

KESKKONNATEHNIKA

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

2/11

2,85 EUR

LOKAATOR

**Kasuta
õigeid
seadmeid
enne
probleemide
tekkimist!**



*Külastage meie
messiboksi*

C-12

ehitusmessil

Eesti Ehitab 2011!

- ✓ **Lekete asukoha määramine ja veevõrgu tsoneerimine**
(F.A.S.T, MWM Martinek)
- ✓ **Reoveekoguse ja -taseme mõõtmine nii lahtises kanalis kui survetorus**
(Nivus)
- ✓ **Torude ja kaablite asukoha määramine või vältimine kaevetöödel**
(Radiodetection)
- ✓ **Maapinnaradariga pinnasekihtide uuringud ning plastkommunikatsioonide otsimine**
(Mala GeoScience)
- ✓ **Lasernivelliiridega tasapindade määramine, teede ja sildade ehitamine**
(Geofennel, QBL)
- ✓ **Kadunud kaevuluukide määramine metalliotsijaga**
(RD, Whites)

Rohkem informatsiooni: Andres Minn, Lokaator OÜ, Pärnu mnt 131b-40, Tallinn
Telefon 683 1904, mobiil 50 30 275, andres@lokaator.ee, www.lokaator.ee

JUNKERS soojuspumbad – tasuv investeering soojusenergiasse.

Kasutage meid ümbritsevat
õhk- ja maasoojust ning kindlustage
Junkersi töökindlate soojuspumpade
abil enda sõltumatus tõusvatest
energiahindadest. Teil on iga
ilmaga tagatud mõnus toasoojus ja
kuum tarbevesi. See on lihtsam kui
arvatagi oskate!



Kodune Soojus!

www.junkers.ee

 **JUNKERS**
Bosch Grupp



24



28



38



45

TOIMETUS

Postiaadress: Pk 2195, 10402 Tallinn
Väljaandja: OÜ Kalendrike
Tel 672 5900, ajakiri@keskkonnatehnika.ee, <http://www.keskkonnatehnika.ee>
Keskkonnatehnika ilmub alates 1996. aastast. Aastas ilmub kaheksa numbrit. Järgmine number ilmub aprillis. Trükkikoda: PRINTON.

Peatoimetaja:

Merike Noor, merike.noor@keskkonnatehnika.ee

Toimetajad:

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

Reklaam ja levit:

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

Reklaamide kujundus: Raul Laugen

Küljendus: Mait Tooming



ehitus, projekteerimine

- 38 *Chromatic* – skulptuur kahemõõtmelises tajuruumis:
visuaalne + akustiline. A. Kervališvili, M. Trepp
40 Kultuurilooliselt väärtuslike ehitiste hooldustööde kavandamine.
L. Stroh

energeetika, tööstus, mäendus

- 6 Graniidikillustik Eesti maapõuest – soovunelm või võimalus?
E. Pirrus
28 Keskkonnasõbralike komposiitmaterjalide kasutusvõimalused
väikelaevaehituses ning vee mõju nende tugevusomadustele.
M. Malmstein
32 Energiat on lihtne säästa. H. Kaasik

jäätmed

- 19 Soomes hakati vanaklaasist vahtklaasi tootma.
20 Kohalik omavalitsus jäätmehoolduse korraldaja rollis: kitsas-
kohad ja võimalused. R. Roop, M. Kriipsalu
24 Looduslikke radionukliide sisaldavad ja nendega saastunud
materjalid ning nende käitlemine Eestis. E. Pesur
26 Jäätmekäitlejad koonduvad jäätmete taaskasutusklastriisse.
M. Rüütelmann

keskkond

- 35 Heliisolatsiooninõuete ühtlustamine Euroopas. M. Ründva, L. Madalik
42 Vaadates kivi sisse. Pilguheit paesse: Kirju kärn ja Laksu punane
(kivid 35 ja 34) Lasnamäe ehituspaestus. R. Einasto, J.-L. Justi

küte, ventilatsioon

- 34 Ventilatsiooniõhu hulga seadistamine ja mõõtmine. A. Aas

messid

- 45 Interpack 2011.

Torud

- 12 Käsitsi toodetavad plastkaevud ja nende kohta esitatavad
tugevusnõuded. PipeLife Eesti AS reklaamartikkel
13 Plasttorude hinna kujunemine. PipeLife Eesti AS reklaamartikkel

vesi

- 9 Mille arvelt tuleb vesi puurkaevudesse ja kaevandustesse?
A. Marandi
22 Eesti olulised üleujutusosalad ja olulise üleujutusrisi piirkonnad.
K. Kupits, T. Pedusaar

- 47 Summary

Müra piiramiseks luuakse täiendavaid võimalusi

Keskkonnaministeerium on ette valmistanud määruse eelnõu, mis loob täiendavad võimalused selleks, et piirata elu- ja puhkealadeni, elamuteni ning ühiskondlike hooneteni ulatuvat müra, sealhulgas ka tuulikute müra.

Määrus sätestab, et juba planeeringute puhul tuleb koostada ka mürahinnang ja näha ette abinõud müra tõkestamiseks. Elamuteni, koolideni, haiglateni ulatuv müratase ei tohi ületada lubatud norme. Kui aga tegu on tuuliku püstitamise või tuulepargi rajamisega, võivad kohalikud omavalitsused kehtestada mürale veelgi rangemaid normtasemeid. Mürahinnangu koostamine juba planeeringu käigus on majanduslikult kõige soodsam. Samas võimaldab see omavalitsusel hinnata kogu oma piirkonna müraolukorda.

Keskkonnaministri määruse "Välisõhus leviva müra piiramise eesmärgil planeeringu koostamisele esitatavad nõuded" eelnõu on Internetis aadressil:

http://eoigus.just.ee/?act=10&subact=1&ESILEHT_W=317673. Minister allkirjastab määruse pärast eelnõu e-õiguse kaudu kooskõlastamist. Määrusel ei ole tagasiulatuvat jõudu.

Allikas: Keskkonnaministeerium

Valitsus kiitis heaks nafta ja naftasaaduste käitlemise korra veekogudel

Vabariigi Valitsus kiitis 3. märtsil heaks määruse muudatused, millega reguleeritakse nafta ja naftasaaduste käitlemist korda merel, Peipsi-Pihkva järvel ning Narva jõel. Eelnõu kohaselt kehtestatakse nõuded nii punkerdamise kui ka nafta ja naftasaaduste laevalt laevale ümberlaadimise toimingute kohta nii merel, Peipsi-Pihkva järvel kui ka Narva jõel, et tagada veekeskonna parem kaitse võimaliku reostuse eest ning vältida nende kestel inimelu ohtu seadmist. Võrreldes kehtiva korraga on määruse eelnõusse lisatud nõuded, mis tulenevad Läänemere piirkonna merekeskkonna kaitse komisjoni (HELCOM) soovistest.

Eelnõu kohaselt sätestatakse, et mõlema laeva kaptenid allkirjastavad ühiselt enne punkerdamist vormikohase täidetud kontroll-lehe mõlemale laevale sobivas keeles, s.t kas eesti või inglise keeles. Samuti kehtestatakse punkrilaeva ja punkrit võtva laeva vahelise sidepidamise kord ja nõuded kasutatavate voolikute ja muu punkerdamistoimingute juurde kuuluva varustuse kohta. Korralduse punkerdamise alustamiseks annab punkrit võtva laeva juhtkonna pädev liige, kes juhib kogu punkerdamist, vastutab selle juhtimise eest ning kellel peab olema pidev ülevaade laeva kõigi tankide täituvusest. Ümberlaadimist tohib alustada alles siis, kui

vähemalt üks laev on kindlalt ankrus, ning see ei ole lubatud jääoludes.

Praegu reguleerib naftasaaduste käitlemist 1996. aastal valitsuse määrusega kinnitatud kord. Uue määruse koostamise tingis see, et võrreldes 1996. aastaga on nüüdseks maailmas laialdaselt levinud laevade kütusega varustamisel punkerdamine merel ja mahtlastis veetava nafta ja naftasaaduste laevalt laevale ümberlaadimine merel. Mahtlastis veetava nafta ja naftasaaduste laevalt laevale ümberlaadimine peab toimuma vastavuses Rahvusvahelise Merenduskoja ja Naftaettevõtete Rahvusvahelise Merefoorumi antud juhise-ga.

Allikas: Keskkonnaministeerium

Merekeskkonna kaitset reguleerivad seadused viiakse kooskõlla Euroopa Liidu direktiividega

Riigikogu kiitis 28. veebruaril heaks Keskkonnaministeeriumis ette valmistanud veeseaduse ja sellega seonduvate seaduste muutmise seaduse, mis reguleerivad merekeskkonna kasutamist ja kaitset. Veeseaduse ja sellega seonduvate seaduste muutmise seaduse eesmärk on üle võtta kaks Euroopa Liidu direktiivi – merestrategie direktiivi ja laevade põhjustatud merereostuse vältimise direktiivi.

Euroopa Liidu merestrategie raamdirektiiv (MSRD) näeb ette, et liikmesriigid võtavad tarvitusele abinõud, millega säilitatakse või saavutatakse hiljemalt aastaks 2020 oma mereala hea keskkonnaseisund. Direktiivi kohaselt on mereala keskkonnaseisund hea, kui see võimaldab merd jätkuvalt kasutada seda võimalikult vähe kahjustades. Eesti mereala hetkeseisund ja sellest tulenevad hea seisundi säilitamise või saavutamise tingimused määratakse täiendavate uuringute käigus. Hea keskkonnaseisundi saavutamiseks või säilitamiseks vajalikud meetmed määratakse Eesti mereala jaoks koostatavas strateegias.

Laevade põhjustatud merereostuse direktiivi ülevõtmisega tagatakse, et õigusrikkumiste eest kohaldatavad väärteokaristused on piisavalt tõhusad, proportsionaalsed ning hoiatavad.

Veeseaduse muudatuse kohaselt jääb Keskkonnaministeeriumi pädevusse üksnes kaldaga püsivalt ühendamata ehitiste ja veekaabelliinide merre ning piiriveekogudest Peipsi ja Pihkva järve rajamise vee erikasutusloa taotluse menetlemine.

Kaldaga püsivalt ühendamata ehitiste all mõistetakse tuuleparkide ja tehissaarte ehitamist merre ning meres asuvatest maardlatest liiva kaevandamist. Kaldaga püsivalt ühendatud rajatiste (nt sadamate) ehitamiseks vee erikasutusloa taotluse menetlemist ning nende lubade andmist jätkab Keskkonnaamet. Enne seaduse muutmist Keskkonnaministeeriumile esitatud ja menetlusse võetud taotlused menetleb lõpuni Keskkonnaministeerium.

Seaduste muudatused jõustuvad 10. päeval pärast Riigi Teatajas ilmumist.



Foto: AS Kohtla-Järve Soojus

AS KOHTLA-JÄRVE SOOJUS KÄIVITAS TIPU- JA RESERVKOORMUSE KATLAMAJA

AS Kohtla-Järve Soojus avas 1. märtsil pidulikult Ahtme soojuselektrijaamas tipu- ja reservkoormuse katlamaja, millega tagatakse Jõhvi ja Kohtla-Järve Ahtme linnaosa soojusenergiaga varustamine kütmise tipphooajal ja vajaliku võimsuse reserv. Tegemist on viimase 20 aasta suurima keskküttekatlamaja ehitamisega Eestis.

100 MW soojusvõimsusega gaaskütetel katlamajas töötavad kolm 27 MW veekatelt (Taani firmalt Danstoker), üks veekatel (10 MW) ja üks aurukatel (15 t/h) – mõlemad Saksa firmalt Loos. Üks 27 MW veekatel, Loosi 10 MW veekatel ja 15 t/h aurukatel on varustatud kahekütusepõletitega, mis võimaldab

neis põletada nii maagaasi kui rasket kütteõli. Rasket kütteõli kasutatakse avariikütusena.

Vesi ringleb kaugküttevõrgus kolme katlamajja paigaldatud pumba (á 800 m³/h, tõstekõrgus 95 m) toimet. Katlamajale ehitati 60-meetrine korsten.

