controlled ventilation*,



DCV) ventilatsiooni- ja küttesüsteemi rajamine. Algul kavatseti renoveerida ning projekteeritigi üksnes tehnikamaja ventilatsioon. Kui hiljem selgus, et võimalik on saada lisaraha, otsustati maja täielikult renoveerida.

Tehnikamaja sisekliimat reguleerib automaatika kahe näitaja – ruumiõhu



Foto: Margus Ansu

Foto: Sille Annuk/Postimees

**Foto 2. Ventilatsioon: a** ühutorustik ning VAV-klapid ja mürasummutid on sihilikult nähtavale jäetud, **b** esinduslikumates ruumides varjab neid ripplagi

süsihappegaasisalduse, millest on värske õhu juurdevooluhulk, ja temperatuuri järgi. Väljapuhkeõhu soojusest kasutatakse soojusvahetites 80 % ära värske sissepuhkeõhu soojendamiseks.

Kui inimestest eralduva või päikesesoojuse hulk suureneb ning ruumitemperatuur tõuseb üle seadeväärtuse, siis radiaatorite termostaatventiilid sulguvad, ning kui ruumis kedagi ei ole, väheneb õhuvahetus miinimumini – vahelduva vooluhulgaga ventilatsiooni VAV (ingl *variable air volume*) klapp peaaegu sulgub. Kõigil akendel on mikrolülitid, mis sulgevad akna avamise korral radiaatorite termostaatventiilid. Kui võimalik, jahutatakse ruume jahe-dama välisõhuga, selleks avaneb täielikult õhuvahetusklapp (VAV-klapp).

Ventilatsioonisüsteemi (foto 2) projekteeris OÜ Vivaprojekt 2008. aastal, kui muutuva vooluhulgaga ventilatsioon oli veel suhteliselt uudne. Praegu on Eestis juba oluliselt rohkem hooneid, kus selline süsteem on kasutusel, ning VAV-ventilatsiooni sisseseadmist kaalutakse peaaegu kõigisse uutesse ehitistesse, milles viibivate inimeste hulk periooditi tugevasti muutub. Tulevikus

võib õhuvahetuse inimestepõhine reguleerimine kujuneda standardiks, praegu sõltub selline konstantse vooluhulgaga süsteemist poolteist korda kallim ventilatsioon rahakotist. Sisekujunduse seisukohast võib olla keeruline võrdlemisi suuri VAV-klappe ja mürasummuteid ära peita. Süsteemi projekteerinud insener Mart Sibul soovib võimalikult täpselt hinnata ruumide kasutamist, sest sellest olenevad vahetusõhu hulk, energiakulu ja võimalik kokkuhoid.

### RUUME KÜTAB KA KÜTTELABORIS TEKKIV SOOJUS

Tehnikamajal endal katlamaja ei ole – hoone on ühendatud AS Erakütte kaugküttevõrku. Käesoleva aasta jaanuaris sai valmis väikekatelde õppe- ja katselabor e küttelelabor, milles korraldatakse energetika eriala üliõpilastele praktikume ning uuritakse kütuseid, põletustehnoloogiasid ja kütteseadmeid [1]. Viie korruse kõrguse korstna (foto 3) kaudu äräjuhitavate põlemisgaaside soojendatud vesi juhitakse kogumipaaki ning sealt sooja tarbevee- ja küttesüsteemi. Katelseadmete koguvõim-

sus on 300 kW ning optimistlike kavade kohaselt on võimalik neid teadus- ja õppeotstarbel kogu aeg käigus hoida. Kui naaberriikide (nt Soome ja Läti) sarnastes laborites toodetud soojus lendu lastakse, siis tehnikamajas mitte. Kogu maja küttebilansis sellel just väga suurt tähtsust ei ole, ent sääst on ikkagi olemas.

Energiat säästab ka kuuekorruselise tehnikamaja lift, mis genereerib liikumisel elektrit. Vastukaalust kergema lifti ülesõitmise ajal ning vastukaalust raskema lifti allasõidu pidurdamisel vabanev energia muundatakse elektrienergiaks, mis läheb ühefaasilisena hoone elektrivõrku. Sellise rohelisele ülikoolile sobiva lahenduse soovitas liftitootja *Kone*, kelle kiirliftid võivad piisava sõidutiheuse ja hoone kõrguse puhul tagasi anda ligi kolmandiku liftile kuluvast energiast.

### SOOJUSENERGIASÄÄST ON ELEKTRIENERGIAKULU KASVUST SUUREM

EMÜ spetsialistide Jaanus Uiga ja Alo Alliku 2012. aasta lõpus koostatud





**Foto 3. Küttelebori korsten ja päikesepaneelid ootavad rakised**

Foto: Jassu Hertsmann

soojus- ja elektrienergiatarbe aruandes on näha, et võrreldes 2008. aastaga vähenes soojusenergia tarbimine köetava pinnahiku kohta 24 %, s.o 23,5 kW-h/(m<sup>2</sup>·a) ning oli elektrienergia tarbimise kasvust (8,5 kW-h/(m<sup>2</sup>·a) mitu korda suurem (tabel 1). Rahas mõõdetuna vähenesid kogukulud köetava pinna kohta isegi avatud elektrituru tingimustes.

Rohked uuendused kogukulusid siiski ei vähendanud, sest

**Tabel 1. TEHNIKAMAJA RENOVEERIMISE MÕJU ENERGIAKULULE**

Näitaja	2008	2012	Muutus	Muutus %
Köetav pind m <sup>2</sup>	7536	8862	1326	+ 17,6
Köetav kubatuur m <sup>3</sup>	31400	37062	5662	+ 18,0
Soojusenergiakulu MW-h/a	749	673*	76,3	- 10,2
kW-h/(m <sup>2</sup> ·a)	99,4	75,9	-23,5	- 23,6
kW-h/(m <sup>3</sup> ·a)	23,9	18,2	-5,70	- 23,9
Elektrienergiakulu MW-h/a	176	282*	106	+ 60,4
kW-h/(m <sup>2</sup> ·a)	23,4	31,9	8,50	+ 36,4
kW-h/(m <sup>3</sup> ·a)	5,60	7,62	2,01	+ 35,9

\* Jaanuarist novembrini 2012. aastal mõõdetud ning detsembri kohta 2011. aasta andmed

kuigi küttekulud vähenesid, kulub paljude süsteemide koostöös vajalikele automaatikaseadmetele pidevalt elektrit, oluliselt suurenes köetav pind. Raha kulus ka sisseseade uuendamisele. Sellised tulemused on hoonete moderniseerimisel pigem tavalised ning elektrienergiakulu suurenemist ei saa lugeda renoveerimise negatiivseks mõjuseks. Oluline tulemus on töökeskkonna parenemine.

Tulevikule mõeldes rajati tehnikamaja katusele rakised päikesepaneelide jaoks ning võimalused päikeseelektri ühendamiseks vooluvõrku. Kütte- ja ventilatsioonisüsteemi on võimalik järk-järgult veelgi tõhusamaks muuta, nt juhtides õppehoonete väljapuhkeõhu soojust garaazidesse ja töökohtadesse.

Tehnikamaja poolteist aastat kestnud renoveerimine maksis 3 032 890 eurot, millest 92 % saadi Euroopa Liidu ühtekuuluvusfondist ning kaheksa protsenti ülikoolilt endalt.

A.M.

#### Viidatud allikas

1. Hovi, M., Menind, A., Märss, M., Hovi, K. 2013. *Ecohousing – energiatõhusate ja keskkonnahoidlike elamutele pühendatud projekt*. – Keskkonnatehnika, 1: 9–11.

**GreenForce**

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

Greenforce OÜ, Gaasi 6a, 11415 Tallinn,  
Tel: 602 54 61, faks: 602 54 60  
info@greenforce.ee

**Plastist ventilatsioonisüsteemid**

# KÜTTE- JA JAHUTUSSÜSTEEMIDE DÜNAAMILINE HÜDRAULILINE TASAKAALUSTAMINE

MITME PÜSTIKUGA kütte- ja jahutussüsteemide hüdrauliline tasakaalustamine on üks energiatõhususe saavutamise põhinõudeid. Kütte- või jahutusvedeliku ebaotstarbekas jagunemine suurendab tunduvalt energia-kulu ning vähendab hoone kasutusmu-gavust.

Süsteemid peavad dünaamiliselt reageerima jahutus- ja küttevajaduse muutumisele aasta kestel. Suurema osa aastast töötavad nad osalise võimsuse-ga, ent peavad lühemat aega olema või-melised tasakaalustatuna toimima ka täisvõimsusel.

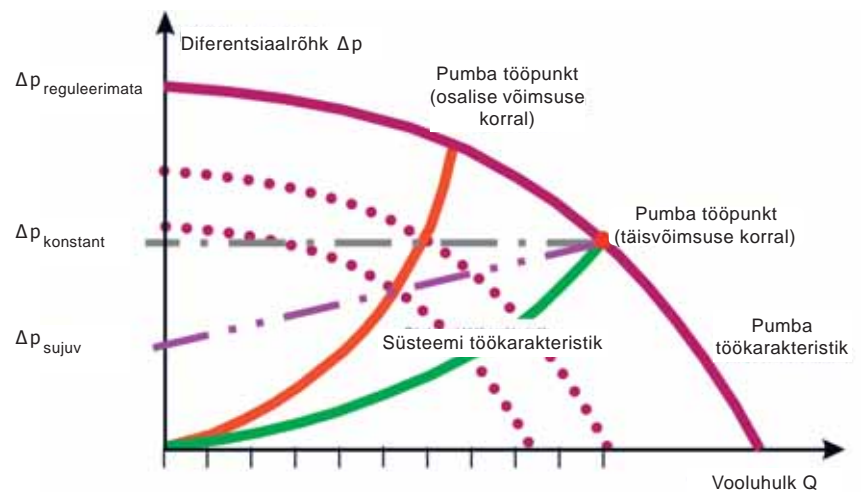
## SÜSTEEMI REGULEERVENTIILIDE TASAKAALUSTAMINE KÄSITS

Kogemus näitab, et ventiile käsitsi re-guleerides kulub süsteemi tasakaalus-tamisele väga palju aega. Iga ventiili on vaja mitu korda keeramas käia seetõttu, et iga reguleer- ja toite-kaksikventiili seadmisega muutub osarõhk ja voo-

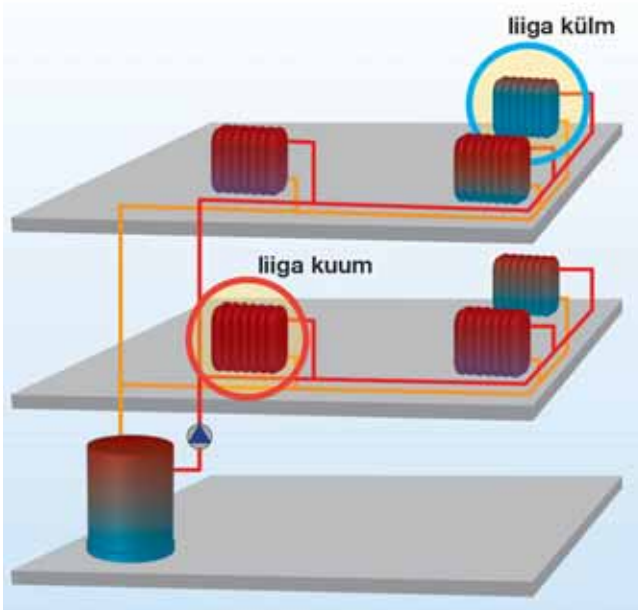
lutakistus selle teenindatavas püstikus ning see põhjustab vooluhulga muu-tumist ka teistes püstikutes. See sunnib püstikuid läbivaid vooluhulki kordu-valt reguleerima, et kõrvalekaldumine arvutusvooluhulgast oleks võimalikult

väike. Aja- ja töökulu on väga suur.

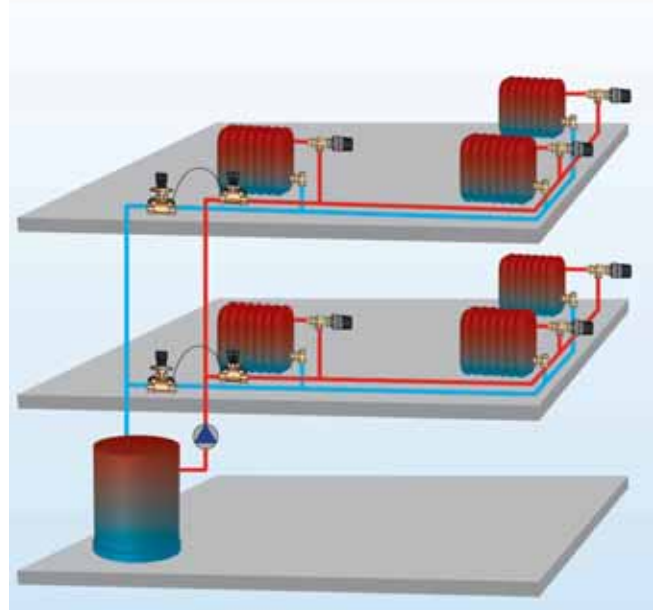
Kui osalisel võimsusel töötamise ajal mõni püstik kinni keeratakse, ei ole kä-sitsi keeratav ventiil kuidagi võimeline oma seadistust muutma ning kinnikee-ramata püstikud toidetakse üle.



**Süsteemi töö täisvõimsuse ja osalise võimsuse korral**



**Tasakaalustamata süsteem**



**Tasakaalustatud süsteem**



## REGULEERVENTIILIDE DÜNAAMILINE TASAKAALUSTAMINE

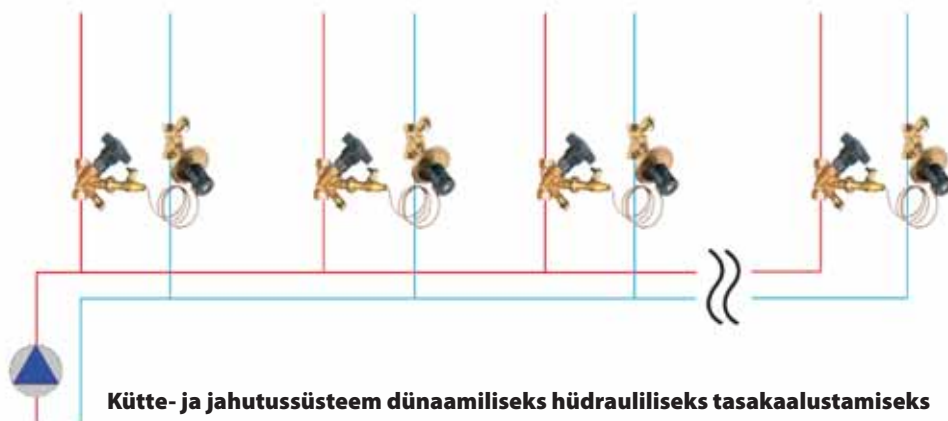
Dünaamilise tasakaalustamise korral juhitakse diferentsiaalrõhku nõnda, et igas püstikus ringleks arvutusvooluhulk. Nõutav diferentsiaalrõhk seadistatakse rõhuregulaatoris (kui vaja, koos reguleer- ja toite-kaksikventiilide eelseadistamisega).

Kui vajalik vooluhulk on seadistatud, hoiab diferentsiaalrõhuregulaator vooluhulga püstikus püsivana isegi siis, kui ülejäänud püstikuid alles reguleeritakse.

Selle meetodi eelis on see, et püstikuid on vaja tasakaalustada ainult üks kord ning aja- ja töökulu on märksa väiksemad.

Püstikut läbiva vooluhulga muutmise korral muutub ka diferentsiaalrõhk. Sellele reageerib diferentsiaalrõhuregulaator, mis erinevuse tasakaalustab. Kui osalise võimsusega töötamise ajal mõned püstikud sulguvad, muutub rõhk kõigis püstikutes ning diferentsiaalrõhuregulaator hoolitseb selle eest, et üheski püstikus ei oleks rõhk suurem kui on vaja õige vooluhulga läbilaskmiseks.

Kütte- ja jahutussüsteemide dünaamiliseks hüdrauliliseks tasakaalustamiseks soovitate *Oventrop*-ventiile: →



**Kütte- ja jahutussüsteem dünaamiliseks hüdrauliliseks tasakaalustamiseks vajalike ventiilide ja regulaatoritega**



**Peaveoolutorule seatav reguleer- ja toite-kaksikventiil *Hydrocontrol* VTR**



**Tagasivoolutorule seatav diferentsiaalrõhuregulaator *Hydromat* DTR/DFC, mis hoiab diferentsiaalrõhu püstikus konstantsena**

### OVENTROP'I MÕOTESÜSTEEM OV-DMPC

*Oventrop* uus USB-liidesega varustatud mõotesüsteem *OV-DMPC* teeb kütte- ja jahutussüsteemide tasakaalustamise eriti lihtsaks ja täpseks. Mõotesüsteemi, millel on kaasas Windows'i tarkvara, saab ühendada kõigi tänapäevaste arvutitega.

*OV-DMPC*'i programm sisaldab liideseid *Oventropi* tuntud arvutusprogrammidega *OVselect* ja *OVplan*. Juba arvutatud süsteeme saab salvestada ning vajadusel uuesti seadistada.

Et hiljuti välja töötatud *Combi*-meetod lubab teoreetilisi arvutusi kombineerida mõotmistulemustega, on võimalik kiiresti ja täpselt tasakaalustada ka vanu kütte- ja jahutussüsteeme.

### KOKKUVÕTTEKS

Dünaamiline hüdrauliline tasakaalustamine on ideaalne lahendus diferentsiaalrõhkude ja vooluhulkade tasakaalustamiseks kütte- ja jahutussüsteemides. Eelseadistatavate reguleer- ja toite-kaksikventiilide kombineerimine diferentsiaalrõhuregulaatoriga hõlbustab süsteemide tasakaalustamist mistahes tingimustes (töötamisel nii täiskui ka osalisel võimsusel). Kui sel moel kontrollida diferentsiaalrõhku, pole kartata reguleerventiilides tekkivat müra. I.A.M.

