

KESKKONNATEHNIKA

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

3/08
35 krooni

**Põhimõte mida me
kõik juba teame
"Klõps" ja valmis!**



Lindab Safe Click eelised:

Toru ja liitmiku needivaba ühendus - KLÕPS! ja valmis
Vähendab oluliselt torustiku paigaldusaega
Torustik on õhutihe, sest kruvi- või neediaugud puuduvad
Torustikku ei satu puurimisel tekkivat metallipuru



Lindab AS Saha-Loo tee 4, 74201 Jõelähtme vald, tel 6348 200, www.lindab.com/click



GreenForest

ROTOMOLD &
WASTE CONTAINERS

Green Forest OÜ on jäätme-
käitluskonteinerite tootja Otto
esindaja Eestis

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

Otto prügikonteinereid pakuvad:

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

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



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

Sisukord



12



20



31



48



62

TOIMETUS

Postiaadress: Pk 2195, 10402 Tallinn

Väljaandja: OÜ Kalendrike

Tel 672 5900, ajakiri@keskkonnatehnika.ee

<http://www.keskkonnatehnika.ee>

Keskkonnatehnika ilmub alates 1996. aastast. Aastas ilmub kaheksa

numbrit. Järgmine number ilmub juunis. Trükkikoja: PRINTON.

Küljendus Võrgu Wõlurid

Peatoimetaja:

Merike Noor, merike.noor@keskkonnatehnika.ee

Toimetajad:

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

Mallis Moora (keel), Argo Rosin (automaatika ja energeetika)

Reklaam ja levit:

Marika Rebane, keskkonnatehnika@starline.ee

Margis Veevo, margis.veevo@starline.ee

Reklaamide kujundus: Raul Laugen



3/08

ehitus, planeeringud

- 20 Ehituskultuuri tõstes ennetame hallitust. K. Pilt
50 Geotehniline kontroll ja nõlvanahtused. J. Kärk, M. Saavik
54 Kodanikualgatus "TEEME ÄRA 2008" Eesti prügist puhtaks! R. Einasto, E. Vende

energeetika, automaatika

- 30 Hooratassalvestitest. H. Hõimoja
35 Tuuleenergeetika areng maailmas 2007. aastal.
38 Millist energiasüsteemi me tahame? R. Veski

mäendus

- 40 Eesti põlevkivimaardla varude hetkeseisust. M. Rammo
44 Põlevkivi kaevandamise mõju põhjaveele. R. Perens,
L. Savitski
48 Pärast meid tuleb veeuputus ehk ammendatud
karjäärde järved. E. Reinsalu
52 Kõllustikukivi ressurss Eestis. A. Västriku, I. Valgma

keskkond

- 18 Keskkonnamüra konverents – "Kas oleme müraks valmis"
17. ja 18. jaanuaril 2008 Tallinnas. T. Pallo
56 Kukuruse lademe liigestus Ülemiste puursüdamikus.
R. Einasto, A. Rähni
60 Paekivi Eesti haa- ja mälestussammastes. H. Perens

küte, ventilatsioon

- 25 Siseruumide õhu kvaliteet. A. Kahr
26 Milleks on vaja ventilatsiooni? E. Seestrandt

vesi

- 7 Kõo valla puurkaevude vesi sai joogikõlblikuks. K. Kornel
12 Väikeveekogude rajamine ja hooldamine. I. Tenson
14 Põgus pilk Istanbuli veevarustussüsteemile. M. Noor

tooted

- 62 Loodust säästev ökomööbel. H. Treial

ORASE VEESÄÄSTUAUHIINNA VÕITIS LIMNOLOOGIAKESKUS

ÜLEMAAILMSEL VEEPÄEVAL toimunud konverentsil anti üle üheksas Orase veesäästuauhind. Selle pälvis Eesti Maaülikooli limnoloogiakeskus, kus on alates 1960ndatest aastatest uuritud Eesti järvi ja jõgesid. Veeuuringud annavad operatiivteavet vee kogude seisundi muutuste kohta. Limnoloogiakeskuses tehakse ka fundamentaal- ja rakendusuuringuid, õpetatakse üliõpilasi ning juhendatakse kraadiõppureid.

Orase veefirma asutatud Orase veesäästuauhind antakse üle igal aastal rahvusvahelisel veepäeval, 27. märtsil. Auhinnaga tunnustatakse isikuid või ettevõtteid, kes on oluliselt panustanud Eesti veemajanduse korraldamisse ja arendamisse ning vee kaitsesse.

Ülemaailmsele veepäevale pühendatud konverentsi "Puhas vesi, puhad veekogud" korraldasid Eesti Veeühing, Keskkonnaministeerium ja Eesti Maaülikooli metsanduse ja maaehituse instituut.

Keskkonnatehnika

EESTI KESKKONNATEO KONKURSI VÕITJA VALITI EUROOPA KESKKONNAKONKURSI "EUROPEAN BUSINESS AWARDS FOR THE ENVIRONMENT" FINAALI

EESTIS 2007. AASTAL toimunud konkursil "Aasta keskkonnategija" pälvisid peapreemia kolm firmat, neist AS-i Triip valis Euroopa žürii möödunud nädalal Ljubljanas Euroopa Liidu keskkonnakonkursi keskkonnajuhtimise valdkonna finaali. "Aasta keskkonnategija 2007" peapreemia võitsid AS Triip, Väätsa Prügila AS ning Silbet AS, kes kõik said võimaluse osale-

da üleeuroopalisel konkursil. Eriotsusega nimetati Euroopa konkursi kandidaadiks keskkonnajuhtimise valdkonnas ka Eesti Energia AS. Parimaid keskkonnasõbralikke ettevõtteid on "European Business Awards for The Environment" konkursil tunnustatud alates 1987. aastast. Keskkonnakonkursid toimuvad iga kahe aasta tagant. Varem on EBEA konkursil Eesti ettevõtetest osalenud 2002. aastal AS Kunda Nordic Tsement ning 2006. aastal Eesti Energia AS ning Paekivitoodete Tehase OÜ. Selle aasta konkursi võitjad kuulutatakse välja Brüsselis 3. kuni 6. juunini toimuva roheli-se nädala ajal.

Keskkonnatehnika

EHITUSMAAVARADE KAEVANDAMINE VAJAB RIIGI HUVIDEST LÄHTUVAT KORRALDAMIST

KESKKONNAMINISTEERIUM on hakanud ette valmistama looduslike ehitusmaterjalide kasutamise riikliku arengukava, et asuda lahendama maavarade kaevandamise ning kasutamise seotud küsimusi.

"Ehitusmaavarade arengukavas tuleb ennekõike leida vastused maavarade kaevandamise ja kasutamise seotud küsimustele ja vastasseisudele," märkis keskkonnaminister Jaanus Tamkivi. "Lähiaastail hakkab probleeme tekkima just lubja- ja dolokiviga, mille kaevandamismahud hakkavad lõppema, kuid uute karjäärade avamine on takerdunud."

Seniajani on looduslike ehitusmaavarade puhul määratlemata, kui palju peaks neid kaevandama riigi jätkusuutlikkuse tagamiseks. Oluline on ära määrata seegi, missuguse kvaliteedi ja hinnaga ehitustootet läheb riigi oluliste ehitusobjektide varustamiseks vaja. Kui riigi huvid on teada,

siis saab ka kaevandamisloa andmisest keelduda. Praegu seda võimalust Keskkonnaministeeriumil ei ole.

Arengukava üks olulisi eesmärgi on ka maavarade säästev kasutus. Sellele aitab kaasa nii maavarade kaevandamisega seotud tasude korrigeerimine kui ka näiteks põlevkivi kaevandamisel tekkiva aheraine senisest suurem taaskasutamine.

Esiolse kava kohaselt käsitleb ehitusmaavarade arengukava eelnõu ajavahemikku 2010–2020, arengukava tuleks Vabariigi Valitsusele esitada 2009. aasta lõpus.

Keskkonnaministeerium

SWECO PROJEKTI MULLUNE KÄIVE OLI 122 MILJONIT KROONI

EESTI SUURIMA PROJEKTEERIMISETTEVÕTTE SWECO Projekt AS-i 2007. aasta netokäive oli 122 miljonit krooni ja kasum 8,9 miljonit krooni. Käibe kasv võrreldes 2006. aastaga oli 8% ja kasumi kasv 11%. Möödunud aastal ühendati kolm projektibürood – ETP Grupp, Eesti Projekt ja SWECO Eesti firmaks Sweco Project OÜ. Ühendamise tulemusena tekkis 180 töötajale tööd andev ettevõte.

Olulisemad projektid, mis SWECO Projektil möödunud aastal valmisid, olid Tallinna Sadamate ühendustee VIA Baltica ja Peterburi teega, Viru Vangla ja Kuperjanovi pataljoni hoonete projektid, keskkonnaprojektidest Kullamaa, Palivere, Haapsalu vee ja kanalisatsioonirajatiste projektid.

Keskkonnatehnika

Rohkem uudiseid
www.keskkonnatehnika.ee

ABIKS SEADUSE TÄITMISEL!
Biostore OÜ, Lohu 12b, Tallinn, Tel 671 6571

➤ Biolagunevad prügikotid
➤ Biolagunevad konteineri kaitsekotid

Bioska 100% 20 litraa
www.biostore.ee

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

Viessmann SIA, Kadaka tee 36, 10621 Tallinn, telefon 6997195

Viessmann pakub enamat: laialdane valik päikesekollektoreid, mis pakuvad tuge kütisel ja soojavee valmistamisel, kasutades selleks tasuta päikeseenergiat. Alates soodsast lamekollektorist kuni kõrgekvaliteedilise vaakumtoru-kollektorini – igale vajadusele sobiv energia- ja keskkonnasäästlik lahendus. Iga ilmaga.
www.viessmann.com



Energiakandjad:
Õli, gaas, päike,
tahkekütus ja maasoojus



Võimsusvahemikud:
1,5 kW kuni
20.000 kW



Tooteklassid:
100: Plus, 200: Comfort,
300: Excellence



Süsteemilahendused:
Omavahel suurepäraselt
sobivad tooted

VIESSMANN

climate of innovation

Allu masinad säästlikuks ehitamiseks

Peale veokite napib ehitustöödel ka mineraalseid materjale (liiva, kruusa, killustikku), seetõttu on hakatud üha enam tähelepanu pöörama teisaldatud pinnase taaskasutamisele nii haljastamisel kui ka tagasitäitena. Ei ole ju otstarbekas mulda või täitepinnaseks sobivat pinnast ehitusplatsilt ära vedada või segi keerata ning seejärel sinna uut pinnast või karjääridest killustikku vedama hakata. See ei sobi kokku ka säästva arengu põhimõtetega. Viimastel aastatel ongi hakatud üha suuremat tähelepanu pöörama pinnase ja mulla taaskasutamisele.

Pinnase taaskasutamiseks on vaja mitmesuguseid ehitusmasinaid. Pinnast teisaldatakse ekskavaatori või buldooseriga, mulla või pinnase sõelamiseks läheb aga vaja sõelurit ja ekskavaatorit või frontaal-tõstikut.

Soome firma Allu Finland OY on juba üle kümne aasta tootnud seadiseid, mida saab kasutada kas hüdraulilise ekskavaatori või frontaal-laaduri abil. Eesmärk on tulla toime ühe baasmasina, ühe juhi ning mitmesuguste baasmasinale kinnituvate tööseadistega. Nende seadiste kinnitamiseks on välja töötatud hüdrauliline kiirliides OilQuick, millega saab seadist kiiresti vahetada nõnda, et juht ei pea kabiinist väljumagi.

ALLU sõelkopp-purustis on ühendatud purusti, segisti ja sõelur. Sõelkopp-purustit kasutatakse baasmasina hüdraulikasüsteemi kaudu, trumleid ja terasid aga kettülekande abil. Segistitrumlite liikumissuunda saab muuta. Looduslik pinnas tagasitäiteks enamasti ei sobi, sest sisaldab kive, juuri ja mättaid, seepärast on vaja tuua asenduspinnast (liiva või kruusa). Veokulud on seejuures üsna suured. ALLU sõelkopp-purustiga saab väljakaevatud pinnasest kohapeal eraldada suuremad osised, purustada klombid ning kobestada pinnast nii, et see kõlbab tagasitäiteks. ALLU sõelkopp-purusti kinnitatakse pärast kaeviku kaevamist ja

torustiku või kaabli paigaldamist ekskavaatori kopa asemele. Pinnas sõelutakse ja kobestatakse kaeviku juures. Sõelutud pinnasesse ei jää kive, mis võiksid paigaldatud vigastada.

Sõelkopp-purusti sobib ka ehitusplatsilt kooritud mulla sõelamiseks, misjärel seda saab kasutada haljastamisel.

Baasmasinaid on mitmesuguse jõudlusega. Sõelkopp-purustite trumleid ja terasid saab valida vastavalt töödeldavale materjalile ja selle struktuurile, arvestades baasmasina jõudlust.

Torude kaevikusse paigaldamiseks on ALLU välja töötanud hüdraulilise toruhaaratsi Pipegrab PG, mis kinnitub nagu sõelkopp-purustigi kiirliidesega baasmasina külge. Haaratsiga saab raskeid torusid ohutult kaevikusse tõsta ning neid ka paigaldada hõlpsamalt kui nt tõstetrosside abil. Suurim tõstetav koormus on 3000–4000 kg ning haaratsi abil saab paigaldada torusid läbimõõduga 240–1300 mm. Kolmas koos baasmasinaga kasutatav tööseadis on hüdrauliline ALLU VP plaatvibraator, mis kinnitub ekskavaatori poomi külge. Plaatvibraatori peamine eelis bensiinimootoriga käsitööriistadega

võrreldes on kasutusohutus. Seda ei ole vaja kaevikusse tõsta ning töötajate tervist ei ohusta vibratsioon, heitgaasid ega müra. Pinnase tihendamise ajal kedagi kaevikus ei ole ning seetõttu pole ka ohtu, et vibratsiooni toimel varisev nõlv võiks kellegi elu ohustada. Ekskavaatoriga käitatav plaatvibraator on tunduvalt suurema jõudlusega kui laialdaselt kasutatav bensiinimootoriga käsitööriist. ALLU plaatvibraator avaldab pinnasele tunduvalt suuremat survet kui bensiinimootoriga käsitööriist ning võimaldab tihendada kuni 0,75 m paksust pinnasekihti. Plaatvibraator on komplekteeritav ka pöördpeaga, mis võimaldab teda 360 kraadi pöörata ning töötada ka kaldes. Analoogiliselt teiste ALLU toodetega kinnitub ka vibraator ekskavaatori poomile OilQuick-kiirliidese abil.

Tutvustatavad ALLU seadmed on eriti tõhusad pikkade torustike ehitamisel. Kõigepealt kaevatakse ekskavaatori abil kaevik, siis vahetatakse kopp haaratsi vastu ning paigaldatakse kaevikusse torud. Sõelkopp-purustit kasutades sõelutakse seejärel pinnas kaevikusse tagasi ning tihendatakse VP-seeria hüdraulilise vibraatori abil.



Hüdrauliline kiirliides OilQuick



Sõelkopp-purusti



Hüdrauliline toruhaarats



Plaatvibraator

Avelin-AP OÜ
Kadaka tee 131 12915 Tallinn
Tel 677 1783, faks 677 1763
e-post: info@avelin.ee

www.avelin.ee

KÕO VALLA PUURKAEVUDE VESI SAI JOOGIKÕLBLIKUKS

KALJU KORNEL

Veetehnoloogia OÜ juhatuse liige

VILJANDIMAAL KÕO vallas 2006. aasta oktoobris käivitatud veeprojekt "Kõo valla puurkaevude vesi joogikõlblikuks" jõudis augustis 2007 edukalt lõpule. Väikeste keskuste joogivee kvaliteet on mitmel pool Eestis tähelepanu all ning kindlasti on neid, kes tahavad teada saada, mida Kõo valla veega tehti.

Tööd tellis ja osalt ka tegi (tarnitud seadmete hoiustamine, puurkaevude pealisehitiste remont ja korrastamine, uue pumplahoone ehitamine Pilistveres, puhtaveemahuti rajamine) Kõo Vallavalitsus. Veetöötuse kavandaja, veepuhastusseadmete tarnija ja paigaldaja, käitaja ja seadistaja ning hooldepersonal koolitaja oli Veetehnoloogia OÜ. Projekti kaasrahastas Keskkonnainvesteeringute Keskus, kes hoidis ka projekti edenemisel silma peal.

Projekt hõlmas Kõo valla nelja ühisveevärgi – Kõo küla, Koksvere küla, Kirivere põhikooli ja Pilistvere hooldekodu – puurkaevu vee kvaliteedi parendamist. Muret tegi põhjavee suur raua- ja mangaanisaldus ning sellest tulenev kraanivee hägusus. Kõo küla puurkaevu vees oli ka fluoriidi rohkem kui joogiveele lubatud ($F^- = 1,8\text{--}2,1 \text{ mg/l} > 1,5 \text{ mg/l}$).

Joogivee kvaliteedi parendamiseks paigaldasime igale puurkaevule töökindla, kuid samas lihtsalt käsitsetava (väikeses maakohas on see eriti olu-



KÕO JOOGIVEEPUHASTI TÄISAUTOMAATNE PAARISSURVEFILTER 402 PRA JA RÖHUTÖSTESEADE Grundfos Hydro-MultiE 2 CRE 5-8

line) rauakõrvaldusseadme – Taanis valmistatud täisautomaatse kvartslitvaidisega kemikaalivaba paarissurvefiltri. Kogu pumplate vana sisseseade – torustikud, hüdrofoorid ja veearvestid – asendati uuega. Kõigi nelja puurkaevu veepuhastiruumi paigaldasime

me õhu relatiivse niiskuse vähendamiseks ($RH < 50\%$) ning seadmete ja automaatika pikaajalise laitmatu töö tagamiseks sorptsioon-õhukuivatid Munters MG 90 (jõudlus $90 \text{ m}^3/\text{h}$ ja võimsustarve $P = 0,74 \text{ kW}$).

Paarissurvefiltri kered on valmistatud terasest ning nii seest kui väljast kuumgalvaniseerimise teel tsingitud. Kaitsekiht tagab hooldevaba, nägusa ja vastupidava pinnakatte aastakümneteks. Filtrite eeldatav kasutusiga on vähemalt 30 aastat.

Paarissurvefiltri komplekti kuulub kompressor, mis annab puurkaevust filtrisse pumbatavasse vette kahevalentse raua kolmevalentseks muutmiseks vajalikku suluõhku (õhuhapnikku). Muid oksüdante vee puhastamiseks vaja ei lähe.

Argumente paarissurvefiltrite valimiseks oli piisavalt:

- sellised filtrid võeti Taanis kasutusse juba ligi pool sajandit tagasi. Nad on vastupidavad, usaldusväärsed ja ajakohase tipp tehnika tasemel seadmed;
- filtrid võib paigaldada otse puurkaevu pealisehitisse;
- kompaktne, tugev ja korrosioonikindel metallkonstruktsioon;
- veepuhastus on täisautomaatne.

VEEVÕTT KÕO VALLA PUURKAEVUDEST

Kõo küla puurkaev	50 m³/d, tiip tunnil 6–8 m³/h
Koksvere küla puurkaev	20 m³/d, tiip tunnil 3–4 m³/h
Kirivere põhikooli puurkaev	5 m³/d, tiip tunnil 1–2 m³/h
Pilistvere hooldekodu puurkaev	5 m³/d, tiip tunnil 1–2 m³/h

KÕO VALLA PUURKAEVUDE VEE KVALITEET

Näitaja	Ühik	Sotsiaalministri 31. juuli 2001. aasta määruse nr 82 §6 nõuded joogivee kohta	Kõo küla pk	Kirivere põhikooli pk	Koksvere küla pk	Pilistvere hooldekodu pk
Hägusus	NHÜ	Tarbijale vastuvõetav	3,6	8,3	15,9	38,3
Värvus	kraadi	Tarbijale vastuvõetav	< 0,7	2,6	4,5	22,2
pH		6,5–9,5	8,6	7,6	7,6	7,4
Üldraud Fe _{üld}	µg/l	200	311	826	1215	3374
Mangaan Mn	µg/l	50	6	55,4	64	124,3
Fluoriidid F ⁻	mg/l	1,5	1,8	0,4	0,6	0,4



PÖÖRDOSMOOSISEADE HOH RO-2020, MEMBRAANMOODULITE LÄBIPESUSEADE CIP JA PERMEAADIMAHUTIPUMPLA KÕO VEEPUHASTUSJAAMAS

- ei ole vaja keemilisi reagente;
- filtreid pestakse puhastatud vee- ga, mitte toorveega nagu enamiku üksiksurvefiltreid. See pikendab filtri kasutusiga;
- ei ole vaja puhtaveemahutit ega II astme pumpasid;
- filtrid on töökindlad, hooldustööd on vähe ja käituskulud väikesed (300–400 krooni kuus);
- puhastatud vee suur hapnikusi- saldus ($O_2 > 2,0 \text{ mg/l}$) ja kõrge pH aitavad pidurdada korrosiooni vee- võrgus.

Tasub mainida ka seda, et Euroopa riikides, nt Taanis, peab veepuhastis töödeldud joogivee lahustunud hapni- ku sisaldus olema vähemalt $5,0 \text{ mg/l}$. See annab veele värske ja meeldiva maitse, hoiab ta ka kaugemates vee- võrguotstes alati aeroobsena ning vesi torustikus kergesti ei rikne.

Veetehnoloogia OÜ on alates aastast 2001 Eestis selliseid paarissurve- filtreid paigaldanud ligi 50 ühisvee- värgi puurkaevule. Kliendid on rahul: kraanist tuleb kvaliteetset joogivett ning seadmete käitamine pole muret teinud.

KÕO VALDA PAIGALDATI JÄRGMISED SEADMED:

Koksvere küla puurkaev

- Täisautomaatne paarissurvefilter 302 PDA ($3,5 \text{ m}^3/\text{h}$), koos kvartslüiv- täidise ja kompressoriga.
- Plastmahuti ($0,5 \text{ m}^3$) filtripesuvee jaoks.
- Kummikotiga püsthüdrofoor (200 l) koos rõhulüliti ja manomeetriga.
- Veearvesti (DN 25 mm) MT $Q_n 3,5 \text{ TG}$.
- Sorptsioon-õhukuivati Munters MG90.

Kirivere põhikooli ja Pilistvere hool- dekodu puurkaevud

- Täisautomaatne paarissurvefilter 202 PDA ($2,4 \text{ m}^3/\text{h}$) koos kvartslüiv- täidise ja kompressoriga.
- Plastmahuti ($0,5 \text{ m}^3$) filtripesuvee jaoks.
- Kummikotiga püsthüdrofoor (100 l) koos rõhulüliti ja manomeetriga.
- Veearvesti (DN 25 mm) MT $Q_n 3,5 \text{ TG}$.
- Sorptsioon-õhukuivati Munters MG90.

Kõo küla puurkaev

Puurkaevu vett kulub keskmiselt 1500 m^3 kuus. Veepuhasti mõõtmesta- misel arvestasime suurimaks ööpäe- vatarbimiseks $50 \text{ m}^3/\text{d}$, keskmiseks tunnitarbimiseks $2,2 \text{ m}^3/\text{h}$ ning tipp- tunni veetarbimiseks $6\text{--}8 \text{ m}^3/\text{h}$.

Kvaliteetse joogivee saamiseks tuli Kõo küla puurkaevu juurde rajada 40 m^3 suurune puhta vee (segamis)ma- huti ning rakendada järgmist puhas- tusskeemi:

- puurkaevust pumbatav vesi töödel- dakse täisautomaatses paarissur- vefiltris, mille jõudlus on $3,0 \text{ m}^3/\text{h}$. Veest kõrvaldatakse ülemäärane raud, mangaan ja ammonium ning hägusus ja värvus. Filtraat juhitakse puhta vee (segamis)mahutisse;
- osa puhta vee (segamis)mahuti veest (vooluhulk umbes $0,8 \text{ m}^3/\text{h}$) pumbatakse pöördosmoosiseadme (PO-seadme) toitepumba abil vee- pehmendisse, milles veest kõrval- datakse karedussoolad, ning see- järel fluoriidiiooni kõrvaldamiseks PO-seadmesse;
- veepehmendis ja pöördosmoosi- seadmes sooladest vabastatud vesi (permeaat) kogutakse permeaadi- mahutisse (600 l) ning pumbatakse

sealt mahutipumba abil tagasi puh- ta vee (segamis)mahutisse sisene- vasse torusse;

- vett sel moel töödeldes ja veemahu- tis segades väheneb vee fluoriidide- sisaldus ning veevõrku pumbatav vesi vastab joogivee kohta kehtiva- tele nõuetele ($F^- < 1,5 \text{ mg/l}$);
- veepuhastiruumis paikneva sage- dusmuunduriga varustatud rõhutõs- tepumpade Grundfos Hydro Multi- E 2 CRE abil pumbatakse kõikidele nõuetele vastav joogivesi puhta vee (segamis)mahutist ühtlase rõhu all Kõo küla veevõrku.

Kõo küla puurkaevule paigaldatud seadmed

Rauakõrvaldusseade

- Täisautomaatne paarissurvefilter 402 PRA ($3,0 \text{ m}^3/\text{h}$) koos kvartslüiv- täidise ja kompressoriga.
- Plastmahuti ($0,5 \text{ m}^3$) filtripesuvee jaoks.

Pöördosmoosiseade koos vee eeltööt- lusseadmega

- PO-seadme toitepump Grundfos CRN 3–6 ($Q = 2,0 \text{ m}^3/\text{h}$, $p = 3,4 \text{ baari}$).
- Veepehmendi (kationiitfilter) KVD 613 ($1,2 \text{ m}^3/\text{h}$).
- PO-seade HOH RO-2020: Jõudlus – $0,8 \text{ m}^3/\text{h} \pm 5\%$; installeeritud võimsus – $2,2 \text{ kW}$; permeaadi kvaliteet – täielikult soolavaba vesi, elektrijuhtivus $< 20 \mu\text{S}/\text{cm}$; vee ärakasutus – $75\text{--}80\%$.
- Membraanmoodulid ESPA Hydro- nautics (2 tk).
- Kõrgsurvepump Grundfos CR 3-29 ($Q = 2,1 \text{ m}^3/\text{h}$, $p = 16 \text{ baari}$).
- Rõhulüliti koos alarmlülitiga (2 tk).
- Vooluhulgamoõitured (2 tk).
- Roostevabast terasest raam.
- Permeaadimahuti (600 l) koos pum- ba, nivoojuhtimise ja turvalülitiga.
- Membraanmoodulite puhastus- komplekt CIP (*Clean In Place*) koos ringluspumba ja pesulahuse eelsoo- jendiga (9 kW).

Muud pumplaseadmed:

- Kummikotiga püsthüdrofoor (500 l) koos rõhulüliti ja manomeetriga.
- Kahe püstpumba ja sagedusmuun- duriga rõhutõsteseade Grundfos Hydro
- Multi-E 2 CRE 5–8 ($Q = 8 \text{ m}^3/\text{h}$, $p = 4,0 \text{ baari}$).
- Veearvesti (DN 25 mm) MT $Q_n 3,5 \text{ TG}$ (2 tk).
- Sorptsioon-õhukuivati Munters MG90.

Pöördosmoosiseade (PO-seade) ühen- dati nii, et juurdevooluvee rõhk oleks

vähemalt 3 baari ning ülimalt 6 baari. Selle tagab õigesti valitud toitepump. Oluline on vee korralik eeltöötlus, mis peab tagama, et PO-seadmesse juhitava vee näitajad ei ületaks järgmisi väärtusi: üldkaredus 0,5 °dH, Fe 50 µg/l, Mn 20 µg/l, hädusus 1,0 NHÜ, kolloidindeks (SDI) 3,0 ja hapendumus (KMnO₄) 10 mg/l.

Heameel oli tõdeda, et kvartslüüvdisega täisautomaatne paarissurvefilter 402 PRA koos kationiitfiltriga KVD 613 tagasid Kõos kõigi nende nõuete täitmise. Ka kolloidindeks SDI (*Silt Density Index*), mis iseloomustab vee ülipeene (kolloidse) heljumi sisaldust, vastas nõuetele (SDI = 2,8 < 3,0). PO-SEADMEL TÖÖDELDUD vee kvaliteeti näitab elektrijuhtivus, mis temperatuuril 10 °C peab olema väiksem kui 20 µS/cm. Kõos oli see pärast PO-seadme käikuandmist 5,3 µS/cm.

Membraanide hea tööseisukorra tagamiseks tuleb neid vähemalt kord aastas (või siis, kui PO-seadme jõudlus väheneb üle 10%) sobivate puhastuslahustega läbi pesta. Selleks tarnisime Kõosse PO-seadme membraanimoodulite puhastuskomplekti CIP, mis võimaldab protseduuri kohapeal sooritada oma tööjõuga. See on ka odavaim PO-seadme hooldamismoodus.

PO-seadmesse juhitava vee halb eeltöötlus ning ka hooldetööde hilinemine võib põhjustada membraanide enneaegse ummistumise vees leiduvate soolade ja peenheljumiga ning oluliselt lühendada nende kasutusiga, mis on tavaliselt 2–3 aastat. Seadme halva

käitamise korral võib tekkida vajadus vahetada neid kord aastas või isegi sagedamini. Kahe membraani vahetus maksab aga ligi 20 000 krooni.

PO-seadme käituskulud, mis sisaldavad kulusid elektrienergiale, veele, soolale, membraanide läbipesuks vajalike kemikaalidele ja varuosadele ning amortisatsioonile, on 4000–4500 krooni kuus.

KÕO VALLA PUURKAEVUDE VEE KVALITEET PÄRAST VEEPUHASTUSSEADMETE PAIGALDAMIST

Novembris 2007, pärast veepuhastusseadmete sisetöötamisperioodi lõppu, näitasid joogivee keemilise analüüsi tulemused, et kõikide puurkaevude vesi vastab sotsiaalministri 31. juuli 2001. aasta määruse nr 82 §6 nõuetele.

Koksvere, Kirivere ja Kõo pumplas oli puhastatud vee üldrauasialdus $Fe_{\text{üld}} < 20 \mu\text{g/l}$, mis on joogiveele lubatust üle kümne korra väiksem. Eriti rõõmustav oli see, et veetarbijate juurest, Kirivere kooli sööklast ja lasteaiast Tähekild võetud proovide põhjal oli vee kvaliteet sama hea ($Fe_{\text{üld}} < 20 \mu\text{g/l}$) kui pärast veetötlust. See kinnitab, et tänu veetötlusele muutus veevõrgu seisund tublisti paremaks.

Kui 19. oktoobril 2007 oli Kõo puurkaevu vees fluoriide 1,9 mg/l, siis veepuhastusjaamast väljuva vee fluoriidisisaldus oli igati normis ($1,1 < 1,5 \text{ mg/l}$). PO-seade töötab keskmiselt kaheksa tundi päevas.



VEEPEHMENDI, PÕÖRDOSMOOSISEADME TOITEPUMP, PUHTAVEE (SEGAMIS-) MAHUTI JA PAARISSURVEFILTRI ÕHUSTUSKOMPRESSOR KÕO VEEPUHASTUSJAAMAS

Kõo veepuhastusjaamast väljuva ja Kõo vallavalitsuse hoone väliskraani vee lahustunud hapnikusisalduseks mõõdeti 17. septembril 2007 5,2 ja 3,8 mg/l.

Vee keemilise analüüsi tulemused näitavad, et Kõo valla veepuhastusseadmete puhastustõhusus on väga hea ning veepuhastusjaamadest väljuva joogivee kvaliteet laitmatu. **A.M.**

VEETEHNOLOOGIA OÜ
Kadaka tee 5, 10621 Tallinn
Tel: 6575752, faks: 6575753
mob: 5107704, e-post: hoh@hot.ee



Veetehnoloogia OÜ

**Kadaka tee 5, 10621
Tallinn
Tel 6575 752
Faks 6575 753
GSM 5107 704
e-post: hoh@hot.ee**

**JOOGIVEEPUHASTUSSEADMETE
MÜÜK, PAIGALDUS, HOOLDUS,
NÕUSTAMINE.**

Vee magnettöötlus – kasulik seadmetele ja inimese tervisele

Helle Vilu
ASi Bioexpert projektijuht



Eesti põhjavesi on sageli väga kare. Sellest veest põhjustatud katlakivi häirib vee kasutajaid ning lühendab kodumasinate ja veetorustike tööiga. Abi võib saada ELCLA magnetseadmetest.

Püsimagnetilise energiasäästliku vee-töötlusseadmega ELCLA töödeldud karest veest moodustub tavalisest tunduvalt vähem katlakivi või ei teki üldse, kui vesi voolab ning selle temperatuur jääb alla 90 kraadi.

Katlakivi ühe peamise koostisosa, kaltsiidi, kristallid kleepuvad veega kokkupuutuvatele pindadele ja tekitavad mittelahustuva sademe. Magnetitöödeldud veest sadestub kaltsiidi asemel aragoniit, mis on, nagu kaltsiitki, kaltsiumkarbonaat (CaCO_3), kuid sellest väga erinevate omadustega. Aragoniidi kristallid on kaltsiidist tihedamad, erineva kristallivõrega, ei kleepu ega moodusta üldjuhul (alla 90-kraadise voolava vee puhul) katlakivi. Seetõttu on magnetitöödeldud veest tekkinud sade sõre ja pulbriline ning läbivoolav vesi kannab selle veetorustikust välja. Küttekeha pindadele ja veetoru seintele jääb vaid õhuke pulbriline sademekiht. Sinna, kus vesi seisab (boiler, vee-paak), sadestub aragoniit põhja ning tuleb sealt mõne aasta tagant kõrvaldada. Seejuures tekib seisvast veest tunduvalt vähem setet kui magnetiga töötlemata vee puhul.

Katlakivi jääb tugevasti nõu või veetoru sisepinna külge. Seda on näha ka joonisel 1, kus on foto klaaskausis olevast katlakivist, mis tekkis sinna põhjavee aeglasel aurutamisel. Sade oli nii kõvasti kinni, et sõrmega ei olnud võimalik sellest puhast joont läbi tõmmata – osa, eriti nõu seinal, jäi pidama.



Joonis 1. Magnetiseerimata veest tekkinud katlakivist ei saa sõrmega puhast joont läbi tõmmata – sade on nõu pinna küljes tugevasti kinni

Joonisel 2 on näha analoogse katse tulemus, kuid põhjavesi oli enne kuumutamist töödeldud magnetiga. Klaasnõu seinal ja põhjale jäänud sade oli lahtine ning seda sai sõrmega hõlpsasti maha pühkida.

Seega – magnetitöödeldud veest kõva katlakivikoarikut ei tekkinud



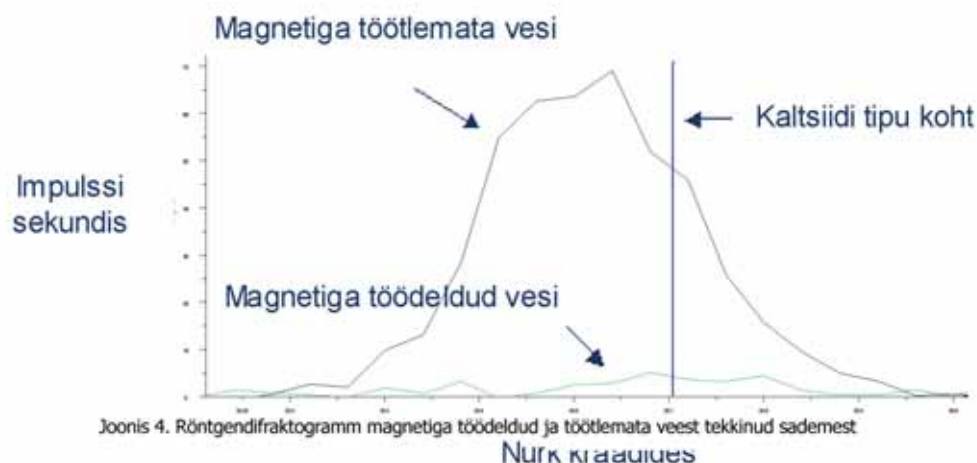
Joonis 2. Magnetitöödeldud vee sadet saab sõrmega ära pühkida

Joonisel 3 on kujutatud kaht katses kasutatud magnetseadet – väike on Elclmini-2 ning suurem – Elda-2. Väiksem sobib pesumasinal, boilerile jms üksikseadmele.



Joonis 3. Elclmini-2 ja Elda-2

Elda-2 sobib eramule ning paigaldatakse hoonesisendile pärast mehhaanilist filtrit otse mehhaanilise filtri taha. Suuremad magnetseadmed (Elda-4 kuni Elda-8) on mõeldud kortermajadele, veekeskustele jms. Kui majas on soojusvaheti või boileriga veeringlus-süsteem, paigaldatakse teine, väiksem magnetseade, süsteemi tagasivoolutorule ringluspumba ja soojusvaheti vahele. Magnetseadme tüüp/suurus valitakse põhiliselt veetoru, millele magnet paigaldatakse, ja maksimaalse vooluhulga järgi. Miks magnetitöödeldud veest tekib katlakivist erinev sade, on näha röntgendifraktogramm (joonis 4).



Joonis 4. Röntgendifraktogramm magnetiga töödeldud ja töötlemata veest tekkinud sademest

Röntgendifraktogramm elektrilise teekannu põhjast võetud magnetiga töötlemata ja töödeldud vee sademest näitab, et töötlemata vee puhul oli sademes hulgaliselt kõva katlakivi moodustavat kaltsiiti (ülemine kõver). Magnetiga töödeldud vee sademes kaltsiiti peaaegu polnud (alumine kõver). Mõlemas sademes oli ka teist kaltsiumkarbonaadivormi – aragoniiti, mille kristallid jäävad enamasti vette heljuma ning millest enamik kandub voolava veega torustikust välja. Magnetitöödeldud vesi on pehme vee omadustega, ent Ca- ja Mg-ioonid selles säilivad.

On täheldatud, et magnetiga töödeldud vesi on kasulik inimese tervisele. Sellest on kokkuvõtlikult juttu Roger Coghilli 2006. aastal vene keelde tõlgitud raamatus Роджер Коилл, Магнитотерапия для всех, milles kirjeldatakse magnetiga töödeldud vee head toimet neerukivide tekke vältimisel või nende lahustamisel, hambakivi tekke vähendamisel, seedehäirete

(kõhukinnisus või -lahtisus) ja lihasevalude (sh seljas) vähendamisel, verevarustuse ja südamelihase töö parendamisel ning rakkude eluea pikendamisel. Viidatakse magnetitöödeldud vee paremale omastatavusele organismi poolt, jääkainete kergemale väljaviimisele rakkudest ning energiaülekandele organismis.

Vesi säilitab magnetväljas saadud omadused teatud aja jooksul, veetorustikes umbes 48 tundi. Kõrgel temperatuuril need omadused vähenevad ja lõpuks kaovad. Tulemus on parim siis, kui magnetseadmega töödeldakse külma vett, mida seejärel kuumutatakse, kuni 80 kraadini. Elcla ferriitne magnet talub ise temperatuuri kuni 450 kraadi, Elclamini neodiimiumi sisaldav magnet – umbes 350 kraadi. Elcla püsimagnetseade ei vaja puhastamist ega väljavahetamist, tehasepoolne tehniline garantii on kümme aastat, magneti toime püsib väga pikka aega ning seadme kasutusiga on võrreldav inimese elueaga.

Vee magnetitöötlus vähendab energia, kemikaalide ja pesuainete kulu ning annab sellega majanduslikult positiivse efekti.

Itaalias toodetavat Elcla püsimagnetseadet toob maale ja müüb AS Bioexpert (Liimi 1, Tallinn;

www.bioexpert.ee,

mobiil: 50 57 616,

e-mail: helle@bioexpert.ee).

Elcla või Elclamini on Eestis müügil ka mitmes kaupluses: Onninen, Toru-Jüri, Bauhof (endine Ehitusservice), Ehituse ABC (Tallinnas), K-Rautakesko, Akvedukt, Kiwi, Sanistal jt sanitaartehnika- ning rauakauplused. Soovi korral saadab AS Bioexpert Elcla tarbijale kätte.



Komposiit- torusüsteem? Kindla peale Uponor.



Lekkekindel süsteem on garanteeritud juhul, kui kasutate omavahel sobivaid komponente ja õigeid töövõtteid. Kvaliteetse terviklahenduse saad Uponorilt.