Ahtme soojuselektrijaama (SEJ) tipu- ja reservkoormuse katlamaja ehituse peatöövõtja oli AS Nordecon, seadmete tarnija ja tehnoloogilise osa ehitaja oli AS Napal. Kogu Ahtme SEJ tipu- ja reservkoormuse katlamaja ehitamise investeering ulatus ca 12,5 miljoni euroni (195 miljonit krooni).

Allikas: AS Kohtla-Järve Soojus

Sweco Projekt teeb Rakke lubjatehase rekonstrueerimis- projekti

Projekteerimisfirma Sweco Projekt teeb Nordkalk ASile kuuluva Rakke lubjatehase kahe lubjaahju ja täidismaterjali liini rekonstrueerimisprojekti. Nordkalk on sõlminud lepingu Läti metallurgia-ettevõttega Liepajas Metallurgs ja 2012. aastal suurendatakse lubjatootmise mahtu tänaselt 40 000 tonnilt 100 000 tonnini aastas. Rekonstrueerimistöde esimese etapi teeb ehitusfirma Skanska EMV AS. Sweco investeerib projekti 8,1 miljonit eurot, millest 1,1 miljonit läheb tolmufiltrite soetamiseks.

Allikas: OÜ Sweco Projekt

Ragn-Sells pani nurgakivi jäätmekütusetehasele

Ragn-Sells pani 2. märtsil nurgakivi 14,7 miljonit eurot maksvale jäätmekütusetehasele. Tehase ehitus läheb maksma 14,7 miljonit eurot ning seal hakatakse käitlema 120 000 tonni jäätmeid aastas. Jäätmekütuse tootmiseks võetakse kasutusele tehnoloogia, mis on ainulaadne kogu Skandinaavias.

SOOJUSTAMISEKS POLE KUNAGI HILJA

MIKS ON TÜHJA

ÕHUVÄHEGA SEIN KÜLM?

Seinavahes olev õhk, mis on seina sisse-
mise osa mõjul soojenenud, tõuseb üles.
Selle asemele tungib altpoolt hõredatest
kohtadest külm õhk. Katusealusesse
ruumi tõusnud õhk viib pragudest välja
kuni 80 protsenti seinte kaudu kaduvast
soojusest. See õhk, mis ei ole veel katu-
sealuse kaudu väljuda jõudnud, puutub
kokku külma välismüüritisega ja langeb
jahtudes allapoole, kuni seina sisse-
mise osa mõjul taas soojeneb. Niisugune
konvekttsiooniring põhjustab umbes
20 protsenti seinakaudsest soojuskaost.
Sellest „korstnast“ väljub soojus hoonest
palju kiiremini, kui seda ette kujutatakse.

SÜSTIME SEINAD SOOJAKSI!

Spetsiaalsete ainete vesilahused
segatakse vajalikes suhetes kokku ja
muudetakse suruõhu abil vahuks, mis
pumbatakse seinatühimikesse. Soojus-
vah koosneb miljonitest väikestest
purunenud õhumullidest. Tahkudes
muutuvad need pehmeks, valgeks,
veeauuru läbilaskvaks materjaliks –
termovahuks. Materjal on mõeldud
spetsiaalselt elumajade seintes olevate
õhuvahede täitmiseks. Termovaht
sobib ka ideaalselt vana klaasvatiga
soojustatud majade n-ö ületäitmiseks.
Vaht ei paisu ega riku hoone konstruktsioone. See on ainus võimalus, kui
sinu maja seinakonstruktsioonis on
õhutühimikud.

- Soojustatava maja fassaadi ei ole vaja lõhkuda.
- Soojustamine on kiire ja efektiivne.
- Teie küttekulud vähenevad märgatavalt.
- Termovaht on veeauuru läbilaskev ja vett mitteimav materjal.
- Termovaht on suurepärase soojusisolaator.
- Termovahul on hea tulepüsivus.
- Termovahuga soojustamine on väga soodne.



Teostame
töid üle Eestil

tel 5660 6010
info@therm.ee
www.therm.ee

GRANIIDIKILLUSTIK EESTI MAAPÕUEST – SOOVUNELM VÕI VÕIMALUS?

ENN PIRRUS

TTÜ mäeinstituut

VIHJEID graniidikillustiku kaevandamisvõimalusele Eesti oma aluspõhjast kohtab üha sagedamini ajakirjanduses ning poliitikute ja keskkonnaspetsialistide avaldustes. Hoogu sellele annab kasvav vajadus kvaliteetse killustiku järele meie arenevas teedehituses ning otse Tallinna külje all aluskorras geoloogide avastatud hiiglaslik graniidikehand – Neeme massiiv (joonis 1). Selle praktiliselt piiramatul varuga graniidikehandi pealispind lasub merelähedase Maardu kohal vaid 120–140 m sügavusel, s.o tänapäevaste tehnoloogiate seisukohast igati kättesaadavas ulatuses [1].

Ehkki ehituseks vajaliku, ent lihtsa toorme, tugeva graniidikillustiku tootmine allmaakaevandamise teel pole kuusagi maailmas tasuvaks osutunud ning seetõttu vaid vähest rakendamist leidnud, tundub Neeme graniidimassiivi puhul ahvatlevana kasutada ära tekkivaid tühemikke. Nendesse saaks ladustada nii kasulikke kui ka ohtlike materjale või kasutada neid maa-soojuse kasutuselevõtuks või pumpejõujaama ehitamiseks [3] ning sel moel kompenseerida allmaakaevandamisega kaasnevaid suuri kulutusi. Niisuguseid lahendusi soodustab soodne asukoht pealinna ja Muuga suursadama vahetus naabruses.

Mõttekääk on ahvatlev, kuid tühemike mitmetarbeliseks rakendamiseks on ennekõike vaja need rajada, s.o kivimini jõuda ning osa graniidimassiivist välja võtta. Mõlemad ülesanded on keerukad ja seotud suurte raskustega, mida idee toetajad ehk ei oska vajalikul määral ettegi kujutada. Ometi võivad just need seada kogu ettevõtmise suure kahtluse alla, vaadeldes neist peamisi.

KIVIMI KVALITEET

Kõigepealt tõdegem, et Eesti kaljune aluskord koosneb pehmete settekivimite all lasuvatest valdavalt tugeva moonde läbi teinud kivimitest – gneissidest, amfiboliitidest jt kildalaadset paigutunud mineraalikompleksidest, mis oma pudeduse ja ühesuunalise eelistusega lagunemiskarakteristika tõttu ei sobi kuidagi vajaliku kvaliteediga ehituskillustikuks. Erand on vaid sellest moondekivimikompleksist siin-seal läbi tunginud graniitse sulami kehandid, mille tardumisel moodustusid tugevad, kõrgis suundades ühesugust survetugevust omavad magmakivimid. Õnneliku juhusega on niisugune kehend ka kõnealune Neeme massiiv, mille pealispind ulatub otse kat-



Joonis 1. Neeme graniidimassiivi asend Tallinna ümbruse aluskorras

va settekivimikompleksi aluseni ning mille graniidivaru pole sügavuse suunas küll määratud, kuid rakenduslikus mõttes siiski piiramatul. Graniidi kättesaamisel sellest sügavusest ei oleks ka mäetehniliselt erilisi küsitavusi. Kuid see on vaid asja üks külg. Neeme massiiv koosneb nn rabakivi tüüpi graniidist, mille mineraalidest on esikohal (ca 40 %) roosatooniline kaaliumpäevakivi kristallide suurusega kuni 5 ja enamgi sentimeetrit (joonis 2, a). Siit saabki alguse kivimi oluline puudus: killustikuks purustamisel annab suurekristalliline K-päevakivi rohkesti oma heast lõhenevusest põhjustatud siledapinnalisi plaatjaid kristallitükke (joonis 3), mis kalduvad segudes (asfalt, betoon) andma eelisorientatsioone ja kahjustavad tarduva segu sidusust ja nakkeomadusi. Seepärast seda tüüpi graniiti tavaliselt killustiku tootmiseks ei kasutatagi. Hea näite selle kohta leiame Soomest, kus lahe põhjakaldal on rohkesti niisuguse graniidi avamusi lausa maapinnal, ent neisse pole rajatud ühtki killustikukarjääri. Kasutusele võetakse üksnes kvaliteetsemad peeneteralisemad kivimeid, nt dioriite, gabrosid ja efusiive. Soome kaljualal on see võimalik, Eestis aga mitte. Siit tõstatubki meie jaoks puhtmajanduslik küsimus – kas tasub suurte pingutuste hinnaga tungida maapõue nii kehva kvaliteediga kivimi järele. Eitav vastus sellele ei pruugi olla lõplik, kuid jääb ikkagi idee innukate teostajate ette püsima.

Mõneti lohutavana mõjub vastuväide, et Neeme graniidimassiivis leidub vahesoontena ka peeneteralisemaid kivimi-

erimeid, nn apliite (joonis 2, b), kuid nende osakaal on massiivis täpsemalt kindlaks tegemata ning neile lähedase iseloomuga rabakivi rändrahnude koostist silmas pidades võib nende hulka lugeda kaduvväikeseks. Vaevalt tuleb kõne alla nende erimite selektiivne väljamine, hoopis lootustandvamaid tulemusi võiks anda tootmisele võetava killustiku edasine töötlemine. Nii on esimeste uuringutega [2] selgitatud, et üksikmineraalide osakaal on tuntav peamiselt kivimi peenimates purustusfraktsioonides, jämedamate osiste korral võivad materjali omadused paraneda. Sõelumist ja purustamist täiustades võib olukorda veelgi soodsamaks muuta.

JÕUDMINE GRANIIDINI

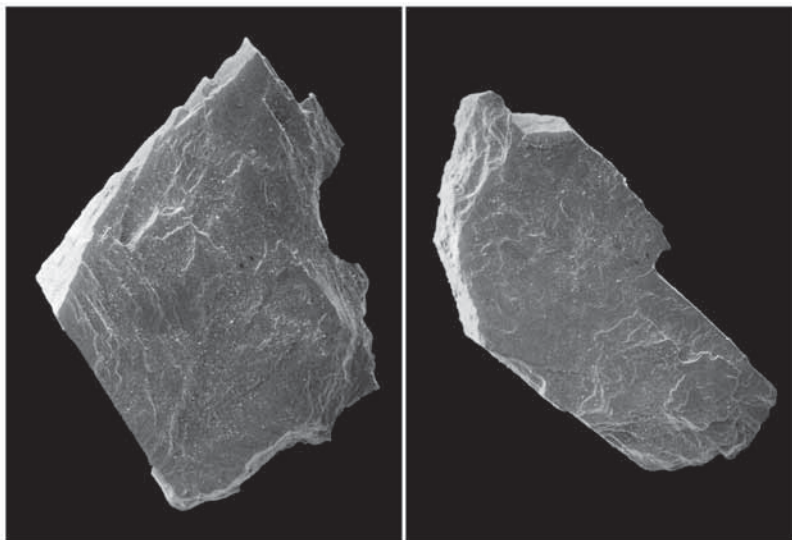
Teed Eesti graniidilasundini raskendab geoloogiline olustik. Graniidini jõudmiseks tuleb läbida selle peal lasuv pudedatest liivakividest ca 60 m paksune kompleks, mille pooriruum on täis surveist põhjavett – meie parim ja kasutatavaim kambriumi-vendi veeladestik. Selle vee surve on nii suur, et mõned aastakümned tagasi tõusis vee piesomeetriline tase katvat 40–60-meetrist savilasundit läbivate puuraukude kaudu otse maapinnale. Viimasel ajal on rohke tarbimise tõttu surve küll mõnevõrra langenud, kuid liivakivisse rajatavatesse tühemikesse tungib vesi ikka märkimisväärse jõuga sisse. See tähendab, et kaevanduseni jõudmiseks vajalik püstšaht tuleb juba rajamise ajal põhjaveest betoonkestaga täielikult isoleerida (joonis 4). Tehniliselt on see väga raske ülesanne, sest tavapärane kessoonmenetlus selles pudedas pinnases ei tule mitmel põhjusel kõne alla. Ainsa reaalse võttena pakutakse šahtiümbrise ajutist läbikülmutamist, mis võimaldaks veerikkast liivakivist ohutult ja edukalt läbi minna. Šahti ümber tuleks sel juhul puurida arvukalt puurauke ja nende kaudu pumbata kivimisse jahutusvedelikku, mida toodavad võimsad maapinnal asuvad külmutusseadmed. Võib ette kujutada, milliseid kulusi see kaasa toob. Pealegi pole tulemus täielikult tagatud, sest nii tüsedas veerikka kompleksi läbindamine ja betoneerimine külmutatud pinnases survele põhjavee tingimustes oleks Eestis esmakordne ja kogemusi selleks pole. Püstšaht oleks muidugi lühim ja odavam tee graniidini. Arvestuste kohaselt peaks selle läbimõõt olema vähemalt kümnekond meetrit, et rahuldada kõiki kaevanduse peamisi teenindamisfunktsioone: inimeste ja seadmete transporti, maavara väljatõstmist, tuulutamist ja lõhkamistolmu eemaldamist ning mahutama elektrijuhtmetistlikku ja tehnilise veevarustuse torustikke. Vaevalt suudab üks piiratud mõõtetega püstkäik kõiki neid vajadusi edukalt täita. Mitme sama laadi ühendusvõimaluse loomine kirjeldatud tingimustes aga mitmekordistaks investeerimiskulu.