### Lisateave firma *Oventrop* toodete kohta:

Ivar Pärn  
Peatskivi küla, Alatskivi vald  
Tartu maakond 60216  
Tel.: +372 5108662  
Faks: +372 53070722  
e-mail: [ivar@oventrex.ee](mailto:ivar@oventrex.ee)  
[www.oventrop.com](http://www.oventrop.com)



**Dünaamiline tasakaalustamine**

# HALLITUSSEENED KUI HOONETE BIOLOOGILISED OHUTEGURID

## AVE SADAM<sup>a</sup> ja ENE INDERMITTE<sup>b</sup>

<sup>a</sup> SA Eesti Mükoloogiauringute Keskus, <sup>b</sup> Tartu Ülikooli tervishoiu instituut

VÖTKEM aega ja mõelgem, mitu tundi ööpäevas veedame aega ruumides – see võib moodustada isegi kuni 90 % kogu ajast. Seetõttu peaksime mõtlema ka sellele, millised ohutegurid meid ruumides ümbritsevad. Töötervishoiu ja tööohutuse seadus [1] loeb siseruumiõhu bioloogilisteks ohuteguriteks baktereid, viirusi, seeni, rakukultuure, inimese endoparasiite ja muid bioloogiliselt aktiivseid aineid, mis võivad põhjustada nakkushaigusi, allergiat või mürgistust. Käesolevas artiklis keskendume ühele enamlevinud bioloogilisele ohutegurirühmale – hallitusseentele.

Hallitusseened elavad mullas, taimedel ja surnud või kõduneval orgaanilisel materjalil. Looduskeskkonnas mängivad need seened olulist rolli orgaaniliste materjalide lagundamisel. Hallitusseenerakkudes ei ole klorofüllit, nagu taimedel, seetõttu peavad nad ellujäämiseks toituma taimsetest ja muudest orgaanilistest ainetest. Kui poleks hallitusseeni, oleks kogu keskkond kaetud surnud orgaanilise materjaliga.

Hallitusseened on mikroseened, mis moodustavad mütseeli e seeneniidistiku, mitte aga silmaga nähtavaid viljakehasid. Paljunemiseks ja levimiseks toodavad nad mikroskoopilisi eoseid, nii nagu taimed seemneid. Hallitusseeneeoseid leidub nii välis- kui ka siseruumiõhus ning nad on võimelised kasvama mitmesugustel materjalidel ja pindadel. Kõige sagedamini arenevad hallitusseened pinnakattevahenditega (värv, lakk vms) töödeldud või tselluloosi sisaldavatel materjalidel (tapeet, kipskartongplaat, puit, soojustusmaterjal jms). Selleks et hallitusseened hakkaksid neil materjalidel kasvama, on vaja sobivaid keskkonnatingimusi: (liig)niiskust, soodsat temperatuuri (0 ~ + 40 °C) ning toitainete olemasolu ja kättesaadavust. Kõige enam sõltub hallitusseente eluvõimelisus niiskusest (suhteline õhuniiskus 70–100 % ning materjali veesisaldus üle 35 %).

Tänapäeval renoveeritakse hoogsalt vanu hooneid – vahetatakse välja puitaknaid, soojustatakse piirdetarindeid, kaetakse välisseinu uute materjalidega ning viimistletakse interjööri. Seejuures ei pöörata sageli tähelepanu ruumide piisavale õhuvahetusele (ventilatsioonile), mistõttu õhku saastavad ained jäävad ruumidesse pidama ning niiske siseõhk soodustab mikroorganismide elutegevust. Kui selline olukord püsib, tekivad niisketes kohtadesse juba silmaga nähtavad hallitusseenekolonniad – kahjustada saavad akende ümbrused, seinad ja lae ning seinad ja põranda vahelised nurgad (foto 1), ripp-laetagused pinnad, plaadivuugid, silikoontihendid jms. Niiskus- ja seenkahjustusi võib siseruumides põhjustada ka katuse läbijooks, tegemata hooldustööd, veeauru kondenseerumine külmasilla kohas või torustikuleke. Ruumiõhu niiskusallikas on ka inimene ise, kes eritab ööpäevas kuni liiter vett [2].

Niiskusprobleemide ja hallitusseente kasvamise ilmnemisel hakkavad kahjustatud ruumides pidevalt viibivad inimesed tundma spetsiifilist lõhna ja kurtma terviseprobleemide üle. Sagedasemad sümptomid on peavalu, naha ja limaskestade ärritusnähud, hingamisraskused, astmasümptomite süvenemine



Foto 1. Hallitusseenekolonniad tapeedil ja tapeeditagustel seintel

ning muud allergilised reaktsioonid. Kõik need sümptomid võivad olla tingitud pidevast kokkupuutest mikroorganismide, sh hallitusseentega. Paljud hallitusseened on allergeenid ning võivad teatud tingimustel eritada ruumiõhku ohtlikke mükotoksiine. Haigussümptomite teke ja raskusaste sõltuvad eoste ning seeneosakeste hulgast ruumiõhus, hallitusseeneeliigist, inimese vastuvõtlikkusest ja vanusest. Lapsed, vanurid ja kroonilisi haigusi põdevad inimesed on bioloogiliste ohutegurite suhtes tundlikumad. Sissehingatavad hallitusseeneeosed põhjustavad haigussümptomeid siis, kui nendega pikka aega kokku puututakse. Kui õhu eosesaldus on väga suur, võib olla ohtlik ka lühiajaline kokkupuude (nt lammutus- või koristustöö ajal), seetõttu on tarvis hingamisteid kaitsta maskiga ning kanda tööriietust.

Hoonete ruumiõhus leidub mitut liiki hallitusseeni. Õhuanalüüsidest leitakse kõige sagedamini hõimkonna *Ascomycota* (kottseened) perekondadesse *Aspergillus* (kerahallik – foto 2), *Penicillium* (pintselhallik) ja *Cladosporium* kuuluvaid seeni. Paljud hallitusseeneeliigid on võimelised tungima materjali sisse, põhjustades selle bioloogilist lagunemist. Kui hallitusseeni on ruumiõhus palju, võivad nad põhjustada nahaärritusnähte ning toitu saastada. Eestis on hallituse tekitajaina tuntuimad perekonna *Aspergillus* liigid *A. fumigatus*, *A. flavus* (kollane kerahallik), *A. niger* (must kerahallik) ja *A. roseus* (roosa kerahallik). Must kerahallik võib toota inimesele ohtlikke mükotoksiine. Mitu perekonna *Aspergillus* liiki põhjustab ohtlikku seeninfektsiooni – lindudel ja mesilastel Eestis laialt levinud aspergilloosi, millesse võivad nakatuda ka loomad ja inimesed. Terve immuunsüsteemiga inimesele ei ole kerahallikud tavaliselt ohtlikud. Pintselhallikud on parasvõttes tüüpilised ruu-

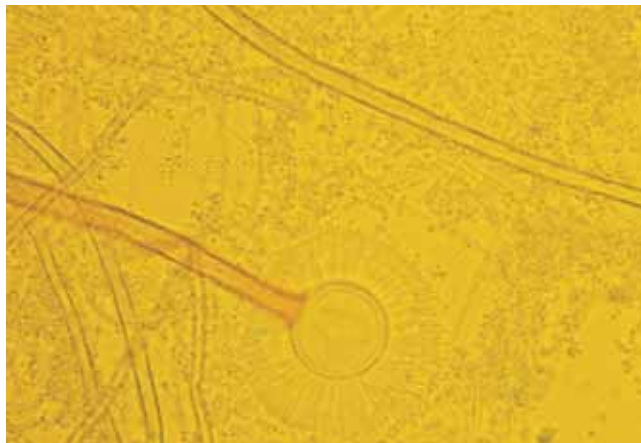


miõhus levivad hallitusseened. Terve immuunsüsteemiga inimesele ei ole nad ohtlikud, ent kui neid on õhus palju, võivad nad tekitada allergiat ja muid haigusnähte. Ka seeneperekond *Cladosporium* on parasvöötmes laialt levinud ning esineb sageli ka ruumiõhus. Mõned selle perekonna liigid võivad olla tugevad allergeenid. Siin käsitletud perekonnad on ainult väike osa siseruumiõhus leiduda võivatest hallitusseentest [3, 4].

Kui inimestel tekib elu- või tööruumide sisekliimast põhjustatud tervisekaebusi, võib see olla tingitud liigest ja pikaajalist kokkupuutumisest hallitusseentega. Kahtluse korral on kõige olulisem teada saada, kui palju hallitusseeneeoseid ja -osakesi ruumiõhus leidub ning mis liiki nad on. Õhu hallitusseenesaldust saab mõõta õhuanalüsaatori abil, mille analüüsitava õhu hulk on reguleeritav. Õhuanalüsaatoreid on mitmesuguseid ning sõltuvalt nende tööpõhimõttest võivad saadud tulemused olla mõnevõrra erisugused. Seetõttu tuleb mõõtmistulemuste võrdlemisel alati jälgida, kas on kasutatud sama tüüpi analüsaatorit. SA Eesti Mükoloogiauringute Keskus kasutab juba kaks aastat tsentrifugaalanalüsaatorit (foto 3), mis sadestab õhus leiduvad seeneosakesed spetsiaalsele söötlele või filtrile. Uuritud on õige mitmesuguseid objekte – büroohooneid, koole, lasteaedu, tööstushooneid, eramuid ja kortermaju. Mõõtmisi sooritatakse tavaliselt ruumi normaalse kasutusaktiivsuse ajal. Kuna riiklikult kehtestatud piirnormid puuduvad, on mikrobioloogiliste õhuproovide tulemuste interpreteerimiseks vaja probleemsete ruumide õhuproove võrrelda nn kontrollproovidega. Võrdlusproovid võetakse nii välisõhust kui ka kontrollruumist, kus pole sisekliimast põhjustatud tervisekaebusi. Mõõtmine kestab ruumide ja proovivõtukohtade arvust sõltuvalt ühest nelja tunnini.

Kui õhuproovid on võetud, jätkub töö laboris, kus neid kasvatatakse 5–7 päeva temperatuuril 25–28 °C ning seejärel loendatakse moodustunud hallitusseenepeasad, arvutatakse kvantitatiivsed näitajad ja määratakse seeneliigid. Tulemused esitatakse pesa moodustavate ühikute (PMÜ) üldarvuna õhukuupmeetri kohta. Seni ei ole Eestis töö- ega eluruumide õhu kohta kindlaid normatiive. Soome Töötervishoiu Instituut soovib hallitusseente piirnormiks eluruumiõhus kuni 500 PMÜ/m<sup>3</sup> ning kontoriruumiõhus kuni 50 PMÜ/m<sup>3</sup> [5]. Kui piirväärtus ületatakse, viitab see ruumiõhu ülemäärasele saastatusele ning võimalikule mikroobikasvule.

Hallitusseente hulk ja liigiline koosseis sõltub ruumiõhu niiskusest, temperatuurist ja aastaajast ning on ajas muutuv. Talvisel perioodil on õhus hallitusseeni märksa vähem kui su-



**Foto 2. Ühe *Aspergillus*-liigi koniidikandja ja koniidid (40-kordne suurendus)**

vel. Õhu eosesisaldus võib oleneda ka sellest, kas proov võetakse hommikul, keskpäeval või õhtul, sest ebakorrapäraselt töötav ventilatsioon või tegevus ruumis (õppe- ja vahetundide rütm koolis, koristamine, pesu kuivatamine, söögitegemine jms) võivad nende sisaldust tugevasti mõjutada. Hallitusseenesisalduse püsivamat muutumist võivad põhjustada ka ilmastikutingimused (tuul, sademed).

Hoonete niiskuskahjustuste määramisel on abiks liigniiskuse indikaatorliigid, s.o hallitusseened, kes armastavad kasvada liigniiskes keskkonnas. Kui õhuproovid sisaldavad rohkesti liikide *Aspergillus versicolor*, *A. fumigatus*, *Stachybotrys chartarum* või *Trichoderma* sp. eoseid, on hoone siseõhk tavapärastest niiskem, mida võib põhjustada ruumi või hoone vee- kahjustus.

Õhuproovidest välja kasvanud hallitusseenekolonid määratakse perekonna või liigi tasemeni. Liigipõhiselt hinnatakse, kas õhus on toksiline tootvaid hallitusseeni, liigniiskuse indikaatorliike või ruumiõhu tavapäraseid liike. Kui analüüsil selgub, et ruumiõhuproovis on seente liigiline koosseis sarnane ning hallitusseenepeasade arv sama või väiksem võrreldes välisõhuga, siis on hoone „mikroobne tervis“ korras. Kui õhuproovis leidub vaid üks liik või mõni liik domineerib, on tõenäoline, et hallitusseente levikut hoonetes põhjustab mõni hoonesisene tegur (liigniiskus vms).

Millised seeneliigid ja millisel hulgal ruumiõhus esinevad, sõltub õhuniiskusest ning materjalidest, s.o seente toitesubstraatidest. Rootsist korraldatud uuringus [6] analüüsiti hoonetes

## Sihtasutus Eesti Mükoloogiauringute Keskus

- Hallitusseente uurimine ja laboratoorne analüüsimine. Hallitusseente terviseohtlikkuse määramine olenevalt liigist ja kvantitatiivsetest näitajatest.
- Majaseente (sh majavammid) uurimine. Soovituste andmine majaseentest vabanemiseks, ehitustarindite taastamiseks ning majaseente arenemise vältimiseks.
- Majaseente ja hallitusseente määramine, kasutades mikroskoopilist analüüsi.



### Kontakt:

gsm +372 508 2385  
tel +372 7441 471  
e-post info@mycology.ee  
tallinn@mycology.ee  
[www.mycology.ee](http://www.mycology.ee)

esinevate hallitusseeneliikide ja veekahjustatud materjalide omavahelisi seoseid. Krohvi-, betooni-, puidu-, tapeedi- ja värvitud pindadel leiti kõige enam hallitusseeni perekondadest *Penicillium*, *Chaetomium*, *Acremonium* ning liiki *Aspergillus versicolor*, kipskartongplaadil esines kõige enam perekonda *Stachybotrys*. Laialt levinud on nn „must hallitus“ *Stachybotrys chartarum*, mis kasvab väga niisketel materjalidel (paber, muld, seemned, tekstiil ja tselluloosi sisaldavad materjalid). See seeneliik võib toota inimese tervisele ohtlikke mükotoksiine (saratoksiinid, trihhotetseenid), mis põhjustavad nahaärritusi, hingamisteede kahjustusi ning nõrgestavad immuunsüsteemi [3, 4]. Selle seeneliigi suuri ja raskeid eoseid on õhuanalüüsiga raske tuvastada, sest nad püsivad ruumiõhus vähem aega. Silmaga nähtava kahjustuse korral tuleks rakendada pinnaproovimeetodit, mille puhul kleeplint või söötme-ga tass viiakse kahjustatud materjaliga otsekontakti.

Hallitusseente ja nende toksiinide avastamiseks ruumiõhus kasutatakse tänapäeval mitmesuguseid meetodikaid, mille valikul on otstarbekas pidada nõu spetsialistidega, kes oskavad ka tulemusi interpreteerida.

Hallitusseenekoloniate või nende põhjustatud kahjustuse esinemist eluruumides ei tohiks tähelepanuta jätta. Ülereageerida ka ei maksa, sest väike seenekoloonia toa nurgas ei põhjusta veel haigestumist ega hoone mikrokliima halvenemist. Hallitusseened on loomulik osa meie elukeskkonnast ning nendega kokkupuutumist on peaaegu võimatu vältida. Küll aga tasuks mõelda sellele, ega hoones ei ole mingeid tegureid, mis võiksid hallitusseente kasvu ja levimist soodustada. A.M.

#### Viidatud allikad

1. Töötervishoiu ja tööohutuse seadus, 16.06.1999. RT I 1999, 60,



Foto 3. Tsentrifugaalanalüsaator *MicroBio MB1*

616.

2. Bech-Andersen, J. 2004. Indoor climate and moulds. Holte, Hussvamp Laboriet Publishers.
3. Kalamees, K. 2000. Eesti seenestik. Tartu, EPMÜ Zooloogia ja Botaanika Instituut.
4. Samson, R.A., Houbroken, J., Thrane, U., Frisvad, J.C., Andersen, B. 2010. Food and indoor fungi. Utrecht, CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre.
5. Kosteusvauriot työpaikoilla. Kosteusvauriotyöryhmän muistio. 2009. Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskus. 18.
6. Andersen, B., Frisvad, J.C., Sondergard, I., Rasmussen, I.S., Larsen, L.S. 2011. Associations between fungal species and water-damaged building materials. Applied and Environmental Microbiology, 77: 4180–4188.

## European Environmental Press

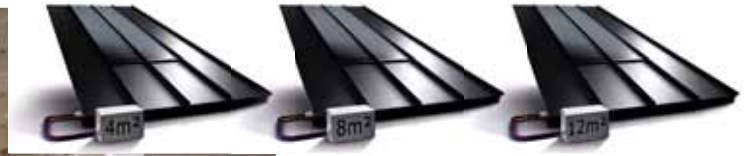
The EEP is a Europe-wide association of 17 environmental magazines. Each member is the leader in its country and is committed to building links between 400,000 environmental professionals across Europe in the public and private sectors.

- ★ CSR (Denmark) ★
- ★ Ecotec (Greece) ★
- ★ ekoloji magazin (Turkey) ★
- ★ Environnement Magazine (France) ★
- ★ Hi-Tech Ambiente (Italy) ★
- ★ Industria & Ambiente (Portugal) ★
- ★ Infomediou Europa (Romania) ★
- ★ Keskkonnatehnika (Estonia) ★
- ★ Környezetvédelem (Hungary) ★
- ★ milieuDirect (Belgium) ★
- ★ MilieuMagazine (Netherlands) ★
- ★ MiljøStrategi (Norway) ★
- ★ Przeglad Komunalny (Poland) ★
- ★ Residuos (Spain) ★
- ★ UmweltJournal (Austria) ★
- ★ UmweltMagazin (Germany) ★
- ★ Umwelt Perspektiven (Switzerland) ★
- ★ Uusioutiset (Finland) ★



More information on the EEP and advertising:  
[www.eep.org](http://www.eep.org) | [sec@eep.org](mailto:sec@eep.org)





see on täielikult *Classic*-katusesse sisse ehitatud.

Ruukki *ClassicSolarThermalRoof* on osa päikeseenergiaal põhinevast soojus-süsteemist, mis koosneb katusesse sisse ehitatud päikesekollektoritest, ruumide tehnoseadmetest ja neid ühendavast torustikust. Vaid osa katusest katavad soojuskollektorid paigaldatakse umbes kolm meetrit allapoole katuseharja. Päike soojendab kollektorites olevat vedeliku, mille soojus antakse üle kuuma-veepaagis olevale veele.