Uponor Eesti OÜ

T 605 2070, 605 2071

E uponor@uponor.ee

W www.uponor.ee

uponor

VÄIKEVEEKOGUDE RAJAMINE JA HOOLDAMINE

IVAR TENSION

OÜ Skeltmer

PEALE JÕGEDE JA JÄRVEDE on meil rohkesti inimese rajatud veekogusid, alates väikestest veesilmadest aedades ja mõisaaegsetest tiikidest ning lõpetades puhastamist vajava jõesopi, ojalõigu või mereäärse sonniga. Hooldamise seisukohast on piir nende veekogude vahel tinglik, sest paljusid hooldusvõtteid kasutatakse nii suurtes kui ka väikestes veekogudes. Ühesugused puhastusvõtted igale poole siiski ei sobi.

Uue väikeveekogu (tiigi) asukoha rajamisel tuleks eelistada paika, kus on niiske pinnas või madal lomp. Oluuline on see, milleks veekogu rajatakse – kas suplemiseks, kalakasvatuseks, tuletõrje- või kastmisvee saamiseks, drenaaživee kogumiseks või hoopis kõrelede elupaiga loomiseks. Kala- või konnatiik peab olema nii sügav, et ta talvel põhjani ei külmuks. Madal kõretiik ujumiseks ei sobi.

Enne veekogu rajamist oleks kasulik nõu pidada maastikuarhitektiga. Kindlasti tuleb oma kavast informeerida ka kohalikku omavalitsust, kust saab teavet võimalike piirangute ja vajalike kooskõlastuste kohta. Kõigepealt tuleks tulevase tiigi piirsesse kaevata mõned prooviaugud ja mõõta veetaset eri aastaagadel. Madal veetase või vee puudumine annavad märku sellest, et tiigi põhja ja nõlvu on vaja hakata veepidavaks muutma. Seda võib teha nt saviga, aga see ettevõtmine on väga töömahukas. Tänapäeval kasutatakse enamasti spetsiaalseid kilesid ja kangaid (geomembraane).

Kui vesi voolab tiiki ojast või kraavist, on vaja mõelda väljavooluregulaatorile. Suurvee ajal võib liigne vesi tiigi üle ujutada ning kesksuvel on tõenäoliselt vaja veetaset tõsta. Läbi-voolutiikides, kus voolukiirus aeglustub, võib hakata muret tegema väljasettiv heljum, vooluveega võib tiiki kanduda ka reoaineid – väetisi, pestitsiide, õli.

Enne kaevama asumist tuleb mõelda ka sellele, mida pinnasega peale hakata. Halvim variant on see, kui seगतud pinnas buldooseriga tiiki ümb-

ritsevaks valliks lükatakse. Kasvumuld on mõistlik tiigi lähedusse kuhjata ning seda tiigi kallaste korrastamiseks kasutada. Vähemväärtuslik materjal sobib täitepinnaseks või nt väikese künka kujundamiseks.

Tiigi nõlvad peaksid olema lauged, 30–45-kraadise kaldega, siis on nad ohutud ja hästi hooldatavad. Suplustiik peab olema kalda ääres madal ja laugelt sügavamaks minema. Siis on ta laste jaoks ohutum, vesi soojeneb seal kiiremini ning madal kaldaäärne vesi sobib elupaigaks veetaimedele ja -loomadele. Kohtadesse, kus vesi järsku sügavaks muutub, sobivad kalda-kindlustuseks looduslikud materjalid – kivid, immutatud puit või nende kombinatsioon. Paadi- ja ujumissillad ning trepid peavad olema ohutud ja hea väljanägemisega. Madalates tiikides tuleks eelistada ujuvaid, talveks veest väljavõetavaid pontoonsildu. Püsisillad tuleb ehitada sügavale rammitud vaiadele, mida jää ei suuda välja kergitada.

Tiigi kaldal ei tohi olla suuri puid. Need hakkavad varjama päikesevalgust ja heitma vette orgaanilisi aineid (varisevad lehed ja oksad). Et uut tiiki taimestiku ja loomastikuga asustada, peab olema enam-vähem selge, milline on tiigi püsiv veetase. Kui tiigil lastakse kujuneda ilma vahele segamata, siis paari-kolme aasta pärast kujuneb seal taimestik, milles esinevad samad kalda- ja veetaimed, mis lähiümbruses. Kuigi ilus selline veekogu ei ole. Mõne liigi, nt veepinda lausaliselt katvate lemlete või niitjate rohevetikate vohamine, põhjustab vee kvaliteedi halvenemist, eriti suplemist ja kalakasvatust silmas pidades. Pindmises taimemassis võivad hakata arenema mürgised sini-vetikad, mis annavad veele ebameeldiva lõhna (mudalõhn) ning võivad suplejatel põhjustada löövet, palaviku või tasakaaluhäireid. Märksa kaunimad on veekogud, millesse juba rajamisel kujundatakse liigirikas taimestik. Veekogu peab hooldama algusest peale, hooldamata veekogu on hiljem palju raskem korrastada.

Kui veekogusse taimi tuua, peab silmas pidama kindlaid eesmäärke. Suhteliselt suure looduslikus ümbruses

veekogu kujundamisel peab olema ettevaatlik ning sinna ei tohiks istutada juhuslikke, meie loodusesse vähe sobivaid, ehkki silmatorkavaid importtaimi. Need sobivad paremini aedadesse rajatud veesilma-desse ja basseinidesse.

Loodusest istutusmaterjali hankides peab olema kindel, et tegemist ei



VEETAIMESTIKU NIITMINE

ole kaitsealuse taimega. Taimed peavad olema terved ja neid ei tohi ühest kohast võtta liiga palju.

Kui veekogus kavatakse kasvada kalu, siis peab hoiduma väheväärtuslike kalaliikide, nt kokrede vette-laskmisest.

Veekogu asustamine taimede, kalade ja muude veeorganismidega eeldab eriteadmisi, seetõttu tuleks kindlasti asjatundjatega nõu pidada. Kui soovitakse rikkalikku loodusliku kooslusega veekogu, siis tuleb silmas pida-da, et paljud tiigis elavad organismid kasutavad ka tiigi lähiümbrust. Ilusad vesilikud on vees ainult lühikest aega, muidu elavad nad tiigi lähiümbruse rohus ning talvituvad nt mutikäikudes, konnadest või nastikutest räakimata. Seetõttu tuleb tiigi lähiümbruse luua neile sobivaid looduslikke elupaiku – natuke põõsaid, kõrgemaid taimi, nt sarikalisi, mõni kivi ja känd.

Olemasoleva veekogu ulatuslikul renoveerimisel tõstetakse või pumbatakse välja sinna kogunenud setted, tihti kaevatakse veekogu ka suure-



VEETAIMESTIKU KORISTAMINE

maks. Möistlik oleks seda teha järkjärgult – puhastades kõigepealt väiksema ala, kuhu viiakse üle väärtuslikumad taimed. Koos veega satuvad sinna ka loomakesed. Kui veekogu veest tühjendatakse, tuleks senistele asukatele, keda soovitakse kaasa võtta, leida lähikonnas ajutine elupaik. Veekogu ei maksa kevadel, konnade ja vesilike kuduajal, tühjaks lasta.

Veekogude hooldamine on Eestis uus tegevusala, erinevalt nt Taanist, kus on pikaajalised veekogude hooldamise kogemused. Aiandusega võrreldes on meil vajalikku teavet ja vahendeid veel vähe.

Väikeveekogu hooldamisel saab käsitsi päris palju ära teha. Hundinua risoomi saab kätega välja tõmmata, veetaimestikku on võimalik niita metallist lõe ja lühikese teraga vikati abil. Veetaimi katvad ränivetikad

teevad vikatid kiiresti nüriks, mistõttu neid tuleb sageli teritada. Veetaimede tundlikkus niitmise suhtes on erinev, nt järvkaisel hõreneb pärast esimest niitmist poole võrra, pilliroo sama suureks mahasurumiseks tuleb seda aga niita kaks korda suve jooksul kolmenelja aasta vältel. Liigset põhjataimestikku saab välja tõmmata pikavarrelise raudreha või raskusega koormatud peent trossi läbi vee tõmmates. Kogutud veetaimed tuleb jätta kaldalähedasse vette mõneks tunniks seisma, et veeorganismid, nt teod ja ussikesed minema pääseksid. Kaldale tõstetud taimemass, mida loomasöödaks ei kasutata, tuleb kompostida. Veetaimed komposteeruvad hõlpsasti.

Viimastel aastatel on hakatud veelaluseks niitmiseks kasutama mitmesuguse jõudluse ja hinnaga mehaanilisi niidukeid. Väikseim on autoakuga

käitatav niiduk, mida on hõlbus kinnitada väikese paadi või parve külge. Väikeveekogudele sobivad hästi ka kerged, klambriga paadi külge kinnitavad trimmeritaolised bensiinimootoriga niidukid.

Loomulikult saab veekogu hooldamiseks – vee värvuse ja läbipaistvuse muutmiseks kuni vetikatörjeni – kasutada ka keemilisi vahendeid. Käesoleva kirjutise autor propageerib siiski veekogude hooldamise käepäraseid looduslikke meetodeid, nt sinivetikate tõrjumiseks kasutada algtsiidide asemel odraõlekimpe, mis seatakse kas tiigi sissevoolule või ankurdatakse eri tiigiosadesse. Hästi rajatud ja hooldatud väikeveekogus kujuneb mitmekesine taimestik ja loomastik, mis ei vaja kuigi suurt sekkumist, tundmatute keemiliste vahendite kasutamisest rääkimata.

A.M.



- veeuuringud
- veekogude hooldus
- veeniidukite müük
- purded, paadisillad
- okste purustamine
- eluskala müük ja transport

SKELTMER OÜ

Tel 5334 5337

www.skeltmer.ee
info@skeltmer.ee



ÖMERLI VEEHOIDLA ON ISTANBULI KÕIGE TÄHTSAM JOOGIVEEALLIKAS

Fotod: Merike Noor

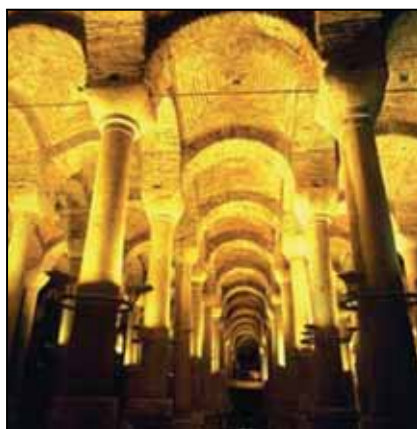
PÕGUS PILK ISTANBULI VEEVARUSTUSSÜSTEEMILE

MERIKE NOOR

ISTANBUL ON TÜRGI suurim ja kõige kiiremini kasvav linn, suurim sadamalinn ja tööstuskeskus. Siin asub hulk suuri tööstusettevõtteid – laeva- ja ehitusmaterjalitehaseid, naftatöötlemisettevõtteid, ja metallurgiakombinaate ning toiduaine- ja kergetööstusettevõtteid. Kunagi ammu (658. aastal eKr) Kuldsarve lahe äärde rajatud asula on kasvanud hiigellinnaks, mis nüüd koos eeslinnadega laiub Bosporuse väina kallastel Mustast merest Marmara mereni. Elanike arvatakse Istanbulis olevat umbes 16 miljonit, täpset arvu ei tea keegi. Igal aastal kolib sinna Türgi teistest piirkondadest ca 400 000 inimest.

Bosporuse väin ja Kuldsarve laht jaotavad Istanbuli kolmeks osaks. Bosporuse väina idakaldale, Väike-Aasia poolsaarele jääb Istanbuli Aasia-osa (Üksküdar). Euroopa poolele jääva linnaosa jaotab Kuldsarve laht omakorda kaheks – Vana- ja Uus-Istanbuliks. Vaatamata sellele, et Istanbul on ümbritsetud veega, napib siin joogivett linna rajamisest peale ning juba iidsetel aegadel tuli joogivett üsna kaugelt linna juhtida. Suurt survet taluvaid torusid sel ajal ei olnud ning vesi toodi üle orgude tuge- del asetsevate veejuhtmetega – akveduktidega. Üht Rooma impeeriumi

ajal rajatud akvedukti saab Istanbulis näha tänagi. Vesi juhiti maaalus- tesse hoidlatesse, mis mahutasid um- bes poole linnale aastas vajalikust veest (868 000 m³). Praeguse Ha- gia Sophia peakiriku juures asunud neljast hoidlast on tänaseni säilinud



TURISTE MEELITAV YEREBATANI MAAALUNE VEEMAHUTI RAJATI

6. SAJANDIL Allikas: www.iski.gov.tr

kolm. Kõige suuremat, Yerebatani veemahutit saavad huvilised vaata- mas käia. Maaaluse 140 m pikkuse ja 70 m laiuse mahuti looduslik kaljula- gi toetub kaheteistkümmes reas paik- nevale 336 eri kuju ja jämedusega sambale, mille kivid toodi läheduses olevatest lammutatavatest hoonetest. Ottomani ajal rajati elanike veega

varustamiseks rohkesti purskkaeve, kust käidi anumatega vett toomas. Mitu iidvana purskkaevu on nüüd restaureeritud.

Tänapäeval saab peaaegu kogu Is- tanbul oma vee jõgede paisutamisega rajatud veehoidlatest. Vesi puhasta- takse joogiveeks viies puhastusjaa- mas, millest üht moodsamat ja Istan- buli suurimat – Aasia poolel asuvat Ömerli veepuhastuskompleksi külas- tasid veebruaris Müncheni messide kutsel Istanbulis IFAT-i pressikonve- rentsil osalenud ajakirjanikud.

Kompleksi kuulub neli veepuhas- tusjaama: Orhaniye (jõudlus 500 000 m³/d), Osmaniye (200 000 m³/d), Muradiye (300 000 m³/d) ja Emirli (500 000 m³/d). Kolm esimest saavad toorvee Ömerli ning Emirli jaam Dar- liki veehoidlast (vajaduse korral ka Ömerli veehoidlast). Puhastatud veest juhitakse 40% kolme Bosporuse väina alt kulgeva torujuhtme kaudu Euroo- pa poolele. Ömerli ja Darliki veehoid- latest saadud joogivett tarbib praegu umbes 50% Istanbuli elanikest.

Istanbulist 30 km kaugusel kirdes asuv Ömerli veehoidla, mille pindala on 23,5 km² ja suurim sügavus 62 m, on rajatud Riva jõe. Veekogu kaits- miseks reostamise eest kogutakse ümbritsevate asulate reovesi kollek- torite ja tunnelite abil kokku, puhas- tatakse järve lähedal olevas reovee-

puhastis ning juhitakse 6 km pikkuse tunneli kaudu Musta merre suubuvasse Riva jökke.

Ebameeldivat maitset ja lõhna põhjustavatest lenduvatest orgaanilistest ühenditest lahtisaamiseks toorvett Ömerli kompleksis kõigepealt õhustatakse. Järgnevad vee osoonimine (alates 2001. aastast), et hävitada bakterid ja muud mikroorganismid, koaguleerimine (lisatakse alumiiniumsulfaati, raudkloriidi või polüelektrolüüte) ja selitamine, filtrimine läbi liivfiltrite ning kloorimine. Puhastite töö on automatiseeritud ning kõiki protsesse jälgitakse juhtimiskeskuses. Puhastuskompleksil on moodne labor, mil-

ning pumbatakse sealt torustikku pidi linna.

Istanbuli veefirma ISKI 2000. aastal koostatud "mustas" stsenaariumis arvati linna elanike arvu suurenevat 4,6% aastas ning et 2050. aastal on elanike joogiveega varustamiseks vaja viis korda rohkem vett kui 2000. aastal. Tööstusettevõtete puhta vee vajadus arvati kahekordistuvat. Täna on sellest stsenaariumist saanud tegelikkus. Istanbuli joogiveemurede lahendamiseks on kavas ellu viia mitu projekti. Neist suurim on neljas etapis rajatav Meleni joogiveesüsteem, mis peaks aitama veemurest lahti saada 2040. aastani. Istanbulist 180 km ida

vett ööpäevas. Pärast esimese etapi valmimist saadakse juurde 286 ning kui kolm etappi valmis, siis 1180 miljardit m³ joogivett aastas. Et joogivett saaks anda piisavas koguses ka Euroopa poolele jäävatele linnaosadele, rajatakse 5550 m pikkune Bosporuse tunnel. Projekti kogumaksumus on ca 1,2 miljardit USD, millest 662 mln tuleb katta laenudega. Merevee magesdamiseks Istanbuli veefirma ISKI ametnike sõnul raha lähiaastail ei jätku.

Istanbuli veefirmale ei tee muret üksnes uute joogiveeallikate leidmine ja nende kasutussevõtmine. Elanikkonna kiire kasv ning suurte tööstus- ja energeetikaettevõtete ehitamine on pannud Istanbuli linnavõime tegutsema ka joogiveeallikate reostamise vältimiseks. Praegu jääb üle 50% veearustuseks kasutatavate veehoidlate valgalast elamu- ja tööstuspiirkonda. Puhta vee varude kaitsmiseks on veehoidlate ümber loodud kaitsetsoonid, kuhu ei tohi ehitada. Elanike tohutu juurdevoolu tõttu ei suudeta kaitsetsoonidesse ehitamist alati kontrollida ega ka reovee veehoidlasse sattumist vältida. Elanike ja tööstusettevõtete reovesi püütakse kokku koguda ja puhastada, reoveepuhastite heitvesi aga veehoidlatest võimalikult kaugele juhtida.

ISKI pingutab ka veekadude vähendamise ja elanike harimise nimel, et panna neid vett kokku hoidma. Praegu kulutab Istanbuli elanik vett keskmiselt 250 l ööpäevas ning ühe kuumeetri joogivee ning reovee kanalisatsiooni juhtimise eest tuleb tasuda vaid 1,5 dollarit.

A.M.



ET ISTANBULIS ON KA TALVEL SOE (JAANUARI KESKMIINE TEMPERatuur 5,4 °C), TOIMUB VEEPUHASTUS LAGEDA TAEVA ALL

les iga päev analüüsitakse 350 puhastit ja linna veevõrgust võetud veeproovi.

Veepuhastusjaamades toodetud joogivesi kogutakse kolme reservuaari (15 000 m³, 24 000 m³ ja 30 000 m³)

pool asuvast Meleni jõest kavatsetakse juhtida vesi torustike ja tunnelite kaudu veepuhastusjaama. Rajada tuleb Meleni pais ja Ömerli veehoidla lähedale uus, Türgi suurim veepuhastusjaam, kus hakatakse töötleva 720 000 m³

MESSIREISID

ITM Poland
Poznan, 09.-12.06.
Tööstusmess

IFAT China
Shanghai, 23.-25.09.
Veeseadmete, reovee- ja jäätmekäitluse mess

Construtec
Madrid, 07.-11.10.
Ehitusmess

Bauma China
Shanghai, 25.-28.11.
Ehitus- ja kaevandamis- tehnika mess

KAROL
REISIBÜROO

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



KESKKONNAMESS IFAT

MAAILMA SUURIM RAHVUSVAHELINE keskkonnamess IFAT toimub sel aastal 5.-11. maini Münchenis. 192 000 m² suurusel näitusepinnal esitleb oma tooteid ja teenuseid üle 2200 firma. Tutvuda saab keskkonnakaitsele pühendatud väljapanekutega õige mitmes valdkonnas: veetöötlus ja reoveekäitus, jäätmekäitus ja jäätmete energiakasutus, rannikukaitse, tänavate ja maanteed hooldus, müratõrje, heitgaasipuhastus, mõõte-, reguleerimis- ja laboriseadmed jm. Näha saab nii tavapäraseid kui ka innovaatilisi tooteid ja tehnoloogilisi lahendusi. Messiga samal ajal toimub 14. üleeuroopaline vee-, reovee ja jäätmesümposium ning mitu konverentsi. Lisateave: www.ifat.de

Preseco OY – looduse tunnustatud



Kiiresti kasvav keskkonnatehnoloogia eraettevõtte Preseco OY tegeleb klientide vajadusi arvestavate lahenduste väljatöötamisega vee, jäätmete ja biokütuse vallas, kasutades selleks looduse tunnustatud tehnoloogiaid. Meie lahendused on ammutunud, ent sellegipoolest uudsed.

Ettevõtte põhitähelepanu on koondunud kompostimis- ja veekäitlusseadmete ning -komplekside tarnimisele. Meie tootevalikus on tähtis koht ka biogaasi ja biodiislikütuse tootmisjaamadel. Meie tehnoloogilised lahendused ja teenused annavad klientidele täiendavaid konkurentsieeliseid. Tänu tehnoloogiate ulatuslikule valikule saame pakkuda unikaalseid, traditsioonilisi võimalusi ületavaid keskkonnalahendusi.

Meie peakontor asub Soomes Espoos ning harukontorid Ilmajoel ja Vaasas. Peale selle on meil ka oma tehas, kus saame toota individuaal-lahenduste jaoks vajalikke roostevabast terasest detaile. Praegu on meil esindused ligemale kolmekümnes riigis üle kogu maailma.

Biojäätmete käitlemine loodusele omasel viisil

Preseco biogaasi- ja kompostimistechnoloogiad pakuvad ohutuid, majanduslikult soodsaid ja lühikesee tasuvusajaga lahendusi biojäätmete kohapeal käitlemiseks looduslähedasel moel.

Kuigi olmest pärit biojäätmete energiasisaldus on suur, ei ole nende kasutamine kütusena kaugeltki parim lahendus. Põletustehase ehitamine nõuab tavaliselt suuri investeeringuid ning põletamisega kaasneb märkimisväärne kübemeheide, tavapärane kompostimine on aga aeglane ja ebahügieeniline protsess, mis mingit energiat otseselt ei anna.

Preseco biogaasijaam ja Preseco kompostimisjaam pakuvad seevastu keskkonnohutuid ning majanduslikult tulusaid lahendusi biojäätmete käitlemiseks. Mõlemad jaamad vastavad kehtivatele keskkonnoeeskirjadele ja hügieeninõuetele, mis peegeldavad lähiaastateks kavandatavaid põhjalikke muutusi biojäätmekäitluse alal. Meie jaamades saab käidelda nii majapidamiskui ka köögijäätmeid, liha- ja toiduainete töötlemisjääke, tapamajajäätmeid, loomakorjused, kartuli-riivmassi, puu- ja teravilja töötlemisjääke, piiritusvabriku kõrvalsaadusi, reoveepuhastussetet ning vedel- ja tahket sõnnikut.

Puhas tehnoloogia, puhas kasum

Et Preseco käitluskompleksid töötavad vaikselt, on haisuvabad ning ei heida keskkonda võõriseid, võivad nad paikneda jäätmetekkehokha lähedal, isegi elamurajoonide kõrval. Preseco kompostimisjaama kompaktsus ja sellega kaasnev kasutuspaindlikkus võimaldab

seda paigutada nt toiduainetööstusettevõtte ning isegi keskmise suurusega lauda juurde.

Mõlemad jaamad on projekteeritud kohapeal tekkivate biojäätmete käitlemiseks ning toodavad puhtaid ja bioloogiliselt ohutuid lõppsaadusi – väetist ja rohelist energiat, mistõttu nad annavad võimaluse saastekvoodikaubanduseks.

Kuna jäätmeid ei pea vedama pikkade vahemaade taha, pööravad Preseco tehnoloogiad tavapärase tasuvusarvutuse pea peale. Preseco biogaasijaama tasuvusaeg on tavaliselt alla kümne aasta ning soodsail juhtumil isegi tunduvalt lühem.

Puhas vesi kemikaale kasutamata

Vee puhastamine on alati kombinatsioon mehaanilisest, bioloogilisest ja keemilisest käitlemisest. Teadmiste ja oskusteabe arenguga on bioloogiline käitlemine omandanud üha suurema tähtsuse, mängides veepuhastuses aina olulisemat rolli. Täpselt nagu looduses ning nii väheste kemikaalidega kui võimalik – või koguni kemikaalivabalt. Meie veepuhastusjaamad projekteeritakse ja kujundatakse alati konkreetset asukohta, vajalikkupuhastusastet ja toorvee kvaliteeti arvestades. Tänu kompaktsusele on ehituskulud väikesed.



Mitme trumluga kompostimisjaam Savonlinnas (Soome)



Satakierito OY 2007.a sügisel käiku antud biogaasijaam Kõyliös (Soome)

Preseco veepuhastusjaamade puhul annavad ainuüksi protsessi üksik- asjad tunnistust meie tugevast oskusteabest, sest toodame oma seadmed ise ning täiustame neid pidevalt. Peale reoveepuhastite ja joogiveejaamade ning nende seadmete pakume vee ja reovee puhastamiseks ka moodullahendusi. Konteinerisse paigaldatud moodulid põhinevad meie aktiivmuda-, flotatsiooni- ja pöördosmoositehnoloogiatel.

Meie veekäitlustehnoloogia kõige uuem täiendus on nn loodusliku vee tehnoloogia – Natural Water (NW) technology. See on mitmeastmelise oksüdeerimis-, väljapuhumis- ja biofiltratsioonisüsteem, mis eemaldab tõhusalt vees lahustunud raua, mangaani ja gaasid (metaan, radoon, väävelvesinik, ammoniaak ja süsinikdioksiid), mis põhjustavad kraanivee agressiivsust. Veest kõrvaldatakse ka orgaanilised ja anorgaanilised võõrised. Tavalistes tingimustes toimib NW- protsess täiesti kemikaalivabalt. Kemikaalivaba protsess on üheaegu ohutu ja ökonoomne.

Biodiislikütus kohalikest kasutatud küpsetus-, taimsetest ja loomsetest õlidest

Biodiislikütust (FAME/RME) saab toota igasugustest taimsetest ja peaaegu kõigist loomsetest õlidest. Üldreeglina tuleb biodiisli kasutada temperatuuril, mis on võrdne või kõrgem kui oli toorme kasutuskohas. Külmakindlus, lõhn ja muud biodiislikütuse omadused sõltuvad toormaterjalist. Fossiilse diislikütusega võrreldes on biodiisli märksa keskkonnasõbralikum ning saastab vähem keskkonda.

Põhimõtteliselt võib igaüks toota biodiisli. Protsessi keemiline taust on äärmiselt lihtne. Põhiprobleem on aga, kuidas saada kindla kvaliteediga lõppsaadust. Protsessi ennast ja selle tulemust võivad mõjutada toormena kasutatav õli, kemikaalikogused ja isegi ilmamuutused. Tootmisele seab kindlaid nõudeid ka ohutus. Tootmises tekib alati mürgiseid ning ka väga kergesti süttivaid ja plahvatusohtlikke gaase. Seetõttu tuleb biodiislikütuse tootmise asjus pöörduda asjatundjate poole.

Preseco biodiislikütuse annusreaktor SOL10 400-6000 kulutab väga vähe energiat, aga toodab kohalikest toormaterjalidest rohkesti biodiisli. Tootmisjõudlus on 400 kuni 6000 liitrit õli päevas. Meie biodiislijaamad valmistatakse alati parima kvaliteediga materjalidest – tulekindlast plastist ja roostevabast terasest. Sel kevadel toob Preseco turule uue biodiislijaama, mille jõudlus on kuni 16 000 liitrit päevas.

PRESECO ALLKIRJASTAS MÄRTSIS NORRAS 20 MILJONI EURO SUURUSE HANKE

Preseco Oy ehitab Norrasse Trondheimi linnaga külgneva Malviki valla ja toiduainetööstusettevõtte Spis Grilstad AS-i ühisomandis olevale AS-ile Malvik Biogas individuaalprojekti alusel kompleksi, kuhu kuuluvad biogaasijaam, kompostimiseseade ja reoveepuhasti. Kompleks töötab kohapeal ümber kõik Norra suurima ajakohase lihatööstusettevõtte jäätmed (v.a väike hulk 1. riskigrupi jäätmeid), reovee- sette ja osa piirkonna biojäätmest.

Jäävad ära tootmisjääkide veokulud ning lihatööstus saab biogaasist oma vajaliku soojusenergia. Energia ülejääk kasutatakse ära uue asula kaugküttes.

Malvik Biogas AS hakkab käitlema ca 20 000 t tapamajajäätmeid, 10 000 t toidujäätmeid ning 115 000 m³ reovett aastas. Lõpptulemusena tekib merre juhitav puhas vesi, kompostimuld ja biogaas, nii et mujale viimiseks ega täiendavaks töötlemiseks midagi üle ei jää. Kompleks, mis maksab umbes 20 miljonit eurot, antakse etapi viisi käiku 2009. aasta suvel ja sügisel. Preseco OY tegevjuhi Mikko Kantero sõnul on see pika uurimistöö tulemusena sündinud toiduainetöötlemisjäätmete kohapealse taaskasutuse avalööki: "Arvame, et projekt on praeguste võimaluste tipp."

Mõte kohaliku jäätmekäitluse komplekslahendusest tekkis pärast Spis Grilstadi otsust ehitada Malviki valda uus lihatööstusettevõte. Uus ettevõte vajab reovee puhastamiseks igal juhul uut infrastruktuuri. Seetõttu hakkas ettevõtja koos omavalitsusega otsima perspektiivikat lahendust, mis samal ajal annaks ettevõtjale sõltumatu teistest jäätmekäitlejatest. Pealegi rajatakse lähipiirkonda uusasulat 900 elanikule, nii et osa toodetavast biogaasist saab seal kaugküttes ära kasutada.

Kontakt Eestis:
Heiki Enok,
heiki.enok@gmail.com,
tel 5044613;

www.preseco.eu



Jäätmete vastuvõtuhoone ja hoidla Satakier OY biogaasijaamas



Malvik Biogas ASi biojäätmekäitluskompleks

KESKKONNAMÜRA KONVERENTS – “KAS OLEME MÜRAKS VALMIS”

17. JA 18. JAANUARIL 2008 TALLINNAS

TOOMAS PALLO

Estonian, Latvian & Lithuanian
Environment OÜ

SELLE AASTA JAANUARIS toimus Tallinnas rahvusvaheline keskkonnamüra konverents. Konverentsi eesmärk oli jagada kohalike omavalitsuste ja teiste ametkondade esindajatele müraga seotud teavet ning edendada valdkonna spetsialistide omavahelist suhtlemist. Muu hulgas sooviti müraga seotud küsimusi tutvustada ka avalikkusele. MTÜ Ökokratt korraldatud konverentsil oli Tallinna Tehnikaülikooli Ehitajate tee auditooriumis kuulajaid ja esinejaid kokku paarisaja ringis.

Konverentsi keskne teema oli keskkonnamüra ehk väliskeskkonnas leviv müra, eristamaks seda töökohas levivast mürast, mis on pigem seotud töötervishoiu ja tööohutusega. Ettekannetes käsitleti nii õiguslikke ja normatiivseid kui ka praktilisi ja teoreetilisi küsimusi. Suurema tähelepanu all olid siiski praktilised teemad – müra levik ja selle piiramine nii Eestis kui naaberriikides.

Konverentsi sisulise osa juhatas sisse Keskkonnaministeeriumi keskkonnakorralduse ja -tehnoloogia osakonna peaspetsialist Reet Pruul, kes andis ülevaate mürahäiringute vältimise õiguslikest alustest Eestis. Oma ettekandes tutvustas ta peamisi müra reguleerivaid õigusakte ning peatus müra normeerimise protsessil ja andis ülevaate normidest Eestis. Keskkonnaministeeriumi esindajana esitas ta ka seisukoha, et peamised infoallikad mürataseme kohta on müra mõõtmise tulemused, kaebused ning küsitlusstatistika. Samuti tõi ta välja fakti, et öisele mürale ei pöörata Eestis tähelepanu. Sissejuhatava ettekande sobiv jätk oli Tervisekaitseinspeksiooni planeerimise ja monitooringu osakonna peaspetsialisti Irina Filippova ettekan-

ne, milles esitati muu hulgas huvitav ülevaade Tervisekaitseinspeksioonile müra kohta esitatud kaebustest. Selgus, et viimastel aastatel on kaebusi veidi lisandunud: 2003. aastal registreeriti 106 ja 2006. aastal 129 avaldust. Nagu võibki eeldada, on nendest üle poole (64%) esitatud Tallinna ja Harkumaa TKT-le. Nagu allpool näeme, on see arv siiski tühine, võrreldes inimeste arvuga, kes kannatavad ülemäärase mürareostuse all.

Euroopa Liidus on keskkonnamüra kontrolli ja vähendamise oluline instrument keskkonnamüra direktiiv 2002/49/EÜ. Selle direktiivi rakendamiseks keskkonnamüra hindamisel, strateegilisel kaardistamisel ja tegevuskava koostamisel esitati mitmeid ettekandeid. Sissejuhatava sõnavõtu direktiivi põhitõdedest, eesmärkidest ja praktilise tegevuse nõuetest Euroopa Komisjoni seisukohalt vaadatu esitas rahvusvahelise keskkonnamüra töörühma liige, keskkonnamüra hindamise arvutiprogrammi IMMI arendaja ja mitme Euroopa suurlinna strateegilise mürakaardistamise projektides osalenud Wölfel GmbH vanemprojektijuht Edgar Wetzel. Ettekandja jagas kuulajatele oma kogemusi seoses osalemisega strateegilise keskkonnamüra soovituslike standardite töörühma töös. Saadi ülevaade keskkonnamüra direktiivi ja sellega seotud juhenddokumentide strateegilise mürakaardistamise nõuetest, aruandlusest Euroopa komisjonile ja müra vähendamise tegevuskavadest. Eestis on strateegilise keskkonnamüra kaardistamine, aruandlus ja tegevuskavade koostamine praegu käimas ning seetõttu oli ülevaade kasulik nii spetsialistile kui ametnikule. Oma ettekandes esitas Edgar Wetzel kontsentreeritud vaate nii direktiivist kui selle rakendusnõuetest – mürakaardide koostamise kasutatavatest standarditest, arvutimudelitest. Ta rõhutas

ka seda, et peale direktiivi ühe lõppeesmärgi (vajadus vähendada liigsele mürale eksponeeritud elanike hulka) on oluline ka liikmesriikidele esitatud nõue selgitada välja ja säilitada vaikesid piirkondi.

Keskkonnamüra direktiivi kohaselt tuleb müra levikut hinnata ning selle vähendamise tegevuskava koostada peale Eesti suure liiklusköormusega maanteelõikude, suurte sadamate ja Tallinna lennuvälja ka Tallinna linna ja selle lähiumbruse kohta. Direktiivis nõutaksegi just aglomeratsiooni või linnastu strateegilise kaardi koostamist, sest tänav-, raudtee- ja tramiliiklus on orgaaniliselt seotud linnastuga, mitte administratiivpiiridega. Tallinna linnastu müra hindamiseks on Ramboll Eesti AS Tallinna Linnavalitsuse tellimisel koostanud Tallinna linna müra strateegilise kaardi. Ülevaate Tallinna strateegilisest mürakaardist, selle koostamise meetodidest ja tulemustest esitas konverentsil Rambolli müraleviku modelleerimise ekspert Olli-Matti Luhtinen. Kaardil ei ole veel lennuliiklusest tulenevat müra, see kaardistatakse eraldi. Tallinna strateegilise mürakaardi puhul pakkus huvi tõdemus, et arvesse võetud tööstusmüra allikaid on Tallinnas vaid 12. Sellest tulenevalt ning arvestades asjaolu, et lennuliikluse müra ei olnud konverentsi ajaks veel hinnatud, polnud ka üllatav, et Tallinnas häirib inimesi peamiselt maanteeliikluse müra. Ekspert nentis, et Tallinna teeliiklus on suhteliselt tihe. Tänu sellele, et linna läbivaid või sisenevaid kiirteid ei ole, on mürapiirkonnad mõõdukama kiiruse tõttu väiksemad. Raudteeliikluse müra on piirkonniti ulatuslik. Need piirkonnad ei ole tihedalt asustatud, mistõttu on ka raudteeliiklusest mõjutatud inimeste arv väiksem kui teeliikluse puhul. Hinnatud mürarikaste ürituste mõju (näiteks rokkkontsert Lauluväljakul) võib olla suur,

kuid see on ajutine. Siinkohal tuleb märkida, et strateegilise mürakaardi heakskiitmisel on mõningast poleemikat tekitanud ekspertide kasutatud müra hindamise standardid, mis ei järgi otseselt komisjoni soovitatud meetodeid. Konverentsil ei selgunud ka, kuidas kavatakse hinnata Tallinna linnastu (Tallinna linn ja selle lähiehitistest) mürataseta.

Järgmisena olid konverentsil vaatluse all keskkonnamüra aspektid meid ümbritsevatel riikidel. Et üleeuroopaline müra hindamine ja selle tõrje on alles algusjärgus, siis pakkus erilist huvi Põhja-maades toimuv, see, kuidas seal on müra varem hinnatud ja milliseid meetmeid müra vähendamiseks on võetud. Esinejad andsid lühielevaate ka strateegilise keskkonnamüra kaardistamise seisust. Taani kogemusest kõneleja, mürakaardistamise tarkvara ja kaardistamisega seotud hinnangutega tegeleva ettevõtte SoundPLAN Nord ApS direktor John Klinkby, pööras tähelepanu liikluse müra vähendavatele meetmetele. Taanis on juba alates aastast 2003 rakendatud keskkonnamüra kasvu aeglustamise strateegiat. Aastal 2002 tehtud uuringu põhjal on 30% Taani elanikest sunnitud kodus viibides taluma müra, mis ületab vastuvõetavat taset. Umbes 6% peab aga taluma lausa vastuvõetamatut keskkonnamüra. Liiklusest tingitud keskkonnamüra leevendaksid teekatte müra tekitamise potentsiaali vähendamine või müratõkked. John Klinkby tutvustas selle valdkonna arenguid ja võimalusi ning müra hindamise standardite arengut Taanis. Ülevaate müra kaardistamisest ja tõrjest Rootsist esitas WSP Acoustics esindaja Perry Ohlsson. Huvitav on märkida, et normatiivsest kõrge-ma müraga puutub Rootsist kokku umbes 2 miljonit inimest ehk umbes 22% elanikkonnast. Liigest müratasemest kolmveerandi põhjustab maanteemüra. Müra vähendamise meetmeid võeti Rootsist juba 1970ndatel aastatel. Rootsi riik ja omavalitsused annavad hoonet omanikele rahalist abi (nt akende, ventilatsioonivahendite vms muutmiseks ja vahetamiseks). Meetmete rakendamine ja ka rahalise abi kasutamine on vabatahtlik. Samas võib üürnik kaevata liigse mürataseme üle ning siis saab omanikult nõuda mürataseme mõõtmist ja üleliigse müra vähendamise meetmete sunniviisilist rakendamist. Uute elumajade puhul on välja töötatud ja rakendatud müra vähendamise

ehitusnõudeid. Näiteks korteris peab osa tubadest paiknema hoone vaiksusel küljel. Esialgu põhjustas see nõue arhitektide vastuseisu, kuid nüüd koostöö juba laabub. Keskkonnamüra kaardistamise kogemustest Lätis ja Leedus ning mõningal määral ka Eestis läbi viidud projektide põhjal esitas SIA Estonian, Latvian & Lithuanian Environment (ELLE) juhataja Valts Vilnits, kes tõi näiteid mitmest valdkonnast. Ta tutvustas mitmesuguste müraallikate



Foto: Toomas Pallo

(tööstusettevõtted, üksikud müraallikad) müra hindamise võimalusi, samuti müra vastuvõtva keskkonna (kaitsealad, elamud) müra prognoosimist arendustegevuse eel, et pakkuda välja leevendavaid meetmeid. Lühidalt puudutas ettekandja ka Riia aglomerasiooni strateegilise mürakaardi koostamise vahetulemusi. Arusaadavalt sai ta tuua näiteid vaid olukorra hindamise, mitte pikaajaliste müra vähendamise strateegiate või oluliste edusammude kohta, kuna kõigis Balti riikides on keskkonnamüraga seotud teadvustatud alles viimastel aastatel. Keskkonnamüra ohjamise poliitikast Soomes esitas ettekande Soome Keskkonnaministeeriumi nõunik Sirkka-Liisa Paikkala. Soomes on müratõrjele pööratud tähelepanu juba 1966. aastast. Siiski pidi ettekandja nentima, et liigse keskkonnamürale on eksponeeritud Soomes jätkuvalt peaaegu miljon inimest. Vaatamata sellele, et müraallikatele (liikluse müra, välitingimustes kasutatavad seadmed) seatakse järjest rangemaid nõudeid ning ehitiste ja rajatiste puhul nõutakse mürapidavuse tagamist ning müratõrjevahendite rakendamist, ei ole tõhusaid lahendusi alati leitud. Jõupingutused on suunatud müra leviku piiramisele, mitte müra tekke vähendamisele. Ettekandja sõnul on teadlikkus veel madal.