Kujutelgem, et kogu kaevandatav graniidimass tuuakse maapinnale tõstukite abil. Lisagem siia põgusad maksumusarvestused ning töö- ja eksploatatsioonikulud. Jõuaksime kindlasti tulemuseni, mis seaks ettevõtmise otstarbekuse suure kahtluse alla.

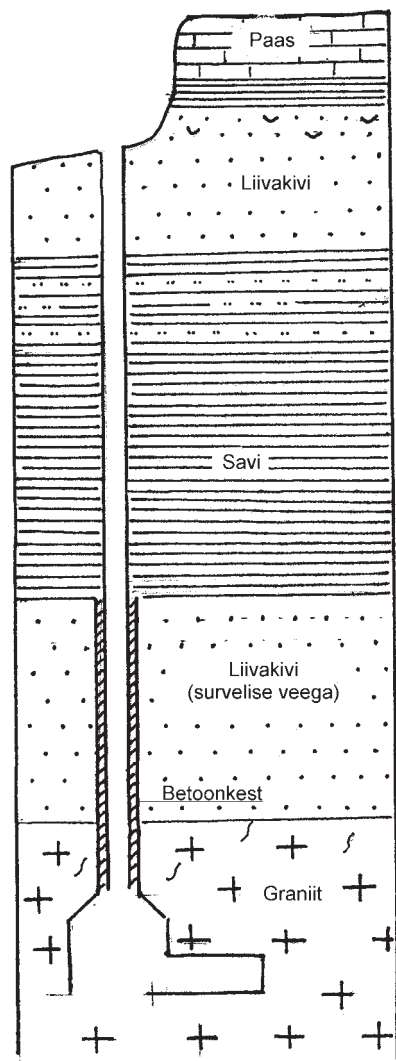
Traditsioonilise kallak- või spiraaltee (rambi) rajamine Neeme massiivini on survele veekihi läbimise tõttu mõeldamatu. Isegi mõnekümne-kraadise kaldega transporditunnel pikendaks teekonda kümneid kordi ning vaevalt oleks selle ehitamine külmutusmenetlusel nii tehniliselt kui ka majanduslikult jõukohane.



Joonis 2. Graniidimassiivi kiviminäidised:
a on põhikivim – suurekristalliline porfüürilaadne graniit
ning b seda soontena läbiv peeneteraline kivimierim



Joonis 3. Lõhenevuspindade tekitatud plaatjad kaaliumpäevakivitükid purustatud killustikus (mikrofoto)



Joonis 4. Geoloogiline läbilõige graniidimaardla kohal ning selle läbimisevõimalus

RAIMAMINE

Killustiku või kivimiplokkide kättesaamine tugevast ja monoliitsest graniidimassiivist on võimalik üksnes lõhkamisega. Mäenduses tavapärased soonimis- ja kiilutamismeetodid siin ei toimi. Vaevalt tuleb kõrge maksumuse tõttu kõne alla ka teemantsaagimine,

kuigi see annaks võimaluse toota kvaliteetseid ja dekoratiivseid kiviplukke, milleks Neeme graniit on igati sobiv. Jäabki vaid lõhkamine, mis üsna kontrollimatult purustab kivimimassi, eraldades sellest arvukate mikropragudega plokid, killustikufraktsioonid ja lõhkamispuru. Tõstatub sortimisega seotud mure: kas korraldada see maa all või saata purustatud kivim töötlemiseks maapinnale. Mõlemal moodusel on omad head ja vead. Kaevanduse projekteerimisel tuleks seegi asjaolu kulutuste ja töökorralduse mõttes selgekujuliselt arvesse võtta.

OHUTUS

Sügavale maa alla rajatav kaevandus oleks esimene Eestis ja see seab tähtsale kohale ka ettevõtmise ohutuse. Kõigepealt puudutab see maavarani rajatava püstšahti vastupidavust, mis peab kahjustamatult taluma maasisesest määrdust tulenevaid pingeid, šahti ümbritseva põhjavee survet, lõhkamislooke ja eksploatatsiooniseadmete vibratsiooni. Meenutagem, et väikseimgi pragu šahtiümbrises avab sissepääsu põhjaveele ja uputab kaevanduse. Suurimat ohtu näib kujutavat just lõhkamine lamavas jäigas graniidimassiivis, mille tagajärjed on projekteerijate inseneriarvestustes ehk kõige raskemini prognoositavad. Ohtlikkust suurendab ka piiratud võimalus kaevandusest välja pääseda. Mitme juurdepääsutee rajamine suurendaks aga tohutult ettevõtmise maksumust. Märkida tuleb veel seda, et inimese pikaajaline viibimine graniidikaevanduse suletud ruumis on kaaliumirikka kivimi kõrgendatud kiirgustaseme tõttu meditsiiniliselt ebasoovitav. Seegi on tegur, mis on veel lähemalt uurimata ning mida peab kaevandamisidee elluviimisel arvestama.

KOKKUVÕTE

Esitatud arutlustest on näha, et enne Eesti oma graniidivaru kasutuselevõtmist on vaja leida lahendus mitmele keerulisele tehnilisele, ent ka tööohutusprobleemile. Oodatavad kulutused on väga suured. Pean vajalikuks veel kord tähelepanu juhtida graniidi madalavõitu kvaliteedile killustikutoormena. Kõik see tõstatab küsimuse ettevõtmise majanduslikust kasumlikkusest üldse – eriti Eesti oludes, kus naaberriigis on mõnesaja kilomeetri raadiuses palju parema kvaliteediga killustiku tootmise võimalusi ja kust seda saab suhteliselt odava meretranspordiga soodsalt importida.

Oma graniidikaevanduse pooldajad toovad kaaluka argumendina esile võimaluse kasutada massiivis tekkivaid tühemikke muudel, lisaksu pakkumatel eesmärkidel (vt eespool). Projekteerimisega on juba alustatud ja tulemused võivad näida paljutootavatena. Peetagu aga meeles, et enne seda tuleb jõuda vajalike tühemike tekitamiseni maapõues. Eespool näidati, et sellel teel ootavad suured raskused seavad ettevõtmise majandusliku otstarbekuse vähemalt praegu tugeva kahtluse alla. Tehnika areng võib küll tuua soodsaid korrektiive, kuid majanduslik arvestus jääb ka tulevikus otsustavaks osa mängima. A.M.

Viidatud allikad

1. Adamson, A., Pirrus, E. Eesti oma graniit. Eesti Loodus, 1994, 9, 280–282.
2. Pirrus, E. Neeme graniidiintrusiooni põhikivim killustikutoormena. – Eesti Geoloogia Seltsi büllötään, 4/99, 26–27.
3. Vali, L. Keskkonnasõbralik lahendus, mis aitaks tagada energiasüsteemi töökindluse. Keskkonnatehnika 4/10, 22–24.

RÕHUME ÕHULE

KOMPRESSORIKESKUS

Suruõhu- ja vaakumtehnika
terviklahendused

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

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

VIRUMAAL:
Tel 50 79 758

www.kompressorikeskus.ee

MILLE ARVELT TULEB VESI PUURKAEVUDESSE JA KAEVANDUSTESSE?

ANDRES MARANDI

TTÜ geoloogia instituudi vanemteadur,

Kanada Alberta Innovates – Technology Futures isotooplabori järel doktor

HÜDROGEOLOOGILISTE tööde eesmärk on alati olnud kahesugune – sõltuvalt sellest, kas põhjavesi on vajalik või üleliigne. Kasutamise mõttes on hinnatud põhjaveevarusid, millest on võimalik vett ammutada võimalikult pika aja jooksul, kahjulikuks on peetud põhjavee kogunemist inimese loodud maapõuetühimikesse. Pika aja jooksul käsitleti põhjaveevõtu mõju vaid selle varule, ent tänapäeval on aru saadud, et põhjavesi mõjutab ka muid süsteeme ning protsesse ning seetõttu pelgalt veevarude säilimist silmas pidavatest uuringutest ei piisa. Käesolev artikkel püüab selgitada ohutu põhjaveevõtu põhimõtte tekkimist, arengut ning selle mõiste tänapäevast sisu.

Põhjaveekasutus on Eesti õigusaktidega reguleeritud alates 5 m³/d suurusest veevõtust ning kui vett soovitakse ammutada üle 500 m³/d, tuleb uuringutega tõestada, et põhjavee tarbevaru on piisavalt suur ning seda jätkub 10 000 päevaks (27 aastaks) [1].

Eesti põhjaveearvutuste eesmärk on prognoosida veevõtumahtudest olenevaid veetasemeid. Uuringutega püütakse kindlaks teha, ega põhjaveetase lange etteantud tarbimise korral 10 000 päeva jooksul alla lubatud piiri. Survelise põhjaveekihi korral on see piir lademe lagi ning merega külgneva põhjaveekihi puhul mereveetase. Põhjavee tarbevarude ümberhindamisel pärast 10 000 päevast kasutamist on vaja hinnata ka põhjaveevõtu mõju vee kvaliteedile.

Eesti põhjavee tarbevarusid arvutatakse samal põhimõttel kui mujal maailmas tuntud ohutut põhjaveevõttu (*safe yield*) – umbes sama moodi, kui veevarustusinsenerid määravad maksimaalset lubatud veevõttu pinnaveekogust kriitilisel (kuival) ajal [2]. Ohutu põhjaveevõtu määratluse publitseeris esimest korda C. Lee oma 1915. aasta uuringute käsitluses [3].

Neid uuringuid ajendas põhjavee tegeliku, s.o kivimipoorides oleva veevaru kriitiline vähenemine Californias. Hilisemates töödes [4, 5, 6] laiendati ohutu põhjaveevõtu mõistet peale veevaru vähenemise ka majanduslike, vee kvaliteedi ja juriidiliste piirangute käsitlustesse. D. Todd [7] määratles 1959. aastal ohutut põhjaveevõttu järgnevalt: *ohutu põhjaveevõtt on põhjavee aastane kasutamine sellisel hulgal, mis ei põhjusta ebasoovitavaid tagajärgi*. Ebasoovitavad tagajärjed võivad olla majanduslikud, vee kvaliteeti puutuvad või juriidilised.

Et mõista, mis on ohutu põhjaveevõtt, on vaja meelde tuletda põhjaveekihi toimimise põhitõdesid. C. Theis kirjeldas oma 1940. aasta töös [8] põhjavee liikumisest ning veevõtust põhjustatud alanduslehtri kujunemist. Enne põhjaveevõtu algust on looduslikus seisundis põhjaveekiht ligilähedaselt dünaamilises tasakaaluseisundis. See tähendab, et teatud geoloogilise aja jooksul võrdub juurdevool kihti väljavooluga sellest. Ilmastikust põhjustatud kõikumised võivad tasakaalu küll lühikeseks ajaks rikkuda, kuid järgnevate tsüklite ajal see taastub. Veevõtt suurendab väljavoolu ning tasakaaluseisundit võib taastada vaid põhjaveekihi toitumise suurenemine või loodusliku väljavoolu vähenemine või mõlemad koos.

Veevõtust põhjustatud muutusi põhjaveekihis on võimalik kirjeldada valemiga:

$$R + \Delta R = D + \Delta D + Q + S \frac{\Delta h}{\Delta t}, \quad (1)$$

kus R on looduslik toitumine, ΔR põhjaveekihi toitumise veevõtust põhjustatud muutus, D looduslik väljavool, ΔD veevõtust põhjustatud väljavoolumuutus, Q veevõtt ning kivimites oleva põhjaveevaru (*storage*) muutus [9].