Termokatuses toodetud soojuse hulk sõltub süsteemi konfiguratsioonist, maja asukohast ning katuse kaldest ja asendist ilmakaarte suhtes. Süsteem toodab majapidamise jaoks peaaegu tasuta sooja vett kogu kasutusaja jooksul. Termokatusesüsteem sobib ideaalselt eramutele, suvilatele ja madalatele viilkatusega hoonetele. Praegu on toode saadaval Soomes.

Soomes Mikkelis asuvas Savosolari tehases valmistatavatel soojuskollektoreil on kümneaastane ning Ruukki *Classic*-teraskatustel 50-aastane tehniline garantii. Põhjamaades populaarseimaid *Classic*-katuseprofileid toodab Ruukki alates 1997. aastast.

NB! Soome lõunaosas toodab *ClassicSolarkatus* soojust peamiselt aprillis septembrini. Väiksema eramaja vee soojendamiseks piisab 4 m<sup>2</sup> suurusest kollektorist, millega toodetakse umbes pool aastastest soojaveekogusest. Kui majal on 12 m<sup>2</sup> kollektoreid, on nendega võimalik rahuldada pool aastastest soojavee- ja 10–20 % hoone küttevajadusest.

A.M.

## RUUKKI TÕI TURULE MAAILMA ESIMESE PÄIKESEENERGIAT KASUTAVA TERMOKATUSE

RUUKKI on esimene ettevõtte maailmas, kes tõi turule eramute energia-tõhusust suurendava, päikesesoojust ära kasutava katuse. Ruukki termokatus *ClassicSolarThermalRoof* võimaldab toota energiat nii majapidamises vajaliku sooja tarbe- kui ka küttevete saamiseks. Ruukki katusesüsteemi sisse ehitatud soojuskollektor sobitub märkamatuult *Classic*-katuseprofiiliga, ilma et oleks vaja paigaldada eraldiseisvaid soojuskollektoreid.

„Katus, mis kasutab ära päikese soojusenergia, on hea näide Ruukki asjatundlikkusest eri katusesüsteemide vallas. Termokatus suurendab hoone energiatõhusust ning sellega ka maja väärtust. Päikeseenergia rakendamine

energiaallikana on ka loodushoidlik ettevõtmine,“ sõnas Ari Vouti, elumukatusvaldkonna juhtiv Ruukki asepresident.

### TERMOKATUS KÄRBIB ELEKTRIAARVEID

Kodumajapidamises kasutatavat vett saab meie kliimas päikeseenergia abil soojendada ligi poole aasta vältel. Kevad- ja sügiskuudel köetakse tube päikeseenergiaga ning suvel tõstab süsteem olulisel määral soojuspumba jõudlust. Alginvesteeringu järel toodab päikeseenergiaal põhinev soojussüsteem energiat praktiliselt tasuta. Lisaks sellele on kollektor peaaegu nähtamatu, sest



JOOGIVEEPUHASTUSSEADMETE  
MÜÜK, PAIGALDUS, HOOLDUS,  
NÕUSTAMINE.

**Veetehnoloogia OÜ**

Kadaka tee 5, 10621 Tallinn

Tel 6575 752, Faks 6575 753

GSM 5107 704, e-post: hoh@hot.ee

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

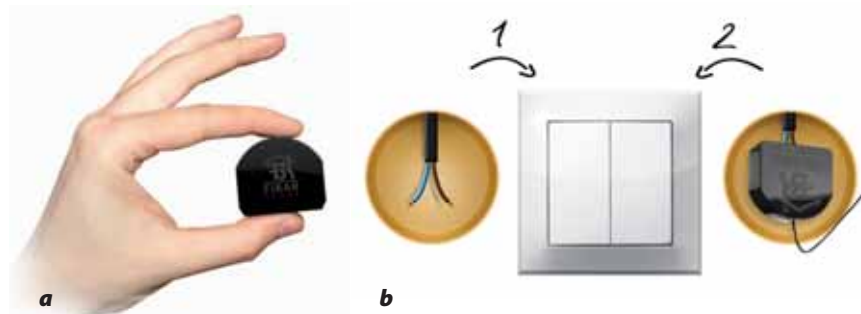
# KODUAUTOMAATIKA – JUHTMEVABALT!

**LAURI LOTAMÕIS**

InDome OÜ

KUJUTAGE ETTE elu, kui jõuate koju ning teie maja seab õhutemperatuuri ja valgustuse selliseks, mis just teile meeldib. Kui peatute värava taga, läheb värav ise või autotulede vilgutamisel lahti, saades aru, et peremees on koju jõudnud. Aeda kastvad sprinklerid peatavad hetkeks oma töö, et saaksite kuivana tuppa jalutada. Toas ootab teid hubane õhkkond ja meeldiv muusika, mis hakkas mängima hetkel, mil avasite välisukse. Võtate kapist külma joogi ning suundute elutuppa teleri ette. Nupuvajutus paneb toa valgustid hämaruma ja lülitab teleri sisse, nii et saate oma lemmiksaatele pühenduda. Samal ajal teab koduautomaatika, et on reede õhtu ja saun tuleb kütte panna. Kui saun köetud, annavad sellest märku vilkuvad valgustid. Värava taha saabunud sõpradel pruugib korraks kella lasta ning juba näetegi telefonis väravakaamera saadetud pilti. Vajutate nuppu ning aiavärav avaneb. Sprinklerid peatuvad taas... Eks ole mugav?

Tänapäeval tehnikaajastul on sellised koduautomaatikaseadmed juba üsna levinud ning üha enam võtab võimust juhtmevaba standard Z-Wave, mis tähendab, et kogu maja seadmete juhtimiseks ei ole vaja lisakaableid vedada. Juhtmevaba standardiga ZigBee võrreldes on Z-Wave'i suurim eelis madalam töösagedus (868,4 MHz vs 2,4 GHz) ning hea on ka see, et süsteem ei ole ühe tootja põhine, vaid võimalik on kasutada suvalist Z-Wave-andurit või -moodulit. Kasutada saab nt *Fibaro* juhtseadmega Danfossi



**Foto 3. Fibaro koduautomaatikamoodulid (a) mahuvad lüliti taha (b)**

Z-Wave-termostaate, *Aeonlabs*-i multiandureid, *Vitrum*'i lüliteid vms.

Enam ei ole tarvis juhtimissüsteemi projekteerida majaehituse algstaadiumis – tarkuse võib hiljem lisada valmis hoonele. Juhtmevaba süsteemi suurim eelis on see, et kõike saab kavandada ja samm-sammult teostada. Iga inimene võib valida alginvesteeringu suuruse ja järk-järgult kujundada endale tark unistustekodu. Tavaliselt soetatakse algul juhtseade ning automatiseeritakse mõni olulisem sõlm, nt keskküttesüsteem.

*Fibaro* uudne juhtmevaba koduautomaatikasüsteem on maailmas ainulaadne selle poolest, et kasutatakse väga väikesi, ent väga suurte võimalustega

Z-Wave-seadmeid. *Fibaro* uusim toode – nutipistik (foto 1), mis sai Hannoveri rahvusvahelisel messil *Cebit 2013* tehnoloogiaauhinna *Technik-Preis der tng*, on maailma kõige väiksem. See nutipistik on võimeline reaajas mõõtma elektritarbimistki, saatma sellekohast teavet juhtseadmele ning seda ka LED-värvuses kuvama. Pruugib vaid heita pilk pistikule, et teada saada, kui palju pistikuga ühendatud seadmed hetkel elektrit neelavad. Võimalik on ka elektritarbimist piirata – anda nutipistikule teada, kui suure tarbimise korral ta peab välja lülituma. Kui aga tarbimine langeb alla etteantud väärtuse, annab pistik märku, et midagi on valesti (nt külmkapp on seisma jäänud).

Peale nutipistiku on *Fibaro* välja tootanud ka muid ainulaadseid tikutopisuurusi Z-Wave-seadmeid: dimmeri (hämardi), releelüliti 2x1,5 kW ja 3 kW, ruloomooduli ning ukse- ja aknaanduri – kõik need (foto 2) on praegu omasuguste seas maailma pisimad.

*Fibaro* koduautomaatikasüsteemis kasutatavaid mooduleid (foto 3, a) saab paigaldada pistikute ja lülite taha (foto 3, b) või muusse suvalisse kohta, kust soovitakse elektriseadmeid juhtida. *Fibaro*-moodulite abil saab juhtida põrandaküttepumpasid, ventilatsiooniseadmeid, valvekeskusi, kardinaid, läbipääsusüsteeme, valgusteid ja palju muud. Juhtimine käib olemasolevate elektri juhtmete kaudu, spetsiaalseid kaableid ei ole vaja vedada. Kõik seadmed vahetavad omavahel infot juhtmevaba koduautomaatikastandardi Z-Wave põhisel ning suhtlus on alati kahepoolne (lülitusest antakse alati teada, et näe – paningi lambi põlema või põrandakütte sooja).

*Fibaro* koduautomaatikamoodulid on



**Foto 1. Fibaro nutipistikud**



**Foto 2. Valik Fibaro Z-Wave-seadmeid**





**Foto 4. Fibaro kasutajaliidese energiapaneel**

võimelised samaaegselt sooritama mitut ülesannet: ukse- või aknaandur võib mõõta temperatuuri ning selle külge saab ühendada ka lüliti, mida kord klikates pannakse nt tuled põlema, topeltklikk paneb aga maja valve alla, lülitab kõik ebaolulised elektritarbijad välja ning keerab küttesüsteemi ja ventilatsiooni madalamale režiimile, hoides sel moel kokku energiat ja raha.

Energijat aitab säästa ka väga selgesti



**Foto 5. Fibaro kasutajaliides**

mõistetav ning kasutatav *Fibaro* kasutajaliidese energiapaneel (foto 4), millele saab kiiresti teada, millele ja kui palju kulub Teie majapidamises elektrit, ning selle põhjal muuta tarbimisharjumusi või reguleerida elektri ajalist kulutamist.

Kõiki *Fibaro*-seadmeid saab soovi korral ümber tõsta ning neile uusi ülesandeid anda. Täna esikuvalgustit juhtiv releemoodul võib homme hakata ventilatsioonisüsteemi reguleerima. Ümberseadistamine on tehtud nii lihtsaks, et iga inimene saab sellega kasutajaliidesel (foto 5) ise hakkama.

Koduautomaatika hakkab muutuma meie igapäevaelu osaks – kunagi miljonärade pärusmaaks olnud tehnoloogia on tänapäeval hinna poolest võrreldav juba kasvõi tavalise keskkütteautomaatikaga ning annab kodule sama suurusjärku kulutustega hoopis enam võimalusi kui pelk kütte juhtimine. Juhtmevaba lahendus annab vabad käed kogu süsteemi muutmiseks ja ringitegemiseks.

Juhtmevaba koduautomaatika tootjat *Fibaro* esindab Eestis *InDome OÜ*. Rohkem teavet saab aadressil [www.indome.ee](http://www.indome.ee). A.M.

## Ootame Teid messile! 13. - 15. novembril

XIX Tallinna rahvusvaheline tootearenduse-, tootmistehnika, tööriista-, allhanke- ja tehnohooldusmess  
19<sup>th</sup> International Fair for Production Engineering, Tooling and Subcontracting



# INSTRUTEC 2013

Messi ametlik toetaja:  
Eesti Masinatööstuse Liit

13. novembril	10.00 - 18.00
14. novembril	10.00 - 18.00
15. novembril	10.00 - 17.00



Täiendav info:

Eesti Näituste AS Pirita tee 28, Tallinn 10127 tel: 613 7335  
e-post: [instrutec@fair.ee](mailto:instrutec@fair.ee) [www.fair.ee/instrutec](http://www.fair.ee/instrutec)

# ComfoTube'i ÕHUJAOTUSLAHENDUSED

## TOOMAS KOLK

InteliVENT OÜ juhataja

Zehnder Comfosystems'i ametlik esindaja Eestis

www.intelivent.ee

KESKKONNATEHNIKA käesoleva aasta esimeses numbris tutvustasime Zehnder Grupp'i terviklike ventilatsioonilahenduste süsteemi Comfosystems kuuluvaid nutikaid ja energiasäästlikke ventilatsiooniagregaate

ComfoAir.

Järgnevalt tutvustame samasse tootesarja kuuluvat üldnimetuse ComfoTube alla koondatud õhujaotuslahendust. Traditsioonilistest lahendustest eristub see eelkõige kollektoriühenduste poo-

lest, kus iga sissepuhke- ja väljatõmbepunkt on agregaadiga ühendatud omaette kanali kaudu. Selline lahendus kindlustab süsteemi kvaliteetse õhutiheduse ning aitab vältida heli kandumist mööda ventilatsioonikanaleid ühest ruumist teise. Põhitrump on aga eraldi kanalite väikesed mõõtmed ja plastmaterjalist tulenev paindlikkus, mis võimaldab neid mugavalt siduda ruumide sisearhitektuuriga. Rõhukao ja mustumise vähendamiseks on kanalite sisepind kaetud spetsiaalse patenteeritud kattega Clinside. Comfotube'i kanalites võib müra kartmata lasta õhul liikuda kiirusega kuni 3 m/s. Paigalduspõhimõttelt jaguneb kanalilahendus kaheks süsteemiks: InFloor ja OnFloor.



**InFloor-õhukanalite ühendus jaotuskastiga**



**InFloor-süsteem paigaldamise ajal**



**a**



**b**



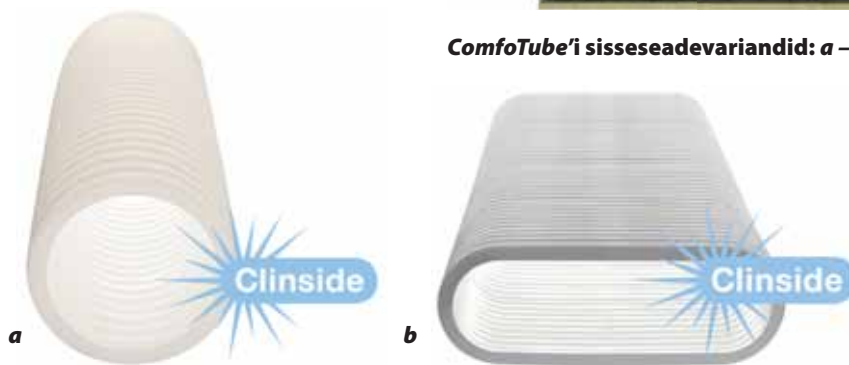
**ComfoTube'i õhujaotite disainkatted:**  
**a – InFloor, b – OnFloor**



*InFloor*-süsteemis on kasutusel ümar-kanalid välisläbimõõduga 50–250 mm. Et peenemate kanalite õhuläbilaskevõime on väike ning jämedamate kanalite paigalduseelised tagasihoidlikumad, eelistatakse kanaleid välisläbimõõduga 75 ja 90 mm. Kanali *ComfoTube 75* õhuläbilaskevõime on kuni 9 l/s (30 m<sup>3</sup>/h) ning kanalil *ComfoTube 90* kuni 13 l/s (50 m<sup>3</sup>/h). Kanaleid on võimalik panna otse põranda kandekonstruktsiooni (nt betoonvalu), seina või lae sisse (kui sinna on selleks ruumi jäetud). Värske õhu sissepuhke võib seada põrandasse, seina või lakke. Väljatõmme on otsustarbekas panna ruumi ülaossa – seina või lakke. Kanalid ühendatakse jaotus-



**ComfoTube'i sisseseadevariandid: a – InFloor, b – OnFloor**



**ComfoTube'i õhukanalid: a – InFloor, b – OnFloor**

kasti kaudu, mis võib ühtaegu täita ka mürasummuti rolli. Jaotuskasti suurus ja nii ühenduste arv kui ka läbimõõt valitakse konkreetse objekti vajaduste järgi.

*OnFloor*-süsteemi ovaalse kujuga lamekanalite *ComfoTube Flat 51* kõrgus on vaid 51 mm. Lamekanalid, mis laevad läbi kuni 12 l/s (45 m<sup>3</sup>/h) õhku, võib panna põranda kandekonstrukt-

**INTELLIGENTSED  
VENTILATSIOONILAHENDUSED  
LIHTSAIMAST KVALITEETSEIMANI**



**OÜ InteliVENT**  
Tallinn, Kotkapeja 2a-6  
Tel: +372 6 840 937  
www.intelivent.ee  
info@intelivent.ee

**Korterimajade energiatagastusega  
ventilatsioonisüsteemid**



**inVENTer\***  
the easy way  
to save energy

**Passiiv- ja madalenergiamajade  
ventilatsioonisüsteemid**



**zehnder**  
always  
around you

**Ventilatsioonisüsteemide  
projekteerimine ja paigaldus**



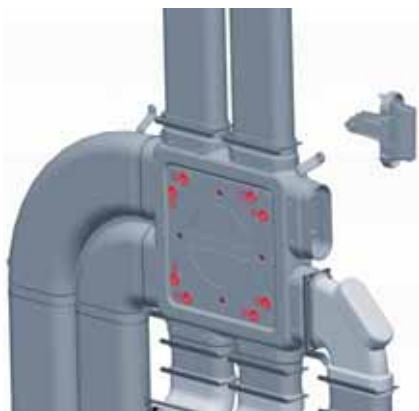
**Eesti Geoloogiakeskus**  
Geological Survey of Estonia

- geoloogilised uurimistööd
- kaardistamine
- maavarade uuringud
- keskkonnaseire
- põhjavee uuringud
- mere ja ranniku uurimine
- keskkonnamõju hindamine
- eksperthinnangud
- laboriteenused

Kadaka tee 82, 12618 Tallinn  
Tel 672 0094, Faks 672 0091  
e-post: egk@egk.ee

Tartu regionaalosakond  
Röömu tee 1, 51013 Tartu  
Tel 733 9004

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



**OnFloor-jaotuskast**

siooni-pealse või nii seina kui ka lae soojustuskihi sisse. Värske õhu sissepuhke võib seada põrandasse, seina või lakke. Väljatõmme on otstarbekas seada ruumi ülaossa – kas seina või lakke. Ühisesse jaotuskasti ühendatakse kuni kuus *ComfoTube Flat 51*-kanalit. Et jaotuskasti paksus on sama mis kanalitel, on seda lihtne ühildada hoone tarinditega. *OnFloor*-lahendusele on vaja eraldi mürasummuteid ning suuremate õhuhulkade korral mitut jaotuskasti.