Käesoleva artikli autor kõneles keskkonnamüra modelleerimise võimalustest Eestis keskkonnamõju hin-

damisel. Ettekande põhipunktidest oli juttu eelmises Keskkonnatehnika numbris. Praktilise müra hindamise harjutusväljakute ruumilise planeerimise näitel esitas Kersti Ristimägi Kaitseväe Logistikakeskusest. Uuringute ja hindamiste tulemusena tehti korrekture nt Nursipalu harjutusväljakul, samuti koostati müra leevendamise meetmete pakett. Oma ettekandes tõi ettekandja välja ka kitsaskohad: Eestis puuduvad tulirelvade

müra piirnõrmed, tulirelvade tekitatud impulssmüra on raske hinnata, demineerimismüra on keeruline prognoosida ning laskmistel suunal on põhimõtteliselt võimatu müra summutada. Liikluse müra arvestamisest Eestis põhimaanteed projektide teostamisel ja rekonstrueerimisel rääkis Maanteeameti planeeringute osakonna peaspetsialist Villu Lükk. Oma ettekandes näitas ta, kuidas uute maanteedehitamisel ning eriti olemasolevate rekonstrueerimisel arvestatakse keskkonnamüra ning millised on kavandatud müratõrjemeetmed, illustreerides neid konkreetsete rekonstrueeritavate lõikude kirjeldustega ja piltidega. Praktilisi näiteid keskkonnamüra hindamisest Eestis tõi ka Akukon Oy Eesti filiaali juhataja Marko Ründva.

Müra vähendamise vahendid olid konverentsil omaette teema. Oldenburgi Ülikooli füüsikainstituudi professor Volker Mellert andis näiteks ülevaate müra barjääride põhimõtetest ja piirangutest. Põhjaliku ettekande kokkuvõttes on järeldatud, et müra modelleerimisele ja mürakaartidele liiks tuleb mõõtmiste ja seirega kontrollida müra tegelikku levikut. Müra levikut mõjutab tuul. Teaduslikult on aga tuule mõju müra barjääridel, heli difraktsioonil ehk heli paindumisel takistuse taha, veel vähe uuritud. Müra kaitsevahendite võimalusi ja omadusi tutvustas Schütte Aluminum GmbH direktor Gerd Heltriegel. Konverentsil oli ka stendiettekandeid. Peale juba nimetatud esinejate näitas müratõrjeseinu ka OÜ Roadservice. Wölfel oli välja pannud müra mõõtmise pidevseirejaama NoisyMonitor.

Konverents täitis oma eesmärgid. Loodetavasti hakkavad kohal olnud omavalitsuste esindajad kuulnud ka igapäevatoos rakendama, et müra kontrolli all hoida. Teema aktuaalsust ja suurt huvi arvestades kavandab MTÜ Ökokratt kuulda vastavalt järgmisel aastal juba uut samalaadset üritust.

EHITUSKULTUURI TÕSTES ENNETAME HALLITUST

KALLE PILT

Eesti Maaülikool, Maaehituse osakond

HALLITUS ON TEADUSKEELES mikrosete koloonia ning mikroseteks nimetatakse tinglikult seeni, mis ei moodusta makroskoopilisi (silma nähtavaid) viljakehi. Seega ei saagi me näha mikro- ehk hallitusseeni ühekaupa, näeme neid alles siis, kui need on koondunud kolooniaks. Hallitusseente ülesanne ökosüsteemis on lagundada surnud orgaanilist ainet. Seda teadmist arvesse võttes on täiesti hallitusseentevaba keskkond mõeldav ainult isoleeritud ruumis. Meie majades, korterites, büroodes, ladudes ja teistes inimese kasutatavates hoonetes on hallitusseened alati olemas. Nende mõju inimesele sõltub sellest, milliste hallitusseentega on tegemist ja kui palju neid on. Seega saame endalt küsida, kuidas peaksime ehitama ja haldama hooned niimoodi, et hallitusseente liigiline koostis oleks meile ohutu ja nende koguseline maht jääks vähemalt vabas looduses olevaga samale tasemele või väiksemaks. Seda saame teha ehituskultuuri tõstes.

Saksamaal mõistetakse ehituskultuuri all ehitatud keskkonna loomist ning sellega ümberkäimist, nagu kirjutab Ülar Mark Eesti Maastikuarhitektide Liidust [1]. Selle väitega võib nõustuda. Ehituskultuur ei puuduta ainult arhitekte, projekteerijaid ja ehitajaid, vaid kõiki neid, kes on seotud ehitamise ning hoonete haldamisega – seega meid kõiki. Iga inimene on seotud ehitusega kas omanikujärelevalve kaudu, tellijana, ehitajana ja kindlasti hoone kasutajana. Igaüks saab teha midagi selleks, et hallitusseeni ei oleks hoones liiga palju. Selleks peaks teadma hallitusseente kiire arenemise põhjusi ning oskama neid põhjusi kõrvaldada või vähemalt vähendada. Käesoleva artikli autor on läbi käinud sadu hooned ning teinud kokkuvõtte neid hooned kimbutavatest hädadest. Eesti ehituse ajalugu teades võib väita, et universaalsed lahendused hallitusseente ennetamiseks ja neist vabanemiseks pole. Meie hooned on liiga erinevad ja erinevate konstruktsiooniliste lahendustega. Kõigele vaatamata leiab ehk sellest artiklist midagi kasulikku igaüks.



PANEELMAJA ÜLEMISE KORRUSE VÄLISNURK – ILMNE SOOJUSTAMATUSE PROBLEEM

Fotod: Kristel Pau Eesti Mükoloogia Uuringutekeskus SA

miseks pole. Meie hooned on liiga erinevad ja erinevate konstruktsiooniliste lahendustega. Kõigele vaatamata leiab ehk sellest artiklist midagi kasulikku igaüks.

HALLITUSSEENTE ARENGUKS VAJALIKUD TINGIMUSED JA NENDE VÄHENDAMISE VÕIMALUSED

Toitained. Seeni iseloomustab vahetu kontakt toitainetega: nad elavad otse toitainete peal või nende sees. Kuna hallitusseened ei ole toitainete suhtes eriti valivad, siis võivad nad toituda isegi veepiisas leiduvatest orgaanilistest ainetest [2].

Toitainete kättesaadavust vähendades saab piirata hallitusseente arvukust õhus ja pindadel. See on väga lihtne: hoidke ruumid puhtad orgaanilistest jäätmetest. Selleks tuleks toitu valmistades kasutada tõmbekappi, mille kaudu orgaaniliste ainete rohke niiske aur hoonest välja juhitakse, koristada regulaarselt ruume, eriti neid, mis on seotud toidu hoiustamise, kasutamise ja valmistamisega, kontrollida toiduainete säilivusaega ja veidigi riknenud toiduained kohe hoonest välja (nt biolagunevate jäätmete kon-

teinerisse) viia ning tühendada regulaarselt prügikaste. Kõik see tundub lihtne, kuid hallituskahjustusi üle vaadates võib tihti leida, et paljud inimesed neid reegleid ei järgi. Ometi imestatakse, miks küll hallitus nende elamises nii kiiresti levib.

Temperatuur. Hallitusseened kasvavad temperatuurivahemikus -5°C kuni $+50^{\circ}\text{C}$ [3], kuid optimaalne kasvutemperatuur on vahemikus $20\text{--}30^{\circ}\text{C}$ [4], mis paraku kattub inimesele sobiva ruumi sisetemperatuuriga ($18\text{--}22^{\circ}\text{C}$). Seega saame mikrosete levikut temperatuuriga mõjutada ainult nendes ruumides, kus inimesed pidevalt ei viibi (nt laod, keldrid). Siiski tasub ka töö-, puhke-, elu- ja ühisruumides ülekütmist vältida. Samas seob soe õhk rohkem niiskust ning seega väheneb suhteline õhuniiskuse (sellest lähemalt allpool). Hallitusseente jaoks on halvim jahe ja kuiv õhk.

Kasvukeskkonna happelisus (pH). Hallitusseened kasvavad pH vahemikus $1,4\text{--}12$. Enamiku hallitusseente jaoks on siiski optimaalne nõrgalt happeline keskkond (pH $5\text{--}6$). Kuna need eritavad ise mitmesuguseid aineid, suudavad nad kasvukeskkonna

endale sobivaks muuta [3]. Seetõttu on hallitusseente arengut keskkonna happelisuse kaudu väga raske mõjutada.

Hapnik ja valgus. Hallitusseened võivad kasvada nii hapniku olemasolul kui puudumisel ehk nad on fakultatiivsed aeroobid [2]. Enamik hallitusseeni ei vaja oma elutegevuseks valgust.

UV-kiirguse teatud lainepikkused on enamikule hallitusseentele surmavad, kusjuures seeneniidistik on UV-kiirgusele tundlikum kui eosed. Selliseid lainepikkusi saadab meile päike, kuid neid on võimalik produtseerida ka spetsiaalsete UV-lampidega (tähistus TUV). Lampe kasutades tuleb rangelt järgida kasutusjuhiseid, sest UV-kiirguse nimetatud lainepikkused pole tervislikud ka inimesele. Pigem laske päike tuppa ehk kasutage Eestimaal väheseid päikeselisi päevi ning tõmmake nendel päevadel kardinad eest.

Ka osoon (O_3), mida leidub õhu maalähedastes kihtides koguses 0,001–0,03 ppm (*part per million* ehk $1/10^6$ osa), mõjub hallitusseentele negatiivselt. Ruume tuulutades tunneb värske õhu lõhna, mis ongi osooni lõhn. Kahjuks laguneb osoon siseruumides umbes 20 minutiga hapnikuks (O_2), kuid sellest ajast piisab, et hallitusseente kogust õhus vähendada.

Tuulutage ruume, värske (möödukalts osoonirikas) õhk on kasulik inimesele ja kahjulik hallitusseentele. Tuulutamisel ja ventilatsioonil on pealegi hea mõju ruumi sisekliimale, nad vähendavad õhuniiskust.

Niiskus. Niiskus mõjutab hallitusseente arenemist kõige enam, sellepärast tuleb sellele ka kõige rohkem tähelepanu pöörata. Pealegi pole liigniiskuse mõju hoonele ainult bioloogiline, niiskuskahjustus toetab ka külmakahjustusi, soolakahjustusi, keemilist ja füüsilist lagunemist, määrdumist ja energiakulu suurenemist ning lisab terviseriske [5]. Siinkohal on piirdutud ainult hallitusseentega, teistest niiskuskahjustustest ehk pikemalt järgmistest artiklitest.

Enamik hallitusseente eoseid vajab kasvuks substraadi läheduses suhtelist õhuniiskust RH üle 70%, optimaalne RH on isegi 90–100% [4]. Kui suhteline niiskus langeb alla 30%, peatub enamiku mikrosetest kasv. Ruumide suhteline niiskus kütteperioodil on keskmiselt 25–40%, mis on inimese jaoks kuiv elukeskkond, ja ülejäänud ajal 40–60%. Suve- ja sügisperioodil ületab suhteline õhuniiskus ruumides sageli 70% ja see on juba soodne hallitusseente arenguks. Siinkohal tasub teada, et märgade pindade läheduses on õhuniiskus kehtvalt kõrgem kui ülejäänud ruumis. Peale õhuniiskuse

peame seega jälgima ka materjalide absoluutset niiskust ning nende pinnaniiskust ehk suhtelist õhuniiskust vahetult materjali pinna lähedal, mis omakorda sõltub materjali omadustest. Kõlab keeruliselt, kuid vee liikumine hoonetes ongi keeruline protsess, mida siinkohal üritatakse pisut selgitada.

Kõigepealt sellest, kust ja kuidas niiskust (vett) hoonetesse juurde tuleb. Õhu ja materjalide niiskusesisaldusel on füüsikaseaduste järgi püüde tasakaalustuda. Seda seletatakse molekulaarfüüsika ja termodünaamika abil [6], kuid käesoleva artikli maht ei võimalda teemasse sügavuti laskuda. Välja on toodud hoonete peamised niiskuseallikad (sh materjalide pindadel) ja nende kõrvaldamise või mõju vähendamise võimalused.

HOONETE PROJEKTEERIMINE, RENOVEERIMINE JA EHITAMINE

Kui olete võtnud plaani uue hoone ehitamise, siis saab soovimatute hallitusseente kolooniate tekkimist ennetada. Sel juhul vajavad lahendamist mitmed põhiküsimused.

Hoone asukoht. Linnades on asustihedus suur ja seepärast kasutatakse üha enam linnalähedasi alasid, pööramata tähelepanu sealsele maapinna kõrgusele, põhjaveetasemele ja pinnase koostisele. Loomulikult

on võimalik ehitada maja ka sohu, kuid siis tuleb põhjalikult läbi mõelda vundamendi lahendus (sh kõrgus). Tihti on maja esimesel korrusel põrandataasapind maapinnale liiga lähedal ja maapinnas olev niiskus mõjutab hoone niiskuse tasakaalu. Praktika näitab, et niiskuse liikumise tõkestamiseks hoone alla pandud kile seda olukorda ei lahenda. Selle teema puhul jagub mõtlemist arhitektidele ja projekteerijatele ning ka kinnisvaraarendajatele ja tulevastele omanikele.

Oluline on ka hoone asend ja ruumide planeering. Tuleb arvestada ilmakaari, maastiku oma-



SIIN OLI KUNAGI VIHMAVEETORU

pära, ilmastikuolusid (nt tuule, sademete suund), veeosonte olemasolu ja palju muid algul piasiasjadena tunduvaid tegureid. Kas uskuda või mitte, aga need piasiasjad mõjutavad oluliselt hallitusseente arengut hoones ja ka hoone energiakulu. Selles valdkonnas tegutseb palju nõuandjaid, kuid soovitame siiski teaduslikult põhjendatud lahendusi, mida pakub Tartu Ülikooli energiatõhusa ehituse tuumiklabor (www.tuit.ut.ee/eeftl).

HOONETE SISEKLIIMA KUJUNDAMINE

Nii uue kui ka vana renoveeritava hoone puhul tuleb esmajärjekorras mõelda, milleks üht või teist ruumi kasutama hakatakse, milline peaks sel juhul olema sisekliima ning kuidas seda tagada. Et kulusid kokku hoida, ehitatakse või renoveeritakse hoone tihti ilma projektita või ainult arhitektuurijooniste põhjal. Pärast kulutatakse hoone haldamisele ja puuduste kõrvaldamisele oluliselt rohkem raha, rääkimata sellest, et üldjuhul leitakse hoone kasutamise ajal, et tulemus ei vasta ootustele. Samuti ei mõelda renoveerimise käigus sellele, et hoone on tervik ja selle üht osa renoveerides tuleb läbi mõelda ja vajaduse korral muuta ka hoone teisi osi. Kõige tüüpilisema näite pakub akende vahetamise kampaania. Kui kõik vanad aknad pakettakende vastu vahetati, tõi see kaasa hallitusseente leviku laine. Loomulikult vähenes energiakulu, kuid loomulik ventilatsioon läbi akende kadus, ruumide niiskuse tasakaal muutus ning loodi soodne pinnas hallitusseentele.

Mida siin soovitada? Kindlasti seda, et uute hoonete puhul on peale arhitekti projekti vaja koostada ka eriprojektid:

- tööprojekt, kus on nt tehnilised lahendused, sõlmede joonised, materjalide täpsustused jms;
- kütteprojekt, mis on kooskõlas hoone konstruktsioonilahendusega ja kus on arvestatud kõiki energeetilisi tingimusi;
- vee- ja kanalisatsiooniprojekt, milles tuleks kindlasti järgida projekterimis- ja ehitusnõudeid;
- ventilatsiooniprojekt, mis ei pruugi alati põhineda sundventilatsioonil, vaid hoones õhu liikumise kaalutletud aevestamisel. Energiatõhusa ehituse tuumiklabori juhataja Tõnu Mauringu hinnangule tuginedes on õhuniiskuse kumuleerumise vältimiseks vajalik ventilatsioon eluruu-

mides 0,3–0,5 korda tunnis ehk siis 2–3 tunniga peaks vahetuma kogu ruumides olev õhk;

- Sisekujundusprojekti võidakse hallitusseente teema puhul ebaoluliseks pidada, ometi mõjutavad toataimed, ruumide kasutus ja kasutajate hulk oluliselt hallitusseente kasvutingimusi.

Renoveeritava hoone puhul (vt akende vahetamise näide) on vaja läbi mõelda täpselt samad küsimused, mis uusehitise puhul. Eriti tuleb jälgida ruumide kasutuse muutmist. Kui näiteks suvilast elumaja tehakse, siis ei piisa üksnes soojustamisest. Mõelda tuleb kõikidele eespool toodud punk-



HALLITUS LAEPANEELI VAHES

tidele (tööprojekt, küte, veevarustus, ventilatsioon ja sisekujundus). Ka vanasse talumajja ehitatud saun muudab kogu hoone sisekliimat.

KONSTRUKTSIOONILISED LAHENDUSED

Selleks et tagada ruumide sisekliima vastavus kasutusotstarbele, peab mõtlemas seinte, põrandate ja (katus)lagede lahendustele. Tugevus- ja stabiilsusarvutuste juurde siinkohal ei lähe, nende arvutuste jaoks on meil koolitatud ehitusinsenerid. Piiretega seoses on siin käsitletud ainult mõningaid ehitusfüüsikalisi parameetreid (sooja juhtivus, niiskuse liikumine).

Soojustamine. Paneelmajade viimaselt korruselt võib hallitusseente kolooniaid sageli leida just seetõttu, et talvel on ruumide sisetemperatuur kõrge ja välistemperatuur madal. Kui seinte ja katuslae soojustamisel pole seda asjaolu arvestatud, hakkab toaõhus leiduv niiskus seina- ja laepindadele kondenseeruma, luues ideaalse

keskkonna hallitusseente kolooniate tekkeks. Samasugust nähtust võib täheldada akende ümbruses, välisseinte nurkades, laeäärtes ja paljudes teistes kohtades, kus soe ja külm õhk ruumi sisepinnal kokku puutuvad. Põhjusi võib olla mitu – vähene soojustus, halvasti paigutatud soojustus või siis külmasildade olemasolu. Viimane neist tähendab piiret lähivahe soojajuhtivusega (külmajuhtivusega) materjali olemasolu. Lahenduse võiks pakkuda selliste kohtade ülesleidmine (termograafiline mõõdistus) ja soojustamine. Kindlasti on õigem soojustada seina väljastpoolt, see viib kastepunkti (koht, kus vesi kondenseerub) väljapoole ja kondensatsioonivee tekke võimalus sisepinna lähistel väheneb. Soojustamine tekitab tihti ka probleeme (nt kortermajas), sest see muudab välisseina ilmet. Sel juhul saab korteri sisepinnale kanda kondensaatvee teket takistavat ainet, milleks võib olla näiteks GrafoTherm või BioRid. Neist viimasele on lisatud ka hallitusseente teket takistavat ainet. Akende ning vahel ka seinte ja lagede puhul on tihti ette tulnud, et vuugitäidet (akna ümber pandav või pragudesse lastav montaaživaht) ei ole üldse või on seda liiga vähe. Sel juhul on probleemi koha täpne kindlaksmääramine eriti tähtis, sest siis piisab vaid paari augu puurimisest ja montaaživahtu täitmisest. Termograafiliste mõõdistuste tegijaid leiab aadressidelt www.tuit.ut.ee/eeftl ja www.termopilt.ee. Kondensatsioonivesi tekib ka sooja ruumi läbivatele külmadele veetorudele. Kõige halvem on olukord siis, kui seinas olev veetoru on isoleerimata. Sel juhul tilgub kondenseerunud vesi aegamisi seinakonstruktsiooni ja hoiab seal niiskuset kõrge. Veetorude ümber peab tingimata olema soojusisolatsioonimaterjal.

Niiskuse liikumist piiretes võib vajadusel soodustada (ventilatsioon) või takistada (hüdroisolatsioon). Mida suurem on ruumi kavandatav niiskus, seda hoolikamalt tuleb lahendus läbi mõelda. Niisketes ruumides (nt saunad, vannitoad, duširuumid) peavad seinad vastama täpselt ehitusjuhenditele. Nendes ruumides on väga oluline ventilatsioon, millega vähendatakse siseõhu niiskust. Oluline on teada, et ruumi niiskustase ei ole maksimaalne mitte kasutamise ajal, vaid mõni tund pärast kasutamist. Sellest tulenevalt peaks ventilatsioon töötama ka pärast ruumi kasutamist. Samuti peab niis-

ke ruumi seinakonstruktsioonis olema aurutõke, kusjuures selle pind peab olema mõlemalt poolt (või vähemalt sise- ja välispoolt) ventileeritud. Niiskete ruumide seinakonstruktsioonide kohta võib saada vajalikku teavet meiliaadressil info@majavamm.ee. Kindlasti ei sobi seinte ja lagede hüdroisolatsiooniks sellised materjalid nagu kasvuhoonekile, tõrvapapp või foolium. Mitteniisketes ruumides (nt kontori- ja eluruumid) ei soovita meie niiskustõkkeid üldse kasutada.

Uusehitistes on oluline niiskuseal-likas materjalidest vabanev vesi. Tänapäeva kiire ehitustempo tõttu ei lasta materjalidel piisavalt kuivada ning neis leiduv vesi aurustub pika aja jooksul hoone kasutusperioodil. Kui katteks on kasutatud niiskuse liikumist takistavaid aineid või materjale, pikeneb kuivamisperiood veelgi. Maja ehitades kontrollige materjali niiskustaset ning laske materjal ära kuivada.

HOONETE RENOVEERIMINE

Vee liikumine hoonete kasutusperioodil. Kõige suurem niiskuseallika on lahtise vee pidev sattumine konstruktsioonidesse või hooneosade sise-pindadele. Sealt aurustudes mõjutab vesi õhu suhtelist niiskust nii pindade vahetus läheduses kui ka kogu hoones. Sellise niiskuse allikaid on mitmeid.

Sademevee (nt vihm, lumi) sattumine hoonesse. Kõige tüüpilisemad näited on vee tungimine hoonesse läbi katusekatte vigastuste (eriti lamekatuste puhul); puuduvad või puudulikumad sademevee äravoolusüsteemid, viimaste olemasolu ja korrashoid on väga tähtis; seintele või vundamendile pritsiva vee imendumine materjalis, ka seda põhjustab kõige sagedamini puudulik sademeveesüsteem, kuid sademevesi võib pritsida seinale või vundamendile ka lähedal asuvatest pindadelt (nt rõdult, trepilt, teiselt katuselt), möödasõitva auto rataste alt; sein- ja avatäidete (aknad, ukSED) paigaldusvead ning veelaudade või -plekkide puudumine või nende liiga väike kalle. Kõiki neid hädasid saab lihtsalt vältida – kontrollige oma hoonet välispiirde veepidavust regulaarselt (vähemalt paar korda aastas), paigaldage sademevee äravoolusüsteem ja juhtige igasugune välispiirdele sattuv vesi hoonest eemale (veelaud, pritsimistõkked).

Pinna- ja põhjavee imendumine hoone konstruktsioonidesse. Kui vesi on hoone konstruktsioonide (sh vundamendi ja hoonealuse pinna) vahe-

tus läheduses, kipub see tungima hoone konstruktsioonidesse, sest seal on niiskustase väiksem. Mööda materjale liigub vesi edasi hüdrostaatilise surve (nt põhjavee surve), veeauru difusiooni, pinnadifusiooni või kapillaarimendumise tõttu [6]. Jõudnud materjali (sise)pinnale, aurustub niiskus seal ja suurendab seeläbi ümbritseva õhu suhtelise niiskuse taset. Kui hoonealune pinnas on märg, siis sealt aurustuva vee hulk mõjutab oluliselt hoone üldist niiskuse tasakaalu.

Kui hoonealune pind ei puutu otseselt kokku hoone detailidega ja hoone all pole survealist pinna- ega põhjavett, saab lihtsa moodusega pinnalt aurustuvat niiskust vähendada – katke hoonealune pind poorse materjaliga (nt liiv, kruus, peenkillustik). Sellega takistate niiskuse kapillaartõusu ning seeläbi on takistatud aurustumine pinnalt. Kui on tegemist survealise veega või siis vahetu maapinna ja materjalide kokkupuutega, on asi keerulisem. Siis tuleks pöörduda ettevõtte poole, kes valdab hüdroisolatsioonimaterjalide kasutamist või muid niiskuse liikumise takistamise tehniksi lahendusi (nt www.langeproon.ee, www.dampclosing.ee).

Hoones kasutatava lahtise vee satumine konstruktsioonidesse ja pindadele. Siin võib eristada soovitud ja soovimatut vee liikumist. Saunas, duširuumis, vannis, basseinis ja teistes sellistes kohtades kallame ja pritsime me ise vett ümbritsevatele materjalidele, nõusid ja pesu pestes kasutame lahtist vett. Neid võib lugeda soovitud veeliikumisteks, mille ärajätmiseks või vähendamiseks ei tahetagi midagi teha. Eespool nimetatud tegevuste jaoks mõeldud ruumid tuleb selleks ette valmistada (vt niisked ruumid). On ka mitmeid väiksemaid soovitud veeliikumisi, nt lillekastmisvesi, põrandapesuvesi.

Vee soovimatuid liikumisi võivad põhjustada veetorustiku rikked (eriti ohtlikud on väikesed lekked, sest üldjuhul ei avastata neid kohe ning need märgavad ümbritsevaid materjale kestvalt), niiskete ruumide hüdroisoleerimise vead ja rikked, kanalisatsioonilekked ning naabrite veevariid, kui hoonel on mitu kasutajat. Selliste ohtude vältimiseks tuleks näiteks veevärgi, kanalisatsiooni ja niiskete ruumide ehitamisel kasutada asjatundja abi. Loomulikult tuleb regulaarselt kontrollida niiskete ruumide põrandaid ja seinu ning vee- ja kanalisatsioonitorude ümbrust. On hea, kui omanikul on veevarustuse projekt või

ta saab ise hoone põhiplaanile märkida, kust mingi toru jookseb. Tihti vigastatakse torusid tahtmatult, näiteks kruvi seina lastes vigastatakse veetoru ja sealt hakkab vett konstruktsiooni immitsema.

**VEEAUR HOONES
KASUTUSPERIOODIL**

Veeauru ei tekita mitte üksnes lahtise vee aurustumine, ka hoones asuvad inimesed hingavad välja arvestatava koguse veeauru ning vesi aurustub ka läbi naha. Seda asjaolu tuleb arvestada. Mida suurem on ruumide asustatus, seda paremat ventilatsiooni läheb vaja. Vesi aurustub ka toidu valmistamisel, seepärast vajatakse ka tõmbekappi. Vesi aurustub toataimede lehtedelt, niisketelt küttepuudelt, väljast sisse toodud esemetelt, üleriie-telt. Neid kohti on palju, kuid veeau-ru kogused on eelmises punktis vaadeldud niiskuskooormustega võrreldes siiski väikesed. Kindlasti tasub igasse elu- või tööruumi soetada hügromeeter, mis mõõdab niiskustaset ruumi õhus. Lihtsamaid neist saab soetada igast korralikust elektroonika- või kodumasinat kauplusest.

Kokkuvõtteks võib öelda, et hallitusseente teke sõltub meist endist. Kui hoone on ehitatud head ehitustava järgides (ehituskultuur on kõrge) ning selle kasutajad on hoolsad, pole hallitusseeni vaja karta ja meid ümbritsev õhk on tervislik ja eostevaba. Kui mingil põhjusel hakkavad hallitusseened siiski muret tegema, tuleb esmajärjekorras kõrvaldada selle põhjused ning hallitus kaob iseenesest. Keemilisest tööstusest saadakse vaid ajutist abi ning tihti on see tervisele isegi kahjulikum kui hallitusseened. Kui siiski kahtlete ja soovite lisainfot, võite esitada küsimusi meiliaadressil kalle.pilt@emu.ee. Vastame kõigile.

Viited

- [1] Eesti Maastikuarhitektide Liidu koduleheküljel www.emal.ee
- [2] Pilt, Kalle; Järv, Helle; Oja, Jane. 2007. Seened meie kodus 1. Mikro- ehk hallitusseened. – Eesti Loodus, 6, 16–19.
- [3] Konsa, Kurmo. 2006. Konserveerimisihioloogia. EKA Restaureerimiskooli väljaanded, Tallinn
- [4] Singh, Jagjit. 1994. Building Mycology. E & FN Spon, London.
- [5] TäheväliStroh, Lea. 2005. Maja ja niiskus. Kodukirja kirjastus. Tallinn.
- [6] Timmus, Jaan. 2005. EPMÜ Ehitusfüüsika *Compendium*, Tartu.

Telli, paigalda, unusta

Uus, hooldusvaba pöördklapp

Uued, tihedalt sulguvad pöördklapid (mark D6...N) on välja töötatud vastu pidama temperatuurile -20 kuni 120°C (ühe tunni vältel kuni 130°C). Kui oled sellise hooldusvaba pöördklapi paigaldanud, võid selle unustada. Meie suur valik käsihoova või elektrimootoriga klappe tagab ideaalse lahenduse kõikidele kinni/lahti- või läbivoolu reguleerimistoimingutele nii kütte- kui ka jahutussüsteemides. Ja seda kõike parima hinnaga!

BELIMO

Türi 10d, Tallinn, Tel 614 0811, Fax 614 0812, www.belimo.ee

10 aastat efektiivset õhuvahetust

Õhku segav ventilatsioon

Kihistuv õhuvahetus

SISSEPUHKEÕHK

Sissepuhkeõhk seguneb kontrollimatult ruumi õhuga, mistõttu kulub olulisel määral energiat. Ruumis olev saastunud õhk surutakse tagasi alla, energiatarve on suur ja kõigil on ebamugav olla.



SISSEPUHKE-
ÕHK

Kihistuva õhuvahetuse abil juhitakse sissepuhkeõhk ruumi tõhusalt ja peaaegu kuuldamatult. See aitab säästa energiat ja õhu kvaliteet paraneb oluliselt.

VALI KIHISTUV ÕHUVAHETUS
JA ELA MÕNUSALT!



SISSE-
PUHKE-
ÕHK



ETS NORD

Peterburi tee 53G
11415 Tallinn
Tel +372 680 7360
Faks +372 680 7361
e-post ets@etsystems.ee
www.etsnord.com



SISERUUMIDE ÕHU KVALITEET

AIVAR KAHR

Airmte OÜ

SISERUUMIDE ÕHU KVALITEET on teema, mis pälvis üha suuremat tähelepanu kogu maailmas. Kui linnatänavatel on õhusaaste põhjustanud terviseohtliku olukorra või kui algab allergikute jaoks ohtlik õietolmuhoogaeg, ei aita ka akna avamine või ventilatsioon. Halb siseõhk võib ühel või teisel moel olla suur tervisehädade allikas. Kui õhk on paks ja kopitanud, on seda ka tunda. Tavaliselt ei anna me aga endale aru, et õhu kvaliteet võib olla väga halb, kui ilmselged tunnused sellest just märku ei anna.

Iga ruumi õhus on lugematul hulgal baktereid, viiruseid, õietolmu ja tolmuosakesi, mis võivad õhu tõsiselt saastata. Heal juhul võivad sellest märku anda peavalu, kontsentratsioonihäired, väsimus või hingamisteede ärritus. Halvemal juhul võib aga õhu halb kvaliteet põhjustada tõsisemaid terviseprobleeme, eriti allergikutele. Ka meie haiglates, polikliinikutes, laborites ja apteekides on saasteoht (bakterid ja viirused) oluliselt suurem kui kuskil mujal. Seetõttu on nii patsiendid kui ka personal suhteliselt suures

nakatumisohus. Viirustest ja bakteritest rääkides ei saa ära unustada ka kõiki teisi kohti, kus koos on palju inimesi, nt lasteaiad, koolid, avatud planeeringuga ülerahvastatud kontorid ja ostukeskused.

VENTILATSIOON JA KLIIMASEADE

Kõigepealt tuleb aru saada, et ventilatsioonisüsteem ja kliimaseade (mis võib jahutada või ka soojendada) on täiesti eri asjad. Ventilatsioon toob ruumi värsket õhku ning head ventilatsiooni ei saa millegagi asendada. Tihti väidetakse, et ventilatsiooniga on lahendatavad ka siseõhu saastega seotud mured. See väide ei pea paika. Linnades on ka tänavõhu saastatus suur ning ei saa pidada kõige paremaks lahenduseks, kui see saastunud õhk kontoris või tuppa puhutakse. Ka allergikutele võib see ainult kahju tuua. Seda muret saab lahendada õhupuhasti abil. Jättes kõrvale linnaõhu saastatuse ja allergikute mured, seondub ventilatsiooniga ka sissepuhutava õhu soojendamine. Ülearu võimalik ventilatsioon mõjub ka rahakotile. Kliimaseade (konditsioneer) või-

FAKTE:

- 40% inimestest kuulub mingi allergiavormi riskigruppi;
- 10-25% inimestest kannatab mitmesuguste allergiavormide all (astma, heinapalavik, ekseem).

maldab ruumiõhu temperatuuri kontrollida. Mõnikord on see varustatud filtriga, mis on aga mõeldud peamiselt seadme kaitsmiseks mustuse ja tolmu eest, mitte õhu puhastamiseks. Pealegi ei ole selliste filtrite puhastusvõime kuigi suur.

Müügil on aga õhupuhasteid, mille abil on võimalik lahendada milliseid tahes siseõhuga seotud probleeme. Valik algab väiksematest ja odavamatest õhuionisaatoritest, järgnevad mehaanilised või elektrostaatiliselt õhupuhastid ning olemas on ka üpris spetsiifilisi tooteid, mille abil saab lahendada viiruseid ja baktereid. Hinnad on mõnest tuhandest mõnekümne tuhande kroonini.

Kui soovitakse, et ruumides oleks tänapäeva nõudmistele ja soovidele vastav sisekliima, siis ei piisa mittekontrollitavast ega ka kontrollitavast ventilatsioonist või selle kombinatsioonist kliimaseadmega. Vaja on ka piisava jõudlusega õhupuhastit. **A.M.**

MILLEKS ON VAJA VENTILATSIOONI?

ELAR SEESTRANDT

Airfix OÜ direktor

VENTILATSIOON ON põhimõtteliselt õhuvahetus, mille eesmärk on varustada ruume puhta ("värske") õhuga ja viia ära saastatud õhk. Ventilatsiooniga võib koos või eraldi ehitada ka süsteemi, mis jahutab, niisutab või kuivatab õhku.

Õhu tähtsust on raske üle hinnata, sest elusloodus on suuremal või vähemal määral sellega seotud. Elamiseks vajame pidevalt puhast õhku, ilma õhuta peame vastu vaid mõne minuti. Ööpäevas kopse läbiva õhu mass on söödud toidu massist ligi kümme korda suurem. Õhus on umbes 78% lämmastikku, 21% hapnikku, 1% argooni ning alla 1% muid gaase ja aineid. Kui mingeid keemilisi ühendeid või tahkeid kübemeid on õhus tavalisest rohkem, võib selle lugeda saastatuks. Mõnikord on see isegi silmaga näha (aur, suits, tolm) või ninaga tunda (hais). Peamine saastaja on inimene ise, kes hingab välja süsihappegaasi ja veeauru, kelle tegevus tekitab tolmu, lõhnu jms ning kelle loodud tööstus ja põllumajandus saastab õhku mitmesuguste ühendite ja kübemetega.

Ventilatsioon on ajakohase maja üks tähtsamaid süsteeme. Kui see toimib korralikult, ideaaljuhul koos kütte-, jahutus- ja õhuniisutussüsteemi-

ga, siis on ruumides aasta ringi tagatud meeldiv mikrokliima.

Elu- ja tööstushoonetes võib õhu koostis ja saastatus olla väga erinev. Välisõhk ei pruugi olla siseõhust puhastam, ka see võib sisaldada tolmu (nt õietolmu) ja heitgaase. Kuid selles on siiski eluks vajalikku hapnikku. Elu- ja büroohoonetes on saastunud



SUURKÖÖGI VÄLJATÕMBE-VENTILATSIOON

õhus ülemäära süsihappegaasi, tolmu, veeauru ja lõhnu. Peale selle on õhus seeni (nt hallitusseeni), baktereid ja viirusi, mis võivad põhjustada nakatumist mõnda haigusesse. Tööstuses võib aga õhus olla muidki võõrseid, nt metallitolmu, keevitus- ja autode heitgaase, tolmu, kemikaaliaure jms. Mitmesugused õhus olevad osakesed, millele me tavaliselt tähelepanu ei pööra, võivad põhjustada tervisehäireid. Väikesed metallikübemed, nagu

kivitolmgi, võivad olla terviseohtlikud, eriti kui töötada metalli- või kivitolmu keskkonnas pikemat aega.

Kestev kokkupuude õhus sisalduvate kahjulike ainetega, mida ei pruugi olla kuigi palju, võib inimese tervist oluliselt kahjustada. Inimene võib haigestuda tuberkuloosi, astmasse, kopsulaienemisse või kopsuvähki pikka aega enne seda, kui seos nt tolmu ja haiguse vahel kindlaks tehakse. Peale tuntud ainete ja õhuvõõrse on kindlasti ohtralt neidki, mida me veel ei tunne ning mille eest me end hoida ei oska. Seetõttu peaks ventilatsiooni projekteerides alati mõtlema sellele, mis meid ümbritseb. Ometi tuleb teadmiste ja kogemuste vaatamata ventilatsioonisüsteemide ehitamisel ja kasutamisel ette palju ükskõiksust ja hoolimatust.

Ventilatsioonis liigub õhk pidevalt ning koos sellega kõik see, mida õhk sisaldab. Aeg-ajalt peab süsteemi kontrollima ja vajaduse korral hooldama (puhastama). Kui sellesse koguneb tolmu, veeauru, rasva vm, kujunevad seal head tingimused seente, bakterite vm mikroorganismide arenemiseks ja levimiseks. Väga määrduvad süsteemid võivad olla ka tuleohtlikud. Ventilatsioonisüsteemidele ei mõju hästi ka see, kui neid liiga vähe kasutatakse – siis liigub õhk väga aeglaselt ning tolmu ja veeauru koguneb torustikku rohkem. Kui torustik jääb talvel külma kätte, tuleb ta kindlasti korralikult soojustada. Muidu võib juhtuda, et ventilatsioonitorust või -seadmest hakkab vett tilkuma. Tilkumine on tõenäolisem siis, kui õhk peaaegu ei liigu. Tilkuda võib nii seadme töö kui ka seisu ajal – soojusvahetis veeaur kondenseerub. Jahutusega on lugu vastupidine – suvel, kui välisõhk on hästi niiske ning jahutustorud on soojustamata või halvasti soojustatud, kondenseerub veeaur torude välispinnale. Tihedalt asustatud piirkonnas ja/ või hoones tuleb ventilatsioonisüsteeme kontrollida vähemalt neli korda aastas ning vastavalt vajadusele neid hooldada ja filtreid vahetada. Era-



KATUSEL PAIKNEVAD VENTILATSIOONISEADMED



NÄHTAVALLE JÄETUD VENTILATSIOONITORUD RUUMI LAES

majas, mis asub looduse keskel, võib seda teha harvem, aga vähemalt kord aastas. Hoolduse all peame silmas ka üldist ülevaatomist – süsteemi puhtuse, seadmete töötemperatuuri ja automaatika töö kontrollimist.

MIS VÕIB MURET TEHA?

Ventilatsioon või seadmed tekitavad müra. Korralikult projekteeritud ning õigesse kohta ja õigesti paigaldatud süsteem ei tohiks müra teha. Torud ja lõppelemendid (restid, plafoonid) peavad olema sobiva läbimõõduga. Seadmed tuleb paigaldada nii, et vibratsioon neilt edasi ei kanduks, vibratsioon võib nt kanduda põõningult laekonstruktsiooni kaudu eluruumidesse. Kivisein ja kivi- või betoonpõrand on selles suhtes paremad.

Aknad higistavad, sest ventilatsioon on vilets. See võib olla nõnda või ka mitte. Sageli ei ole enam mees, et ka vanade akende puhul olid omad mured, näiteks võis välimine aken talvel jäätuda. Probleeme akendega põhjustab sise- ja välistemperatuuri erinevus, õhu niiskus ja liikumine. Ventilatsioon aitab küll niiskust kõrvaldada, aga see on vajalik siis, kui veeauru tekib liiga palju (nt vannis või duši all käies, pesu

pestes, toitu valmistades, remondi ajal värvides ja pahteldades) või kui ruumis on palju toallili või inimesi. Talvel toaõhk ületab niiske tavaliselt ei ole. Suvel on õhk tunduvalt niiskem, aga veeauru kondenseerumist me ei märka, sest temperatuuride vahe on väike. Enamasti on külm ajal toaõhu niiskus väiksem, kui see isegi olla võiks. Õhk jahtub akna pinnal ja vajub alla, akna alumine serv on jahe ja aknalaua tõttu soe õhk akna allservas peaaegu ei liigu ning nõnda hakkavad ki akna alumised servad "higistama". Soe õhk (konvektsioon) liigutab ruumiõh-

ku ja soojendab ka akna ülemist serva. Veeaur koguneb peale akende ka toanurkadesse ja kapitagustesse, kus õhk samuti liikuma ei pääse. See ilmneb rohkem nendes kohtades, kus on külmasillad (halvasti soojustatud välisseinad ja nurgad). Seal tekib hea kasvukoht hallitusele. Seega on kindlasti hea, kui ventilatsioon on olemas, kuid alati see ei aita.

