

# KESKKONNATEHNIKA

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

2/12  
2,85 EUR

## Jeven



**Rasvafilter TurboSwing** suursöögiõhu puhastamiseks ja soojustagastuseks

Vt ka Keskkonnatehnika 6/2011

Esindaja Eestis:  
Lindab AS  
Tel 634 8200  
lindab@lindab.ee

Tootja:  
Jeven OY  
www.jeven.com





## Soodne!

Vaheta välja oma vana kütteseade ja soeta asemele uus kõrgeima kvaliteediga kondensaat-tüüpi gaasikütteseade Junkersilt erakordselt soodsa hinnaga!

**Topeltkasulik – kõrgeima taseme mugavus madalama hinnaga!**

Kampaania kestab ajavahemikul **14.03. -18.05.2012.**

	Tavahind EUR (km.-ga)	Kampaaniahind EUR (km.-ga)
ZBS 22/150S-3MA	3704,00*	2399,00*
ZBS 30/150S-3MA	4001,00*	2499,00*

\* madalaim soovituslik jaemüügihind



**CERAPURMODUL:**  
Kõrgeimatele nõutele vastav kompaktne seade hoone kütmiseks ja sooja tarbevee valmistamiseks

Võta käesolev reklaam kaasa ja pöördu sellega Junkersi volitatud koostööpartneri poole. Koostööpartnerid leiad meie kodulehelt aadressil – [www.junkers.ee](http://www.junkers.ee)

 **JUNKERS**  
Bosch Grupp



16



28



30



34



44

### Toimetused

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

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

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

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

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

Keskkonnatehnika ilmub alates 1996. aastast  
2012. aastal ilmub 6 numbrit  
Järgmine number ilmub mais  
Trükkikoda Printon AS



## ehitus

- 38 Küläs Soome Ehitusinseneride Liidul. E. Laimets, A. Piirsalu

## geoloogia

- 7 Maardu graniit. K. Suuroja  
16 Pinnase liigitamine geotehnikas. U. Lemberg  
38 Narva-Jõesuu hüdrotehnilistest rajatistest. A. Kask, J. Kask  
44 Vaadates kivi sisse. Veel Lääne-Saaremaa Vesiku kihtidest: probleeme põhikivimeis. R. Einasto

## keskkond

- 4 Välisõhu saasteluba – mitte ainult suurtootjate kohustus!  
P. Toonpere  
20 Uus elektromagnetväljade direktiiv tulekul – mida toob see kaasa ettevõtetele. T. Koppel  
34 Kemikaaliveoga kaasnevate riskide ohjamine. M. Heinlaan, M. Sihtmäe, L. Kanarbik

## küte, ventilatsioon

- 27 Atlantic`u energiasäästuvõudised 2012. K. Kalep. Plastor AS reklaamartikkel.  
28 Energiatagastusega ventilatsioon kortermajas – see on imelihtne! T. Kolk  
30 Ventilatsiooni rajades mõtle tulevikule. M. Plaamus  
33 Mida peaksid tellijad teadma soojusvahetusvedelikest. H. Viinalass

## pumbad

- 26 Kolmeks pakub lahendusi, mis kestavad. P. Kõiva

## vesi

- 24 Lahendus sademevee ärajuhtimiseks – STORMBOX. I. Oidram. Pipelife Eesti AS reklaamartikkel

# VÄLISÕHU SAASTELUBA – MITTE AINULT SUURTOOTJATE KOHUSTUS!

**PIRET TOONPERE**

Adepte Ekspert OÜ

KESKKONNAKONSULTANDINA töötades puutume tihti kokku üllatunud ettevõtjatega, kes avastavad, et nende tegevus nõuab välisõhu saasteluba.

Välisõhu saasteloa kohustuse määrab Keskkonnaministri määrus nr 101 „Saasteainete heitkogused ja kasutatavate seadmete võimsused”, millest alates on nõutav välisõhu saasteluba ja erisaasteluba. Määrus sätestab ühest küljest seadmete võimsused ja teisest küljest saasteainete heitkogused, millest alates on saasteloa omamine kohustuslik.

Seadmete võimsuste osa on tavaliselt ettevõtete jaoks mõistetav. Näiteks suudab naftasaaduste käitleja või tankla haldaja edukalt määrata, kas tema laadimiskäive on aastas üle 2000 m<sup>3</sup>, või katlamaja omanik hinnata, kas tema katelde kogusoojusvõimsus ületab 0,3 MW. Probleemid arusaamisega, et saasteluba on kohustuslik, tekivad peamiselt sellest, et ei osata hinnata, kas ületatakse saasteainete heitkoguste künnist või mitte.

Üheks enamlevinud saasteaineteks, mille heitkoguste hindamisega probleeme tekib, on lenduvad orgaanilised ühendid. Tegu on saasteainega, mille emiteerimisele on järjest rohkem tähelepanu pöörama hakanud ka järelevalveasutused. Lenduvate orgaaniliste ühendite heitmed on põletusseadmete kõrval järgmiseks põhjuseks nii saastelubade

taotlemisel kui ka ettevõtetele ettekirjutuste tegemisel.

## LENDUVAD ORGAANILISED ÜHENDID

Määrus nr 101 sätestab, et saasteluba on nõutav, kui aastas eraldatakse vähemalt 0,1 tonni lenduvaid orgaanilisi ühendeid.

Lenduvad orgaanilised ühendid (LOÜ) on sünteetilised ja looduslikud ained, mis lenduvad isegi toatemperatuuril. Levinuimad LOÜd on metaan, aldehüüdid, ketoonid jt. Selliseid aineid esineb kodukeemiatoodetes. Suures koguses esineb neid aga lahustites ja lakkide, värvide, liimide koostises.

Vaatleme lähemalt, mida selline eralduvate LOÜde kogus realselt tähendab. Näiteks ühte enimkasutatavat lahustit, atsetooni, peetakse väga lenduvaks aineks ehk siis aine lenduvuseks loetakse 100%. See aga tähendab, et kui ettevõtte kasutab aastas üle 100 kg atsetooni, siis tekib üle 0,1 tonni LOÜsid, mis tähendab, et ettevõtte peab omama välisõhu saasteluba. Aastas nelja kanistri atsetooni tarbimine on jõukohane väga paljudele ettevõtetele.

LOÜde heitmeile peaksid samuti tähelepanu pöörama ettevõtted, kes kasutavad oma töös värve, lakke, liime ja puhas-

tusvahendeid. Selliste kemikaalide puhul on LOÜ sisaldus tavapäraselt 20 kuni 100 protsenti. See aga tähendab, et saasteluba on kohustuslik omada juba 100–600 kg kemikaali kasutamisel aastas.

Sellest lähtuvalt peaksid kõik värvitöökodad (nt autoremondiettevõtted), metallide ja puidu töötlemisega tegelevad ettevõtted ning suur osa elektroonikaetevõtetest pöörama tähelepanu oma töös kasutatavate kemikaalide kogustele ja koostisele. Juhul kui ettevõtte kasutab oma igapäevatöös kemikaale, siis on väga suur tõenäosus, et ettevõttel on kohustus omada välisõhu saasteluba.

## ODAVAM ON LUBA TAOTLEDA

Välisõhu saastelubade omamise ja nende nõuete täitmise üle teeb järelevalvet Keskkonnainspeksioon. Inspeksioonil on õigus välisõhu kaitse seaduse nõuete rikkumise eest teha juriidilisele isikule kuni 2000 euro suurune trahv. Peale trahvi on õigus ilma välisõhu saasteloa emiteeritud LOÜde eest nõuda 20kordset saastetasu. 2012. aastaks kehtestatud saastetasu määr LOÜde emiteerimisel on 91,90 €/tonn. Kõrgendatud saastetasu rakendamine võib tuua ettevõttele märkimisväärse väljamineku, mida loa nõuetekohasel taotlemisel on võimalik kergesti vältida.

RÕHUME ÕHULE

**KOMPRESSORIKESKUS**



Suruõhu- ja vaakumtehnika  
terviklahendused

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

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

**VIRUMAAL:**  
Tel 50 79 758

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



**Baltic Industrial**  
MACHINERY

# KES VÕI MIS ON LiuGong? POLE KUNAGI KUULNUD? IMELIK NIMI!

**LiuGong ei ole ka Sinust midagi kuulnud, saagem siis tuttavaks!**

**LiuGong Machinery Co., Ltd** on üks suuremaid Hiina tööstuskontserne, mis tegeleb masinate kõrgtehnoloogilise arendamise, ehitamise, müügi ja teenindamisega. Ettevõtte ajalugu ulatub 1958. aastasse, kui konstrueeriti ja valmistati esimene rataslaadur. Kontserni masinaehitusettevõtet on seni Hiinas ainsana tunnustatud Rahvusliku Kvaliteediautasuga. 2011. aastaks tõusis see Hiina börsifirma ja kodumaine ehitusmasinate müügiliider mitmesuguste masinate valmistamise alal maailmas esikohale, tootes neid aastas rohkem kui 75 000. Valikus on rataslaadurid, ekskavaatorid, buldoosid, teehitusmasinad, kaevandusveokid, betoonimisemasinad, teehöövliid ja -freesid.

Uurimis- ja tootearendusse panustaval LiuGong'il on 1997. aastast ISO 9001 kvaliteedijuhtimissertifikaat, aastast 1998 Ameerika FMRC ja ISO 9001:2000 kvaliteedikontrollisertifikaadid ning aastast 2003 keskkonnakaitseertifikaat ISO 14001. Tootmisel ja varuosade valmistamisel järgitakse standardeid ISO 9000. Kasutusel on ka kvaliteediprogramm Six Sigma.

Enam kui viiekümne tegutsemisaasta jooksul on Hiina rasketehnika lipulaev tõusnud märkimisväärsele kohale globaalsel tasandil, kuuludes kahekümne parema hulka maailmas. Sihiks on seatud jõuda aastaks 2015 maailma esikümnesse. Seda eesmärki aitavad täita juba sõlmitud koostöölepped ühisfirmade loomiseks maailma tuntud mootorivalmistajaga Cummins (USA) ning käigukaste ja veermikke tootva Saksamaa

ettevõttega ZF Friedrichshafen AG. LiuGong'i tipptasemel ehitusmasinad valmivad koostöös maailma tuntud masinaosatootjatega Cummins, Kawasaki, Sauer-Danfoss, Parker, Bosch Rexroth, ZF, Yanmar, KYB ja Toshiba.

LiuGong'i tooteid iseloomustab konkurentsivõimeline hind, tipp tehnoloogia kasutamine, tugev järelturg ja müügitugi rohkem kui üheksakümnes riigis kuuel kontinendil.

LiuGong'i tütarfirma LiuGong Machinery Europe B.V., mille peakorter on Amsterdams,

tagab varuosade kättesaadavuse ja kiire ko-haletoimetamise kogu Euroopas. Poola tehase HSW (*Huta Stalowa Wola*, kaubamärk *Dressta*), mille LiuGong Machinery ostis 2011. aasta lõpus, ühendab Hiina tõhususe Euroopa tehnoloogiaga, olles Euroopa esimene Hiina masina-tootmistehas.

**LiuGong Machinery Co., Ltd.** tooteid vahendab (müük, hooldus ja remont) kõigis Balti riikides 2011. aastal sõlmitud koostööleppe põhjal **Baltic Industrial Machinery Ltd.** I.A.M.



## Baltic Industrial Machinery Ltd ametlikud esindajad Balti riikides:

### EESTI

Baltic Industrial Machinery OÜ  
Kopli 35B, Tallinn 10412

tel:+372 682 9000  
faks:+372 682 9001  
mob:+372 5692 474

en.liugong.com  
www.baltmachinery.com  
e-mail: ergo@baltmachinery.com  
skype: ergo.pottsepp

### LEEDU

Baltic Industrial Machinery Ltd  
Pelesos g.3-304, Vilnius LT-02115

tel:+370 5238 3495  
mob:+370 6272 4657

en.liugong.com  
www.baltmachinery.com  
e-mail: egidijus@baltmachinery.com  
skype: egidijus.sostakas

### LÄTI

Baltic Industrial Machinery OÜ  
Lubānas 150b, Rīga, LV-1021

tel:+372 682 9000  
faks:+372 682 9001  
mob:+372 5692 4745

en.liugong.com  
e-mail: ergo@baltmachinery.com  
skype: ergo.pottsepp



## Kompaktkomposter BACKHUS DC 50

Nõudmine väikeste ja õhku mitte saastavate kompostimisseadmete järele üha suureneb. DC (dünaamiline konteiner) on kinnine komposter, milles kompostitavat materjali õhustatakse ja kahe tigukonveieri abil pidevalt segatakse. Sel moel luuakse väga head tingimused nii ühtlaseks kompostimiseks kui ka kvaliteetse komposti saamiseks.

Maailmas ainulaadsel, 2011. aastal müügile jõudnud kompostriil BACKHUS DC 50, mis loodi koostöös firmaga EnviCont, on kogu vajalik seadmestik mahutatud kinnisesse soojustatud konteinerisse, milles temperatuur tõuseb kiiresti haigustekitajate kahjutukstegemiseks vajaliku tasemeni. Rullikutega alusvanker võimaldab konteinerit lihtsalt teisaldusveokile tõmmata ja vajalikku kohta toimetada. Kompostimise käivitamiseks on vaja komposter vaid elektrivõrku ühendada ning kompostitava materjaliga täita, pärast seda käib kõik automaatselt. Nõrgvesi ringleb läbi heitõhku puhastava biofiltri. Aastas kuni 450 tonni komposti tootmiseks kulub päevas vaid 15 kWh elektrienergiat.

### BACKHUS DC 50

#### Tehnilised andmed

Mõõtmed on samad kui 20' standardkonteineril: pikkus 6,058, kõrgus 2,590 ning laius 2,438 meetrit. Netomass on ~ 7,5 tonni; põhjapindala 14,769 m<sup>2</sup>; sisemaht 19,5 m<sup>3</sup> (sellest kompostimiskamber 15 m<sup>3</sup>); aastajõudlus kuni 450 tonni komposti \*/\*\*; kompostimiskestus 3–15 päeva\*\*; elektritoided 400 V/32 A CEE; veepaagi ja nõrgvee ringlussüsteemi maht 400 l; kaks Ø1,00 m kompostisegurit; mehaaniline nii surve- kui ka imiõhustus (komposti heitõhku puhastavas biofiltris).

\* 0,65 t/m<sup>2</sup> ja kompostimisaeg 8 päeva

\*\* sõltuvalt kompostitavast materjalist ja komposti soovitatavast kvaliteedist; aastajõudlus võib olla tubliini suurem, kui reaaligloos seatakse üles desinfitseerimine



### BACKHUS DC 50

#### Omadused

- Dünaamiline – kaks võimast segurit tagavad massi täieliku homogeensuse
- Õhustatav – mehaaniline nii surve- kui ka imiõhustus (komposti heitõhku puhastavas biofiltris)
- Kompostitav mass niisutatav
- Nõrgvesi ringleb – kestlik ja kulutõhus
- Soojustatud – võimaldab aastaringset püsivat tööd
- Pidev arvutijuhtimine
- Sisseehitatud andmesalvesti
- Konteiner 20' standardsete mõõtmetega – lihtne teisaldada ja käitada
- Mugav elektriline laadimisluuk – võimaldab laadida kolmest küljest
- Automaatne tühjendamine
- Tellimusel: rullikutega alusvanker ja veokonks

### BACKHUS DC 50

#### Kompostitavad materjalid

- Toiduainejäätmed kauplustest, kohvikutest, tootmisettevõtetest, hotellidest
- Reoveesete
- Sõnnik ja allapanu
- Rasvapüünises kinni peetud materjal
- Biogaasi tootmisjäätmed
- Haljastu- ja aiajäätmed
- Olmejäätmed

### BACKHUS DC 50

#### Kinnise dünaamilise kompostri eelised

- Vaja vaid ühendada elektrivõrku ja käima panna
- Keskkonnasaaste on välistatud
- Täielikult kontrollitav protsess
- Automaatjuhtimine tagab odava käituse
- Jäätmeid saab käidelda tekkekohas
- Kõrge temperatuur tagab saastunud toorme kiire desinfitseerimise
- Sisselaaditud kompostitoore muutub kiiresti ühtlaseks massiks
- Sisselaaditud orgaanilise toorme maht väheneb väga kiiresti
- Hais on välistatud
- Teisaldusveokil lihtne vedada

# MAARDU GRANIIT



## KALLE SUUROJA

Eesti Geoloogiakeskus

KUI KUSAGILT Maardu graniidiloo algust otsida, siis tuleks tagasi pöörduda 1971. aastasse, kui tollase Eesti geoloogiateenistuse (Geoloogia Valitsuse) geoloogid lõpetasid Tallinna-Loksa piirkonna süvakaardistamise [1]. Kolme süvapuuraugu (F106, F110 ja F119) ning gravi- ja magnetomeetrilise kaardistamise andmete põhjal oli Maardu ja Jägala jõe vahelisel alal, Tallinna-Narva maanteest põhja pool, kaardile kantud maapinnast umbes 170 m sügavusel asuv ligi 120 km<sup>2</sup>-ne rabakivimassiiv. Kuna Maardu ja Jägala nimi oli geoloogiliste terminite juures juba kasutamist leidnud, siis ristiti uus tardkivimimassiiv selle alale jääva Neeme poolsaare järgi Neeme rabakivimassiiviks.

Sellega see asi lõppeski, sest kvaliteetse killustiku tootmiseks kõlbuliku kristalse ehituskivi otsijate pilgud olid tookord pööratud Hiiumaale, kus oldi Paluküla kabeli juures vähem kui 20 m sügavusel maapinnast äsja satunud kristalse aluskorra kivimitele [2, 3]. Mida selgemaid piirjooni hakkas mattunud meteoriidikraater võtma, seda ähmasemaks jäid väljavaated Paluküla kerkest kui Eesti kvaliteetse killustiku defitsiidi leevendajast [4].

1975. aastal valmis võrdlev geoloogilis-ökonomiline hinnang graniitkillustiku valmistamiseks sobilike kristalsete kivimite maa-aluseks kaevandamiseks Maardus ning pealmaakaevandamiseks Suursaarel [5]. Maardu rabakivist valmistatud killustiku omaduste määramiseks katsetati viit süvakaardistamispuuraukude südamekest võetud proovi. Tulemused olid üldjoontes lootusandvad: kivimi survetugevusmark oli 1200, külmakindlusmark 100 ning kulumiskindlusmark I-1.

Üleliidulises instituudis Giproninerud koostati tehnilis-ökonomiline hinnang killustiku tootmiskulude võrdlemiseks karjääriviisilisel kaevandamisel Palukülas, Suursaarel, Karjalas ja Valgevenes ning maa-alusel kaevandamisel Maardus [6]. Arvutused näitasid, et 1,8 mln m<sup>3</sup> aastatoodanguga maa-aluse kaevanduse rajamine Maardusse läheks maksma ca 60 miljonit rubla, kusjuures killustiku omahinnaks kujuneks ca 9 rubla tonn. Kõige odavamalt killustikku oleks saanud

muidugi Palukülast, aga seal segas leiukoha saareline asend. Karjala ja Valgevene variandid langesid ära logistilistel (raudtee ei suutnud läbi lasta nii suurt kogust veoseid) ning Suursaar poliitilistel (asus riigipiiril, Soomelt võõrandatud territooriumil) põhjustel.

Nõva-Jägala piirkonna suuremõtkavalise (1:50 000) gravi- ja magnetomeetriline kaardistamise käigus [7] täpsustati Neeme rabakivimassiivi piire, ent sellest ei olnud suurt abi kristalse ehituskivi defitsiidi vähendamiseks Eestis. Aga kus häda kõige suurem, seal abi kõige lähemal. Nii astuski Geoloogia Valitsuse juhtkond tavatult julge sammu ning väljastas 1977. aasta kevadel geoloogilise ülesande graniidiotsingute alustamiseks Maardu piirkonnas.

## OTSINGUD

1977. aasta suvel alanud otsingutööde ajal puuriti Neeme massiivi lõunaosa hõlmaval otsingualal üheksa rabakivi avavat puurauku (F501, F502, F503, F504, F505, F506, F507, F508 ja F511) [8]. Puuraugud, mille sügavus oli 170 meetrist (F506) 366 meetrini (F503), avasid rabakivilasundit seitsme (F506) kuni 209 m (F503) ulatuses. Puurmetraaži kogunes 2060 m, millest 1384 m läbiti settekivimite ja 676 m rabakivis. Rabakivilasundi pealispind oli neis puuraukudes 141 (F504) kuni 182 m (F507) sügavusel, s.o tasemetel 128 kuni 141 m alla merepinda. Murenemiskooriku paksus oli 1,2 (F506) kuni 22 (F501), keskmiselt 5 meetrit. Puuriti iseliikuva puuragregaadi UKB 500 abil, mis oli ette nähtud kuni 500 m sügavuste väikese (alla 168 mm) läbimõõduga geoloogiliste uuringupuuraukude puurimiseks. Suur pöörlemisagedus ja võimalus reguleerida puuraugu põhjale avaldatavat rõhku tegid sellest masinast hinnatud vahendi teemantkrooniga puurimisel. Keila Geoloogiaekspeditsiooni kaks seda tüüpi puuragregaati muretseti peamiselt kristalse aluskorra kaardistamiseks.

Settekivimid ja murenemiskoorik läbiti 112 mm läbimõõduga armeeritud kõvasulamist (pobediidist) puurotsikute (kroonide) abil. Väljatõstetud puursüdameki läbimõõt oli ca 10 cm. Värske rabakivi kõvaduseks hinnati puuritavuse

12-kategoorialisel skaalal 10. Graniiti puuriti 59 mm-se läbimõõduga teemantkroonidega ning puursüdameki läbimõõt oli 40 mm. Teemantkrooniga puurimisel oli puurlahuseks vesi ja pudedate kivimite läbimisel kõvasulamkrooniga savilahus. Teemantkrooniga puurimisel manteldati settekivid (lubja- ja liivakivid, sinisavi) ja murenemiskoorik 150–190 m ulatuses 73 mm-se läbimõõduga mantelatorudega. Kõigis puuraukudes tehti gamma-karrotaaži, mille abil registreeriti nii kivimerimite  $\gamma$ -kiirguse taset kui ka piiritleti puursüdameki väikese väljatulekuga intervalle.

Kuna vee sissevool puuraukudesse, milles vettandvad kihid olid mantelatorudega isoleeritud, oli enamasti äärmiselt väike või puudus sootuks, siis piirdusid hüdroteoloogilised uuringud tõstetoru abil pumpamise ja veetaseme taastumise jälgimisega 24 tunni jooksul. Pumpamise lõpus võeti veeproov. Otsingutööde maksumuseks kujunes 107 tuhat (projektkohane oli 118 tuhat) rubla, millest 46 tuhat kulus puurimisele ja 17 tuhat laboratoorsele töödele.

## MAARDU RABAKIVIERIMID

Neeme rabakivimassiivi põhikivim (ca 95 %) on roosakashall piiterliitne rabakivi. Piiterliidiks nimetatakse rabakivigraniiti, mille kaaliumpäevakivi (ortoklassi) suurtel monokristallidel ei ole viiburgiidile omast plagioklassist (oligoklassist) äärist. Nime sai see Soomest Peterlahti rannalt, kus asub samanimeline kivimurd. Ühest sellest kivimurrust murtud monoliidist on tehtud Peterburi Palee-väljakule 1837. aastal püstitatud 47,5 m kõrgune ja 700 t raskune Aleksandri sammad, mis tähistab venelaste 1812. aastal saavutatud võitu Napoleoni üle.

Maardu piiterliit koosneb ca 60 % ulatuses keskmisekristalsest põhimassist, milles on omakorda peaaegu ühepalju kvartsi, plagioklassi ja kaaliumpäevakivi ning kuni 10 % mingit tumedat mineraali (enamasti biotiiti, kohati küünekiivi). Põhimassis eristuvad suured (2–5 cm) tahveljad kaaliumpäevakivi (mikrokliini) monokristallid. Rabakivile iseloomulikult sisaldab piiterliit palju (5–7 %) kaaliumi (K<sub>2</sub>O) ning rabakivile on iseloo-

mulikud ka temas leiduvad aktsessoorsed mineraalid (fluoriit, sfeen, apatiit, ortiit). Ortiidilt on ta enamasti pärinud ka oma rabakivile iseloomuliku mõnevõrra kõrgendatud radioaktiivsuse.

A. Soesoo ja M. Niin [9] eristavad

Neeme massiivi rabakivide seas kahe intrusioonifaasi kivimeid, mis erinevad veidi teineteisest tumedate mineraalide sisalduse, tiheduse ja magnetilise vastuvõtlikkuse poolest. Peamiselt massiivi keskosas leviv esimese faasi rabakivi si-

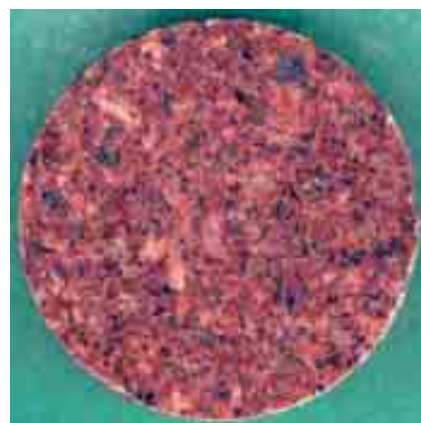


**Foto 2. Maadu piiterliitne rabakivi: a puuraugust F503 sügavuselt 296,4–306,5 m, b puuraugust F532 (161,2–174,0 m) ning c puuraugust F533 (151,0–160,5 m)**

Fotod: Tõnis Saadre



**Foto 1. Maardu piiterliitne rabakivi**



**Foto 3. Maardu apliitne rabakivi**

saldab mõnevõrra rohkem tumedaid mineraale ning selle tihedus ja magnetiline vastuvõtlikkus on veidi suuremad. Teise faasi rabakivi sisaldab vähem tumedaid mineraale, on veidi väiksema tihedusega ja peaaegu mittemagnetiline ning massiivi ääreosa on enamasti selle päralt.

Neeme rabakivimassiivis on õhemaid



(kümme-kond sentimeetrit) ja tusedamaid (kümned meetrid) peenekristalse apliitse rabakivi sooni. Apliitne rabakivi on enamasti punakaspruun soonkivim, mille peenekristalses kvartsist, plagioklasist, kaaliumpäevakivist ja vähemal määral tumedast mineraalst (biotiid, küüne-kivi) koosnevast põhimassist eristuvad väiksemad (2–5 mm) kaaliumpäevakivi ja plagioklassi kristallid. Killustikule kasuks tulevate füüsilis-mehaaniliste omaduste (survetaluvus, purunemiskindlus jms) poolest on apliitne rabakivi piiterliitsest rabakivist igati parem.

### MAARDU RABAKIVI FÜÜSIKALIS-MEHAANILISED OMADUSED

Otsingutööde ajal [8] võeti rabakivi füüsilis-mehaaniliste omaduste määramise täistsükli tarvis kolme puuraugu (F502, F503, F505) südamikest 36 kolme meetri pikkust proovi. Igas proovis oli kakskümmend ca 7 cm pikkust silindrilist katsepala. Katsepaladest määrati mahumass, erikaal, veeimavus, survetugevus kuivas ja veega küllastunud olekus ning survetugevus pärast 100 ja 150 külmutustsükli.

Rabakivi füüsilis-mehaaniliste oma-



Foto 4. Maardu apliitne rabakivi puuraugust F535 sügavuselt 179,7–198,0 m

Foto: Tõnis Saadre

duste määramise lühendatud variandi tarvis võeti viiest puursüdamikust (F502, F503, F505, F505, F507) 121 proovi, millest igaüks koosnes kümnest umbes 7 cm pikkust katsepalast. Katsepaladest määrati: mahumass, erikaal, veeimavus ja poorsus. Lühendatud tsükli mahumassi alusel määrati kaudselt – V. Borsunovi graafilist meetodit kasutades kivimi survetugevus. Meetodi põhimõte seisnes

selles, et täistsükli vähemalt 100 katsepala (antud juhul oli neid 170) mahumassi ja survetugevuse sõltuvusgraafikult määratakse katsepala survetugevus lühendatud tsükli mahumassi alusel.

Maardu piiterliitsest rabakivist valmistatud killustikku katsetati viies proovis, igaüks neist kolme fraktsiooni (5–10, 10–20 ja 20–40 mm). Killustik pidas vastu üle saja külmutustsükli. Kulumiskindlusmark oli I-1.

Piiterliidi arvutuslik prognoosvaru (tollal kehtinud kategooria C<sub>2</sub>) Maardu linnast itta jääval 13,72 km<sup>2</sup> suurusel puuraukudega F505, F506, F507 ja F119 piiratud alal oli 686 mln m<sup>3</sup>. Kasuliku kihi paksuseks võeti 50 meetrit ja kattekihi (katvad sette kivimid ja rabakivilasundi ülemised 25 meetrit) paksuseks 175 meetrit. Kui oleks väljatud 50 % kivimist, oleks sellest varust piisanud 1,8 mln m<sup>3</sup> aastatoodanguga kaevandusele enam kui sajaks aastaks. Varu suurendamise võimalused olid peaaegu piiramatud – suurendada oli võimalik nii kasuliku kihi paksust kui ka pindala. Rabakivimassiivi paksuseks hindasid geofüüsikud üle ühe kilomeetri [7].