Nii *InFloor*- kui *OnFloor*-süsteemis võib õhujaoturitena kasutada reguleeritavaid klassikalisi sissepuhke- ja välja-



**OnFloor-põrandasissepuhe**

tõmbeplafoone, ent *Comfosystems*-sarjas on valida ka nägusate disainkatetega õhujaotid. Väljatõmbeavad on soovitatav varustada lisafiltritiga, mis aitavad kanaleid puhtana hoida.

*Zehnder Comfosystems*'i ventilatsioonilahendused on loodud terviksäästlikkuse põhimõtet järgides. Ventilatsiooniagregaate *ComfoAir* on lihtne paigaldada ning nende käitus-

kulud on väga väikesed. Agregaatidega mugavalt ühendatav ja lihtsalt paigaldatav *ComfoTube*-õhukanalisüsteem võimaldab aega ja energiat säästa juba paigaldamise ajal ning ei sea hoone sisearhitektuurile mingeid erinõudeid. Tänu kõrgele kvaliteedile ja suurele õhutihedusele toimib süsteem tõhusalt aastaid, tagades maja mugava sisekliima minimaalse energiakuluga. A.M.

# EHITUS JA SISUSTUS

17.-19. OKTOOBER 2013

**TARTU NÄITUSTE MESSIKESKUSES**  
 INFORMATSIOON JA EKSPONENTIDE REGISTREERIMINE

Anders Urbel projektijuht tel: +372 742 1662 e-post: anders@tartunaitused.ee  
 AS Tartu Näitused, Fr. R. Kreutzwaldi 60, Tartu

[WWW.TARTUNAITUSED.EE](http://WWW.TARTUNAITUSED.EE)



# SALAJÕE VEE KVALITEET NING SELLE MÕJU ÜMBRUSKONNA KAEVUDELE

## MADIS OSJAMETS

AS Maves

LÄÄNEMAAL Oru vallas asuvad Salajõe on lähiminevikus oluliselt mõjutanud inimtegevus. Nõukogude aja lõpuaastateni juhiti sellesse põllumaade ning pärast Niibi turbaraba käikuvõtmist ka raba kuivendusvett. Peamised arenguetapid on jälgitavad maa-ameti ajalooliste kaartide [1] põhjal:

- 19. sajandi alguses kaevati jõgi Suurjärvest kuni karstilehtritesse suubumiseni sirgeks;
- 1939. aastaks on jõgi muudetud kuivenduse eesmärgil ida pool Suurjärve kuni Soolu küalani sirgeks kraaviks;
- 1947. aastaks sai valmis Oru kraav – Jalukse küla piirkonna ulatuslike kuivendussüsteemide eesvool;
- 1961. aastaks arenes maaparandus Jalukse ning Soolu piirkonnas veelgi ning rajati kapitaalne Oru peakraav;
- 1965. aastal hakati Niibi rabas turvast tootma [2]. Praegusele Niibi turbatootmisalale kaevati kuivenduskraavid ning kuivenduse huvides lasti alla Suurjärve;
- aastatel 2002–2003 ehitati Niibi II turbatootmisala ja Tui raba kuivenduskraavid ning Tui rabas hakati turvast tootma;
- 2005. a jaanuaritorm ummistas Salajõe suudme [3]. Salajõgi ja Oru peakraav olid rabadevahelisel metsasel alal hooldamata ja võsastunud ning koprad olid vee üles paisutanud;
- 2006. aastal Salajõe karstiorg korrastati ning sinna rajati matkarada.

Ajalooliste kaartide ja ortofotode analüüsimine näitab, et kunagi merega ühenduses olnud Salajõe suudmeala – Saaremõisa laht – on kõrkjate levimise ja maatõusu tõttu ühenduse merega peaaegu kaotanud. Keskkonnaregistris käsitletakse seda lahte 2001. aastast peale rannajärvena. Ornitoloogide vastuseisu tõttu ei saanud maaparandajad pärast 2005. aasta tormi Salajõe suuet puhastada ning nii seda täitev muda kui ka jõe suudmealal paiknevad koprapaisud ei lase kala Salajõkke kudema [3].

Salajõe karstiala kaevude vee kvaliteet on kohalike elanike sõnul viimase kümne aasta jooksul halvenenud ning nende meelest on jões vähenenud ka kalade arvukus. Elanike hinnangul muutus kaevesi halvaks 2002. aastal pärast Niibi III (Tui raba) turbatootmisala kasutuselevõttu ja Niibi II kraavivõrgu rajamist [4]. Arvatakse, et turbatootmisalalt pärit turbaheljum ja lahustunud orgaaniline aine jõuavad kaevudesse Salajõe kaudu.

## UURINGUD

Seoses Niibi II turbatootmisala keskkonnamõju hindamisega uuris AS Maves 2012. aastal Salajõe ja selle ümbruse kaevude vett ning turbatootmise võimalikku mõju vee kvaliteedile. Uuringutulemused kinnitavad Ülo Heinsalu öeldut [5], et Salajõe karstiala kaevud on karstilõhede kaudu jõega ühenduses ning et jõevesi pääseb kaevudesse. Varasemad uurimused näitavad, et kuivendusvõrgu rajamise ajal avaldab vooluveekogude veele suurimat mõju ärājuhitava vee heljumisisalduse suurenemine [6, 7]. Niibi ja Tui rabade kuivenduskraavidest on võetud proove alates 2004. aastast, 17 veeproovi heljumisisaldus on olnud 1,5–20,0 (keskmiselt 9,1) mg/l. Kuna suur osa Salajõe veest formeerub rabaalal, on kuivendusvee mõju jõevee kvaliteedile kindlasti olemas, ent vee heljumisisaldus on samasugune kui sarnastes looduslikes tingimustes voolavate jõgede vees.

Jõevee kvaliteedi kindlakstegemiseks koguti kokku varasemad proovitulemused ning võeti lisaproove Salajõest, selle suurimast lisajõest Oru peakraavist ning Niibi ja Tui rabade kuivenduskraavidest. Proovide analüüsimisel määrati näitajad, mille järgi hinnatakse vooluveekogude ökoloogilist seisundiklassi: füüsikalise-keemilised kvaliteedinäitajad BHT<sub>5</sub>, N<sub>üld</sub>, P<sub>üld</sub>, NH<sub>4</sub> ja pH ning rabaalade võimaliku koormuse selgitamiseks vee heljumisisaldus ja rabavee huumushappesisaldust iseloomustav permanganaatne hapniku-

tarve PHT. Põllumajandusest pärineva koormuse hindamiseks analüüsiti ka vee nitraatioonisaldust.

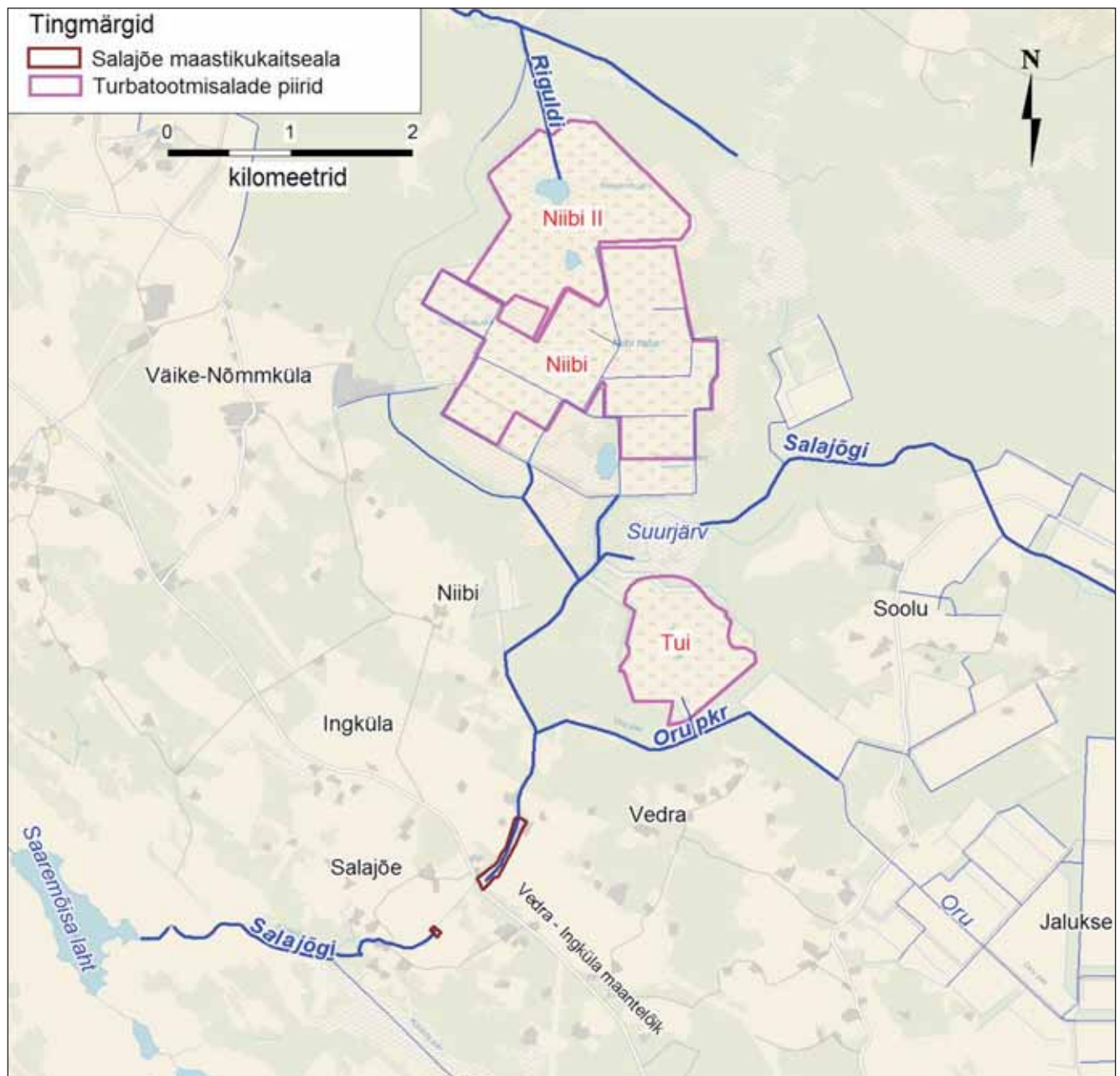
Salajõe ja Oru peakraavi võimalikus mõjualas (joonis 1) – Niibi, Vedra, Soolu ja Salajõe külas vaadati 2012. aasta aprillis ja mais üle 28 salv- ja puurkaevu ning kaheteistkümnest kasutuses olevast kaevust võeti veeproovid.

## SALAJÕE VEE KVALITEET

Sügise suure aegsete vooluhulkade mõõtmistulemuste kohaselt tuleb ligi pool Salajõe veest Niibi rabast ja seda ümbritsevalt ülejutatavalt metsaalalt, kümnendik Tui rabast ning 35 % Oru peakraavi ja Salajõe ülemjooksul asuvate Soolu ja Jalukse põldude kuivenduskraavidest. Suvel on põldudelt ärājuhitava vee osakaal rabaveega võrreldes oluliselt suurem, sest turbarabas jääb sademevesi tootmisväljakutele pidama ning suurem osa sellest aurub.

Salajõgi on Lääne-Eesti 2010. a vee- majanduskavas [9] loetud looduslikuks vooluveekogumiks, millele on suurselgroogsete ja kalade varasemate uurimismetode alusel omistatud hea ökoloogiline seisund. Vee keemilist koostist ei olnud uuritud. ASi Maves uuringu ajal määratud füüsikalise-keemiliste kvaliteedinäitajate põhjal võib Salajõe hea seisundi kahtluse alla seada: jõest võetud proovide keskmine üldlammastiku- ja üldfosforisisaldus langesid kvaliteedinäitajate piiride järgi halba, ammooniumlammastikusisaldus aga kesisesse klassi. Reostust iseloomustava biokeemilise hapnikutarbega probleeme polnud, see jäi jõeveeproovides hea kvaliteedi klassi piiridesse.

Turbatootmiseks kuivendatud alalt voolava vee heljumi- ja lahustunud orgaanilise aine (annab rabaveele iseloomuliku tumeda värvuse) sisaldus oli tavalise jõevee omast suurem – turbarabade kuivendusvee PHT ja BHT<sub>5</sub> ning NH<sub>4</sub>-sisaldus olid suuremad kui Salajõe



Joonis 1. Salajõe ja selle harukraavide piirkond koos Niibi ja Tui turbarabade ning küladega [8]

ja Oru peakraavi vees, üldlämmastikku ja üldfosforit oli selles seevastu vähem kui põldude kuivendusvees.

Ümbruskonna inimesi häirib kõige rohkem kaevude täissettimine ning võiks arvata, et seda põhjustab jõeveega kaevudesse jõudev turbatootmisest pärit heljum. Turbarabakraavide ning Salajõe ja Oru peakraavi vee heljumisisaldust on määratud 2004. aastast peale ning olemas on 40 proovi andmed. Rabavee heljumisisaldus on kogu aeg olnud oluliselt alla turbatootjale veeloas seatud piirnormi ning Salajõe vee keskmine heljumisisaldus (6,4 mg/l) oli 2012. aasta seire andmeil Eesti väikejõgede vee keskmisest (9,5 mg/l) väiksem. Suurte heljumikoguste kandumist turbatootmisaladelt eesvoolu takistavad settetiigid.

Lahustunud orgaanilist ainet tuleb ka

looduslikust soost. Soo kuivendusvõrgu rajamise aastal suureneb ärajuhitava vee heljumi- ja orgaanilise aine sisaldus hüppeliselt, ent väheneb juba järgnevatel aastatel mitmekordselt. Võib arvata, et 1965. ja 2002. aastal, kui kuivendati Niibi ja Tui ning Niibi II tootmisaladid, suurenes ka kuivenduskraavide Salajõkke kandunud heljumi hulk. Selle aja kohta täpsemad andmed kahjuks puuduvad. Alates 2004. aastast pole turbarabakraavidest ja nende eesvooludest võetud proovide suurt heljumisisaldust täheldatud.

Uuringuandmed näitavad, et rabakuivendusvesi suurendab jõevee orgaanilise aine koormust, ent selle hulk pole ümbritsevatelt aladelt voolava vee omast selgelt suurem. Peale raba jõuab orgaanikat jõevette ka Soolu ja Jalukse põldudelt, Tui ja Niibi turbatootmisaladid ümbrit-

sevatest perioodiliselt üleujutatavatest metsadest ning kevadeti üleujutatavatelt Vedra-Ingküla maanteelõigu äärde jäävatelt osaliselt hooldamata põldudelt.

Rabavee suur osakaal mõjutab kindlasti Salajõe vee orgaanilise aine sisaldust, mineraalaineid tuleb rabast vähe – neid uhutakse vette põllukuivenduskraavidest, jõekallastelt ning suurveega üleujutatavatelt aladelt. Salajõe keskjooksul ja Oru peakraavis koguneb sete koprapaisude taha, mille purunemise korral pääseb rohkesti setet allavoolu liikuma. Kobraste tegevus suurendab ka jõevee orgaanilise aine sisaldust, sest koobaste ja paisude rajamisel kraabitakse vette hulgaliselt pinnast ja huumust. Turbatootmisest loobumine Niibi ja Tui rabades Salajõe vee kvaliteeti oluliselt ei parendaks – seda enam, et jõe ülem-



jooksul laotatakse põldudele Linnamäe seafarmi vedelsõnnikut.

## SALAJÕE PIIRKONNA VEEVARUSTUS

Piirkonna kaevude ülevaatus näitas, et vett võetakse peamiselt salvkaevudest ning kuni 21 m sügavustest ja kuni viie meetri pikkuse manteltoruga puurkaevudest. Kindel on see, et Salajõe karstiaala põhjavett avavate kaevude vee kvaliteet sõltub otseselt jõevee kvaliteedist – vee suurveeaegse proovi näitajad ühtisid jõe lähedal asuvast Salajõe küla puurkaevust võetud veeproovi omadega.

Salajõe ja selle piirkonna karstivorme on ajakirjas „Eesti Loodus“ põhjalikult kirjeldanud Ülo Heinsalu, kes märgib, et jõe mõju ulatub kõikide Salajõe küla madalate kaevudeni ning avaldub selgesti vee maitstes [5]. Jõevee suurimaks reostusallikaks luges autor Salajõe maaalusel lõigul paiknenud Salajõe farmi, mida praegu enam ei ole.

Kaevudes, eriti puurkaevudes, on kõige rohkem tüli sellega, et jõeveega karstilõhede kaudu kaevudesse jõudev sete pumbatakse veetorustikku ning ummistab filtreid. Sette koostise uurimisel selgus, et kuni 70 % sellest on mineraalne ning ülejäänud peen lagunenu orgaaniline aine.

Jõe lähedal paiknevate puurkaevude omanikud on halvemas seisus, sest puurkaevu maht on salvkaevuga võrreldes väiksem, lubjakivi avav puurauk setib kiiremini täis ning seda on raske puhastada. Puurkaevu rajamisel tuleb hoolitseda selle eest, et kaevu ehitus välistaks tahkete osakeste sissepääsu. Paraku on karstilõhedega ühenduses olev maapinnalähedane põhjaveekiht Salajõe küla madalates puurkaevudes isoleerimata jäetud.

Vedra küla ülevaadatud kaevudest oli probleemseim suviti kasutatava Sõeru maaüksuse puurkaev. Rabakuivenduse mõju Vedra küla kaevudele on ebatoenäoline, sest selle lähedal oleva Oru peakraavilõigu vesi formeerub peamiselt põldudel. Pigem tuleb vee kvaliteedi halvenemise võimalikke põhjuseid otsida Oru peakraavi kinnikasvamisest. Lõik Soolu küla põldudest kuni suubumiseni Salajõkke on 1996. aastast saadik hooldamata ja võsastunud ning voolu takistab mitu koprapaisu. Suvisel ajal on vool kraavis takistuste tõttu aeglane ning oluline osa huumusaineist jõuab Vedra küla lähimatesse kaevudesse. Liigniiske ala mullakihist nõrgunud orgaaniline aine ei jõua hapnikuvaeses keskkonnas enne

põhjavette jõudmist oksüdeeruda ning see põhjustab nt Sõeru maaüksuse kaevu vee suurt kahevalentse raua sisaldust. Kõrgematel kohtadel ning Oru peakraavist kaugemal paiknevate püsielanikega asustatud talude kaevuvee kvaliteeti mõjutab peakraavi vesi märksa vähem. Kui Oru peakraavi hooldataks, muutuks sellele lähima Vedra küla Sõeru kaevu vesi tõenäoliselt paremaks.