Ei ole kohta, kuhu ventilatsiooni-seadmed ja -torud paigaldada. Seadmed tuleks panna sellisesse kohta, kus neid saab hooldada, soovitatavalt siseruumi. Seadmeid on erinevaid ja neid võib panna põrandale või lae alla, suuremad võivad olla ka väljas. Torusid saab paigaldada põõningule, lagede alla, seinte taha ja isegi põrandasse. Kui kõik hästi läbi mõelda, siis leitakse kindlasti õige lahendus.

Ventilatsiooni pole vaja, saan ise ka hakkama. Enne sellise otsuse tegemist tasuks järele mõelda ja asjatundjaga nõu pidada. Peab nt teadma, kas hoones on tuletõkketsoone ning kas on ruume, mida ühte süsteemi ei tohi ühendada. Peale selle on terve hulk norme ja näitajaid, millele hoone ja neis olevad süsteemid vastama peavad, eriti puudutab see ehitata-

vaid hooneid. Hilisem ümbertegemine võib olla tülikas, kallis ja vahel ka võimatu.

Ventilatsiooni ehitamine läheb kalliks. Kallis on suhteline mõiste, kallid on ka nt auto, korter, maja ja tervis. Ventilatsioonisüsteemi valides peab mõtlema, mida soovitakse saada ja kui palju tahetakse selleks kulutada. Seadmeid saab vahetada, aga torustikku ümber ehitada või juurde panna (eriti eramajas või korteris) on hiljem väga raske või isegi võimatu. Seadmeid ja lahendusi on palju ja hinnadki on erinevad.

On palav, sest ventilatsioon ei toimi. Tavaliselt hakatakse seda kurtma suvel, kui palavust ei põhjusta ventilatsioon, vaid temperatuur. Suvel on välistemperatuur kõrge ning hoone välispiirded (aknad, seinad ja laed) soojenevad. Soojust tuleb ruumi ka siis, kui päike otse akendesse paistab. Päikese vastu aitavad väljas asuvad päikesevarjud. Kui suured aknapinnad katta seestpoolt kardinatega, siis soojenevad kardinad ning soojus levib neist ikkagi toaõhku. Suvel palava ilmaga ei pruugi tugevast ventilat-



VENTILATSIOONISEADE ERAMU KATLARUUMIS

sioonistki abi olla, kui sissepuhkeõhk tuleb otse väljast, kus sooja on 30 °C. Kui aga ruumides on töötav jahutus-süsteem, siis peab vältima sooja välisõhu sissepääsu, nt tuleb aknad ja uked kinni hoida. Talvel võib ette tulla ülekütmist, kuigi radiaatoritel on termostaadid.

Piisab ühest ventilaatorist. Vahel tõesti piisab, kui köögi väljatõmme on ventilaatoriga (nt pliidikubu kaudu) ning vannitoas ja tualetis seinä läbiv lõõr. Eramajas, kortermajas ja korteris, kus süsteemile esitatavad nõuded ei ole suured, saab ehk piirduda ühekahe ventilaatoriga. Ka sel juhul peab teadma, et kui ühest kohast õhku väl-



SOOJUSTATUD VENTILATSIOONITORU PÖÖNINGUL

ja läheb, siis teisest kohast tuleb seda juurde (läbi akende, uste, lõõride). Köögi- ja tualetiõhku ei tohi ühte süsteemi kokku viia. Halvimal juhul võib uste või akende läheduses tunda tõmbetuult.

Soojusvahetiga süsteem on kallis. Jällegi sõltub kõik sellest, mida me tahame. Mõistlikum on valida üks korralik soojusvahetiga seade, mis filtreib ja soojendab õhku, kui otsustada paari väljatõmbeventilaatori kasuks, mis ise tarbivad küll vähe energiat, kuid viivad õhus oleva soojuse välja. Talvel on siis vaja lisakütmist mõne muu küttesüsteemiga.

Ventilatsioon teeb ruumid külmaks. Kui on tegemist soojusvaheti ja järelsoojendusega seadmega, siis hoiab korralikult töötav seade etteantud temperatuuri (tavaliselt 20–22 °C) ning ruumi külmaks ei tee. Kui väljatõmbeõhu hulk on sissepuhkkest oluli-

selt suurem, peab puuduv õhk kuskilt juurde tulema. Õhk otsib siis endale teed olemasolevate avade ja ebatihedate akende ja uste, ventilatsioonilõõride, keldri, pööningu või teiste ruumide kaudu. See teeb tihti muret siis, kui on ehitatud ainult väljatõmbesüsteem ja seintesse pandud ventilatsioonires-tid (nt värske õhu klapid).

MIDA ON VAJA ARVESTADA?

Ventilatsioonisüsteemi valimisel tuleb sedagi arvestada, et me elame muutliku kliimaga piirkonnas. Välisõhk on talvel külm ja suvel soe. Mida suurem on vahetatava õhu hulk, seda rohkem kulub energiat. Talvel on õhku vaja kindlasti soojendada ja suvel ehk ka jahutada. Kui vähegi võimalik, siis tuleks valida soojusvahetiga seadmed. Oluline on ka kasutusmugavus – automaatika ja hooldus. Kaaluma peab koostööd küttesüsteemiga – suvel saab

nt soojuspumpa kasutada ka jahutamiseks. Seadmete valik on väga suur. Ventilatsiooniseadmesse võib olla sisse ehitatud jahutusseade või vastupidi – jahutusseadet võib kasutada ka õhu vahetamiseks, filtreerimiseks ja niisutamiseks. On ka eriseadmeid, mis on mõeldud tööks niiskes keskkonnas, nt basseiniruumis või ujulas.

Kui hoone on alles projekteerimisejärgus, tuleb mõelda sellele, kuhu paigutada seadmed või kuhu mahub torustik. Võib juhtuda, et majaehitus on juba lõppjärgus ning omanik hakkab alles siis ventilatsiooni peale mõtlema. Tõenäoliselt saab elada ka kehva ventilatsiooni või hoopis ventilatsioonita majas. Kui aga ventilatsioonisüsteemi siiski soovitakse, siis saab selle palju väiksema vaevaga ehitada samal ajal majaga. Ventilatsiooni sisseseadmist ei tohiks jätta viimaseks tööks ega usaldada seda ehitusmehele, kes arvab, et eelmise maja juures tegi ta seda niimoodi ja omanik oli rahul. Tuleb olla ka ettevaatlik, kui mõni ehitusmees pakub mingeid odavalt saadud seadmeid. Usaldusväärsest firmast ostetud seadmetel on tootja garantii, sh ka paigaldamise kohta.

MILLINE ON HEA VENTILATSIOON?

Ventilatsioonile esitatavad nõuded olenevad asukohast ja otstarbest. Era- ja büroomajas peaks ventilatsioon töötama nii, et me seda ei märka, tunne, näe ega kuule. Ruumis, kus viibivad inimesed, peaks ventilatsioon toimima pidevalt. Õhk peaks liikuma puhtast osast saastatuma osa suunas, nt tubadest köögi, tualeti ja sauna poole. Ventilatsioonisüsteem peaks olema töökindel, võimalikult ökonoomne ja vajama vähe järelevalvet. **A.M.**



Filtrid

Ventilatsiooni ja õhufiltrid

- Kottfiltrid
- Paneelfiltrid
- Padrunfiltrid
- Mitmesugused filtermaterjalid

Tolmu- ja suitsueristuse erilahendused!



Luite 11, Tallinn
Tel 655 1065
Faks: 655 1065
www.baltifiltrid.ee

ENERGIA KOKKUHOID LÄBI SURUÕHUAUDITI

Järjest kerkivad energiahinnad ja kasvuhoonegaaside emissiooni vähendamise nõue seoses kliimamuutuste vastu võitlemisega panevad tootva tööstuse üha suurema majandusliku surve alla.

Sellega seoses on energia säästmine ainus viis võidelda kerkivate hindade vastu. Moodne suruõhutehnoloogia töötab seejuures olulist kasu tuua. KAESER Kompressorid pakub näiteks detailset suruõhuauditit – ülimalt



Vähenda kulutusi ja minimeeri emissiooni

tõhusat meetodit, mis aitab olemasolevate suruõhusüsteemide hulgast leida neid, mis võimaldavad kulusid kokku hoida.

Uuringud* on kinnitanud, et Euroopas tarbiksid suruõhusüsteemid 33%, kohati kuni 71% vähem energiat, kui nad oleksid optimeeritud, sest nendega seotud kulutusi mõjutab just energiatarve.

Tõhususe tagab suruõhusüsteemi ammendav analüüs. Moodsad arvutisüsteemid, nt KAESER-i ADA-tehnoloogia (õhuvajaduse mõõtmine ja analüüs), on kergesti rakendatavad ja annavad suurepäraseid tulemusi. Andmesalvestid võimaldavad jaotusvõrgu töösse sekkumata suruõhusüsteemide tööd seirata. Vooluhulka mõõtes on näiteks võimalik välja arvutada õhutarbe näitarve. Neid andmeid kasutatakse seejärel iga kompressori tõhususe väljaselgitamiseks ning puuduste kindlakstegemiseks kogu süsteemis. Kõik vajalikud andmed edastatakse andmesalvestite kaudu arvutisse, kus luuakse süsteemile omane õhutarbimisgraafik. See aitab tuvastada kõikumisi, seisakuid, kompressori töö- ja tühikäiguaga ning näitab ka iga kompressori võimsust võrreldes õhuvajadusega. Õhuvajaduse analüüsi teel saadud andmeid hinnatakse seejärel spetsiaalse arvutiprogrammi abil (KAESERi EnergiaSäästu-Süsteem ehk KESS), misjärel on võimalik välja selgitada parim terviklahendus. KESS on suuteline ka simuleerima alternatiivseid süsteeme ning neid olemasolevatega võrdlema.

Selline võrdlus ning amortisatsiooniaja hindamine võimaldavad määrata vajaliku moderniseerimisulatus (millised seadmed või osad on vaja välja vahetada).

Kõrgtehnoloogilist suruõhuhaldamissüsteemi (nt SIGMA AIR MANAGER, SAM) on soovitatav rakendada selleks, et suruõhusüsteem pikka aega tõhusalt toimiks ning kasvuhoonegaaside emissioon oleks võimalikult väike. Kui moodsad tööstusarvutid ühendada võimalusterohke Interneti-tehnoloogiaga, hõlmab SAM kõik-ühes-juhtimissüsteemi ja veebiserverit ning võimaldab suruõhusüsteemi kompressoreid ning teisi süsteemiosi ja seadmeid täpselt hallata. Võimalik on kasutada ka süsteemi SIGMA AIR CONTROL PLUS – pika perioodiga analüüsitööriista, mida saab kasutada tavalisel brauseri ja Interneti-ühendusega lauaarvutil. Sisse- ja väljalülitusaegne koormus, süsteemi rõhk, voolutarve ja kompressori töötssüklid on kõik kuvatavad ja hinnatavad erinevate aspektide järgi ning kuni aastapikkuse perioodi kestel. See võimaldab kasutajal pidevalt jälgida suruõhu hinda ja tervel süsteemil silma peal hoida.

* Vt Seitz, Anja: Ergebnisanalyse der von KAESER KOMPRESSOREN durchgeführten Air-Audits für die Kampagne Druckluft-effizient. Diplomarbeit Fachhochschule Coburg, Fachbereich Maschinenbau (2004)



Moodsat andmesalvestit (pildil) kasutavat suruõhuauditit on lihtne korraldada ning sel moel saada üliväärtuslikku teavet ettevõtte suruõhutõhususe ja -potentsiaali suurendamiseks

**Küsi teenusepakumist firmalt KAESER
Kompressorid oma suruõhusüsteemi
auditeerimiseks!**

info.estonia@kaeser.com
www.kaeser.ee



HOORATASSALVESTITEST

HARDI HÕIMOJA
TTÜ elektriajamite ja
jõuelektronika instituut

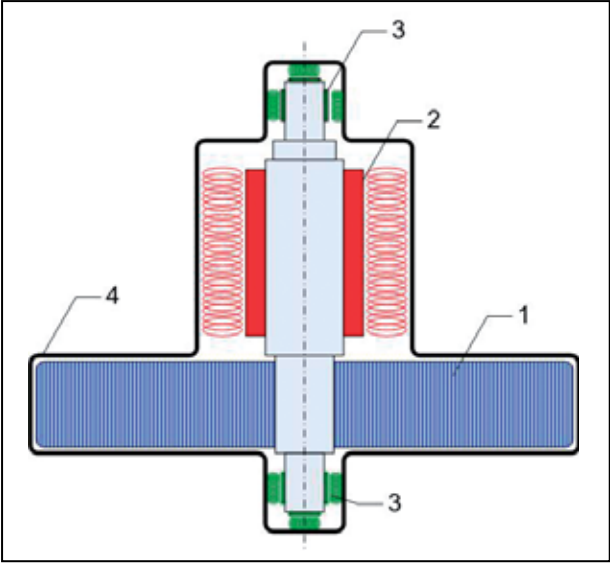
ENERGIASÜSTEEMIDE üheks sagedamini esinevaks probleemiks on tarbimise ebaühtlus. Paljud tarbijad vajavad lühiajaliselt suurt võimsust, mistõttu tuleb jaotusseadmed ja -võrk üle dimensionoida. Toitevõrgu koormuse ühtlustamine on eriti terav küsimus nt elekterveol, kus kiirendamisel kulutatakse kümme korda rohkem energiat kui tavatalitluses ning pidurdusenergia hajub salvestite puudumise korral takistitel ja kontaktvõrgus soojuskadudena. Energiavoogude haldamisel on tulnud päevakorda kiiretoimelised salvestid, nende seas hooratastel põhinevad lahendused.

Kineetilise energiasalvestuse (nt hooratassalvestite) üks eripära on suur erivõimsus (väljundvõimsuse ja massi suhe). Selliseid salvesteid saab väga kiiresti täis ja tühjaks laadida, võimsust piiravad ainult hooratta mehaanilised omadused ja jõupooljuhtide läbilaskevõime. Salvesti laetust saab kõige lihtsamini määrata hooratta pöörlemiskiiruse järgi. Ettenähtud hoolde- ja käidutingimuste korral ületab hooratassalvestite laadimis-tühjenemistsükli arv 20-aastase eluea vältel üle miljoni.

HOORATASSALVESTI EHITUS

Üldjoontes koosneb hooratassalvesti hoorattast ja seda käitavast elektriajamist. Laadimise käigus muundatakse elektrienergia pöörleva rootori kineetiliseks energiaks, hõõrdekadude vähendamiseks asuvad rootor ja hooratas enamasti vaakumis. Kui salvestitoidet vajatakse lühikest aega, nt võrgupinge kõikumisel või kadumisel, jätkub rootori pöörlemine inertsil mõjul ja kineetiline energia muundatakse tagasi elektri. Elektrijamari võimsuse valikul lähtutakse kas suurima energiavaru või väljundvõimsuse nõudest. Hooratassalvesti peamised mehaanilised koostisosad on näha joonisel 1.

Pöörleva keha kineetiline energia $W_k = J \cdot \omega^2 / 2$ on võrdeline inertsimomendiga J ja ruutvõrdeline nurkkiirusega ω . Ruutsõltuvuse tõttu osutub nurkkiiruse tõstmine tõhusamaks mahtuvuse tõstmise meetodiks kui inertsimomendi suurendamine. Ometi pole hooratast võimalik kiirendada mis tahes lõppkiir-



JOONIS 1. HOORATASSALVESTI KOOSTISOSAD:
1 – HOORATAS, 2 – ELEKTRIMASIN,
3 – MAGNETLAAGRID, 4 – ÕHUKINDEL KEST [1]

ruseni: pöörlemisel viivad kohesiooni jõud, mis määravad materjali tugevuse, osakesed oma loomulikult sirgjoonelisel trajektooril ringliikumisele. Ühtlase sirgjoonelise liikumise taastamiseks hakkavad kesktõukejõud hooratast venitama, mis materjali tugevuspäädi ületamisel peatab purunemisega. Enimkasutatava konstruktsioonimaterjali (teras) erienergia ehk salvestunud energia ja massi suhe ei ületa ka parimatel markidel 30 Wh/kg, kergema tiitani puhul nt 40 Wh/kg. Ohutustehnilistel kaalutlustel ja arvestades asjaolu, et tugevusarvutused tehakse alati teatud varuga, pole metalle võimalik ekspluateerida kriitilise piirini. Järelikult tuleb mahtuvuse edasiseks tõstmiseks otsida alternatiivseid materjale. Heast küljest on end näidanud mitmesugused sünteetilisest vaikutest ja süsinik- või aramiidkiududest koosnevad komposiitmaterjalid, mille erienergia ületab legeeritud terase oma ligi viieteistkordselt (tabel 1). Erinevalt terasrattastest käituvad komposiidid avariolukorras

säästvamalt, purunedes mitte üksikuteks suurteks kildudeks, vaid kiuti paljudeks väikesteks ribadeks. Magnetlaagrite puhul saavutatud suurim pöörlemiskiirus on üle 100 000 p/min, kusjuures joonkiirus hooratta välispinnal ületab 1000 m/s, s.t kolmekordselt helikiiruse.

LAAGERDUS

Tavapäraste vee- ja liugelaagrite hõõrdekadod on võrreldes pöörlemiskiirusega, suurtel pöörlemiskiirustel kuumenevad laagrid

üle ja riknevad. Õli- ja määrdesisalduse tõttu on neid vaakumis keeruline kasutada. Hõõrdekadudest on sisuliselt vabad magnetlaagrid, kus rootorit toetavad magnetväljad. Voolukatkestuse korral kaob stabiliseeriv magnetväli momentaanselt, seetõttu tuleb tugimagnetite ja rootori kahjustuste vältimiseks näha ette abilaagrid ja -toide. Abilaagritena kasutatakse metallist või keraamilisi veerelaagreid, mis tagavad magnetlaagrite tõrgete korral ohutu seiskamise.

Mõned tootjad eelistavad magnetlaagritele sundmäärimisega mehaanilisi laagreid, mille puhul kasutatakse spetsiaalseid vaakumikindlaid sünteetilisi õlisid. Taoliste laagritega toetatud hooratassalvestid on saavutanud pöörlemiskiiruse 25 000 p/min.

ELEKTRIAJAM

Hooratassalvesti elektriajamites leiavad rakendust põhiliselt püsimagneetgutusega sünkroonmasinad. Ajamite kiirust reguleeritakse sagedusjuhtimi-

TABEL 1. HOORATASTE MATERJALID

Materjal	Tõmbetugevus [MPa]	Tihedus [kg/m³]	Erienergia [Wh/kg]
Legeeritud teras	1300	7800	30
Legeeritud tiitani	1150	5100	40
Klaaskiud	1300	1900	93
Süsinikkiud	6300	1546	436

sega, kus 3-faasiline võrgupinge alandatakse ja muudetakse ajamile sobivaks vahelduvvooluks. Toitemuundur peab energia võrku tagastamiseks olema kahe-suunaline. Alalisvooluvõrku de energiasalvestitel alaldiosa ei ole.

Juhtseadme ülesanne on reguleerida andmehõivet ja väljundparameetreid. Seireaparatuur peab reageerima kõikmõeldavatele häiretele ja vajaduse korral süsteemi seiskama. Häire on näiteks elektrimasina mähiste ülekuumenemine, jahutussüsteemi rike, suurima lubatava pöörlemiskiiruse ületa-

kiiretoimeliseks energiahalduseks ei sobi, kuna sagedased kiired üksteisele järgnevad laadimis-tühjenemistsüklid lühendaksid tunduvalt nende eluiga. Järelikult peab salvesti olema suure erivõimsusega ja vastupidav – nõue, millele vastavad hoorattasüsteemid ja kaksikkihtkondensaatorid.

Pardasalvestid

Šveitsi firma *Oerlikon* tootis 1950. aastatel nn gürobusse, mille pardal oli vesinikukeskkonda paigutatud 1,5m läbimõõduga ja 1500kg massiga hoo-

näitajate tõttu käigust maha võeti [4].

Järgmise turukõlbliku lahenduse töötas 1988. aastal välja Saksa ettevõtte *Magnet Motor GmbH* hübriidbussi lisajõuallikana. Süsteemi keskne lüli on nn magnetodünaamiline salvesti (MDS). Nimetatud lahenduses pidurdatakse bussi enamasti elektriliselt, kusjuures tagastatud energia võtab vastu MDS, protsess ise toimub suure kasuteguriga. Baselis (Šveits) on alates 1992. aastast olnud käigus kokku 12 MDS-iga täiendatud Neoplani trolli, mille summaarne tööaeg ületab tä-

naseks 200 000 tunni piiri [5]. Juhikabiini all paiknevad salvestid (joonis 2) vajavad regulaarset hooldust iga 5000 töötunni järel.

Hooratassalvestite mõõtmed seavad piiri nende kasutamisele elektriautodel. Samas saab väiksema gabariidiga lahendusi rakendada nii elektrilise kui ka sisepõlemismootoriga hübriidautode dünaamiliste omaduste ja rekuperatiivpidurduse tõhusdamiseks. 2005. aasta veebruaris avaldas *AFS Trinity* pressiteate hoorattatoega hübriidsõiduauto pilootprojekti käivitamisest, mille prognoositav kütusekulu oleks kõigest 0,93 l/100 km [6].

Kohtkindlad salvestid

Linnasisene elektertransport saab toite veoalajaamadest, kus keskpinge muundatakse 600 või 750 voldini. Veovõrk (kontaktliin koos veoalajaama-

dega) peab vastu pidama trammide ja trollibusside kiirendamisel tekkivatele voolutõugetele, kus pidurdusenergia tagastamine võrku pole samal liinilõigul puuduvate teiste sõidukite tõttu alati võimalik. Väidetavalt on enamik voolukatkestusi kontaktvõrgus tingitud hetkelistest ülekoormustest, kui mitu ühissõidukit korraga kiirendavad, põhjustades kaitseaparatuuri rakendamise alajaamas. Energia salvestamisel (joonis 3) väheneks tippkoormused ja kaod kontaktvõrgus märgatavalt. Firma *rosseta Technik GmbH* katsetused on näidanud 15-minutilise maksimu-



Joonis 2. Trollibussi pardasalvesti

Foto: Hardi Hõimoja

mine, laagrite või hooratta kahjustused. Funktsionaalsuse suurendamiseks tuleb ette näha ka kaugjuhtimine ja seire (telemaatika).

HOORATASSALVESTITE RAKENDUSVÕIMALUSI

Elektertransport

Uuringud on näidanud, et elektertransportis tarbitavast energiast kulub 65% kiirendusteks [2]. Siit ilmneb vajadus tarbimist ühtlustada; rekuperatiivpidurdusel tuleb salvesti puudumise korral hajutada pidurdusenergia pidurdustakistitel. Tavalised akupatareid

ratas, mida sellega ühisel võllil asuv elektriagam kiirendas lõppkiiruse-ni 3000 p/min. Sõiduki liikumise ajal töötas ajam generaatoritalitluses; laadimiseks ühendati vooluvõttur 4–6 km vahedega peatustes paiknevate kontaktpindadega. Seadet võis kasutada kuni pöörlemiskiirus polnud langenud alla 1500 p/min. Generaatori väljundparameetreid sai sõiduki juht muuta pooluspaaride ümberlülitamise ja ergutusvoolu reguleerimise teel. Taolised "juhtmevabad" trollid olid käigus 1960. aastate alguseni, mil viimane *Oerlikoni* buss puudulike rentaablus-

mi kahanemist 15% ja tarbitava energia kokkuhoidu 27% [7].

Hooratassalvestid ühendatakse kas alajaama kogumislattidele või eraldi rajatises mõnele kontaktliini osale (joonis 4). Juhtimisel võetakse aluseks veoalajaama pinged ja voolud ning hooratta kiirus. Nimetatud suuruste põhjal arvutatakse energiereserv koos nõutava väljundvõimsusega ning formeeritakse vajalikud juhtimissignaaliid.

Salvesti taaslaadimine algab pärast alajaama koormusvoolu langemist allapoole sätestatud piiri. Lähtuvalt pöörlemiskiirusest ja keskmisest veovoolust arvutab regulaator laadimisvoolu väärtuse; seejuures ei tohi veoalajaama võimsus ületada etteantud maksimumi. Salvesti laadimisvool on tühjenemisvoolust suurusjärgu võrra väiksem, seega keskpingevoorgust tarbitav võimsus laadimistsükli vältel oluliselt ei kasva.

ELEKTRIENERGIA KVALITEEDI PARENDAMINE

Kuna kiiretoimelised salvestitoiteallikad on võimelised toimima ka aktiivfiltritena, saab neid kasutada elektrienergia kvaliteedi parandamiseks. Lühiajaliste häiringute mahasurumiseks on otstarbekas kasutada salvestustehnoloogiad, mis rajanevad hooratassüsteemidel ja kaksikkihtkondensaatoritel, kuna need projekteeritakse pigem võimsus- kui energiatarbest lähtudes. Kiiretoimeliste salvestitega saab leevendada võrkudes esinevaid kvaliteediprobleeme [8]:

- Reaktiivenergia kompenseerimine: väljundpingete ja -voolude vahelist faasinurka reguleerides on aktiivfilter võimeline kas tootma tarbitavat või neelama genereeritavat reaktiivenergiat.
- Pingekõikumiste vähendamine: automaatika hoiab väljundpinget ettenähtud tasemel, läviväärtuste ületamisel asub töösse salvesti.
- Toitekatkestustest tekkinud kahju vältimine: toitekatkestuse korral peab salvesti vajaliku aja vältel tagama sobiva toite protsesside lõpetamiseks. Selleks tuleb akud vm

tehnoloogial põhinev salvesti valida piisava varuga. Oluliste infrastruktuuri- ja riiklike objektide katkematu elektrivarustus tagatakse tänapäeval lahendusega, kus pärast põhitoite kadumist lülitatakse tööle diiselgeneraator. Toitekatkestust vahemikus 10–15 sekundit, mis jääb varugeneraatori stabiilse töö saavutamiseni, peab katma salvesti.

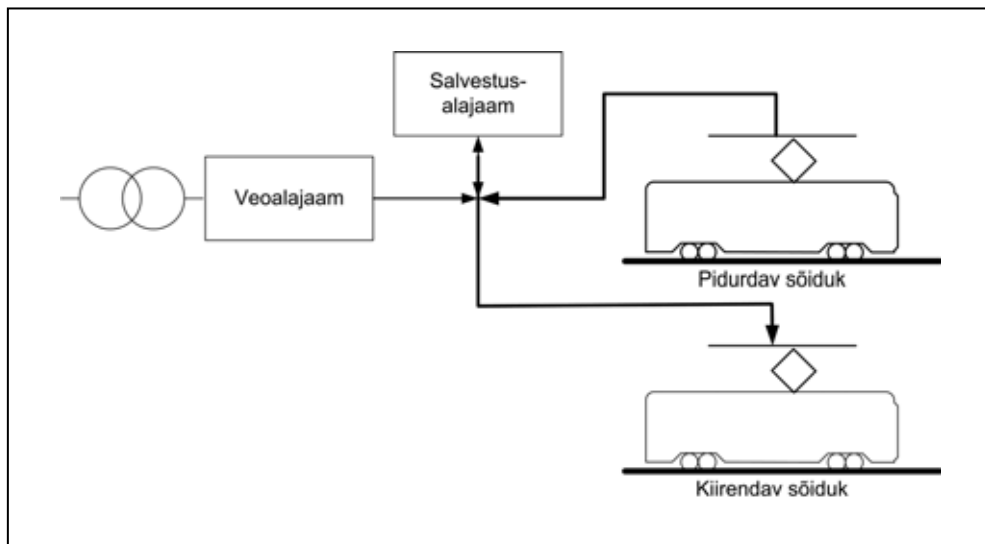
- Tippkoormuste silumine: salvesti peab suutma siluda lühiajalisi maksimume, kasutades nende katmiseks salvestatud energiat. Probleem on eeskätt majanduslikku laadi, kuna tarbijad maksavad tasu ka peakaitsme või lubatud maksimumvõimsuse alusel.
- Harmooniliste allasurumine: mitte-lineaarsed koormused, nagu päevalguslambid, kaarahjud, võimsad alalidid tarbivad mittesüsinuselist voolu, mis tekitab võrgus harmoonilisi. Harmoonilised omakorda põhjustavad liinide ülekoormust, häirivad elektroonikaseadmete tööd ning

võivad esile kutsuda ebasoovitavaid resonantsinähtusi. Salvesti on võimeline väljastama tarbijale sobivate parameetritega voolu, hoides ühtlasi toitevõrgu moonutused minimaalsena.

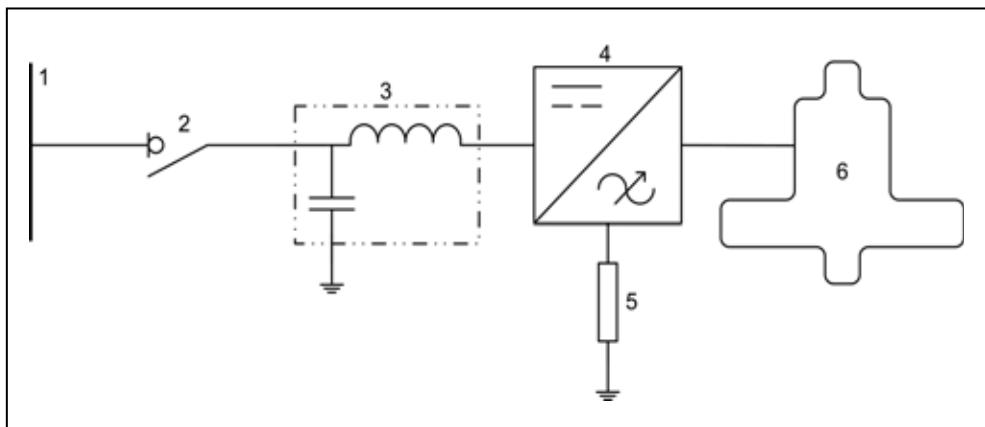
Enne akupõhiseid salvesteid kasutati tööstuses nn mehaanilisi UPS-e, milles energia salvestati kineetilisel kujul mootorit ja generaatorit ühendavas massiivses vahelülis. Viimane pidi siluma koormuse või võrgutoite hüppelisi kõikumisi. Koormuse all hakkas võlli kiirus ja ühtlasi ka vahelduvvoolugeneraatori väljundpinge sagedus kiiresti kahanema, mistõttu oli reaalset kasutatav ainult ~5% salvestunud energiast ja tugiaeg nimikoormusel ei ületanud mõnda sekundit.

TUULEENERGEETIKA JA AUTONOOMSED VÕRGUD

Peamine tuule- ja päikeseenergia osakaalu suurenemist takistav tegur on energiakandjate muutlikkus. Sobivate maastikutingimuste korral on või-



JOONIS 3. ENERGIAVOOD SALVESTIGA VEOVÕRGUS



JOONIS 4. ELEKTERTRANSPORDI SALVESTUSALAJAAMA PÕHIMÖTTESKEEM
1 – KONTAKTLIIN, 2 – PEALÜLITI, 3 – FILTER, 4 – MUUNDUR, 5 – PIDURDUSTAKISTI, 6 – HOORATASSALVESTI

TABEL 2. SALVESTUSTEHNOLOOGIATE VÕRDLUS

Tehnoloogia	Erienergia [Wh/kg]	Erivõimsus [W/kg]	Eluiga tsüklikes	Kasutegur [%]
Hooratas	5–50	180–1800	$>10^6$	90–95
Aku	30–200	100–700	10^3	80–85
Kaksikkihtkondensaator	2–5	7000–18 000	$>10^6$	>95
Kütuseelement	400–1000	100–1000	$>10^4$	40–60
Ülijuhitiv pool	<1	1000	10^6	90

malik ehitada salvestuspumplaid, kus ülejääk säilitatakse kõrgemale pumbatud veemasside potentsiaalse energiana. Lausmaal pole taoline lahendus mõeldav. Ebastabiilse energiatootmise korral tuleb pinge ja sageduse kvaliteedi tagamiseks kasutada kiiretoimelisi salvesteid, mida võimsuste ja mahu suurendamiseks on võimalik ühendada rööbiti. Juba 1931. aastal töötas Venemaal Kurskis iseõppijast leiduri Anatoli Ufimtsevi konstrueeritud vahasalvestiga tuuleelektrijaam, mis varustas elektrienergiaga tema töökoja seadmeid ja naabruskonna majapidamisi. Hooratas võis pöörelda tühijooksul ilma uue laadimiseta 14 tundi järjest [9].

Kineetilisi salvestusi võib kasutada ka sõltumatutes hajutatud energia-

tootmisega elektrivõrkudes. Elektri tootmiseks kasutatakse neis taastuvaid energiaallikaid kombineerituna, nagu tuule- ja päikesepargid, biogaasid ja taimeõlil töötavad koostootmisjaamad. Tuulevaikuses tagavad salvestid energiavarustuse kuni soojusjaamade käivitumiseni.

KOKKUVÕTTEKS

Juba väljatöötatud tuumiktehnoloogiate puhul muutuvad järjest olulisemaks energia muundamist ja süsteemiintegratsiooni puudutavad lisaväärtused ehk toetavad tehnoloogiad. Salvestid mitte ainult ei aita vältida toite katkestustest tingitud kahjusid, vaid parandavad ka elektrienergia kvaliteeti ning võimaldavad jaotada energia tarbimist ühtlasemalt. Parima ma-

hutavuse ja võimsuse tasakaalu saavutamiseks on võimalik kasutada kombineeritud lahendusi (tabel 2).

Viited

1. Technischer Bericht. Schwungradspeicher: <http://www.ewitt.de/download/schwungr.pdf>
2. Genta, G. 1985. Kinetic Energy Storage: Theory and Practice of Advanced Flywheel Systems. 374 lk. Burlington, Butterworth-Heinemann.
3. Beacon Power: <http://www.beaconpower.com/>
4. von Burg, P. (1998). Moderne Schwungradmassenspeicher- eine alte Technik in neuem Aufschwung. http://www.aspes.ch/publications/VDI_GETVortrag98.pdf
5. Magnet-Motor GmbH: <http://www.magnet-motor.de/>
6. AFS Trinity: <http://www.afstrinity.com/>
7. rosseta Technik GmbH: <http://www.rosseta.de/>
8. Emadi, A. 2005. Uninterruptible power supplies and active filters. 276 lk. Boca Raton, CRC Press.
9. Nuždin, V.N., Prosvirnov, A.A. Novaja žizn' centrifugi ili akkumulirovanie energii, Atomnaja strategija: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=811>.

European
Environmental Press

The EEP is a Europe-wide
association of 18
environmental magazines.
Each member is the leader in
its country and is committed to
building links between 400,000
environmental professionals
across Europe in the public
and private sectors.



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

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

Tartu Näitused messikeskuses

14. TARTU EHTUSMESS

14-th Tartu Building Fair

Tööriist 2008

5-th Tartu Tool Fair

16.–18. oktoober

TARTU EHTUSMESS TEMAATIKA

- üld- ja eriehitustööd
- ehitusmaterjalid
- viimistlus- ja kattematerjalid
- sisekujunduselemendid
- elektriseadmed
- soojustussüsteemid
- veevarustus ja kanalisatsioon
- ventilatsioonisüsteemid
- kinnisvaraprojektid ja -arendus
- ehitusmasinad, -seadmed ja -tarbed
- ehitusinfo ja kirjastamine
- haljastus
- finantstooted



INFO JA REGISTREERIMINE:

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

www.tartunaitused.ee

TARTU NÄITUSED

TÖÖRIIST 2008 TEMAATIKA

- tööriistad, seadmed ja abivahendid
- keevitusseadmed ja -tarvikud
- tehnohooldus- ja garaažiseadmed
- pneumo- ja suruõhuseadmed
- metallitööpingid, -riistad ja -tarbed
- mõõteseadmed
- tööriistade ja seadmete laenutus
- turvasüsteemid
- kodutehnika

TUULEENERGEETIKA ARENG
MAAILMAS 2007. AASTAL

GWEC-i (*Global Wind Energy Council*, www.gwec.net) veebruaris avaldatud andmetel oli maailma tuuleelektrijaamade (TEJ) koguvõimsus 2007. aasta lõpus 94 112 MW. Aasta jooksul suurennes see rohkem kui 20 000 MW võrra ehk 27% (tabel 1). Kõige rohkem kasvas elektrituulikute koguvõimsus USA-s, Hiinas ja Hispaanias. 2007. aasta lõpuks oli elektrituulikuid paigaldatud 70 riigis maailmas. Installeeritud seadmete koguväärtus oli 2007. aastal 25 miljardit eurot.

Tuuleenergia viis juhtriiki on nüüd Saksamaa (22,3 GW), USA (16,8 GW), Hispaania (15,1 GW), India (8 GW) ja Hiina (6,1 GW). 2007. aastal oli juurdekasv kõige suurem USA-s (5,2 GW), järgnesid Hispaania (3,5 GW) ja Hiina (3,4 GW).

Kuigi mandritest juhib endiselt Euroopa (61% maailma elektrituulikute koguvõimsusest), jäi 2007. aastal Euroopa panus esimest korda alla 50% (alles 2004. aastal langes 75% kasvust Euroopa riikide arvele). 2007. aastal suurenes Euroopa tuulikute koguvõimsus 18% (8,6 GW) ja on nüüd 57,1 GW.

EWEA (*European Wind Energy Association*) andmetel oli Euroopa riikidest 2007. aasta rekordmaa Hispaania, kus elektrituulikute koguvõimsus suurenes 3,5 GW võrra. Nii suurt kasvu ei ole üheski Euroopa riigis kunagi nähtud. Hispaanias annavad elektrituulikud nüüd 10% kogu riigi elektritoodangust. Hea aasta oli ka Prantsusmaal (kasv 888 MW, kokku 2,5 GW) ja Itaalias (kasv 603 MW, kokku 2,7 GW). Uutes liikmesriikides oli kasv kokku 60%. Edukamad olid Poola, kus tuulejaamade koguvõimsus on nüüd 276 MW, Tšehhi (63 MW) ja Bulgaaria (34 MW). Kuigi mõnes riigis (Saksamaal, Portugalis ja Suurbritannias) paigaldati möödunud aastal elektrituulikuid vähem kui 2006. aastal, on tuuleelektri tootmine Euroopas siiski endiselt populaarne. 2007. aastal oli 40% ehitatud elektrijaamadest just tuulejaamad. Alates 2000. aastast on Euroopa Liidus installeeritud jõujaamade koguvõimsus 158 000 MW, sh gaasijaamad 88 000 MW, elektrituulikud 47 000 MW, kivisöel töötavad jõujaamad 9600 MW, õilil töötavad jõujaamad 4200 MW, hüdroelektrijaamad 3100 MW, biomassil töötavad jaamad 1700 MW ja tuumaelektrijaamad 1200 MW.