Kokkuvõttes tõdeti, et Maardu rabakivi kõlbab nii kvaliteetse killustiku kui ka mis tahes muude graniittoodete valmistamiseks. Maavara mäetehnilised tingimused on nii katendi paksuse (175 m) kui ka selle alaosas oleva kuni 70 m paksuse alam-kambriumi ja vendi nõrgalt tsementeerunud põhjavett sisaldava liivakivilasundi tõttu üsna keerulised. Liivakivilasundil on oluline tähtsus nii Tallinna kui selle ümbruse põhjaveega varustamisel ning seetõttu oleks tulnud seda lasundit läbida ilma veetaset alandamata.

Tabel 1. MAARDU PIITERLIITSE RABAKIVI V. BORSUNOVI GRAAFIKULT MAHUMASSI ALUSEL MÄÄRATUD SURVETUGEVUSED

Mahumass g/cm <sup>3</sup>	Survetugevus veega küllastunudult kg/cm <sup>2</sup>	Survetugevus pärast 100 külmutustsükli kg/cm <sup>2</sup>
2,59	1700	1620
2,60	1750	1680
2,61	1800	1720
2,62	1850	1780
2,63	1900	1820
2,64	1950	1860
2,65	1980	1900
2,66	2000	1920

Tabel 2. MAARDU PIITERLIITSE RABAKIVI FÜÜSIKALIS-MEHAANILISI OMADUSI

Näitaja	Mõõtühik	Proove	Minim.	Maksim.	Keskmine
Survetugevus	kg/cm <sup>2</sup>	165	1400	2490	1910
Survetugevus veega küllastunudult	kg/cm <sup>2</sup>	165	1240	2380	1846
Survetugevus pärast 100 külmutustsükli	kg/cm <sup>2</sup>	165	1190	2300	1792
Survetugevus pärast 150 külmutustsükli	kg/cm <sup>2</sup>	165	1120	2130	1668
Veeimavus	%	495	0,1	0,3	0,1
Mahumass	g/cm <sup>3</sup>	762	2,58	2,66	2,63
Erikaal	g/cm <sup>3</sup>	135	2,64	2,68	2,66

## EELUURING

Otsingute paljulubavatest tulemustest innustatult väljastati 1979. aasta kevadel geoloogiline ülesanne eeluuringute alustamiseks otsingutega piiritletud 8 km<sup>2</sup>-sel perspektiivalal. Aastatel 1979–1981 puuriti sinna 24 rabakivimassiivi avanud puurauku (F512 kuni F540). Puursüdamiku võtmisega puuriti 5756 m, sellest 4471 m settelkivimites ja 1285 m rabakivides. Eeluuringute puurimis- ja hüdrogeoloogiliste tööde meetodika sarnanes otsingutel kasutatuga [10].

Põhjavee staatiline tase puuraukudes oli 8 (F512) kuni 14 m (F535) alla merepinda. Kuna vee sissevool puuraukudesse, milles katvad kihid olid manteldatud, oli väga väike (enamasti alla 1 l/h), siis ei olnud võimalik vett õhktõstukiga pumbata ning vett võeti 12 tunni kestel välja tõstetoru abil. Veetaseme taastumiskiirus oli 2–23 meetrit ööpäevas ning vee sissevool puurauku 0,6–3,2 l/h. Puuraukudes F515, F520, F525 ja F532, mille manteltorukoloni hermeetilisust puurimise käigus rikuti, oli taastumine kiirem ning vee sissevool tunduvalt suurem.

Eeluuringutel puuritud augud põhi-

**Tabel 3. MAARDU APLIITSE RABAKIVI FÜÜSIKALIS-MEHAANILISI OMADUSI**

Näitaja	Mõõtühik	Proove	Minim.	Maksim.	Keskmine
Survetugevus	kg/cm <sup>2</sup>	15	2760	3540	3254
Survetugevus veega küllastunult	kg/cm <sup>2</sup>	15	2550	3580	2921
Survetugevus pärast 100 külmutustsüklit	kg/cm <sup>2</sup>	15	2430	3290	3011
Survetugevus pärast 150 külmutustsüklit	kg/cm <sup>2</sup>	15	2390	2930	2620
Veeimavus	%	45	0,1	0,2	0,1
Mahumass	g/cm <sup>3</sup>	77	2,60	2,65	2,63
Erikaal	g/cm <sup>3</sup>	20	2,63	2,67	2,66

mõtteliselt midagi uut ei lisanud, kui mitte arvestada puurauku F535, mis kulges kogu ulatuses (72 m) apliitses rabakivis.

Rabakivist valmistatud killustiku omaduste uurimiseks katsetati 62 neljateistkümnest puuraugust võetud proovi. Proove võeti keskmiselt 10 m tagant ning killustik valmistati laboratoorsel seadmel. Katsetati ainult fraktsiooni 10–20 mm, sest südamiku väike läbimõõt (ca 4 cm) ei võimaldanud jämedamat killustikku teha. Proovist määrati löimis, mahumass, purustatavus silindris,

külmakindlus, tolmu- ja saviosakeste sisaldus ning plaatjate ja nõeljate terade hulk. Katsetused sooritati Leningradis Sevzapgeologia ehitusmaterjalide laboratooriumis.

Kristalse ehituskivi varu arvatati kahe ploki kohta. Maardu-Kallavere teest vahetult ida poole jääva 7,4 km<sup>2</sup> suuruse läänepoolse ploki 22 puurauguga määratud 35 m paksuse kasuliku kihi aktiivne reservvaru (kategooria C<sub>1</sub>) oli 258 mln m<sup>3</sup> ning selle katendi paksus 167–182 m. Katendi hulka arvati ka keskmiselt 20 m paksune murenemiskoorik.

Rebala-Ülgase teest lääne poole jääva idapoolse ploki 3,4 km<sup>2</sup> suuruse ja 35 m paksuse kasuliku kihi perspektiivvaru (kategooria C<sub>2</sub>) oli üheksa puurauguga piiratud kontuuris 119 mln m<sup>3</sup> ning katendi paksus 175–189 m.

Tõdeti, et eeluuringud andsid positiivse tulemuse ja soovitati alustada kaevanduse rajamisele eelneva detailuuringuga [10]. Kuigi erilist vajadust uuringupuuraukude võrgu tihendamise järele ei leitud, soovitati rajada hüdrogeoloogiliste uuringute usutavuse suurendamiseks (tsementatsiooni kvaliteedi tagamiseks) ja killustiku jämedamate fraktsioonide (20–40 ja 40–100 mm) katsetamiseks vajaliku materjali saamiseks paar suurema läbimõõduga uuringupuurauku.

Pärast aruande kinnitamist koostati tehnilis-majanduslik põhjendus (nn TEO) ajutiste nõuete kehtestamiseks graniitkivimite maa-aluseks kaevandamiseks Maardu maardlas [11]. Selle põhjenduse kohaselt oli Maardu killustiku omahind (9 rubla tonn) küll sisseveetavast kallim, ent kaevandamisest jäävate tühimate kasutamisest saadav lisaväärtus oleks taganud graniidi ja sellest valmistatud killustiku konkurentsivõimelisuse. Asus ju kavandatav graniidikaevandus vaid paari kilomeetri kaugusel ehitamisel olevast Muuga sadamast.

**Tabel 4. MAARDU PIITERLIITSE RABAKIVI FÜÜSIKALIS-MEHAANILISI OMADUSI**

Näitaja	Mõõtühik	Proove	Min.	Maks.	Keskmine (eeluuring)	Keskmine (otsing)
Survetugevus	kg/cm <sup>2</sup>	138	1400	2822	1956	1910
Survetugevus veega küllastunult	kg/cm <sup>2</sup>	138	1204	2692	1956	1846
Survetugevus pärast 100 külmutustsüklit	kg/cm <sup>2</sup>	68	912	2312	1565	1792
Survetugevus pärast 150 külmutustsüklit	kg/cm <sup>2</sup>	68	112	2060	1513	1668
Veeimavus	%	138	0,1	0,1	0,1	0,1
Mahumass	g/cm <sup>3</sup>	138	2,58	2,70	2,65	2,63
Erikaal	g/cm <sup>3</sup>	138	2,62	2,72	2,68	2,66

**Tabel 5. KOKKUVÖTE MAARDU PIITERLIITSEST RABAKIVIST VALMISTATUD KILLUSTIKU KATSETUSTULEMUSTEST**

Näitaja	Mõõtühik	Proove	Minim.	Maksim.	Keskmine
Survetugevus silindris tehtud katsel	Massikadu %	62	9,6	17,6	15,2
Survetugevus	Mark	62	1000	1400	1000
Külmakindlus pärast 150 külmutustsüklit	Massikadu %	62	0,8	1,9	1,2
Plaatjate ja nõeljate osakeste sisaldus	%	62	1,0	6,0	5,0
Mahumass	g/cm <sup>3</sup>	62	1270	1350	1320

## JÄRELLAINETUS

Geoloogid olid oma töö teinud, nüüd oli järg mäemeeste ja rahastajate käes. Esimesed sammud sellel teel olid kõike muud kui rõõmustavad. NSVL-i ehitusmaterjalide ministri „jõuluprotokolliga“ nr 211 1982. aasta 24. detsembrist nõuti detailuuringute alguse edasilükkamist Maardu objektile seni, kuni ei ole selgunud, kes rahastab kaevanduse rajamist. Graniit oli kohaliku tähtsusega maavara ja selle kaevandamise korraldamine oli iga liiduvabariigi enda mure. Arusaadavalt ei olnud ENSV valitsusel kaevanduse rajamiseks vajalikku 60 miljonit rubla kusagilt võtta ega olnud ka õiget tahtmist seda asja ajada. Keskvalitsusele, s. o. Moskvalle, ei olnud mõtet loota, sest nõukogude majanduse tühjaksjooksvas õhupallis ootasid lappimist tuhat muud pakilisemat auku ja augukest. Nii vajuski Maardu graniit koos oma rohkete probleemidega pikaks ajaks unustuse hõlma. Igasugused jutud sellest, kuidas Moskva tahtnud hakata Maardus graniiti kaevama, aga kohalikud olnud selle vastu, ei vasta tõele. Vastupidi, Moskva keskvalitsus oli see, kes kaevandamisele pidurid peale tõmbas. See, mis on Virumaa fosforiidi kohta õige, ei pruugi seda kaugeltki olla Maardu graniidi puhul.

Maardu graniiti meenutati uuesti alles kümmekond aastat hiljem, s.o siis, kui taasiseseisvunud Eesti Vabariiki asus oma maavaravarusid üle vaatama. Eesti Geoloogiakeskuses koostatud seletuskirjas [12] tehti ettepanek võtta arvele 11,4 km<sup>2</sup> l alal 65 m paksuse kihina leviv Maardu graniidi 794 mln m<sup>3</sup> suurune tarbevaru. Maardu kristalse ehituskivi varu kinnitas maavarade komisjon 1994. aastal kahe plokina: I – 19,15 km<sup>2</sup> suurusel alal 160–225 m alla merepinda tasemel paikneva 65 m paksuse ploki aktiivne tarbevaru 1 245 062 tuhat m<sup>3</sup> ning II – I ploki all samal pindalal tasemel 225–315 m alla merepinda asuva 90 m paksuse ploki aktiivne reservaru 1 723 932 tuhat m<sup>3</sup>. Hiljem lisandus sellele Tahkumäe piirkonnas olev 96 ha suurune ehk III prognoosvaruga (148 800 tuhat m<sup>3</sup>) 155 m paksune plokk sügavusel 160–315 m alla merepinda.

TTÜ mäemeeste eestvedamisel moodustati 1994. aastal Maardu graniidi kaevandamise eesmärgil Graniidifond

[13]. Hangiti maavara kasutusluba ja selle juurde kuuluvad kooskõlastused, kuid siis suurepäraselt alanud projekt millegipärast soikus. Seda on põhjendatud ehitusmahutude vähenemise ja sellest tingitud turu kadumisega, ent ilmselt ei tihanud keegi miljardit krooni nii kahtlasesse ja ennenägematusse ettevõtmisse, nagu seda oli graniidi maa-alune kaevandamine, paigutada.

Kui samal 1994. aastal hakati rääkima veelgi utoopilisemana tundunud Tal-



**Foto 5. Pumpe-hüdroelektrijaama veehaare kavandati Tahkumäe rannale põhja poole söeterminali**

Maa-ameti ortofoto

linna-Helsingi raudteetunneli projektist [14], sai Maardu graniidikaevanduse projekt uut tuult tiibadesse. Kuigi tunneliprojekti eestvedajad olid soomlased, oli ka TTÜ mäemeestel ja Eesti Geoloogiakeskuse geoloogidel selles suursuguses näidendis täita tagasihoidlikke kõrvalosi. 1996. aastal jõudis Maardu graniidi kaevandamise idee otsapidi isegi teadusesse, kui Jüri-Rivaldo Pastarusel valmis sellele pühendatud doktoriväitekirja [15].

Graniidi kaevandamise vahepeal soikunud idee hakkas uuesti elumärke ilmutama 2004. aastal, kui moodustati OÜ Maardu Graniidikaevandus (MG). Samal aastal andsid MG ja AS Talter peaaegu samal ajal (MG 2004. aasta detsembris ja Talter 2005. aasta jaanuaris) sisse kaevandusloataotluse. Kuna kumbki osapool ei tahtnud alla anda, siis ähvardas riik korraldada nende vahel enampakkumise. Seepeale konkurendid taltusid ja leppisid kokku, et Talter saab põhjapoolse (657 ha) ja MG lõunapoolse (748 ha) maardlaosa. Mõlemal alal on omad head ja vead. Lõunapoolne väli on paremini uuritud (graniidimassiiv avati selle piires 33 puurauguga), ent asub merest kaugemal. Vähem

uuritud (piiritletud vaid 9 puurauguga) põhjapoolne väli asub see-eest lähemal ihaldusväärsele merele ja Muuga sadamale.

Kummagi konkurendi kavatsuste siirust on raske hinnata. Kaevandusloa saamise nimel jätkas tõsisemat tegevust vaid MG, mis pärast seda, kui Talter oli märkamatult areenilt tagasi tõmbunud, esitas 2007. aastal taotluse kaevandusloa saamiseks 1167 ha suurusele, Maardu II graniidikaevanduse nimelisele mäeeraldisele. Eesmärgiks nimetati kristalse ehituskivi kaevandamist selleks, et valmistada graniittooteid, peamiselt kõrgekvaliteedilist killustikku. Kaevandamisel tekkivaid tühimikke oli kavas kasutada kütuse (gaasi, nafta) ladustamiseks või siis Iru soojusjaama suure veemassi temperatuuri hoidmiseks. Graniidi kaevandamist soodustavate teguritena mainitakse lähedalasuvat Muuga sadamat ja raudteed.

Ametlikes dokumentides sellest küll ei kirjutatud, kuid avalikkuse ees esinedes pakkusid mõned uljamad uurijad välja selliseidki utoopilisi ideid, et Maardu kaevandusest jäävatesse maa-alustesse tühemikesse võiks rajada tuumajaama või matta neisse radioaktiivseid jäätmehid.

Koos kaevandusloa taotluse sisseandmisega käivitusid keskkonnamõju hindamise (KMH) tarvis tehtavad uuringud ja katsumused. Graniidikaevanduse võimaliku mõju põhjaveele prognoosis AS Maves [16] ning OÜ Inseneribüroo Steiger töötas välja graniidikaevanduse mäetööde tehnilised lahendused [17, 18] ja uuris Maardu rabakivi gamma-spektrometrialse näitajaid [19].

OÜ Maardu Graniidikaevandus tutvustas oma lähemaid ja kaugemaid plaane 2009. aastal. Kaevandamismahuks arvestati 2–4,5 mln m<sup>3</sup> aastas ja ehituskuludeks kuni 1,9 miljardit krooni. Töid oli kavas alustada 2011. aastal ning päris kaevandamine pidi lahti minema 2013. aastal. Graniidi omahinnaks pidi kujunema 200 krooni tonn. Lisaks Eesti oma vajaduste rahuldamisele oli kavas eksportida graniiti ka Läti, Leetu ja Peterburi piirkonda. Kaevandus pidi looma kuni 300 uut töökohta ja tooma riigile kümne aasta jooksul kuni 3,5 miljardit krooni kasu. Maardu graniidikaevanduse keskkonnamõju hindamise aruanne kiideti heaks

2010. aasta algul.

Just sellal, kus kõik paistis selge olema, toimus graniidikaevanduse arengus ootamatu metamorfoos ning lavale ilmusid OÜ Energiasalve eestvedamisel sellised gigandid nagu AS Eesti Energia ja AS Tallinna Sadam. Uus idee oli ühendada kaks suurprojekti – graniidikaevandus ja graniidi kaevandamisel tekkivasse tühemikku ehitatav pumpe-hüdroelektrijaam (pumpejõujaam). Suurprojekti kohaselt rajatakse umbes kuue aasta jooksul Muuga sadama territooriumile 500 meetri sügavusele maa alla 6 mln m<sup>3</sup> suurune veehoidla ja pumpejõujaam ning Muuga lahe äärde Tahkumäe neeme piirkonda veehaare, mille kaudu merevesi voolaks läbi pumpturbiinide maa-alusesse veehoidlasse [20]. Kiirkäivituvad pumpturbiinid lülituksid tööle tiptunnil, kui nõudlus elektri järele on suur ja hind kõrge, ning vee pumpavad merre tagasi needsamad masinad sel ajal, kui elektrisüsteem on vähem koormatud ja elektrienergia odavam. Justkui tasuta kaasandena saadaks 6 mln m<sup>3</sup> graniiti killustiku valmistamiseks [21].

## TÄIENDAVIDA UURINGUD

Pumpejõujaama ideest turgutatuna kandus uuringute pearaskus graniidimassiivi suhteliselt vähe uuritud mereäärsele Tahkumäe piirialale – Muuga sadama söeterminali ja tööstuspargi territooriumile. Kuna ei olnud täit selgust graniidimassiivi sealse piiri kohta (uuringupuurauke polnud), tellis OÜ Energiasalv Eesti Geoloogiakeskusest täiendava geoloogilise-hüdrogeoloogilise uuringu. Gravimeetrilise mõõdistamise detailprofiilidega üritati täpsustada graniidimassiivi Maardu ja Tahkumäe vahelist läänepiiri ning jälgida Maardu tektoonilise rikke kulgu. Peale selle uuriti olemasolevatest puursüdamikest võetud proovide baasil vendi liivakivide ja murenemiskooriku kivimite füüsikalise-mehaanilisi ning hüdrogeoloogilisi omadusi [22].

Kolm mõõdistatud gravimeetrilist profiili osutasid sellele, et massiivi piir kulgeb tõenäoliselt varem arvatust [7] mõnevõrra ida pool. Mis puutub aga puurauguga F501 avatud Maardu tektoonilisse rikkesse, siis selle edasist kulgu jälgida ei õnnestunud. See-eest näitas olemasolevate geoloogilise-geofüüsikaliste andmete täiendav tõlgendamine, et Saviranna-Jöelähtme vahelise astangu varem interpreteeritud [8] joonel võib Neeme graniidimassiivi läbida tektooniline rike.

Alam-kambriumi ja Ediacara (ülemvendi) liivakivide ning aleuoliitide

(nn alumiste liivakivide) uuring näitas, et nende puhul on enamasti tegu väga nõrkade kuni nõrkade kaljukivimitega (survetugevus 5–25 MPa). Alumistes liivakivides on ka õhukesi (alla 0,5 m) keskmiselt tugeva (survetugevus 25–50 MPa) kaljukivimi kihte. Suur osa (ligi 90 %) alumiste liivakivide kuni 70-meetrise kihist on puursüdamikuga esindamata, st et nende puhul on tegu äärmiselt nõrkade (survetugevus 1–5 MPa) kaljukivimitega. Murenemiskooriku keskmiselt murenenud piiterliit (II astme murenemiskoorik) vastab survetugevuse poolest nõrgale kaljukivimile (survetugevus 5–25 MPa). Murenemise intensiivsuse suurenedes murenemiskooriku kivimite survetugevus väheneb ja vastupidi.

Ediacara ja murenemiskooriku kivimite võetud katsepaladest määratud filtratsioonimooduleid võrreldi nendega, mis arvatati Eesti Keskkonnaregistri puurkaevunimistu kambrium-vendi veekompleksi avavatest puurkaevudest tehtud katsepumpamiste tulemuste põhjal. Erinevused olid suured, kohati enam kui sajakordsed. Teisisõnu, katsepumpamiste põhjal arvatud filtratsioonimoodulid (keskmiselt 8,3 m/d) osutasid kohati sadu kordi suuremaks laboratoorsesel uuringutel katsepaladest määratuist (keskmiselt 0,001 m/d, mis iseloomustab nõrka veepidet). Katsepumpamiste tulemuste põhjal arvatud filtratsioonimoodulid erinesid suuresti ka puuraukute (k = 2,9–17,4 m/d). Sellest võis järeldada, et vesi ei liigu kambrium-vendi veekompleksi liivakivides-aleuoliitides ühtse, kogu kivimkompleksi hõlmava frondina, vaid enamasti paremate filtratsiooniomadustega tsoone ja kihte pidi. Ka murenemiskooriku veepidavust või -kandvust määrab peamiselt kivimlaundi löhelisus ning alles seejärel murenemisaste.

Vee sissevool kambrium-vendi veekompleksi rajatud tinglikku 100 m<sup>2</sup>-se eepinaga kaevendisse võib olenevalt kivimkompleksi iseärasustest ulatuda mõnest kuupmeetrist (rikkumata liivakivid-aleuoliidid) mõnesaja kuupmeetri ni ööpäevas (lõhetsoonis).

## KERKINUD KAHTLUSED

Maardus graniidikaevanduse arendajatel, keda on enamasti esindanud OÜ Maardu Graniidikaevandus, on olnud nii palju tegemist keskkonnakaitsjate kõigkvalialike rünnakute tõrjumisega, et graniidi kõllikkuse üle mõtlemiseks ei ole neil lihtsalt jätkunud aega. Maardu graniidi kvaliteeti ja selle sobivust kvaliteetse killustiku valmistamiseks uuriti viimati ligi 30 aastat tagasi [10] ning isegi siis jäid mõned küsimused õhku rippuma. Vahepealse aja jooksul ei ole üksnes suur hulk vett merre voolanud, vaid mõneti on muutunud ka kivimite katsetamismetoodika ja nõuded nende kohta. Seal, kus kunagi valitsesid GOST 8269 nõuded, kehtib nüüd Eesti standard EVS-EN 1097.

Küsimus Maardu rabakivigraniidi sobivuse kohta teedeehituses kasutava kõrgekvaliteetse killustiku (selle all mõeldakse I ja II klassi) valmistamiseks tõuseb juba eeluuringute ajal [10]. Juba siis täheldati, et Maardu rabakivist valmistatud killustiku kaoprotsent survetugevusilindris tehtud katse puhul oli üsna lubatud piiri lähedal ning selle garanteeritud mark vaid 1000, mis on kristalsest ehitus-



**Foto 6. Maardu kivimite katsekehad enne (vasakul) ja pärast (paremal) survetugevuse määramist: 6307 – vendi aleuoliit; 6307A – murenenud piiterliit; 6308 – murenenud piiterliit; 6309 – vendi liivakivi**

kivist tehtud killustiku jaoks selgelt vähe. Kuna puursüdamik, millest proove võeti, läbimõõt oli väike (4 cm), ja katsetusteks valmistati killustikku laboratoorsel purustil, jäid jämedamad (üle 20 mm) fraktsioonid katsetamata. Seda vajakajäämist loodeti korvata detailuuringutega, milleks oli kavas puurida suurema läbimõõduga (ca 100 mm) puursüdamik. Detailuuring jäi aga tegemata, proovid võtmata ja kivim katsetamata.

Põgusalt on Maardu graniidist valmistatud killustiku kvaliteedi üle juurelnud E. Pirrus [23], kes küsib, kas killustiku tootmine Eesti maapõue graniidist on soovunelm või võimalus? Autor arutleb selle üle, et Lõuna-Soomes on palju karjääre, kus killustiku valmistamiseks kaevandatakse kristalseid kivimeid, ent kusaigil ei kasutata selleks rabakivi ega jämedakristalset graniiti.

## VASTUSE VÕIKS ANDA LOS ANGELESE KATSE

Kivimi hindamisel killustiku valmistamise seisukohalt on maailmas enim tunnustust leidnud nn Los Angelese purunemiskindluskatse LA (EVS-EN 1097-2). Nagu nimigi ütleb, on katsemetod pärit USA-st, maailmas on see leidnud laiemat tunnustust alates 1990ndatest aastatest.

LA-katse tarvis võetakse 5 kg katsetatavast kivimist valmistatud 10–14 mm jämedust killustikku ning pannakse see koos üheteistkümneme kuni 4,9 kg kogumassiga teraskuuliga 711 mm-se läbimõõduga terasriiulitega 508 mm laiusesse trumliisse. Trummel pannakse 500 pöördeks pöörlema sagedusega 32–33 min<sup>-1</sup> ning riilult langevad kuulid peenestavad killustiku. Pärast katse lõppu määratakse, kui suur protsent trumliis olnud killustikust on purunenud peenemaks kui 1,6 mm, s.o läbib 1,6 mm-ste avadega (nr 12) sõela. Massikao täisarvuna avaldatud protsenti nimetatakse Los Angelese (LA) abrasioonilise kao teguriks. LA<sub>35</sub> tähendab näiteks seda, et LA-katsel oli massikadu 35 %.

LA-teguri järgi jagatakse killustiku valmistamiseks kõlbulid kivimid nelja klassi: I klaasi puhul peab LA olema ≤ 20, II klassil ≤ 25, III klassil ≤ 30 ning IV klassil ≤ 35. Hea kõva pae-kivi vastab nii Eestis kui ka mujal maailmas enamasti IV klassi ehk LA ≤ 35 nõuetele. Peene- ja keskmiseteralistest kristalsetest kivimitest valmistatud killustik rahuldab enamasti I ja II klassi nõudeid.

Tollal, kui Maardu rabakivist valmistatud killustiku omadusi uuriti, ei teatud siinmail Los Angelese katsest veel midagi, kuigi sellega oli äravahetamiseni sarnane riultrumliis tehtud kulumiskindluskatse [24]. Kahjuks ei tehtud Maardus ei seda ega teist, vaid killustiku suvetugevus määrati silindris tehtud katse alusel, mis toob enam esile kivimi staatilise survetaluvuse, LA ja varem kasutatud kulumiskindluskatse seevastu kivimi vastupidavuse löökidele.

Silindris tehtud ja LA-purunemiskindlus- (kulumiskindlus-) katse tulemused on omavahel küll mingil määral võrreldavad [25] – LA-katsel on massikaoprotsent umbes kaks korda suurem kui silindris tehtud katse puhul. Üleminekutegur ei ole siiski konstantne ning oleneb nii kivimi terasuurusest kui ka mineraalsest koostisest. Peenekristalsete lubjakivide puhul on see umbes 2, ent kristalsete e tard- ja moondekivimite korral 2,5. Selle järgi vastab silindris tehtud purunemiskindluskatse garanteeritud margile 1200, mis lubab kuni 16 % suurust massikadu, LA-purunemiskindluskatse massikadu 40 % ehk LA ≤ 40. Sellise margiga killustik ei vasta isegi nõuetele kõige madala, s.o IV klassi paekivikillustiku (LA ≤ 35) kohta.

Kuna Maardu ega ühtki muud Eesti piiterliitset rabakivi ei olnud LA-purunemiskindlus- ega riultrumliis tehtud kulumiskindlusnõuete kohaselt uuritud, siis otsustati tekkinud



www.ifat.de

# Keskkonnatehnoloogia tulevik

INNOVATSIOON. VISIOON. INTERAKTSIOON



MAAILMA JUHTIV VEE-, REOVEE-, JÄÄTME- JA TOORAINEMAJANDUSE MESS

7.–11. MAI 2012 MÜNCHENIS

### Väärtuslikud kontaktid, uued impulsid ja mitmekülgsed turuülevaated

- ▶ Aktuaalsed trendid ja tehnoloogiad
- ▶ Mahukas teemade spekter: kõik kasutusvõimalused, tooted ja teenused
- ▶ Tunnustatud turuliidrite ja huvitavate uustulnukate kohtumispai
- ▶ Rahvusvaheline platvorm kontaktideks ja äritehinguteks
- ▶ Tipptasemel raamprogramm koos GeoBioEnergie-kongressiga

Külastajate online-registreerimine: [www.ifat.de/tickets/en](http://www.ifat.de/tickets/en)

Osalege ka messil IE expo (varem IFAT CHINA).  
Rohkem infot [www.ie-expo.com](http://www.ie-expo.com)

Lisainfo:  
Saksa-Balti Kaubanduskoda  
Eestis, Lätis, Leedus (AHK)  
Tallinn  
Tel. 627 6942  
[muenchen.ee@ahk-balt.org](mailto:muenchen.ee@ahk-balt.org)



A WORLD OF ENVIRONMENTAL SOLUTIONS



**Foto 7. Märjamaa massiivi piiterliitne rabakivi Käbi puuraugu F306 puursüdamikust sügavuselt 352,6–360,5 m. Sellest võeti proov killustiku LA-katseks**

Foto: Tõnis Saadre

kahtlustuste hajutamiseks see töö ära teha. Katsetati Märjamaa rabakivimassiivi piiterliitset rabakivi, mis kõigi oma näitajate poolest sarnaneb Maardus leiduvale. Proov võeti Käbi puuraugu F306 puursüdamikust 352,6–360,5 m sügavuselt. Uuringu tegi Eesti Geoloogiakeskus [26] ning katse sooritati AS Teede Tehnokeskuse laboratooriumis. Katse tulemus oli mõnevõrra üllatuslik – LA-katsel oli massikadu 39 %, s.o suurem isegi kõige madalama, s.o IV klassi killustiku kohta kehtivast nõudest ( $LA \leq 35$ ). Sellist näitajat ei julgenud keegi oodata.