Ka Salajõe külas, kus Salajõgi uuesti maa peale tuleb, sõltub kaevuvee kvaliteet rohkete maa-aluse karstilõhede tõttu jõevee omast. Seal on kaks settega hädas olevat puurkaevu. Üks neist – Juhani talu 2009. aastal rajatud 21 meetrit sügav puurkaev täitus kolme aastaga settega seitsme meetri ulatuses. Kaevust pumbatud peamiselt mineraalse koostisega sete ummistab veefiltreid. See on põhjustatud sellest, et kaevu puurimisel ei arvestatud puurkaevu rajamise nõudeid [10] ning pinnavee pääs kaevuga avatavasse veekihti jäi tõkestamata. Kaevu omaniku sõnul võis puurimise ajal täheldada suruõhu väljumist Salajõkke. Uute puurkaevude rajamisel tuleb manteltoruga sulgeda karstilõhed ning sellega välistada jõevee pääs kaevu. Kuna tegemist on merelähedase alaga, siis on oht saada sügavamale lubjakivikihti puuritud kaevust suure soolasisaldusega põhjavett (nt Tänavala talu 40 m sügavuse kaevu vee naatriumi- ja kloriidioonide sisaldus oli suurem kui joogiveenormides [11] lubatud). Parim lahendus nõuetekohase joogivee saamiseks oleks puurida Salajõe külla sügav ordoviitsiumi-kambriumi veekihti avav kaev. Kuna sellise kaevu rajamine käiks üksikule majapidamisele ülejõu, oleks soovitatav rajada kaev mitme talu peale ning kohaliku omavalituse kaudu taotleda selleks Keskkonnainvesteeringute Keskuse keskkonnaprogrammi mitetehniliste tööde programmist kaasfinantseeringut.

**Kokkuvõtteks** võib öelda, et Salajõe vee kvaliteet on samasugune kui muudel samades looduslikes tingimustes olevatel Eesti jõgedel. Veeproovide suur lämmastiku- ja fosforisisaldus seab jõe väidetava hea ökoloogilise seisundiklassi kahtluse alla. Salajõe vee kvaliteeti mõjutavad põllumajandus, turbatootmine, jõe keskjooksu ja Oru peakraavi ümbruse maaparanduskraavide hooldamatus, kobras-te tegevusest põhjustatud maa liigniiskuse ning karstioru ümbruse põllumajanduslikust kasutamisest loobumine (hein jääb niitmata, kõduneb ning kantakse igakevadise üleujutuse ajal jõkke).

Raba kuivenduskraavide vee heljumi-

sisaldus on olnud kontrolli all ning turbatootmise mõju vee kvaliteedile ei ole võimalik täpselt kindlaks teha. Pole alust eeldada, et turbatootmisest loobumine parandaks oluliselt jõevee ja maapinnalähedase põhjavee kvaliteeti Salajõe külas, mille salv- ja puurkaevud on karstilõhede kaudu ühenduses Salajõega. Jõevee kvaliteedinäitajad jäävad paratamatult joogiveenormides nõutavast kehvemaks. Uute kaevude puurimisel tuleb välistada jõevee sissepääs. Joogiveenõuetele vasta-va vee saamiseks võiks olla otstarbekas puurida Salajõe külla 100–150 m sügavusel asuvat kambrium-ordoviitsiumi põhjaveekihti avav kaev. A.M.

## Viidatud allikad

1. Maa-ameti kaardiserver. Ajalooste kaartide rakendus: <http://xgis.maaamet.ee/xGIS/XGis>.
2. Orru, M. 1995. Eesti turbasood. Eesti Geoloogia Keskus, Tallinn.
3. Ilves, L. Umbes jõesuudmed teevad suurt kahju. Lääne Elu 12.02. 2005: <http://www.le.ee/vana/?a=uudised&b=3630>.
4. Toomik, A., Kaljuste, M., Niidas, A., Simmer, E., Loogna, T. 2012. Niibi II turbatootmisala rajamise ja töötamisega kaasneva keskkonnamõju hindamise aruanne. OÜ Inseneribüroo Steiger, Tallinn.
5. Heinsalu, Ü. 1984. Salajõgi. – Eesti Loodus 35: 792–795.
6. Raadla, K. 2004. Turba kaevandamine ja sellega kaasneva mõju leevendamine põhja- ja pinnaveele Viru-Peipsi alamvesikonnas. IB Maa ja Vesi, Tallinn.
7. Kaisel, M., Kohv, K. 2009. Metsakuivenduse keskkonnamõju ülevaade. Eestimaa Looduse Fond. Keskkonnainvesteeringute Keskus, Tartu.
8. Maa-ameti WMS aluskaardid: <http://kaart.maaamet.ee/wms/alus>.
9. Lääne-Eesti 2010. a veemajanduskava. Keskkonnaministeerium.
10. Keskkonnaministri määrus nr 37 „Nõuded puurkaevu ja puuraugu projekti ja konstruktsiooni ning likvideerimise järelkonstrueerimise projekti kohta, puurkaevu ja puuraugu projekteerimise, rajamise, kasutusele võtmise, likvideerimise ja konserveerimise kord ning puurkaevu või puuraugu asukoha kooskõlastamise, rajamise ja kasutusele võtmise taotluste, puurimispäeviku, puurkaevu ja puuraugu andmete keskkonnaregistrisse kandmiseks esitamise ning puurkaevu ja puuraugulikvideerimise akti vormid”.
11. Sotsiaalministri määrus nr 82 „Joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ning analüüsimeetodid“.

# PRO-MOODULKAEVUD TAGAVAD KANALISATSIOONI TÕRGETETA TÖÖ

**TOOMAS MATT**

Pipelife Eesti AS

KAEVE on vaja maa-aluste reo- ja sademevee ning drenaazitorustike kontrollimiseks, hooldamiseks ja ummistuste kõrvaldamiseks. Nad pannakse kohtadesse, kus torustik algab või selle lang muutub, kus voolu suund muutub, kus torustikud ühinevad, kus torustiku läbimõõt muutub ning teatud kindla vahemaa tagant pikkade torustike kontrollimiseks.

Eesti turul domineerivad polüetüleenist (PE) tehases käsitsi kokku keevitatud kanalisatsioonikaevud, mis valmistatakse täpselt tellija soovi kohaselt. PE-kaevude kõige levinumad läbimõõdud on 200/160, 400/315, 560/500, 800/630 ja 1000/630 (esimene number näitab kaevu tõusutoru ning teine teleskoopitoru välisläbimõõtu millimeetrites).

Eestis on praegu umbes kümme PE-kaevude tootjat, kelle ressursid ja seadmeпарк võimaldavad valmistada enam-vähem samasuguseid lõpptooteid, mis peavad vastama Eestis kehtivale kanalisatsioonikaevustandardile EVS-EN 13598-2:2009. Kuigi see standard annab põhimõttelisi suuniseid, millest toote koostamisel juhendada, jääb üldpilt siiski (pisut) üldsõnaliselt, ning see lubab iga kaevutootjal standardit eri moodi tõlgendada. Sel moel võidakse jõuda lahendusteni, mille pikaealisus ei pruugi olla tagatud.

Peale standardi tõlgendamisküsimuste tekib käsitsi kokkupandavate PE-kaevude puhul ka tehnilisi küsitavusi. Neist tõsisemaid on kaevuosade käsitsi tehtavad keevisühendused, mille kvaliteet sõltub kaevumeistri kogemustest, töötingimustest ja veel mitmest subjektiivsest tegurist. Kuniks on mängus inimfaktor, on vigade tekkimine tõenäoline. Isegi konstruktsiooni poolest kõige lihtsamal PE-kaevul (kaks ühendust) on vähemalt seitse käsitsi tehtavat ekstruderkeevitust. Enne keevitamist tuleb pooltooted korralikult ette valmistada – välja lõigata, omavahel sobitada, keevituspinnad karestada ja puhastada, teha esmased punktkeevitused ning alles siis asuda täismahus keevitama. Pärast seda peab toode jah-

tuma. Väike eksimus ükskõik millises faasis võib tähendada lekkivat keevisühendust. Kuigi eksitakse harva, on iga lekkiva kaevu välja vahetamine kulukas ja aega rööviv – vaja on teha kaevetöid, taastada katendeid ning liiklus halvemal juhul sulgeda või ümber suunata.

Kogemuste kohaselt PE-kaevud enamasti täidavad oma ülesande ning nende deformeerumisega on probleeme olnud vähe. Probleemid on tekkinud siis, kui paigaldustingimused on olnud väga rasked või suisa ekstreemsed. Kohtades, kus põhjavesi on väga maapinna lähedal, paigaldussügavus suur ning kaev tuleb panna näiteks vesiliiva, mõjuvad kaevule väga suured koormused ning keevisühendused ei pruugi vastu pidada.

Vee-ettevõtte või mõne muu torustiku haldaja seisukohalt on oluline, et kanalisatsioonisüsteeme oleks vaja vähe hooldada ning nende käituskulud oleksid võimalikult väikesed. Praktika näitab, et enamik ummistusi ja takistusi juhtub just kaevudes. Neid põhjustavad peamiselt voolurennide ebahühtlus ja voolusuuna liiga järsk muutus kaevus. PE-kaevude voolurennid tehakse pikuti pooleks lõigatud torust, mis keevitatakse segmentidena õigete nurkade all kokku. Nurkade servad jäävad teravaks ning segmentipõhju on keeruline ühele kõrgusele sättida, et voolurenni põhi saaks ühtlane. Eriti olmereovees, aga ka sademevees leiduvad tahked võõrised jäävad nurkade ja segmentide ebatasasuste taha kinni ning hakkavad ajapikku kuhjuma. Kaev läheb umbe, hooldusbrigaad peab kohale sõitma ning ummistuse kõrvaldamiseks on vaja eritehnikat ja kulutada töötunde.

Ehitaja seisukohalt on peale tehnilise lahenduse oluline ka kaevude kättesaadavus. Käsitööna valmistatav PE-kaevule kulub üks kuni kaheksa töötundi. Pikkadele torustikele võib olla vaja palju kaevu, mille tellimisajad võivad õige pikaks venida. Suvel, kui ilm soosib torustike paigaldustöid, ei ole harvad olukorrad, kus kaevutootjatel on tööd ees nädalast kuni kuu ajani ning mõnd üksikut PE-kaevu võib olla raske ope-

ratiivselt tellida.

Kõigi eelkirjeldatud ebamugavuste vähendamiseks on Skandinaavias ning Lääne-Euroopas hakatud minema seda teed, et käsitsi valmistatud PE-kaevud (mõnel maal ka betoonkaevud) asendatakse tööstuslikult valmistatud osadest kokku monteeritavate standardkaevudega.

*Pipelife* on välja töötanud sarja eri läbimõõdu ja kujundusega tööstuslikult toodetavaid kaevupõhju, millest saab koos muude pooltoodetega kiiresti kokku panna kvaliteetseid kanalisatsioonikaevu. Monteeritavate lahendustena on olemas kõik enamlevinud kaevuläbimõõdud – 200/160 kuni 1000/630. See tähendab, et kanalisatsiooniprojekti on võimalik peaaegu täielikult varustada PE-kaevudest parema „riiulikaubaga“.

Koostekaevude sarjas on tähelepanuväärseim uustoode senist PE 560/500-kaevu välja vahetav PRO630/500 (joonis 1). Kõik detailid, millest objektile kokku monteeritav kaev koosneb, on tööstuslikult valmistatud, st et nende kvaliteet on kõrge ja kõigil ühesugune. Käsitsi tehtud keevisühendused puu-



**Joonis 1. Kanalisatsioonikaev PRO 630/500**



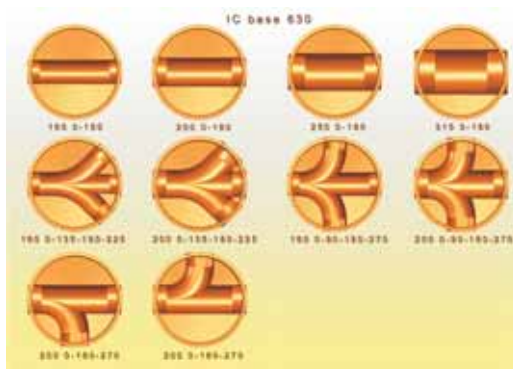
duvad. Kaev koosneb kaevu-põhjust, tõusutorust, tõusutorutihendist, teleskoopitorust ja selle tihendist ning malmaluugist. Põhiosa on ühekorrage valatav standardne kaevupõhi, mille sarja arendamisel on arvesse võetud kõik kaevu põhjas ette tulla võivad probleemid.

Kaevu PRO630 põhjad valmistatakse standardi EN 13598-2 nõuete kohaselt ning on mitmel maal (Hollandis, Saksamaal jm) kolmanda osapoole poolt sertifitseeritud. Kaevupõhjad on projekteeritud nõnda, et nende paigaldussügavus võib olla kuni 6 meetrit ning põhjavee tase paigalduskohas ühe meetri sügavusel maapinnast (rõhk 5 m veesammast). Standardikohane tööiga on sellistes tingimustes vähemalt 50 aastat. Kaevude PRO630 tõusutoruks võib olla kas üheseinaline PP-SW (polüpropüleen, *single wall*) või topeltseinaline PP-DW (polüpropüleen, *double wall*) De630mm lainetoru. Tulenevalt nende torude seinaprofiilist ei ole ringjäikus SN kunagi alla 4 kN/m<sup>2</sup>. Tõusutoru ringjäikus peab olema vähemalt 2 kN/m<sup>2</sup>, mis annab vähemalt kahekordse varuteguri.

Valmisdetailidest kokkupanek tähendab seda, et kõik pooltooted on laokaubana pidevalt saadaval ja pole vaja muretseda „kaevujärjekorra“ pärast. PRO-sarja kaevud koos kõigi vajalike lisatarvikutega on Pipelife'i edasimüüjatel olemas. Kaevu kokkupanemine ehitusobjektile võtab tänu detailide omavahelisele heale sobivusele vähe aega.

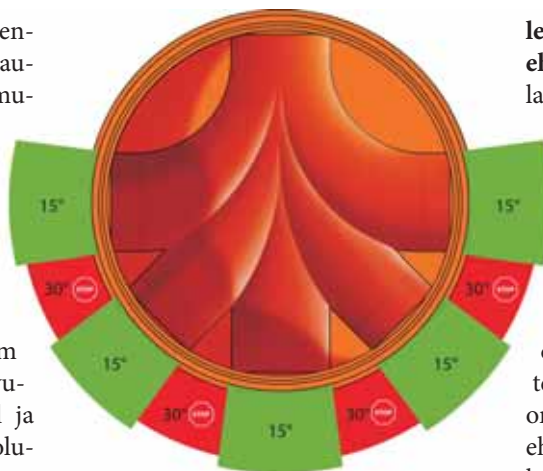
Kaevude PRO630/500 tähtsaim tehniline uuendus on see, et kaevupõhjad valmistatakse valumeetodil ja ühe töösükliga ning seetõttu on voolurennid sujuvad, siledad ja ühesügavused. Sujuvad suunamuutused tagavad ühtlase voolukiiruse. Pöörded on tehtud suurima raadiusega, mida kaevu läbimõõt võimaldab. Kuna põhi on ühes tükis, pole selles eri segmente ega muid jätkukohti, mis muudavad PE-kaevu voolurenni ebatasaseks ja soodustavad ummistuse tekkimist.

Esmapilgul võib tunduda, et valmisdetailidest kaev igas olukorras ei kõlba. Seda ei pruugi karta, sest kaevu PRO630 jaoks on pakkuda kümme eri põhja (joonis 2), millega saab katta enamikku standardsetest lahendustest, kus harutorud suubuvad peatorustikku kas 45- või 90-kraadise nurga all. Kui



Joonis 2. Kaevu PRO630 põhjad

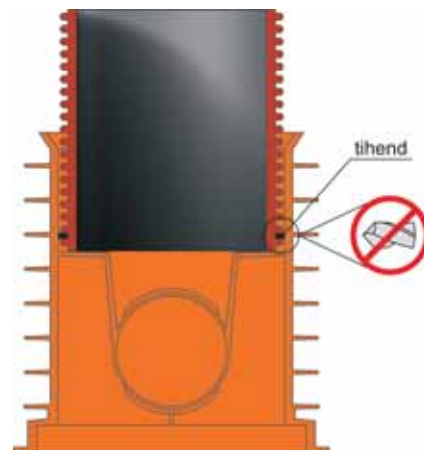
aga nurk on pisut erinev, võib väljaspool kaevu kasutada reguleeritavaid kaksikmuhve, mis lisavad kummaski suunas 7,5 kraadi „mänguruumi“. Kui ka sellest ei piisa, võib väljaspool kaevu kasutada standardseid poognaid. See ei ole hüdrauliliselt halb lahendus, sest poogen on sujuv valudetail, mis reovee liikumist ei takista ning millest tänapäevased vaatluskaamerad hästi läbi pääsevad. Külgharu nurka saab sobivaks seada ka kaevu piki peatorustiku pisut edasi või tagasi nihutades. Et kaevu õige asukoht märgitakse teostusjoonisele, siis selline nihutamine probleeme ei tekita (joonis 3).