TABEL 1. TUULEJAAMADE KOGUVÕIMSUS MAAILMAS AASTATEL 2006 ja 2007

	2006. a lõpus (täiendatud andmetel)	2007. a lõpus	Lisandus 2007	
	MW	MW	MW	%
Aafrika ja Lähis-Ida				
Egiptus	230	310	80	34,8
Maroko	54	114	60	111,1
Iraan	47	66	19	40,4
Tuneesia	20	20	0	0,0
Teised riigid (1)	18	18	0	0,0
Aafrika ja Lähis-Ida kokku	369	528	159	
Aasia				
India	6270	8000	1730	27,6
Hiina	2604	6050	3449	132,5
Jaapan	1394	1538	139	10,0
Taivan	188	282	100	53,2
Lõuna-Korea	173	191	18	10,4
Filipiinid	25	25	0	0,0
Teised riigid (2)	5	5	0	0,0
Aasia kokku	10659	16091	5436	
Euroopa				
Saksamaa	20622	22247	1667	8,1
Hispaania	11623	15145	3522	30,3
Taani	3136	3125	3	0,1
Itaalia	2123	2726	603	28,4
Ühendkuningriigid	1962	2389	427	21,8
Portugal	1716	2150	434	25,3
Prantsusmaa	1567	2454	888	56,7
Holland	1558	1746	210	13,5
Austria	965	982	20	2,1
Kreeka	746	871	125	16,8
Iirimaa	746	805	59	7,9
Rootsi	571	788	217	38,0
Norra	325	333	8	2,5
Belgia	194	287	93	47,9
Poola	153	276	123	80,4
Ülejäänud Euroopa (3)	556	812	263	47,3
Euroopa kokku	48563	57136	8662	
Ladina-Ameerika ja Kariibid				
Brasiilia	237	247	10	4,0
Mehhiko	87	87	0	0,0
Costa Rica	74	74	0	0,0
Kariibid (v.a Jamaica)	35	35	0	0,0
Argentiina	20	20	0	0,0
Kolumbia	27	27	0	0,0
Jamaica	20	20	0	0,0
Tšiili	2	20	18	900,0
Kuuba	5	5	0	0,0
Ladina-Ameerika ja Kariibid kokku	507	535	28	
Põhja-Ameerika				
USA	11575	16818	5244	45,3
Kanada	1460	1846	386	26,4
Põhja-Ameerika kokku	13035	18664	5630	
Vaikse ookeani regioon				
Austraalia	817	824	7	0,9
Uus-Meremaa	171	322	151	88,3
Vaikse ookeani saared	12	12	0	0,0
Vaikse ookeani regioon kokku	1000	1158	158	
Maailm kokku	74133	94112	20073	

Allikas: GWEC

(1) Cape Verde, Iisrael, Jordaania, Nigeeria, Lõuna-Aafrika

(2) Bangladesh, Indoneesia, Sri Lanka

(3) Bulgaaria, Horvaatia, Küpros, Tšehhi, Eesti, Soome, Fääri saared, Ungari, Island, Läti, Liechtenstein, Leedu, Luksemburg, Malta, Rumeenia, Slovakkia, Sloveenia, Šveits, Ukraina, Venemaa

Põhja-Ameerikas oli 2007. aasta rekordiline – USA-s kasvas tuuleelektrijaamade koguvõimsus üle 50%. Töenäoliselt läheb USA 2009. aastal selle poolest ette praegusest juhtriigist Saksamaast.

Kasv oli 2007. aastal väga kiire ka Aasias. Ligikaudu neljandiku kogu maailmas installeeritud seadmete võimsusest võib kirjutada selle piirkonna riikide arvele. Kõige kiirem oli kasvu Hiinas (lisandus 3,4 GW, kokku 6,6 GW) ja Indias (1,8 GW, kokku 8 GW). CREA (*Chinese Renewable Energy Industry Association*) hinnangul suureneb installeeritud elektrituulikute koguvõimsus Hiinas 2015. aastaks 50 GW-ni. Seal on tuuleturbinaide tootmine hea hoo sisse saanud, praegu valmistatakse neid rohkem kui 40 ettevõttes. 2007. aastal toodeti Hiinas 56% elektrituulikute (2006. aastal 41%) oma turu tarbeks.

Aafrika riikides kasvas elektrituulikute koguvõimsus 43% ning 2007. aastal oli see 528 MW. Piirkonna juhtriigid on Egiptus (310 MW), Maroko (114 MW) ja Tuneesia (20 MW).

Pärast mitut seisakuaastat on tuuleenergia kasutuselevõtt hoo sisse saanud ka Vaikse ookeani piirkonnas. Uus-Meremaal suurenes tuulikute koguvõimsus 2007. aastal 151 MW võrra. Austraalia valitsus ratifitseeris Kyoto protokolli ja seadis 2020. aastaks eesmärgi toota 20% energiast taastuvallikatest. See eesmärk peaks soodustama ka elektrituulikute paigaldamist.

GWEC-i liikmesorganisatsioon on rohkem kui 50 riigis ning liitu kuulub üle 1500 ettevõtte, organisatsiooni ja institutsiooni. Liitu kuuluvad ka kõik suuremad tuuleturbinaidootjad. GWEC-i liikmete arvele võib panna 99% kogu maailmas installeeritud tuulikute koguvõimsusest (74 GW).

A.M.

Keskkonnatehnika



HELSINGI SOOJUSPUMBAJAAM Foto: Jorma Vilkinen, Helsingin Energia koduleheküljelt

MAASOOJUSPUMBAD KÜTAVAD JA JAHUTAVAD HELSINGIT

EELMISE AASTA ALGUSES anti Helsingis Sörnäises käiku maailma suurim soojuspumbaajaam, mis toodab külma ilma korral kaugkütte tarbeks soojust ning soojal aastaajal jahutab kaugjahutussüsteemi vett. Soojuspumpade koguvõimsus on soojusenergia tootmisel 90 MW ning jahutamisel 60 MW.

Helsingis on kaugküttega liitunud üle 90 % linnast. Soojusenergia saadakse peamiselt kolmest suurest (Hanasaares, Salmisaares ja Vuosaares) jõujaamast. Kui välistemperatuur langeb alla 0 °C, siis pannakse tööle Helsingi eri linnaosades asuvad varukatlamad. Esimesena läheb aga käiku soojuspumbaajaam.

Katri Vala pargi alla 25 meetri sügavusele kaljupinnasesse rajatud soo-

juspumbaajaam võtab talvel soojust Viiki reoveepuhasti väljavoolutorustikku pidi merre voolavast heitveest ning suvel kaugjahutusvõrgu ringlusveest. Heitvesi, mille temperatuur on peaaegu aasta ringi 10–20 °C, voolab läbi soojusvahetite, mille abil kaugküttevõrgus ringleva vee temperatuur tõstetakse 80–120 °C-ni.

Soojal ajal panevad soojuspumbad ringlema kaugjahutusvõrgu vee, mille jahutamiseks kasutatakse merevett. Tänapäeval vajab suur osa uusi hooned (hotellid, kaubanduskeskused, restoranid, büroohooned) soojade ja päikesepaisteliste ilmade korral siseõhu jahutamist. Eelmise aasta lõpus liitusid kaugjahutusvõrguga ka esimesed korruselamud.

A.M.

**Tippkvaliteediga puhurid
ja vaakumpumbad**



RÕHUMEÕHULE
KOMPRESSORIKESKUS

TALLINNAS:
Kadaka tee 5 Tel 626 7750
10621 Tallinn Faks 626 7754
info@kompressorikeskus.ee

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

www.kompressorikeskus.ee

Nutikas süsteem vähendab raiskamist ja väldib tuleohtu

Margus Ploom

AS Altius Project

Unustamine on inimlik

On üsna tavaline, et inimene unustab kodunt lahkudes valgustid põlema, kohvimasina või triikraua sisse. Halvimal juhul võib unustamine tulekahjuga lõppeda. Lihtsamal juhul kulu-tatakse asjata elektrit. Selline raiskamine võib aastate jooksul teha märkimisväärset kahju nii rahakotile kui ka keskkonnale. Kui hooletusest juba kahju tõuseb, püütakse edaspidi hoolikamad olla. Mõnda aega ehk see ka õnnestub, aga siis läheb kõik vana rada ning jälle jätame valgustid põlema ja kohvimasina sisse. Sellest nõiaringist on raske välja pääseda. Õnneks tulevad unustajatele appi automaatika-süsteemid, mis nende kodumasi-nad õigel ajal välja lülitavad. Paraku on automaatikasüsteemid enamasti keerulised, nende projek-teerimine nõuab aega ning paigal-damine asjatundjaid ja kalleid vahendeid.

Nutikas süsteem ei pea olema keeruline

SIENNA® on lihtne süsteem, mille paigaldamiseks piisab tavalisest kruvikeerajast. Elektritarvitite ja lülitite vahele ühendatakse SIENNA® moodulid, mis kasuta-vad 220V elektrivõrku omavahe-liseks infovahetuseks. Seega pole vaja vedada eraldi kaableid automaatikasüsteemi juhtsignaali-de tarvis.

SIENNA® moodulitega saab moodustada mitmesuguseid lülitus-gruppe ja kasutada nn pealüliti funktsiooni. Pealüliti funktsiooniga SIENNA® moodul võimaldab kõik ühes grupis olevad seadmed korraga sisse või välja lülitada. Seega saab kodunt lahkudes kõik grupis olevad elektritarvitid ja pistikupesad ühest lülitist välja lülitada. Kui pealüliti moodul valvesüsteemiga ühendada, siis lülitatakse maja kõik samas grupis olevad elektriseadmed automaat-selt välja. Valve sisselülitamist ning ka pealüliti kasutamist ei unustata niisama lihtsalt, seda juhtub väga harva. Pigem unus-tatakse kontrollida tube, et kindlaks teha, kas seal on kõik mittevajalik ikka välja lülitatud.

Eemal olevate tarvitite lülitamine

Kui kaugel asuvat tarvitit on vaja lülitada soovitud lülituskohast, siis ei pea selleks enam pikki juhtmeid vedama ega neid juba valmis hoonetes uuesti paigal-dama. Teises hoonetes asuva tarviti lülitamiseks ei pea uute kaablite jaoks kraave kaevama. Kui mingis punktis on olemas 220V pinge, saab sellega ühen-duse suvalise lülituse jaoks kuni 2 km raadiuses. Muidugi peavad juhtmed ühes ja samas peakilbis kokku saama. Kõikvõimalikud uued lülitusstsenaariumid on SIENNA® moodulite abil tehta-vad olemasoleva kaabeldusega.

Paindlik muutmisel ja laiendamisel

SIENNA® on paindlik nii olemas-oleva elektrikaabelduse täienda-misel kui ka uue intelligentse kaabelduse tegemisel. Ka hind on taskukohane. SIENNA® süs-teemi on lihtne laiendada, tuleb vaid lisada vajalik moodul ja liita see olemasoleva grupiga. Mooduleid saab juhtida ja seadis-tada ühest ja samast arvutist. Seega on seadistamiseks kaks võimalust - kas kruvikeeraja abil otse moodulil aadresse seades või arvutiekraanilt.

Töökindel ja hooldusvaba

Süsteem on isehäälestuv ja ini-mese sekkumiseta funktsioneeriv. Tegemist on hajujuhtimis-süs-teemiga, mille tarkus on keskarvuti abita omavahel „suhtlevates“ nutikates elementides. Iga süs-teemi element omab aadressi ja seadistust. Seadistus määrab millise aadressiga süsteemi elemendilt tulevaid käsklusi täit-ma peab. Näiteks lüliti saadab signaali otse lambile. Seega ei sõltu kogu automaatikasüsteemi töökindlus keskseadmest ja rikke korral langeb rivist välja vaid väike osa terviksüsteemist, mille asukoht ja põhjus on kiirelt leitav. Samuti ei ohusta SIENNA®-t arvutipõhiste süsteemide ohud - arvutiviirused, operatsioonisüs-teemi ja rakendustarkvara vead ja turvaaukud.

Tark Maja igapähele

SIENNA® abil on paljudel maja-ja korteriomaniikel võimalik nautida mugavusi, mida hiljuti said endale lubada vaid väga kallite villade elanikud ja uhketes büroohoone-tes töötajad.

Tark Maja igapähele

Altius Project AS

Kadaka tee 72A

12618 Tallinn

tel 650 2834

faks 650 2835

www.altiusproject.ee

info@altiusproject.ee



SIENNA® SYSTEM

Switch to the future

ALTIUSProject

MILLIST ENERGIASÜSTEEMI ME TAHAME?

MAJANDUS- JA KOMMUNIKAT-SIOONIMINISTEERIUM (MKM) avas 12. märtsil 2008 energiafoorume seeria. Esimene foorum teemal "Millist energiasüsteemi me tahame?" toimus Rahvusraamatukogus ning sellest olid kutsutud osa võtma huvigrupid ja poliitikud. Arutati selle üle, mis suunas tuleks Eesti energiasüsteemi arendada (numbrilised näitajad ühitatuna poliitiliste eesmärkidega). Tallinna Tehnikaülikoolis 9. aprillil toimuval foorumil arutatakse Eesti elektritootmise valikute üle, 14. mail räägitakse elektrituru avanemise mõjust. Minister Juhan Partsi esimese foorumi ettekandest selgus, et on oodata veel neljandat foorumi. Foorumijärgsel päeval avas MKM aadressil <http://energiafoorum.blogspot.com/> ajaveebi, et ärgitada avalikkust diskuteerima Eesti energeetika valikute ja tulevikusuundade üle. Veebi kavatakse käigus hoida 2008. aasta juunini. Siit ka ülekutse huvilistele – esitage lähikuudel oma põhjendatud seisukohad ja ettepanekud (kiri: gea.otsa@mkm.ee) või kommenteerige teiste seisukohti. Arengukavade eelnõusid hakatakse valitsuses ja Riigikogus arutama 2008. aasta sügisel.

Foorumi avas majandus- ja kommunikatsiooniminister **Juhan Parts**, modereeris Äripäeva uuriva toimetuse juht **Aivar Hundimägi**, kelle videoettekande leiate aadressil <http://energiafoorum.blogspot.com/>. Partsi seisukohad on lühidalt avaldatud MKM-i kodulehel (<http://www.mkm.ee/index.php?id=321518>) pealkirja all "Eesti energeetikamajandus peab arenema turupõhiseks". Selle ettekande (saab nimetatud veebist ka kuulata) märksõnadest nimetagem keskkonnapuhust, tõhusust, julgeolekut, erakapitali kaasamist. Ministri arvates ei saa me loobuda põlevkivielektrist, niikaua kui ei ole muid võimalusi. Minister ja MKM-i teine ametlik esineja, energeetikaosakonna juhataja **Einari Kisel** ("Eesti energiasüsteemist", vt <http://www.mkm.ee/index.php?id=321525>) kasutasid oma ettekannetes tulevaste arengukavade märtsis 2008 valminud tööversioone "Eesti energiamajandu-



FOTO 1. HUVIGRUPPIDE ESINDAJAD (VT SELGITUST TEKSTIS) Fotod: Rein Veski

se riiklik arengukava aastani 2020" ja "Eesti elektrimajanduse arengukava 2008–2018" (<http://www.mkm.ee/index.php?id=321327>). Einari Kisel oli ettekande esitamise ajal juba kaks päeva olnud MKM-i asekancleri kt.

Ministeeriumi esindajate ettekanne- tega sai Eesti energiamajanduse küsimustik ja arengukavade hetkeseis üle räägitud.

Järgmisena võtsid laua taga istet spetsialistid, kes pidasid esimesi ettekandeid eelsoojenduseks. Tänu kodutööle oli enamikul spetsialistidel ja poliitikutel MKM-i ettekannete taustinfo juba teada. Kui oma seisukohta korduvalt absoluutse tõe pähe esitatakse, siis on suurem ka võimalus, et seda kuulda võetakse. Meeldiv oli tõdeda, et foorumil seda teed ei mindud. Küll võis selline mulje jääda varem ajakirjanduses avaldatu põhjal. Polnud juhus, et poliitik kuulutas üht ja sama sõnumit ligi kümnes ajalehes.

Huvigruppide diskussioonis osalesid (fotol 1 vasakul Einari Kisel ja huvigruppide esindajad allpool esitatud järjekorras): Eesti Energia juht **Sander Liive** (tuleks arvestada majanduse loogikat, Eesti Energia peab jääma tugevaks, teatud tingimustel jätkatakse põlevkivielektri tootmist pärast aastat 2016, pilootprojektide järele on nõudlus), Energeetikatöötajate Ametiühingute Liidu organisatsioonisekretär **Sander Vaikma** (poliitike energiasäästlikkus võiks ilmned eelkõige tegudes, inimese heaolu tuleks arves-

tada samamoodi nagu Euroopa Liidu kliimadirektiivide nõudeid, hea oleks ette teada, mis hakkab toimuma Ida-Virumaa tööturul), Eesti Jõujaamade ja Kaugkütte Ühingu esindajana VKG Energia OÜ esimees **Ahti Puur** (põlevkivi on pigem õnnistus, võiks toota gaasi ja kergemaid kütteõlisid, innovaatilisust energeetikas tuleb talupojamõistusega tasakaalustada, kui saab, miks mitte ise katta oma energia- vajadus, maagaasile ei peaks panustama) ja Eesti Keskkonnaühenduste Koja esindajana TTÜ professor **Raivo Vilu** (avalikkus on omaette väärtus, tuleb eelistada taastuvenergiailikaid, muude valdkondade suhtes tuleks seada eeltingimusi, integratsioon Põhja- jaamaade energiaturuga ja tõhusam süsinikuarvestus).

Poliitike diskussioonis osalesid Riigikogu liikmed (fotol 2 alates vasakult) **Marek Strandberg** Eestimaa Roheliste Erakonnast (16 aastat juttu ja vähe otsustusi: poliitilise tahte korral saaks Eestist taastuvelektri eksportija, vihje põlevkivi gaasistamisele), **Lembit Kaljuvee** Keskerakonnast (kasulikkuse põhimõte energeetikas ja energiasääst), **Hannes Astok** Reformierakonnast (põlevkivielektrit ei pea eitama, elektrit võib ka müüa, kuid kõigepealt on vaja panustada energiasäästu), **Jüri Tamm** Sotsiaaldemokraatlikust Erakonnast (energeetika ei ole erakonna värvi, elektri vabaturg vajab samuti reguleerimist, vältigem populismi ja dogmadest lähtumist, in-

vesteeringud maksab kinni tarbija), **Erki Nool** Isamaa ja Respublika Liidust (varustuskindlus, julgeolek, pole vaja mahukaid investeeringuid müügielektrile) ja Riigikogu ametnik **Jaan Põör** Rahvaliidust (õnnestus ära hoida elektrijaamade erastamine, tavaini-

ühitiu Eesti riigi eesmärgiga vähendada energiatarbimist aastail 2008–2016 aastate 2000–2005 keskmisega võrreldes 9%. Pealegi on Eesti energiasäästupotentsiaal kaudsete hinnangute kohaselt umbes 30% praegu tarbitavast primaarenergia kogusest. Rene

ti Energial, kes peab niikuinii turgu järgima. Riigi kontrollivat funktsiooni aga oleks ikkagi vaja.

Käesoleva kirjutise ülesanne on juhtida tähelepanu energeetikaküsimuste keerukusele. Seda kinnitab ekspertide, poliitikute ja energeetikahuviliste saalis ja veebis avaldatud arvamuste paljus. Ajaveebi on nüüd lisandunud kõik peetud ettekanded, mida soovi korral on võimalik (üle)kuulata. Võib olla lisandub sinna ka käesoleva loo lugeja arvamus?

Kui esinesin 2001. aastal toimunud taastuvate energiaallikate uurimise ja kasutamise konverentsil ettekandega "Taastuenergiaallikad ja Eesti rahvuslikud huvid", olin enda jaoks kindlaks määranud tähtsaima kriteeriumi, mida energiamajanduses tuleks tingimata arvestada. Sel ajal pidas enamik rohelistest ainuõigeks suunaks põlevkivi asendamist maagaasiga, põhjendades seda Venemaa muutumisega normaalseks vabatururiigiks. Oma tekstile osutades kõlas see kriteerium: "Alljärgnevalt vaatleme igasugust tegevust, mis vähendab varustuskindlust ja/või kodumaiste (loe: nii taastuvate kui taastumatute) energiaallikate kasutamist tegevusena, mis vähendab riigi majanduslikku sõltumatust (nüüd on konverentsi ettekannete täistekstid üleval ka MKM-i kodulehel <http://www.mkm.ee/failid/TEUK3Kogumik.pdf> lk 22–34)."

Majandusliku sõltuvuse mõistele on viimasel ajal lisandunud üha jõulisemalt poliitilise sõltuvuse mõõde. Seega ei peaks me isegi arutama selle üle, kui suureks me võiksime Eesti majandusliku (loe: poliitilise) sõltuvuse lasta. Meie eesmärk peaks olema suurendada majandusliku sõltumatust, äärmisel juhul hajutada seda sõltuvust mitme riigi vahel.

Keskkonnatehnika kommentaarid foorumit Rein Veski.



FOTO 2. POLIITIKUTE ESINDAJAD (Vt SELGITUST TEKSTIS)

mene katab kodude soojustuskulud, elektrituru avanemise mõju).

Saalist tuli igasuguseid ettepanekuid, neist asjalikumad jõuavad ehk ka ajaveebi. Näiteks heideti ette seda, et Narva HEJ anti koos meie vesikonnaga veega Venemaale. Füüsik Heino Perv tõestas ajaveebis 80 korteriga maja näitel, et energiasääst on samavõrdne palgatõusuga. Insener Olev Udras tegi ettepaneku ehitada iga linna juurde olmejäätmeid põletav soojuselektrijaam. Euroopa Parlamendi Sotsiaaldemokraatide fraktsiooni nõunik Rene Tammist kiitis MKM-i tublisid ametnikke kahe energiavaldkonna dokumendi koostamise eest. Debatil alustamiseks annavad need hea lähtekoha. Samas aga juhtis ta diplomaatiliselt tähelepanu sellele, et kavandatud energiatarbimise kasv (40–50% majanduskasvust) ei

Tammist tõi esile veel teisi olulisi energeetikaküsimusi.

Viimase kursuse energeetikadeng võttis Rahvusraamatukogus toimunud arutelu väga lühidalt kokku: paneme teemast mööda! Lauskriitikat hakati MKM-i aadressil tegema energiaveebis. Eesti Ekspressi ajakirjanik Toivo Tänavsuu kirjutise pealkiri oli "Tuumajaam või peerujaam?" Tegemist ei olnud tuumajaamale vastuseisuga. Ennekõike toodi esile, et energiafoorumi mõte on vaid pealtnäha tore mõte, sisuliselt oli see aga lobalaat seniste tegematajätmete suitsetamiseks. Nii saab igast mehest ekspert, kuigi mitte keegi ei tea, millest ta tegelikult räägib. Energeetika tulevik oleneb vaid investoritest ja elektrituru avatusest. Ajakirjaniku arvates pole Eesti elektrimajanduse pikaajalist arengukava vaja isegi mitte Ees-



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



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

EESTI PÕLEVKIVIMAARDLA VARUDE HETKESEISUST

MATI RAMMO
Eesti Geoloogiakeskus

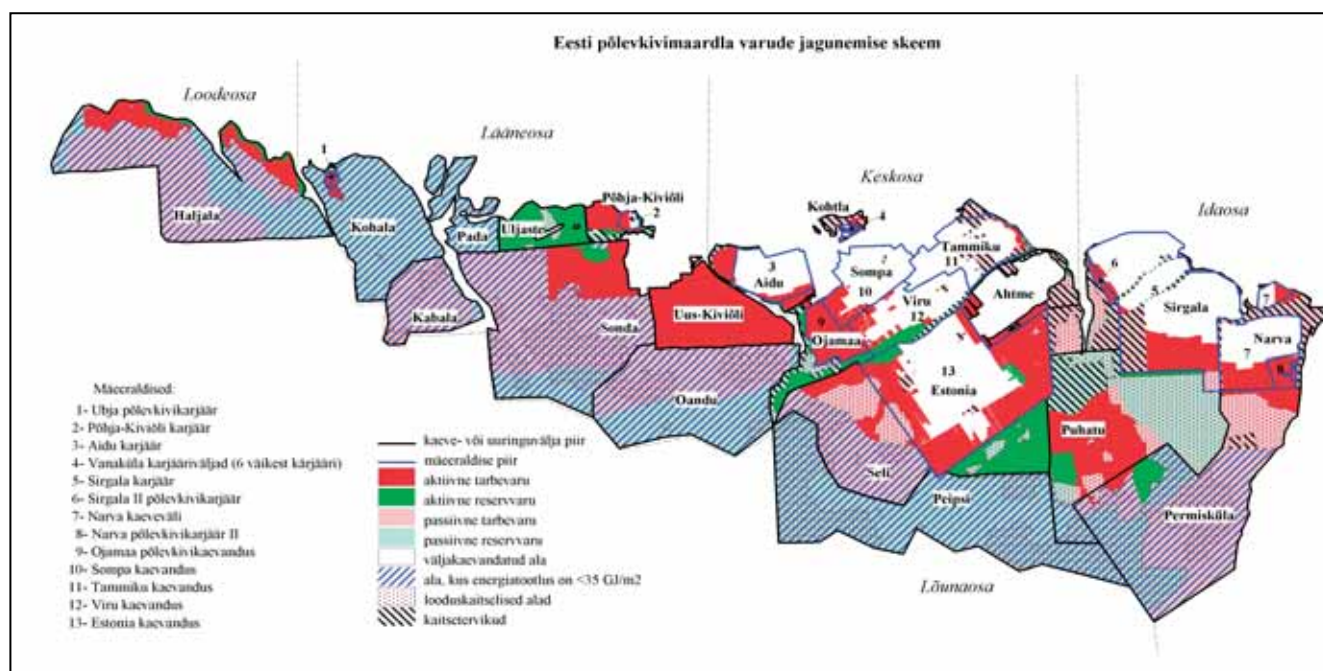
EESTI PÕLEVKIVIMAARDLA pindalaga 1926,8 km² asub Kirde-Eestis, Ida-jaLääne-Virumaakonnas.Maardla põhjapiir on tootsa kihindi põhjapiiri läheduses asuv põlevkivikihi 0,5 m samapaksusjoon või väljatöötatud alade piires mäeeraldise kehitiiv piir. Idapiir on Narva jõgi. Lõunas ja läänes piirneb maardla põlevkiviplokkidega (Peipsi, Tudu, Rakvere ja Kõnnu uuringuväljad), mille energiatootlus jääb alla 25 GJ/m². Maardla on jagatud 11 kaeve- ja 12 uuringuväljaks, mis on arvele võetud riikliku keskkonnaregistri maardlate nimistus. Kaeveväljadel toimub või on toimunud põlevkivi kaevandamine alates 1916. aastast. Tänaaseks on maardla 10 kaeveväljal kokku 18 mäeeraldist. Maha on jäetud Ahtme kae-

veväli. Eesti põlevkivimaardla tootsa kihindi moodustavad Kukruse lademe Kiviõli kihistiku alumise osa 7 kumersiidi (alt ülespoole A, A', B, C, D, E, F₁) ja 6 lubjakivi vahekihti (A/A', A'/B, B/C, C/D, D/E, E/F₁). Lubjakivi vahekihtidest paksemad (10–30 cm) A'/B ja C/D on selgelt jälgitavad kogu maardla piires. See võimaldab tootsa kihindis välja eraldada kolm põlevkivikihtide kompleksi, kompleks A–A' ehk alumine, kompleks B–C ehk keskmine ja kompleks D–F₁ ehk ülemine, need on samuti jälgitavad kogu maardla piires. Tootuskihind kujutab endast lääne-idasuunalist 110 km pikkust ja läänes 7 km ning idas 35 km laiust nõrga lõunasuunalise kallakusega (8–15°) lasundit. Arvestades maardla eri osade erinevat uuritust, tööstuslikku rakendust, tootuskihindi omadusi ja hõlbustamaks selle iseloomustamist on maardla tinglikult jaga-

tud 5 osaks: idaosa Narva jõe ja Vasavere mattunud ürgoru vahel, keskosa Vasavere ja Purtse mattunud ürgoru vahel, lääneosa Purtse ja Selja mattunud ürgoru vahel, loodeosa Selja mattunud ürgorust läänes ning lõunaosa Peipsi UV näol. Tootuskihindi sügavus suureneb põhjast lõunasse, keskmiselt 3–5 m 1 km kohta, ja ulatub maardla lõunapiiril loodeosas 35 m ning idaosas 95 m. Kogu maardla piires on tootuskihind katkematu levikuga ega kaota tööstuslikku paksumust. Maardla kesk- ja idaosa põhjaladel on see 2,6–2,9 m, vähenedes loodeosas 2,1 m, idaosa lõunapiiril 2,2 m. Põlevkivikihtide kütteväärtus on suurim maardla kesk- ja idaosa põhjaalal 13–16 MJ/kg, vähenedes loode- ja lõunaosas 9 MJ/kg. Energiatootlikkus on maardla keskosa ja idaosa põhjaosas 40–45 GJ/m², väheneb maardla loodeosas 30 MJ/m² ja

TABEL 1. EESTI PÕLEVKIVIMAARDLA VARU KAEVE- JA UURINGUVÄLJADE KAUPA (SEISUGA 01.01.2007. a.)

Kaeve- või uuringuväli	Varuplokkide pindala, ha	Väljatud ala pindala, ha	Pindala kokku, ha	Ta	Varu, tuh t Tp	Ra	Rp
Ahtme KV	1599.47		1599.47	20674	27664	3017	
Aidu KV	1227.20	2222.28	3449.48	35427	864	1755	6130
Estonia KV	12003.38	6578.96	18582.33	225174	60413	109668	12854
Haljala UV	16571.98		16571.98	51682	265033	11723	131748
Kabala UV	4169.05		4169.05		107873		7623
Kohala KV	8617.72	5.70	8623.42	6411			273429
Kohtla KV	609.50	57.49	666.99	7150	12700	368	627
Narva KV	3432.96	2788.72	6221.68	54287	41200		
Oandu UV	12634.46		12634.46		191958		147386
Ojamaa KV	3461.52		3461.52	58639	1620	30151	27925
Pada UV	3037.67		3037.67				92379
Peipsi UV	17922.30		17922.30				489444
Permisküla UV	18524.74		18524.74	27652	340462	20485	128927
Puhatu UV	15444.23		15444.23	135430	30494	26347	282562
Põhja-Kiviõli KV	1274.66	99.04	1373.70	25490		3210	8858
Seli UV	8661.10		8661.10	32275	215433		
Sirgala KV	5612.11	7495.47	13107.58	74672	88771		19392
Sompa KV	665.90	2713.13	3379.03	19603	2485		
Sonda UV	17773.70		17773.70	80859	342604	15751	70509
Tammiku KV	1487.72	2965.01	4452.73	4917	34065	4047	3697
Uljaste UV	2560.41		2560.41			70970	8103
Uus-Kiviõli UV	6251.21		6251.21	207766	1591		
Viru KV	1420.52	2768.17	4188.68	19951	2033	15577	9338
Kokku	164963.51	27693.95	192657.47	1088059	1767263	313069	1720931
km ² /mln t	1649.64	276.94	1926.57	1088	1767	313	1721
Kokku 4889 mln t							



25 MJ/m² maardla lääne-, kesk- ja idaosa lõunapiiril.

Eesti Geoloogiakeskus täpsustas 2007. aastal kogu Eesti põlevkivimaardla põlevkivivarud. Maardla varu hinnati eraldi kaev- ja uuringuväljade kaupa. Põlevkivivarusse arvati Kukruse lademe lamamis olevad põlevkivikihid F₁, E, D, C, B, A', A, ja alla 0,05 m paksused lubjakivi vahekihid. Saadud tulemused on toodud tabelis 1. Kaevanduste ja karjääride arvel olev varu on toodud tabelis 2. Tarbevaru määratakse geoloogiliste uuringutega ja selle tase peab olema piisav põlevkivi kaevandamiseks ja kasutamiseks. Reservvaru määratakse geoloogilise otsingu või uuringu alusel ja see vajab kasutuselevõtmiseks täiendavat uuringut. Kuna geoloogilised uurin-

gud maapinnalt ei võimalda tektooniliste rikete ja ürgorgude levialal ning tootuskihi avamusala läheduses piisava detailsusega määrata kaevandamistingimusi, hinnatakse seal varu reservvaruna ning kaevandamisvõimalusi täpsustatakse kaevandamise käigus. Seetõttu on mäeeraldiste piires olevat reservvaru lubatud erandjuhuna ka kaevandada. Maavara hindamiseks kaevandamisväärsuseks või mitte ehk aktiivseks või passiivseks kasutatakse esiteks majanduslikke kriteeriume (konditsioone). Tallinna Tehnikaülikooli Mäeinstituut töötas 1997. aastal välja põlevkivivaru määramise majanduslikud kriteeriumid. Põhikriteeriumiks kinnitati tootsa kihindi A–F₁ energiatootlikkus (E), mis on kõikide kihtide paksuste, kütteväärtuse

ja mahumassi korrutiste summa. Majanduslikust aspektist lähtuvalt klassifitseeritakse põlevkivivaru aktiivseks ja passiivseks vastavalt järgmistele kriteeriumitele: allmaakaevandamise korral on varu majanduslikult aktiivne, kui varu arvutusliku ploki tootsa kihindi keskmine energiatootlus on vähemalt 35 GJ/m², erijuhtudel mitte alla 34 GJ/m², passiivse varuna arvele võetava põlevkivi varuploki keskmine kihindi energiatootlus peab olema vähemalt 25 GJ/m². Kui pealmaakaevandamiseks sobival alal on kihindi energiatootlus väiksem kui 35 GJ/m², kasutatakse abikriteeriume ja aktiivse varu arvelevõtmiseks moodustatakse varuplokk, mille piires selektiivselt väljatavate põlevkivikihtide keskmine kütteväärtus on üle 2600 kcal/kg

TABEL 2. EESTI PÕLEVKIVIMAARDLA MÄEERALDISTEL OLEV VARU

Kaeveväli	Mäeeraldis	Varuplokkide pindala, ha	Väljatud ala pindala, ha	Mäeeraldise pindala, ha	Ta	Varu, tuh t	Ra	Rp
						Tp		
Aidu	Aidu karjäär	324,20	2230,81	2555,01	10040	343	813	509
Estonia	Estonia kaevandus	7577,76	6584,78	14162,54	225174	20109	13916	
Kohala	Ubja põlevkivikarjäär	146,52	5,70	152,22	3364			
Kohtla	Vanaküla karjääriväljad kokku	106,54	57,54	164,08	3746			
Narva	Narva kaeveväli	1486,38	2769,39	4255,77	36422	7404		
Narva	Narva põlevkivikarjäär II	523,46	20,65	544,11	16437			
Ojamaa	Ojamaa põlevkivikaevandus	1693,02		1694,21	58639			
Põhja-Kiviõli	Põhja-Kiviõli karjäär	146,19	97,50	243,69	4567			
Sirgala	Sirgala karjäär	3802,23	7494,37	11296,6	67230	50269		8148
Sirgala	Sirgala II põlevkivikarjäär	231,61	2,14	233,75	7442			
Sompa	Sompa kaevandus	665,90	2713,87	3379,77	19603	2485		
Tammiku	Tammiku kaevandus	1048,91	2965,14	4014,05	4917	27687	638	504
Viru	Viru kaevandus	1420,52	2771,05	4191,57	19951	2033	15577	9338
Kokku		19173,24	27712,93	46887,37	477532	110330	30944	18499
km²/mln t		1917,32	2771,29	4688,73	478	110	31	185

Mäendus

(10,9 MJ/kg) ning nende summaarne paksus on suurem kui 10% ülemise väljatava põlevkivikihi peal oleva kaitendi paksusest. Teine oluline kriteerium varu passiivseks hindamiseks on looduskaitseobjektide olemasolu. Püsielupaigad, loodus- ja maastikukaitsealad jaotatakse sõltuvalt kaitseala väärtusest ja otstarbest sihtkaitse- ja piiranguvöönditeks. Sihtkaitsevööndites on loodusvarude kasutamine keelatud. Ka piiranguvööndites on maa- varade kaevandamine keelatud, kui kaitseeskirjaga pole sätestatud teisiti. Seni pole kaitseeskirjades leevendusi sätestatud ning varu on hinnatud passiivseks. Passiivseks hinnati ka kaitsealuste parkide varu. Kaitstavaid üksikobjekte põlevkivivaru hindamisel ei arvestatud, kuna nende pindala on väike. Passiivseks hinnati ka linnade, asulate, suuremate veekogude ja erinevate rajatiste alla jäävates tervikutes olev varu. Piiratud alal kaeveväljadel hinnati varu passiivseks ka spetsiaalse keskkonnaekspertiisi alusel.

Aktiivset tarbevaru on maardlas 344,93 km² **1088 mln t**. Ida-Virumaale jääb 1017,7 mln t aktiivset tarbevaru. Varu hulka on siin arvatud kõik tootuskihi põlevkivikihi. Kaeveväljadele jääb 546,0 mln t aktiivset tarbevaru, sellest Aidu, Põhja-Kiviõli, Kohtla (Vanaküla), Sirgala ja Narva

kaeveväljade karjääride mäeeraldistele **328,3 mln t** ning Estonia, Ojamaa, Sompä, Tammiku ja Viru kaevanduste mäeeraldistele **149,2 mln t**. Aidu, Põhja-Kiviõli, Vanaküla ja Narva karjääride varu oleks võimalik suurendada kaeveväljal mäeeraldisest väljaspool oleva varu arvel 41,3 mln t võrra, juhul kui lahendataks maaprobleemid. Tammiku kaevanduse idaosas olevat 4,9 mln t aktiivset tarbevaru oleks võimalik toota ainult karjääri viisil. Estonia kaevanduse varu saaks suurendada Ahtme kaeveväljal oleva 8 mln t aktiivse tarbevaru arvel. 9,9 mln t aktiivset tarbevaru Aidu ja Kohtla kaevevälja lõunaosas oleks võimalik toota tulevikus Ojamaa kaevanduse kaudu või rajades uue kaevanduse. Sonda, Uljaste, Uus-Kiviõli, Seli, Puhatu ja Permisküla uuringuväljadele jääb Ida-Virumaal 471,7 mln t aktiivset tarbevaru. Lääne-Virumaale jääb 70,3 mln t aktiivset tarbevaru. Haljala uuringu- ja Kohala kaeveväljale jääva 58,1 mln t aktiivse tarbevaru arvestusse kaasati ainult ülemine (F₁-D) põlevkivikompleks. Sonda uuringuväljale jääva 12,2 mln t arvestusse kaasati kõik põlevkivikihi. Kohala kaeveväljale jääb Ubja põlevkivikarjääri mäeeraldisest **3,4 mln t** aktiivset tarbevaru. Kohala kaevevälja varu ei vasta majanduslike kriteeriumite järgi tarbevaru nõuetele. Põlevki-

vi kasutaja AS Kunda Nordic Tsenent andis kirjaliku nõusoleku kihtide F₁-D põlevkivivaru kinnitamiseks aktiivse tarbevaruna ja kasutamiseks tsemenditööstuse tehnoloogilise kütuse- na. Aktiivse tarbevaruna kinnitati ka mäeeraldisest lõunasse 1,32 km² jääv 3,0 mln t põlevkivivaru.

Aktiivset reservvaru on maardlas 100 km² 313 mln t. Mäeeraldistel olevat **31 mln t** aktiivset reservvaru on õigus kaevandada, kui seda võimaldavad mäetehnilised tingimused.

Kaevanduste ja karjääride arvel oli 2007. aasta alguse seisuga kokku 152,69 km² **508,4 mln t** kaevandamis- kõlblikku põlevkivivaru. Võrdluseks, 100 aasta jooksul väljakaevandatud ala on ca 420 km², kaubapõlevkivi on toodetud ca mld t (2006 a.).

Passiivset tarbe- ja reservvaru on maardlas 1209,5 km² **3488 mln t**. Energiatootluse (<35GJ/m³) järgi on varu passiivne 986,5 km², mahus 2717,3 mln t ehk 78% passiivsetest varudest. Looduskaitse objektide alla jääb 428,2 km² 1219,7 mln t ehk 35% passiivsetest varudest. Erinevatesse kaitsetervikutesse pindalaga 108,43 km² jääb 345,6 mln t ehk 10% passiivset varu.

2006. aastal kaevandati koos kadudega 15,3 mln t põlevkivi. Seega jätkub kaevandamisele kuuluvat põlevkivi ca 30 aastaks.

O Ü R E I



Geotehnika

REI Geotehnika töösuunad on:

- ehitusgeoloogilised ja geotehnilised uuringud
- hüdro- ja ökogeoloogilised uuringud ning seire
- vaiade ja pinnase koormuskatsed
- keskkonnaekspertiis ja keskkonnamõju hindamine
- geoloogilised tööd merel
- kaevude projekteerimine ja puurimine
- vundamentide tugevdamine
- tehnoloogiliste aukude puurimine pinnasesse
- ehitusjärelvalve ja erialane nõustamine
- terastoruvaide valmistamine ja süvistamine



REI Geotehnikal on töökoda põhivarustuse ehitamiseks ja remontimiseks ning vaiade ja manteltorude ettevalmistamiseks. REI Geotehnika töötleb uuringuandmeid ning koostab aruandeid litsentseeritud tarkvara (Office, AutoCad) toel. OÜ REI Geotehnika teeb koostööd paljude Eesti ning mitme Soome, Taani, Rootsi ja Läti firmaga. Aastate jooksul on koostatud üle 2000 uuringuaruande.