Maardu graniidikaevanduse arendajad võivad end muidugi lohutada teadmise-ga, et tegu ei olnud Maardu leiukohast võetud prooviga, ent see on väga nõrk lohutus. Maardu piiterliitset rabakivist silindris tehtud purunemiskindluse katse tulemuste ümberarvutus LA-tegurile viitas ju ligikaudu samale tulemusele –  $LA \leq 40$ . Kui uurida kirjandust, siis võib leida hulganisti viiteid sellele, et  $LA_{35}$ – $LA_{40}$  ongi iseloomulik jämedateralistele graniitidele [27]. Teisisõnu, jämedateralised ja porfüürsed graniidid, sh Maardu piiterliitne rabakivi, kvaliteetse killustiku valmistamiseks ei kõlba.

A.M.

## Viidatud allikad

- Petersell, V., Puura, V., jt. Aruanne Tallinn-Loksa ala kristalse vundamendi geoloogilisest süvakaardistamisest mõõtkavas 1:500 000 (Eesti NSV) (vene keeles). Eesti NSV Geoloogia Valitsus. Tallinn, 1971. EGF 3163.
- Viiding, H., Kala, E., Pobul, E. Paluküla mõistatus laheneb. – Eesti Loodus, 1969, 8. 464–474.
- Kala, E., Kajak, K., Kajak, H., Elterman, G. Hiiu kompleksne geoloogiline

hüdrogeoloogiline kaardistamine (leht O-34-XI) mõõtkavas 1:200 000 (vene keeles). Geoloogilise kaardistamise aruanne. Eesti NSV Geoloogia Valitsus, Tallinn, Eesti Geoloogiafond 3146, 1971.

- Kala, E., Suuroja, K., Tassa, V. Aruanne graniitsete kivimite eeluuringutest Palukülas (vene keeles). Eesti NSV Geoloogia Valitsus. Keila, 1976. EGF 3423.
- Suuroja, K., Tšeban, E. Lühike geoloogiline seletuskiri geoloogilis-ökonomilise põhjenduse juurde graniitse killustiku tootmiseks Maardu piirkonnas maa alt ja Suursaarel karjääriviisiliselt (vene keeles). Eesti NSV Geoloogia Valitsus. Tallinn, 1975.
- Stepuda, M., Litvinov, E. Esialgsed soovitused Eesti NSV kõrgemargilise killustiku vajaduse rahuldamiseks (vene keeles). Gipronineruda, Moskva, 1975.
- Gromov, O., Gromova, G., Pastuhhova, A. Aruanne geofüüsikalistest töödest kristalliinse vundamendi kaardistamisel Nõva-Jägala alal ja Assamalla detailalal (vene keeles). Eesti NSV Geoloogiateenistus. Tallinn, EGF 3465. 1977.
- Suuroja, K. Aruanne graniidiotsingutest Maardu piirkonnas (vene keeles). Eesti NSV Geoloogia Valitsus. Tallinn, 1979. EGF 3560.
- Soesoo, A., Niin, M. Petrographical and petrochemical features of the Estonian Precambrian porphyreous potassium granites. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Geology, 1992, 41. 93–97.
- Suuroja, K. Aruanne graniidi eeluuringutest Maardu piirkonnas (vene keeles). Eesti NSV Geoloogia Valitsus. Tallinn, 1982. EGF 3947.
- Güsson, J., Leet, G. Tehnilis-majanduslikud põhjendused (TEO) ajutiste nõuete projekti juurde graniitkivimite maa-aluse

tootmise jaoks Maardu maardlas (vene keeles). Eesti NSV Geoloogia Valitsus. Tallinn, 1982. EGF 4048.

- Suuroja, K. Seletuskiri Maardu graniidimaardla varude kinnitamiseks. Eesti Geoloogiakeskus. Tallinn, 1992. EGF 4634.
- Adamson, A., Pirrus, E.-A. Eesti oma graniit. – Eesti Loodus 1994, 9. 280–282.
- Reinsalu, E. Helsingi-Tallinna tunnel – ainult unistus. – Rahva Häääl, 23. aug. 1994.
- Pastarus, J.-R. Suurte kaeveõonte stabiilsus Maardu graniidimaardlas. Doktori-töö. TTÜ, 1996.
- Tamm, I., Salu, M., Metsur, M. Graniidikaevanduse mõju prognoos põhjaveele. Keskkonnamõju hindamise aruanne. Lisa 4. AS Maves, 2008.
- Toomik, A., Soovik, E., Malm, I., Köpp, V., Johanson, J. Maardu II graniidikaevanduse mäetööde tehnilised lahendused. I köide. OÜ Inseneribüroo Steiger, 2008.
- Toomik, A., Malm, I., Kaljuste, M. Maardu II graniidikaevanduse mäetööde lahendused. II köide. OÜ Inseneribüroo Steiger, 2008.
- Malm, I. Taotletava Maardu II graniidikaevanduse mäeeraldise gammaskpektrometrilise analüüsi tulemused. 2009. EGF 8904.
- Vali, J. Keskkonnasõbralik lahendus, mis aitaks tagada energiasüsteemi töökindluse. Keskkonnatehnika, 2010, 4. 22–24.
- Muuga pump-hüdroakumulatsiooni-jaama (PHAJ) detailplaneeringu keskkonnamõju strateegilise hindamise (KSH) vahearuanne. OÜ Inseneribüroo Steiger, 2011.
- Suuroja, K., Shtokalenko, M., Gromov, O. Maardu graniidimassiivi täiendav geoloogilis- hüdrogeoloogiline uuring. Eesti Geoloogiakeskus, 2010.
- Pirrus, E.-A. Graniidikillustik Eesti maapõuest – soovunelm või võimalus? – Keskkonnatehnika, 2011, 2. 6–8.
- Aigro, M., Jürgenson, V. Karbonaatsete kivimite füüsikalise-mehaanilisi näitajaid oleks vaja ühtlustada. – Keskkonnatehnika, 2011, 3. 38–39.
- Kivimaterjali purunemise silindris (GOST 8269) ja purunemiskindluse (EVS-EN 1097-2) tulemuste võrdlus. AS Teede Tehnokeskus, 2011.
- Suuroja, K. Kvaliteetse killustiku tootmiseks sobilik kristalse ehituskivi otsingutest. Eesti Geoloogiakeskus. Tallinn, 2011.
- Kahraman, S., Toraman, O.Y. Predicting Los Angeles abrasion loss of rock aggregates from crushability index. Indian Academy of Science. Bull. Mater. Sci. Vol. 31, 2008.

# SOLARBLUE® päikesepaneelid

## Terve taevatäis **tasuta** energiat



**Päike on taastuv ja saastevaba** energiaallikas, mis on isegi **Eestis kättesaadav ligi 10 kuul aastas.**

Peaaegu hooldusvabad päikesepaneelid sobivad tarbevee ja küttevee **soojendamiseks nii eramutele, kortermajadele kui ka suvilatele.**

2013. aastal ootab Eestit kuni 50% elektrihinna tõus

**Hoia kulud kontrolli all!**



Vaata lisa kodulehelt  
**[www.doranova.ee](http://www.doranova.ee)**

Solarblue päikesepaneelid on Soome ettevõtte Doranova OY kaubamärk. Nelja aasta jooksul on Soomes ostetud üle 1000 Solarblue paneeli. Kindel märk kvaliteedist.

 **DORANOVA**

Doranova Baltic OÜ, Sepapaja 6, 11415 Tallinn  
610 1101, 511 0865  
[doranovabaltic@doranova.com](mailto:doranovabaltic@doranova.com)  
[www.doranova.ee](http://www.doranova.ee)



# PINNASE LIIGITAMINE GEOTEHNIKAS

**UILE LEMBERG**

Eesti Keskkonnauuringute Keskuse geotehnikalabor

PINNASE LIIGITAMINE (pinnasele nimetuse andmine) on moodus ühesuguste omadustega pinnaste grupeerimiseks. Geotehnikas ja ehitusgeoloogias



Joonis 1. Söelaraupid



Joonis 2. Söel avasuurusega 40x40 mm



Joonis 3. Pipettanalüüs

nimetatakse pinnasteks kõiki looduslikke kivimeid ja setteid ning neid liigitatakse koostise, tekke ja omaduste järgi. Pinnaseid võib identifitseerida vaatluse teel või analüüsitulemuste põhjal. Geotehnilistel (ehitusgeoloogilistel) uurimistödel liigitatakse pinnas rühmadesse lõimise (terasuuruse) ja plastsuspiiride (plastsusarvu) järgi. Insenerile on peale pinnase nimetuse vaja tunda ka selle geotehnilisi omadusi (tugevus, kokkusurutavus, filtratsioonomadused jm). Geotehnilistel uuringutel tuginetakse praegu standardi EVS 1997-1:2003 kohasele pinnaseliigitusele, teedeehituses GOST 25100-95 pinnaseliigituse parandatud variandile, üldgeoloogias ja materjalide uurimisel liigitatakse aga pinnaseid purdsetete terasuuruse ning maavarade uurimisel peensusmooduli järgi.

## TEIMIMISMEETODID LÕIMISE JA PLASTSUSPIIRIDE (ATTERBERGI PIIRIDE) MÄÄRAMISEKS

Pinnase lõimis määratakse söel- ja setteanalüüsiga (pipett- või areomeeteranalüüs – joonised 1, 2 ja 3) nii, nagu on kirjeldatud standardites CEN ISO/TS 17892-4:2004 ja GOST 12536-79. Ruudukujulised söelaavad on suurusvahemikus 70 kuni 0,06 (0,05) mm.

Peenosakeste suurus ja hulk määratakse setteanalüüsil pinnaseosakeste langemiskiiruse järgi. Pipettanalüüsil (dispersioonanalüüsil), mille puhul on

dispergaatoriks naatriumheksametafosfaadi või naatriumpürofosfaadi lahus, määratakse nelja pinnasefraktsiooni sisaldus: 0,06–0,02, 0,02–0,006, 0,006–0,002 ja < 0,002 mm. Lõimisekõvera (joonis 4), mille ühel teljel on fraktsiooni sisaldus protsentides ja teisel logaritmilises skaalas fraktsiooni läbimõõt mm, järgi määratakse lõimisetegur  $C_u$  ja jaotustegur  $C_c$ .

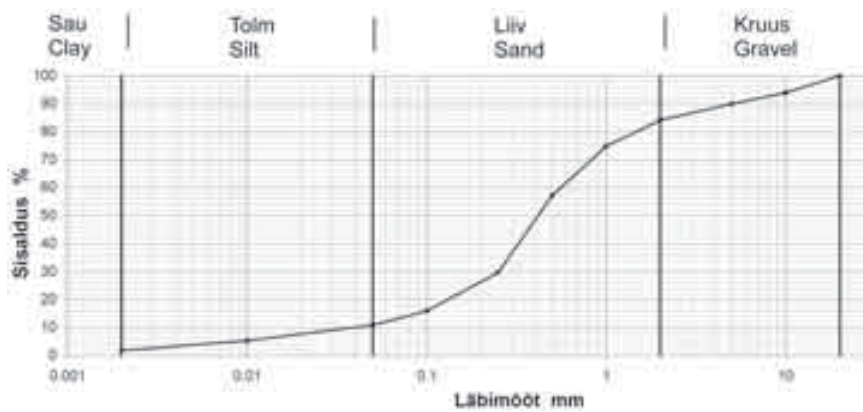
Plastseid pinnaseid (savipinnaseid) iseloomustavad plastsuspiirid (Atterbergi piirid) ja plastsusarv. Teimimisega määratakse pinnase voolavuspiir  $w_L$  ja plastsuspiir  $w_p$ , mille vahe on plastsusarv  $I_p$ . Voolavuspiir määratakse rootsi (joonis 5, a), briti, Vassiljevi koonuse (joonis 5, b) või Casagrande koputusaparaadi (joonis 5, c) abil. Euroopa maades eelistatakse rootsi (60g/60°, vajum 10 mm) või briti koonust (80g/30°, vajum 20 mm). Casagrande meetod ei sobi väheplastsele liivasele pinnasele. Plastsuspiirid määratakse laboris standardite CEN ISO/TS 17892-12:2004 ja GOST 5180-84 kohaselt. Kõik meetodid peale GOST-i kasutavad plastsuspiiride määramiseks pinnasepastat, mille terasuurus on alla 0,425 mm. GOST-i järgi määratakse voolavuspiir Vassiljevi balanssiirkoonusega (76 g/30°, vajum 10 mm) alla 1 mm terasuurusega fraktsioonist.

Pinnase plastsuspiir (rullimispiir) määratakse rullimismeetodil. Uuritav pinnas peab olema nii niiske, et 3 mm läbimõõduga pinnaserull mureneb 3–10 mm pikkusteks tükkideks. Pinnasele antakse nimi nn Casagrande graafiku (joonis 6) järgi.

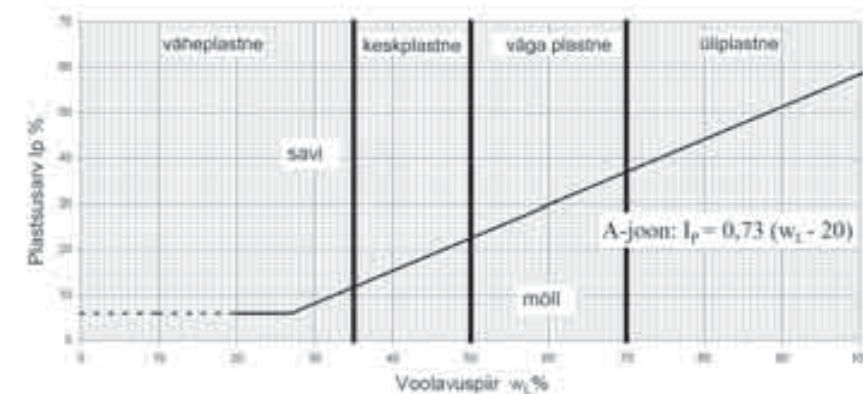
## TAGASIVAADE

Juba 1990ndate alguses oli Eestis pinnase liigitamine probleemiderohke. Põhiliselt kasutati „Ajutised juhiseid ehitusgeoloogilisteks uurimisteks Eesti NSV-s“ (1971) ja GOSTi kohaseid pinnaseliigitusi. Rahvusvaheliste suhete elavnemisel oli vaja teada, kuidas need liigitused korreleeruvad muude riikide normidega ning kuidas tõlkida ingliskeelseid pinnaseniimetusi spetsialistidele arusaadavasse keelde. EV Ehitusministeeriumi tellimisel valmis 1992. aastal Riikliku Ehitusuuringute Instituudi (REI) ja EKE Projekti geotehnikalaborite uurimistöö voolavuspiiri määramisest ja pinnase liigitamisest lõimise järgi, et saada selgeks, kuidas need seonduvad välismaa üldtunnustatud standarditega. Pinnaseliigituse koostamisel jälgiti ISO (Rahvusvaheline Standardiseerimisorganisatsioon) tehnilise komitee nr 182 direktiivi (1993) „Geotechnics





Joonis 4. Lõimisekõver



Joonis 6. Casagrande graafik (plastsusdiagramm)

in civil engineering“ ja geotehnikas tuntud pinnaseliigituste USCS (*Unified Soil Classification System*), Briti BS, Saksa DIN ja eriti Rootsi SGF D8:1989 põhimõtteid. Vastavasisulised artiklid ilmusid X, XI ja XII Eesti geotehnika konverentside ja ka 1995. aastal Kopenhaagenis toimunud Euroopa pinnasemehaanika ja vundamendihituse konverentsi XI ECSMFE artiklikogumikes. REI geotehnikalabori ja TTÜ geotehnika õppetooli koostöös koostati nende tööde põhjal uus pinnaseliigitus, konsulteerides Eesti Geotehnika Ühingu, Geoloogia Instituudi ja Eesti Geoloogia Keskuse spetsialistidega. See liigitus viidi TTÜ ehitiste projekteerimise instituudis V. Jaaniso ja E. Soonurme 1998.a koostatud Eesti projekteerimismnormi EPN 7.1. „Geotehniline projekteerimine“ lissasse nr 9. Selle normi põhjal ilmus 2003. aastal Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi tellimisel koostatud Eesti standard EVS 1997-1:2003 „Geotehniline projekteerimine. Osa 1: Üldeeskirjad“, mille lisa I (normatiivlisa) on „Pinnase liigitamine“. See standard asendati 2007. aastal standardiga EVS-EN 1997-1:2006, milles pinnaseliigitust enam ei ole, ning järelkult on EVS-EN 1997-1:2003 kohane pinnaseliigitus praegu ametlikult kehtetu. Standardi on heaks kiitnud ja Eesti Standardikeskusele vastuvõtmiseks esitanud tehniline komitee EVS/TK 13 „Ehituskonstruktsioonide projekteerimine“.

### PINNASE LIIGITAMINE EVS 1997-1:2003 JÄRGI

Geotehnikute igapäevatoos liigitatakse pinnast lõimise, s.o tera- ehk pinnaseosakeste suuruse järgi. Geotehnikas kasutatav liigitus fraktsioonideks määratleti 1977. aastal IX ICSMFE konverentsil

Tokyos ning enamik riike on selle omaks võtnud. Tabelid 1, 2 ja 3 ning plastsusdiagramm (joonis 6) tuginevad standardi EVS 1997-1:2003 lisale I.

Geotehnilisel projekteerimisel loetakse mineraalpinnaseks materjal, mille terasuurus on  $\leq 60$  mm ning mille üle 60 mm suuruste rahnude ja veeriste sisaldus on alla 40 %. Jäme- ja peeneteraliste pinnaste vahel tehakse vahet alla 0,06 mm suuruste pinnaseosakeste ehk peenosise sisalduse järgi ning peeneteraliste mõll- ja savipinnase vahel saueosakeste ( $< 0,002$  mm) suhtelise sisalduse järgi peenosises (terasuurus



Joonis 5. Seadmed voolavuspiiri määramiseks: a on rootsi koonus, b Vassiljevi koonus ning c Casagrande aparaat

$< 0,06$  mm).

Peeneteralist pinnast ning jämedateralise pinnase alla 0,425 mm suurusi osakesi jaotatakse plastsusdiagrammi (joonis 6) abil ka plastsusomaduste järgi. Pinnas, mis on plastsusdiagrammil ülalpool A-joont

Tabel 1. PINNASEOSAKESTE LIIGITUS FRAKTSIOONIDEKS SUURUSE JÄRGI

Fraktsioon	Alamfraktsioon	Osakeste suurus d mm
Rahnud		$> 200$
Veerised		60–200
Kruusaterad	Kruusa jämeterad	20–60
	Kruusa keskterad	6–20
	Kruusa peenterad	2–6
Liivaterad	Liiva jämeterad	0,6–2
	Liiva keskterad	0,2–0,6
	Liiva peenterad	0,06–0,2
Mölliosakesed	Mölli jämeosakesed	0,02–0,06
	Mölli keskosakesed	0,006–0,02
	Mölli peenosakesed	0,002–0,006
Saueosakesed		$< 0,002$

$I_p = 0,73 (w_L - 20)$  ja mille  $I_p > 6$ , on savi-pinnas, ning allapoole A-joont jääv pinnas (kui  $I_p < 6$ ) möllpinnas. Savipinnast jaotatakse ka voolavuspiiri  $w_L$  järgi (tabel 3).

## KIK-I 2010.A UURIMISTÖÖ

Standardi EVS 1997-1:2003 pinnaseliigitus kaotas 2010. aastal kehtivuse ning uute Eesti standardite lisades seda enam ei ole. Eesti keelde tõlgitud standardid EVS-EN ISO 14688-1:2003 ja EVS-EN ISO 14688-2:2004 käsitlevad pinnase ning EVS-EN ISO 14689-1:2004 kalju identifitseerimist ja liigitamispõhimõtteid geotehnilistel uuringutel. Identifitseerimine tugineb visuaalsele hinnangule ja välimeetodeile, liigitamispõhimõtteid tuleb aga aluseks võtta mingi maa pinnaseliigituse koostamisel. Nende standardite kasutusala on vundamendiehitus, pinnase parendamine, tee-ehitus ning mullete, paisude ja kuivendussüsteemide ehitamine.

Geotehniliste uuringutel rakendatavat ning euronõuete ja standarditega kooskõ-

las olevat pinnaseliigitust on väga vaja nii keskkonda mõjutavate ehitiste projekteerijatele ja ehitajatele kui ka geotehnikutele ja ehitusgeoloogidele. Orienteerumine kõigis Eestis praegu kasutusel olevates pinnaseliigitustes (EVS, GOST, GOST Maanteeameti parandustega, purdsetete klassifikatsioon, liigitus peensusmooduli järgi) ei ole lihtne, palju on valesimõistmist ning puudub ühtne terminoloogia.

KIK-i keskkonnakorralduse programmi tehnika alamprogrammi uurimisprojekti nr 44 „Pinnase liigituse EVS 1997-1:2003 (Geotehniline projekteerimine, osa 1, lisa I) uuendamine“ raames Eesti Keskkonnauuringute Keskuse geotehnikalaboris 2010. aastal tehtud uurimistöös pühenduti aastate jooksul kogunenud kitsaskohtade uurimisele ja lahendamisele.

Umbes kuuekümmele pinnase liigitamisega tegelevale asutusele ja spetsialistile saadeti küsitluslehed. Vastuseid laekus üllatavalt palju. Geotehnika asjatundjad peavad heaks standardi EVS 1997-1:2003 liigitust, mis ütleb väga palju pinnase koostise

**Tabel 2. PINNASE JAOTUS VOOLAVUSPIIRI  $w_L$  JÄRGI**

Nimetus	Voolavuspiir $w_L$ %
Väheplastne	< 35
Keskplastne	35–50
Väga plastne	< 50–70
Üliplastne	> 70

kohta ning ühildub enamiku lääne klassifikatsioonidega. Normi muutmist, mis on väga keeruline ja kallis protseduur, ei soovitata. Peetakse oluliseks, et kõigis töödes ja aruannetes viidataks liigituse aluseks olnud normile. Tõdeti, et:

- on vaja kokku leppida pinnasetähistustes, sest Euroopa standardite ingliskeelsed tähistused erinevad seni Eestis kasutatutest, nt liiva tähistav *Sa* (*sand*) tähendab meil savi;
- Eesti liigituses on vaja muuta väheplastset ja keskplastset pinnast lahutavat voolavuspiiri ning võtta selleks  $w_L < 35$  % asemel  $w_L < 30$  %;
- Eesti liigituses moreene eraldi ei käsitleta ning pinnase nimetus määratakse peenosise ning saue- ja peenosisesuhte järgi, nagu üldises pinnaseliigituses. Moreenpinnase nimetus „väheplastne savine peenliiv“ oleks arusaadavam, kui pinnase nimetusele lisataks ka pinnase geneesi;
- EVS 1997-1:2003 pinnaseliigituse lisanimetused jämedateralise fraktsiooni järgi on kohmakad ja ebasobivad. Eesti liigituses võiks kasutada traditsioonilisi termineid „liivane“ (liivakas), „väga liivane (liivarikas, liivane)“ ja „kruusane (kruusakas)“, „väga kruusane (kruusarikas, kruusane)“;
- aastate jooksul on Eesti pinnaste kohta kogutud palju materjali, ent see on saadud eri meetodikat, seadmeid, dispergaatoreid ning pinnaseliigitusi kasutades. Tarvis on teada, kuidas ühelt süsteemilt teisele üle minna;
- tsiviil- ja teedehituses peaks pinnaseid liigitama ühte moodi, praegu tugineakse aga maanteekatendite tugevusarvutustel ning pinnase tugevus- ja deformatsioonomaduste hindamisel endisel GOST-i järgsele pinnaseliigitusele;
- Eesti oma standardit ei ole vaja koostada, ent praktikutel on vaja ülevaatlikku dokumenti enamlevinud pinnaseliigituste kohta ning on tarvis teada, kuidas ühelt liigitusest teisele üle minna. Üldgeoloogias kasutatakse praegu R. Sinisalu ja A. Kleesmenti „Purdsetete granulomeetrilist klassifikatsiooni“, mis on avalda-

**Tabel 2. PINNASLIIGITUS EVS 1997-1:2003 JÄRGI**

Pinnaserühm	Pinnaseliik	Pinnase alamliik	Peenosise (< 0,06 mm) sisaldus %	Saueosakeste suhteline sisaldus peenosises < 0,002 mm/ < 0,06 mm %
Jämedateraline pinnas (jämedapinnas): teri suurusega < 0,06 mm ≤ 40 %	Kruuspinnas: teri suurusega 2–60 mm	Kruus	< 5	< 20
		Möllikas kruus	5–15	≥ 20
	> 50 %	Savikas kruus	> 15–40	< 20
		Mölline kruus	> 15–40	≥ 20
	Liivpinnas teri suurusega 2 – 60 mm	Liiv	< 5	< 20
		Möllikas liiv	5–15	≥ 20
Savikas liiv		> 15–40	< 20	
Mölline liiv		> 15–40	≥ 20	
Savine liiv	Savine liiv	> 15–40	< 20	
	Savine liiv	> 15–40	≥ 20	
Peeneteraline pinnas (peenpinnas): teri suurusega < 0,06 mm > 40 %	Möllpinnas: < 0,002 mm/ < 0,06 mm	Möll	< 10	< 10
		Savimöll	> 10	10–20
Savipinnas: < 0,002 mm/ < 0,06 mm > 20 %	Möllsavi	Möllsavi	> 40	> 20–40
		Savi	> 40	> 40

### Märkused.

1. Alamliigi põhinimetuste „kruus“, „liiv“ ja „möll“ ette võib lisada enamesineva alamfraktsiooni nimetuse (jäme-, kesk-, peen-), nt peenliiv, jämeliiv.
2. Kui see ei kajastu juba pinnase nimetuses, võib kruusa- või liivafraktsiooni sisalduse alusel anda pinnasele lisanimetuse: kui seda on 10 kuni 25 %, lisatakse täiendsõna „kruusaga“ või „liivaga“ ning kui 25 kuni 50 %, siis „rohke kruusaga“ või „rohke liivaga“ (nt „kruusaga mölline peenliiv“, „rohke liivaga savimöll“).
3. Jämedateralist pinnast võib jaotada lõimiseteguri  $C_U = d_{60}/d_{10}$  ja jaotusteguri  $C_C = d_{30}^2/(d_{10} \cdot d_{30})$  järgi: pinnas on ühtlane siis, kui  $C_U < 6$  ja  $1 < C_C < 3$  ning ebaühtlane, kui  $C_U \geq 6$  ja  $1 > C_C > 3$ .

tud EGK Toimetistes (2002, 10/1), Keskkonnaministeeriumi maavarade osakonnas tuginetakse maavarauuringu aruannetes keskkonnaministri 26. mai 2005.a määrusele nr 44 „Üldgeoloogilise ja maavara geoloogilise uuringu tegemise kord“ ning Tartu Ülikooli ja TTÜ geoloogia instituutides liigitatakse purdsetted terasuuruse järgi, kasutades Udden-Wentwordi skaalat.

### MIS SAAB EDASI?

Nagu öeldud, on Eesti pinnaseliigitus EVS-EN 1997-1:2003 lisa I alates 2010. aastast juriidiliselt kehtetu ning standardid EVS-EN ISO 14688-1:2003 ja 14688-2:2004 seda ei asenda. Seetõttu on Eesti Standardikeskusel, tehnilistel komiteedel ja muudel instant-sidel vaja probleemi süüvida ja leida võimalusi selle tühemiku täitmiseks. Töö tegemist peaksid taotlema Eesti Standardikeskuse tehnilised komiteed, Geotehnikaühing, Maanteeamet ja erialaliidud. Lähiajal on vaja välja anda geotehnilistel uuringutel kasutatav pinnaseliigitus, viies EVS-EN 1997-1:2003 lisa I pinnaseliigitusse parandusi ja täiendusi ning kooskõlastada see sel moel ka standarditega EVS-EN ISO 14688-1:2003 ja EVS-EN ISO 14688-2:2004 ning Eestis aastate jooksul kujunenud tavadega.

Uues dokumendis peaksid olema kajastatud ka eri pinnaseliigituste kasutusala, liigitamise põhialused ning kuidas ühelt süsteemilt teisele üle minna, soovitud vanade arhiivmaterjalide oskuslikuks ja õigeks kasutamiseks, õige terminoloogia ning oskussõnade võõrkeelsed vasted. Koostööd tuleb teha ka kõigi organisatsioonidega, kes tegelevad pinnase üldgeoloogilise uurimisega, maavaradega, maaparandusega või mullateadusega.

Peale liigitamisele lõimise, plastsuupiiride ja orgaanilise aine sisalduse järgi peab pinnaseliigitus võimaldama anda ka hinnanguid pinnase geotehniliste omaduste (tihedus, tundlikkustegur, drenimata nihketugevus, deformatsioonimoodul, filtratsioon) kohta. **A.M.**



75 aastat Eesti geoloogiateenistust



Eesti Geoloogiakeskus  
Geological Survey of Estonia

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

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

Tartu regionaalosakond  
Rõõmu tee 1, 51013 Tartu  
Tel 733 9004

www.egk.ee



## Metalli- ja masinatööstuse messid

# FINNTEC TOOLTEC 17.–19. 4. 2012

Helsingi messikeskuses

### Tere tulemast aasta parimale erialamessile!

Suurepärase näitus: firmad tutvustavad oma uusimaid masinaid, teenuseid ja tehnoloogiaid. Võta ka oma töökaaslane ühes ja tule osa saama töödemonstratsioonidest, ajurünnakutest ja heast meeleolust. Messikülastus on ühtaegu ka hea võimalus saada uusi teadmisi ning tutvuda valdkonna professionaalidega. Messipeateema on tootlikkus.