Levinud on eksiarvamus, et ohutu põhjaveevõtt võrdub



BERNARD CONTROLS



DREHMO



AS TERAMET



**Elektrijamid
siibritele ja
ventiilidele**



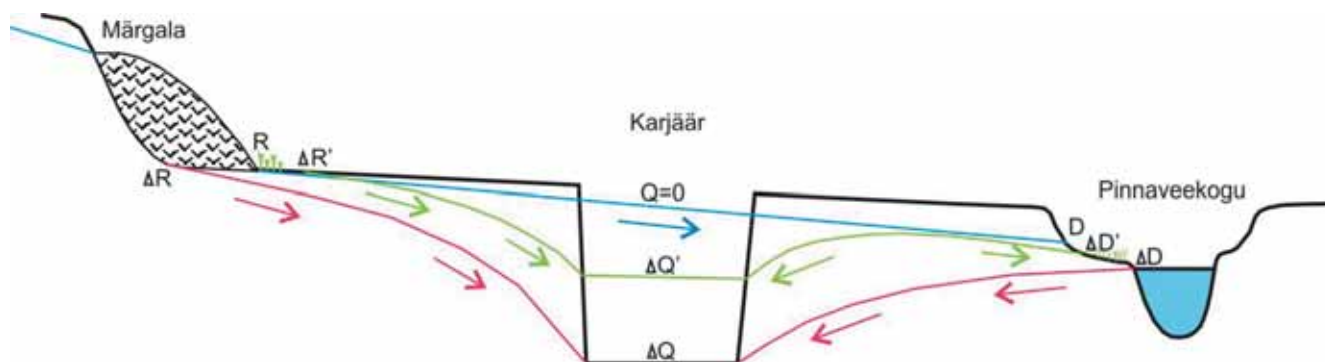






Oden Control AB

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



Joonis 2. Veetasemete muutumine põhjaveekihi ohutu põhjaveevõtu (ΔQ) ning ökoloogiliselt ohutu põhjaveevõtu ($\Delta Q'$) puhul

valemi:

$$Q' = \Delta R' - \Delta D' \quad (9)$$

Mida valem (9) praktiliselt tähendab? Praktiliselt seda, et kuigi planeeritavate arenduste piirkonnas on vaja teha hüdrogeoloogilisi uuringuid selleks, et saada aru põhjaveekihtide toimimisest ning põhjaveetasemete muutustest põhjaveevõtu korral, koondub põhitähelepanu siiski muutustele põhjaveekihtide piiiril, kus kompenseeritakse väljapumbatava põhjavee hulk. Hüdrogeoloogiliste hinnangute andmine muutub võimatuks siis, kui ei ole teada, kui palju tohib põhjavee tase muutuda põhjaveekihi piierialal, et ökosüsteemid ei kannataks. Selleks, et vastav käsitlus leiaks kasutust ka praktikas, on vaja muuta meie õigusakte. Tõenäoliselt on palju loota, et veepoliitika raamdirektiivi lähiajal Euroopas muudetak, ent ökoloogiliselt ohutu põhjaveevõtu põhimõtte sisseviimine Eesti õigusaktidesse oleks vägagi tervitatav.

Lõpetuseks tsitaat S. Lohman'i tööst [9], milles ta määratles ohutut põhjaveevõttu juba 1972. aastal, arvestamata tänapäeval kehtivaid säästva arengu põhimõtteid, ent ometi hõlmates kõike vajalikku: *ohutu põhjaveevõtt on veevõtt sellisel hulgal, mis tüli ei tekita.*

A.M.

Viidatud kirjandus

1. Põhjaveevaru hindamise kord. KKM määrus nr 9, 27.01.2003.
2. Alley, W. M. & LEAKE, S. A. The journey from safe yield to sustainability. Ground Water, 2004, 42 (1), 12–16.
3. Lee, C. H. The determination of safe yield of underground reservoirs of the closed-basin type. Transactions, American

Society of Civil Engineers, 1915, Vol. LXXVIII, Paper No. 1315, 148–218.

4. Banks, H. O. Utilization of underground storage reservoirs. Transactions, American Society of Civil Engineers, 1953, 118, 220–234.

5. Conkling, H. Utilization of ground water storage in stream system development. Transactions, American Society of Civil Engineers, 1946, 3, 275–305.

6. Meinzer, O. E. Outline of ground-water hydrology, with definitions. U.S. Geol. Surv., Water-Supply, 1923, Pap. 491, 71 pp.

7. Todd, D. K. Ground Water Hydrology. John Wiley and Sons, 1959.

8. Theis, C. V. The source of water derived from wells: Essential factors controlling the response of an aquifer to development. Civil Engineering, 1940, Vol. 10, No. 5, May, 277–280.

9. Lohman, S. W. Ground-Water Hydraulics. USGS Professional Paper 708, 1972, 70 pp.

10. Seward, P., Xu, Y. & Brendock, L. Sustainable groundwater use, the capture principle, and adaptive management. Water SA, 2006, Vol. 32, No. 4, October, 473–482.

11. Leake, S. A. Some thoughts on scale of recharge investigations. Proc. of SAHRA Recharge Workshop. New Mexico, 2001, 22–23 March.

12. Bredehoeft, J., D. The water budget myth revisited: Why hydrogeologists model. Ground Water, 2002, Vol. 40, Issue 4, 340–345

13. World Commission on Environment and Development. Our Common Future. Oxford University Press, Oxford, 1987, 400 pp.

14. Euroopa Parlamendi ja Nõukogu Direktiiv 2000/60/EÜ, millega kehtestatakse ühenduse veepoliitika alane tegevusraamistik. Euroopa Liidu Teataja, L327, 22.12.2000 ET.



OÜ Alkranel keskkonnavalased konsultatsioonid alates 2000. a

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



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

KÄSITSI TOODETAVAD PLASTKAEVUD JA NENDE KOHTA ESITATAVAD TUGEVSUSNÕUDED

TOOMAS MATT

Pipelife Eesti AS



www.pipelife.ee

Milleks plastkaeve kasutatakse?

Polüetüleenist (PE) valmistatud plastkaeve kasutatakse maa-aluste reo- ja sademevee- ning дренаžitorustike kontrollimiseks, hooldamiseks ja ummistuste kõrvaldamiseks. Kaevud pannakse sinna, kus:

- torustik algab;
- torustiku lang muutub;
- voolu suund muutub;
- kaks või enam torustikku ühinevad;

- torustiku läbimõõt muutub;
- teatud vahemaa tagant pikkade torustike kontrollimiseks.

Tehases valmistatakse plastkaeve vastavalt tellija soovile. Kõige levinumad on suurused 200/160, 400/315, 560/500, 800/630 ja 1000/630 (esimene number on kaevu tõusutoru välisläbimõõt ning teine teleskoopitoru välisläbimõõt millimeetrites). Teleskoopitoru võimaldab kaevu kõrgust kohapeal parajaks seada (joonis 1).

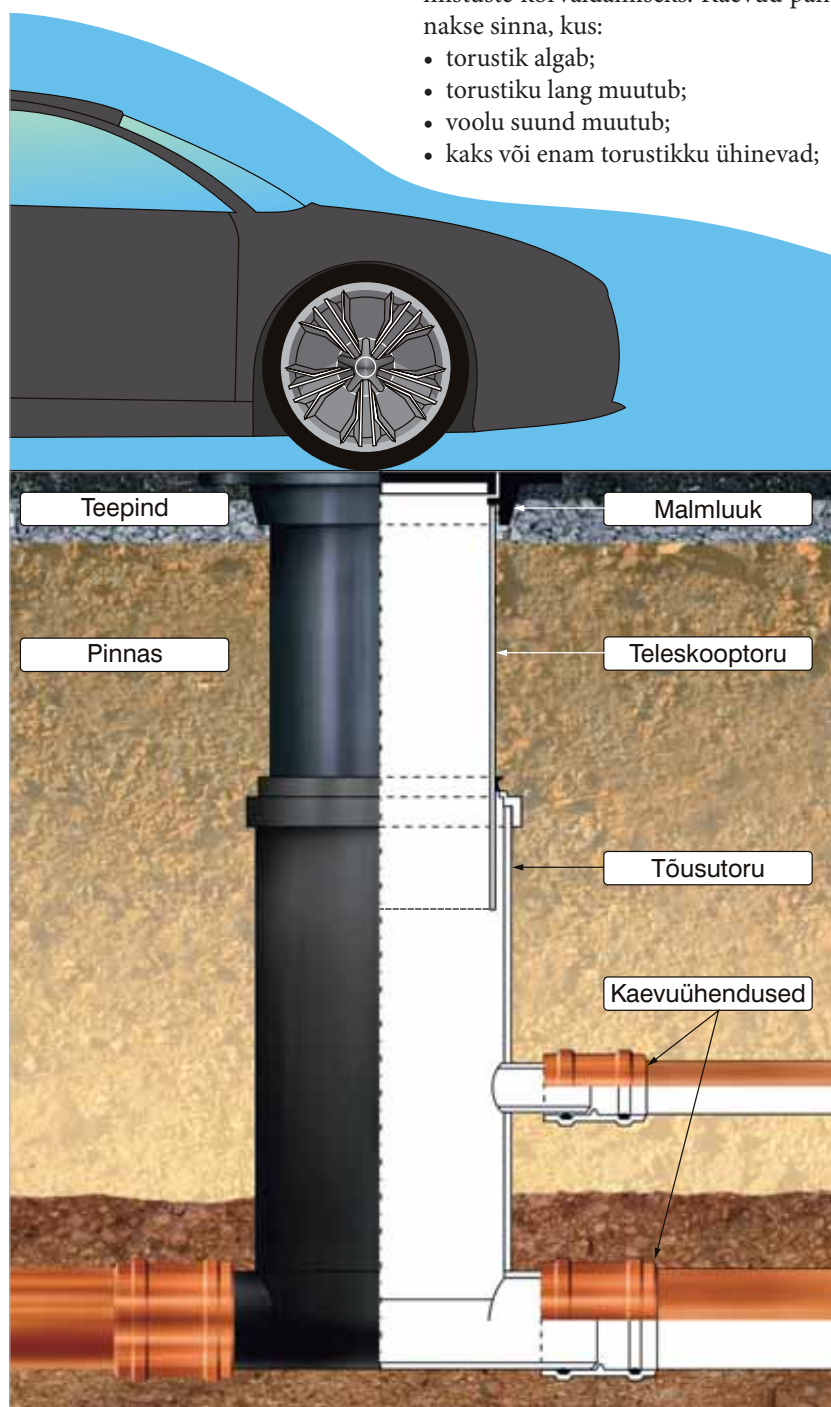
2009. aastal võeti Eestis kasutusele standard EVS-EN13598-2:2009, mis sätestab plastkaevude kohta käivad nõuded, sh kaevude tõusu- ja teleskoopitorude tugevusnõuded. Toru tugevust iseloomustab ringjäikus SN (kN/m^2), mille väärtus määrab toru kasutusvaldkonna. Toru ringjäikus sõltub geomeetrilistest näitajatest (välisläbimõõdust ja seinapaksusest) ning toru tootmiseks kasutatava toorme elastsusmoodulist. Mida suuremad on toru seinapaksus ja toorme elastsusmoodul, seda tugevam on toru. Standard sätestab, et plastkaevude tõusutorude ringjäikus SN peab olema vähemalt 2 kN/m^2 (paigaldussügavus võib siis olla kuni 4 m maapinnast). Teleskoopitoru ringjäikus võib olla väiksem (paigaldussügavus kuni 1,25 m maapinnast), soovitatavalt siiski $\text{SN} \geq 1 \text{ kN/m}^2$.

Miks soovitame tellijal nõuda Eestis plastkaeve tootvatelt ettevõtetelt, et need järgiksid standardis sätestatud tugevusnõudeid?

Kui plastkaevude tõusu- ja teleskoopitorude ringjäikus on nõutavast väiksem, võivad nad pinnase ja kõrge põhjavee surve all või liikluskoormuse mõjul deformeeruda ning võõrvett sisse lasta. Kui kanalisatsiooni satub liigset vett, väljendub see põhjendamata lisakuluna reovee puhastamisel. Kaevu võib sattuda ka pinnast, mis võib torustiku ummistada, ning siis on selle haldaja sunnitud kandma selle läbipesemisega seotud kulusid.