OÜ REI Geotehnika
Rävala pst 8, 10143 Tallinn
tel 660 4587
faks 660 4575
rei@reigeotehnika.ee
www.reigeotehnika.ee

Suur-Sõjamäe 36,
11415 Tallinn

juhatuse esimees:
Tiit Leinsalu
646 5137,
GSM 51 12 927
tiit@reigeotehnika.ee,

direktor: Uno Järve
646 5137, GSM 55 25 936

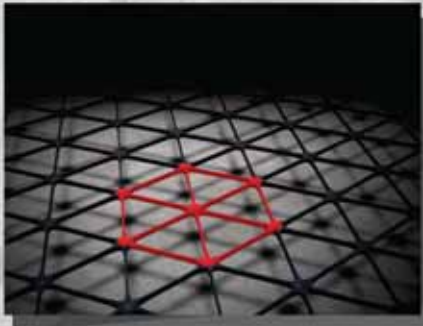
geoloogiaosakonna juhataja:
Peep Kildjer
646 5139, GSM 55 46 139

töökoja juhataja:
Margo Erk
646 5137, GSM 55 31 039

puurkaevude peaspetsialist:
Lemme Martin
646 5137, GSM 55 12 388

peahüdrogeoloog:
Kristjan Riet
646 5139,
GSM 55 71 213
kristjan@reigeotehnika.ee

UUS REVOLUTSIOONILINE GEOVÕRK TENSARILT



Tensar International, maailma turuliider pinnase geovõrkudega tugevdamise (sarrustamise) ja stabiliseerimise alal, on turule toonud uue põhjalikke muutusi töotava geovõrgu TriAx. Tegemist on viimase 25 aasta kõige märkimisväärsema edasiminekinga pinnase stabiliseerimise tehnoloogias.

Algupärase geovõrgutehnoloogia looja Tensar on kuus aastat arendanud uuenduslikku geovõrgustruktuuri, millel oleksid oluliselt paremad täitematerjali lukustamise ja pinnase stabiliseerimise omadused kui tavapärasel kahe-suunalistel geovõrkudel.

Erinevalt tavalistest ristküliku- või ruudukujuliste silmadega võrkudest on geovõrgus TriAx kasutatud üht kõige stabiilsemat geomeetrilist kujundit - võrdkülgset kolmnurka. Ulatuslikud sõltumatud katsetused on kinnitanud, et TriAxil on suurepärase mitmesuunalise paindejäikuse ja täitematerjali lukustamise omadused, mis võimaldavad vähendada täitematerjali kihi paksust. Ühtlasi saab kokku hoida tee- või katendihooletuskulusid.

Tensar Internationali kommertsidirektor John Kiely on uuest võrgust vaimustatud: "Me oleme suures ootusärevuses ning usume, et TriAxist saab uus standard geovõrgutehnoloogias. Kõik võrdluskatsed on kinnitanud TriAxil oluliselt paremaid omadusi, võrreldes kahe-suunaliste geovõrkudega."

TriAx tõstab geovõrgu omadused uuele tasemele. See ei ole üksnes



Osaliselt täitematerjaliga kaetud geovõrk TriAx

kahe-suunalise võrgu arendus, vaid tõeline revolutsioon.

Uus TriAxil ainulaadne vorm sündis geovõrgu põhiliste struktuurielementide edasiarendamise ja parendamise tulemusena. TriAxil nõrga profiiliga kõrgemad ribad maksimeerivad täitematerjali lukustumist ja moodustavad mehaaniliselt stabiliseeritud komposiidi, mille liikluskoozumustaluvus ja koormusjaotusvõime on varasemast tunduvalt paremad.

TriAxil innovaatilised omadused võimaldavad kokku hoida kulusid pinnase stabiliseerimisel, sealhulgas katteta või püsikattega teede ehitamisel ning mitmesuguste vajumite vältimisel hoonete ehitamisel nõrgale või muutlikule aluspinnasele.

Ulatuslikke sõltumatuid katsetusi TriAxiga tegid Nottinghami ülikooli katendiuuringute keskus, transpordiuuringute labor ning Suurbritannia Ehitusuuringute Organisatsioon.



TriAxil katmine täitematerjaliga

TriAxil erakordsed omadused selgusid liikluskoozumuskatsetustes ja pinnasetöödega seotud välikatsetes. Ulatuslikud kandevõimekatsetused näitasid, et tänu geovõrgu TriAx suurendatud paindejäikusele ja lukustusefektile suureneb koormusjaotusvõime veelgi.



TriAxil lahtirullimine objektil

Täiendavat teavet TriAxil eeliste kohta leidub Interneti-lehekülgedel: www.tensar-triax.co.uk ja www.tensar-triax.ee.

Eestis esindab Tensar Internationali Roadservice OÜ, kelle kohta on võimalik saada täpsemat informatsiooni Interneti-leheküljelt: www.roadservice.ee.

Geovõrk TriAx on Eestis saadaval alates aprillist.

PÕLEVKIVI KAEVANDAMISE MÕJU PÕHJAVEELE

REIN PERENS, LEONID SAVITSKI

Eesti Geoloogiakeskus

IDA-VIRUMAA PÕHJAVEEL lasub Eestis kõige suurem tehnogeenne koormus, mida põhjustavad veevõtt, kaevandusvee ärajuhtimine ning tööstuslike ja tootmisjäätmetega reostumine. Põlevkivi kaevandatakse kahes allmaakaevanduses (Estonia ja Viru) ning kolmes karjääris (Põhja-Kiviõli, Aidu ja Narva). Ahtme kaevanduse veega täitumine kestab, ülejäänud kaevandused on juba üle ujutatud.

Põlevkivi tootsa kihindi avamisel

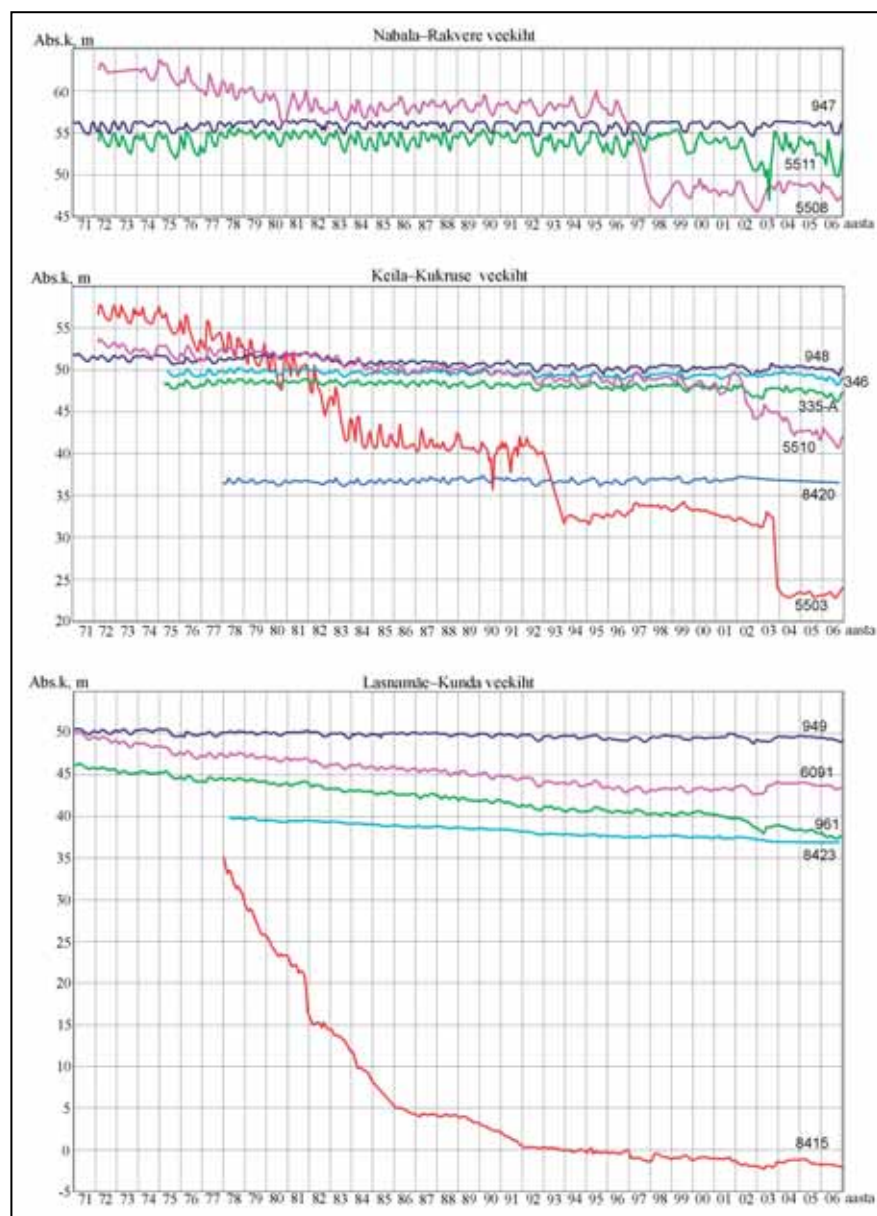
tungitakse põhjaveekihti, seda eelnevalt kuivendades. Ühe tonni põlevkivi kaevandamisega kaasneb keskmiselt 15–18 m³ vee ärajuhtimine kaevandatavalt alalt. Teadlased on välja arvtanud, et sama palju vett – 15 500 liitrit – läheb vaja ka ühe kilogrammi loomaliha tootmiseks [1]. Keskmise aastane põhjavee juurdevool maardla kõikidesse töötavatesse kaevandustesse ja karjääridesse kokku on olnud 430 000–650 000 m³ ööpäevas [2]. See-ga kulub kaevandustest väljapumpamisele kolm korda rohkem vett kui kogu Eestis joogiks ja olmeveeks. Siis-

ki ei muuda kaevandusvee väljapumpamine kuigivõrd Ida-Virumaa üldist veebilanssi, kuna kogu vesi juhitakse pinnaveekogudesse tagasi. Nii moodustab kaevandusvesi ainult ühe etapi vee igavesest looduslikust ringkäigust. Väljapumbatava vee kogus on suurel määral aasta sademete hulgast, samuti mõjutavad kaevandusvee hulka ja iseloomu nii geoloogilis-hüdrogeoloogilised tingimused kui ka maavara kaevandamise viis.

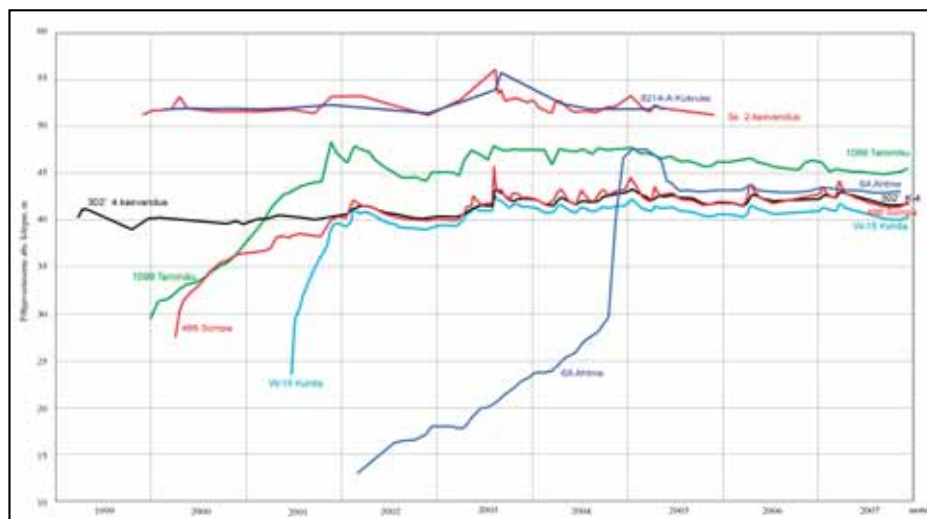
Töötavates kaevandustes alandatakse põhjaveetaset 1–3 m alla põlevkivi tootsa kihi lamamit ning ventileeritakse pidevalt kaevandust, s.t sinna tungib hapnik. Tehnogeneensete protsesside tulemusel areneb veetaseme alanduslehter eelkõige Keila-Kukruse veekihi (joonis 1). Kaevanduse dreenimise ja toitumise lakkamise tõttu ülemisest, Keila-Kukruse veekihi järgneb piesomeetrilise taseme alandamine ka Lasnamäe-Kunda veekihi. Ordoviitsiumi veekompleksi hüdrodünaamiline tasakaal hakkab muutuma, s.t muutuvad nii põhjaveevoolu horisontaalne suund kui ka vertikaalse veevahetuse tingimused. Selle tulemusel muutub põhjavee keemiline koostis, mis on seotud veevahetuse, vee ja kivimi kontaktide ning hapendumisprotsesside intensiivistumisega.

Kaevandustööde tehnoloogiast tingituna kutsub põlevkivi kaevandamine esile vettandvate kivimite füüsikaliste omaduste muutusi, mis väljendub lae poorsuse ja lõhelisuse suurenemises.

Kaevanduste veeärastuse mõju ulatus on suurel osal hüdrogeoloogilistest tingimustest, kaevandatava ala paiknemisest reljeefis ning veekihi la-sumissügavusest. Töötavate kaevanduste veeärastuse tulemusel alanes Ordoviitsiumi veekompleksi põhjaveetas Viru kaevanduses 50 m võrra ja Estonia kaevanduses 60 m võrra. Töötavates karjäärides alanes veetas 25–30 m võrra. Ordoviitsiumi veekompleksi kolmest põhjaveekihi on kaevandustööde piirkonnas täielikult kuivendatud Keila-Kukruse veekiht ning tunduvalt alandatud Nabala-Rakvere ja Lasnamäe-Kunda veekihi põhjaveetas. Ammendatud alade kohal on Nabala-Rakvere veekiht pidevaks veevarustuseks praktiliselt



JOONIS 1. PÕHJAVEETASEME MUUTUSED PÕLEVKIVIKAEVANDUSTE PIIRKONNAS



JOONIS 2. VEETASEME MUUTUMINE SULETUD KAEVANDUSTES

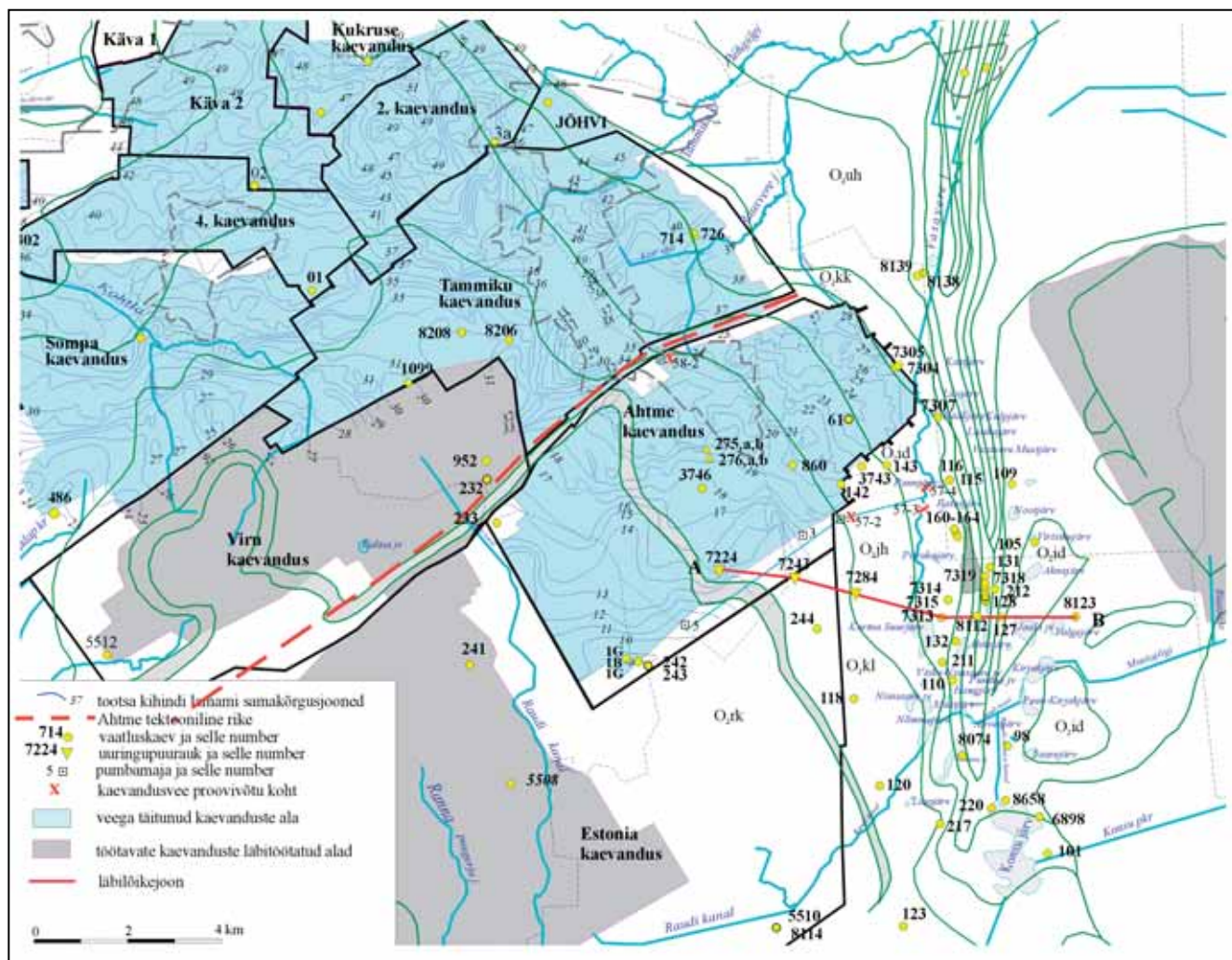
kõlbmatu. Veetaseme alandamise tulemusel on moodustunud ulatuslikud veetaseme alanduslehtid, mille levik sõltub hüdrogeoloogilistest tingimustest ja veekihi parameetritest. Maa-pinnalt esimeses, Nabala–Rakvere veekihi ulatub alandusleht raadius keskmiselt 1 km üle kaevandustööde piiri, Keila–Kukruse veekihi 6–7 km ja Lasnamäe–Kunda veekihi 25 km

ringis. Seetõttu on mäetöödega oluliselt alanenud veetasemega piirkondades veemure lahendamiseks puuritud taludele ja külade ühisveevarustuseks sadu kaevusid [2].

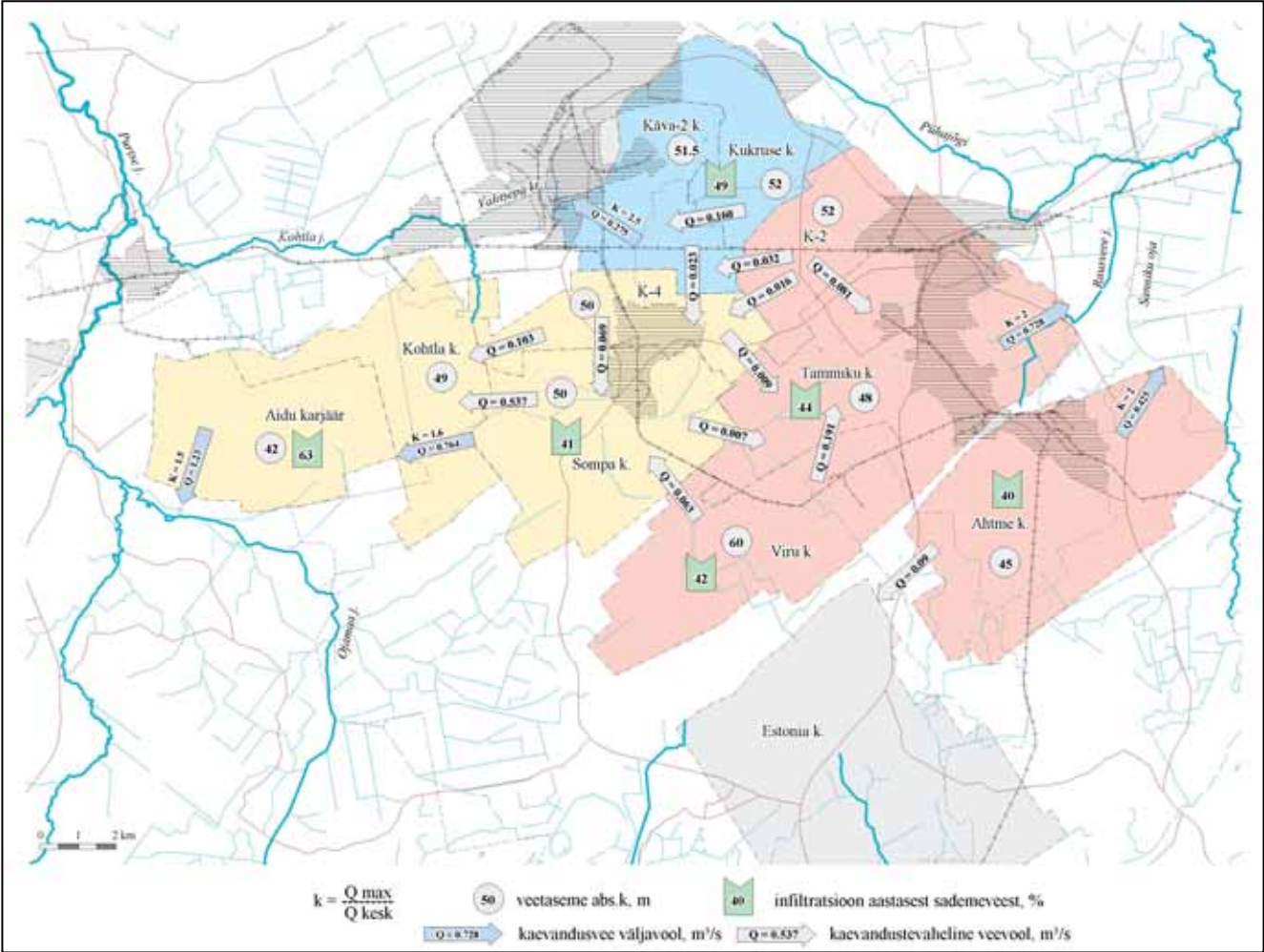
Keeruline probleemidering kaasneb kaevanduste ja karjäärade sulgemisega. Koos ammendatud alade pindala suurenemisega suureneb ka likvideeritud ja ülejutatud ning veega

täidetavate kaevanduste ala [3]. Lisaks varasematel aastatel ülejutatud Käva, Kukruse, Kiviõli, 2. ja 4. kaevandusele on aastatel 1999–2001 lisandunud veel Tammiku, Somp ja Kohtla kaevandus. 2002. aastal lõpetati töö ka Ahtme kaevanduses. Enamikus likvideeritud kaevandustes on veetase reguleeritud kindlaksmääratud kõrguseni, mis üldjuhul ei küüni esialgseni. Nii hoitakse veetaset põhjapoolsetes – Kukruse, Käva ja 2. kaevanduses, 52–50 meetril abs kõrguses (joonis 2). Veeheide on suunatud läbi Käva kaevanduse Kohtla jõkke. 2003. aastal oli Ida-Viru maakonna kõige tihedama asustusega

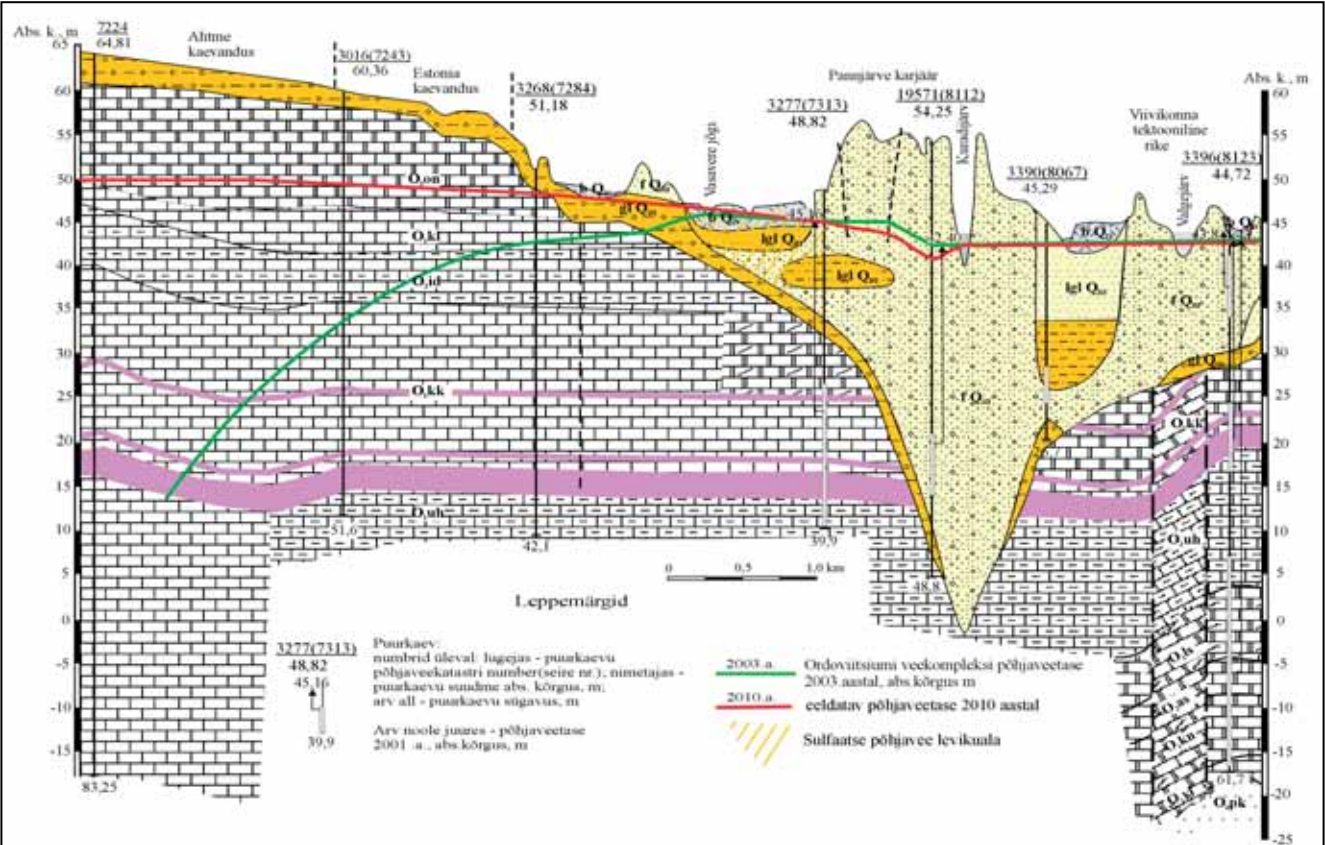
alal ülejutatud kaevanduste all enam kui 220 km² (joonis 3). Aasta keskmine väljavool pinnaveekogudesse on ligikaudse hinnangu järgi 100 000 m³ vett ööpäevas. Osa kaevandusveest liigub vaieldamatult horisontaalse vooluna Keila–Kukruse veekihti ja vertikaalse vooluna läbi Uhaku lademe vett nõrgalt läbilaskva savika lubjakivi Lasnamäe–Kunda veekihti. Keila–Kukruse



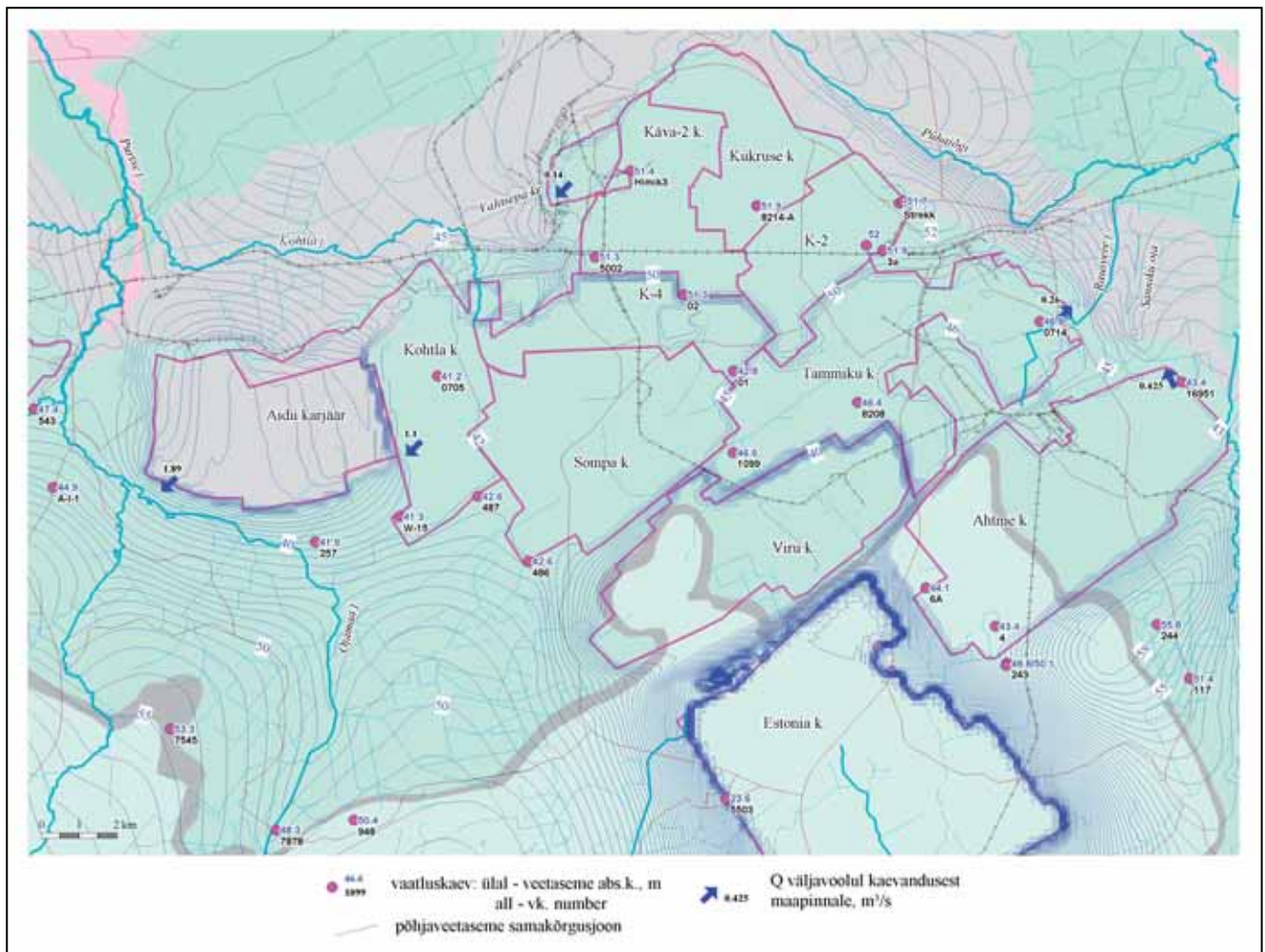
JOONIS 3. EESTI PÕLEVKIVIMAARDLA KESKOSA KAEVANDUSETTEVÕTETE ASUKOHAKEEM



JOONIS 4. LÄBIVOOLU JAOTUMINE KAEVANDUSTE VAHEL JA ÄRAVOOL PINNAVEEVOOLUNA AIDU KARJÄÄRIS ABS KÕRGUSEL 42 m



JOONIS 5. KURTNA-VASAVERE HÜDROGEOLOOGILINE LÄBILÕIGE



JOONIS 6. VEETASEME PROGNOOSNE SEIS 2005. AASTAL PÄRAST AHTME KAEVANDUSE KOLME PUURAUГУ RAJAMIST

veekihi põhjaveevoolu haaravad suures osas endale Viru ja Estonia kaevandus ning Aidu karjäär (joonis 4).

Pärast kaevanduste sulgemist ja nende veega täitumist hakkab hüdrodünaamiline tasakaal taastuma, alanduslehter kaevanduse ümber kahaneb või kaob ning veevahetus pinnaveega väheneb. Nimetatud muutused puudutavad ka põhjavee keemilise koostise moodustumist veega täitunud kaevandustes. Esimestel aastatel pärast üleujutamist on oodata vee keemilise koostise olulisi muutusi juurdevoolava vee kontaktide tõttu kivimite ja tehnogeensete protsesside tagajärgedega (lõhkamise, aherainepuistangute põlemise, kaevandustulekahjude vm jäägid). Aja jooksul protsessid stabiliseeruvad, mida kinnitavad ka Kiviõli kaevanduses läbiviidud vaatluste tulemused [1].

Nii praegu üleujutatud kui ka edaspidi veega täidetavates kaevandustes moodustub põhjavesi, kus vee sulfaatide sisaldus on 300–600 mg/l, mineraalsus 0,6–1,1 g/l ja karedus 8–15 mg-ekv/l. Üleujutatud kaevandustes oleva vee kvaliteet aja jooksul tõenäoliselt paraneb, kuid selle vee kasutamine

joogiveevarustuseks jääb küsitavaks, kuna pindmise reostuse oht on väga suur ja sanitaarkaitsealade rajamine keeruline. Küll aga võib osutuda otstarbekaks kaevandusvee kasutamine tootmises. Pärast Ahtme kaevanduse sulgemist on tekkinud potentsiaalne vee kvaliteedi muutumise oht ka Ida-Virumaa ühel tähtsalal joogivee allikal Vasavere veehaardel (joonis 5).

Töötamise ajal drenis Ahtme kaevandus vett Vasavere mattunud ürgorust, mille keskel asub Kohtla-Järvet ja Jõhvit joogiveega varustav veehaare. Pärast kaevanduse sulgemist ja veetaseme taastumist, prognooside kohaselt kuni absoluutkõrguseni ~55 m, pöördub põhjaveevool vastassuunda, mille tulemusel tekib oht, et kaevandusvesi jõuab Vasavere veehaardesse, kus veetaseme absoluutkõrgus on 42–43 m [4]. Arvutuste kohaselt oli kaevandusvee veehaardesse jõudmise vältimiseks vaja hoida Ahtme kaevanduse veetaseme absoluutkõrgusel kuni 45 meetrit. Selle saavutamiseks puuriti kolm ülevoolavat puurauku Sanniku oja piirkonda (joonis 6).

Probleemid, mis on seotud kaevandamise lõpetamise ja põhjaveetaseme

reguleerimisega elurajoonide, metsade ja põllumaade altuputuse vältimiseks, jäävad aktuaalseteks ka edaspidi. Tiheda asustusega aladel muutuvad veevarustustingimused keerulisemaks, teisalt aga mõjub soostunud piirkondade kuivendamine soodsalt metsa kasvule ja majandustegevusele. Veetasemete seis hüdrogeoloogiline prognoos kaevanduste ja karjääride veega täitmise korral aitab välja töötada meetmeid, mis välistavad negatiivset mõju piirkonna elutegevusele. Põlevkivimaardla keskosale on sellised prognoosid välja töötatud ning Estonia kaevanduse ja Narva karjääri sulgemise korral tuleb neid täiendada.

Viidatud allikad

1. Lõhmus, A. 2008. Kui suur on Sinu verine jalajalg? – Postimees, 22. märts.
2. Põhjavee seisund 1999–2003. 2004. Toim Perens, R. Eesti Geoloogiakeskus, 100 lk.
3. Savitski, L. 2004. Suletud ja suletavate kaevanduste mõju põhjaveele. – Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 2003. lk 93–93.
4. Savitski, L., Savva, V. 2006. Kurtna-Vasavere veehaarde põhjaveevaru hindamine 2035. aastani. – Eesti Geoloogiakeskuse aastaraamat 2005. lk 94–95.



MAARDU FOSFORIIDIKARJÄÄRI LÕUNAOSSE TEKINUD KARJÄÄRIJÄRVE KALJUNE PÕHJAKALLAS

PÄRAST MEID TULEB VEEUPUTUS EHK AMMENDATUD KARJÄÄRIDE JÄRVED

ENNO REINSALU

TTÜ mäeinstituut, ere@cc.ttu.ee

ENAMIKKU AMMENDATUD kaevandustesse tuleb vesi. Põlevkivimaardla kümnes suletud allmaakaevanduses on ligikaudu 170 mln m³ rahuldava kvaliteediga maapõuevett [1]. See veekogum on reguleeritud enam kui kolme veelasuga, millest kaks on taastanud Pühajõe tema ajaloolises süngis. Kui suletud allmaakaevanduste veekogum on korrastatud, siis suurte karjäärijärvede tulevik on veel kindlaks määramata. Meie tuntumad karjäärijärved on kas vähe reguleeritud, nagu näiteks järved ja lombid Männiku liivamaardlas, või kujutavad endast hüljatud karjääri tekkinud veekogu, nagu Maardu, Vasalemma jt tehnogeensed järved. Kuna karjäärijärved on maavara kaevandamise tulem, on nende saatuse kujundamine kaevandava ettevõtja otsene kohustus. Sellesuunalise tegevuse häid näiteid on vaid üksikud [2, 3]. Pealegi on need näited väikestest karjääridest.

Suurte põlevkivikarjääride veega täitumine on kaugem tulevik, seepärast projekte veel ei ole.

Kavakohaselt suletakse esimesena Aidu põlevkivikarjäär. 2004. aastal tehtud hinnang ja prognoos midagi halba ette ei näe. Kui kaevandamine lõpeb, on ilmselt otstarbekas teha veelask Ojamaa jõkke. Karjääri jääb mahukas, kuni 15 m sügavune haruline järv, kus vesi stabiliseerub 41±1 m tasemel. Selline tase eeldab erilahendusi naabruses oleva Kohtla kaevandusmuuseumi allmaaekspositsiooni säilitamiseks. Tõenäoliselt hoiavad kohalikud omavalitsused kaevandamise arengul silma peal ja koostavad arukad korrastamistingimused, pidades silmas turismi, veesporti, kalakasvandust.

Kaugemas tulevikus jõuab sulgemisjärg Narva põlevkivikarjääri kätte. Sealne kaevandite kogum on viis korda suurem ja kaks korda sügavam kui Aidus. Seega tuleb ka karjäärijärv mahukam. Muidugi võiks seal arendada nt turismi, veesporti, kalakasvandust.

Kuid võib otsida ka teisi lahendusi.

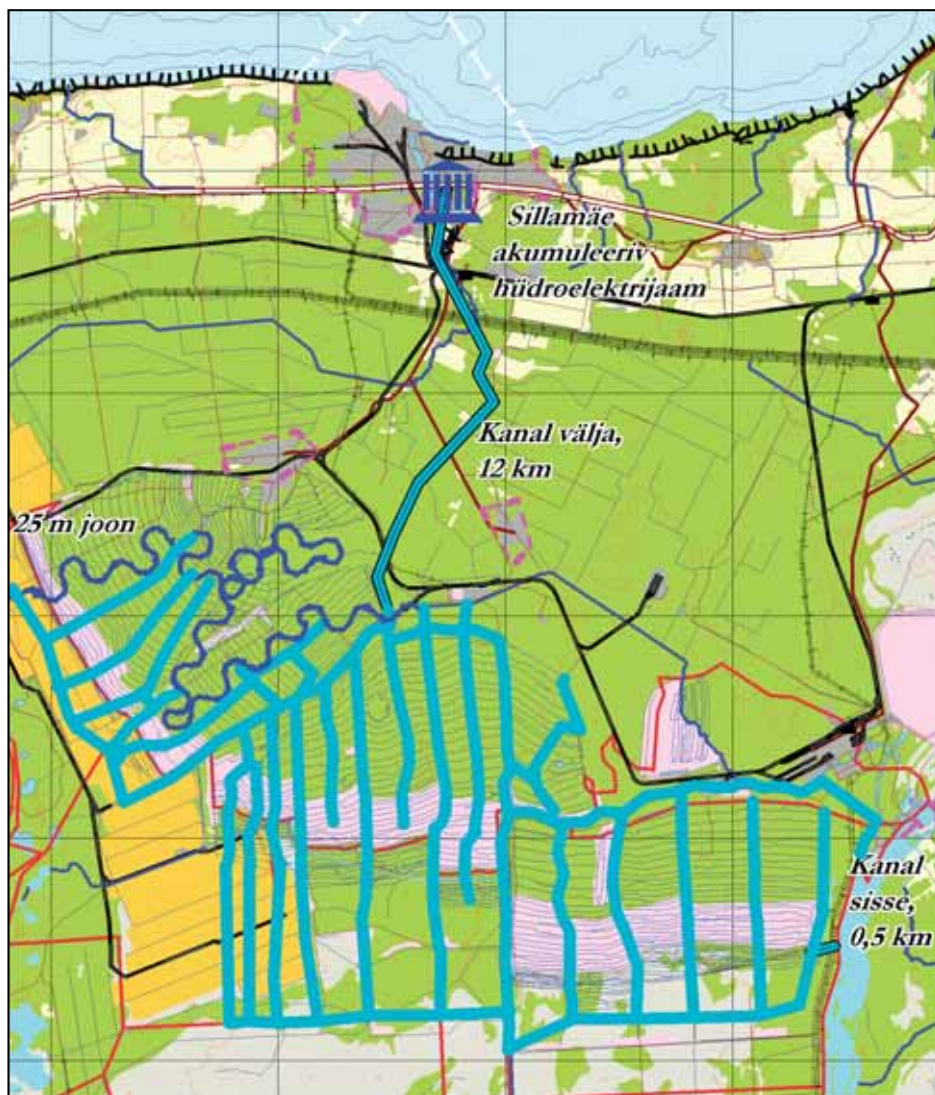
Põlevkivi kaevandatakse elektrienergia tootmiseks. Kui põlevkivi enam ei vajata, kasutatakse teisi energiaallikaid. Üks alternatiividest on hüdroenergia. Eestil märkimisväärsed veevarusid ei ole. Suurima potentsiaaliga on Narva jõgi, mille veest 31% tuleb Eesti valgalalt. Narva jõe keskmisest vooluhulgast (400 m³/s) kuulub seega 120 m³/s Eestile. Teatavasti on Narva jõel Venemaa Jaanilina hüdroelektrijaam, mis hõlvab kogu vee. Kui me oma osa Venemaalt kätte ei saa, võiks hakata endale hüdroelektrijaama ehitama. Kuhu?