**Külastajate registreerimine on avatud**  
[www.finntec.fi](http://www.finntec.fi) [www.tooltec.fi](http://www.tooltec.fi)






**Avatud:** T–K 17.–18.4. kell 9–17 ja N 19.4. kell 9–16  
**Samal ajal erialamessid:** **SeaTec Helsinki** ja **Pind** [www.seatechelsinki.fi](http://www.seatechelsinki.fi), [www.pintafair.fi](http://www.pintafair.fi), **ICTexpo**, **Protsess ja Analüüs**, [www.easyfairs.com](http://www.easyfairs.com)

**Info, kutsed, messikülastuspaketid**  
Profexpo OÜ, Soome Messide esindaja Eestis  
Tel 626 1347, [info@profexpo.ee](mailto:info@profexpo.ee) [www.profexpo.ee/soomemessid](http://www.profexpo.ee/soomemessid)

[www.finntec.fi](http://www.finntec.fi) [www.tooltec.fi](http://www.tooltec.fi)

Koostöös:  **Tehnoloogia teollisuus** 

# UUS ELEKTROMAGNETVÄLJADE DIREKTIIV TULEKUL – MIDA TOOB SEE KAASA ETTEVÕTETELE

**TARMO KOPPEL**

Elektromagnetväljade konsultant, lektor

ELEKTRI- ja elektroonikaseadmed on niivõrd laialt levinud, et me ei suudaks teostada ühtegi kaasaegset äriprotsessi ilma nendeta. See on kaasa toonud ka elektromagnetväljade hüppelise kasvu – hinnanguliselt oleme praegu elektromagnetväljadele 6000 korda rohkem avatud kui kümme aastat tagasi. Selline areng on püstitanud ka küsimused: kas elektromagnetväli on ohutu ning kuidas end liig tugeva välja eest kaitsta.

2007. aastal avaldatud Eurobaromeetri uuring paljastas, et 48% eurooplastest on mures oma tervise pärast elektromagnetväljade tõttu. Tasub ka mainida, et Eestis oli antud näitaja 31%. Eurooplastest ei olnud 65% rahul elektromagnetväljade ohutust puudutava informatsiooniga, mis on olnud neile kättesaadav ja mille edastajaks on olnud riik, seadmete tootjad jt.

Kuna murelikkus elektromagnetväljade mõju suhtes on suur ning viis aastat tagasi tehtud uuringutega võrreldes märgatavalt kasvanud, siis on Euroopa seadusandjad võtnud kindla suuna reguleerida senisest enam inimeste ekspositsiooni elektromagnetväljadele nii avalikes kohtades kui ka töökohtadel. Neist kahest suunitlusest ongi tingitud kaks Euroopa Liidu direktiivi ja kaks erinevat vaatenurka lubatavale ekspositsioonile: avalikesse kohtadesse ja kodudesse nähakse ette mitu korda rangemad piirnormid kui töökohtadele.

Töökohtade lödvemate piirnormide ajendina võib näha peamiselt majanduslikke huve – juhul kui kehtestada töökohtadele määrad, mis kaitseksid töötajaid elektromagnetväljade kõikvõimalike mõjude eest, ei pruugi Euroopa ettevõtted enam konkurentsivõimelised olla. Paljud töökohad tuleks kaotada, kuna vananenud seadmed ei vasta nõuetele. See omakorda tooks kaasa mitmete ettevõtete turult kadumise ning hindade tõusu. Eriti rängalt mõjuks selline rangete piirnormide kehtestamine väiksematele ja keskmistele ettevõtetele, kellel tõenäoliselt ei ole

vahendeid teenindus- või tootmispargi uuendamiseks. Riigis kasvaks töötus, mis tõstaks töötukassa koormust ning kasvataks sotsiaalset rahulolematust. Euroopa kaotaks oma konkurentidele maailmamajanduses veelgi enam.

Juba mitu aastat on avaldatud muret, et Euroopast võib globaalse majanduse mõistes saada perifeeria. Selle tõsiasjaga tuleb Euroopa poliitilistel juhtidel arvestada, kui ettevõtetele pannakse väljatöötatavate seadustega uusi kohustusi. Teisalt, poliitikud valib ametisse rahvas, kes nõuab turvalisemaid töökohti. Seega ei saa pikalt prognoosida, milliseks kujunevad Euroopa töökohad elektromagnetväljade kontekstis. Küll on aga tõenäoline, et rangematest nõuetest ettevõtetele tahetakse esialgu vähemalt viie aasta perspektiivis hoiduda.

Kompromissi leidmine ühelt poolt turvalise ja teiselt poolt kasumliku töökoha vahel on üks põhjuseid, miks töökohtade elektromagnetväljade direktiiv on Euroopa võimukoridorides ringelnud pea kümme aastat. Kuigi direktiivi koostati mitu aastat, võeti see siiski vastu kiirustades 29. aprillil 2004. Toona oli kiirustamise põhjuseks paari päeva pärast aset leidev tähtsündmus, mil ELiga liitus kümme uut riiki. Järgnevatel aastatel on direktiivi jõustumist korduvalt edasi lükatud üksmeele puudumise tõttu mitmes küsimuses. Nüüd, 2012. aasta alul, on aga alust arvata, et läheb veel paar aastat, mil direktiiv lõpuks jõustub. Sellega kaasnevad ka muutused tööandjate kohustustes, millega tasub tegelema hakata juba praegu, sest juhul kui töökohad ei vasta piirmääradele, tuleb tööd teha lahenduste leidmiseks.

## ELEKTROMAGNETVÄLJADEST MÕJUTATUD TÖÖKOHAD

Elektromagnetväli on kõikidest töökohakonna ohuteguritest üks raskemini mõistetav, sest inimene seda ei näe,

ei kuule ega taju. Tavaliselt avaldub elektromagnetvälja kahjulik mõju ajapikku ning kui tagajärjed avastatakse, on kahju juba tehtud ning raskeimal juhul inimene osaliselt töövõime kaotanud.

Elektromagnetväljad esinevad kõikidel töökohtadel. Seega puutub elektromagnetväljade seadusandlus kõikidesse tööandjatesse ja töötajatesse. Teoreetiliselt võib erandiks tuua vaid mõne maapiirkonna, kus elektrit pole ning ei kasutata ka akudel töötavaid elektriseadmeid.

Mõistetavalt tuleb rohkem tähelepanu pöörata töökohtadele, kus sellele töökohale spetsiifiliste elektriseadmete tõttu tekib rohkem elektromagnetvälju. Enim tuuakse esile järgnevaid töökohti ja seadmeid, mis on kõrgendatud EMV-ekspositsiooniga töötajatele:

- kaarkeevitus,
- galvaniseerimine,
- MRT-seadmed haiglates,
- mobiilsideantennide tehnikud,
- liikluspolitseinikud jm tehnikud, kes töötavad radaritega.

## RISKIRÜHMAD

Sarnaselt teatud töökohtadele, kus esineb kõrgem elektromagnetvälja tase, on ka riskirühmi, kes on neist väljast rohkem mõjutatud. Nii nagu inimesed taluvad erinevalt sooja ja külma, mõjub ka elektromagnetväli inimestele erinevalt. Üldiselt peavad noored ja hea tervisega inimesed paremini vastu kui vanemad ja nõrgema tervisega inimesed.

Rohkem ohustatuks võib autori arvates pidada järgmisi rühmi:

- rasedad,
- metallimplantaatide kandjad,
- aktiivsete meditsiiniliste seadmete kandjad,
- vanemad inimesed,
- diabeetikud,
- südameprobleemidega inimesed,
- inimesed, kes on saanud kunagi suure elektrišoki,

- elektrotundlikud inimesed.

Ehkki praegune seadusandlus nõuab tööandjalt elektromagnetväljade riskitaseme hindamist ja kõikide vajalike meetmete ettevõtmist rasedate naiste ohutuse tagamiseks, siis praktikas seda ei toimu või esineb seda vaid üksikutes eesrindlikes ettevõtetes. Lihtne põhjus on vähene oskusteave selles valdkonnas. Elektromagnetväljade temaatika on tegelikult sedavõrd keeruline, et ka pärast kümnet aastat on osapoolte vahel palju eriarvamusi, milline see direktiiv peaks olema. Oodatavalt peaks direktiiv pakkuma lahendusi olemasolevatele lahendamata küsimustele, kuid selle kirjutise autori arvates läheb nii, et lahtisi otsi tekib rohkem juurde, kui neid kokku sõlmitakse.

Süsteemi üheks nõrgemaks lülks on puudulik teaduslik arusaam elektromagnetväljadest. Nii ei teata tegelikult kõiki sümptomeid, mida elektromagnetväljad võivad põhjustada, ega seda, kuidas neid tuvastada. Kuivõrd direktiivi vastu eksinud tööandjatel tekib hiljem võimalik vastutus hüvitada töötaja töövõimetus, siis praktiliselt on aastate pärast võimatu tuvastada, kas töötaja sai elektromagnetväljadest üledoosi töökohal või mujal ning kas ilmnunud tervisehäda on üldse põhjustatud elektromagnetväljadest või mõnest muust keskkonnastressorist.

Elektromagnetvälju puudutav seadusandlus oleks juba ammu jõustunud, kui teadlased oskaksid selgelt vastata seadusandjate kolmele küsimusele:

- millise tugevusega elektromagnetväli on ohtlik;
  - milliste tagajärgedega see ohtlikkus avaldub;
  - kuidas tuvastada elektromagnetväljadest põhjustatud tervisekahjustusi.
- Kuna normid on välja töötatud tervete noorte inimeste baasil, siis arvavad

teadlased, et metallimplantaate kandvatel inimestel oleks targem hoiduda tööddest, millega kaasneb tugevam elektromagnetväli. Metallimplantaatidest võib nimetada metallproteese, -plaate, -raame jms. Hambaimplantaadid on väikesemõõtmelised, seega ei kujuta need ohtu ning nende kandjad ei klassifitseeru riskirühmaks. Ka näiteks amalgaamplokk võib sisaldada palju enam metalli, kui seda on hambaimplantaadis. Õigustatud küsimus siinjuures on see, et kui suu on täis hõbeploome, kas selle koguse juures klassifitseerib inimene riskirühma. Vastus on, et tõenäoliselt mitte. Kuna metallhambataidised on üksteisest eraldatud – nende vahel puudub metallist side, mis paneks nad elektromagnetväljade suhtes toimima ühte antennina –, siis saab neid vaadelda kui eraldiseisvaid metallpindu.

### ÕIGUSAKTID, MILLEGA PEAB TÖÖANDJA ARVESTAMA

Hakates arvestama elektromagnetväljadega, peab tööandja ohutuse ja tervishoiu seisukohalt lähtuma peamiselt kahest õigusaktist:

- 1) valitsuse määrus elektromagnetväljade kohta töökeskkonnas (25.01.2002 nr 54) ja
- 2) sotsiaalministri määrus elektromagnetväljade kohta kodudes ja avalikes kohtades (21.02.2002 nr 38).

Mõlemad tulenevad otseselt samateemalistest eurodirektiividest, mis omakorda baseeruvad ICNIRP (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*) soovitusel.

Tööandjal võib tekkida küsimus, miks peaks töökohtade ohutu elektromagnetväljade taseme tagamisel lähtuma punktis 2 mainitud kodude ja avalike kohtade piirnormidest. Siinjuures tuleb asutuse tööruumid jagada

kaheks: seal, kuhu on juurdepääs vaid asutuse töötajatel, kehtivad tõesti vaid töökohtadele mõeldud piirmäärad. Kui aga asutuses on ruume, mis mõeldud näiteks klienditeeninduseks, siis neis ja kõikides teistes ruumides, kuhu on juurdepääs teistel isikutel, tuleb lähtuda avalikes kohtades kehtivatest piirnormidest.

### MILLE EEST DIREKTIIV KAITSEB?

Direktiivi preambula deklaratiivsetest avaldustest võib jääda ekslik mulje, et need piirmäärad kaitsevad inimesi kõigi terviseohtude eest, mis elektromagnetväljadest võivad tuleneda. Tegelikult loetletakse direktiivis ka ära, mille eest kaitset võib oodata – need on peamiselt termoeffekt ja närvistimulatsioon, mis lubavad inimesel viibida suhteliselt tugevas elektromagnetväljas. Muid mõjusid pole arvesse võetud, sest direktiiv baseerub ICNIRPi soovitusel. Teine oluline kitsendus on, et direktiiv kehtib vaid lühiajalise eksoptsiooniga tervisemõjudele. Pikaajaline elektromagnetväljade mõju ja neist põhjustatud tervisehäda on direktiivist välja jäetud juba eespool toodud põhjusel – teadlased pole veel teinud piisavalt teaduslikke uuringuid järelduste tegemiseks. Seega ei saa tõsiselt võtta ka direktiivi teisi deklaratiivseid punkte, milles lubatakse garanteerida kõrgetasemeline kaitse kõikide teadaolevate kahjulike mõjude eest.

Direktiivi tegelik eesmärk on esitada ELi liikmesriikidele minimaalsed turvamäärad, jättes riikide endi otsustada, kui karme piirnorme nad tahavad kehtestada. Mõned Euroopa riigid ja kohalikud omavalitsused on kehtestanud rahvatervise kaitseks 10 ja isegi 1000 korda rangemaid piirmääri.

Artikli autori arvates on parim nõu-

## KAASASKANTAVAD JA STATIONAARSED PROOVIVÕTUSEADMED



**WaterSam**®



AS TERAMET

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

anne panustada töötajate koolitamisele elektromagnetväljade suhtes – et neid nähtusi mõistetak ja seeläbi osataks valida ohutuid töömeetodeid ja -vahendeid. Suures osas, seal kus toimub töötajate suur ekspositsioon elektromagnetväljadele, saaks seda vältida, teades õigeid töövõtteid. Näiteks keevitaja võib tööoperatsiooni mugavamaks sooritamiseks lasta keevitusagregaadi voolukaablil loogelda üle oma kehaosade või isegi võtta selle õlale, et kerge mini ringi liikuda. Selliselt suurendab ta oma ekspositsiooni sadu kordi, selle asemel et valida tööpositsioon, mis on kaablitest võimalikult kaugel.

### KOHUSTUSED TÖÖANDJATELE

Juba praegu kohustab valitsuse määrus tööandjaid tagama töötajale elektromagnetväljadest ohutu töökeskkond. Peamised tööandja kohustused on:

- teha kindlaks, millise tasemega elektromagnetväljadele töötajad avatud on;
- viia ellu abinõud, et elektromagnetväljad töökeskkonnas oleks võimalikult nõrgad;
- kontrollida jooksvalt kasutusele võetud abinõude efektiivsust.

Seoses uue direktiiviga tasub lisaks eespool toodule mainida ka järgmisi kohustusi:

- tööandja kohustusi laiendatakse, et ta hindaks kõiki elektromagnetväljadega seotud riske;
- tööandja peab võtma arvesse nii elektromagnetväljade erinevad allikad, sageduse kui ka koosmõju, ekspositsiooni kestuse ja tüübi, kiirguse

jaotuse kehapinnal;

- tööandja on kohustatud kohe reageerima elektromagnetväljadest tingitud soovimatutele tervisemõjudele, mis töötajatel ilmnevad;
- tööandja peab võtma arvesse riskirühmad (näiteks aktiivse implantaadiga töötajad).

Ettevõtetel, kus on palju riskirühma kuuluvaid töötajaid või kus tööprotsesside käigus tekib piirnormide lähedane elektromagnetväli, tasub oma töökeskkonnaspetsialist välja koolitada ka elektromagnetväljade alal. Praegusel ajal täidetakse eespool toodud nõudeid vähestes ettevõtetes.

### TÖÖANDJATE ROLL EI OLE LIHTNE

Isegi kui teaduslikul tasandil saabub elektromagnetväljade suhtes selgus ning poliitiline tahe kehtestab direktiivi ja siseriiklikud õigusaktid, jäävad elektromagnetväljad ikkagi üheks raskemini hallatavaks töökeskkonnateguriks. Selleks et tööandja tuleks oma uute kohustustega toime, on vaja mõteteenuse pakkujaid kõikehõlmava varustuse ja meetodikaga. Direktiivide käsitusala hõlmab elektromagnetvälju väga laias diapasoonis (kuni 300 GHz), see eeldab erinevaid mõõteaparate ning koolitatud mõõtespetsialiste, kuid selline võimekus väiksemates ELi riikides puudub.

Töökeskkonna ohutuse tagamisel peab arvestama, et elektromagnetväli on vektorväli, st et väli lähtub kindlast seadmest suunaga sellest eemale. Kui mõõtja ei valda mõõtemetoodikat, võib ta mõõta vaid ühe telje ning tal võib

märkamata jääda kõigi kolme telje (X, Y, Z) ruutkeskmise ehk resultantväli. Seega, kui mõõdetakse ainult horisontaalasendis, võib mõõtetulemuseks olla näiteks ainult 100 nanoteslat, mis ei jõua piirmäära lähedalegi, samas tehakse kõik kolm vajalikku mõõtmist, tuleb tulemuseks 6000 nanoteslat, mis ületab lubatud normid.

Artikli autor Tarmo Koppel viib elektromagnetväljade alal läbi teadustööd Tallinna Tehnikaülikoolis. Ettevõtteid, mis soovivad pakkuda oma töökohti mõõtmisteks ja analüüsiks või küsida nõu, võivad kirjutada e-kirja [tarmo.koppel@ttu.ee](mailto:tarmo.koppel@ttu.ee).

### Kasutatud kirjandus

European Commission, 2007, Special Eurobarometer 272a Electromagnetic Fields-Report.

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, 1998, Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz).

Sotsiaalministri määrus 21.02.2002 nr 38 – Mitteioniseeriva kiirguse piirväärtused elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes, õpperuumides ja mitteioniseeriva kiirguse tasemete mõõtmine.

Vabariigi Valitsuse määrus 25.01.2002 nr 54 – Töökeskkonna füüsikaliste ohutegurite piirnormid ja ohutegurite parameetrite mõõtmise kord.

Pumbad toiduainetööstusele

Diafragmapumbad

Reoveepumbad

**Heeder**

Ujuvpontoon sävendustöödeks

Iseimevad pumbad

Iseimevad tühjenduspumbad

Heeder OÜ,  
Pärni 12, Tallinn,  
info@heeder.ee,  
tel 603 2276

www.heeder.ee

# Kokkuhoid läbipaistva energiatarbimisega.

Energiahaldus madalpingepaigaldistes



Pakume efektiivset energiahaldust - alates lahendustest standardsetele rakendustele kuni kliendipõhiselt kohandatud arukate süsteemideni. Tarkvara SENTRON Powermanager jälgib madalpingepaigaldistes toimuvaid elektrilisi protsesse, arhiveerib jooksvalt mõõtetulemused ning esitab soovitud näidud graafiliselt või numbriliselt. Kõik SENTRON Powermanager tarkvarale vajalikud andmed on kättesaadavad Siemens'i kommunikatsioonivõimelistest madalpingeseadmetest – SENTRON PAC tooteperekonna multimeetritest ja 3VL/3WL kaitseautomaatidest. Madalpingepaigaldise reaajas toimuvad muutused tagavad energiatarbimise läbipaistvuse ning selle tehnoloogiaga saadud tulemuste analüüs võimaldab kaardistada iga paigaldise energiasäästu võimalused.

[www.siemens.com/powermanagementsystem](http://www.siemens.com/powermanagementsystem)

**SIEMENS**

# LAHENDUS SADEMEVEE ÄRAJUHTIMISEKS – *STORMBOX*

## INDREK OIDRAM

Pipelife Eesti AS

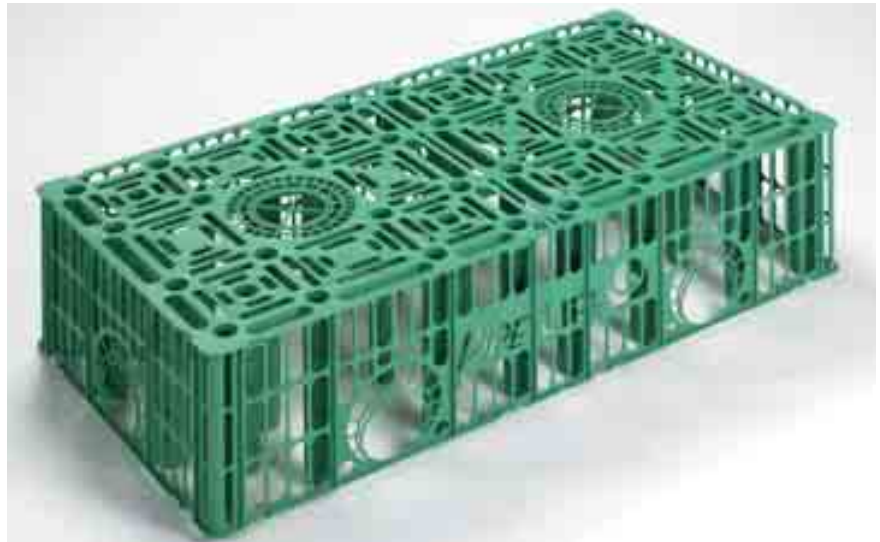
VESI on Maa kõige väärtuslikum vara. Sel sajandil on üks suurimaid inimkonna ees seisvaid probleeme puhta joogivee tagamine, hoolimata inimkonna ja maakasutuse kasvust. Eestis sajab aastas keskmiselt 650 mm ruutmeetri kohta – võime olla õnnelikud, et elame piirkonnas, kus sademevett sajab taevast alla rohkem, kui seda tihtilugu sooviksime. Samas annab see meile sageli mõtlemisainet teemal, kuhu juhtida sademevesi siis, kui puudub sademeveekanaliseerimine või läheduses pole sobivat kraavi ega tiiki? Kuidas suurte vihmade ajal vältida tänavate ja majakeldrite uputamist?

Üks võimalus on sademevesi immutada maasse. Varem kasutati immutuspadjana killustikku või kive. Sellise padja rajamine on töömahukas, ta tikub ummistuma ning tööiga on seetõttu lühike. Sõltuvalt killustiku jämedusest on padjas vee jaoks ruumi vaid kuni 20 %, suurema osa mahust moodustab kivi-mass. Tuhande liitri vee vastuvõtmiseks tuleb kaevata 5 m<sup>3</sup> suurune süvend ning täita see killustikuga. Aja jooksul killustik tiheneb ja vee ruum väheneb veelgi.

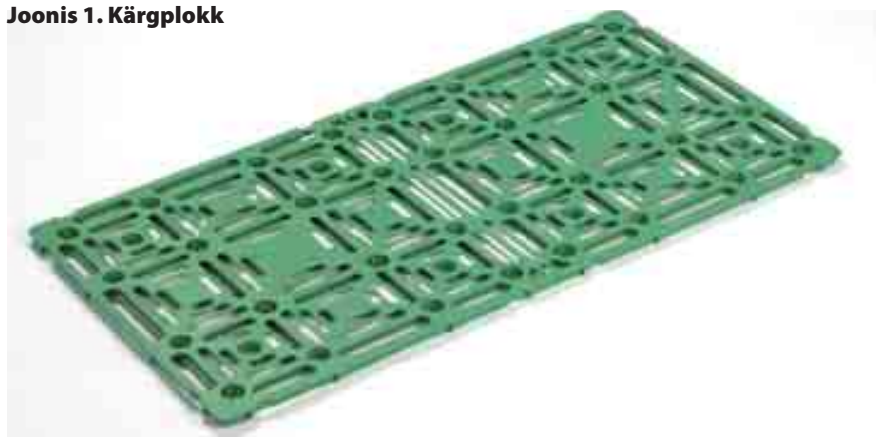
Pipelife pakub sademevee maaseimmutamiseks plastist kõrgplokk-süsteemi *StormBox*. Süsteem koosneb 1200 x 600 x 300 mm suurustest rohelisest polüpropüleenist kõrgplokkidest (joonis 1), alusplaatidest (joonis 2) ja ühendusklambridest (joonis 3). Neid ühendades moodustatakse vajaliku suurusega maa-alune mahuti (joonis 4). Pinnase sissekandumise takistamiseks ümbritsetakse plokisüsteem geotekstiiliga. Sademevesi tuleb juhtida enne imbplokkidesse jõudmist läbi filterkaevu, et sademevees olev tahke heljum ei pääseks pinnase imamisvõimet vähendada.

## EELISED

- Suur mahutavus – 95,5 % plokki mahust (206 liitrit) on vee jaoks.
- Killustikust viis korda tõhusam.
- Väike kõrgus – 300 mm, sobib ka kõrge pinnavee korral.
- Tugev – peab vastu koormusele kuni



Joonis 1. Kõrgplokk



Joonis 2. Alusplaat



Joonis 3. Ühendusklambrid

8 kN/m<sup>2</sup>.

- Moodulsüsteemi on kiire ja lihtne paigaldada.
- Väike kaal, väga kergesti käsitsetav.
- Toruühenduste avasuurus 110 ja 160 mm.
- Kui liikluskoormust ei ole, on süsteemi katepinnase miinimumpaksus 300 mm.

- *StormBox* on saadaval ka juba tehases geotekstiilümbrise ja soovitud ühendustega varustatud 400- ja 800-liitris- te valmissüsteemidena.
- Väikesed kulud – odavaim viis, kuidas luua maasse vaba ruum vee immutamiseks.

## KASUTUSKOHAD

### MAASSEIMMUTAMINE

Katuselt tulev sademevesi juhitakse mööda sademeveetorustikku hoonest eemal olevasse *StormBox*-mahutisse. Mahuti suurus sõltub katuse pindalast ja sellest, kas mahuteid on üks või hoone eri külgedel mitu. Mahutist imbub vesi nii saju ajal kui ka pärast sadu maasse.

Väikeobjektidele, nt eramajade jaoks on olemas filterkangaga kaetud 400- ja



800-liitrised valmismoodulid.

Komplekti kuuluvad:

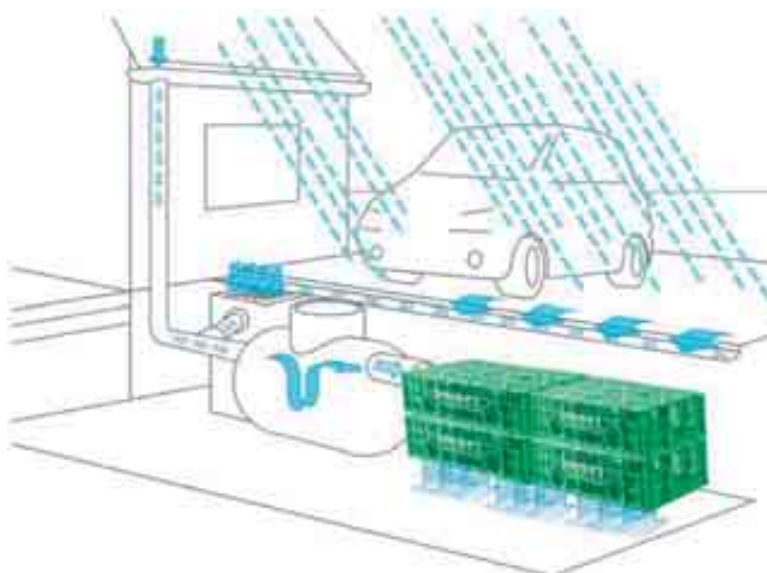
- Filterkaev
- Kaevukaas
- Filterkangaga kaetud 400- ja/või 800-liitrine moodul
- Ülevooluotsik
- Ühendustorud

400-liitrine moodul on pinnase imamisvõimest sõltuvalt arvestatud 50–75 ning 800-liitrine 100–150 m<sup>2</sup> suurusel katusel voolava sademevee vastuvõtmi-seks ja maasseimmutamiseks.

*StormBox* sobib ka **drenaazivee kogumiseks**, kui süsteem seda kohe ära juhtida ei suuda.

## MADALA ÕUEOSA KUIVENDAMINE

*StormBox*id sobivad hästi madala hoo- vi- või õueosa kuivendamiseks. Mitte kuigi sügaval maa sees olevad moodulid toimivad kohtdrenaazina ning mahutavad sajuvee kiiresti endasse. Liigmärjale ja kasutuna tundunud alale saab rajada laste mänguväljaku, palliplatsi vms.



Joonis 4. Sademevee maasseimmutamise süsteem *StormBox*

## SADEMEVEE KOGUMINE

*StormBox*i elemente on võimalik katta spetsiaalse polüetüleenkattega (geomembraaniga) ning moodustada neist veekindel mahuti. Sellesse kogutud sademevett on võimalik kasutada majapidamises.

## BIOPUHASTI VÄLJAVOOLUVEE MAASSEIMMUTAMINE

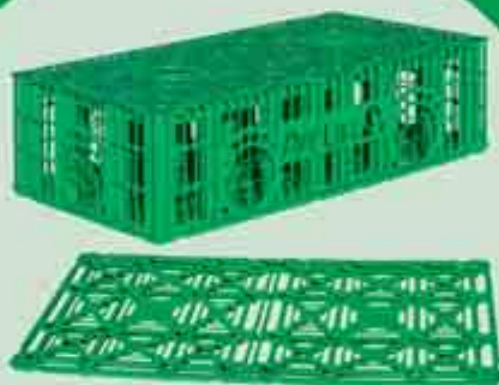
Kui puhasti heitvett ei ole kuhugi juh-tida, võib selle *StormBox*i 400- või 800-liitrise mooduli kaudu maasse immuta-da.