Joonis 3. Kaevu PRO630 põhjad sobivad enamiku olukordade puhul

Et harutorustikud korralikult kaevu põhja suubuksid, võib harutorustiku (või selle viimaste torude) langu ühtlaselt suurendada. Kui pea- ja harutorustiku vahel on mõnesentimeetrine kõrgusvahe ning harutorustiku langu ei ole võimalik mingil põhjusel suurendada, võib kaevule panna aste suurema põhja, nt De160 torustiku puhul hoopis De200, ning harutorustikesse lisada vajalikule kõrgusele keeratud otstega ektstsentriksüüridmikud De200 -> De160. Harude ühendamiseks tõu-

sutoruga on nüüd olemas uut tüüpi astmelised läbiviigutihendid, mis tõusutoru De630 puhul on veetihedad kuni 0,5 baarise rõhu (standardi nõue) korral. Tõusutorule De630 on selliseid läbiviigutihendeid saadaval läbimõõduvahemikus De110–De200. Kui haruühendust ei ole kuidagi võimalik ümber tõsta ning läbiviigutihendi tarvis freesitav ava satub ikkagi tõusutoru ja põhja vahelise tihendi kohale (joonis 4), tuleb kasutada PE-kaevu.



Joonis 4. Freesühendus ei tohi sattuda tõusutoru tihendi kohale

PRO-moodulkaevude kasutuselevõttust võivad nii tellija kui ka ehitaja. Tellijale on kasulik tehnilise lahenduse kindlus – kaevupõhjad on testitud ja sertifitseeritud standardi EN 13598-2 nõuete kohaselt ning seega võib olla veendunud nende pikaealisuses. Sügavad ja sujuvad voolurennid tagavad kanalisatsioonisüsteemi tõrgeteta töö, sest ummistusohu kaevus on viidud miinimumini. Puuduvad käsitsi tehtud keevisühendused. Kaevu põhi on tasapinnaline, mis kõrgendab teehituslikku kvaliteeti, sest enam ei jää kaevude juurde kohti, mille alust pinnast on ehitajal raske tihendada ning mis võib ajapikku vajuda. Ehitaja saab kaubandusvõrgust kerge vaevaga sobiva kujundusega kaevupõhja ja muud detailid, mis tagab objektile operatiivse ja tõrgeteta töö. Kasutatav materjal on alati ühetaoline ning ühtlase kvaliteediga.

PRO630-moodulkaevud, mida kasutatakse Skandinaavias ja mujal Lääne-Euroopas juba mõnda aega, on Eesti kanalisatsioonivallas uus tase. Standardlahendused ja neid rakendavad projektid võimaldavad vee-ettevõtetel ja ehitajatel tõusta uuele kvaliteeditasemele.

# GLÜFOSAADIPÕHISTE HERBITSIIDIDE ÜLEDOSEERIMISE VÕI JUHUREOSTUSE VÕIMALIK KESKKONNAMÕJU

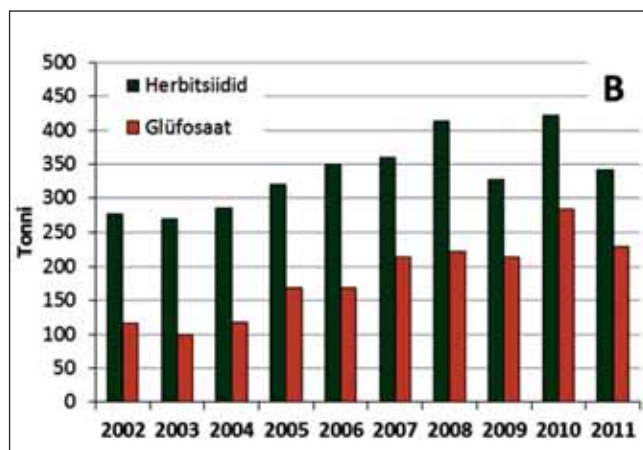
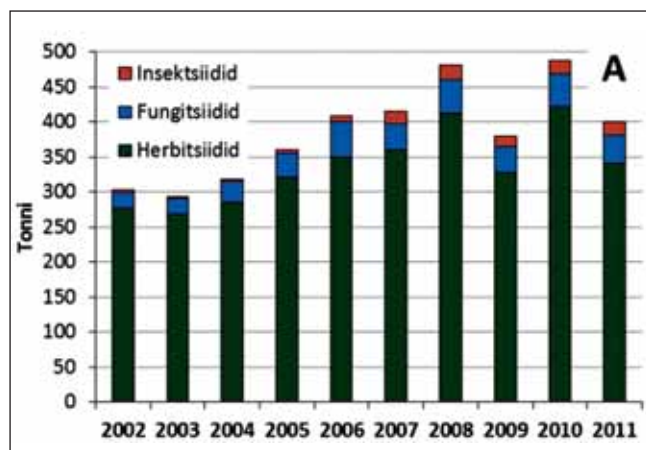
K. KÜNNIS-BERES, M. SIHTMÄE, L. KANARBIK, M. HEINLAAN JA I. BLINOVA

Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut

HERBITSIIDID ehk umbrohumürgid moodustavad umbes 40 % maailmas kasutatavate taimekaitsevahendite kogumahust [1]. Üks levinuimaid umbrohumürke on toimeainena glüfosaati sisaldav *Roundup*. Glüfosaadipõhiseid herbitsiide hakati turustama juba 1970ndate alguses, alates 1990ndate lõpust on nende kasutamist oluliselt suurendanud geneetiliselt muundatud glüfosaadikindlate põllukultuuride (nt sojauba, puuvill, mais, raps) kasvamine. Nende herbitsiidide populaarsus põhineb suuresti glüfosaadi toimemehhanismil: taimerakku tunginud glüfosaadimolekulid takistavad fotosünteesi jaoks oluliste valkude sünteesi ning seetõttu nad mittefotosünteesivad organisme, sh inimest, mõjutada ei tohiks. Glüfosaadipõhiste herbitsiidide ohutusuuringute tulemused on aga suuresti vasturääkivad. Osa teadusuuringuid viitab sellele, et glüfosaadipõhised umbrohumürgid ei pruugi olla

nii ohutud kui seni arvatud (nt on glüfosaadiga kokkupuutunud organismidel täheldatud teatud vähivormide ja sigimishäirete sagenemist). Oluline on teada, et pestitsiididest (sh herbitsiididest) rääkides pööratakse üldjuhul põhitähelepanu toimeaine mürgisusele ja võimalikule keskkonnamõjule. Samas sisaldavad pestitsiidid peale toimeaine (nt glüfosaadi), ka mitmesuguseid tõhusust suurendavaid abiaineid (lahusteid, stabilaatoreid, pH-regulaatoreid, pindaktiivseid aineid). Eri valmistoodete glüfosaadisaldus võib kõikuda vahemikus 1–75 %, kusjuures toote täpne koostis on ärisaladus. On ka näidatud, et mitmed sageli kasutatavad abiained, nagu nt pindaktiivne POEA (polüoksüetüleenamiin), võivad teatud organismidele olla glüfosaadist isegi mürgisemad [2]. Seetõttu on keskkonnanariski hindamisel oluline arvestada herbitsiidi kõigi koostisosade toimet ning summaarset, sh nende ainevahe-

tus- ja lagunemissaaduste keskkonnamõju. Glüfosaadipõhiste herbitsiidide laialdase kasutamise tõttu on viimastel aastatel suurt tähelepanu pööratud nii glüfosaadi kui ka selle peamiste lagusaaduste – aminometüülfosfoanhapete (AMPA) – keskkonnaseirele. 2009. aastal avaldatud üleeuroopalise pinnaja põhjavee seireuringu kohaselt leidis glüfosaati 30 % ja AMPA 50 % võetud proovides (suurim täheldatud sisaldus vastavalt 50 ja 49 µg/L) [3]. Eestis on mõlemat ainet leitud intensiivse põllumajandusega piirkondade pinnavees (glüfosaati 0,29 ja AMPA 0,93 µg/L) [4]. Mõni aasta tagasi oli veel päevakorras glüfosaadi ja AMPA lisamine Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi 2008/105/EÜ veereostuse seisukohalt ohtlike prioriteetsete ainete nimekirja, ent jäeti 2012. aastal avaldatud Euroopa Komisjoni otsusega siiski sellesse lisamata [5]. Kuigi Euroopa Liidus glüfosaadi suhtes



Joonis 1. Herbitsiidide, insektsiidide ja fungitsiidide müügi mahud (A) ning glüfosaadipõhiste herbitsiidide osakaal kõigest müüdud herbitsiididest (B) ajavahemikus 2002–2011 (Põllumajandusameti taimekaitsevahendite registri ja Statistikaameti andmed [6, 7])



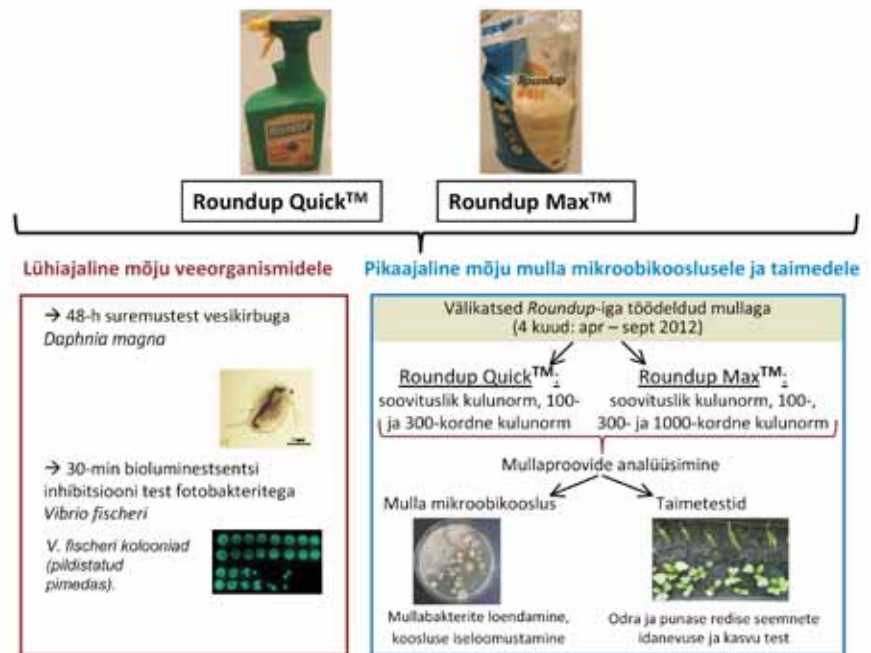
keskkonnamõju standardideid kehtestatud ei ole, oleks glüfosaadipõhiste umbrohumürkide kasutustrendi järgides Eestis põhjendatud ja otstarbekas korraldada nii nende kui ka nende lagusaaduste seiret. Oluline on ka suured üldsuse ja pestitsiidikasutajate teadlikkust nendega kaasneva võiva kahjuliku keskkonnamõju suhtes.

## GLÜFOSAADIPÕHISTE HERBITSIIDIDE KASUTAMINE EESTIS

Eestis on glüfosaadipõhiste umbrohutõrjevahendite müügikogused kasvamas ja ületamas kõigi muude pestitsiidide kasutusmahtu. Glüfosaat moodustab Eestisse tarnitud pestitsiidide toimeainetest ligikaudu poole (~50 %) ning selle iga-aastased müügikogused on suured (~200 tonni) (joonis 1). Põllumajandusameti taimekaitsevahendite registri andmetel oli 2013. aasta jaanuari seisuga Eestis registreeritud 32 glüfosaadipõhist herbitsiidi, neist kaheksa olid *Roundup*-i versioonid, millest osa on mõeldud kasutamiseks põllumajanduslikel aladel (nt *Roundup Max*, *Roundup FL 540*, *Roundup Gold ST*) ning osa (nt *Roundup Quick*, *Roundup Bio*, *Roundup Garden*) kodusõudades.

## KATSED

Keskonda sihilikult viidud või sinna sattunud kemikaali keskkonnamõju hindamisel on olulised tegurid lagunemiskiirus ning lagusaaduste omadused. Mullas, mis on pestitsiidide peamine lagunemiskeskond, inaktiveeritakse glüfosaat põhiliselt mullamikroobide poolt. Eri uuringute kohaselt on glüfosaadi ja AMPA poolestusaeg muldas vastavalt 2–197 ja 76–240 päeva [8], kusjuures lagunemiskiirus sõltub nii mullatüübist ja mikroorganismide kooslusest kui ka kliimatilistest tingimustest. Mulda jäänud glüfosaadijäägid võivad sattuda sademeveega nii pinnaveekogudesse kui ka põhjaveesse. Ülemäärased glüfosaadid ning selle jääkide kogused võivad eri keskkonnaosades põhjustada soovimatut keskkonnamõju. Keskkonnaohtlikkuse hindamiseks kasutatakse nii keemilisi kui bioloogilisi meetodeid. Kuna glüfosaadimolekul on väga polaarne ning ei sisalda kromo- ega fluorofore, siis on selle aine keemiline määramine tehniliselt keerukas (pikk proovi ettevalmis-



Joonis 2. Katsekorraldus

tus, kõrge määramispiir). Seetõttu on glüfosaadi keskkonnaohtlikkuse hindamine biotestide põhjal väga oluline lisateabeallikas.

Soome-Eesti ühisprojekti RIMA (*Risk Management and Remediation of Chemical Accidents*; 2011–2013) raames uuriti glüfosaadipõhiste herbitsiidide üledoseerimise ja avariilise reostuse keskkonnamõju meie põhjamaistes kliimatingimustes. Hinnati kahe erineva koostisega glüfosaadipõhise herbitsiidi, *Roundup Max™* (graanulitena; glüfosaati 75 % ja pindaktiivset ainet POEA 21 %) ja *Roundup Quick™* (lahusena, glüfosaati 1 %), võimalikku keskkonnamõju lühiajalistes laborikatsetes veeorganismidega ning pikaajalistes välikatsetes taimedega (joonis 2).

Lühiajalist kahjulikku mõju veeorganismidele määrati kahel standardmeetodil: vesikirpudega *Daphnia magna* (aine mürgisus väljendub vesikirpude suremusena pärast 48-tunnist kokkupuudet) [9] ja looduslikult bioluminestseerivate bakteritega *Vibrio fischeri* (aine mürgisus väljendub bioluminestsentsi inhibitsioonina pärast 30-minutilist kokkupuudet) [10]. Saadud tulemused näitasid glüfosaadipõhiste herbitsiidide mürgisust testitud veeorganismidele ( $EC_{50}$  väärtused olid vahemikus 4–50 mg/L), kusjuures bakterid osutusid *Roundup*-toodetele kümme korda tundlikumaks kui vesikirbud. Otsest seost pindaktiivse aine (POEA) sisalduse ja mürgisuse vahel ei

ilmnenud.

Herbitsiidide pikaajalise mõju hindamiseks võeti *Roundup Max*-i ja *Roundup Quick*-i eri kulunormidega (soovituslik kulunorm 245 mg/m<sup>2</sup> ning 100-, 300- ja 1000-kordne norm) töödeldud mullast proove nelja kuu kestel (aprillist septembrini 2012). Suurte kulunormide valik oli eesmärgipärane, et matkida üledoseerimist ja/või juhureostust. Proovides määrati mullabakterite arvukus ning hinnati fenotüüpiliste parameetrite alusel muutusi mikroobikoosluses. Ehkki kumbki *Roundup*-toode isegi maksimumnormi puhul mullabakterite üldist arvu ei kahandanud, vähenes märgatavalt nende liigiline mitmekesisus. See ilmnes eriti kodusõudades kasutatava kiiretoimelise *Roundup Quick*-i puhul, mille toimel kadus täielikult looduslikes muldades laialt levinud ning kultuurtaimede haiguskindluse väljakujunemist soodustav bakteriliik *Bacillus mycoides* (joonis 3). Ka kirjandusandmed kinnitavad, et glüfosaati sisaldavate herbitsiidide kasutamise ja arvukate uute probleemsete taimehaiguste vahel on leitud positiivne seos [11].

Valitud herbitsiidide võimalikku pikaajalist mõju nendega töödeldud muldades uuriti kahe Eestis laialt kasvatatava kultuurtaime redise (*Raphanus sativus*) ja odraga (*Hordeum vulgare*). Hinnati *Roundup*-toodete mõju seemnete idanevusele (joonis 2) ja võrsete kasvule. Tulemused näitasid, et oder (üheduleheline taim) oli testitud

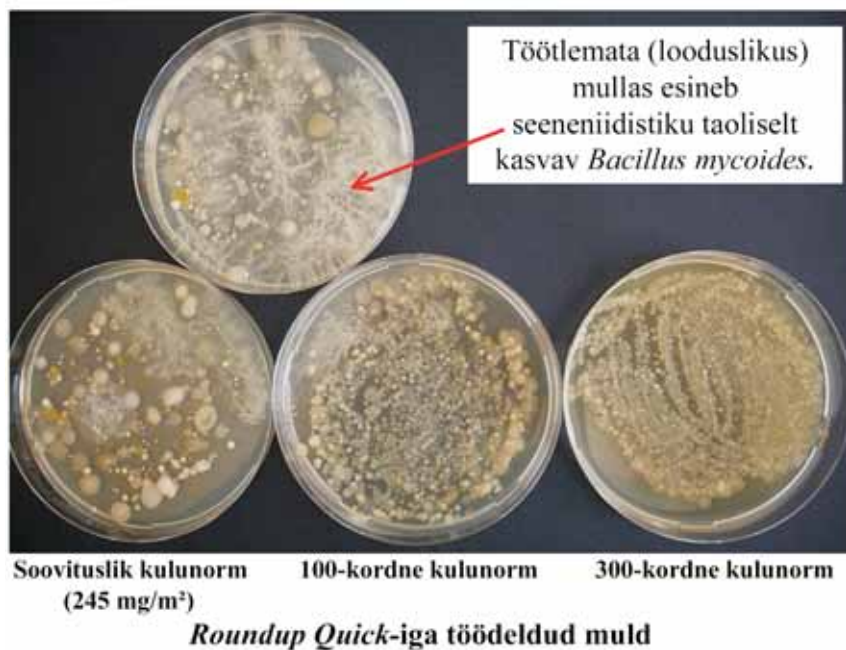
glüfosaadipõhiste herbitsiidide suhtes tundlikum kui redis (kaheiduleheline taim). 100- ja 300-kordse kulunormiga Roundup-toodete mürgine (idanevust ja kasvu pärssiv) toime odrale kadus pärast 68-ndat ning Roundup Max-i 1000-kordse kulunormi mõju alles pärast 110-ndat päeva. Samas ei olnud ka kõige suurema normiga töödeldud muldade vesileotised pärast 10-päevast kokkupuudet veeorganismidele (*D. magna* ja *V. fischeri*) mürgised. See näitab, et glüfosaat jääb pidama mullaosakestele ning pinna- ega põhjavette oluliselt ei leostu.