Esimene, üsna utoopiline idee oli allmaa-hüdroelektrijaam [4]. Selle idee kohaselt võiks Jõhvist lõuna pool asuvad allmaakaevandused tulevikus pealevoolutunnelite abil Peipsiga ühendada ja väljavoolutunnelid Ontikale suunata. Viru kaevandusse aga rajada akumuleeriv hüdroelektrijaam. Tunnelite kogupikkus oleks 35 km. Kuigi nii saaks Eesti suurima võimaliku hüdroelektrijaama, annaks see ik-

kagi vaid 5% meie elektrienergia vajadusest. Olulisem oleks tekkiv võimalus akumuleerida energiat, ilma milleta ei saa arendada tuuma- ega tuuleenergeetikat. Ent tunnelid on kallid, 3 m kõrgused allmaakaevandid akumul eerivad vähe, kaevandusvaringutest tekkivad veelöögid lisavad ohtu. Allmaa-hüdroelektrijaam on üsna ebareaalne.

Kuid allmaakaevandamise kõrval on ka pealmaakaevandamine. Nii pöördus mõte Narva karjääri poole, mis ka kunagi ammendub. Sinna saab vett lasta paarisajameetrise kanaliga otse Narva jõest. Karjääri kaevandite akumul eeriv maht on suurem kui allmaakaevandustel. Ka ei pea kartma veelööke. Ja vett ei pea laskma mitte looduskaitse all olevale Ontikale, vaid tööstuslinna Sillamäele. Kanal sinna oleks ainult kaks korda pikem kui Laagna tee süvend Tallinnas, sellest kitsam, ent sügavam. Kanalit on karjäärist vabanevate ekskavaatoritega võrreldamatult lihtsam ehitada kui tunnelid läbida.

Ka see kava tundub utoopia-na, eriti neile, keda huvitab vaid tänane kasum. Aga kui mõttes leitakse iva, siis tuleks kaevandamist hakata varakult ohjama. Isegi siis, kui hüdroelektrijaamal ei ole mõtet, tuleks vältida taimestiku teket kaevandeis, mille põhja absoluutkõrgus on alla 30 m, sest vähemalt nii kõrgel hakkab olema vesi karjäärjärves, mida ei tohiks lasta roiskuda. Kui aga karjääri koguneva vee kasutamine energia akumul eerimiseks on mõttekas, tuleks juba praegu kaevandite korramise käigus kujundada vaalud selliseks, et tehnogeense järve manööverdatav veemahutavus oleks maksimaalne.



NARVA PÕLEVKIVIKARJÄÄRI MOODUSTUVA KARJÄÄRIJÄRVESTIKU
SKEEM VÕIMALIKU AKUMULEERIVA HÜDROELEKTRIJAAAMAGA

Viidatud allikad

Reinsalu, Enno. 2005. Vesi suletud põlevkivikaevandustes. – Keskkonnatehnika, 4, lk 20–22.

Viilup, Heini. 2007. Kruusakarjääri kujundamine kalatiigiks vastavalt maaomaniku soovile. – Kaevandamine parandab maad, Eesti Mäselts, TTÜ mäeinstituut, lk 16–19.

Köpp, Vesta, Niitlaan, Erki. 2007. Arumetsa karjäärist saab Eesti sügavaim vee-kogu. Kaevandamine parandab maad, Eesti Mäselts, TTÜ mäeinstituut, lk 31–33.

Adamson, Alo, Reinsalu, Enno, Toomik, Arvi. 1999. Võimalikud protsessid suletud kaevandustes. – Mäeõigus ja mäeohutus, TTÜ mäeinstituut, lk 8–13.



Keskkonna ja keskkonnaõiguse uudised.

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

Keskkonnavalaste tegevuste info ja kuulutused

www.keskkonnaveeb.ee



GEOTEHNIILINE KONTROLL JA NÕLVANÄHTUSED

JUHAN KÄRK

geotehnikainsener

MARGUS SAAVIK

ehitusinsener

Rakendusgeodeesia ja Ehitusgeoloogia
Inseneribüroo OÜ
www.reib.ee, reib@reib.ee

PÄRNU JÕE KALDAL asunud puidutöötlemiskombinaadi "Viisnurk" maaalal 1966. aastal toimunud maa-likke uurimine näitas, et lihkekõver ei ole mitte ringsilindrilise kujuga nagu õpikutes kirjutatud, vaid pigem lähedane ellipsile. Tookord noorte geotehnikainseneride Mait Metsa ja Endel Kaljundi tehtud järelalus lubas võtta kasutusele lihkekõvera tegelikust kujust [1] lähtuva arvutusmeetodika.

Geotehnilise kontrolli meetodi rakendamine eeldab ülesande püstitamist, vaatlusi, instrumentaalseid mõõtmisi geodeetiliste ja/või geoloogiliste vahenditega ning, mis eriti oluline, saadud tulemuste inseneridepoolset tõlgendamist.

Tänaseks on Rakendusgeodeesia ja Ehitusgeoloogia Inseneribüroo OÜ (REIB) spetsialistid teinud üle 600 geotehnilise kontrolli alase uuringu mitmesuguste praktiliste ülesannete lahendamiseks. Enamik neist uuringutest käsitlevad hoonete vajumisdeformatsioone, kuid samas on ka mitmeid nõlvanähtuste hulka kuuluvaid horisontaaldeformatsioonide uuringuid.

Keskonnatehnika käesolevas numbris on mitu artiklit maavarade kaevandamise ja tootmise kohta. Nende töödega kaasneb karjääride ja kaevanduste rajamine, mille tulemusena moodustuvad maapealsed ja maaalused tehisnõlvad. REIB-il on sellega seoses jagamist väärivaid kogemusi.

PÄRNU JÕE KALDAD

Pärnu jõe kallaste püsivusega seotu on Pärnu linnas ja selle lähiumbruses olnud päevakorras juba aastakümneid

ning on tehtud ka mitmeid uuringuid. Nende hulgast üheks põhjalikumaks temaatiliseks tööks on olnud Pärnu jõe kallaste deformatsioonide ning püsivuse uurimine ja mõõtmine, mida alustati 1987. aastal. Uuringute käigus on selgunud, et maapind Pärnu jõe orus ja pervedel, kus aastakümneid on toimunud intensiivseid omavajumisi, on viimase 10–15 aasta jooksul hakanud tõusma. Esialgu ei osatud sellest aru saada, sest oldi ju harjutud vastupidisega. Aga töö kriteerium geotehnikas on tihti aeg ning ajapikku hakkas laekuma teavet, mis kinnitas REIB-i töö tulemusi – hoonete ja rajatiste deformatsiooni kiirus Pärnus on hakanud oluliselt vähenema või sootuks lakanud. Ja seda mitte ainult Pärnus, vaid ka Tallinna ja Tartu ürgorgude piires. Nähtus on seotud põhjavee tarbimisega olulise vähenemisega ning surve- lise veetaseme taastumisega, aga ka konkreetsete suurstega mõõdetud geotehniliste nähtuste arvestamisega projekteerimisel ja ehitamisel. Põhjavee seisundit on uurinud Eesti Geoloogiakeskus [2, 3, 4, 5, 6].

Pärnu jõe kallastel toimuv on seotud Lääne-Eesti nõrkade savipinnaste levialaga, kuid kruusa, lubjakivi ja põlevkivi kaevandatakse ja karjäärinõlvu rajatakse oluliselt tugevamatesse pinnastesse, sh kaljupinnastesse. Kirjandusest on teada, et karjäärinõlvade püsivuse määramine on samuti keerukas tegevus [7]. Lõhelisse kaljupinnasesse, liiv- ja savipinnasesse rajatavate karjäärinõlvade arvutamiseks on mitmeid meetodeid, mis nõlvade püsivuse määramisel arvestavad vee hüd- rostaatilisi ja hüdrodünaamilisi mõju- sid.

TOOMPEA TUGIMÜÜR

Eesti aluspõhjaliste kivimite nõlval paikneva tugimüüri- ga on ka REIB-il kogemusi.

Toompea tugimüür ja Bastioni torn olid 2001. aastaks tugevasti pragu-

nenud. Eelnevate ehitusgeoloogiliste uuringute profiil ja analüüs näitas, et Bastioni torn ja selle tugimüür on rajatud ilmselt lubjakiviplaatidele, mille all lasub tolmne glaukoniitliivakivi. Geotehnilisest aspektist kujutab see materjal endast rasket saviliiva või kerget liivsavi. Nihkepinged torni ja tugimüüri äärealal küündivad 0,5–0,7 kg/cm² ning ületavad seal raske saviliiva nihketugevuse. Tagajärjeks on progresseeruv pinnase roomeprotsess, mis on pidev, aeglane ja pikaajaline, kuid oma lõpujärgus võib viia pinnase väljasurumiseni ning torni ja tugiseina aluse purunemiseni.

Tookord pöördus Riigikogu tehniline teenistus pragunemistähtuste uurimiseks tõenäoliselt mitte ainult REIB-i, vaid ka Tallinna Tehnikaüli- kooli poole. Teatud mõttes tekkis tehniliste ideede konflikt, kus REIB jäi kaotajaks. REIB soovis uurida ning tugevdada tugimüüri vundamenti ja selle alust, s.t kõigepealt ravida haiguse põhjust ja siis kõrvaldada tagajärjed. Meie oponentid aga soovitasid kõrvaldada tagajärge (nt teha kinni torni praod ja laduda uuesti tugimüüri lõik). Nii ka tehti, kuid analoogselt Pärnu jõe kallastel toimunuga osutus ka siin töö kriteeriumiks aeg. Nüüd, 7 aastat hiljem võib ka lihtsal vaatlusel näha Bastioni tornis ja taas avatud tugimüüri lõigus uusi praosüsteeme.

TÄHTVERE TÄNAVAGA KÜLGNEV

ALA TARTU ÕLLETEHASE

ALeCog TERRITOORIUMIL

Üldiselt lubab geotehniline kontroll (vertikaal- ja horisontaalpaigutuste mõõtmine) prognoosida nõlvade vari- semist. Tähtvere tänavaga piirnevale Emajõe ürgoru nõlva suhteliselt lokaalsele alale paigaldas REIB 1986. aastal maareeperid ja tegi ka kuni 1997. aastani mõõtmisi. Mõõtmisperioodil toimusid pinnakatte horisontaalliikumised keskmise kiirusega umbes 1 cm aastas. Mõõtmistulemuste ja tea-

daoleva geoloogilise löike analüüsi põhjal järeldasime, et tegemist on pinnaste roomega. Soovitasime sel juhul, kui piirkonnas tahetakse arendada ehitustegevust, mõelda nõlva püsivuse suurendamise meetmetele. Praegu pole meil andmeid, kas neid soovitusi ka kuulda võeti, kuid mõni aeg hiljem, kui piirkonda projekteeriti ja ehitati suured silindrilised mahutid, tuli ehituse ajal avariiohu vältimiseks nii nõlvu kui mahutialuseid pinnaseankrutega tugevdada.

JÕHVI LINNA PARGITAGUSE PIIRKOND

Jõhvi linna Pargi mikrorajooni, kunagise Tammiku kaevanduse, nüüd Viru üksikjalaväepataljoni ja Ahtme linnaosa vahelisele alale rajati 1991. aastal geotehnilise kontrolli vaatlusjaam. Vaatlusjaam, mis koosneb 57 maa-reeperist ja 3 seinareeperist, asub ala läbival ligi kahe kilomeetri pikkusel profiiljoonel. Reeperid looditi kõrgtäpse nivelleerimisega ja tehti ka vaatlusreeperite koordinaatsidumine. Eestis oli siis suurte muutuste aeg.

Vaatlusjaama rajamisest möödunud 17 aasta jooksul ei ole vajumisandmete saamiseks vahepealseid mõõtmisi tehtud. Et reeperid on paigaldatud

kõrgepingeliini kaitsetsooni ja kuni 0,4 m sügavusele, siis võib olla üsna kindel, et enamik neist on säilinud ning koordinaatide abil ka leitavad.

Vaatlusjaama võib pidada unikaalseks. Esimest korda Eesti põlevkivimaardlate kaevandamisjärgsete uuringute käigus rajati kõikidele nõuetele vastav vajumisvaatlusjaam mehhaniseeritud kambritega kaevandatud alale.

Viimaste aastate jooksul on korduvalt teavitatud ideest see tühermaa kasutusse võtta. Tõenäoliselt on toimunud pikki vaidlusi ning välja töötatud ka mitmeid variante selle ala hoonestamiseks ja sinna torustike ehitamiseks. Kuigi hetkeseisu me ei tea, tundub siiski, et plaanid on paberile jäänud. Geotehnilise kontrolli vaatlusjaama olemasolust on asjaomaseid ringkondi siin-seal küll teavitatud, kuid ei ole andmeid selle kohta, kas ja millisel määral on altkaevandatud ala vajunud või vajumisohtlik. Neid andmeid oleks sellest vaatlusjaamast kindlasti vaja.

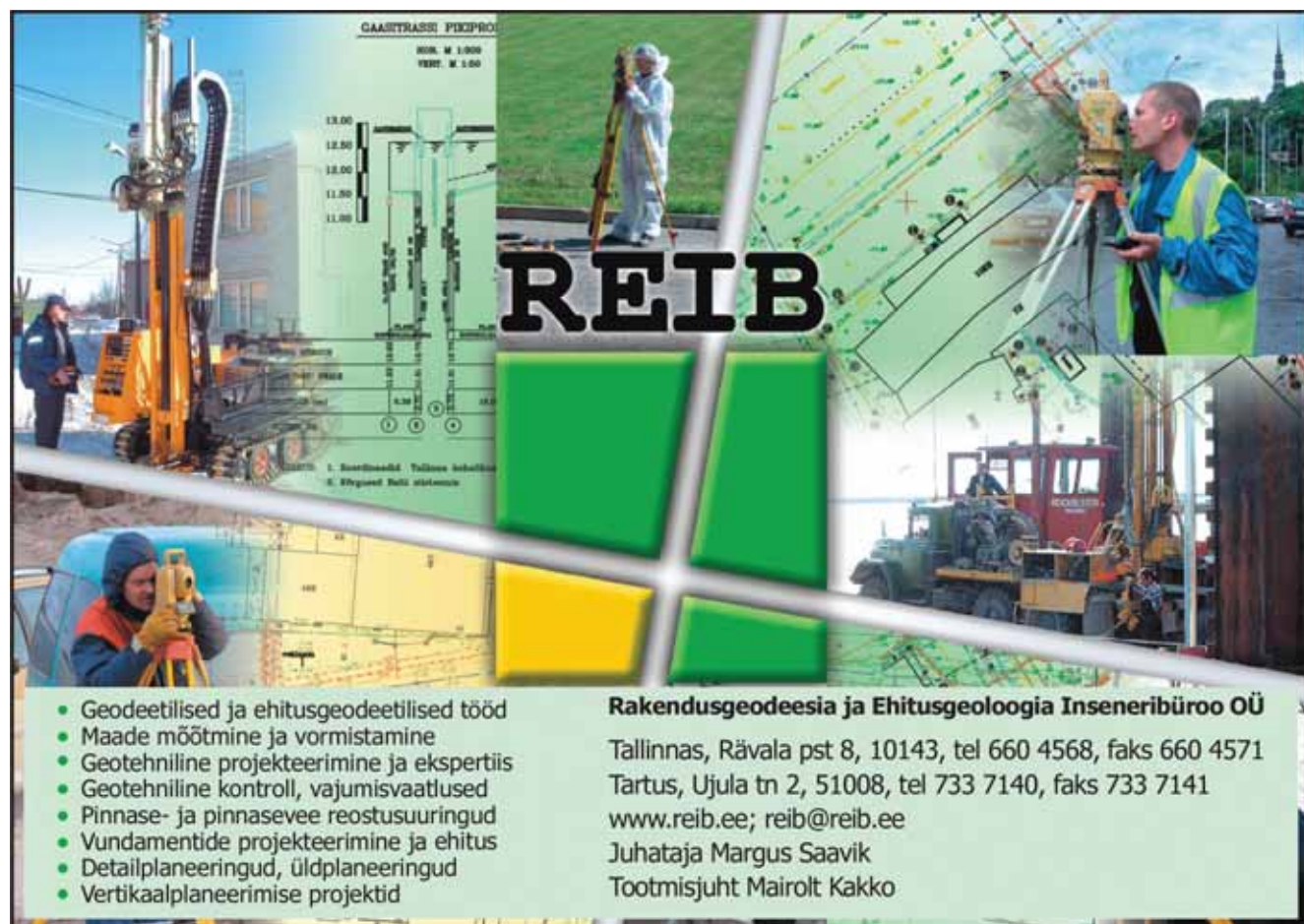
Eespool toodud üldistades võib järeldada, et nõlvade projekteerimine, kasutades arvutusskeeme ning prognoosides ajast sõltuvaid geoloogilisi protsesse, on äärmiselt komplitseeritud

ning looduse seaduspärasuste tundmist nõudev tegevus.

Käesolevas artiklis toodud geotehnilise kontrolli ja vaatluste analoogiameetod pakub aga abivahendi objektide keskkonnamõju hindamiseks ning nõlvade ohutuks kasutamiseks. Kui keerukate terminitega me neid tegevusi ka ei nimetaks, jääb kõige aluseks iidne tarkus: *mente et manu*.

Kasutatud kirjandus

1. Kaljund, E, Mets, M jt. 1976. Nõlvade arvutamine. , Eesti Ehitusgeoloogia kogumik III.
2. Põhjavee seisund 1999–2003, Eesti Geoloogiakeskus.
3. Põhjavee seisund 1997–1998, Eesti Geoloogiakeskus.
4. Põhjavee seisund 1996, Eesti Geoloogiakeskus.
5. Põhjavee seisund 1995, Eesti Geoloogiakeskus.
6. Põhjavee seisund 1994. Eesti Geoloogiakeskus.
7. Da ko, Regina. 1987. Pinnaste mehhanika. Moskva. (Vene keeles.)



REIB

- Geodeetilised ja ehitusgeodeetilised tööd
- Maade mõõtmine ja vormistamine
- Geotehniline projekteerimine ja ekspertiis
- Geotehniline kontroll, vajumisvaatlused
- Pinnase- ja pinnasevee reostusuuringud
- Vundamentide projekteerimine ja ehitus
- Detailplaneeringud, üldplaneeringud
- Vertikaalplaneerimise projektid

Rakendusgeodeesia ja Ehitusgeoloogia Inseneribüroo OÜ
Tallinnas, Rävälä pst 8, 10143, tel 660 4568, faks 660 4571
Tartus, Ujula tn 2, 51008, tel 733 7140, faks 733 7141
www.reib.ee; reib@reib.ee
Juhataja Margus Saavik
Tootmisjuht Mairolt Kakko



VÄO KARJÄÄRI PURUSTUSSÖLM

Foto: A.Önnis

KILLUSTIKUKIVI RESSURSS EESTIS

AIRE VÄSTRIK, INGO VALGMA

TTÜ mäeinstituut

EESTIS ON JUBA PIKEMAT aega räägitud killustikust ja seda nii kaevandajate kui ka tarbijate poole pealt. Sel teemal arutletakse ka 2. mail 2008 toimuvale Eesti Mäeseltsi konverentsil (materjalikogumik vt www.maeselts.ee/maekonverents). Killustikuga seotud mured tulenevad just mineraaltoorme, sobiva ehituskivimi varu kasutamisest. Tallinna Tehnikaülikooli mäeinstituudis koostati 2005. aastal looduslike ehitusmaterjalide – ehitusmaavarade kasutamise arengukava. Sellekohane uuring tõi välja mitmeid olulisi killustikuvarude ja killustiku tarbimise aspekte.

Vajadus ehituskillustiku järele üha suureneb seoses kasvava tee- ja elamuehitusega. Killustikku vajatakse järjest rohkem. Aastakümneid tegutsenud karjääride varu on ammendumas. Kuid uutele karjääridele ning mis tahes kaevandamiskavadele astutakse vastu, viidates keskkonnamõjule. Paljudel juhtudel on vastuseis tingitud soovist kasutada tulevast maardlat ehi-

tusmaana, millest vald saaks suuremat tulu. See on viinud riigi kui maavarade omaniku ja kohalike omavalitsuste kui rahva esindajate vastuoludeni.

RESSURSS

Tallinnast kui suurimast ehitusmaavarade tarbijast kuni 50 km kaugusel asuvatel paemaardlatel on kokku ligi 270 mln m³ ehituslubjakivi, liiva ja kruusamaardlatel 100 mln m³ ehitusliiva ning 9,4 mln m³ ehituskruusa. Tallinna lähiümbruse (Harjumaa) ehituspae ja -liiva varud moodustavad üle 50% kogu Eesti aktiivsetest varudest (tabel 1). Kvaliteedist lähtudes on võimalik suuremates kogustes hea kvaliteediga killustikku toota Lasnamäe lademe lubjakividest, mida kaevandatakse Põhja-Eestis. Selle killustiku tarbimist ja tarnimist üle Eesti on raske korraldada, seepärast tuleb mõelda ka teiste, peamiselt Kesk-Eesti dolokivi maardlate hõlvamisele.

Jagades aktiivse varu kogused maardlatest kaevandatud kogustega (lubjakivi 1,2 mln m³, liiv 1,1 mln m³, kruus 138 000 m³) tundubki, et Harjumaa ja osaliselt Raplamaa on lubja-

kiviga kindlustatud üle 200 aasta, liivaga veidi alla 100 aasta ja kruusaga peaaegu 70 aastat.

Kuigi tegemist on suure aktiivse varu kogusega, ei ole siiani osutunud võimalikuks seda kasutusele võtta. Eriti kehtib see paevarude kohta. Suurem osa paevarudest asub Tallinna ümbruses, Harku ja Nabala maardlatel. Mäetöösturite katsed Harku maardla varusid uurida ja laiemalt kasutada on siiani ebaõnnestunud. Kaevandamisvastaste argumentidena nimetatakse üheaegselt nii uuritava ala ja selle ümbruse ülitundlikkust igasuguse majandustegevuse suhtes kui ka näiteks mõningate elamurajoonide rajamist. 2004. aastal tunnistati passiivseteks hea asukohaga Sõrve maardla aktiivsed varud (üle 64 mln m³). Järgla maardla kasutuselevõtmise vastu hakkasid kohalikud elanikud protestima pärast geoloogilisi uuringuid.

MIDA TEHA?

Tallinna Tehnikaülikooli mäeinstituudi 2004. aasta detailses uuringus vaadeldi peamisi Tallinna ja selle lähiümbrust killustikuga varustavaid

paekarjääre Vão, Harku ja Maardu lubjakivimaardlates (tabel 2). Tõdeti, et karjääride ja maardlate eksploateerimisel on tekkinud olukord, kus kilustiku üha kasvava nõudluse juures on pidurdunud karjääride laiendamine ja maardlate varude kasutamine. Peamised takistused on tihe asustatus, varude piiratus, valdade üldplaneeringutes aktiivse varu ignoreerimine ning loodus- ja muinsuskaitse lised piirangud. Nendest piirangutest tingituna on Vão ja Harku maardlatel tekkinud konfliktid kohalike omavalitsuste ja elanikega, kui on soovitud olemasolevaid karjääre laiendada või uusi avada.

Töös prognoositi ka olemasolevate varude piisavust, et hinnata olukorra kriitilisust. Lühidalt käsitleti varude kasutamise tõhusust mõjutavaid tegureid pae kaevandamise ning töötlemise seisukohalt. Lisaks vaadeldi paekilustiku kasutamise mõningaid alternatiivseid võimalusi.

- Jõuti järeldusele, et on vaja:
- otsida intensiivselt võimalusi maardlate uute määeraldiste hõlvamiseks
 - korrigeerida vastavaid õigusakte, et mäetöösturitel oleksid tagatised uuritud ja kinnitatud varu kasutuselevõtmiseks
 - juhtida suuremahuliste ja kaugeleulatuvate ehituskavade koostajate tähelepanu paeressursside piiratu sele

TABEL 1. EHITUSLUBJAKIVI VARU EESTIS 2006. AASTA SEISUGA

2006	Ehituslubjakivi, tuhat m³	
	TOODANG	VARU
Kogu Eesti	2343,8	650 661,70
Harju maakond	1582,3	373 744,5
2006	Ehitusdolomiit, tuhat m³	
Kogu Eesti	427,9	276 691,6

- võtta kasutusele uuemad ja keskkonnasäästlikumad maavarade kaevandamise ja töötlemise tehnoloogiad.

KOOSTADA EHITUSMAAVARADE KAEVANDAMISE RIIKLIK ARENGUKAVA

Ehitusmaavarade suurenenud tarbimine ja sellega kaasnevad probleemid on tinginud olukorra, mille saaks lahendada vaid riikliku arengukava alusel. Eriti kui eeldada, et tagada tuleb riiklik regulatsioon just infrastruktuuriobjektide varustamiseks mineraalse ehitismaterjalidega vajalikus koguses, kvaliteedis ja ajas nominaalse veokaugusega. Riiklikust ehitusmaavarade arengukavast lähtudes peaks siis koostama vajalikud regionaalsed arengukavad.

Rakendada tuleb põhimõtet, mille kohaselt on vaja kaevandada suhteliselt lühikese aja jooksul, kasutades ümb-

ruskonda vähe häirivat tehnoloogiat. Kaevandatud ala, maastik, keskkond ja objekt tuleb otsekohe korrastada, soovitatavalt puhkealaks, ehitusmaaks, vajaduse korral ka prügilaks. Põhimõtte pilootrakendust oleks võimalik näidata Vão lubjakivimaardlas Tallinna–Narva maantee Vão–Maardu lõigu ja Tallinna ringtee rekonstrueerimise ajal.

Peale rikkaliku ehituspaearu on Tallinna lähistel praktiliselt piiramatult varuga Maardu graniidimaardla, mille saaks avada suhteliselt kiiresti. See vähendaks graniitkillustiku importi ja tekitaks võimaluse toota piisavas mahus kvaliteetset materjali vastutusrikkaste objektide rajamiseks (näiteks Tallinna raudtee ümbersõit, rahvusvaheline kiirraudtee *Rail Baltica*).

Varu kasutuse ja riigi ning omavalitsuste praeguste seisukohtadega saab tutvuda mäekonverentsil ja selle veebilehel (www.maeselts.ee/maekonverents).

TABEL 2. TALLINNAST 50 KM KAUGUSEL ASUVATE PAKARJÄÄRIDE JA -MAARDLATE VARUD SEISUGA 1. JAANUAR 2005

Maardla nimetus	Karjääri nimetus	Pindala, ha	Aktiivne varu, tuhat m³	Kaevandamismaht 2004. a tuhat m³	Karjääri omanik
Harku		1133,87	81205,6	212	
	Harku	53,97	1664,6	212	AS Harku Karjäär
Vão		309,19	14835,5	685,5	
	Vão	58,28	4735	328	Paekivitoodete Tehase OÜ
	Tondi-Vão	15,1		357,5	AS Vão Paas
Maardu		1069,02	1375,1	195,4	
	Maardu	24,38	558,8	56	AS Maardu Kivi
	Maardu II paekarjäär	19,61	800	139	OÜ Starhill
Jägala		88,67	7347		
Valkla		284,87	17654,9		
	Valkla	3,05	176,6	1,5	OÜ Põhjakivi
Sookaera		1,47	21,1		
Nabala		754,37	110618		
Kernu		11,98	1275		
Vasalemma		539,55	31391,7		
	Padise paemurd II	539,55	31587,3		
	Vasalemma	344,09	15354,7	110,7	Nordkalk AS
Rummu		151,57	2395,3		
	Rummu	16,88	391,8		OÜ Erksaar
Kokku			268 119,2	1205,1	

Keskkonnakultuurist kultuurikeskkonnas

KODANIKUALGATUS "TEEME ÄRA 2008" – EESTI PRÜGIST PUHTAKS!

Üleskutse kõigile killustikutootjaile:
Järgmise hoogtööna kõik lagunenenud
kasutud telliskivihooned
säästlikult ja keskkonnasõbralikult
killustikuks!

REIN EINASTO
ELERIN VENDE

Tallinna Tehnikakõrgkool

HILJUTI OLI PÕHJUST sõita Pakri pangale suurt pankranniku varingut vaatama. Neeme tippu viiva tee ääres on koledaid sisselangenud katustega kasarmuhooneid ja väiksemaid lagunevaid ehitisi. Neid vaadates tuli Tallinna Tehnikakõrgkooli rajatiste õpetooli juhataja **Jaan Kollist** kütkestavale mõttele – käesoleva aasta 3. mail toimuvale üritusele võiks tulla järg.

KASUTUD KIVIEHITISTE VAREMED üleestilise ettevõtmisena KOHAPEAL KILLUSTIKUKS JAHVATADA

Kodanikualgatus "Teeme ära 2008" prügikoristustalgutena 3. mail kujuneb kahtlemata seninägematult tulemuslikuks. Kohalike reostuskollete kõrvaldamine parandab oluliselt keskkonnaseisundit ning annab julgust samas suunas edasi tegutseda. **Tõsine keskkonnareostus pole mitte ainult metsa alla veetud prügi, vaid ka HOOLDAMATA KASUTU KINNISVARA, mahajäetud kolhoosi- ja sõjaväehitised** – karjalaudad, kasarmud ja lagunevad tootmishooned, samuti maaparanduse käigus põldudel kokkulükatud kivikuhilad. Juba nende hoonete ehitamise ajal tekkis loodusesõbral küsimus: miks ei kuulu nende juurde kõrghaljastus? Nüüd on enamik nendest hoonetest lagunemas ja räämas, **risustades meie looduslähedast kultuurimaastikku.**

Muidugi ei kutsu me üles hävitama aegumatu kultuuriväärtusega looduskivist mõisaansambleid ja taluhooneid,

ka siis mitte, kui neist praegu on järele vaid varemed. Just nende muinsusväärtusega hoonete kiiremaks taastamiseks soovitame viimase võõrvõimu ajal ehitatud ja praegu kasutuna seisvad ning meie omanäolisi maastikke risustavad tehiserajatised lammutada ning lammutussaadus taaskasutada.

Sellise ettevõtmise saaks ühendada **Rahvusvahelise Planeet Maa Aasta** maastikuhoolduslike keskkonnaüritustega ning anda eeskuju ka teistele riikidele. Nii nagu prügikohti, tuleks ka neid ehitisi kohalike omavalitsustega kooskõlastatult kaardistada. **Kaardistama peaks kõik MITTEVAJALIKUD lagunevad kunstkivihooned.** Talgute korras ja paetootjaid kaasates tuleks need hooned kohapeal killustikuks jahvatada ja taastoodetud materjal kohalikule tarbijale üle anda. Seni kogemus kinnitab, et silikaat- või punase tellise ja betooni purustussaadus on täitekillustikuks täiesti kõlblik. Vanadest kivihoonetest järelejäänud suuri killustikumägesid võib juba näha näiteks Paldiski sissesõitu veel hiljuti "ehtinud" Pentagoni kohal, Tallinna Veerenni tööstushoonete kvartalis ja mujalgi. **Kunagi loodud ja nüüd loodust reostavate ehitiste taaskasutus on ühtaegu säästlik ja kultuurikeskkonda taasväärtustav, kujundades samas ROHELIST ELULAADI riiklikus ulatuses ka omanike seas.**

Samas on kõigile hästi teada, et **lähiaastail ootab meid tõsine loodusliku paekillustiku nappus.** Töötavate karjäärde tarbevarud on otsakorral, uute karjäärde avamine aga põrkub kohalike elanike üha suuremale ja praegu ka mõistetavale kollektiivsele

vastuseisule. Seniste kogemuste alusel on põhjust karta kaasnevat keskkonnareostust, kaevude kuivaksjäämist, kohalike teede ülekoormamist, tolmu- ja mürareostust. Vastuseis teeb järjest küsitavamaks **riikliku ressursi väljamise omaniku maalt.** Kinnisvara- ja logistikaarendusega seoses vajatakse nii hoonete kui teede ehitamiseks üha rohkem paekillustikku. Eriti terav on olukord pealinnas, kus kaks senist killustikutootjat – Paekivitoode- te Tehas ja Vao Paas linna sisse kasvanud Vao karjääris, samuti paetootjad linnast läände jäävas Harku karjääris – kaevandavad oma viimaseid kinnitatud varusid. Paljudes riikides **saavad kohalikud elanikud oma maavarade kaevandamise eest riiklikku pensioonilisa**, mis vähendab oluliselt vastuseisu kaevandamisele. Meil on kõik eeluurimise ja kaevandamisega seotud mured jäetud kaevandaja õlgadele, nagu oleks killustikku vaja vaid tootjale kasumi saamiseks, mitte rahvale üldriiklike vajaduste rahuldamiseks.

VAREMETEST ON KÜLL TÜLIKAS LAHTI SAADA, AGA...

Killustikupuuduse leevendamise abinõud peavad olema **keskkonnasõbralikud, säästlikud ja jätkusuutlikud.** Kasvava tähendusega tulevad ka ehitusmaailmas esile **taaskasutuse põhimõtted.** Varemeid on küll tülikas kõrvaldada, ent kasu on mitmepoolne. Jääksaadusest kindlasti **olulisem on korrapärastatud kultuurikeskkond nii linnas kui maal.** Kui seda tööd korraldada kogu riigi tasandil, on tulemused paljutootavad. Taaskasutatav täitematerjal pakub betoonkonstruktsioonides usaldusväärse alternatiivi looduslikele täitematerjalidele. Kuigi ümbertöötatud ehitus- ja lammutusjäätmed pole täiendava töötluseta piisavalt kõrge kvaliteediga ning neid ei saa kasutada loodusliku killustiku asemel kõikides valdkondades, on **betooni lammutusjäätmed** purustatuna uue betooni tootmisel tänuväärne materjal. Tänapäeval saab ka kõrge tugevusastmega be-

tooni toota keskkonnasäästlikult. Rõhutagem veel kord, et ehitus- ja lammutustöödel on **jäätmete realiseerimine** põhjustanud tõsist muret ökosüsteemile ja kogu keskkonnale. Kui aga kaks muret ühendada, jõuaksime parema tulemuseni ehk kaks miinust annavad kokku plussi. Riiklikul tasandil tuleks **kohalikele omavalitsustele** teha ettepanek kasutuskõlbmatud kivi- ja betoonehitised kaardistada, lammutada ning taaskasutusse suunata.

ÜMBERTÖÖTATUD BETOONI TAASKASUTAMISE POPULARISEERIMINE

Kohalik omavalitsus otsustab kohaliku keskkonnakaitse üle, mõtleb välja, kuidas saaks vabaneda vastutusest oma haldusterritooriumile kaevanduste rajamisel, arvestamata seda, et killustikupuuduse tõttu on mitmed Eesti jaoks olulised teehitusprojektid ohtu sattumas. Riigis tervikuna kaalub kaevandamisvajadus praeguses olukorras üles looduse puutumatuna hoidmise vajaduse nendel aladel, kus **keskkonnakahjud on minimaalsed, kvaliteetne paekivi kasutajale võimalikult lähedal, kaevandamistingimused soodsad ja sellega seoses oma-**



KÕIK SEE LÄHIMINEVIK VÕIKS VARSTI OLEMATA OLLA

Foto: Elerin Vende

hind madalam. Nendel aladel peaks riigi omandis olevat maavara saama kaevandada maaomanikust suhteliselt sõltumatult. Kohalik omavalitsus võtab mõnikord kergekäeliselt looduskaitse alla ka potentsiaalseid paemaa- rdlaid. Kui keskkonnaministeeriumi ja omavalitsuste koostöös määrataks Ees-

tis üleriigilisi vajadusi rahuldav karjäärivõrgustik ning kompenseeritaks vanade betoonehitiste lammutamist, võimaldaks ümbertöötatud betooni taaskasutamine ehitustöödel olukorda üha enam stabiliseerida. Ümbertöötatud betooni taaskasutamine ehitustöödel üha laieneb.

EHITUSKESKUS



INFO KVALITEETSEST EHITAMISEST

Rävala pst 8, 10143 Tallinn
Tel 660 4555

Avatud E-R 9-18

ehituskeskus@ehituskeskus.ee
www.ehituskeskus.ee

- **Alaline ehitusnäitus**
- **Koolitusseminarid**
- **Ehitusalane kirjandus**

MAI

08.05.2008 Haljasalade kujundamine linnaruumis ja maakodus.

15.05.2008 Renoveerimise ja restaureerimise võlu

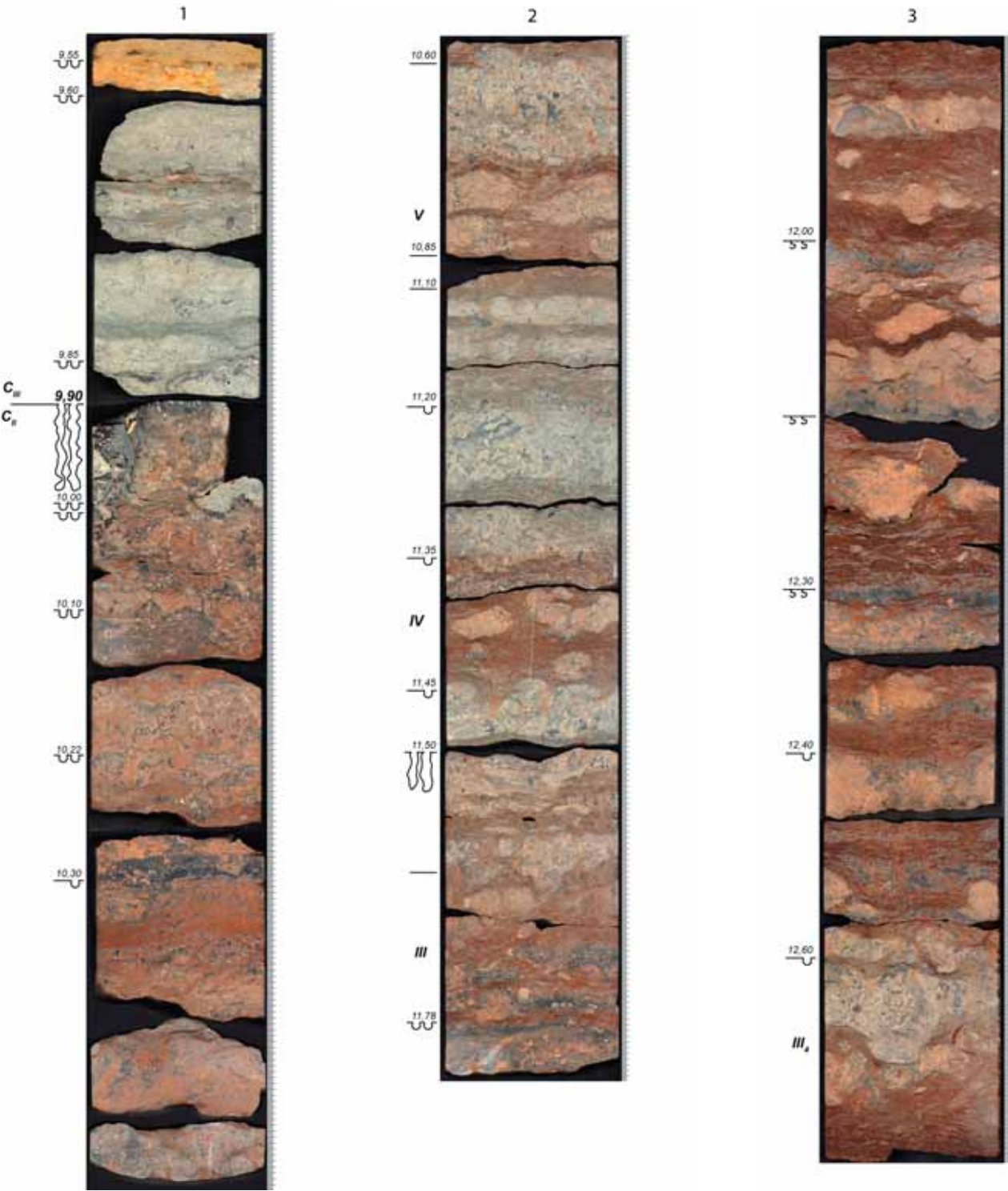
JUULI

16.-18.07 ja 28.-30.07

Vaasa elamumess Soomes.