A.M.

Kuhu juhtida sademevesi, kui puudub sade-  
meveekanalatsioon või ei ole sobivat  
krami ega tihki läheduses? Kuidas viia  
vihmapeenooidel tänavate ja majakeldrime  
uputusi? Selliste olukordade lahendamiseks  
on sademevee maapinda immutamine.

## Plastist kargplokid *StormBox*

– lahendus sademevee ärajuhkimiseks ja immutamiseks



### EELISED

- Niiskushuljavus 95,5% (kasutatav maht 200 l kaali kohta)
- Moodulsüsteemis võimalik läbi liigri ja lihtsat pingaldamist
- Väike kaal, väga kergesti käsitatav

### KASUTUSKOHAD

- Pinnasesse immutamine
- Drenaazivee puhver
- Madala õueosa kasutusse võtmine
- Sademevee kogumine

PIPELIFE

# KOLMEKS PAKUB LAHENDUSI, MIS KESTAVAD

## PEETER KÕIVA

KOLMEKS OY Balti regiooni müügijuht, Tallinna kontori juhataja

SOOME firmat *KOLMEKS OY* tuntakse juba 70 aastat nii kodumaal kui ka palju kaugemal elektrimootorite ja pumpade tootjana. Eestisse tuli *KOLMEKS* möödunud sajandi 90ndate keskpaiku, algul edasimüüjate kaudu, ent aastast 1994 peale on firmal Viljandis tootev tütarettevõtte *AS KOLMEKS*.

Möödunud aasta hilissügisel avas emafirma Tallinnas müügikontori, mis pakub suurt valikut õige mitmesuguseid seadmeid kütte-, ventilatsiooni-, jahutus- ja veevarustusvõrgu jaoks, sh Eestis juba teada ja tuntud punast värvi kuivmootorpumpasid. Kuulujutud, et meie pumbad valmivad Hiinas, ei pea paika – kõik nad on Soome Turengi tehase tooted. Selles tehases tehakse kõik projektist kuni valmistooteni, Hiina tehased, nii nagu Viljandi omagi, teevad meie partneritele üksnes alltöid.

Algusaastaist peale valmistab *KOLMEKS* ainult kuivmootorpumpasid. Sellise lahenduse headusest annab tunnistust see, et möödunud sajandi üheksakümnendatel Soomest tarnitud ja korruselamutesse paigaldatud soojusõlmede *KOLMEKS*-ringluspumbad töötavad tänaseni, mõned neist ilma mingi hoolduseta. *KOLMEKS* on alati lähtunud tarbija vajadustest – teeme

pumba just Sinu jaoks! Nii valmib toode, mis on kestvam ja tõhusam kui lühikese tööeaga ja energiakulukas märgmootorpump.

Püsipöörlemissagedusega pump on vähem tõhus kui reguleeritav, sest ei arvesta kütmissrežiimi muutusi ning töötab pidevalt täiskiirusel. Küttepumbale ei sobi ka valgustuse reguleerimiseks mõeldud türistorjuhtimine. Energiasäästliku lahenduse pakuvad vaid sagedusmuundurid ning pumba imi- ja survepoole vahele seatud diferentsiaalrõhuandur. Niisugune *KOLMEKS*-pump reageerib mõne sekundiga võrgu väikseimatele muutustele ning tagab maksimaalse tõhususe ja väikseima energiakulu.

Märgmootorpumpasid, ootab sama tulevik kui ebatõhusaid hõõglampe – juba tulevast aastast on nad määratud ajaloo prügikasti. *KOLMEKS* pakub väiketarbijatele tervet seeriat uusi kuivmootoriga SC-pumpasid, mille liitmike läbimõõdud jäävad ¾ tolli ja DN100 ning võimsus 100 W ja 750 W vahele. Kõik need pumbad on varustatud firma Mitsubishi moodsaima sagedusmuunduriga, mida on võimalik ühendada mitmesuguste juht-, kontroll- ja valve-seadmetega. Kuigi nende pumpade toide on ühefaasiline, muudab inverter sel-

le kolmefaasiliseks ning pumbad seega tõhusamaks. *KOLMEKS*-pumbad, mis sobivad ideaalselt mis tahes kinnistu soojasõlme ja ventilatsiooniseadmesse, on saanud Soome VTT heakskiidu ning on kasutatavad ka sellistel objektidel, mis peavad rahuldama kõrgendatud nõuetele vastavaid objekte.

Turengis, kus meie tehas asub, toodetakse veel mitmesuguseid eriseadmeid. Üks neist on rõhutõstejaam *BoostMaster*, mida kasutatakse nii elamumajanduses, tööstuses kui ka nt golfväljakute niisutussüsteemides.

*KOLMEKS*'i ventiiliosakond pakub lugematul hulgal maailma mainekate valmistajate kaitse-, seadistus-, valve- ja kontrollseadmeid. Erilist tähelepanu väärivad Hollandi firma *SPIROTECH* õhueleemaldusseadmed, millel on küttekulude vähendamisel suur roll ning ilma milleta ei rajata praegu Soomes ühtki uut objekti.

Kui leidsite, et midagi *KOLMEKS*'i poolt pakutavast võiks ka Teile huvi pakkuda, külastage meie kodulehte, helistage telefonil 600 20 15, saatke e-kiri aadressil [tl@kolmeks.ee](mailto:tl@kolmeks.ee) või tulge kohapeale vaatama. Meie aadress on Ehitajate tee 110, Tallinn. Osaleme ka messil „Eesti ehitab”.

A.M.



**KOLMEKS**

**KOLMEKS OY Tallinna kontor** • Ehitajate tee 110 • 12618 Tallinn  
 Tel. 600 20 15 • Fax 672 74 00 • Mob. 56 564 457  
 E-post: [tl@kolmeks.ee](mailto:tl@kolmeks.ee) • [www.kolmeks.com](http://www.kolmeks.com)

## ALFÉA ÕHK-VESI-SOOJUSPUMBAD 2012



### Soojusvaheti

Atlanticu õhk-vesi-soojuspumpadele toob 2012. aasta mitu uundust. Kuueteistliitrisel anumal paiknev patenteeritud koaksiaalor-soojusvaheti on muutunud kompaksemaks ning on paremini soojustatud. Kuna soojuspumba toetuseks on sageli olemas küttekatel, pole soojuspumba standardvarustuses enam lisa-elekterküttekeha ning see tuleb vajaduse korral eraldi tellida. Tehases eelkaabeldatud lisa-elekterküttekeha on soojusvaheti sisse lihtne paigaldada. Paigaldatuna asub see alt ja ülalt avatud hülsis (vt joonist). Selline lahendus muudab elektrilise küttoetuse varasemaga võrreldes märksa tõhusamaks. Vähendatud on soojuspumba siseosa mõõtmeid. Seadme juhtpaneel on osaliselt väljanihutata, seega kasutajasõbralikum. Kasutusel on võetud A-klassi energiasäästlikud ringluspumpad. Laienenud on tööpiirkond: mudelid *Excellia* ja *Excellia Duo* on välistemperatuuril  $-25^{\circ}\text{C}$  võimelised ainuüksi soojuspumba abil saavutama pealevoolutemperatuuri  $+50^{\circ}\text{C}$  (kui välistemperatuur on  $-20^{\circ}\text{C}$ , siis  $+60^{\circ}\text{C}$ ).

Sortimendi kujundamisel on Atlantic endiselt lähtunud põhimõttest, et kõiki kasutusvõimalusi pole mõtet koondada standardvarustusse – see teeb seadme tarbija jaoks kalliks ning osa kinni makstud võimalustest jääb lihtsalt kasutamata.

Käesoleva aasta mudelid on:

**Alfa Evolution:** ühe kütteahela jaoks hinna poolest soodsaim mudel. Võimsus 5–16 kW, 230 V, tööpiirkond kuni  $-15^{\circ}\text{C}$ , pealevoolueve maksimumtemperatuur  $52^{\circ}\text{C}$ , soojendustõhusustegur (COP) kuni 4,25. Juurdetellitavad on 3–6 kW lisa-elekterküttekeha, tarbeveekomplekt ja küttekatalakomplekt.

**Alfa Extensa:** asendab senist mudelit *Alfa S*. Võimsus 5–16 kW, 230 V, tööpiirkond kuni  $-15^{\circ}\text{C}$ , pealevoolueve maksimumtemperatuur  $52^{\circ}\text{C}$ , soojendustõhusustegur (COP) kuni 4,50. Juurdetellitavad on 3–6 kW lisa-elekterküttekeha, tarbeveekomplekt, teise kütteahela komplekt, küttekatalakomplekt, jahutuskomplekt ja basseinikomplekt.

**Alfa Excellia:** sobivaim karmi kliimasse. Võimsus 11–16 kW, 230/400 V, tööpiirkond kuni  $-25^{\circ}\text{C}$ , pealevoolueve maksimumtemperatuur  $60^{\circ}\text{C}$ , soojendustõhusustegur (COP) kuni 4,30. Juurdetellitavad on 3–6 kW või 9 kW lisa-elekterküttekeha, edasi vt mudelit *Extensa*.

**Alfa Extensa Duo:** komplekteeritud 190-liitrise tarbeveeboileriga. Võimsus 5–10 kW, 230 V, tööpiirkond kuni  $-15^{\circ}\text{C}$ , pealevoolueve maksimumtemperatuur  $52^{\circ}\text{C}$ , soojendustõhusustegur (COP) kuni 4,48. Juurdetellitavad on 3–6 kW lisa-elekterküttekeha, teise kütteahela komplekt, küttekatalakomplekt, jahutuskomplekt ja basseinikomplekt. Tarbeveeboileris olev 1800 W küttekeha võimaldab tarbevett elektriga soojendada ka kütmise ajal.

**Alfa Excellia Duo:** komplekteeritud tarbeveeboileriga. Võimsus 11–16 kW, 230/400 V, tööpiirkond kuni  $-25^{\circ}\text{C}$ , pealevoolueve maksimumtemperatuur  $60^{\circ}\text{C}$ , soojendustõhusustegur (COP) kuni 4,30. Juurdetellitav on 3–6 kW või 9 kW lisa-elekterküttekeha, edasi vt mudelit *Extensa Duo*. Tarbeveeboileris olev 1800 W küttekeha võimaldab tarbevett elektriga soojendada ka kütmise ajal.

**Alfa M:** Monoplokk, st et kogu seade on ühes keros. Võimsus 6–12 kW, 230 V, tööpiirkond kuni  $-15^{\circ}\text{C}$ , pealevoolueve maksimumtemperatuur  $52^{\circ}\text{C}$ , soojendustõhusustegur (COP) kuni 4,10. Komplekteeritud 3–4,5 kW lisa-elekterküttekehaga. Juurdetellitavad on tarbeveekomplekt, teise kütteahela komplekt, küttekatalakomplekt, jahutuskomplekt ja basseinikomplekt.

**Alfa Hybrid Duo Õil:** komplekteeritud õlikatla ja 125-liitrise roostevabast terasest sukelboileritüüpi tarbeveeboileriga. Võimsus 10–16 kW, 230/400 V, tööpiirkond kuni  $-25^{\circ}\text{C}$ , pealevoolueve maksimumtemperatuur  $60^{\circ}\text{C}$ , soojendustõhusustegur (COP) kuni 4,30. Katla küttevõimsus 25 kW, pealevoolueve temperatuur  $80^{\circ}\text{C}$ . Juurdetellitavad on teise kütteahela komplekt ja basseinikomplekt.

**Alfa Hybrid Duo Gaas:** komplekteeritud gaasi-kondensaatkatalaga (propan, võimalik ka maagaas) ja 120-liitrise tarbeveeboileriga. Boiler on varustatud titaananoodiga. Võimsus 10–16 kW, 230/400 V, tööpiirkond kuni  $-25^{\circ}\text{C}$ , pealevoolueve maksimumtemperatuur  $60^{\circ}\text{C}$ , soojendustõhusustegur (COP) kuni 4,30. Katla küttevõimsus 24 kW, pealevoolueve temperatuur  $80^{\circ}\text{C}$ . Juurdetellitav on teise kütteahela komplekt.

## ÕHK-VESI-SOOJUSPUMBAGA BOILERID 2012



Sageli soetavad inimesed oma majapidamise 200–300-liitrise elektrilise soojaveeboileri, sest sooja tarbevett on vaja ja seda saab toota vaid elektriga. Samal ajal ümbritseb meid elamutes palju vaba energiat: kalorit liiguvad siia-sinna, keegi neid kinni ei püüa ja pilliltult öeldes rahaks ei tee. Aga soojuspumbaga boiler teeb. Paigaldade ühe sellise oma kodus kütetava ruumi, mis on ümbritsetud köetavate ruumidega (sahver, veinikelder, pesuköök, garaaz vms) ja ta soojendab teile sobival tingimustel sooja vett kolme-nelja kilovatt-tunni eest, kusjuures maksma peate vaid ühe eest. Sobivad tingimused on seejuures teie enda valida – mida soojem on ruumiõhk, seda soodsamaks kujuneb makstavate ja mittemakstavate kilovatt-tundide suhe. Mida madalama temperatuurini lasete vett soojendada (nt  $62^{\circ}\text{C}$  asemel vaid  $51^{\circ}\text{C}$  kraadini), seda suurem on boonus tasuta kilovatt-tundide näol. Komplikatsoone nende seadmete puhul karta ei maksa. Kui ükski külmkapp ei tee köögist sauna, ei muuda ka soojuspumbaga boiler ruumi jäähalliks.

Kõigil Atlanticu õhk-vesi-tüüpi soojuspumba ja boileriga seadmetel on neli töörežiimi: öko (töötab soojuspump), auto (soojuspump + 1800 W elekterküttekeha), kiirküte ja külmumiskaitse. Soojuspump soojendab tarbevett temperatuurini  $45\text{--}62^{\circ}\text{C}$ .



Explorer



Odyssee 2



Odyssee Split

**Explorer:** soojust võib võtta nii ruumi- kui ka lisatorustiku kaudu välisõhust, väljuv õhk juhitakse kas ruumi või lisatorustikku pidi välja. Soojuspumba tööpiirkond on  $+5^{\circ}\text{C}$  kuni  $+43^{\circ}\text{C}$ , soojendustõhusustegur (COP)  $15^{\circ}\text{C}$  juures (EN 255-3) 3,80, müratase (2 m) 37 dB. Komplektis on 200- või 270-liitrine tarbeveeboiler, sukelküttekeha ja magneesiumanood. Seade on saadaval alates maikuust 2012. Sügisel on kavas tuua turule 24 kW spiraalsoojusvahetiga mudelid solaarseadme tarvis.

**Odyssee 2:** soojust võib võtta nii ruumi- kui ka lisatorustiku kaudu välisõhust, väljuv õhk juhitakse kas ruumi või lisatorustikku pidi välja. Soojuspumba tööpiirkond on  $-5^{\circ}\text{C}$  kuni  $+35^{\circ}\text{C}$ , soojendustõhusustegur (COP)  $15^{\circ}\text{C}$  juures (EN 255-3) 3,80, müratase (2 m) 39 dB. Komplektis on 270-liitrine tarbeveeboiler, keramiiline küttekeha, titaananood.

**Odyssee Split:** soojust võtab välisõhust, välismooduli paigalduskaugus boilerist kuni 5 m. Soojuspumba tööpiirkond  $-5^{\circ}\text{C}$  kuni  $+35^{\circ}\text{C}$ , soojendustõhusustegur (COP)  $15^{\circ}\text{C}$  juures (EN 255-3) 3,80, välisosa müratase (5 m) 34 dB. Komplektis on 200-liitrine tarbeveeboiler seinale või 300-liitrine jalgadel, keramiiline küttekeha, titaananood.

**Aerulix:** ventilatsiooniseade väikealulise, maksimaalne õhuväljatõmme  $265\text{ m}^3/\text{h}$ . Välisõhk peab ruumidesse sisse pääsema. Soojuspumba tööpiirkond  $+5^{\circ}\text{C}$  kuni  $+35^{\circ}\text{C}$ , soojendustõhusustegur (COP)  $20^{\circ}\text{C}$  juures (EN255-3) 4,00, müratase (2 m) 34 dB. Komplektis on 200-liitrine tarbeveeboiler, keramiiline küttekeha, titaananood.



Kaupo Kalep, Plastor AS

www.atlantic-est.com

Külastage meid 11.–14. aprillil messil «Eesti ehitab» stendis D-20.

# ENERGIATAGASTUSEGA VENTILATSIOON KORTERMAJAS – SEE ON IMELIHTNE!

**TOOMAS KOLK**

InteliVENT OÜ

KORTERMAJA renoveerimise all mõeldakse enamasti maja piirete lisasoojustamist, akende vahetamist ning äärmisel juhul ka amortiseerunud küttesüsteemi väljavahetamist. Kuigi ventilatsioon on leidnud viimasel ajal laialdast käsitlust nii meedias kui ka spetsialistide selgitustes, tunduvad uued lahendused olevat jätkuvalt korteriomnikele keerulised, kulukad ja veel katsetamist vajavad. Ometi on kortermaja energiatagastuse-

ga ventilatsioonisüsteem töökindel ning äärmiselt lihtne rajada.

Esimesena töi 1998. aastal vastuvoolu-soojustusvahetiga kohtventilatsioonisüsteemid eluruumide õhuvahetuseks turule Saksa ettevõtte *Öko Hausstechnik InVENTer GmbH*. Praegu on neid rohkem kui kahekümmes riigis (Kesk-Euroopas, Norras, Jaapanis ja Ameerikas). Alates 2010. aastast on *inVENTeri* ventilatsiooniseadmeid paigaldatud ka meie karmis kliimas. Eestis valmis esimene 35 % suuruse KredEx toetuse pärvinud *inVENTer*-seadmetega kortermaja 2010. aasta talvel Elvas, Tartu mnt 27c ning 2011. aastal lisandus veel kümme sellist maja.

Süsteemi tööpõhimõte on äärmiselt lihtne. Iga eluruumi välisseina puuritud kanalisse seatakse vähemalt üks *inVENTer*-seade. Ruumi seinal näeb elanik vaid plafooni ning välisseinal seadme väliskatet. Igasse korterisse paigaldatakse paarisarv seadmeid – nt ühe- ja kahe-toalisse kaks, kolme- ja neljatoalisse neli tükki.

Kui süsteem tööle lülitub, hakkavad igas korteris pooled *inVENTerid* värsket õhku tuppa puhuma ning pooled reostunud toaõhku välja tõmbama, kusjuures alarõhku ei teki, sest sisse ja välja puhutakse ühepalju õhku. Iga 70 sekundi tagant seadme puhumissuund muutub. Sellise n-ö „pendeldamisega“ salvestatakse väljapuhkeõhus olev toasoojus soojustusvahetisse ning kui väljapu-

he vahetub sissepuhkega, kandub kõrge salvestunud soojus sissepuhkeõhku. Soojustagastus toimib ülimalt tõhusalt isegi  $-20^{\circ}\text{C}$  välistemperatuuri korral (soojustagastus 70–91 %).

Kogu süsteemi juhib spetsiaalne juhtautomaatika, mida on võimalik valida kas igale korterile eraldi või kogu maja jaoks. Viimane variant lubab süsteemi hõlpsasti juhtida välistemperatuurist sõltuvalt või koguni hoone automaati-

kasüsteemi kaudu. Süsteem paigaldatakse viies etapis, ideaalne on seda teha hoone välisseinte soojustamise ajal, sest siis jääb kogu seadmete ja juhtpuldi vaheline kaabeldus soojustuskihi alla.

Esimene töö on puurida hoone välisseina avad (läbimõõt sõltuvalt seadme tüübist 180–230 mm) seadmete õhukanalite jaoks.

Järgneb mööda seina välispinda kulgeva toite- ja juhtimiskeemi kohase kaabelduse paigaldamine. Põhimõte on lihtne – iga seade peab olema ühenduses seda juhtiva puldiga. Kaablid on ühtaegu toite- ja juhtkaablid. Juhtpuldil on pingetransformaator, nii et seadmeid käitav 7–15 V alalisvool muudab süsteemi äärmiselt ohutuks nii paigaldamise kui ka käituse ajal. Kui kaablid paigas, kinnitatakse seina puuritud avadesse montaaživahu abil õhukanalid, hoolitsedes selle eest, et nad oleksid kondensatsioonivee väljajuhtimiseks 1–2° väljapoole kaldu.

Kolmas töö on kinnitada viimistletud



Seadmeavade puurimine välisseina



Õhukanalite paigaldamine välisseina



*inVENTer*-seadme väliskatted



*inVENTer*-seadme siseplafoon



Kogu maja *inVENTer*-seadmete keskujuhtpult



**inVENTer ventilatsioonisüsteemiga maja Sepa 11, Valga**

fassaadile nelja kruvi abil seadmete väliskatted. Tootja annab komplektile kaasa spetsiaalsed polüstereentüüblid, nii et ei oleks vaja läbi soojustuse ulatuvate kruvidega tekitada külmasildu.

Neljas töö on panna soojusvahetikassetid õhukanalitesse, ühendada toite- ja juhtimiskaabel ventilaatoripistikuga ning kinnitada õhukanali külge siseplafoon koos tolmufiltriga.

Viimasena ühendatakse juhtploki kõik ventilaatoritest tullevad kaablid ning seejärel hoone peakilpi eraldi kaitsme alt 230 V toitekaabel.

Energiatagastusega ventilatsioonisüsteem on nüüd valmis, nii lihtne see ongi!

Peale inVENTer-energiatagastusega eluruumide ventilatsiooniseadmete tuleks ette näha ka vannitubade ja WC-de nn tugiventilatsioon. Selleks sobivad madala müratasemega seinaventilaatorid, mida on võimalik paigaldada olemasoleva



**inVENTer ventilatsioonisüsteemiga kortermaja Tammsaare tee 5, Tartu**



**inVENTer ventilatsioonisüsteemiga maja Rukki 11, Elva**

vana ventilatsioonilõõri ava peale. Ideaalis paikneks üks valgusti kaudu juhitud ventilaator WC-s ning teine, niiskusanduri kaudu juhitud, vannitoas.

Kogemused näitavad, et tavaolukorras suudab inVENTer-süsteem edukalt toimida ka kõige karmima Eesti pakasega. Mõningaid probleeme on esinenud siis, kui süsteemi on esimest korda käima pandud väga külma ilmaga. Kui ruumid olid varem halvasti ventileeritud ning ruumiõhk seetõttu väga niiske, võib õhus olev veeaur kondenseeruda ja ventilaatorilabadel külmuda (seade hakkab „klõbisema“). Siis on vaja soojusvahetikassett välja võtta, lasta toas üles soojeneda ning pärast selle tagasipanemist süsteem uuesti käivitada, seades ventilaatori pöörlemissageduse hästi väikeseks. Mõne aja pärast toaõhu niiskus normaliseerub ning probleeme enam ei teki.

Soojusvahetile annab tootja kümneaastase garantii, vähemalt sama pikk on ka ventilaatori arvestuslik minimaalne tööiga.

Süsteem on äärmiselt paindlik ning sobib nii kolme kui ka 130 korteriga majale. Võimalik on paigaldada ka mitmesuguseid lisaseadmeid. Mõnda korteriomanikku on häirinud õhu liikumisega kaasnev heli (tugevus ventilaatori väikese pöörlemissageduse korral küll vaid 19 dBA). Seda tuleb ette väikestes magamistubades, kus helil ei ole võimalik piisavalt sumbuda. Neile pakub tootja täiendavaid mürasummuteid, mis oluliselt summutavad õhu kiirel voolamisel tekkivat heli. Praktika näitab, et neist on tõesti abi.

inVENTer-ventilatsioonisüsteem on praegu töökindlaim ja lihtsaim viis kortermajade energiatagastusega ventileerimiseks. Selle süsteemiga varustatud täisrenoveeritud hoonetes on dokumenteeritud kuni 50–55 % suurust küttekulude kogusäästu. I.A.M.

Lisateave: [www.inventer.ee](http://www.inventer.ee).



**Lihtne ja energiasäästlik ventilatsioonilahendus**

- säästab küttekulusid
- sobib erinevatele hoonetele
- lihtne paigaldada




OÜ InteliVENT

Tallinn, Kotkapeoja 2a-6  
Tel: +372 6 840 937  
[www.intelivent.ee](http://www.intelivent.ee)  
[info@intelivent.ee](mailto:info@intelivent.ee)



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

# VENTILATSIOONI RAJADES MÕTLE TULEVIKULE

## MAREK PLAAMUS

Uponor Eesti OÜ



TÄNAPÄEVAL peaks iga maja olema varustatud korraliku ventilatsioonisüsteemiga, mida ajendavad rajama hoonete üha suurem õhutihedus ja soov energiakasutust väga täpselt optimeerida. Loomulikult on tähtis ka sobiv ja mugav sisekliima – inimene peab tundma end majas hästi. Seoses energiahindade pideva kasvuga on kadumas arusaam, et tuulutada saab ka lahtise akna kaudu. Peale tehniliste on ilmnunud veel üks põhjus – ventileerida on vaja seetõttu, et mida aeg edasi, seda allergilisemaks inimesed muutuvad. Allergiat võib põhjustada toit või allergeen – tolmu ja baktereid – sisaldav sissehingatav õhk.

Ventilatsioon peaks tagama värsket ja puhta siseõhu, ent on pahatihti hoopis peamine tolmureostussallikas ning ohustab sel moel tervist. Seetõttu peab ventilatsioonisüsteemi korrapäraselt hooldama ning kõrvaldama neisse kogunenud tolmu. Kõige lihtsam on tolmu eemaldada siledatelt pindadelt ja puhastest materjalidest valmistatud süsteemiosadelt. Selle poolest on parim ventilatsioonitorumaterjal plast, muudest materjalidest pole võimalik nii puhtaid süsteemiosi toota. Plasttooted on juba laos puhtad, pakendatud ning toruotsad korkidega kaetud.

Uponori plastventilatsioonitorude suures eelis on see, et nad ei ole lihtsalt plastist – torude sisepind on kaetud antistaatilise kihiga, mis ei lase õhus olevat tolmu neisse ladestuda. Seetõttu on õhukanaleid vaja harvem puhastada ja puhastamine on liht-

sam. Plastil on muude materjalidega võrreldes muidki eeliseid: korrosioonikindlus, dielektrilisus ja, mis kõige olulisem, paigalduslihtsus. Pole vaja mürisevat ketaslõikurit, sest torusid saab parajaks lõigata käsisaega. Liited ei vaja neete ega isepuurivaid kruvesuru vaid liitmik ja toru kokku ning riputa lakke – nutikas peremees või perenaine saab süsteemi paigaldamisega hõlpsasti ise hakkama.

Energiatõhususe seisukohast on tähtis torustiku tihedus ning see, et õhk liiguks võimalikult väikese takistusega just sinna, kuhu vaja. Takistuse vähendamiseks on soovitatav ühendada mis tahes ventilatsiooniosiooni kolmikute, mitte külgliitmike ehk sadulate abil. Sadulühendused ei ole pahatihti kuigi kvaliteetsed, põhjustavad süsteemis lisatakiust ja raskendavad puhastamist.

Plastventilatsioonisüsteemidel on ka piiranguid. Et toruläbimõõt on vaid 100 kuni 200 millimeetrit, sobivad nad peamiselt väikeobjektidele, nt korteritele ja eramutele. Plasttorustikku ei saa ka viia läbi tuletõketsoonide, sinna on vaja metalltorusid.

Uponor pakub ka eelsoojustatud ventilatsioonitooteid. Et õhukanaleid ei ole siis vaja eraldi soojustada, saab neid kiiremini paigaldada ja ära hoida kondensatsioonivee teket.

Plasttorustik sobib nii uutele kui ka renoveeritavatele hoonetele. Peamised asjaolud, mida on vaja silmas pidada, on järgmised:

- torustike viimisel läbi aurutõkete tuleb kasutada spetsiaalseid aurutõkke-läbiviike, et mitte vähendada hoone niiskustihedust;
- pärast torustiku paigaldamist tuleb see korkidega sulgeda. Korgid eemaldatakse vahetult enne süsteemi häälestamist ja kasutusele võtmist;
- külmas keskkonnas paiknevat torustikku on vaja soojustada isegi siis, kui see paikneb hoone üldsoojustuskihis (nt laesoojustuses);
- plasttorustikke on lihtne ja mugav paigaldada;
- kui tellida eelsoojustatud plastventilatsioonitorud, siis jääb ainult kokkupanemise vaev.

Uponori plastventilatsioonisüsteeme on heaks kiitnud mitu allergialiitu. A.M.



*Parema energiatõhususe  
saavutamiseks...*

MADE IN   
GERMANY   


## Parimad kütte-, jahutus- ja sanitaartechnikasüsteemide lahendused

Oventropi filosoofia:

Terviklikud armatuuride, reguleersüsteemide ja teiste komponentide lahendused kõikide kodu- ja ehitusvaldkonna süsteemide energia- ja keskkonnasäästlikuks ühendamiseks.

Nõudeid on tehnilise arengu, uute seaduste ning eeskirjade tõttu aina enam. Oventrop pakub kõrgel tasemel kvaliteetseid lahendusi, mis neid nõudeid täidavad.

Lisainfo saamiseks võtke ühendust:

Ivar Pärn

Tehniline esindaja Eestis

Peatskivi küla, Alatskivi vald

Tartu maakond 60216

Tel.: +372 5108662

Faks: +372 53070722

E-mail: [ivar@abterm.ee](mailto:ivar@abterm.ee)

Internetiaadress:

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



# Tule Eesti Ehitab 2012 messile Eesti Näituste messikeskuses Pirital 11.-14. aprill ja külasta Lokaator OÜ stendi! Asume C-hallis, boks C-86!