Standardile vastavad plastkaevud tagavad torustiku probleemivaba ekspluateerimise. Tellijal soovitame projekteerijalt nõuda, et projektdokumentatsiooni lahendused vastaksid standardile EVS-EN13598-2:2009.

A.M.



PLASTTORUDE HINNA KUJUNEMINE

TOOMAS MATT

Pipelife Eesti AS

MIKS TURUL PAKUTAVATE PLASTTORUDE HIND MÕNE AJA TAGANT MUUTUB?

PipeLife Eesti AS kasutab oma plasttorude tootmiseks kolme enamlevinud plasti – polüetüleeni (PE), polüpropüleeni (PP) ja polüvinüülkloriidi (PVC). PE- ja PP-toore on granuleeritud, PVC pulbriline.

PE-st toodetakse survetorusid (veevarustuse, survekanalisatsiooni jms jaoks), kaablikaitsetorusid ning käsitsi valmistatavate PE-kaevude tõusu- ja teleskooptorusid, PVC-torusid isevoolse väliskanaliseerimise jaoks ja kaablikaitsetorusid ning PP-torusid isevoolse väliskanaliseerimise jaoks, sademevee- ja drenaažitorusid, kaablikaitsetorusid ja sisekanalisatsioonitorusid.

Kui võtta vaatluse alla torude tootmisel tehtud kulud, on selge, et suurim kuluartikkel on toore. Torumetri omahinnast moodustab toorme maksumus:

- PE-I ~ 95 %,
- PVC-I ~ 90 %,
- PP-I ~ 85 %.

Nagu näha, on toorme osakaal toru hinnas ülisuur. Kui sisseostetava tooraine hind tõuseb, siis ei saa jätta muutmata ka sellest valmistatava toru müügihinda. Toorme sisseostuhinna teatab tarnija torutootjale kord kuus, st et pikaajalist kindlustunnet suurima kuluallika maksumuse kohta ei ole. Plastitoormete hinnakõikumisi saab vaadata veebiaadressilt: http://www.plastemart.com/feedstock_graph.asp?cat=ETHYLENE. Nii tekibki olukord, kus ka väike sisendhinna tõus põhjustab ülisuure lisakulu, mida on raske ette näha. Torutootja kaitseb ennast sel moel, et kasutab hinnakirju ja pakkumisi tehes nn tooraineklauslit: *Kui plasttorutoorme (PE, PP või PVC) hinnatõus ületab projekti tarneajal 5 % pakkumisaegsest hin-*

natasemest, siis on müüjal õigus tarnest keelduda või toote hinna suhtes läbi rääkida. Sel moel tagab tootja endale elementaarse puhvri, mis toormehinna suure tõusu korral võimaldab torutootmist jätkata.

Plastitoorme hinnakõikumisi mõjutavaid asjaolusid on kindlasti mitu, aga suures plaanis toetub kogu plastitööstus ühele ressursile – naftale. Et plastitooret saadakse naftast, määrab toornafta hind maailmaturul ka selle, millise hinnaga on võimalik plasttoru müüa.

Nafta hinda ei saa kontrollida, selle ohjeldamiseks ei ole mitte mingeid universaalseid hoobasid ega meetmeid. Jättes kõrvale poliitilised protsessid ja ebastabiilse olukorra nafta suurtootjate hulka kuuluvates riikides, on selle hinna suurim mõjutaja turumajanduslik nõudlus. Nafta tootmine on lähiminevikus olnud väiksem kui tarbimine. Hiina, India ja teiste Aasia riikide kiire arenguga on kaasnenud see, et nende vajadus „musta kulla“ järele on kasvanud ülisuureks ning väga suur osa sisseostetavast ressursist tarbitakse kohapeal. Torutootja jaoks tähendab see näiteks seda, et viie aasta tagust olukorda, kus toorainet oli võimalik osta ka Aasia tarnijatelt, enam ei ole. Selline olukord annab Euroopas tegutsevatele toormetootjatele jõuõla oma hindade tõstmiseks.

Lõpetuseks võib öelda, et plasttoru hinda turul reguleerib peale toruvalmistaja ka plastitoorme tootja, keda omakorda suuresti mõjutab toornafta hind. A.M.

PIPELIFE 
www.pipelife.ee



Torutootja osakaal ~5%
Toormetootja osakaal ~10%
Toornafta osakaal ~85%

EESTI OLULISED ÜLEUJUTUSALAD JA OLULISE ÜLEUJUTUSRISKI PIIRKONNAD

KARL KUPITS

AS Maves

TIIA PEDUSAAR

Keskkonnaministeerium

AASTA 2010 läks maailma ajaluku looduskatastroofide (maavärinate, kuumalainete ja üleujutuste) rohkusega. Üleujutuste käes vaevles ka kümme Euroopa Liidu liikmesriiki. Eestis oli sama aasta kevadel üle hulga aja suurejooneline veemäng Soomaal ning suurvesi tekitas mitmel pool meelehärmi.

Eesti viimaste aastakümnete tugevaim torm (*Gudrun*), millega kaasnesid üleujutused Pärnus, Kuressaares, Haapsalus, Tallinnas ja mujal, oli 2005. aasta jaanuaris.

Suured üleujutused Euroopas aastail 1998–2004 (üle 100 tõsise üleujutuse [1]) ja 2003–2007 (üle 120 üleujutuse) käivitas Euroopa Liidu liikmesriikide koostöö. Pärast korduva arutelusid ja läbirääkimisi jõustus 23. oktoobril 2007. aastal Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2007/60/EC üleujutusrisi hindamise ja maandamise kohta [2]. Selle õigusakti kohaselt on üleujutus loodusõnnetus, mida ei saa

ära hoida. Samas dokumendis tõdetakse, et inimtegevus (nt elamupiirkondade ja majandustegevuse planeerimine üleujutusohhtlikesse piirkondadesse) ja kliima muutumine suurendavad üleujutuste tõenäosust ning nendega kaasnevate tagajärgede raskusastet. Seda direktiivi rakendatakse kolmes etapis:

1. etapp: üleujutusrisi esialgne hindamine – toimunud üleujutuste kirjapanek ning oluliste üleujutuste ja olulise üleujutusrisi piirkondade kindlakstegemine (tähtaeg 22.12.2011);
2. etapp: üleujutusohu- ja üleujutusriskikaartide koostamine (tähtaeg 22.12.2013);
3. etapp: üleujutusrisi maandamiskavade koostamine (tähtaeg 22.12.2015).

ÜLEUJUTUSRISKI ESIALGSE HINDAMISE METODOIKA

Direktiivi rakendamiseks ei ole juhen-

dit välja töötatud, määratud on vaid üldnõuded:

- lähtuda tuleb hõlpsasti kättesaadavast teabest toimunud üleujutuste kohta;
- arvesse on vaja võtta kliimamuutuste prognoosi;
- tuleb kirjeldada üleujutusi, millel olid kahjulikud tagajärjed ning mis võivad tulevikus korduda;
- on vaja teha kindlaks, missugused üleujutused on olulised;
- tuleb määrata olulise üleujutusrisi piirkonnad.

Eesti uuringus täpsustati kõigepealt **üleujutuse määratlust**. Üleujutuseks loeti voolu- või seisuveekogu veetaseme tõusmist sademete (vihm, lumesulavesi) tõttu või mereveetaseme tormi põhjustatud tõusmist üle kallaste.

Toimunud üleujutuste kohta koguti teavet kohalikest omavalitsustelt, ajakirjandusest ja muudest allikatest.



A-klassi energiatõhususele vastava suurima energiasäästu koos parima tasuvusajaga oma investeeringutele saavutatud hoone sisekliima automaatse juhtimisega.

Synco Living™ – "Targa maja" avatud süsteem

on parim lähtekeht sisekliima optimaalseks juhtimiseks.



KNX on avatud süsteem, millele sertifitseeritud tootjaid on üle 200. See on tulevikukindel lahendus, mis sobib kogu maja tehnika ja tehnoloogia juhtimiseks.

Siemensi uus KNX veebiserver ühendab sinu maja sinuga üle maailma.

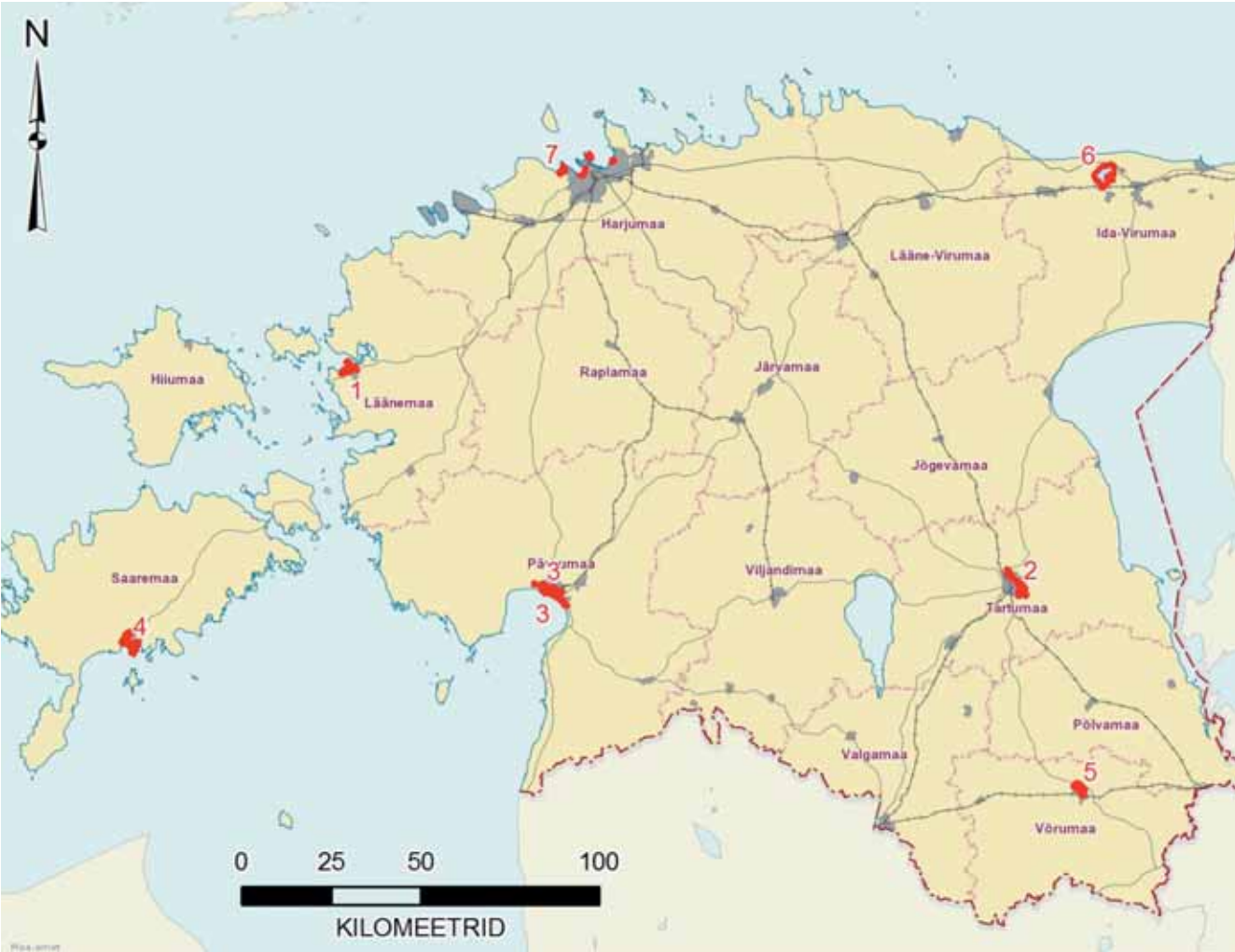
Saksa Automaatika OÜ
Peterburi tee 49, 11415 Tallinn
Tel: 605 2525
www.saksa-automaatika.ee

Siemens OY Eesti filiaal
Väike-Paala 1, 11415 Tallinn
Tel: 6304 777
www.siemens.ee/automaatika

Building Technologies

SIEMENS

Kohtume messil "Eesti Ehitab 2011", messiboks C67



Joonis 1. Olulise üleujutusrisi piirkonnad Eestis:
1 Haapsalu linn, 2 Tartu linn, 3 Pärnu linn, 4 Kuressaare linn, 5 Võru linn, 6 Kohtla-Järve linna Järve linnaosa, 7 Tallinna linna Haabersti, Põhja-Tallinna ja Pirita linnaosa

Järgmise etapina määratleti **olulised üleujutused**. Üleujutuse olulisuse määramisel tehti vahet, kas üleujutus tekkis sademeveekanalisatsiooni puudulikkuse tõttu (ei suuda sademevett piisava kiirusega ära juhtida) või põhjustas seda jõe, järve või mere tõusmine üle kallaste.