Toimub 2 koolitusreisi.

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



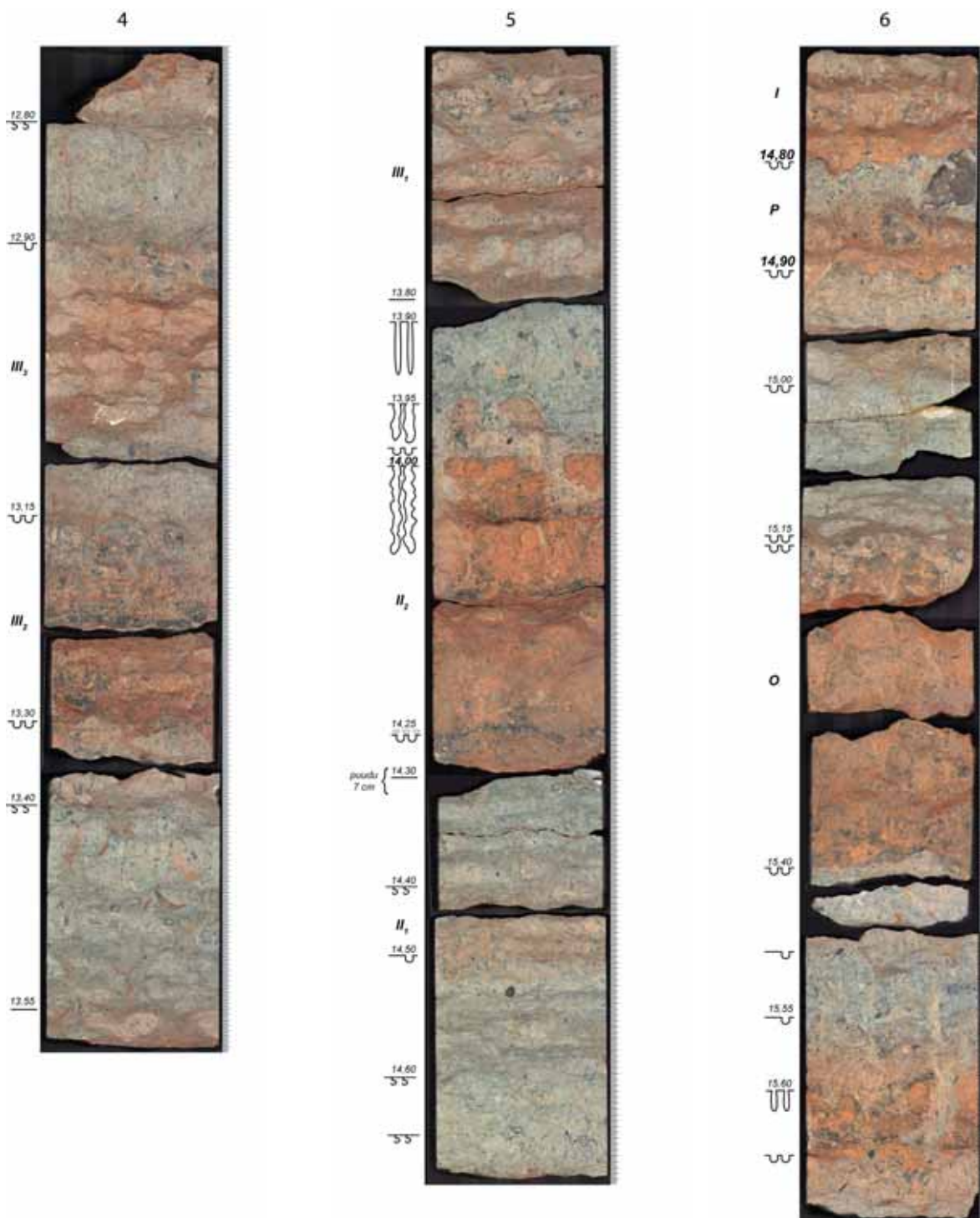
KUKRUSE LADEME LIIGESTUS ÜLEMISTE PUURSÜDAMIKUS

REIN EINASTO, ANDRUS RÄHNI
Tallinna Tehnikakõrgkool

KUKRUSE LADEME VIIVIKONNA kihistu (k-u) kiht-kihiline liigestamine indekseeritud kukersiidikihtide väljeraldamisega läbilõikes on seni piirdunud Kirde-Eestiga Tapa – Järva-Jaani

jooneni (Männil, Bauert, 1986). Nime- tatud kihistu läbilõike tsüklilisuse uu- rimine ja kihtideks liigestamine (R. Ei- nasto), digiläbilõike koostamine (A. Rähni) Ülemiste puursüdamiku alusel lubab veenvalt järeldada, et Virumaal (lademe ja kihistu läbilõike tüüpalal) rakendatud liigestusskeem (Bekker,

1921; Männil, R. 1984; Männil, Saa- dre, 1987; Kõrts, Einasto, 1990; Einas- to, Saadre, 1991) on avamusel lääne suunas edukalt rakendatav vähemalt Tallinna jooneni. Käesolev artikkel on järg Kiviõli kihistiku ja Kõrgekalda ki- histu digiläbilõikele Ülemiste puursü- damikus (Einasto, R. Rähni, A., Allev,



E. 2006; Einasto, Rähni, 2006). Kas kihtideks liigestamine samal põhimõttel tsüklilisuse alusel on võimalik ka Hiiumaal T. Saadre ja K. Suuroja (1993) välja eraldatud kukersiinivaba Pihla kihistu läbilõigetel, selgub lähiajal Männamaa (F-367) puursüdami uurimise käigus.

Tsüklilist ehitust markerib kõigepealt kukersiinivaba halli savika detriitja lubjakivi 5–25 cm paksuste **kih-**

tide kordumine kukersiini sisaldavate pruuni- ja oranživärviliste kivimite – **kukersiidi**, **kukersiin-lubjakivi*** ja **kukersiin-merkivi**** vahelduvas läbilõikes. Et stratigraafiline liigestus põhineb kukersiidikihtide indekseerimisel (Aaloe, 1975; Männil, 1984), lähtutakse nendest läbilõike tsüklilisel liigestamisel: enamik kukersiidi **tsükliite** koosneb kolmest kihist – alumisest hallist kukersiidivabast

savikast lubjakivist sortimata püriitse detriidiga; keskmisest kukersiidist ehk koostise järgi kukersiin-merkivist või vähese kukersiinisaldusega merkivist kukersiin-lubjakivi mugulatega ja ülemisest kukersiin-lubjakivi kihist. Kõik kivimid on intensiivselt **bioturbeeritud**. Madalamat järku tsükliidid koosnevad vaid kahest elemendist: kukersiidist ja kukersiin-lubjakivist.

* Merkivi on kivim, kivistunud mergel, võrdle Mergelstein, marlstone; mergel on sete (Einasto, 2008);

**kukersiin on kukersiidi tombuline orgaaniline komponent (Kõrts, Einasto, 1990)

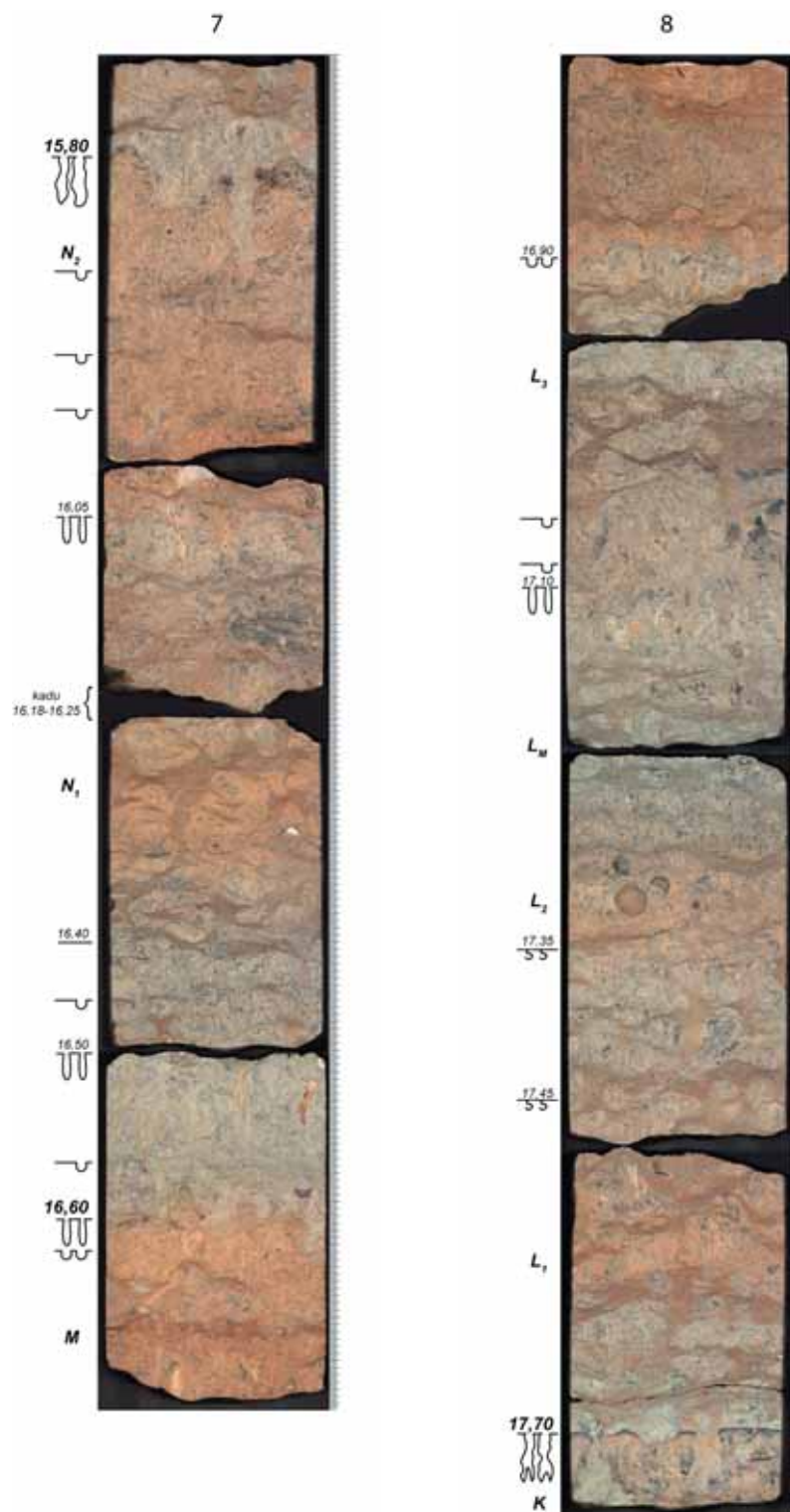
Neid kihi- ja kõrgema taseme (*bed- and field-scale cycles*, vt Einsele *et al.*, 1991, ehk **mini- ja meso-**) **tsükliitide piire** tähistavad selles läbilõikes **katkestuspinnad (kp)**, mis oma ehituselt on mitmeti erinevad. Kõrgemat järku (*meso- ja makro-*) tsükliitide piiridel on kp sügavate (kuni 20 cm) koopakujuliste taskutega, mille söövitatud konarlikud seinad kannavad karstistumise jälgi, olles seega kestvama õhualuse lünga tunnistajaiks. Need piirid on ka **loomulikeks lademe eriaegsete alajaotuste (stratooni-de) piirideks**: Kiviõli – Maidla kihistiku piir sügavusel 17,7 m ja Maidla – Peetri kihistiku piir sügavusel 14,0 m. Selline Kukruse lademe **ajaliste piiridega** kolmikliigestus kogu avamuspiirkonnas (vähemalt Viivikonna kihistu piires) muudab prioriteetseks kasutada Arvo Rõõmusoksa (1957, 1970) vöölist liigestust.

Kukruse lademe (ja Kiviõli kihistiku) **alumise piiri** fikseerimine esimese tootsa kukersiidihi (A) alumise pinnana puht litoloogilise kriteeriumi alusel on praktikas juurdunud, kuid tsükliitide liigestusprintsipi järgi eba- korrektne, kuna A-kihi kukersiidi vahetu lamam – tsükliidi basaalne osa hall lubjakivi (vahemik 20,2–20,3 m) on seni loetud lamamisse. Meie oleme selle kihi lugenud Kukruse lademesse (Einasto, Rähni, Allev, 2006).

Käsitletavas läbilõikes on ainus **selge stratigraafilise mahuga lünk** koos kihtide väljakiildumisega **Kiviõli kihistiku** ülemisel piiril sügavusel 17,7 m, kus J- ja K-kiht puuduvad. See on ilmne tõend kulutusest ja kestvama lüngast sellel piiril, seega on tegemist minitasemest kõrgemat järku loomuliku stratigraafilise piiriga – mesotsükliidi piiriga, mis hästi sobib lademe vöölise liigestuse aluseks.

Peetri kihistiku alumine piir minitsükliidi-sisese III kukersiidihi alumise pinnana on analoogiline lademe alumise piiriga, kus kestev lünk puudub. Samas on kestvama lünga tunnustega mitmekordne kp II kukersiidihi peal, millel lasuv paksem (1,2 m) lubjakivi kihind kolme kukersiitse merkivi vahekihi (vt tulbal III1, III2 ja III3) kuulub lasuvasse III kihi mesotsükliiti.

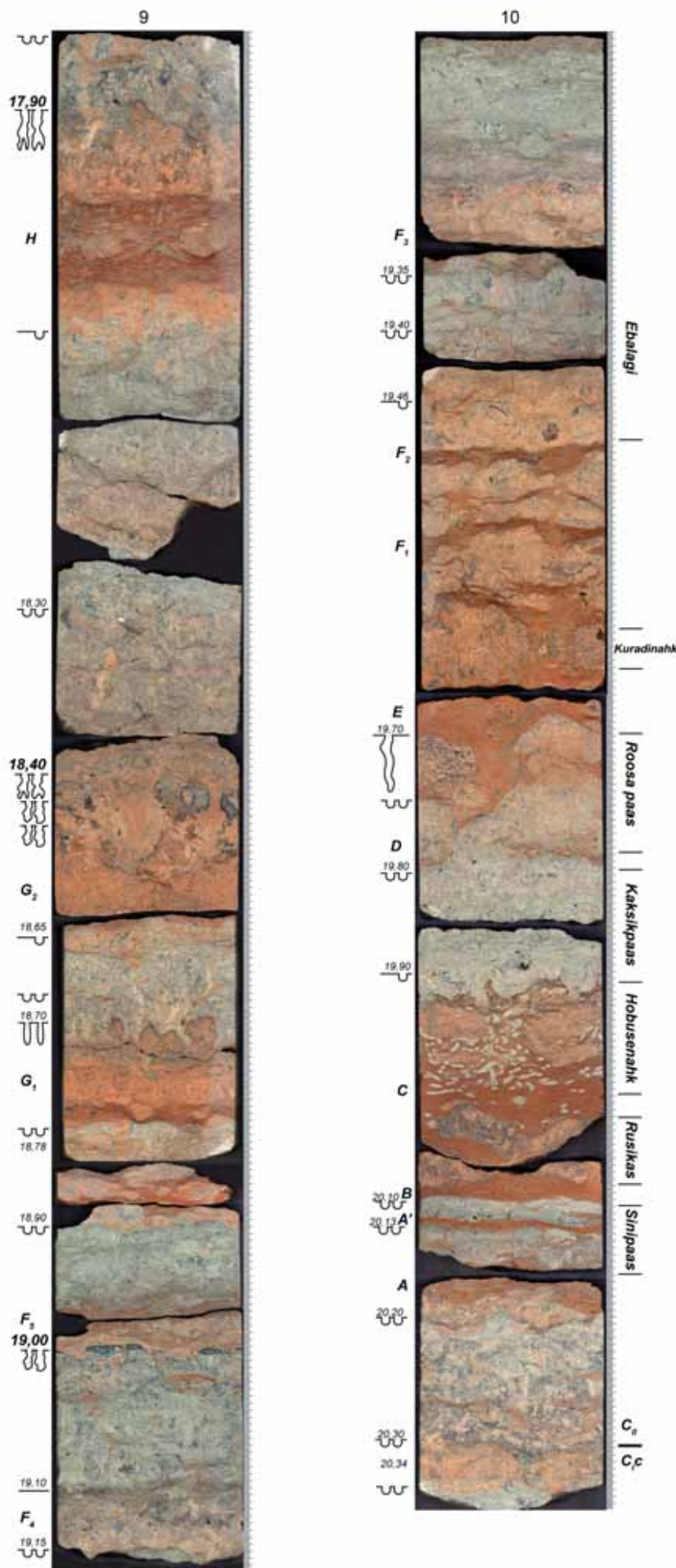
Kukruse lademe (ja Viivikonna kihistu) **ülemine piir** (sügavusel 9,9 m) on sügavate (üle 10 cm) karstistunud taskutega, intensiivselt püriidistunud, *Trypanites* käikudega ja selgete kulutusjälgedega kestvamat lünka tähistav kp (Bauert, 1989). See on



Kunda lademe alumiselt piirilt algava **makrotsükliidi** ülemine piir. Piirikihitide ulatuslik väljakiildumine lõuna suunas mõlemal pool piiri on kiitiinikute alusel veenvalt tõestatud (Nõlvak, 1972; Männil, Bauert, 1984; Hints *et al.* 1994).

Kirjandus

Aaloe, A. 1975. Balti basseini kukersiidi tootsa kihistiku liigestus tekstuuritunnuste järgi. – ENSV TA Toimetised. Keemia, Geoloogia, 24, 3, lk 227–232 (vene keeles).
Bauert, H. 1989. Discontinuity surfaces of



possible microkarst origin in the Viivikonna Formation /Kukruse Stage, Middle Ordovician), Estonia. – Eesti TA Toim. Geoloogia, 38, lk 77–82.

Bekker, H. 1921. The Kuckers Stage of the Ordovician rocks of Estonia. Acta et Comment. Univ. Tartuensis, ser. A, 2 (1), 92 p.

Einasto, R. 2008. Kord kordumises põlevkivilasundi liigestamisel. XVI Aprillikonverentsi „Põlevkivimaa – probleemid ja tulevik. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, lk 35–37.

Einasto, R., Rähni, A. 2006. Kõrgekalda kihistu digiläbilõige Ülemiste puursüdamikus. – Keskkonnatehnika, 4/06, lk 51–53.

Einasto, R. Rähni, A., Allev, E. 2006. Põlevkivi tootsa kihindi digiläbilõige Tallinna lähialtelt. – Keskkonnatehnika, 2/06, lk 51–52.

Einasto, R., Saadre, T. 1991. Maidla and Kohtla oil shale quarries. Geology and mineral resources of Estonia: excursion guide. First world meeting of Estonian geologists Tallinn–Lohusalu 9–14. sept. 1991 / EGEOS, Eesti TAGI, EKG – Tallinn, lk 25–30.

Einsele, G., Ricken W., Seilacher A. 1991. Basic Concepts and Terms. In: Einsele, G. *et al.* (Eds.) Cycles and Events in Stratigraphy. Springer-Verlag, Berlin, 1–19.

Hints, L., Meidla, T., Nõlvak, J. 1994. Ordovician sequences of the East European Platform. Geologija 17, Vilnius, 58–63.

Kõrts, A., Einasto, R. 1990. Kohtla and Maidla quarries. Field meeting, Estonia 1990: an excursion guidebook / Inst.Geol. Est. Acad. Sci., eds. D.Kaljo & H.Nestor, Tallinn, 145–148.

Männil, R. 1984. Kukruse lademe stratigraafilisest liigestusest tema stratotüüpses piirkonnas. ENSV TA Toimetised. Geoloogia, 33, 2, 46–54 (vene keeles).

Männil, R., Bauert, H. 1984. Kukruse lademe struktuur Eesti ja Tapa põlevkivimaardlat läbivas meridionaalprofiilis. ENSV TA Toimetised. – Geoloogia, 33, 3/4, 113–119.

Männil, R., Bauert, H. 1986. Kukersiidikihtkonna (C1c–C1II) ehitus. Balti põlevkivibasseini kukersiidikihtkonna ehitus (toim V. Puura), Tallinn, Valgus, lk 25–25 (vene keeles).

Männil, R., Saadre, T. 1987. Lasnamäe ja Uhaku lade. Rmt Puura, V. (toim) Rakvere fosforiidirajooni geoloogia ja maavarad. Tallinn, Valgus, lk 45–50 (vene keeles).

Nõlvak, J. 1972. Kukruse ja Idavere lademe piirikihtide iseloomustus Lipu puurprofiilis. ELUS Aastaraamat, 61, lk 39–59.

Rõõmusoks, A. 1957. Kukruse lademe (C2) stratigraafia Eestis. TRÜ teaduslikke töid, 46.

Rõõmusoks, A. 1970. Viru seeria (Keskordoviitsium) stratigraafia Põhja-Eestis. Tallinn, Valgus, 346 lk (vene keeles).

Saadre, T & Suuroja, K. 1993. Stratigraphy of the Kukruse Stage in Estonia. Bull. Geol. Surv. Estonia, 3/1, 25–32.

PAEKIVI EESTI HAUA- JA MÄLESTUSSAMMASTES

HELLE PERENS

geoloog

KLAAS ON LUMMAV, ehk isegi veidi edev materjal. Kunstiajaloolase Leo Soonpää ilumääratlusi meelde tuleades võib klaasi ilu lugeda vaid aistinguliseks. Vabadussõja samba tähendust võimendavat assotsiatsioonide ilu leiame tunduvalt tõsisemas, sadade miljonite aastate pikkust lugu kandvas materjalis – paekivis.

Paekivi kanti Vabadussõja samba materjalina maha ilma igasuguse arutluseta. Asjatundmatutel on kujunenud arusaam, et paas monumendis võrdub vaid **Kaarma dolokiviga**. Kuid see kivi on ainult üks ja ilmselt mitte parim valik pidevalt ilmastiku meelevaldas oleva rajatise püstitamiseks. Kaarma dolokivi on meie tuntud ja enim kasutatud ehituspaeliikidest kõige poorsem (keskmine poorsus 10%) ning seetõttu kergesti vettiv ja määrduv. Kuid hästi valitud mürdmiskihi korral („põhi“, „tuhkur“) saab ka sellest materjalist hästi säilivaid monumente. Suurepäraselt on säilinud näiteks Kudjapea kalmistu kabelid ning osa hauamonumente Kudjapea ja Kaarma kalmistul (19.–20. saj), skulptor V. Melliku „Lootoseõis“ Helme kalmistul (1923). Kaarma dolomiit on üks enimkasutatavaid hauatähise-materjale Eestis. Tegemist on hallikas-rohelise tooniga massiivse mikrokihi-



**HEAS KORRAS VASALEMMA
"MARMORIST" RIST
HARJU-RISTI KIRIKUAIAS, 1882**

tunud muutliku poorsusega primaarse dolomiidiga. Materjali valdavad Saaremaa firmad AS Saare Dolomiit-Väokivi ja Dolokivi OÜ.

Veelgi laiema kasutusareaaliga on Vasalemma "marmor", millest valmistatud hauatähiseid võib leida enamikul Eesti kalmistutel. See paeliik on oma olemuselt veidi heitlikum. Tege-



**KAARMA DOLOKIVIST HAUKIVI
MÄRJAMAA KIRIKUAIAS, 1795**

mist on lubjakiviga, millel on selgelt väljendunud plaatjas kihilisus ning peene- kuni jämedateraline struktuur. Kihtide paksus küünib 10 sentimeetrist kuni poole meetrini. Saatuslikuks võib saada selle kivimi nõrgalt tsementeerunud ebaühtlase terajämehusega erimi kasutamine, mille puhul laguneb kivim suhkrusarnasteks teradeks (nt 19. ja 20. saj vahetusel ehitatud Vasalemma lossi tagumine terrass). Hea näide on Vilivalla kalmistu Harjumaal, kus on ligi 100 hästi säilinud hauatähist (1831–1956). Suuri monumente on Vasalemma "marmorist" vähe, kivimiliselt heas korras on nt Aleksander III monument Pulla-pääl (1896). Praegu kasutusel olevast Rummu paemurrust võib saada masiivseid tugevaid "marmori" plokk-

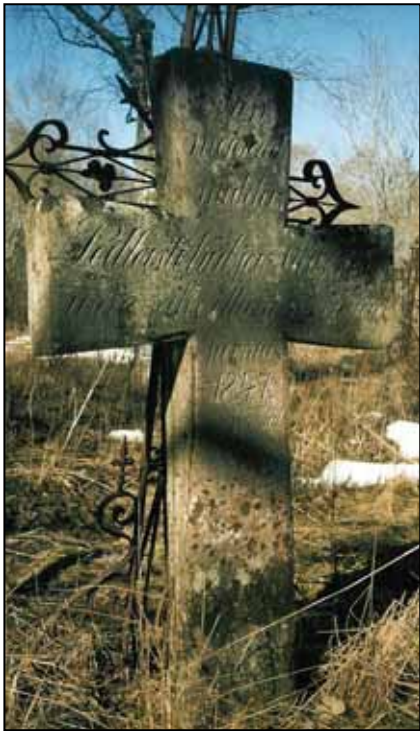
Fotod: Helle Perens



**VÄGA HEAS KORRAS KAARMA DOLOMIIDIST
KUDJAPEA KABEL, 19. saj**



**SUUREPÄRASELT SÄILINUD VASALEMMA "MARMORIST"
HAUAPLAAT PÜHALEPA KIRIKUAIAS, 1850**



**UNGRU LUBJAKIVIST RIST
KASSARI KALMISTUL, 1847**



**ORGITA DOLOMIIDIST MALTA RIST
MÄRJAMAA KIRIKUAIAS, 1720.
KIVIM TAHAB VAID PUHASTAMIST**



**AJAKOHANE ORGITA
DOLOMIIDIST RATASTRIST,
RAHUMÄE KALMISTUL, 1996**

mida ei soovitata asetada serviti, kuna siis voolab ülalt tulev vesi kihtide vahele ja hakkab neid lõhestama. Selle paeliigiga on tänapäeval kõige enam tegelnud AS Saare Dolomiit-Väokivi. Hea tulemus eeldab tarka kivivalikut.

Üks vastupidavamaid hauatähise-materjale on **Ungru lubjakivi**, millest on valmistatud 19 saj ja 20. saj esimese poole ristid ja rõngasristid, sealhulgas Vormsi kalmistu ristid, millest 90% on säilinud. See kivim on nii tihe, et ei ima vett ka serviti asetatuna. Pealegi on Ungru lubjakivi väga dekoratiivne.

Tihedad tugevad ning pastelsetes hallikas- ja kollakasrohelistes tooni-

des massiivsed **Orgita dolomiidi** ploki oleksid samuti tänuväärt materjal mälestussamba jaoks. Suure Ranavärava vapp, H. Pawelsi kenotaaf, Oleviste kiriku Maarja kabeli fialid on alates 16. sajandist olnud ilmastiku meelevaldas. Nii nagu 16.–17. sajandil, on Orgita dolomiit ka tänapäeval kiviraidurite ja skulptorite meelispaeliik.

Kõige vanem, 1560. aastast oma algel kohal püsinud raehärja B. Hochgreve mälestuskivi Marta tänaval on aga **Lasnamäe lubjakivist**. Raidkirjad on küll veidi kulunud. Siingi on osatud kivi valida õigest murdmiskihist. Et Lasnamäe paemurdudest saab

väga erineva kvaliteediga paekihte, on võimalik veenduda tulevase monumendi kõrval paikneva Ingeri bastioni (17. saj) seinu vaadeldes. Seal on kõrvuti tugevalt lagunenud savikas ja hästi säilinud tugev lubjakivi. Paar sajandit on piisav aeg selleks, et paekivi tugevus ja nõrkus nähtavale tuua.

Küllap leidub tänapäevalgi paetundjaid, kes nii olulise objekti jaoks oskaksid parimad paekihid välja valida. Samba puhul võib ka erinevaid paeliike koos kasutada.

Päris kindlasti ei maksaks meie rahvuskivist Vabadussõja sammas 100 miljonit.



**1560.AASTAL TAPETUD RAEHÄRRA
B. HOCHGREVE LASNAMÄE LUBJAKIVIST
MÄLESTUSMÄRK MARTA TÄNAVAL**



**LASNAMÄE LUBJAKIVI ERINEVATE MURDMISKIHTIDE
VASTUPIDAVUS TULEB HÄSTI ILMSIKS
INGERI BASTIONI NÄIDISSEINAS, 17. saj**

LOODUST SÄÄSTEV ÖKOMÖÖBEL

HARRI TREIAL

VANARAHVA TARKUS ütleb, et julge pealehakkamine on pool võitu. Kui sellega käib kaasas nooruslik energia, avar tulevikunägemus ja sihikindlus, siis ei tule täielikku võitu kaua oodata. Selliste mõtetega tulin kohtumiselt alles mullu loodud uue äriühingu Kartong Disain omanike ning juhatuse liikmete Margit Kanguri ja Merit Aljastega. Hakkajad ettevõtjad töötavad raamatupidamisteenust pakkuvas firmas, mis kolis äsja Mustamäel asuva Tallinna Tehnoloogiapargi (Tehnopol) ühte majja. Uus kontoriruum tuli sisustada. Otsustati, et mööbel peab olema loodusesõbralikust ja keskkonnasäästlikust materjalist. Hakatigi otsima ökomööblit. Seda aga Eestis ei pakuta, kohapeal valmistamisest rääkimata.

Kartongmööblit valmistatakse juba aastaid mitmes Euroopa riigis, ka USA-s. Otsing viis Ungarisse, kus sellist sisustust toodab ettevõtte nimega Terbe Design Company, kus töötab tuntud tööstusdisainer János Terbe.

UNGARLASTEL ON ÖKOMÖÖBEL JUBA AASTAID HINNAS

Kartongmööbliga oli omamoodi põnev tutvuda. Esmapilgul inimsõbralik ja soe materjal oli Margit Kanguri sõnul nende jaoks ikkagi uudne. Kohe tuli pähe mõte, et sellised esemed võiksid ehk meilgi laiemat huvi pakkuda. Ruumide sisustamisel otsitakse ju alati omanäolisust, tahetakse teistest erineda. See tähendab aga standardmööblit loobumist.

Esimesed kohtumised Ungari ökomööblivalmistaja esindajatega olid väga meeldivad. Läbirääkimised lõpesid koguni sellega, et firmast Kartong Disain sai Terbe Design Company esindaja Eestis.

Nimetatud kompanii valmistab aastast kuni 3000 kartongriiulit ja nende jaoks vajalikke lisaelemente ning 200 komplekti eksklusiivmööblit. Eriti nõutavad on mitmesugused dekoortooted, neid toodetakse aastast isegi 20 000 – 30 000. Siia kuuluvad ka näiteks volditavad pildiraamid, mida hakati valmistama juba kümme aastat tagasi. Kartongist riulikomplekte on

tehtud juba kuus aastat ja eksklusiivsarju kolm aastat.

Merit Aljaste selgitas, et nendest ökotoodetest on Ungaris kõige populaarsemad mitmesugused dekoratsioonelemendid ja unikaalsed tooted, olgu siis tegu mõne reklaamtootega, kaupluse või messiboksi sisustusega. Ökomööblisse suhtumist jälgides said ungarlased juba aastaid tagasi kinnitust, et selle mööbliga võiks minna koguni rahvusvahelistele turgudele.

KARTONG ON PIISAVALT TUGEV

Kahtlused tavalise või ka lainepapi tugevuse suhtes on osutunud aluseks. Katsetustele tuginedes hakati tootma sellise paksusega mööblikartongi, mis käituses muret ei tee. Riiulite arvestuslik kandevõime on kuni 30 kg ning toolil võib istuda kuni 150 kg kaaluv inimene. Riiulite kandevõime on üldiselt sellest, kas on tegu volditud või liimitud riuliga. Lauad, toolid, riulid, reklaamistendid jm on valmistatud tugevast kartongist. Kartongmööbli mõned ohtlikud kohad, nt eksklusiivsarja laudade ja toolide põrandani ulatuv serv kaitsetakse võimalike löökide eest HDF-puiduga.

Mööbel pannakse detailidest kokku käsitsi voltimise teel, seejuures ei lähe vaja mingeid abivahendeid. Voltimiskohad on sisse pressitud ning liitekohti tugevdavad kinnituste sisselõiked. Toolide nähtamatu kandekonstruktsioon on samuti kartongist. Riiuleid toodetakse moodulitena, nii et soovi korral saab nendega kas või kogu toaseina katta. Seejuures saab valida, kui palju tahetakse avatud riuleid, sahtleid või kappe. Kokkupandava kapi või riuli saab hiljem soovi korral ümber seada, teha nt kahe sahtliga kapist kolme sahtliga kapp. Laudadele ja riulitele saab lisada valgustust ning tooli-



KARTONGRIIUL KUULUB NIINIMETATUD STANDARDSARJA TOODETE HULKA

dele rattaid, mis teeb tooted veelgi põnevamaks ja omanäolisemaks.

Tootmisest tulevad praegu kõik detailid pruunis kartongitoonis, kuid neid võib ise soovitud toonis värviga katta. Põnev on näiteks lastetoamööblit toaomanike osavõtul kokku panna, pealegi saavad lapsed ise mööbli oma maitse järgi ära värvivad. Nii kasvatatakse tööarmastust ja oma värvitud esemeid hoiavad lapsed ehk ka rohkem.

Ökomööbli puhul on oluline fakt, et kõik toodetavad esemed on valmistatud taaskasutusse suunatud papist. Oma aja äraelanud kartongesemed võetakse taas kasutusele toodete valmistamiseks. Mõne aja pärast on kaupluses uus mööblikomplekt, mille tarbeks pole metsas ühtki puud langetatud.

Mis puutub ökomööbli hinda, siis standardtooted on naturaalpuidust esemetega võrreldes veidi odavamad.

MEIL SEISAB KARTONGMÖÖBLI TUTVUSTAMINE ALLES EES

Heites pilgu tulevikku, näevad noored ärinaised, et meil müügile tuleva ökomööbli hulgas võiksid olla ka kohalike disainerite loodud esemeid. See aitaks laiendada tootevalikut. Eraldi küsimus on loomulikult seotud eksklusiivmööbliga. Merit Aljaste sõnul ei ole nende firmal veel oma disainerit, kuid otsimine käib. Eriti kiigatakse oma kunstnikuteed alustavate tudengite poole. Seda enam, et nt ühiselamutoa sisustamiseks pakuks kartongmööbel palju võimalusi, soovi korral saab selle lahti võtta ning uues kombinatsioonis kokku panna.

Ökomööbli tutvustamiseks avas Kartong Disain märtsis oma Internetikodulehekülje, kus näidatakse kõiki praegu Ungaris toodetavaid esemeid ja selgitatakse nende ostmise või tellimise võimalusi. Mööbliga vahetuks tutvumiseks pakkus Tehnopol võimaluse sisustada oma keskus üks kontoriosa ökomööbliga. See on esimene väike ökomööbli väljapanek. Sinna ei mahu muidugi kõik riulite, toolide, laudade, kappide, reklaamistendide, vaaside, lampide, pildiraamide jms näidised. Esmatutvuseks sellest aga piisab.

Merit Aljaste ja Margit Kangur on üsna kindlad, et juba sel aastat valmivad ka meil esimesed ökomööblitooted kas siis Ungari näidiste või oma disainerite kavandite järgi.

LEIDLIKUD ETTEVÕTJAD SAAVAD TALLINNA LINNALT TAOTLEDA PATENDITOETUST

JUBA KOLMANDAT AASTAT annab Tallinna linn ettevõtlikele eraisikutele või ettevõtetele toetust patendikaitse vormistamiseks tööstusomandi esemetele ehk patenditoetust. Kahe aasta jooksul on laekunud 12 taotlust, neist on rahastatud 4.

Patenditoetuse andmise eesmärk on hõlbustada innovaatilistele lahendustele välisriikides tööstusomandi kaitse saamist ning stimuleerida lahenduste ärilist rakendamist. Toetus hõlmab leiutiste, disainilahenduste ja mikroliituse topoloogiatega (mikroskeemid) õiguskaitsse vormistamist.

Toetuse taotleja võib olla äriühing, füüsilisest isikust ettevõtja või füüsiline isik. Füüsilise isiku rahvastikuregistrijärgne elukoht peab olema Tallinn. Samuti peab ettevõtja olema registreeritud Tallinnas ning tema peamine tegevuskoht peab olema Tallinnas. Äriühingu ja FIE töötajate arv võib olla kuni 20. Taotlejal ei tohi olla maksuvõlga ei riiklike ega kohalike maksude osas. Ettevõtte omanikeriingi peavad kuuluma ainult eraisikud.

Toetust antakse taotlejale kuni 100 000 krooni, mida võib kasutada lõivude tasumiseks, patendivolini ke teenuste eest tasumiseks, taotluse vormistamiseks, vajaduse korral ka tõlkimiseks ja jooniste tegemiseks. Taotlejapoolne omanifinantseering peab moodustama vähemalt 1/3 projekti kogumahust.

Taotlus esitatakse koos teiste nõutavate dokumentidega Tallinna Ettevõtlusameti ettevõtja infopunkti, kus kontrollitakse dokumentide vastavust korrale.

Protsess taotluse esitamise lõpptähtajast kuni otsuse langetamiseni võtab aega 30 tööpäeva. Et kindlaks teha, kas toetuse saajaks kvalifitseerutakse, tuleks ettevõtjal kõigepealt pöörduda Tallinna Ettevõtlusameti ettevõtja infopunkti. Võimalik on ka osaleda Tallinna Ettevõtlusameti korraldataval konsultatsioonipäeval ja tutvuda vajaliku informatsiooniga ettevõtja kodulehel ettevotja.tallinn.ee.

Taotluse läbivaatust korraldab hindamiskomisjon, kes otsustab, milliste taotluste kohta tellitakse täiendav ekspertiis või äripotentsiaali hindamine. Saadud tulemuste põhjal teeb hindamiskomisjon otsuse, kas ja mis ulatuses taotlus rahuldada. Peale selle võetakse oluliste kriteeriumitena arvesse tehnilise ja kujutusliku lahenduse (disaini) uudsus ning eristatavus, tööstuslik või käsitöönduslik rakendatavus, lahenduse komertssuutlikkus ning ekspordipotentsiaal.

Võimalust saada tagastamatut linna poolset abi suurendab märgatavalt leiutise või disainilahenduse autori koostöö äriettevõttega, kus tulevikus kaitsitud lahendus rakendust võiks leida. Seega peaks leiutise või disainila-

henduse autor esmalt läbi mõtlema, mil viisil uudne lahendus ärilist tulu toob. Kindlasti tuleb kasuks pöördumine ka Eesti patendivolini ke poole. Praktika näitab, et sellised taotlused, kus eeluuring/otsing on tehtud koostöös patendivolini kuga, on oluliselt tulegevamad.

Sagedasem põhjus, miks patenditoetus ei ole ettevõtjale laienenud, on uudsuse puudumine ehk siis puudub lootus patenti saada. Muret on teinud ka liiga kitsastes piirides eelotsingud.

Peale patenditoetuse on võimalik taotleda stardiabi, uute töökohtade loomise toetust, koolitus- ja praktikajuhendaja toetust ning messitoetust. Täpsem informatsioon on Tallinna kodulehel.

Patenditoetuse korra ja taotlusandkeediga on võimalik tutvuda Tallinna kodulehel <http://ettevotja.tallinn.ee>. Järgmine toetusvooru tähtaeg on 22. august.



Lisainfo

Tallinna Ettevõtlusameti ettevõtja infopunkt
Vabaduse väljak 7, 1 korrus
Tel 640 4219
E-post: ettevotlus@tallinnlv.ee
<http://ettevotja.tallinn.ee>



Pimedad ajad on lõppenud!

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

www.wihuri.ee

mootorid@wihuri.com

telefon: 679 9260