Hea võimalus tutvuda lähemalt lükatava  
P340 ja P350 traktorkaamerasüsteemiga!

Kohal ka unikaalne RD8000 Bluetooth  
kaabliotsimisseade – RD8000 toru- ja  
kaabliotsija, mis võimaldab juhtida T10  
signaaligeneraatorit kuni 800 m kauguselt.



## ◀ RD8000 toru- ja kaabliotsimisseadme omadused:

- Bluetooth ühendus lokaatori ja signaaligeneraatori vahel – vaheta sagedusi, muuda võimsust või lülita signaaligeneraator ooterežiimi
- kompass kommunikatsiooni kulgemise suuna näitamiseks
- null- ja tipp antennirežiimid samaaegselt ekraanil
- püsiv sügavusnäit
- CD-funktsioon kaablite identifitseerimiseks puldist
- digitaalne tugeva segava välja filtreerimisfunktsioon
- rikkeotsimine plastikisolatsiooniga kaablitel lisaseadme A-Raamiga
- lihtsalt parim ja unikaalseim seade turul!

### Küsi lisa:

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

## Radiodetection Ltd – uued kompaktsed ja vastupidavad torukaamerasüsteemid



### P340 \*

50 mm kaamerapeal jagub valgusvõimsust kuni 300 mm toru sisemuse filmimiseks

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

Määra kaamerapea asukoht ja sügavus maa pealt uue kaabli- ja toruotsimisseadme RD7000+ abil

\* Hinnad alates 5 500 eurost (lisandub käibemaks)

### P350 \*\*

Kompaktne ja portatiivne traktorkaamerasüsteem

Sobib 100 kuni 1000 mm läbimõõduga torude sisemuse filmimiseks

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

Kontrollkeskus P350 ühildub ka lükatava kaamerakomplektiga P340

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

Lisainfo:  
www.lokaator.ee

Mala GeoScience - maapinnaradarid  
www.malags.com

Radiodetection Ltd -  
kaabliotsimisseadmed ja torukaamerad  
www.radiodetection.com





# MIDA PEAKSID TELLIJAD TEADMA SOOJUSVAHETUSVEDELIKEST

## HEIVO VIINALASS

Telko Estonia OÜ

KÜSIMUSELE, millist soojusvahetusvedelikku kasutada, ei saa kindlasti üheselt vastata. Kõigepealt tuleb ju arvestada soojusvaheti ehitust ja töökeskkonda, soojuskandja külmaagensit ja selle sisaldust vesilahuses ning inhibiitoreid. Keskkonnatehnika on veega segatavatest soojuskandjatest varem (3/11, 4/10 ja 7/09) juba kirjutatud, seetõttu siin nendel pike-malt ei peatuta. Meenutagem vaid, et nii nende kui ka kõigi muude veega segatavate külmaagensite, sh alkoholide puhul kehtib üks ja sama nõue – soojusvahetusvedelikud peavad sisaldama korrosiooni vähendavaid inhibiitoreid.

Sobiliku vedeliku valimisel tuleb arvestada muidki aspekte, mis esmapilgul nagu soojusvahetisse ega soojuskandjasse ei puutugi – vedeliku kasutusiga, maksumust, kättesaadavust ning seda, kas selle ostab hoone ehitaja või tellija. Eriti hoolas peaks olema tellija, sest pärast objekti garantiiaega peab ta võimalikke kulusid ise kandma.

Selleks et soojusvahetusvedeliku kasutusiga oleks piisavalt pikk, tuleb silmas pidada, et see sisaldab elektrolüüdina toimivaid kemikaale. Kemikaalide käitlemise kohta kehtivad kindlad eeskirjad, mida ei ole mõistlik ignoreerida. Kemikaalide kokkusegamisel võivad ka muidu ohutud ained agressiivseks muutuda. Mõned kemikaalid (sh inhibiitorid) ei pruugi olla soojusvahetite metall-, plast- või kummidetallide suhtes neutraalsed, seetõttu tasub kasutada just neid soojusvahetusvedelikke, mida tootja soovib. On hea, kui nad on pikemat aega müügil olnud ning neid tarnib või toodab usaldusväärne firma. Siis on suurem ka tõenäosus, et tulevikus saab sama toodet tootjalt või tarnijalt vajaduse korral juurde osta. Aja jooksul võib ju olla vaja süsteemi laiendada või täiustada. Seetõttu peab hoolitsema selle eest, et hoone ehitajalt saadaks dokumentatsioon kasutatud soojusvahetusvedeliku kohta, et vajaduse korral võiks sama koostise ja kvaliteediga vedelikku julgesti juurde valada.

Ebasobiva koostisega soojuskandja võib põhjustada soojusvaheti ja süsteemi metallosade korrosiooni ning elastomeeride ja plastide vananemist. Korrosioon ei tähenda üksnes raudmetallide roostetamist, vaid ka muid elektrokeemilisi protsesse, nt vase patineerumist. Inhibiitoritest sõltub, kui hästi ja kestvalt on süsteem selliste mõjude eest kaitstud. Enamasti pole korrosiooni vähendavad manused kestvad või nad ammenduvad suure pinna või mõningate materjalidega kokku puutudes üsna kiiresti. Näiteks kestavad autode sisepõlemismootorites laialt kasutatavad manused enamasti vaid kuni kaks aastat ning tuleb siis välja vahetada. Statsionaarsete soojusvahetite soojuskandjad võivad seadmete oluliste erinevuste tõttu muutuda kasutamiskõlbmatuks ka oluliselt varem. Ebasobivad manused võivad tekitada soojusvahetust takistava isolatsioonikihi. Statsionaarsetes soojusvahetussüsteemides on vaja eesmärgiks seada nii energiasäästlikkus kui ka soojusvahetusvedeliku võimalikult pikk kasutusiga.

Kui ehitise või muu objekti garantiiaeg on nt kaks aastat

ja soojusvahetusvedeliku mark ei ole ette kirjutatud, valib ehitaja suure tõenäosusega vedeliku, mille kasutusiga on sama pikk kui seadme või objekti garantiiaeg. Teda ei saa ka kuidagi süüdistada, kui ta valib endale kõige soodsama lahenduse. Küll võib aga hoone tellijat või haldajat oodata ebameeldiv üllatus, kui ta peab soojuskandja üsna varsti pärast garantiiaja lõppu välja vahetama. Kui ta seda ei tee, riskib ta agressiivse vedeliku põhjustatud lekete ja kahjude korvamisega.

Süsteemi kestvus on suuresti ka sellest, millal ta soojuskandjaga täidetakse. Kui süsteemi ei täideta kohe pärast surveproovi ja läbipesemist, võib ta jõuda korrodeeruda. Siis ammenduvad soojusvahetusvedelikus olevad inhibiitorid ettenähtud ajast oluliselt kiiremini. Enne soojuskandja sisse valamist on mõistlik vahetada kõik filtrid. Vaid siis, kui süsteem on enne vedelikuga täitmist korralikult puhtaks tehtud, võib eeldada, et soojuskandja toimib tõhusalt pikka aega. Öeldu kehtib ka siis, kui soojuskandja välja vahetatakse.

Tellijal on soovitatav ehitajaga aegsasti kokku leppida, millist soojusvahetusvedelikku kasutada. Alati võib pöörduda ka vedeliku tarnija poole ja temalt nõu küsida. A.M.

The ASPO Company

Soojusvahetusvedelikud  
**POLARTHERM, FREEZIUM, ZITREC**

Tööstus-, büroo- ja eluhoonete, kaupluste, koolide, haiglate, spordivajaduste jpt. objektide kütte- ja ventilaatsioonisüsteemide, kliimaseadmete ning soojuspumpade optimaalsed lahendused.

Spetsiaalsed soojusvahetusvedelikud:

- tagavad suurepärase soojusvahetuse;
- kaitsevad seadmeid külmumise eest;
- kaitsevad seadmeid korrosiooni eest;
- annavad seadmeile pika ja muretu kasutusea.

Telko pakutavad soojusvahetusvedelikud sobivad ka külmhoidlatrite, vedelikjahutite, serverite jahutussüsteemidele, pükesepaneelidele, kiiguseadmetele ning muudele üksik- või kombineeritud kütte- ja jahutussüsteemidele.

Telko Estonia OÜ  
Mõisa 4  
13522 Tallinn  
Tel 654 81 33  
www.aspokem.ee

TELKO



# KEMIKAALIVEOGA KAASNEVATE RISKIDE OHJAMINE

**MARGIT HEINLAAN, MARILII SIHTMÄE ja LIINA KANARBIK**

Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut

SOOME-EESTI ühisprojekt RIMA – *Risk Management and Remediation of Chemical Accidents* (2011–2013) on ellu kutsutud eesmärgiga tõhustada ohtlike ainete maismaaveoga seotud riskiohjamist ja pinnase uuenduslike tervendamismeetodite kasutuselevõttu. RIMA-projektis osalevad kaks Helsingi Ülikooli osakonda (*Koulutus- ja kehittämiskeskus Palmenia – Palmenia Centre for Continuing Education – ja Ympäristökologian laitos – Department of Environmental Sciences*) ning Eesti partneritena Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituudi ([www.kbfi.ee](http://www.kbfi.ee)) molekulaargeneetika laboratooriumi ökotoksikoloogid (projektijuht vanemteadur Irina Blinova). Projekti rahastavad Euroopa Liit ja Euroopa Regionaalarengu Fond (Central Baltic INTERREG IV A Programme 2007–2013) ning Edela-Soome majandusarengu-, transpordi- ja keskkonnakeskus (*Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus – Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Southwest Finland*) ja Lahti linn.

Ohtlike kemikaalide veoga seonduvad mured on Eestis ja Soomes üsna sarnased ning intensiivse ja mahuka transiitveoga kaasnev riskitase üsna kõrge. Euroopa Liidu õigusaktides on ohtlike ainete vedu mitmeti reguleeritud, aga et õnnetuse mõju on eelkõige kohalik, on väga oluline roll just kohaliku tasandi teadlikkusel ja riskiohjamisel.

RIMA-projekt tegeleb kemikaalide maismaaveo riskihindamisega, pöörates erilist tähelepanu looduskeskkonna keemiaõnnetusjärgsele kvaliteedile. Pärast õnnetuse esmaste tagajärgede likvideerimist saavad põhiprobleemideks reostunud ala seire ja tervendamine. Tuginedes projekti raames sooritatavatele reostunud keskkonna keemilis-toksikoloogilistele uuringutele loodetakse praegustest kulutulusamate tervendusviiside tutvustamisega suurendada nii

riigi- kui erasektori riskiohjamisalast teadlikkust. Ühisprojektis pööratakse erilist tähelepanu riikidevahelisele koostööle ja oskusteabe vahetamisele, milleks on vaja ka osapoolte riigisisest koostööd.

## OHTLIKE MAISMAAVEDUDEGA SEOTUD RISKIDE HINDAMINE RIIGI TASANDIL

Riik peab olema hädaolukordadeks pidevalt valmis. 2003. aastal alustas Siseministerium kui kriisireguleerimisala juhtiv asutus riskianalüüside koostamist, seades eesmärgiks anda valitsuse kriisikomisjonile terviklik ja võrdlev ülevaade kõige suurema riskiga hädaolukordadest Eestis. Eri ametkondade koostöö tulemusena valminud riskianalüüsid [1] näitavad, milliseid hädaolukordi võib tekkida, millised on nende tõenäosus ja tagajärjed, ning osutavad meetetele, mida on vaja võtta hädaolukordade ennetamiseks või nende tagajärgede leevendamiseks. 2008. aasta sügisel kiitis Eesti Vabariigi Valitsuse kriisikomisjon heaks uuendatud „Hädaolukordade riskianalüüside koostamise meetodika“. Kui varasematel aastatel tegi iga ministerium oma valdkonnas esineda võivate hädaolukordade kohta eraldi riskianalüüsi, siis uus meetodika näeb ette iga hädaolukorra kohta üheainsa riskianalüüsi koostamise. Sellega saavutati aastaid taotletud eesmärk – ühtlustada riskianalüüside struktuur ning sel moel muuta hädaolukorrad võrreldavaks [2]. Hädaolukordade riskianalüüside kokkuvõtet täiendatakse ja ajakohastatakse pidevalt, seda on muudetud juba kuus korda (viimati 2011. aastal).

Toimumise tõenäosuse ja tagajärgede raskusastme järgi jaotatakse hädaolukorrad nelja kategooriasse – väga kõrge, kõrge, keskmise ja madala riskiga hädaolukordadeks. 2008. a aruandes oli väga kõrge riskiga hädaolukordi

(olukorrad, mille tagajärjed on väga rasked või katastroofilised ning mille esinemistõenäosus on keskmisest suurem) kokku kuus, nende seas ka paljude kannatanute ja/või suure looduskeskkonnakahjuga õnnetus ohtlike aineid vedava rongiga. Ülejäänud viis samasse kategooriasse kuuluvad hädaolukorda olid ulatuslik merereostus, (nafta)reostus rannikul; bioloogiliste riskitegurite (bakteriaalsete või viirusnakkuste ulatuslik levimine õhu, toidu või muu kaudu) põhjustatud hädaolukord; episootia (ulatuslikult ja kiiresti leviv loomataud) ning ulatuslik küberrünnak. Ohtlike veoste, sh vedellasti osatähtsus on kaubaliikluses väga suur ning seetõttu on suur ka keskkonnareostuse tõenäosus. Õnneks pole Eestis seni toimunud ühtki rohete kannatanute ja/või suurt looduskeskkonna kahju põhjustanud suurõnnetust, nt rongiõnnetust [2]. 2011. aasta hädaolukordade riskianalüüside kokkuvõttes hinnati väga kõrge riskiga hädaolukordadeks ulatuslikku merereostust, ulatuslikku rannikureostust, ulatuslikku maapinna, pinnaveekogu või põhjavee reostust sisemaal, epideemiat ja ulatuslikku küberrünnakut. Esimest korda arvati väga kõrge riskiga hädaolukordade hulka ulatuslik maapinna, pinnaveekogu või põhjavee reostus sisemaal, mis varem loeti kõrge riskiga hädaolukorraks. Samas hinnati paljude kannatanute või suure looduskeskkonnakahjuga õnnetus ohtlike aineid vedava rongiga varasemaga võrreldes madalama, s.o keskmise riskiga hädaolukorraks (olukord, mis põhjustab küll raskeid tagajärgi, ent mille tõenäosus on väike või väga väike) [3].

## KEEMIAÕNNETUSTE LIKVIDEERIMISVALMIDUS

Eesti-Saksa 2007.–2008. a riiklik koostööprojekt „Arendada välja suutlikkustulla toime keskkonnaõnnetuste ja hä-

daolukordadega“ [4] andis kaaluka panuse keskkonnaõnnetuste tagajärgede vähendamisse. Üks projektis tõstatatud probleeme oli ametkondliku vastutuse ebaselgus keskkonnaõnnetuste likvideerimisel, mis võib kiiret tegutsemist nõudvates kriisiolukordades põhjustada tõsiseid tagajärgi. Valitsuse 2011. a novembris kinnitatud maapinna, pinnaveekogu või põhjavee ulatusliku reostuse hädaolukorra lahendamise kavas on vastutus selgesõnaliselt jagatud: hädaolukorras tegelevad looduskeskkonnareostuse lahendamise (sh endise seisundi taastamine ja reostuse likvideerimisjätmete üleandmine) Keskkonnaamet, Keskkonnainspeksioon (sh kahju hindamine, reostuse iseloomu väljaselgitamine), Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ (õhukvaliteedi hindamine), Maanteeamet (reostuse likvideerimine teel ja teemaal) ning Terviseamet (veereostuse seire).

Üks võimalikest kemikaalidega seotud ohuallikatest on nende vedu, eriti ebapiisav järelevalve veoste (sh veokite tehnilise seisundi ja saatedokumentatsiooni) üle, ilmastikutingimused, inimgur ning päästjate vähesed kogemused keemiaõnnetuste likvideerimisel [5]. Juba 2007.a riiklikus hädaolukorras valmisoleku plaanis kritiseeriti ohtlike veoste järelevalve korralduse ebatõhusust (sh märgistuse kontrollimist). Seda illustreerib hästi gaasiveoki teelt väljasõit 2010.a märtsis Jõgeva maakonnas Kasepää, mille puhul oleks veetava kemikaali (veeldatud maagaas) esialgne väärtuvastamine puuduliku dokumentatsiooni tõttu võinud raskeid tagajärgi põhjustada. Kasepää juhtumi analüüsist selgus, et ohtlike vedude turvalisuse suurendamisele aitaks kaasa ka eri organisatsioonide tihedam koostöö [6]. 2007.a lõppenud projekti Interreg IIIB DaGoB [7] andmetel puudus erinevalt meie naaberriikidest Eesti kohta teave, kui palju ohtlike ainete maanteeveoseid on kontrollitud. Luhamaa piiripunktis 2011.a septembris Lõuna prefektuuri sooritatud kontroll näitas, et raskeveokid ohustavad tõsiselt liiklusturvalisust – üheteistkümnest kontrollitud raskeveokist oli korras vaid üks. Iga raskeveok võib aga vedada ohtlikke aineid, õnneks ei ole nende vedamisel juhtunud veel ühtegi raskemat õnnetust. Loodetavasti on kasu 2011.aasta 1. juunil käivitatud uuest liiklusjärelevalve infosüsteemist, mis loodi eesmärgiga parandada autoveo- ja liiklusjärelevalve kvaliteeti ning suurendada Eestis



**Foto 1. Mullauuringute Keskuse (Maaperätutkimuskeskus) labor Jokimaal, Lahtis: a on lüsimetrite (maht 2 m<sup>3</sup>) maa-alused ja b maapealsed osad.**

**Lüsimetrites hakatakse koostöös soomlastega tervendama mudelainetega tembitud pinnast**

Fotod: Lahden tiede- ja yrityspuisto Oy

liiklusohutust. Veoste järelevalvet tehakse koostöös välispartneritega ning infosüsteemi kogutud andmete põhjal on võimalik teha otsuseid autoveo tegevusloa andmise kohta [8].

#### OHTLIKUD AINED JA NENDE VEDU

Majandus- ja kommunikatsiooniministri 2005.a jõustunud määrusega nr 67 jagatakse kemikaalidega tegelevad ettevõtted kemikaali ohtlikkuse alamäärade ja ohtliku kemikaali künniskoguse alusel ohtlikeks ja suurõnnetusohuga ettevõteteks. 2011.a aprilli seisuga oli Eestis Päästeameti andmetel

kokku 523 ohtlikku ning 51 suurõnnetusohuga ettevõtet. 2011.a 1. oktoobril jõustunud majandus- ja kommunikatsiooniministri määrusega nr 40 tõsteti kemikaalide ohtlikkuse alamäärade, mille tulemusena kemikaaliseaduse mõistes ohtlike ettevõtete arv oluliselt (kuni 75 %) vähenes. See määrus vähendab teatud riigiasutuste halduskoormust, mis omakorda võimaldab vabanenud ressursse rakendada ohutusnõuete järgimise järelevalveks kemikaalide käitlemisel. Seadusandlikus mõttes ei vähenda aga vähenenud ohtlike ettevõtete arv kemikaalivedu ega ohtlike ainete liikumist nende kogumis- ja

taaskasutuskeskuste vahel. Ohtlike jäätmeid tekib Keskkonnaministeeriumi analüüsi kohaselt ca 150 000 tonni aastas [9]. Seni ei ole selget ülevaadet Eestit transiidina läbivatest kemikaalidest ning see raskendab ohtude ning ka päästevajaduse hindamist.

Eesti Raudtee ASi andmetel veeti 2011. aasta üheteistkümnne esimese kuuga 27,8 miljonit tonni kaupu, sh nafta ja naftasaadusi 18,3 mln t (1 % vähem kui 2010.a), väetisi 2,15 mln t (6,8 % rohkem kui 2010.a) ning keemiakaupu 0,7 mln t (koguni 87 % rohkem kui 2010.a). Transiitveod olid 3,1 % väiksemad kui 2010.a üheteistkümmnel esimesel kuul (21 mln t), samas kui kohalikud veosed suurenesid ca 5 mln tonnini (kasv 2010.a võrreldes 32 %) [10]. Saab näha, kuidas mõjutab raudteevedusid Eestis Ust-Luga vedelastiterminali käivitumine. Eesti Raudtee avalike suhete juhi Urmas Glase sõnul masuüvedu Eesti suunal väheneb [11], ent Tallinna Sadama masuudikäibe hoiab samal tasemel masuudi meritivedu [12]. Statistikaameti andmetel oli kauba maanteeveo kogumaht 2010. aastal 27,3 mln t, millest keemiatoteid (sh kummi- ja plasttooteid) oli 2,4 % (648 700 t) [13].

Päästeametikeemiaõnnetuskutsungite (keemiline, naftasaadustega ja radioaktiivne reostumine) statistikast nähtub, et 2011.a esimesel üheteistkümmnel kuul oli 485 intsidenti, millest kahe puhul pääsesid veetavad ohtlikud kemikaalid keskkonda. Aasta lõpus lisandus veel kaks suuremat kemikaaliveoga seotud õnnetust. Eesti Liikluskindlustuse Fondi analüüsi kohaselt oli 2010. a talvekuudel (detsembrist märtsini) veokitega juhtunud liiklusõnnetuste sagedus keskmisest tunduvalt suurem. Seoses raskeveokitega toimunud õnnetuste järsu kasvuga 2010. aastaga võrreldes esitas Eesti Transpordi- ja Teetöötajate Ametiühing 2011.a märtsis majandus- ja kommunikatsiooniministrile ametliku ettepaneku liiklusohutuse suurendamiseks. Õnnetuste peamiseks põhjustajateks peeti raskeid talviseid teelusid ning ettevõtete tihedast konkurentsist tulenevat kokkukõhoidu veeremi tehnilise seisukorra ja juhtide kvalifikatsiooni arvel. Ministeerium peale talvise teehoolde võimekuse parandamise analüüsimist suuremaid muutusi selles vallas ette ei näe [14]. Seega, kuna inimtegurist ja teede olukorrast tulenevad ohud kuhugi ei kao, on vaja olla kursis keskkonnakahjude

likvideerimise või vähendamise võimalustega.

## RIMA-PROJEKTI EESMÄRGID

Looduskeskkonna reostuse „lavastamist“, hindamist ja saastunud keskkonna tervendamist on päästeõppustel raske korraldada, seetõttu tuleb vajalikke teadmisi koguda teadusuuringutega. RIMA-projekti raames hakatakse Helsingi Ülikoolis väljatöötatud mudeli abil kirjeldama valitud kemikaalide levimist keskkonnas. Riski hindamiseks valiti kemikaale mitte üksnes praegustest veomahtudest lähtuvalt, vaid pidades silmas ka vedude intensiivsust, riskianalüüsiks vajaliku andmestiku lünklikkust ja/või uurimistulemuste rakendatavust. Peale mudeldamise uuritakse kemikaalide levimist ning mõju organismidele ka katseliselt, tehes Lahti mullauuringute keskkonnas kemikaalidega kunstlikult saastatud pinnase tervendamise katseid (foto 1).

Eesti on praegu maailma suurim põlevkiviõlitootja, seetõttu pööratakse RIMA-projektis erilist tähelepanu põlevkiviõli keskkonnamõjule: liikumisele pinnases, leostumisele ning ökotoksilisusele. Lisaks transiitvedelkütustele on Eesti keemia- ja energiatööstuse spetsiifikast tulenevalt põlevkiviõli ja selle kemikaalid ühed enimveetavad ohtlikud ained. Kui praegu on Eesti kolme põlevkiviõlitootja aastatoodangu kogumaht 450 000 t, peaks põlevkiviõlipõhiste kütuste maht Eesti Energia ASi prognoosi kohaselt aastaks 2016 suurenema 1,56 miljoni tonnini. Eesti põlevkiviõli ei kasutata üksnes kütuseks, vaid suure fenoolisisalduse tõttu ka mitmesuguste kemikaalide (nt liimide ja vaikude) tootmiseks. Fenoolid lahustuvad vees suhteliselt hästi, seetõttu pääsevad nad õnnetuse korral hõlpsasti veekeskkonda. Riskihindamiskatsetel valiti mudelaineiks peale põlevkiviõli Eestis enimkasutatavad glüfosaadi (laiatarbekaubana müüdava *Roundup*'i toimeaine) põhised herbitsiidid, mille kasutamine peaks kasvavate põllumajandustoetuste ja põlluharimise intensiivistumise taustal suurenema.

RIMA-projekti tulemusena valmib andmebaas ja ülevaade Eestis veetavatest kemikaalidest ning nende mahtudest koos vastava interaktiivse kaardirakendusega, mis aitab Päästeametil jaotada oma ressursse ohtlike vedude piirkondlikust intensiivsusest ja iseloomust lähtudes. Valitud kemikaalide

veoga kaasnevate ohtude hindamine võimaldab hinnata ka nende keskkonnamõju. Koostöös Helsingi Ülikooliga antakse soovitusi saastunud pinnase kõige kulutulusamate tervendusmeetodite valimiseks. A.M.

RIMA-projektiga saab lähemalt tutvuda kodulehel: [www.rimaproject.eu](http://www.rimaproject.eu).

Lisateave: [irina.blinova@kbfi.ee](mailto:irina.blinova@kbfi.ee).

## Viidatud allikad:

1. Siseministeeriumi koduleht [www.siseministeerium.ee](http://www.siseministeerium.ee).
2. Riiklik hädaolukordade riskianalüüside kokkuvõte 2008. Kinnitatud Vabariigi Valitsuse 9. aprilli 2009.a korraldusega nr 125. Siseministeerium, 2008.
3. Riiklik hädaolukordade riskianalüüside kokkuvõte 2011. Heaks kiidetud Vabariigi Valitsuse kriisikomisjoni poolt 28. septembril 2011. Siseministeerium, 2011.
4. Eesti-Saksa riiklik koostööprojekt „Arendada välja suutlikkus tulla toime keskkonnaõnnetuste ja hädaolukordadega“: ([http://www.envir.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=1090206/081216\\_Final\\_Report\\_FINAL.pdf](http://www.envir.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=1090206/081216_Final_Report_FINAL.pdf)).
5. Vihrina, K., Keemiapäästeteenuse vajadus Eestis. Sisekaitseakadeemia Päästekolledži lõputöö, 2011. Töö juhendajad A. Talvari ja I. Frantsuzov.
6. Klaos, M., ja Kriisa, K. Veeldatud maagaasi maanteetranspordi riskid ja päästetööde analüüs Kasepää valla gaasiveoki avarii näitel. Sisekaitseakadeemia toimetised, 2010 (9). 33–58.
7. Projekti Interreg IIIB DaGoB koduleht ([www.dagob.info](http://www.dagob.info)).
8. Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi pressiteade (02.06.2011) Eesti Rahvusvaheliste Autovedajate Assotsiatsiooni kodulehel <http://www.eraa.ee/?op=news&id=1449>.
9. Ohtlike jäätmete kogumiskeskuste arengukava 2011–2013. Keskkonnaministeerium, 2010.
10. Eesti Raudtee ASi koduleht [www.evr.ee](http://www.evr.ee).
11. Eesti Raudtee: Ust-Luga sadam meie kaubakäivet ei mõjuta. Eesti Rahvusringhääling, 09.11. 2011.
12. Eesti Raudtee ASi infoleht november 2011 Eesti Raudtee ASi kodulehel [www.evr.ee](http://www.evr.ee).
13. Statistikaameti andmebaas. Päring tehtud 11.01.2012.
14. Rekordiliselt veokiõnnetuste rohke aasta ei too muutusi talverehvide ega järelevalve osas. Eesti Päevaleht, 05.04.2011.

# KÜLAS SOOME EHITUSINSENERIDE LIIDUL

## ERKI LAIMETS

EELi volikogu esimees

## ANDRES PIIRSalu

EELi volikogu liige

12. jaanuaril kohtus Eesti Ehitusinseneride Liidu volikogu delegatsioon Helsingis Soome Ehitusinseneride Liidu (RIL – *Rakennusinsinöörien Liitto*) esindajatega. Eesti delegatsiooni kulusid liidu tegevdirectori Tiia Rubeni ja volikogu esimehe Erki Laimetsa kõrval veel volikogu liikmed Heiki Meos, Kaupo Koitla ja Andres Piirsalu. Kohtumine toimus tiptasemel, kuna võõrustajatena osalesid ka RILi värskest valitud president Risto Vahanen, RILi tegevdirector Helena Soimakallio ning FISE tegevdirector Klaus Söderlund.

Eesti ja Soome ehitusinseneride vahel on pikaajalised ja tugevad koostöösidemed. Paraku on viimased kohtumised ja ühisüritused liitude tasemel jäänud aastate taha. Toimunud kokkusaamist võib vaadelda kui püüet uuendada suhteid ja kui vahespurti tõhusamale koostööle.

Pooled tutvustasid organisatsiooni ülesehitust ja tegutsemis põhimõtteid. Saime teada, et RIL on loodud 1934. aastal, liidul on 6200 liiget ning 1 kollektiivliige. Seega on tegemist väga võimsa organisatsiooniga, kuhu kuulub umbes 2/3 võimalikest liikmetest. RIL ühendab liikmetena diplomeeritud ehitusinseneri ja noorliikmeid. Bakalaureusekraadiga liikmeks ei saa. Liikmete hulgas on kõige rohkem üldehitusinseneri (37%), VK inseneri on 6% ja KV inseneri 4%. Ainsaks kollektiivliikmeks on ajaloolistel põhjustel kütte- ja ventilatsiooniinseneride ühing LIVI. Liitu kuulub ka 2000 üliõpilast ehk lausa 90% kogu ehitusvaldkonna üliõpilastest.