Järgnes **olulise üleujutusrisi piirkondade kindlakstegemine** ja kaardile kandmine.

ANDMETE KOGUMINE

Palvele informeerida oma haldusterritooriumil toimunud märkimisväärsimatest üleujutustest vastas 95 kohalikku omavalitsust. Nendest kaksikümmend (Aseri, Värskas, Alatskivi, Kanepi, Viljandi linn, Tudulinna, Kärus, Sonda, Püssi linn, Saue linn, Kihelkonna, Koeru, Öru, Väätsa, Pärsti, Halliste, Kernu, Kernu, Kiili, Saare) teatas, et neile üleujutused muret ei tee. Üleujutusi ei ole esinenud ka Koiva vesikonnas.

Saadud kirjeldused koondati tabelis-

Tabel 1. EESTI OLULISED ÜLEUJUTUSALAD

Omavalitsus	Üleujutuse liik*	Pindala ha
Haapsalu linn	4	416
Tähtvere ja Haaslava vald ning Tartu linn	1	17 145
Häädemeeste, Tahkuranna ja Audru vald ning Pärnu linn	4	10 285
Kuressaare linn ja selle lähiala	4	7 391
Võru linn ja selle lähialad	2;3	4 347
Kohtla vald ja Kohtla-Järve linn	2;3	15 338
Maardu linn	1	63
Paide linn	1; 2	17
Järvakandi	1	15
Surju vald	1	443
Tallinna linn	4	318

*1. Sujuvalt kujunev üleujutus, mida põhjustavad kestva rohke vihma või lume sulamise tõttu üle ajavad jõed, ojad või järved.

2. Sademeveeüleujutus tiheasustusalal, mida põhjustab sillutatud aladelt kiiresti ära voolav vihma- või lumesulamisvesi, sageli ka sademeveekanalisatsiooni puudulik läbilaskevõime.

3. Vihma- või lumesulaveest põhjustatud üleujutus väljaspool tiheasustusalat – seal, kus pinnamood ei võimalda vee kiiret äravoolamist.

4. Üleujutus mererannikul, mida põhjustab meretaseme tõus.

se ning üleujutusosalad püüti kanda ka kaardile. Lisati ka vee-majanduskavades [3] märgitud üleujutusosalad, mille kohta omavalitsustest teateid ei laekunud, ning muudest allikatest saadud teave. Kokku saadi 60 üleujutuskirjeldust. Peaaegu kõik kirjeldatud üleujutused olid toimunud viimase kümne aasta jooksul. Nähtavasti loeti üleujutuste mõju varem nii vähetähtsaks, et nende kohta andmete säilitamist ei peetud vajalikuks. Kuna varasemad (20. sajandil toimunud) olulised üleujutused leidsid teadaolevalt aset samades kohtades kui viimasel kümnendil, võib kogutud teavet lugeda Eesti olukorda piisavalt hästi kirjeldavaks.

Oluliste üleujutuste määratlemisel lähtuti alljärgnevatest põhimõtetest:

- suurtel looduslikel aladel ei ole vaja ega võimalik üleujutusi takistada. Selleks peaks jõgede äärde rajama kilomeetritepikkusi tamme ning sellega oluliselt häirima loodusliku tasakaalu. See suurendaks üleujutusohu jõgede alamjooksudel;
- vihmasajust, tuuleajust ja lumesulast põhjustatud üleujutuste korral ei ole vaja takistada veekogu väljumist looduslikest piiridest. Tuleb vaid vältida vee tungimist probleemsetesse kohtadesse ning selle võimalikkust arvestada tulevast planeeringutel;
- sademeveekanaliseerimise ebapiisavusest põhjustatud üleujutust tiheasustusalal ei saa automaatselt pidada oluliseks üleujutuseks;
- kui objekt rajatakse looduslikult (ajutiselt) liigniiskele alale, on korraliku drenaaži rajamine arendaja kohustus.

Üleujutus on oluline, kui see:

- takistab operatiivteenistuste, haiglate, lasteaedade ja kooli-

- de tegevust ning avalik-õiguslikes hoonetes tehtavat tööd;
- ohustab keskkonnaprobleemide kohuslast kaitist või üle 2000 ie suuruse koormusega reoveepuhastit;
- vähendab I või II kaitsekategooria liigi levikut tuvastatud elukohal või avaldab olulist negatiivset mõju Natura 2000 alale;
- hävitab või kahjustab kultuuriväärtusi;
- esineb planeeringuga määratud tiheasustusalal;
- seab reaalsesse ohtu inimeste elu;
- takistab liiklemist põhi- või tugimaanteedel.

Kui tiheasustusalal põhjustab üleujutus sademeveekanaliseerimise puudulikkus, ent sellega ei kaasne ülalootatud tagajärgi, siis seda oluliseks ei loeta. Üleujutuse olulisuse hindamisel ei saa määravaks pidada ka üleujutusala suurust, üleujutuse kestust ega veekihi paksust. Näiteks võib väikest pindala hõlmav üleujutus asulakesksetel ristikul olla oluliselt määravama mõjuga kui sama asula haljasalal laiuv mitu korra suurem veevõlv. Alajamade lühiaegne üleujutamine võib rivist välja viia terve piirkonna elektrivarustuse, vähekasutatava ala päevi kestev üleujutus igapäevaelu aga kuigi oluliselt ei häiri.

Kogutud andmete põhjal loeti Eestis oluliseks üksteist üleujutusala (tabel 1).

ÜLEUJUTUSTE ENNUSTAMINE

Üleujutuste põhjustajaks ennustatakse tormide ja paduvihmahoogude sagenemist. Ekstreemselt kõrge veetaseme tekkimiseks peab küll mitu ebasoodsat tingimust kokku langema, nt tsükloni liikumistee seda soodustama. Mida sagedasemad on tsüklonid, seda suurem on ebasoodsate tingimuste kokkulangemise tõenäosus.

Väiksem mõju on meretaseme globaalsel tõusul, mis on viimasel poolsajandil olnud vahemikus 1–2 mm/a [5, 6, 7] ning mille keskmiseks väärtuseks peetakse enamasti 1,5 [8] või 1,7 mm/a [9]. Tõusu põhjuseks arvatakse peamiselt õhutemperatuuritõusust tingitud vee soojuspaisumist ning vähemal määral liustike ja jääkilpide sulamist [4]. Nende protsesside inertts on suur – kui õhutemperatuuri trend peaks äkki langusele pööramagi, veetaseme tõus kohe ei lakkaks. Kui Eestis praegune trend jätkuks, tõuseks veetaseme saja aasta jooksul 15–20 cm [4].

Arvatakse, et äärmuslike paduvihmade sagedus kasvab [10]. Asulates saab selliste vihmade mõju leevendada korraliku sademeveekanaliseerimisega – üleujutused muutuksid väiksemaks ja lühiajaliseks.

Kui soojad ja lühikesed talved sagenevad, ei teki paksu lumikatet, mille sulamisvesi võiks kevadeti jõgesid üle kallaste ajada [4].

Ei ole teada ühtki selget põhjust, miks Eestis aset leidnud olulised üleujutused ei võiks tulevikus korduda. Ebaoluliseks ei saa ka pidada kevadsuurveega kaasnevaid üleujutusi.

Eestis võivad peale kliimaolude üleujutusi põhjustada ka paisu purunemine ja kaevandustest väljapumbatav vesi. Neid probleeme on võimalik vältida korraliku järelevalve ja tegevuste planeerimisega.

EESTI OLULISE ÜLEUJUTUSRISKI PIIRKONNAD

Olulise üleujutusriski piirkondadeks määrati joonisel 1 kujutatud alad, kus:



MAVES
www.maves.ee

- keskkonnanõuandmine ja keskkonnamõju hindamine, keskkonnanõuandmissüsteemide juurutamine
- veemajanduskavade koostamine ja sanitaarkaitsealaprojektid
- jäätmekevadade koostamine
- projektitaotlejate ja arengukavade koostamine
- geoloogilised uuringud
- ehitusgeoloogilised uuringud
- keskkonnauuringud
- põhjavee- ja pinnasereostuse lokaliseerimine ja kõrvaldamine
- puuraukude ja puurkaevude rajamine
- juhend- ja koolitusmaterjalide koostamine

AS Maves
Marja 4D Tallinn 10617, tel 656 7300, maves@online.ee
Puurkaevude tellimine ja muud puurimistööd, tel 611 2929, www.maves.ee/kaevud

- üleujutus on oluline;
- oluline üleujutus mõjutab vähemalt 500 inimest;
- oluline üleujutus toimub tiheasustusalal.

Kaardil arvati nende sisse ka puhverala, mis on tuvastatud olulisest üleujutusosalast kuni 0,5 m kõrgem. Olulise üleujutusrisi piirkonnad katavad vaid 0,1 protsenti Eesti territooriumist (Hollandis nt 60 %).

JÄRGMISED SAMMUD

Üleujutusrisi esialgse hindamise aruande avalikustamine kestab 2011. aasta jaanuarist augustini ning selle aja jooksul saab teha oma ettepanekuid. Seejärel (kui vaja) hindamistulemusi korrigeeritakse.

Kinnitatud riskipiirkondadele koostatakse riskimaandamiskava, mille eesmärgiks seatakse üleujutuste negatiivsete mõjude vältimine. Selge on see, et kaitse üleujutuste eest pole kunagi absoluutne, sest kogu vara kaitsta ei ole tehniliselt ega majanduslikult taskukohane.

Nii nagu veemajanduskavade puhul, järgnevad kuueaastased ajakohastamistsükliid, esimene neist lõpeb 22. detsembril 2018. aastal.

Viidatud allikad

1. Euroopa Komisjoni üleujutusrisi käsitlev lehekülg: http://ec.europa.eu/environment/water/flood_risk/index.htm
2. Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2007/60/EÜ (23. oktoober 2007) üleujutusrisi hindamise ja maandamise kohta.

3. Veemajanduskavade kodulehekülg: <http://www.keskkonnaamet.ee/vesikonnad/>

4. Kikas, T. Läänemere Läänesaarte alamvesikonna piiresse jääva ranna ajuveela piiride täpsustamine ja erinevate veeseisude kaartide ning meetmeprogrammi koostamine. 2008.

5. Gornitz, V., Lebedeff, S. & Hansen, J. Global sea level trend in the past century. Science, 1982, 215. 1611–1614.

6. Ekman, M. Climate changes detected through the world's longest sea level series. Global and Planetary Change. 1999, 21. 215–224.

7. Johansson, M., Kahma, K.K. & Boman, H. Scenarios for sea level on the Finnish coast. Boreal Environment Research, 2004, 9. 153–166.

8. IPCC, Climate change 2001: Synthesis Report. Cambridge University Press, 2001. 408 pp

9. Church, J.A. & White, N.J. A 20th century acceleration in global sea-level rise. Geophysical Research Letters, 2006, 33, L01602.

10. Ministry of the Environment. Estonia's fifth national communication. Under the UN Framework Convention on Climate Change, 2009. 131–145.

Toimetaja eelistas Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi 2007/60/EÜ tõlkes ja keskkonnaseadustiku eriosa seaduse eel-nõus kasutatud terminit 'üleujutusrisk' (praegu kehtivas vee-seaduses 'üleujutusohuga seotud risk').

A.M.

www.carbonexpo.com

Welcome back to Barcelona!