## KOKKUVÕTE

Glüfosaadipõhised tooted on Eestis kasutatavamaid herbitsiide nii põllumajanduses kui ka aianduses ning tõenäoliselt kasvab nende kasutamine põllumajandustoetuste suurenemisel ja põlluharimise intensiivistumisel veelgi. Seetõttu on vaja hinnata nende kasutamise ja vedamisega kaasnevaid keskkonnanriske. Riskivalmiduse seisukohalt tuleks hinnata ka suurte herbitsiidikoguste teadmatuses, hooletuses või õnnetusjuhtumist tingitud keskkonda sattumise võimalikke tagajärgi. RIMA-projekti tulemused näitavad, et liiga sagedane pritsimine (korduvalt ühe vegetatsiooniperioodi vältel) glüfosaadipõhiste herbitsiididega või mulla ülenormatiivne glüfosaadiga reostamine mingil muul moel põhjustab mullamikroobide liigirikkuse olulist vähenemist. Eesti lühikese vegetatsiooniperioodi ja madala keskmise õhutemperatuuri tõttu on mikrobioloogilised ja füüsikalise-keemilised laguprotsessid mullas pärssitud ning glüfosaadiga saastunud pinnase suhteliselt aeglane looduslik isepuhastumine võib põhjustada negatiivset järelmõju ka järgmisel vegetatsiooniperioodil. Samas on glüfosaat kõrge orgaanilise aine sisaldusega pinnastes suhteliselt väheliikuv ning on alust arvata, et keskkonnale, sh veeökosüsteemidele on kõige ohtlikumad reostusjuhtumid huumusevaestes (nt liivastes ja paepealsetes) muldades või selle herbitsiidi otsene sattumine pinnavette.

## RIMA-PROJEKT

Käesolev töö on osa RIMA (*Risk Management and Remediation of Chemical Accidents*; 2011–2013) Soome-Eesti ühisprojektist, mille eesmärk oli uuri-



**Joonis 3. Mulla mikroobikooslus enne ja pärast Roundup Quick-iga töötlemist**

da Eestis enamkasutatud pestitsiidide ülemäärase kasutamise ja avariilise reostuse võimalikku keskkonnamõju. Projekti Eesti partner on Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituudi keskkonnatoksikoloogia labori teadlased. Projekti rahastasid Euroopa Liit ja Euroopa Regionaalarengu Fond (*Central Baltic INTERREG IV A Programme 2007–2013*), Edela-Soome majandusarengu-, transpordi- ja keskkonnakeskus ning Lahti linn. RIMA-projektiga saab lähemalt tutvuda kodulehel: [www.rimaproject.eu](http://www.rimaproject.eu). A.M.

## Viidatud allikad

1. Grube, A., Donaldson, D., Kiely, T., Wu, L. 2011. Pesticides industry sales and usage: 2006 and 2007 market estimates. Biological and Economic Analysis Division, Office of Pesticide Programs, Office of Chemical Safety and Pollution Prevention, U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Washington, DC, USA.
2. Tsui, M.T., Chu, L.M. 2003. Aquatic toxicity of glyphosate-based formulations: comparison between different organisms and the effects of environmental factors. *Chemosphere* 52, 1189–1197.
3. Horth, H and Blackmore, K. 2009. Survey of glyphosate and AMPA in groundwaters and surface waters in Europe. A review was undertaken on behalf of Monsanto Europe. Report No. UC8073.02.WRC Plc, Swindon, England.
4. Euroopa Parlamendi ja Nõukogu 6. detsembri 2008 direktiivi 2008/105/EÜ nõuete täitmiseks prioriteetsete ainete inventuur

ning seire korralduse analüüs (Koostaja Tamm, I.), MAVES, Tallinn, 2010, Töö nr 10028. [http://www.envir.ee/.../Direktiivi+2008\\_105\\_EU+prioriteetsete+ainete+inventuur.pdf](http://www.envir.ee/.../Direktiivi+2008_105_EU+prioriteetsete+ainete+inventuur.pdf)

5. Report from the Commission to the European Parliament and the Council on the outcome of the review of Annex X to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council on priority substances in the field of water policy. COM(2011)875. European Commission, Brussels, Belgium. January 2012.

6. Põllumajandusameti taimekaitsevahendite register: <http://www.pma.agri.ee/index.php?id=104&sub=132&sub2=247>.

7. Statistikaamet: Turustatud taimekaitsevahendid toimeaine järgi: <http://pub.stat.ee/px-web.2001/Dialog/varval.asp?ma=KK2085&lang=2>.

8. Giesy, J.P., Dobson, S., Solomon, K.R. 2000. Ecotoxicological risk assessment for roundup herbicide. *Rev. Environ. Contamin. Toxicol.* 167, 35–120.

9. OECD. 2004. Guideline for testing of chemicals. Test No. 202: *Daphnia* sp. Acute immobilisation test. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, France.

10. ISO 21338:2010. Water quality — Kinetic determination of the inhibitory effects of sediment, other solids and coloured samples on the light emission of *Vibrio fischeri* (kinetic luminescent bacteria test). International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

11. *Bacillus mycoides* isolate J (006516) fact sheet. Montana Microbial Product. 2006.



# ÖKOSOTSIAALNE KAEVANDAMINE, KAS KA EESTIS JUBA LÄHITULEVIKUS?

## REIN EINASTO

TTK geoloogiaprofessor

VABATURUMAJANDUSE ökoloogilistest ja sotsiaalsetest piirangutest st ökosotsiaalsest turumajandusest kui paratamatust suunast üleilmse majanduses on Süda-Euroopas alates oktoobrist 2001 (majandusalane nõupidamine Grazis) üha häälekamalt räägitud ja kirjutatud [1]. Vaikida sellest on sügavalt ebaeetiline, teades hästi, et praegune turumajandus ei ole säästlik ega saa olla kestlik. Oleme sellest korduvalt kirjutanud [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

Kas oleme alates 1991. aastast, mil fosforiidi kaevandamine Eestis lõpetati, oma kaevandamise strateegias märkimisväärselt edenenud, midagi oluliselt muutnud, midagi tehnoloogias uuendamist väärivat avastanud, leiutanud, millest varem midagi ei teatud? Vist mitte. Meie vabaks laulmise eel toimunud fosforiidisõda [9] oli riigimehelike ja kaugelenägelike akadeemikute Mihkel Veidermaa [10] ja Endel Lippmaa [11] jt kollektiivsete teadusuuringutega argumentide jõul enne avalikke väljastumisi juba võidetud. Nüüd, juubelirattaretkel eel, on kerkinud küsimus, kas meid ähvardab uus fosforiidisõda, kuna mõned agarad arendajad (Viru Keemia Grupp jt) taotlevad esialgu küll vaid ettevalmistavate uuringute algatamist, kahtlemata eesmärgiga lähitulevikus ka tootma asuda, kujutamata samas realselt ette, milliste ökosotsiaalsete probleemide lahendamiseks neil selles protsessis kohtuda tuleb.

Alustades sotsiaalsest problemaatikast maavarade kaevandamisel, millest seni on vähem räägitud, meenutagem vanarahvatarkust, et kõik õige pole õigeaegne.

Esiteks, fosforiit nagu teisedki loodusvarad, maa, mets ja vesi ning kõik maavarad – põlevkivi, paekivi, turvas –, aga kõigepealt põllumuld ja põhjavesi, on üldrahvalik omand ehk rahvuslik rikkus, mille kasutamisest saadav tulu peab õiglaselt jõudma iga Eestimaa inimeseni. Seni pole seda toimunud, kasum läheb väheste valdusse. Rahva



Foto: Rein Einasto

Ka kivi on elu ja mõtiskelu. Kivi on võlu ja valu. Kivi on ootus ja lootus, põlvkondade vaev õigluse viha ja raev. Kivi on kutse ja väljakutse. Vaadates kivile silma näed igavikulist ilma

paevana

taluvusel on aga piirid. Kuni Riigikogu ei võta vastu vastavat seadust üldrahvaliku omandi kasutamisest saadava tulu õiglase jaotamise kohta, nagu mitmete riigiga rahvaste juures, ei saa jutukski tulla mingi maavara suurejooneline kaevandamine.

Teiseks, elukeskkond, eeskätt Pandivere – Eesti suurim põhjavee looduslik maa-alune hoidla ja parim põllumaa – tuleb puutumatusena käigus hoida. Kuni mäeteaduses väljatöötatud põhimõte, et kõik maa all toimetatav ei muuda märgatavalt maapealse elu kvaliteeti, ei ole realselt ellu viidav ega ole tagatud „pehme” kaevandamine põhjaveetasel alandamata, pudedates varisevates liivakivides ära hoitud maapinna vajumine tagasitaitmise teel tarduva ja kivistuva seguga [12], on kaevandama asumine kuritegelik.

Kolmandaks, kuni pole rakendatud uus kaevandamise strateegia ehk kõigi kasulike maarete kompleksse kaevandamise ja kasutamise nõue – Virumaal üksteise all lasuvate põlevkivi, paekivi, diktüoneema-savikivi ja Obolus-liivakivi kooskaevandamine ja -kasutamine –, ei saa alumisi kihte kaevandama asuda.

Neljandaks, niikaua, kuni pole ellu viidav kasumlikkuse nõue, kui kõik loetletud vajalikud sotsiaalsed, keskkondlikud ja tehnoloogilised kaasaegsed ökosotsiaalse majandamise nõuded on kasutusele võetud, läheb toodang nii kalliks, et ei leia turgu.

Järeldus: lähiaastail on kahtlemata enneaegne asuda fosforiiti taaskaevandama. Praegune initsiaator Viru Keemia Grupp jt arendajad võiksid hetkel enam investeerida teadusse.

Geoloogiliste ja mäenduslike eeluuringute põhihüda on see, et Eestis puudub riiklik geoloogiateenistus, nagu see on kõigis teistes arenenud maades. Jätta arendajate kanda väga kulukad maavarade kaevandamise ja ratsionaalse kasutamise uuringud on sügavalt ebaõiglane, tekitades ettevõtjas mõistetava ootuse need kulutused kiiresti tagasi teenida, kohalikes põliselanikes aga sama mõistetava umbusu ja hirmu, et eeluuringutele järgneb kohe sundkäigu- na ka kaevandamine.

U saladus mõlema poole vahel võib sündida siis, kui kaugelenägelikumad eeluuringud on riiklikud ega tekita arendajate õigustatud ootusi tehtud ku-

lutused kiiresti tagasi teenida, põliselanikes aga suuri kahtlusi, et Põlisrahvaste Õiguste Deklaratsioonis fikseeritud ülimuslikke õigusi kuritarvitatakse.

Kulukad eeluuringud Eesti maavara-de kaasaegseid ökosotsiaalseid nõudeid rahuldava kaevandamise ja kasutamise elluviimisel on möödapääsmatud. Sellest järeldus, et alustada tuleb geoloogiareformist: luua Riiklik Geoloogiateenistus! Kui soovime teist fosforiidisõda vältida, peame suutma „parteile ja valitsusele” selle reformi viivitamatult elluviimise vajaduse selgeks teha nüüd ja praegu.

#### Viidatud allikad

1. Radermacher, F. J. 2005. Tasakaal või häving. Ökosotsiaalne turumajandus kui üleilmse jätkusuutliku arengu võti. Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus
2. Einasto, R. 2008. Paekasutuse pakilised päevapoliitilised ja perspektiivsed probleemid Eestis. Urgent Topical and Perspective Problems of Limestone Usage in Estonia. – TTK Toimetised X, lk 84–101.
3. Einasto, R. 2010. Keskkonnakultuurist kultuurikeskkonnas. Inimene maailmas. – Keskkonnatehnika nr 5, lk 42–45.
4. Einasto, R. 2011. Maastikukujundus ja kaevandamiskultuur. – Eesti Loodus nr 2, lk 16–17.
5. Einasto, R. 2011. Ökosotsiaalne (loodus- ja inimsõbralik) kaevandamine. – EGK XIX Aprillikonverentsi „Eesti mere- ja maapõue uuringutest ning arukast kasutamisest” teesid. Tallinn, lk 32–34.
6. Einasto, R. 2013. Riiklikest ja eramajanduslikest rakendusuuringutest. – XXI Aprillikonverentsi „Rakendusgeoloogilistest uuringutest Eestis – olevik ja tulevik” teesid. Tallinn, lk 59–61.
7. Einasto, R. 2013. Fosforiidisõdadest nüüd ja praegu. – Loodusesõber nr 2, lk 34–35.
8. Einasto, R., Kalmu, M. 2011. Keskkonnakultuurist kultuurikeskkonnas. Ökosotsiaalne (loodus- ja inimsõbraliku) kaevandamise võimalustest Jõelähtme piirkonnas. – Keskkonnatehnika nr 3, lk 44–45.
9. Aare, J. 1999. Fosforiidisõda 1971–1989. Tallinn: Kirilille Kirjastus
10. Veiderma, M. 2009. Tagasivaade eluteele. Tallinn: Eesti Keele Sihtasutus
11. Kändler, T. 2012. Endel Lippmaa. Mees parima ninaga. Tallinn: Ajakirjade Kirjastus
12. Valgma, I.; Väizene, V.; Pastarus, J.-R. 2012. Kaeveõonte täitmine. Kaevandamine ja keskkond. (2012). /toim. Valgma, I. Tallinn: TTÜ Mäeinstituut, lk 75–85.

# KAITSETOLLID OHUSTAVAD EUROOPA JA EESTI PÄIKESEENERGEETIKAT

MARTIN LÄÄN

OÜ Lään & Veskimets

AFASE esindaja Eestis, martin.laan@lvc.ee

NII EUROOPA LIIDU kui ka kogu maailma päikeseenergeetikatoöstus on viimastel aastatel kokku puutunud turukõikumiste ja muutlike oludega. Uute tootjate turuletulek 2000ndate esimesel poolel, nõudluse hüppeline kasv ja tehnoloogilised uuendused tekitasid olukorra, kus päikesepaneelidest on saanud masstootmises olev tarbekaup.

Bumiaastad töid Euroopa päikese-paneelitootjatele suuri kasumeid. Järgnenud rahanduskriisi ajal aga riiklikud soodustariifid vähenesid ning tootjad olid sunnitud kulusid kärpima. Nüüd, kui päikeseenergeetikatoöstus on ümber kujunenud, ei ole varasemad ärimudelid enam konkurentsivõimelised ning mõned Euroopa paneelitootjad kipuvad oma majandusraskustes süüdistama euroopaväliseid tootjaid. Osa neist on otsustanud pöörduda Euroopa Komisjoni poole palvega kehtestada Hiinast pärit toodete suhtes dumpinguvastased kaitsetollid – viimast ölekört turu loomulikule ja paratamatule konsolideerumisele vastu seismiseks [1].

Päikesepaneelihindade globaalne langus on uurimis- ja arendustöö tulemus, millele on kaasa aidanud suurtest tootmismahitudest tulenev mastaabisääst ja toorainete hinna järsk langus maailmaturul. Täpselt samasugused arengud on toimunud enamikus muudiski tehnoloogiasektorites. Mäletame ju kõik esimeste mobiiltelefonide uudsust ja revolutsioonilisust, mis võimaldas neid omaaegseid tehnikaimesid esialgu müüa ülikõrge hinnaga. Ka selles tööstusharus on hinnad nüüdseks langenud ning see langus on suurendanud meie kõigi heaolu.

Tänaseks on rohkem kui 400 Euroopa Liidu ettevõtet ühinenud organisatsiooni *Alliance for Affordable Solar Energy* (AFASE), sest ei saanud rahulikult pealt vaadata, kuidas väike grupp ettevõtteid võib oma kitsaste huvide

ohvriks tuua terve tööstusharu. AFASE on seadnud eesmärgiks võidelda avatud turgude ja vaba kaubanduse eest päikeseenergeetika sektoris. Selle liikmed saatsid Euroopa Komisjoni kaubandusvolinik Karel de Gucht'ile avaliku kirja, millele kirjutas alla 1 024 Euroopa päikeseenergiasektori ettevõtet ja aktivisti. Kirjas palutakse loobuda kaitsetollide kehtestamisest ning võimaldada Euroopa Liidu päikeseenergeetikasektoril jätkuvalt kasvada ja areneda.

Kaitsetollid mõjuksid Euroopa päikeseenergeetikatoöstusele halvavalt. Meetmete kahjulikkust on põhjalikult analüüsitud instituudi *Prognos AG* koostatud uuringus [2]. Uuringu tulemustest järeldub, et dumpinguvastased ja/või tasakaalustusmeetmed, mida EL võib Hiina päritolu toodete suhtes kehtestada, põhjustaksid päikesepaneelide ja nende osade üldise hinnatõusu ning seeläbi nõudluse vähenemise päikesepaneelide paigaldamise järele. Väheneks sektori loodav lisandväärtus ja kaoksid paljud töökohad. Väheneks ka nõudlus Euroopas toodetava tooraine järele, mida päikesepaneelide tootmiseks praegu Hiinasse eksporditakse. Uuringu kohaselt kaoks 20 % suuruste kaitsetollide korral Euroopa Liidus 115 000 töökohta. Kui EL peaks aga kehtestatama 60-protsendised kaitsetollid, kaoks 242 000 töökohta ning rahaline kahju oleks 27 miljardit eurot.

Kõige olulisem mõju oleks aga see, et kaitsetollide kehtestamine lükkaks väga kaugesse tulevikku päikeseenergia võrgupariteedi saavutamise, s.o päikesepaneelidega toodetava elektri hinna võrdsustumine fossiilkütustest toodetavaga. Praegu on võrgupariteet mitmes Euroopa Liidu liikmesriigis juba käeulatuses.

Kuigi Eestis ei olda geograafiliste iseärasuste tõttu veel võrgupariteedi lähedal, on päikesest toodetav elekter



ometigi tarbijatele tasuv juba praegu. Hinnanguliselt jääb päikesepaneelide tasuvusaeg Eestis vahemikku 12–15 aastat, mis teeb majanduslikult mõtlevate tarbijate jaoks investeeringu mõttekaks, ent vaid napilt ja vaevu. Sellises õrnas olukorras mõjuks kaitsetollidest põhjustatud äkiline hinnatõus Eesti päikeseenergeetikasektorile hävitavalt isegi siis, kui kaitsetollid jääksid ennustatava suurusvahemiku madalamasse ossa. Suurim kaotaja oleks tarbija, kes jääks ilma võimalusest tarbida majanduslikult tasuva hinnaga puhast loo-

duslikku elektrienergiat allikast, mis jääb piiramatult garanteerituks veel miljoniteks aastateks.