RILi liikmemaks on 165 € aastas ja aastaelarve jääb vahemikku 3–3,5 miljonit eurot.

Eesti ehitusinseneridele on kindlasti tuttavad palju praktilist kasutust leidnud RILi väljaanded. Kuni 1970. aastani anti välja publikatsioone kui «ehitusprojekteerimise ja ehitamise juhendeid». Publikatsioonide eesmärk

on kirjeldada head praktikat, teoreetilist tausta ning selgitada standardite, koodide ja määruste kasutamist kergesti arusaadaval kujul. RIL annab igal aastal välja umbes 10 uut publikatsiooni, igaihe tiraaž ca 600 eksemplari. Kokku on RIL läbi ajaloo välja andnud 250 publikatsiooni, millest 150 on praegu ka müügis.

Väljaandeid on kolme tüüpi:

- red books* ehk punased raamatud, milles on esitatud tehnilist laadi üldisemaid juhiseid;
- green books* ehk rohelised raamatud, mis on võrreldes punase raamatuga tehnilisemad ja detailsemad. Rohelisi raamatuid kasutatakse ka õppematerjalina ülikoolides;
- muud publikatsioonid (sõnaraamatud (ka Eestis palju kasutamist leidnud), õiguslased publikatsioonid, teaduslike uuringutega seotud väljaanded, konverentside raportid jm).

Üldjuhul uuendatakse punaseid raamatuid iga 10 aasta tagant ja rohelisi raamatuid veelgi harvem. 50% ulatuses finantseeritakse väljaandeid väljastpoolt RILi, peamiselt Soome keskkonnaministeriumi, aga ka erinevate ettevõtete toel. Teise poole kuludest katab raamatute müügist saadav tulu.

Alates 2012. aastast hakatakse koos Rakennustietoga välja andma ka e-raamatuid. Hetkel peetakse olulisimaks publitseerimisteemat „*Design Guides for Eurocodes*”, st juhendite koostamist kergendamaks Eurokoodeksite kasutuselevõttu Soomes.

Kohtumisel arutleti selle üle, kuidas on ehitusinseneride kvalifikatsiooni tunnustamine ja kutsestandardite väljatöötamine vastavuses ELi raamdirektiiviga. Soomlased ei ole EL EQF-iga (*European Qualifications Framework*) veel väga tutvunud. Nende «kvalifikatsioonikomisjonil» on üsna suur otsustusõigus, seevastu Eestis jällegi järgitakse väga täpselt ettekirjutatud nõudeid ja loetakse kokku koolitustelt saadud punktid. Soomes tegeleb ehi-

tusinseneride pädevuse hindamise ja tunnustamisega eraldiseisev organisatsioon FISE, mille hindamiskomisjoni (meie EELi kutsekomisjoni analoog) liikmete hulgas on ka RILi esindajad. Üldiselt nõutakse, et pädevust tuleb uuendada iga 7 aasta järel. Erinevalt Eestist pole Soomes täienduskoolituste punktide süsteemi, kuid eeldatakse, et 7 aasta jooksul tehakse koolitusi minimaalselt 5 päeva ulatuses. Meile, aga ka soomlastele endile, tundus sedavõrd vähene koolitusnõue kaasaegses elukestvat õppimist propageerivas keskkonnas üsna ebapiisav. Eestis kehtiv kutsete andmise kord äratas soomlastes suurt huvi ja selles on meil kindlasti koostöövõimalus olemas.

Peamised tulipunktid, millele hakatakse RILis edaspidi suuremat tähelepanu pöörama, on seotud sisekliima kvaliteediga. Ajendiks on eelkõige niiskusest tekkinud hallitus ja selle tagajärjed hoonetes.

Huvitav teema oli ehitusvigade andmebaas (*Rakennusvirhepankki*), mida haldab samuti FISE. Oleme ka EELi volikogus analoogse andmebaasi loomise teemat arutanud, aga tegudeni pole seni veel jõutud. Ehk annaks Soome andmebaasi ideid. *Rakennusvirhepankki*isse koondatakse praktikas ilmnunud levi numad ja ohutuse seisukohast riskantsemad ehitusvead. Ehitusvigade andmebaasi eesmärgiks on kindlustada, et leviks info heast ja turvalisest ehitamisest, edendada ehitamise arendamist ning ära hoida ehitusvigu ja keskkonnakahjusid. Täpsemat infot ehitusvigade andmebaasi kohta võib leida veebilehelt [www.rakennusvirhepankki.fi](http://www.rakennusvirhepankki.fi).

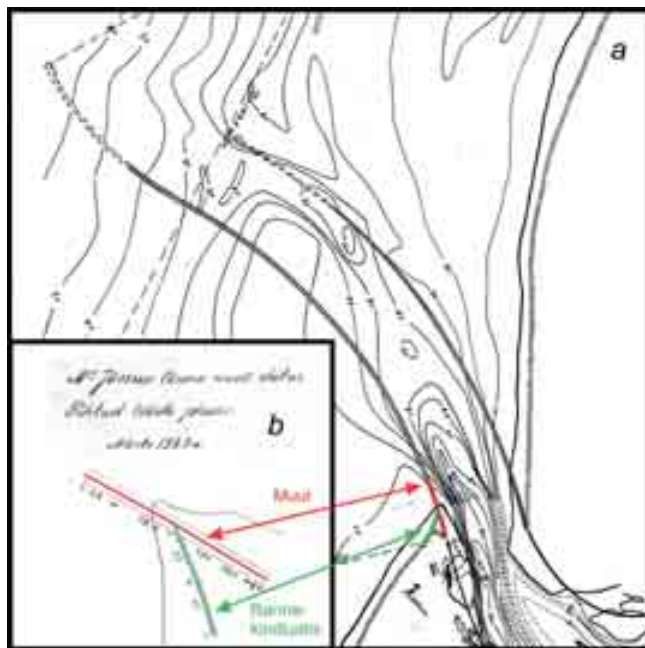
RILi ja EELi edasiste koostööpunktidenal lepiti kokku järgmistest tegevustest: täienduskoolituste korraldamine, pädevuste ja kutsete vastastikuse tunnustamise lihtsustamine, ühiste publikatsioonide toimetamine ja RILi publikatsioonide tõlkimine. Lepiti ka kokku, et edaspidi kohtutakse regulaarselt igal aastal.

# NARVA-JÕESUU HÜDROTEHNILISTEST RAJATISTEST

ANDRES KASK<sup>1</sup>, JÜRI KASK<sup>2</sup>

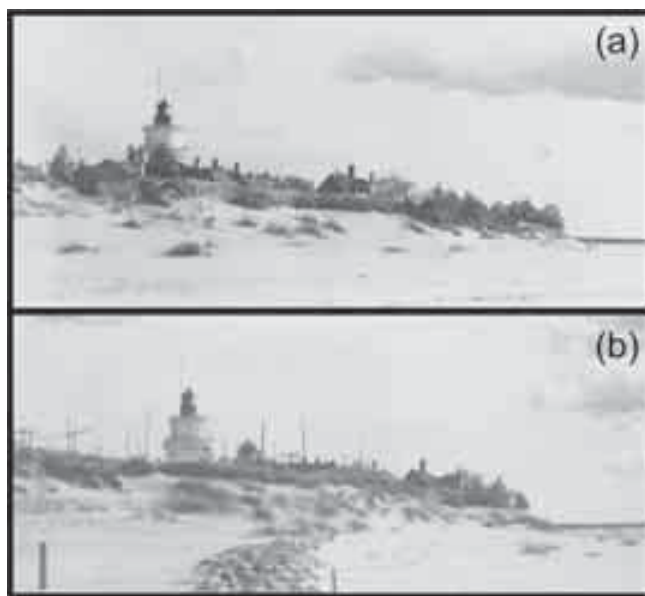
Tallinna Tehnikaülikool, <sup>1</sup>Küberneetika Instituudi lainetuse dünaamika laboratoorium

<sup>2</sup>Meresüsteemide Instituudi rannikumere sektor



**Joonis 1. Väljavõtte Mereasjanduse Peavalitsuse ehituse osakonna projekteerimise büroo koostatud Narva-Jõesuu sadama ümberehitamisprojektist (a) ja teostusplaanist (b)**

Allikas: Eesti Rahvusarhiiv



**Joonis 2. Rand tuletorni piirkonnas: a – 1920ndate alguses (foto Eesti Rahvusraamatukogu digitaalarhiivist) ja b – pärast 1929. aastat (foto Jüri Kase kogust). Fotosid võrreldes on näha, et rannakindlustus on tuiskliivaga kattunud ning eelluited kõrgemaks muutunud**

NARVA-JÕESUU liivarand ulatub Merekülast Narva jõe suudmeni. Rannajoonega rööbiti on seal ridamisi metsaga kaetud luiteahelikke. Narva-Jõesuu oma ligikaudu üheksa kilomeetri pikkuse liivaranna ja kaunitel luidetel kasvava männimetsaga oli ja on tõenäoliselt ka tulevikus üks Eesti perspektiivikamaid puhkealasid. Enne esimest maailmasõda oli Narva-Jõesuu kuurort suvitajate arvu poolest Eestis esikohal [1], 1914. aastal oli külastajaid 14 000. Palju oli külastajaid Venemaalt ja pole kahtlust, et kui Eesti-Vene suhted paranevad, siis endine olukord taastub.

Juba alates 18. sajandist tehti ulatuslikke töid Narva jõe veetee läbitavuse parandamiseks [2]. 1746. aastal kavandati jõesuu merre ulatuvad muulid – paremale kaldale pikkusega 853 ja vasakule kaldale 1173 m. See projekt jäi raha puudusel ellu viimata. Jõesängi kitsendamiseks, voolukiiruse suurendamiseks ja kallaste kindlustamiseks olid 1770. aastaks jõe suudmesse rajatud puidust kaitseseinad, mida parandati 1798. aastal. Kiirem vool puhastas jõe suuet sinna kogunevatest setetest ja risust. Seintega sooviti reguleerida ka jõe voolusuunda.

1889. aastal alustas tööd süvendi, millega oli võimalik töötada jões, ent mitte tuultele avatud mereosas. Vaatamata sagedasele süvendamisele täitis laevatee navigatsiooniperioodi alguseks uuesti setetega ning 1923. aastal jõuti järeldusele, et on vaja leida lahendus sadama eksploatatsioonikulude vähendamiseks.

Insener Egon Leppiku juhtimisel aastail 1923–1924 tehtud Sisevete Uurimise Büroo uurimistöö Narva-Jõesuu sadama eksploatatsiooni parandamise võimaluste selgitamiseks [2] valmis 1925. aastal. Uuringute käigus tehti geodeetilisi mõõdistamisi jões, jõesuudme piirkonnas ning mereakvatooriumis jõe suudmest kirdes ja edelas. Järeldati, et jõesuudme madaldumist on võimalik vähendada Narva jõe kallaste kindlustamise ning muuli rajamisega jõe suudmesse. Leppiku töös antud rannavööndi samakõrgusjoonte võrdlemine näitas, et Narva-Jõesuu rannas toimus valdavalt setete kuhjumine ja jõesuu läheduses kulutus [2]. Jõe suudme edelaosas oli suurem mõju merel, kirdesosas jões. Jõe suudmes toimusid suuremad muutused sügistormidega kaasnenud mereveetõusu ajal. Lainetus kulutas ranna maapoolses osas paiknevaid eelluited ning vabanenud materjal settis jõe suudmesse. Kui merevee tase alaneks, suurendas jõevool setete edasikannet. Et vool kaldus kirdesse, liikusid settedki peamiselt selles suunas. Jõesuudme piirkonnas mõjutas setete liikumist jõe- ja merevee tasemete vaheline erinevus või tasakaal. Kui merevee tase oli kõrge ja lainetus tugev, olid ülekaalus meres toimuvad protsessid ning madala meretaseme ja kõrge jõeveetaseme korral kujundas setete liikumist peamiselt jõevool. Uuringud näitasid, et jõe mõju ulatus ligikaudu kilomeetri kaugusele mer-

re. Valitsevate tuulte mõjul kaldus jõevool 0,75 km kaugusel suudmest loode- või põhjasuunda. Ühe kilomeetri kaugusel suudmest oli vee temperatuur ja soolsus peaaegu sama kui jões. Jõest pärinevad orgaanikarikkad peeneteralised setted levisid merepõhjas 0,75 km kaugusele suudmest.

Mereasjanduse Peavalitsuse ehitusosakonna projekteerimisbüroo koostatud Narva-Jõesuu sadama ümberehitamise projekti (joonis 1, a), mis hõlmas ka 1860 meetri pikkuse ja 8,5 m sügavuseni merre ulatava muuli rajamist, alusel oli 1929. aasta märtsiks valmis 150 m pikkune munakatest ja rahnudest muuliosa, millest 50 m ulatus merre, ja rannakindlustis (joonis 1, b ja joonis 2). Teise maailmasõja ajal muuli merepoolne osa purustati (joonis 3) [3].

1955. aasta sügisel käivitati Narva veejõujaama esimesed turbiinid [4] ning 191 km<sup>2</sup> suurune Narva veehoidla hakkas reguleerima jõe vooluhulka ja merre kantava settematerjali kogust. Mida suurem vooluhulk, seda rohkem kandus merre setteid. Suure vooluhulgaga kaasnes kõrge veetase, mis kulutas jõesängis kõrgemal paiknevaid setteid, kandes neid suudme poole. Jõe vooluhulgatippude vähenemine vähendas ka merre jõudvate setete hulka ning sellega on seostatud murrutuse suurenemist Narva-Jõesuu rannas [5]. Narva jõe on iseloomulik veelude tsükliline muutumine [6]. Arvo Järveti koostatud Narva jõe äravoolu saja aasta mõõtmiste ülevaatest selgub, et äravool oli suur aastail 1923–1932 ning väike aastail 1964–1977 [7]. Peipsi järvest voolas Narva jõkke kõige rohkem vett (19 km<sup>3</sup>) 1924. aastal ning kõige vähem (5,1 km<sup>3</sup>) 1973. aastal.

20. sajandi teisel poolel juhiti mitmel korral tähelepanu Narva-Jõesuus toimunud rannapurustustele [8, 9, 10, 11]. Mitme tormi ajal murrutas kõrge veetase ja tugev lainetus eelluited, 1975. aasta lõpu ja 1976. aasta alguse tormides purunes 1874. aastal valminud Villa Capriccio merepoolne osa (joonis 4). Rannapurustustest ajendatuna alustati rannakaitsetöödeks vajalike uuringutega. 1979. aastal valmis Eesti NSV Teaduste Akadeemia Geoloogia Instituudis töö, milles tehti mitmeid ettepanekuid ranna kaitsmiseks [8]. Üks soovitusi oli tuua randa liiva juurde – jõe suudmest algavale 3 km pikkusele rannalõigule soovitati vedada 60 000 m<sup>3</sup> liiva keskmise terasuurusega üle 0,3 mm. 1983. aasta lõpus ja 1984. aasta alguse tormide kõrge veetaseme aegne lainetus purustas ranna jõe suudme poolse osa eelluited kuni 5 m laiusel ribal [10].



**Joonis 3. Vaade Narva-Jõesuule: a – 1930ndatel** (foto Jüri Kase kogust) **ja b – 1950ndatel** (foto Sulev Roosma kogust). **Ülemise foto üleval paremal nurgas on näha 1929. aastal rajatud muul**

Aastail 1982–1987 uurisid Narva lahe lito-morfodünaamilisi protsesse Kaarel Orviku ja G. Romm [11]. Selgus, et rannaliiva keskmise teraläbimõõdu suurenemine ja keskmiseteralise liiva tsooni nihkumine piki randa põhja poole viitab murrutusprotsessi süvenemisele ning murrutusala laienemisele.

1983. aastal valmis Maaparandusprojekti ja TA Geoloogia Instituudi koostöös Narva-Jõesuu rannakaitseprojekt. Projektis kavandati pumbata liiv jõe suudmes asuvalt madalikult ja laevateekanalist torujuhtme kaudu randa ning rajada jõe suudmesse muul [12]. Projekt jäi kahjuks ellu viimata [11]. Järgnesid 1987. aastal valminud rannakaitseprojekt [13] ja muuliprojekt [14], milles kavandatud töid küll alustati, kuid jäid lõpetamata. Ajakirjas Eesti Loodus tegid Viktor Grünberg ja Kaarel Orviku 1989. aastal ettepaneku anda Narva jõe sügis- ja kevadtormide ajaks tagasi tema endine veerohkus [9]. Narva-Jõesuu supelrannas juhtuvate ebasoovitavate nähtuste põhjuseks loeti liivahulga pidevat vähenemist rannas ja tugevate tormide sagenemist viimastel aastakümnetel. Liiva vähenemist rannal ja rannalähedasel merepõhjal põhjendati liivavarude lõppemise, murrutusastangute kinnikasvamise ja paisu rajamisega Narva jõe.

Aastail 1993–1994 mõõdistasid Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudi Narva-Jõesuu hüdroloogijaama töötajad muulist edelasse jäävat rannavööndit [15, 16]. Tulemusi võrreldi 1988. aastal muuli rajamise ajal tehtud mõõdistustega ning arvatati kuhjunud ja ära kantud settematerjali mahud. Mõõdistusi tehti 45-l profiilil kuni viie meetri sügavuseni. Aastal 1993 sooritati kordusmõõdis-



**Joonis 4. Villa Capriccio 1938. aastal (a) ning rannapurustus selle juures aastal 1976 (b)**

Fotod Sulev Roosma kogust

tamisi jõe suudmepoolses rannaosas ning aastal 1994 ranna edelaosas. 1993. aasta mõõdistamistest selgus, et rannajoon oli viie aastaga jõesuudmest kuni 125 meetrit edelas tublisti maa poole ning sealt edasi, vahemikus 125–1050 meetrit, mere poole liikunud (kõige rohkem 500 m kaugusel jõesuudmest). 1994. aasta mõõdistamine näitas, et aastatel 1988–1994 liikus rannajoon jõesuudmest kilomeetri kaugusel ning sealt edela pool mere suunas. Muuli ehitamine ja juurdeveetud materjal olid suurendanud rannavööndi kõrgust ja ranna laiust.

1995. aastal rajas Eesti Geoloogiakeskus Eesti füüsikalise-keemilise seire rannikuseire alamprogrammi raames Narva-Jõesuu randa seireala [17]. Seireala profiilide alguspunktid paiknevad osaliselt samades kohtades, kus 1988. aastal muuli rajamisel loodud mõõdistusvõrgu profiilidki. Neil profiilidel on mõõdistamisi tehtud mitmel aastal. 2008. aasta mõõdistamine näitas, et aastatel 2003–2008 liikus rannajoon seireala muulipoolses osas vähemalt 1,5 m mere poole [18]. Tuul on eelluidetes kohati kuni 0,2 m liiva juurde kandnud. Mitme seire aruandes on tähelepanu juhitud lagunevale muulile (joonis 5).

1995. aastal kirjutasid Narva-Jõesuu linnapea Vello Juhko ja linna arengukava töögrupi juht Vladimir Maslov Narva-Jõesuu mereranna väljaarendamise ja muuli ehituse lõpetamise vajalikkuse põhjenduse, mida toetasid Aavo Raig ja Kaarel Orviku [19]. Paar aastat hiljem (1998. aastal) koostasid Kaarel Orviku ja Aleksander Bauman Narva-Jõesuu muuli tehnilise seisundi eksperthinnangu [20]. Muuli ülevaatuse ajal avastasid nad neli suuremat kahjustuspiirkonda ja mitu väiksema ulatusega deformatsiooni. Poolelioleva kaitsemuuli tehnilist seisundit hinnati halvaks.

Aastail 2009 ja 2010 lasti läbi Narva hüdroelektrijaama paisu Narva veehoidlas triivitud ujuvsaari [21, 22]. Kui 2009. aasta 17. juulil puhunud nõrk edela- kuni loodetuul kandis saarejäänused jõesuust Venemaa poole, siis 23.–24. juulil 2010 puhus tuul kirdest ja idast ning enamik saarejäänuseid kandus piki randa Narva-Jõesuust Sillamäeni.

Setete kulutust, transporti ja kuhjumist Narva jõe suudme piirkonnas mõjutavad jõe- ja merevee tasemed. Kui kõrge mereveetase paisutab jõge, siis jõevee kõrge taseme puhul



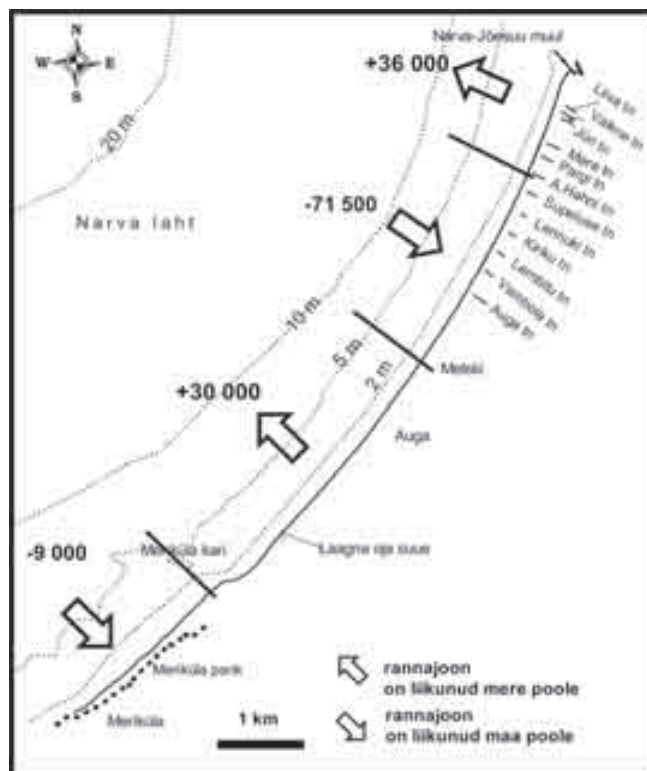
Joonis 5. Narva-Jõesuu muul: a – 1995. ja b – 2007. aastal

on vee vool tugev ja jõest liigub välja rohkem setteid ning kaldakulutus hoogustub. Kalda üleujutuse puhul on murrutatavate setete maht suurem kui madala veetaseme korral. Kui veemass suudmesse jõuab ning voolukiirus jõesuu järsu laienemise tõttu väheneb, algab settimine. Kõigepealt setivad välja jämedamad ja raskemad, seejärel peenemad ning kergemad osakesed. Peeneteraline materjal kantakse sügavamale merre. Rannavööndis liigutab setteid valdavalt lainetus, kusjuures liikumine on intensiivsem lainete murdlusvööndis. Kõrge mereveetase, mida põhjustavad peamiselt kestvad ja

**Tabel 1. KÕRGEIMAD VEETASEMED NARVA-JÕESUUS EGON LEPPIKU (\*) NING EESTI METEOROLOOGIA JA HÜDROLOOGIA INSTITUUDI ANDMETEL**

Aasta ja kuu	Veetase	Aasta ja kuu	Veetase
1897 a. september	+ 2.353 m (*)	1989 a. jaanuar	+ 1.51 m
1924 a. september	+ 2.02 m	1990 a. jaanuar	+ 1.57 m
1927 a. november	+ 1.64 m	1990 a. veebruar	+ 1.79 m
1929 a. oktoober	+ 1.58 m	1990 a. märts	+ 1.46 m
1967 a. oktoober	+ 1.71 m	1991 a. jaanuar	+ 1.77 m
1971 a. detsember	+ 1.57 m	1991 a. detsember	+ 1.57 m
1973 a. detsember	+ 1.52 m	1993 a. jaanuar	+ 1.67 m
1975 a. jaanuar	+ 1.57 m	1999 a. november	+ 1.88 m
1975 a. november	+ 1.57 m	2001 a. november	+ 1.89 m
1982 a. detsember	+ 1.60 m	2002 a. jaanuar	+ 1.55 m
1983 a. jaanuar	+ 1.63 m	2002 a. märts	+ 1.44 m
1983 a. november	+ 1.69 m	2003 a. detsember	+ 1.45 m
1983 a. detsember	+ 1.50 m	2005 a. jaanuar	+ 1.94 m
1984 a. jaanuar	+ 1.53 m	2007 a. jaanuar	+ 1.48 m
1985 a. oktoober	+ 1.44 m	2011 a. detsember	+ 1.87 m
1986 a. detsember	+ 1.93 m		





**Joonis 6. Rannajoone muutumine (ja selle ümberpaiknemine ruutmeetrites) ajavahemikus 1981 kuni 2007 [24, 25]**

tugevad läänekaaretuuled, paisutab vett jõe suudmes. Sellised sündmused kestavad seni, kuni tuul nõrgeneb või selle suund muutub.

Egon Leppiku andmetel tõusis veetase Narva-Jõesuus 1897. aasta septembris kõrgusmärgini +2,353 m [2] ning Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudi andmeil ületas veetase aastatel 1899–2011 absoluutkõrgust +1,50 m kahekümnel viiel korral (tabel 1). Üle absoluutkõrguse +2,00 m tõusis veetase ka 1924. aasta septembris [23]. Enne 1970ndaid aastaid esines kõrgusmärki +1,50 m ületavat veetaset vaid viiel aastal. Kõige madalam veetase (– 0,85 m) mõõdeti 1923. aasta 20. novembril [2].

Kui võrrelda rannajoone paiknemist aastail 1981 ja 2007, on näha, et 26 aasta jooksul on see 95 000 ruutmeetri ulatuses maa ja 66 000 ruutmeetri ulatuses mere poole liikunud (joonis 6). Muutuste kogupindala Narva jõe suudmest Meriküla pangani (9,7 kilomeetrit) oli 161 000 ruutmeetrit. Muutuste suuna järgi võib selles rannalõigus eristada nelja lõiku (joonis 6). Narva-Jõesuu muulist A. Hahni tänavani ning Metskist Meriküla karini liikus rannajoon mere ning A. Hahni tänavast Metskini ja Meriküla karist edelas maa poole. Aastail 1981–2007 on rannajoon Narva-Jõesuu muulist edelas kuni 70 meetrit mere poole nihkunud. Muutuste piirkond ulatub A. Hahni tänavani (1,3 km muulist edelas). Sellest edela poolset 2,4 kilomeetri pikkusel rannalõigul on rannajoon peamiselt maa poole liikunud, kõige rohkem – kuni 50 meetrit – Lembitu tänavast Metskini. Mere poole liikus rannajoon kõige enam (kuni 25 meetrit) Laagna oja suudmest Meriküla karini.

Tänu 1988. aastal rajatud muulile muutus Narva-Jõesuu rand jõe suudmepoolses osas laiemaks ja kõrgemaks (joonised 6 ja 7) ning laiem rand on suutnud tormide purustavat jõudu vähendada. Praegu on muul aga üsna lagunenu (joonis 8) ning selle lagunemise tagajärjed ilmnevad eriti pärast tugevamaid torme: jõe suue madaldub ja laevateekanal ummistub.



**Joonis 7. Ortofoto Narva-Jõesuu muuli piirkonnast [26]. Tähistatud on rannajoone asukoht aastail 1981 [24] ja 2007 [25]**



**Joonis 8. Narva-Jõesuu muul 2010-nda aasta suvel**

Foto Sten Suuroja kogust

Mõne aja jooksul kaob ka rannavööndi kaitsevõime ning kõrge veetase ja tormid võivad randa taas tugevasti purustada.

Aastal 2011 võttis Narva-Jõesuu linnavolikogu vastu Narva-Jõesuu arengukava (volikogu määrus nr 53), mille kohaselt muul kavatsetakse taastada aastail 2013–2025.

*Autorid tänavad Ivo Saaremäed ja Toomas Pruuli Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudist, Sulev Roosmat Eesti Mereturismi Assotsiatsioonist, Sten Suuroja Eesti Geoloogia-keskusest ning Anto Raukast Tallina Tehnikauilkoollist abi eest artikli ettevalmistamisel.*

A.M.

#### Viidatud allikad

1. Prümmel, J. Eesti tervisemuda- ja merekuurordid. K/Ü „Loodus“, Tartu, 1923.
2. Leppik, E., Vellner, A. (toimetaja). Narva-Jõesuu sadama olud 1923./1924.a. uurimise andmetel. Sisevete uurimise andmed VI. Sisevete Uurimise Büroo. Teedeministeeriumi väljaanne, 1925.
3. Orav, V. Narva-Jõesuu kodu-uurija pilguga. Tallinn, AS Pakett, 1993.