CARBON EXPO

Barcelona, June 1-3, 2011
Downtown Montjuïc Venue

Global Carbon Market Fair & Conference

Your Most Important Date... in the Carbon Market Calendar

CARBON EXPO 2011. The World's Leading International Trade Fair & Conference for Climate and Carbon Finance, Emissions Trading, and Carbon Abatement Technologies.

YOUR CONTACTS:

Conference Program:
Lisa Spafford
CARBON EXPO Conference Director
Telephone +41 22 737 05 02
Fax +41 22 737 05 08
spafford@ieta.org • www.carbonexpo.com

Trade Fair:
Carlos Arnoult
CARBON EXPO Product Manager
Telephone + 34 93 233 23 57
Fax +34 93 233 22 87
carnoult@firabcn.es • www.carbonexpo.com

Jointly organized by



THE WORLD BANK
Working for a World
Free of Poverty

ROTEX EcoHybrid

Tulenevalt vajadusest võimaldab hübriidküttesüsteem koostada terviklikke süsteeme, kus on samaaegselt võimalik kasutada erinevaid kütteallikaid nagu nt päikeseküttesüsteem ja soojuspump.

Selline avatud põhimõttel lahendatud süsteem võimaldab sinna lisada teistel kütteallikatel töötavaid seadmeid nagu õli-, gaasi-, pelletite või isegi halupuukatlaid. **EcoHybrid** süsteemiga võite vastu minna igale ootamatusele, mis tulevik kütuste turul tuua võib. Pidevat taastuvenergia kasutamist ja selle efektiivsust on praktiliselt võimatu ületada. **Rotex** valmistab kõiki **EcoHybrid** küttesüsteemi jaoks vajaminevaid tooteid ise. Tänu sellele võib kindel olla, et kõik seadmed on valmistatud koos töötama ja omavahel sobima, mis garanteerib kõrgeima efektiivsuse ning mugavuse. **Rotexil** on aastakümnetepikkune kogemus küttesüsteemide loomisel.

Hoolimata sellest, milliste seadmetega **EcoHybrid** algne süsteem on koostatud, saab neid tulevikus alati muuta ning süsteemi ka laiendada.

Küte kombineerituna päikesepaneelidega

Päikeseenergia kasutamine meie laiuskraadidel on realselt võimalik ning õigel viisil lahendatult ka majanduslikult õigustatud. Solaarküttesüsteem on ühekordne investeering, millele lisandub vaid minimaalne kulu süsteemi tööshoidmiseks.

Päikese soojuse kasutamine sooja tarbevee saamiseks on kasumlikult võimalik alates märtsi algusest kuni septembri lõpuni ning teatud juhtudel kauemgi. Sõltuvalt kaldenurgast on Eestis ühe m² kollektori tootmisvõimsuseks **30-46 kWh/m²** kuus. Päikeseenergia kasutamise ja optimaalse seadmete valiku korral saab hoone aastastest soojusenergia tarbest katta **20–50%**. Siit järeldub, et selline lahendus on aluseks energiasäästule gaasi, kütteõli või elektrienergia kokkuhoiuga ning selle kaudu puhtama elukeskkonna tagamiseks.

Klassikaline päikeseenergia kasutamine kütteks eeldab kombinatsiooni päikesepaneelidest, akumulatsioonipaagist ning põhikütteallikast (katlast). Paigaldada saab kollektoreid nii katusekatte peale, seda just olemasolevate hoonete puhul, kui ka katusekatte osana. Kollektori kasutegur sõltub eelkõige kollektori suunast ilmakaarte suhtes ning kollektori kaldenurgast. Päikesekollektori optimaalseks orientatsiooniks loetakse lõuna suunda ja kaldenurk peaks vastama asukoha laiuskraadile. Eestis on parima tulemuse tagamiseks soovitatav kaldenurk 45-60°, kusjuures väikseim nurk on 30° ja maksimaalne 70°.



ROTEX VARIOSAFE – plastist kahekordse seinaga ohutu õlimahuti. Mahutid ei vaja paigaldamiseks eraldi tuletõkkeseintega ruumi. Kuni 3000-liitriseid Variosafe mahutite süsteeme võib paigaldada kütteseadmega ühte ruumi.

Rotex Variosafe:

- kahekordse seinaga ohutu õlimahuti
- kompaktne suurus
- paigaldus ilma tuletõkkeseinteta ja õlikindla värvkatteta
- lõhnade leviku vältimiseks testitud difusioonikaitsekihiga (PROOFED BARRIER)
- 15-aastane garantii
- bio-õli valmidus
- suur paindlikkus komplektide paigaldamisel
- võimalik paigaldada ülejutusohuga piirkondadesse (eritellimusel)

Rotex'i mahutite suur valik, lihtne transportimine ning paigaldamine võimaldavad ehitajatel, küttesenergiatel ja arhitektidel lahendada väga lihtsal ja parimal meetodil mitmeid probleeme. Selliseid treppe, ruumide avasid või uksi on vähe, millest Variosafe läbi ei mahu. Mahuteid saab kerge vaevaga transportida läbi kitsaste ja looklevate keldriruumide ning lisada neid mahutite komplekti, mis sisaldab ühtekokku mitu tuhat liitrit kütust. Kütteõli saab hoida madala laega ruumides ning esialgse õige paigalduse korral, saab mahutite süsteemi ilma igasuguste probleemideta hiljem laiendada.



ROTEX HPSU – soojuspumpade uus põlvkond.

Rotex HeatPumpSolarUnit (HPSU) kasutab maja kütmiseks tõhusalt keskkonnasoojust.

Kombineerides HPSU soojuspumpa Rotex'i päikesekütteseadmetega, on tulemuseks süsteem, mis võimaldab hooned kütta õhust ja päikeselt saadava soojusega.

Rotex HPSU:

- energiasäästlik õhk/vesi-soojuspump
- tasuta keskkonnaenergia õhust ja päikeselt
- sooja tarbevee tootmiseks ja kütmiseks
- puudub vajadus kallite kaevetööde ja suure vaba pinna järele
- võimalus kombineerida päikeseküttesüsteemiga
- kompaktne ja vaikne
- tagatud optimaalne tarbevee hügieen
- kuni 80% ulatuses taaskasutatav
- sobivad seadmed nii uutele hoonetele kui ka vanade moderniseerimiseks



SOOMES HAKATI VANAKLAASIST VAHTKLAASI TOOTMA

SOOME firma **Uusioaines Oy** hakkas veebruaris oma eelmisel aastal Forssasse ehitatud tehases vahtklaasi tootma.

Vahtklaasi saab kasutada maanteede ja ehitiste soojustamiseks, ehitusmaterjalitööstuses kergbetooni valmistamiseks, lamekatuste ehitamisel ja torukaevikute soojustustäiteks. Teede soojustamine vahtklaasiga hoiab ära külmakerked ning aitab kokku hoida teeremondiraha. Esimene Soomes ehitatud tee, kus kasutati vahtklaasi, valmis 2009. aastal Kangasallas. See tee külmus kevadtalvel 0,6 m, killustikaluspõhjaga tee aga 1,6 m sügavuseni. Teid on vahtklaasiga soojustatud ka Norras ja Rootsis, Norras on vahtklaasbetooni katsetatud ka tunnelite ehitamisel.

Vahtklaas koosneb 98 % ulatuses vanaklaasist. Soome firmas **VTT** tehtud uuringu kohaselt tekib Soomes aastas ca 40 000 tonni vanaklaasi (sortimata klaaspakendid, tahvelklaas, klaastorud, päevavalguslambid, autode tuuleklaasid), mida ei taaskasutata ning mis sobib vahtklaasi tootmiseks. Vanaklaas puhastatakse ja jahvatatakse pulbriks. Pulber kuumutatakse 700–900 °C juures viskoosseks klaasimassiks, mil-

lele lisatakse vahustamiseks kaltsiumsulfaati (CaSO_4) või kaltsiumkarbonaati (CaCO_3). Vahustusaine lagunemisel tekkiva gaasi mullid suurendavad klaasimassi mahu viiekordseks. Tänu väi-



Soomes toodab Uusioaines Oy kuni 60 mm jämedust vahtklaasipuru

Foto: Uusioaines Oy

kesele tihedusele (alla 200 kg/m³) on vahtklaasi kerge käsitseda ja töödelda. Vahtklaasi toodetakse plaatidena, mida saab purustada, sellest vormitakse mitmesuguseid tooteid või valmistatakse graanuleid.

Soomes toodab vahtklaasi ainult

Uusioaines Oy ning mujalgi Euroopas jätkub vahtklaasitootjate kokkulugemiseks kahe käe sõrmedest. Šveitsis on neid kaks: **Misapor AG** toodab purustatud vahtklaasi ja kergbetooni **Alwac**, mille täiteainena kasutatakse vahtklaasi, ning **Millicell AG** soojustamiseks sobivat purustatud vahtklaasi, vahtklaasplokke, mida kasutatakse müratökkeseinte ehitamiseks, ja purustatud vahtklaasi, millega soojustatakse lamekatuseid ja tunnelid. Firma **Misapor AG** tehnoloogiat kasutavad ka vahtklaasi **Haspor** tootvad Norra ja Rootsi tehased. **Norras** toodab vahtklaasi ka **Norsk Glassgjenvinning AS**, valmistades sellest pelletteid, ehitusplokke ja fassaadiplaatte. Belgias, Saksamaal ja Tšehhis toodetakse Suurbritannia firmas **Pittsburgh Corning** väljatöötatud tehnoloogia järgi vahtklaasplokke **FOAMGLAS®**. Saksamaal

toodab **Liaver GmbH & Co KG** vahtklaasgraanuleid ning Ungaris valmistab **Goefil** pelletteid, mis sisaldavad peale klaasi ka vähesel määral võõriseid, nt pudelikorke.

A.M.

Keskonnatehnika

pelletiküte

AS Pelletiküte – sõbralik soojus

Teenused ettevõtetele ja kohalikele omavalitsustele

- Pikaajaline soodne ja konkurentsivõimeline soojamüügiteenus.
- Investeeringud soojatootmisse AS-ilt Pelletiküte.
- Fikseeritud hinnaga soojatootmine alates 38 eurot/Mwh.

Eraisikule

- Pelletite müük.
- Katlasüsteemide müük.
- Nõuanne.

Võtke meiega ühendust. Leiame üheskoos teie jaoks parima pelletiküttelahenduse. www.pellet.ee, tel 66 998 78

KOHALIK OMAVALITSUS JÄÄTMEHOOLDUSE KORRALDAJA ROLLIS: KITSASKOHAD JA VÕIMALUSED

RAIDO ROOP

Advisio OÜ

MAIT KRIIPSALU

Eesti Maaülikool

JÄÄTMEHOOLDUSE korraldamise ning ka jäätmete sortimise ja liigiti kogumise eest vastutab kohalik omavalitsus. Eesmärk on vähendada prügilasse ladestavate jäätmete hulka ning võimaldada nende võimalikult ulatuslikku taaskasutamist. Kuidas iga omavalitsus iseseisvalt sellega toime tuleb, on lähimate aastate suurim väljakutse jäätmehoolduse valdkonnas. Kuidas täita kõiki Euroopa Liidu ja Eesti Vabariigi nõudeid nõnda, et elanikud oleksid teenusega rahul, valitseks selgus jäätmete kogumise, üleandmisvõimaluste ja veo suhtes ning omavalitsuse ega elanike eelarvet ülemäära ei koormataks. Nende lihtsaina näivate soovide taga on suur hulk tööd. On vaja rajada mõned suuremad jäätmejaamad ning neile lisaks paigaldada suur hulk pakendi- ja paberikonteinereid. Nende tühendamiseks tuleb sõlmida lepingud tootjavastutusorganisatsioonide või jäätmematerjali kokkuostjatega. Hoolitseda tuleb siltide ja viitade eest ning koristada lund või prahti konteinerite ümbrusest. Kui kavandatakse kompostimist, tuleb rajada selleks platsid ning soetada või rentida masinad, hankida sertifikaadid ning kui töö lahti läheb, hooldada kompostiaunasid, võtta neist proove ning ka otsida valmiskompostile turustamisvõimalusi.