Kaitsetollid oleksid ohtlikud ka riigile. Hoolimata sellest, et Eestis praegu päikesepaneelide paigaldamist eramu-tele riiklikult ei toetata, on seda siiski edukalt proovitud. Kui riik peaks kunagi taas otsustama päikeseenergeetikat toetada, oleksid vajaminevad summad kaitsetollide võrra suuremad. Kaitsetollidega kogutud summad Eesti eelarvesse ei jääks – need läheksid otse EL eelarvesse. Et kaotajaid oleks palju

rohkem kui võitjaid, peaks riigil olema üsna lihtne otsustada.

#### Viidatud allikad

1. <http://afase.org/en>.
2. Ehrentraut, O., Peter, F., Schmutz, S., Krampe, L. 2013. The impact of anti-dumping and/or countervailing measures on imports of solar modules, cells and wafers from China on EU employment and value added. Prognos AG report. Basel, Berlin: <http://www.solar-trade.org.uk/media/prognos%20report.pdf>.

## TOLLIDE VASTU

### Ettevõtja kommentaar

#### Mikk Saar

Energiapartner OÜ juhatuse liige  
tel 660 1100

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

Kaitsetollide kehtestamine päikesepaneelidele oleks sisuliselt taastuvenegia ja energiatõhususe vastu võitlemine ning piiraks oluliselt päikeseelektri kasutuselevõttu. Sellest võidaksid vaid mõned Euroopa paneelitootjad, sest need, kes kasutavad Hiinast pärit lähtematerjali, jääksid kaitsetollide jalgu. Kuna paneelid moodustavad 45–70 % päikeselektrisüsteemi maksumusest, kaotaksid ka kõik need, kes tegelevad inverterite,

neelidele oleks sisuliselt taastuvenegia ja energiatõhususe vastu võitlemine ning piiraks oluliselt päikeseelektri kasutuselevõttu. Sellest võidaksid vaid mõned Euroopa paneelitootjad, sest need, kes kasutavad Hiinast pärit lähtematerjali, jääksid kaitsetollide jalgu. Kuna paneelid moodustavad 45–70 % päikeselektrisüsteemi maksumusest, kaotaksid ka kõik need, kes tegelevad inverterite,

kinnitustetailide, kaabelduse, projekteerimise ning paigaldamisega.

Hoonepõhise tootmissüsteemina, kus kogu toodang tarbitakse hoones endas ära, on päikeselekter praegu Eestis üks vähestest elektritootmislahendustest, mis on toetuseta mõistliku tasuvusaja piirimal. Kaitsetollid pidurdaksid oluliselt PV-elektri kasvavat hoogu Eestis.

## TOLLIDE POOLT

### Tootja ja paigaldaja kommentaar

#### Ander Pukk

Naps Solar Estonia OÜ tegevjuht

tel +372 6566829

[info@napsolar.ee](mailto:info@napsolar.ee)

Euroopa Liit on maailma suurim päikeseenergeetikaturg (75 % maailma päikesepaneelide koguvõimsusest on Euroopas) ning loomulikult on palju neid, kes soovivad sellest osa saada. Enamik turuosalejaid on selleks valinud ausa konkurentsi tee. Hiinast pärit toodangu võidukäik algas pärast Hiina Kommunistliku Partei heakskiidetud viisaastakuplaani kinnitamist, mis nägi ette turu hõivamist riigi agressiivsel toel. Kasutades oma üüratuid rahalisi ressursse on Hiina andnud toetusi, tagastamatuid laene ning rakendanud muid toetusmeetmeid oma riigi ettevõtete konkurentsivõime kunstlikuks parandamiseks selleks, et saada globaalselt domineerivaks jõuks. Päikeseenergeetika pole kahjuks ainuke näide, sama praktikat kasutab Hiina ka mõnes muus sektoris. Kuri plaan on toonud edu: Euroopast on kadunud tuhaneid töökohti, sajad tootmisfirmad on oma ukseks alatiseks sulgenud ning kunagine kõrgtasemel arendus- ja uurimistöö on hääbumas. Selline väärastunud kaubanduspoliitika on vastuolus

rahvusvaheliste kaubandusreeglitega.

Euroopa Komisjoni uuring on Euroopa Liidu seadustikus ettenähtud legaalne protseduur ebaausa konkurentsi tuvasutamiseks. Seda ei ole võimalik algatada, toetudes mõne üksiku ettevõtte halbadele majandustulemustele. Menetlus algatakse, kui vähemalt 25 % EU vastavast tööstusharust on kaebusega nõus ning on esitanud piisavad asitõendid. Euroopa Komisjoni eesmärk ei ole kedagi karistada ega põhjendamatuid kaubandustõkkeid seada, vaid tagada aus konkurents. Selline menetlus algatati EL-is ka Hiina päritolu klaasi suhtes. EU-s on jõus 50 subsideeritava Hiina tooteisse puutuvat koduturu kaitsemeetet. India on käivitamas samasuguseid uuringuid ning USA kehtestas dumpinguvastased meetmed ligi aasta tagasi. Uuringus tuvastati, et Hiina päikesepaneelidel ilma riigi toetusteta hinnaelid ei ole. Enamgi veel, kui võtta aluseks kulubaas, peaks paneelide hind olema paar protsenti kõrgem kui USA tootjatel ning veokulusid arvestades koguni 5 % kõrgem [1]. Nagu praegu Euroopas, avaldati siis USA-s meediakära saatel „uuringu“ ees ootavast hinnatõusust, töökohtade kadumisest, turu kokkukukkumisest jms. Mis juhtus tegelikult? Päikeseenergia Assotsiatsiooni SEIA ([www.seia.org](http://www.seia.org)) andmed 2012. aasta kohta on kõnekad: Hiina toodete osakaal kahanes 20 %-ni kaitsetollieelsest tasemest ning tööstus- harul oli primare tulemustega aasta.

Turu maht kasvas 76 %, 82 000 kodu sai päikeseenergiastüsteemi 27 % väiksemate hindadega. Päikesepaneelide keskmine hind langes 60 % ning tööhõive sektoris suurenes 13,2 %. USA-s on praegu päikesepaneelide koguvõimsusega 7 700 MW, millest piisab enam kui 1,2 miljoni kodumajapidamise varustamiseks elektriga [2].

Õige kummaline on väide Eesti PV-sektorile antavast hoobist. Naps Solar Estonia annab tööd kuni pooltele inimestest, kes Eestis sel alal tegelevad. Toodang läheb ekspordiks nii Euroopa Liidu riikidesse kui ka mujale ning riik saab kopsakat maksutululu. Mil moel saaks Eesti riigile kasulik olla töökohtade ohtuseadmine ja ekspordivõimekuse kahandamine ebaseadusliku subsideerimisega? Ega saagi ning nagu Ameerika Ühendriikide kogemus näitab, on kõigile kasulik, kui valitseb terve konkurents.

Kvaliteetsed Hiina tooted on teretunud ja riikidevaheline kaubavahetus igati hea. Turuosaliste tegevus peab aga olema aus ja seaduste raamides. Kõigile kahjulikud kunstlikud turumoonutused peavad kaduma. A.M.

#### Viidatud allikad

1. <http://www.nrel.gov/docs/fy12osti/53938.pdf>, lk 26.
2. <http://www.seia.org/research-resources/solar-industry-data>.  
Vaata ka: [www.prosun.org](http://www.prosun.org)



Foto: Suomen Messut, Markku Ojala

# MESS ChemBio 2013

## ANNE-MARI PENDER

OÜ Eesti Keskkonnauringute Keskus

HELSINGI messikeskuses toimus 20.–21. märtsini järjekordne, sedapuhku viies mess *ChemBio*. Osales 115 ekspONENTI ning külastajaid oli 4 282, sh Eestist üle poole saja. Esindatud oli enamik tuntud laboriseadmete ja -tarvikute tootjast ning kohal olid ka keemiatööstus- ja biotehnoloogiaettevõtted. Huvilisi käis kõrgkoolidest, uurimisasutustest, keemia-, farmaatsia- ja biotehnoloogia tööstusest, kaubandus ja teenindusettevõtetest, toiduaine- ja keskkonnanuurimislaboritest, toidutööstusest ja muudelt tegevusaladelt.

Esimest korda külastasid messi *ChemBio* ka OÜ Eesti Keskkonnauringute Keskus spetsialistid, kelle muljed on väga positiivsed. Kõige enam huvitasid meid uuendused kromatograafia vallas, milles olid esindatud firmade *Ordior*, *Thermo Scientific*, *Waters* ja *Agilent Technologies* kromatograafiliste süsteemide tootjad. Tutvustati ka lihtsamaid, ent peaaegu igas laboris vajaminevaid seadmeid, nagu pH-meetreid ja kaalusid, laminaarkappe, inkubaatoreid ja külmikuid. Leidus ka märksa väiksemaid tarvikuid – eri tootjate automaatpipette kõige juurdekuuluvaga. Pipettide arendamisega tegeldakse pidevalt ja igal aastal tuuakse turule uusi ja täiendatud mudelid, mis aitavad tööd veelgi rohkem automatiseerida ja ajakulu vähendada.

*Ordior Oy* Soome emafirma messibok-

sis oli kohal ka Eesti tütarfirma *Ordior Eesti OÜ* esindaja Mirjam Luhakoode, kes tutvustas *Shimadzu* kromatograafe, sealhulgas gaaskromatograaf-masspektromeetrit GCMS-TQ8030, mis on suurima tundlikkusega kolmekordse kvadrupool-tüüpi detektoriga süsteem turul. Selle seadmega on võimalik saavutada väga madalaid määramispiire prioriteetsete ohtlike ainete määramisel ka nõnda keerulistes proovides, nagu seda on keskkonna- ja toiduproovid. *Shimadzu* on pööranud ka erilist tähelepanu hooldusele kuuluva aja vähendamisele, mis on oluline igas laboris. Samas on selle seadme mõõtmed võrreldavad tavalise kvadrupool-tüüpi seadme omadega, mis tähendab, et ta suuremat laboripinda ei vaja.

*Shimadzu* pakub ka vedelikkromatograafe (uusim neist LCMS-8040), millel on nagu gaaskromatograafilgi kolmekordne kvadrupool-tüüpi detektor, ent mis võimaldab määrata mittelenduvaid aineid ja termiliselt ebastabiilseid ühendeid.

Messil tutvuti Taani firmaga *MSC*, mis tegeleb kromatograafi liseseadmetega müügi ja hoolduse ning laboriseadmetega seonduva nõustamise ja koolitusega. Messil esindas seda firmat Jens Glastrup, kellel on analüütilise keemia ja proovide eeltöötlemise valdkonnas 25-aastane praktiline kogemus. Praegu

ei ole Eestis proovide eeltöötlemise (nt SPME – *solid phase micro extraction*) alal võimalik koolitust saada, ometi eelneb keskkonnaproovide kromatograafilisele analüüsile peaaegu alati proovide ettevalmistamine. MSC korraldab nii teoreetilisi kui ka praktilisi koolitusi, sh vajaduse korral ka kliendi juures, võttes kaasa proovide analüüsimiseks vajaliku seadme. Uurime kindlasti sellise koolituse korraldamise võimalusi Eestis.

Peale tuntud laboritehnikafirmade oli messil kohal ka kohaliku tudengiorganisatsiooni esindajaid, kes olid tulnud messile selleks, et leida ideid teaduse ja keemia populariseerimiseks. Külastajatelt oodati sellel teemal aktiivset kaasmõtlemist ning oma mõtete esitamist. Võimalik oli riietuda laborikitlisse ja lasta endast pilti teha. Nii mõnigi firma kasutas enda tutvustamiseks mängulist lähenemisviisi – koostatud oli mitmesuguseid küsimustikke ning korraldati põnev mikrobioloogia-alane viktoriin, milles osalejate vahel loositi välja auhindu.

Mess *ChemBio* toimub taas kahe aasta pärast – 18.–19. märtsini 2015, Helsingi messikeskuse järgmine keemia-ala üritus – keemia-julgeoleku ja -turvalisuse teemadele keskenduv viies rahvusvaheline keemiafoorum *Helsinki Chemical Forum* aga 18.–19. juunil 2013. Foorumi kohta leiab infot korraldajate kodulehelt [www.helsinki.kicf.eu](http://www.helsinki.kicf.eu).

A.M.



## JUUNI

## ELMIAWOOD

Rootsis Jönköpingis toimub 5.–8. juunini rahvusvaheline metsandusmess. Messiala asub Jönköpingist 30 km kaugusel metsas, kus saab tutvuda metsatehnikaga. Mess toimub iga nelja aasta järel. Eelmisel messil 2009. aastal osales 490 ekspONENTI, messi külastas üle 46 000 inimese, messi ajal tehti metsa ca 3000 tihumeetrit.

Internetis: <http://www.elmia.se/en/wood>

## REW 2013

Istanbulis toimub 13.–16. juunini üheksas rahvusvaheline jäätmekäitluse ja keskkonnatehnikamess, kus peateemad on jäätmed, vesi, energeetika, mõõte- ja analüüsitehnika, õhk ja müra. REW on oluline keskkonnaüritus Musta mere piirkonnas ja Balkani maades, Lähis-Idas ja Kesk-Aasias. Eelmisel aastal osales 329 ekspONENTI, messi külastas 11 700 inimest 47-st riigist.

Internetis: [www.rewistanbul.com](http://www.rewistanbul.com)

## Helsinki Chemical Forum

Helsingi messikeskuses toimub 18.–19. juunini viies rahvusvaheline keemiafoorum *Helsinki Chemical Forum*. Üritus keskendub keemia-julgeoleku ja turvalisuse teemadele.

Internetis: [www.helsinkiicf.eu](http://www.helsinkiicf.eu)

## Intersolar Europe 2013

Münchenis toimub 19.–21. juunini rahvusvaheline mess ja 17.–20. juunini kongress *Intersolar Europe*. Tegemist on maailma suurima solaartehnoloogiamessiga. Eelmisel aastal osales messil 1909 ekspONENTI 49-st riigist ja messi külastas 66 000 inimest 160-st riigist. EkspONENTIDE KÄSUTUSES oli 168 000 m<sup>2</sup> näitusepinda.

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

## OKTOOBER

## Tartu Ehitusmess

17.–19. oktoobrini toimub Tartu Näitusete messikeskuses ehitus ja sisustusmess. Internetis: <http://www.tartunaitused.ee>

## NOVEMBER

## POLEKO 2013

Poola suurim keskkonnames toimub 7.–10. novembrini Poznanis. Eelmisel aastal osales messil 550 ekspONENTI 19-st riigist. Näitusepinda oli ca 17 000 m<sup>2</sup>, külastajaid oli ca 21 600.

Internetis: <http://poleko.mtp.pl/en/>

## ECOMONDO 2013

Itaalia suurim keskkonnames toimub 6.–9. novembrini Riminis. Eelmisel messil osales 1200 ekspONENTI, messi külastas 84 350 inimest, neist peaaegu pooled olid mujalt kui Itaaliast.

Internetis: [www.ecomondo.com](http://www.ecomondo.com)

## Instrutec 2013

Eesti Näituste messikeskuses toimub 13.–15. novembrini 19. Tallinna rahvusvaheline tootarendus-, tootmistehnika-, tööriista-, allhanke- ja tehnohooldusmess *Instrutec 2013* Eelmisel aastal osales messil 80 firmat 6-st riigist, messi külastas ca 6000 inimest. Internetis: [www.fair.ee](http://www.fair.ee)

## DETSEMBER

## POLLUTEC 2013

Prantsusmaa suurimat keskkonnamesi *Pollutec* peetakse sel aastal 3.–6. detsembrini Pariisis. 2011. aastal osales Pariisis 1327 ekspONENTI, messipinda oli 42 105 m<sup>2</sup>, messi külastas ca 29 700 inimest. Internetis: [www.pollutec.com](http://www.pollutec.com)

## KONVERENTSID JA SEMINARID

ICF PASSIIVMAJA  
TEHNOLOOGIAD JA QUAD-  
LOCK EHIUSSÜSTEEMI  
EHITUSTEHNILINE TOIMIVUS

Seminar toimub 28. mail Ehituskeskuses. Osavõtt on tasuta.

## PÕLEVKIVISÜMPOOSION

10.–11. juunini toimub Tallinna Tehnikaülikoolis põlevkivisümpoosion, mis toob kohale nii Rahvusvahelise Energiaagentuuri (IEA) kui Maailma Energeetikanõukogu (WEC) esindajad, aga ka eksperdid maailma juhtivatest põlevkivitööstustest ning valdkonnaga tegelevatest ülikoolidest, kes diskuteerivad põlevkivienergeetika oleviku ja tuleviku võimaluste üle. Sümpoosioni, mille korraldavad Eesti Energia, Tallinna Tehnikaülikool, Tartu Ülikool ja Colorado School of Mines, eesmärk on tekitada ja suurendada rahvusvahelist huvi põlevkivitööstuse vastu ning olla diskussiooni algatajaks ja sidemete loojaks erinevate huvigruppide vahel selle tööstusharu arendamisel. Sümpoosionil esitatakse üle 50 ettekande. Lisainfo ja programm: [www.oilshalesymposium.eu](http://www.oilshalesymposium.eu)

## KONVERENTS BALTIC ROAD

26.–28. augustini toimub Vilniuses 18. rahvusvaheline konverents Baltic Road. Konverentsil käsitletakse Euroopa transpordipoliitika, teedeehituse ja selle rahastamise, teehoolduse, ohutuse ja keskkonnaga seotud küsimusi. Rohkem teavet: [www.brc2013.lt](http://www.brc2013.lt)



[www.rentacar-estonia.eu](http://www.rentacar-estonia.eu)

**AUTO RENT**

Tel 5625 0951





**Näe rohkem,**



**uue LOGO!ga see on võimalik!**

## LAHENDUSED TÖÖSTUSELE

SIEMENS Osakeühitis Eesti filiaal, Väike-Paala 1 Tallinn 11415  
Tel: 630 4777, email: [automaatika.ee@siemens.com](mailto:automaatika.ee@siemens.com)

**SIEMENS**

Uuri täpsemalt:  
[www.siemens.com/logo](http://www.siemens.com/logo)