4. Endoja, A., Roose, A. Narva meri. Eesti Loodus, 1991, 42 (5): 292–297.
5. Orviku, K., Lutt, J., Kask, J., Veisson, M. Eesti nüüdisrannavööndi ja rannikumere kaitse geoloogilised aspektid. Kogumikus: Eesti NSV rannikumere kaitse (koostaja A. Järvekülg). Tallinn, Valgus, 1982. 28–33.
6. Järvet, A. Eesti veolud XX sajandil. Eesti Loodus, 2000, 51 (12): 515–518.
7. Järvet, A. Narva jõe äravoolu on mõõdetud terve sajand. Eesti Loodus, 2002, 12 (12): 44–46.
8. Orviku, K., Veisson, M. Liivarandade litodünaamika uurimise alusel tehtud ja ENSV Ministrite Nõukogule esitatud soovitused mereranniku rekonstrueerimiseks tähtsamates puhkerajoonides, sh Olümpia-keskuse piirkonnas. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Geoloogia Instituut. 1979. 105 lk (venekeelne käsikiri).
9. Grünberg, V., Orviku, K. Kes kaitseb Narva-Jõesuu supelranda? Eesti Loodus, 1989, 7: 473.
10. Martin, E. Mis toimub mererannal. Eesti Loodus, 1989, 2: 87–90.
11. Orviku, K., Romm, G. Narva lahe pära lito-morfodünaamika. Eesti Teaduste Akadeemia Toimetised. Geoloogia, 1992, 41, 3, 139–147.
12. Martin, E. Ükski rand ei ole üksi. Õhtuleht, 26. september 1988.
13. Eksperimentaalne ranna täitmine. Ehitusprojekt. Stroigenplan. Hüdrometprojekt, töö nr 2903-12-112. Leningrad, 1987 (vene keeles).
14. Narva-Jõesuu kaitsemuul. Lenmorniprojekt, töö nr 115.00/5-TEP, 1987 (vene keeles).
15. Pruul, T., Mistšuk, A., Stankevitš, J., Mistšuk, T., Beljajeva, V., Grunitševa, A. Narva-Jõesuu plaazi rekonstrueerimine 1. osa, profiilid 1–23. Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut. Narva-Jõesuu hüdroloogijaam, 1993 (käsikiri).
16. Pruul, T., Mistšuk, A., Stankevitš, J., Mistšuk, T., Beljajeva, V., Grunitševa, A. Narva-Jõesuu plaazi rekonstrueerimine 2. osa, profiilid 24–45. Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut. Narva-Jõesuu hüdroloogijaam, 1994 (käsikiri).
17. Kask, J., Puurmann, T., Genno, E. Füüsikalise-keemiline seire. Eesti rannikuseire alamprogramm. Aruanne 1995. aastal tehtud töödest. Eesti Vabariigi Keskkonnaministeerium, Eesti Geoloogiakeskus, 1995 (käsikiri OÜ Eesti Geoloogiakeskuse fondis).
18. Suuroja, S., Talpas, A., Karimov, M., Suuroja, K. Eesti Riikliku Keskkonnaseire mererannikute seire allprogrammi 2008.a aasta aruanne. I köide. Tallinn, 2009 (käsikiri OÜ Eesti Geoloogiakeskuse fondis).
19. Raig, A., Orviku, K. Arvamus Narva-Jõesuu mereranna muuli väljaarendamise ja ehituse lõpetamise põhjenduse kohta. AS Merin, töö nr 9534/9507041, 1995.
20. Orviku, K., Bauman, A. Narva-Jõesuu muuli tehnilise seisundi eksperthinnang. Seletuskiri. AS Merin, töö nr 98064, 1998.
21. Maasalu, S. Ujuvsaar võib täna koos sanitaarveega paisust alla minna. Postimees, 17. juuli 2009.
22. Gnadenteich, U. Narva jõel lasti ujuvsaar allavoolu. Postimees, 24. juuli 2010.
23. Suursaar, Ü., Kullas, T., Otsmann, M., Saaremäe, I., Kuik, J., Merilain, M. Cyclone Gudrun in January 2005 and modelling its hydrodynamic consequences in the Estonian coastal waters. Boreal Env. Res., 2006, 11: 143–159.
24. Eesti Maa-amet. Maa-ameti kaardiserver: ajaloolised kaardid. 1981.a. NSVL topokaart mõõtkavas 1:10000. O-63 seeria kaardilehed nr.C5930Va1, C5930Va2, C5930Va3 ja C5929Gb4. 2011.
25. Eesti Maa-amet. Eesti põhikaart mõõtkavas 1:10 000. Kaardilehed nr. 65921, 65922, 65924. 2007.
26. Eesti Maa-amet. Ortofoto 30.05.2009. Maa-ameti kaardiserver: maainfo. Ortofoto mõõtkavas 1:2000. Kaardileht nr 599728. 2011.

**European Environmental Press**

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

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

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

# OOTAME TEID 16. RAHVUSVAHELISELE EHITUSMESSILE

**Eesti ehitab**  
**Estbuild**  
**2 0 1 2**

**11. - 14. aprillini 2012**

**Eesti Näituste  
messikeskuses**

Täiendav info:  
Eesti Näituste AS  
Pirita tee 28  
Tallinn 10127  
tel 613 7335

e-post: [estbuild@fair.ee](mailto:estbuild@fair.ee)  
skype: [eppsultsmann](https://www.skype.com/name/eppsultsmann)  
[www.fair.ee/eestiehitab](http://www.fair.ee/eestiehitab)

## VAADATES KIVI SISSE

VEEL LÄÄNE-SAAREMAA  
VESIKU KIHTIDEST: PROBLEEME  
PÕHIKIVIMEIS

## REIN EINASTO

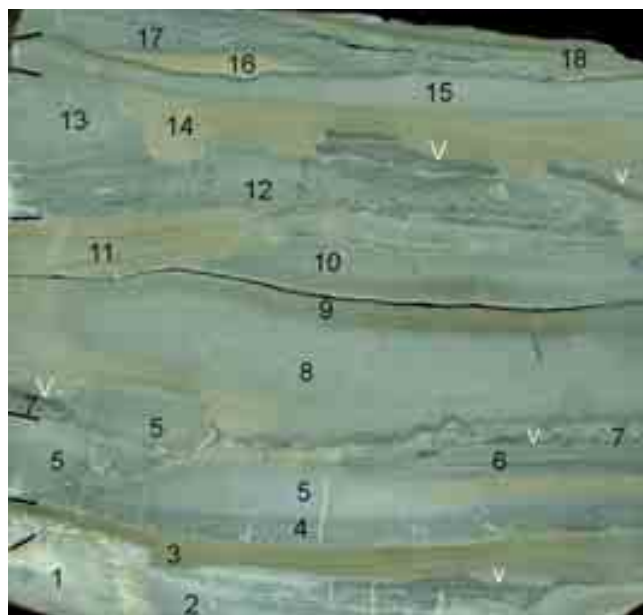
Paevana

EELMISTES Vesiku-lugudes olid jutuks selle omanäolise paelasundi vahekihtide ja basaalse kihindi eripärad (Einasto 2011, 2012). Järgnevalt vaatleme põgusalt Vesiku kihtide põhikivimi ehituse iseärasusi ja puudutame seni selgusetuid settimisega seotud probleeme selles laguunses keskkonnas Lääne-Saaremaa kohal umbes 425 miljonit aastat tagasi. Baltika mandripank triivis koos tema edelaserval paikneva Paleobalti ääremerega noil kaugetel aegadel kusagil praeguse Indoneesia kohal troopikas. Tänapäevaste lõunapoolkera mandrite ühendus – Gondvana hiidmanner – asus lõunapoolusel, kus aperioodiliste tsüklitena kestis mandrijäästamine üle 30 miljoni aasta (Kaljo jt 2003). Jäästamise maksimumid

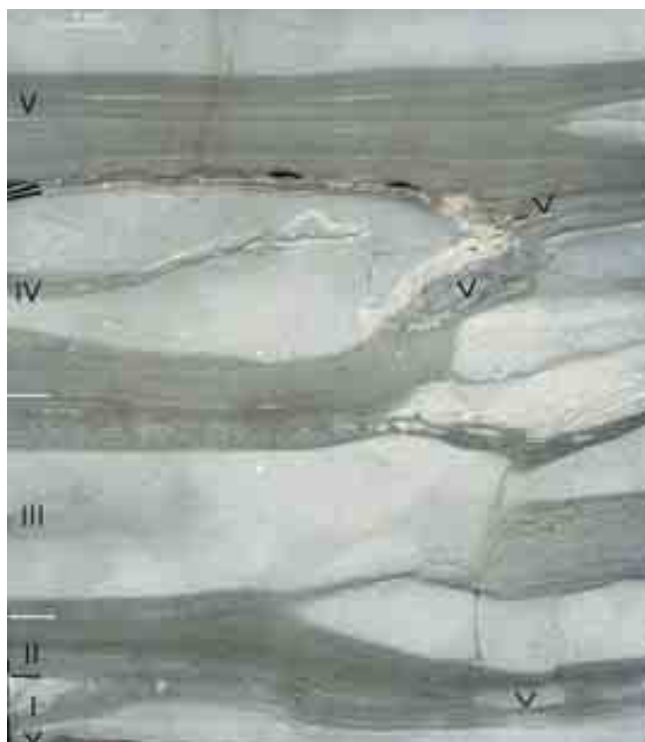
toimusid ordoviitsiumi ja siluri ajastu piiril ning vara- ja hilissiluri piiril, põhjustades ookeanipinna languse üle 100 m keskmisest madalamale, madalmerede kestva kuivaksjäämise ja liikide väga ulatusliku väljasuremise isegi avaookeani planktoni kooslustes (nn interregnumid, vt Jaeger 1976). Vesiku kihid moodustusid teise ülalnimetatud jäästumis-maksimumi (*sensu lato*) ühel jäävaheajal, kui madalmeredes eelneva kestvama settelünga ajal kuivaks jäänud Paleobalti mere kaldalähedane laudtasane paepõhi ujutati taas üle õhukese, kõigest mõne meetri sügavuse veekihiga. Saaremaa kohal laius siis vaid lõunasse avanev madal laht, kuhu loodest suubus veerikas jõgi, mis magestas mõnel määral lahe vee, luues soodsad elutingimused ürgvähilistele (Einasto 1967, Эйнасто 1968). Avamerest oli see laguunilaadne laht eraldatud Kolka kohal paikneva



**Foto 1.** Kivi puursüdamik, sügavus 37,17–37,27 m, lihv: Ussikirjaline dolomiitjas savikas lubjakivi püriidistunud koprooliitide (mudasöojate ekskrementide) ja väikeste veeristega (kihid 1, 3, 6) ning detriitjas-purrulise puhtama lubjakivi katkendlike vahekihtidega (kihid 2 ja 5), samuti tumedama ussikirjalise domekivi õhukeste vahekihtidega (kihid 1, 4 ja 7). Lasum (kiht 8) on puhas tombuline lubjakivi. Kahel tasemel (kihtide 2 ja 7 all ja peal) esinevad ebatasased püriitsed taskutega katkestuspinnad. Iseloomulik varjatud šelfile



**Foto 2.** Kivi puursüdamik, sügavus 35,12–35,21 m, lihv: Kolme kivimtüübi mikrotsükliline vaheldumine. Eletsükliidi alumine kihike on teraline tombulis-detriitne veeristega tormisete (2, 4, 6–7, 12), keskmine – mikrokristalliline muda- kuni tombuline lubjakivi (5, 8, 10, 13, 15, 17), ülemine – pruun *Eurypterus*-domekivi, mis 1. ja 16. kihina on säilinud vaid jäänukina, 6. ja 13. kihi pealt on see täiesti kulutatud (või polegi settinud?). Seitsmenda kihikese tekitanud torm on lamamis põhjustanud kihikeste nihke (libisemispind on selgelt jälgitav 5. kihikese sees), lükates 5. kihikese ühe „mikropanga“ 7. kihikese sisse. Selle tormisette-kihikese ülemisel pinnal on orienteeritult kaanekumerusega üles karpvähiliste õhukesed karbipoolmed. Mustad triibud vasemal tähistavad tormide tekitatud kulutuspinde, millistest mõninga lünga tunnused on 1. ja 13. kihikese suuremat kulutust markeerivad pinnad



**Foto 3.** Kivi puursüdamik, sügavus 34,95–35,05 m, lihv: Kahe põhikivimtüübi vaheldumine, kus selgelt nähtavad kihilisuserikked osalt kõvastunud, aga veel pehmes olekus olnud sette nihkumised lamami suhtes. Vasemal on tähistatud tervena säilinud kihidid ja nende piirid ning veerised (V). Nihe on põhjustanud pörke- ja paindevööndis sette oksüdeerumise (heledad viirud). Nihke- ja pörkepinnad II/III ja III/IV kihindi vahel on hästi jälgitavad: Nihkele järgnes settepauk, mil kujunes püriidistunud kaksik-katkestuspind IV kihindi lael. Lünga ajal sattusid ka püriidistunud mudalubjakivi veerised libisemisega sündinud süvendisse

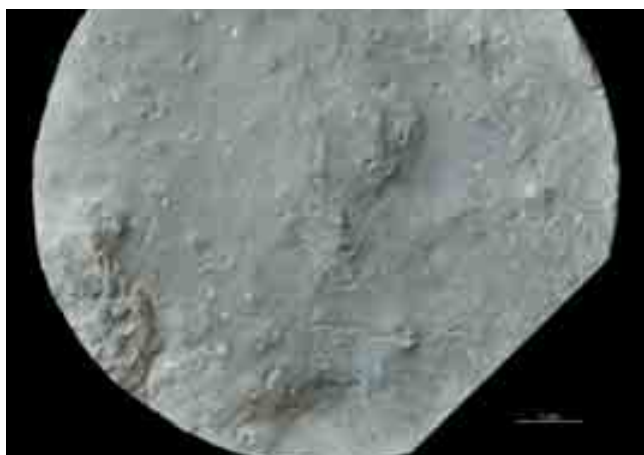
kitsa rifibarjääriga. Sellistes tingimustes toimus Vesiku kihtidele iseloomuliku, kogu geoloogilises ajaloos kaunis erandliku lubja dolomudade vahelduva settekoosluse kujunemine (Нестроп, Эйнасто 1977).

### SETETE ERANDLIK KOOSLUS

Selles madalveelises laguunis moodustunud erandliku settekoosluse põhikomponentideks olid:

1. pruunikashall selgelt horisontaallainjas mikrokihiline, suure mällisisaldusega\* lubjakas savine **dolomuda**, millest kivistumisel moodustus lubjakas **mölljas\* domekivi (domeriit)\*\*** ehk **Eurypterus-domekivi** (nimetus tuleneb ürgvähiliste koosluse juhtkivistise nimetusest);
2. helehall ühtlane nõrgalt dolomiidikas **lubimuda**, mis kivistudes tekitas mudalise mikrokristallilise dolomiidika **lubjakivi** (fotod 2, 3, 4).

Lisaks esinevad õhukesed (enamasti alla 1 cm) läätsjad peeneteralise tombulis-detriitse puhta lubjakivi kaltsiitse tsemendiga vahelihid, tekkelt **tempestiidid-tormisetted**, mille alumine pind on terav, kulutusjälgedega, ülemine aga siirdeline, moodustades koos



**Foto 4.** Kivi puursüdamik, sügavus 37,80 m. Lubjakivi vahekihi konarlik pealispind sagedaste „pisikraatritega“, mis kujutavad endast ilmselt gaasimullide väljumisavasid hajutatud orgaanilist ainet sisaldavast settest ajutiselt (võib-olla anomaalselt tugeva mõõna ajal) vee alt vabanenud merepõhjas, kus muda polnud jõudnud kõvastuda

lasumiga elementaarse **tsükliidi** – ühe settimistsükli vältel kujunenud **kihindi** (komplekskihi, foto 2).

Kahe põhikivimi selgepiiriline õhukesekihiline vaheldumine ja sageli ka horisontaalsuunalised siirded pidevate üleminekutega, samas selged kulutuspinna, mis lamavaise kihtidesse põikselts lõikuvad, kinnitavad kivimite settimisaegsete struktuuride ja tekstuuride väga head säilumist, oluliselt erinevaid tekketingimusi eeldavate kivimite – lubjakivi ja domekivi – kiire vaheldumise primaarsust, esmapilgul paradoksaalse paekoosluse reaalsust. Rõhutagem: domekivis on alati kaltsiidilisand 5–15% (möllisisaldus 45–53%) ja lubjakivis on püsivalt dolomiidilisand 5–9%, kus mölli hulk jääb alla 30% (Эйнасто 1970, tabel 2 lk 51). Lubja- ja dolokivi selline segakivimina harvaesinev vaheldumine on uurijate tähelepanu ärritanud juba ammu (Einasto 2010, 2012).

### LUBI- JA DOLOMUDA ÜHEAEGSE SETTIMISE PROBLEEMID

Dolomiit on sedimentoloogidele probleemne mineraal, sest laboratoorselt on selle settimist raske uurida, tänapäevased analoogid varasemate geoloogiliste perioodide laialt levinud dolomudadele aga puuduvad, piirdudes vaid kõrge soolusega laguunide või ajutiste veekogudega ariidseis kliimatingimustes (Pärsia lahe lõunarannik, Shark-Bay ja Coorong Austraalias, vt Tucker 1990), mis Saaremaa ja Kesk-Eesti siluri laguunsete domekivide tekkemudeliks ei sobi. Suure savi- ja mällisisaldusega domekivi settimiskeskonda Maurice Tucker oma monograafilises käsitluses ei puuduta, kuigi vanaaegkonnas oli savirikas setteline dolomuda laia levikuga. Esmakordselt iseloomustas sellist tüüpi dolomuda settimiskeskonda Roman Heckeri paleoökoloogia koolkond Fargona oru paleogeenis, seostades mikrokihilise domekivi tekkimise suure jõe deltalähedaste tingimustega (Осипова 1956; Геккер jt 1962). Dolomiidi tekkeprotsess ise – magneesiumi allikas settebasseinis – on jäänud tänaseni selgusetuks.

Järgnevalt vaatleme Vesiku kihtide paekooslust mõnede näidete

\* **möll** ehk **silt** ehk **aleuriit** – sete, terasuurusega 0,01–0,1 mm liiva ja savi vahel (Pettijohn 1949), kivistunult **möllkivi** või **siltkivi** (siltstone), **aleuroliit**. Autor eelistab seni eesti geoloogilises kirjanduses vene keele mõjul kasutatud aleuriidile lühemat inglise keeleruumis kasutatavat terminit silt, millest on sobivam moodustada erineva sisalduse tähistamiseks tuletisi siltikas, siltjas ja siltne; teisalt on õigem eestikeelse termini laiem kasutuselevõtt.

\*\* Autor (Einasto 2005) on süsteemsuse huvides teinud ettepaneku eristada **setteid kivimitest nii, et** eesti keeles peaksid kõik kivimid, nagu **paekivi, lubjakivi, liivakivi, lõppema -kivi** ga: **SETE: lubimuda/lubiliiv; dolomuda/dololiiv; mergel; domel; savi**

**KIVIM: lubjakivi dolokivi merkivi domekivi savikivi**

varal samast Kipi puursüdamikust, alustades settimise järgnevuses sügavamalt. Südamiku uurimisel selgus põhikomponentide vaheldumises üldine tendents lubjakivi vähenemisele ja domekivi suurenemisele, kuni *Eurypterus*-domekivi täieliku domineerimiseni Vesiku kihtide ülaosas.

Erilist huvi pakuvad neis palades ilmnevad tsüklilise settimise tagajärjed ja **kihiluserikked**, mis seotud veel mittekõvastunud setete libisemistega ilmselt tormide tulemusel, millega kaasnes setepinna mõningane kulutus ja peeneteralise settematerjali pealekanne avamerepoolsest madalikutsoonist (fotod 2, 3). Analoogilised kihirikked on kõige paremini paljandunud Saaremaa idapoolsematel Anikaitse ja Hülge pangal (Einasto 1961). Võttes arvesse ka sette pealispinnal säilinud ja mudakorra alla mattunud „pisikraatreid“ (foto 4), võib suure tõenäosusega oletada, et Vesiku kihtide põhikivim kujunes siluriaege Balti mere Kaarma lahe **tõusu-mõõna vööndis**. Sellist tüüpi kaldalähedased settid on geoloogilises minevikus säilinud haruharva.

Täna TTÜ Geoloogia Instituudi peavaerahoidjat *Ursula Toomi*, fotograaf *Gennadi Baranovit* ja Tallinna Tehnikakõrgkooli haridustehnoloog *Egle Kampust* tehnilise abi eest.

## Kirjandus

1. Einasto, R. 1961. Geoloogi pilguga Kübasaares. – Eesti Loodus, nr 1, lk 38–42.
2. Einasto, R. 1967. Eurüpteriidide elu- ja mattumistingimustest. – VIII Eesti looduseuurijate päeva ettekannete teesid / ENSV T A. Loodusuurijate Selts. Tartu, lk 88–90.
3. Einasto, R. 2005. Tallinna ehituspaestiku läbilõige Paldiskis. – TTK Toimetised, nr 6, lk 30–36.
4. Einasto, R. 2010. Roman Hecker – Ontikaranna poisist paleoökoloogia rajajaks. – Loodusesõber, nr 3, lk 32–34.
5. Einasto, R. 2011. Vaadates kivi sisse. Vesiku kihtide paljandis Elda poolsaare läänerrannal Saaremaal. – Keskkonnatehnika, nr 8, lk 39–41.
6. Einasto, 2012. Vaadates kivi sisse. Läänesaaremaa Vesiku kihtide eripärasid uudistamas. – Keskkonnatehnika, nr 1, lk 42–45.
7. Jaeger, H. 1976. Das Silur und Unterdevon vom thüringischen Typ in Sardinien und seine regional geologische Bedeutung. – Nova acta leopold. Bd. 45, N 224, S 263–299.
8. Kaljo, D., Martma, T., Männik, P., Viira, V. 2003. Implications of Gondwana glaciations in the Baltic late Ordovician and Silurian and a carbon isotopic test of environmental cyclicity. – Bulletin de la Societe Geologique de France 174 (1), 59–66.
9. Pettijohn, F. J. 1949. Sedimentary rocks.

New York.

10. Tucker, M. 1990. Dolomites and dolomitization models. – Carbonate sedimentology / Eds M. Tucker & V. Wright. Blackwell sci publ, pp 365–400.
11. Нестор, Х., Эйнасто, Р. 1977. Фациально-седиментологическая модель силурийского Палеобалтийского периконтинентального бассейна. В кн. Фации и фауна силура Прибалтики, Инст. Геол. АН Эст. ССР, Tallinn, lk 89–116.
12. Геккер, Р. Ф., Осипова, А. И., Бельская, Т. Н. 1962. Ферганский залив палеогенового моря Средней Азии. Кн. 1, Москва, Изд. АН СССР, 335 с.
13. Осипова А. И. 1956. Условия образования доломитов в Ферганском заливе палеогенового моря. Труды ГИН АН СССР, вып 4.
14. Эйнасто, Р. 1968. Фациальные и палеогеографические условия образования эуриптеровых доломитов (силур Прибалтики). – Международный геологический конгресс, XXIII сессия: докл сов геологов: Генезис и классификация осадочных пород. Москва: Наука, lk 68–74.
15. Эйнасто, Р. 1970. Первичные доломиты. Силур Эстонии. Инст. Геол. АН Эст. ССР; под ред Д. Кальо. Tallinn: Valgus, lk 46–55.



www.carbonexpo.com  
Cologne, May 30 – June 1, 2012

WELCOME BACK TO COLOGNE!

# CARBON EXPO



THE INTERFACE BETWEEN INDUSTRY AND TECHNOLOGY & CLIMATE AND CARBON FINANCE

**Carbon Expo 2011 Facts:**

- Over 110 Countries Represented
- Around 2,800 Participants
- Over 220 Exhibitors
- 38 CDM/JI Host Countries
- Over 240 Speakers
- 9 Plenaries & 27 Workshops
- 50 Side Event Sessions
- Over 160 Media & Press

**CARBON EXPO 2012 is:**

- the interface between industry and technology & climate and carbon finance
- where the green tech scene meets the climate financing scene
- and the global crossroad for climate policy development around the world

CARBON EXPO 2012 – THE WORLD'S LEADING INTERNATIONAL TRADE FAIR AND CONFERENCE FOR EMISSIONS TRADING, CARBON ABATEMENT SOLUTIONS AND CLEAN TECHNOLOGIES.

CARBON EXPO is the single most important event for the carbon and climate finance markets. It combines an international trade fair and a top-class congress and covers all aspects of emissions trading, projects exchange, and climate protection. CARBON EXPO is the ideal environment for gathering information, establishing contacts and presenting projects.

**YOUR CONTACTS:**

<p>Conference Program: <b>Lisa Spafford</b> Conference Director Telephone +41 22 737 05 02 Fax +41 22 737 05 08 spafford@ieta.org</p>	<p>Trade Fair: <b>Guido Hentschke</b> Product Manager Telephone +49 221 821-3097 Fax +49 221 821-3098 g.hentschke@koelnmesse.de</p>
---	---



**IETA**  
INTERNATIONAL EMISSIONS TRADING ASSOCIATION



**THE WORLD BANK**  
Working for a World Free of Poverty



**koelnmesse**

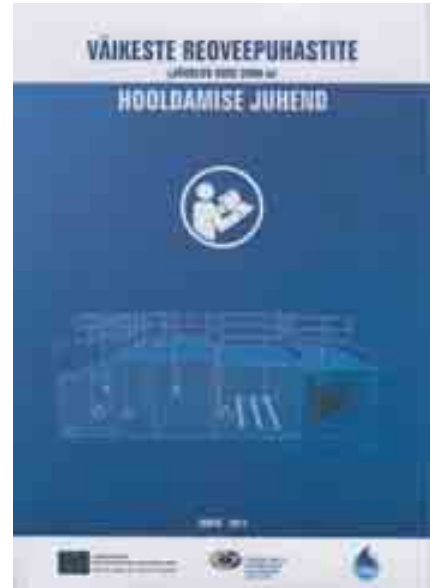
## RAAMAT

# VÄIKESTE REOVEEPUHASTITE HOOLDAMISE JUHEND

EUROOPA LIIDU Kesk-Läänemere programmi Interreg IV A kuuluva Eesti-Soome ühisprojekti „Keskonna-sõbralik reoveekäitlus hajaasustuspiirkondades“ raames 2011. aastal valminud juhend on mõeldud väikepuhastite (jõudlus 50–2000 ie) hooldajatele, ent võib pakkuda huvi ka reoveekäitlusega tegelevatele keskkonnaametnikele ja keskkonnaerialade üliõpilastele. Juhendi koostasid Eesti Maaülikooli ja Tartu Ülikooli õppejõud ning asjatundjad firmast OÜ aqua consult baltic. Väljaandmist rahastasid Tartu Ülikool, OÜ aqua consult baltic ja Euroopa Liidu Kesk-Läänemere programm Interreg IVA 2007-2013.

Juhendis on kirjeldatud reoveepuhastustehnoloogiaid, puhastite toimimist ja nende hooldamist ning antud soovitusi nendeks puhkudeks, kui puhasti tõrgub töötamast. Hea ülevaate saab

kasutatavatest seadmetest ja nende töö-põhimõttest. Pearõhk on reovee bioloogilisel puhastamisel. Kirjeldatud on nii nn klassikalisi kui ka annus- ja membraanseadmetega aktiivmudapuhasteid, biokilepuhasteid (nõrg- ja sukelbiofiltreid) ning biotiike ja nende hooldamist. Hooldaja saab teada, kuidas võtta reo- ja heitveeproove ning mõõta vooluhulka, millised on nõuded heitvee juhtimise kohta suublasse ning kuidas arvutada saastetasu. Põhjalikult on käsitletud reoveesette käitlemist, sh kompostimist. Juhendis antakse puhasti hooldajale nõu, kuidas hinnata nii puhastusprotsessi kulgu kui ka seda ohustada võivaid asjaolusid, sh eri tüüpi puhastite võimet võtta vastu purgitava reovett. Juhendi lisas on näidiseid selle kohta, millised võiksid olla puhasti hoolduspäevik, ülevaatusprotokoll ja pass.





## INFO KVALITEETSEST EHITAMISEST

Rävala pst 8, 10143 Tallinn  
Tel 660 4555

Avatud E-R 9-17

ehituskeskus@ehituskeskus.ee  
www.ehituskeskus.ee

- Alaline ehitusnäitus
- Koolituseminarid
- Ehitusalane kirjandus

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

Aprill

09. 04. 2012

ETF-Net veebikartoteegi koolitus.  
Osavõtt tasuta

17. 04. 2012

PUIDUPÄEV. Osavõtt tasuta

Mai

03. 05. 2012

Insenerajatiste konstruktiivsed ja  
hüdroisolatsioonilahendused uusehitistel  
ja rekonstrueerimisel.



Ilmus uus käsiraamat Tarindi RYL 2010.  
Ehitustööde kvaliteedi üldnõuded.  
Hoone kande- ja piirdetarindid.



# LIUGONG



24/7 teenindus, kiired  
varuosatarned Euroopast

Globaalselt edukas



# SEE ON ROHKEM KUI MASIN, SEE ON PARTNERLUS

Maailmatasemel koosteliniidel  
kasutatakse tippkvaliteediga  
detalle



Kaksteist tootegruppi: rataslaadurid, hüdraulilised  
ekskavaatorid, miniekskavaatorid, teehöövliid,  
minilaadurid, ekskavaatorlaadurid, teerullid,  
teekattelaoturid, teekatte kulmfreesid, buldoosid,  
kohvelaadurid, liikurkraanad

150 000 Liugong'i masinat  
kujundavad juba praegu  
maailma, nüüd on Teie kord



**Tootja:**  
QUANGXI LIUGONG MACHINERY CO., LTD  
[www.en.liugong.com](http://www.en.liugong.com)

**Esindaja Balti riikides:** (Müük/Hooldus/Remont)  
BALTIC INDUSTRIAL MACHINERY OÜ  
Kopli 35B, Tallinn 10412  
tel +372 682 9000  
faks +372 682 9001  
mob +372 56924745  
[www.baltmachinery.com](http://www.baltmachinery.com)  
[ergo@baltmachinery.com](mailto:ergo@baltmachinery.com)

**LIUGONG**  
SHAPING THE FUTURE TOGETHER

Baltic **Industrial**  
MACHINERY