Oluline on aru saada, et jäätmete all ei mõisteta üksnes tavalist olmeprügi, mida inimene oma köögis prügikasti viskab ning õuel olevasse konteinerisse viib. Käitlemist vajavad ka pakendijäätmed, puidujäätmed, koldetuhk, metallijäätmed, probleemtooted (akud, patareid, elektroonikaromu, rehvid), ehitus- ja lammutuspraht (eriti eterniit), inimeste ja loomade tervishoiul tekkivad jäätmed, ohtlikud jäätmed,

loomsed ja taimsed põllumajandusjäätmed ning reoveesete. Lahenduse otsimine algab jäätmekäitluse kavandamisest, s.o jäätmekava koostamisest. Jäätmekava peab olema kohaliku omavalitsuse abimees.

Jäätmekavade koostamine muutub omavalitsuste jaoks üha keerukamaks, sest neile pannakse uusi kohustusi, mille täitmine või täitmismeetodid ei pruugi elanikele vastuvõetavad olla. Jäätmekäitluse kavandamist raskendab ka see, et eri käitlusfirmade ärihuvidest lähtuvalt võib jäätmekäitlusviisi (jäätmekütuste valmistamise, mehaanilis-bioloogilise töötlemise (MBT) või masspõletamise kiire areng, uute prügiladestusalaade avamine või sulgemine) valikus järgmise 5–10 aasta jooksul ette tulla ootamatuid muutusi.

Eri liiki jäätmete kogumise, äraveo ja edasise käitlemise korraldamiseks koostatav jäätmekava peab andma ülevaate oodatavatest arengutest omavalitsuse territooriumil: milliseid ja kui palju jäätmeid tekib, kuidas neid kogutakse ning kuhu nad viiakse. Euroopa Liidus, sh Eestis on vastu võetud otsuseid, mis nõuavad taaskasutamise tõhustamist. See tähendab, et prügilakeskne jäätmekäitus on minevik. Kõiki jäätmeid ühte moodi koguda ja käidelda enam ei saa. Olenemata sellest, kas Eestisse rajatakse jäätkepõletustehas ja/või hakatakse jäätmeid mehaanilis-bioloogiliselt töötlemise, peavad omavalitsused hakkama nõudma biolagunevate jäätmete liigiti kogumist. Jäätmeseaduse kohaselt ei tohi neid tulevikus enam prügilasse ladestada. Juba 2010. aasta 16. juulist alates tohtis prügilasse viidavate jäätmete hulgas olla vaid 45 massiprotsenti orgaanilist ainet, pärast 2013. aasta 16. juulit on

see protsent vaid 30 ning 2020. aasta 16. juulist peale 20. Olmejäätmete massist on aga orgaanilist materjali 60 kuni 80 protsenti. Biolagunevate jäätmete kompostimine on ka ainus jäätmekäitlusviis, mida on võimalik korraldada kohapeal. Paljud muudki liiki jäätmed ei sobi enam prügilasse – nende minimaalne taaskasutusmäär on juba kindlaks määratud. Jäätmekäitus muutub üha keerukamaks ja kallimaks.

Keskmise suurusega ja väikeste Eesti omavalitsuste jaoks on ainuvõimalik lahendus ulatuslik koostöö jäätmehoolduse korraldamisel. Hea näide on MTÜ Kesk-Eesti Jäätmehoolduskeskus, mis hõlmab 28 omavalitsust. See mittetulundusühing vastutab kõigi nende omavalitsuse jäätmekäitluse puutuvate ülesannete (peale seaduses nõutud järelevalve, mida delegerida ei saa) täitmise eest. Kasvanud on otsuste tegemiseks vajalik pädevus, nii et MTÜ jäätmespetsialist on võimeline omavalitsuste juhtorganeile vajalikku teavet andma ning aitama otsuseid langetada jäätmekavade, jäätmehoolduseeskirjade, rajatiste paiknemise, korraldatud veo konkursside jms kohta. Ühistöö lisab enesekindlust suhtlemisel vedajate, taaskasutusorganisatsioonide, jäätmekäitlusrajatiste valdajate ja riigiasutustega. Koostööd tehakse ka MTÜ Ida-Eesti Jäätmehoolduskeskuse ja SA Valga Piirkonna Keskkonnakeskusega.

Otsuse, kas asuda uusi ülesandeid lahendama omaette või koostöös, peavad omavalitsused langetama ise. Jäätmekäitlust on võimalik kombineerida muude keskkonna- või eluvaldkondadega, nt veevarustuse ning kanalisatsiooni ja/või põllumajandustootmisega.

Hea näide püüdest koostööd teha on 2009. a. septembril alanud ja 2010. a. lõpus valminud projekt, milles kõik kolmteist Võrumaa omavalitsust koostasid aastateks 2010–2014 ühise jäätmekava. Kava, mille kõik volikogud ka kinnitasid, koostamist finantseeris Norra-EMP regionaalarengu toetuskeemi kaudu Ettevõtluse Arendamise Sihtasutus. Osalesid Võrumaa Omavalitsuste Liit, kõik Võrumaa kohalikud omavalitsused ja Advisio OÜ, nõustas Eesti Maaülikool. Tänu omavalitsusliidu tegevjuhile Mirjam Salvatile, kes vahendas osapoolte vahel teavet ning suutis ärgitada enamikku omavalitsusi koos mõtlema ja probleemide üle arutlema, kulges jäätmekava koostamine eriliste tõrgeteta. Tavaliselt tikub nii olema, et omavalitsustel tekivad küll ühesugused probleemid, ent lahendusi otsitakse omaette ning ei tunta huvi selle vastu, mida naaber ette võtab.

Jäätmekava koostamise töögrupp kohtus omavalitsuste jäätmevaldkonnas tegelevate asjatundjatega kolm korda, arutas läbi valdades nähtu ja kuuldu ning võttis kokku konsultantide poolt ettevalmistatud materjalid. Lähematerjal koguti omavalitsuste kaupa – kõik kolmteist omavalitsust sõideti läbi, tutvuti jäätmehoolduse korraldu-

Tabel 1. JÄÄTMEHOOLDUSE PÜSIKULU VÕRUMAA OMAVALITSUSTES 2009. AASTAL

Omavalitsus	Elanike arv*	Püsikulu elaniku kohta €/a
Antsla vald**	3 832	3,90
Haanja vald***	1 182	6,20
Lasva vald	1 774	2,56
Meremäe vald	1 179	2,75
Misso vald	779	5,75
Mõniste vald	1 021	1,21
Rõuge vald**	2 284	5,24
Sõmerpalu vald	1 968	1,92
Urvaste vald***	1 411	3,52
Varstu vald	1 251	4,09
Vastseliina vald**	2 170	6,71
Võru vald***	4 968	2,56
Võru linn**	13 967	2,68
Kokku	37 786	Keskmine 3,77

* seisuga 01.01.2010

** omavalitsuses on jäätmejaam

*** jäätmeid tohib viia mõne muu valla jäätmejaama

sega ning vaadati üle olulisemad rajatised. Maakonnas on neli jäätmejaama. Kogumispunktide või veoringide abil kogutakse ohtlikke jäätmeid ning rajatud on esimene kompostimisväljak. Vastseliina vallas kompostitakse haljastujäätmeid ning kavas on koos nendega kompostida ka reoveeset. Lasva

ja Mõniste vallas on aia- ja pargiprahi kompostimisel püütud koostööd teha kohalike talupidajatega, kes kasutavad komposti väetiseks. Hea näide elanike endi initsiatiivist jäätmete kogumisel leiti Rõuge vallast, kus Püssa küla elanikud ehitasid omavalitsuse ja KIK-i toel mitme majapidamise peale jäät-

EHITUSKESKUS

INFO KVALITEETSEST EHITAMISEST

Rävala pst 8, 10143 Tallinn
Tel 660 4555

Avatud E-R 9-17

ehituskeskus@ehituskeskus.ee
www.ehituskeskus.ee

- Alaline ehitusnäitus
- Koolitusseminarid
- Ehitusalane kirjandus



Märtsis ilmus uus eestikeelne käsiraamat
MaaRYL 2010. Ehituse kvaliteedi üldnõuded.
Hoone ehituse pinnasetööd.

Seminarid aprillis:

Fassaadid ja nendega liituvad tarindid - Tallinnas

Järelevalve ja projekti juhtimine - Tartus

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

mekuuri. Rahval on mugav sinna viia olme- ja ohtlikke jäätmeid ja pakendeid ning jäätmefirmal on hõlpus neid sealt ära vedada.

Võrumaa senine ladestamis põhine jäätmekäitlussüsteem enam ei toimi ning tuleb hakata uut looma. Olukorda raskendab Kagu-Eesti regionaalprügila ja jäätmekäitluskeskuse rajamise nurjumine, mistõttu jäätmed tuleb vedada Jõgevamaale Torma prügilasse (lähim nn. europrügila, ca 140 km Võrust). Kõikjal kurdeti rahapuuduse üle.

Jäätmekäitluse rahastamise analüüsimisel selgus, et omavalitsused finantseerivad ühesuguseid ülesandeid eri mahus. Keskmiselt kulutati ühe elaniku kohta 3,77 eurot aastas (tabel 1), selle raha eest koguti ohtlikke jäätmeid, pakendeid ja vanapaberit. Omavalitsustes, millel oli jäätmejaam, võisid kulutused olla suuremad (kuni 6,71 €/el), ent elanikud said jäätmeist mugavamini lahti. Võru linnas, kus asustustihedus on suurem kui maaomavalitsustes, olid jäätmejaama kulutused ühe elaniku kohta väiksemad (2,68 €/el).

Tabeli koostamiseks saadi jäätmekäitluskulud omavalitsuste eelarvetest ning jagati need elanike arvuga.

Tabeli 1 summade võrdlemine ei toeta väidet, et jäätmejaama ülalpidamine on ilmtingimata kallim kui jäätmejaamata hakkama saamine. Mõnes vallas, kus jäätmejaama ei ole (Varstu, Misso ja Haanja) on kulutused palju suuremad kui nt jäätmejaamaga Antslas. Kui jaama teeninduspiirkonda laiendada, on võimalik selle pidamiskulusid omavalitsuste vahel jagada. Elanikele oleks kõige mugavam muidugi see, kui nad tohiksid oma jäätmeid viia mis tahes Võrumaa jäätmejaama, see eeldaks aga jäätmejaamade ühist haldamist.

Omavalitsuse kulutusi jäätmekäitlusele tasub võrrelda elanike omadega. Korraldatud jäätmeveol maksis 140-liitrise konteineri tühjendamine Antsla linnas, Vana-Antslas ja Kobela alevikus 2011. a jaanuaris 4,08 eurot. Kui neljaliikmelise perekonna prügi veetakse ära kaks korda kuus, tasub iga elanik sortimata jäätmete veoks 24,48 eurot, vald aga kulutab sorditud jäätmete veoks 3,9 eurot aastas.

Võru Linnavolikogus arutati jaanuarikuu istungil jäätmeveo kallinemist, mis kaasneb Umbsaare ümberlaadimisjaama kasutuselevõtmisega. Eelnõu kohaselt hakkaks 140-liitrise konteineri tühjenduskord maksma 1,70

eurot ning neljaliikmeline pere kulutaks inimese kohta 10,2 eurot aastas, Võru linna kulu (1,70 €/el) tuleks aga maakonna väikseim. Praegu kulutab üks elanik prügiveole märksa enam kui omavalitsus ühe elaniku kohta. Elanike kulutused prügiveole ei tulene omavalitsuse kokkuhoiupüüdest, vaid hoopis vastupidi – kui omavalitsus suurendab vastu võetavate sorditud jäätmete nimekirja ja tihendab kogumispunktide hulka, siis viiakse üha vähem olmejäätmeid prügilasse. Paraku on rahaallikad erinevad – ühel juhul on see omavalitsuse eelarve, teisel inimese rahakott.

Omavalitsuste endi hinnangul on peamine probleem riigis kehtiv jäätmehoolduse saastetasupõhine rahastamissüsteem. See süsteem ei täida enam kaugeltki oma eesmärki, sest on vastuolus jäätmehoolduse üldise eesmärgiga – vähendada nii tekkivate kui ka ladestatavate jäätmete kogust. Mida rohkem ladestatakse prügilasse jäätmeid, seda suurem on ju saastast saadav tulu.

Võrumaa suurim jäätmekäitlusrajatis – KIK-i rahalisel toel Umbsaarde rajatav ümberlaadimisjaam (0,57 miljonit eurot maksev projekt) võib

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) ★
- ★ Infomedi Europe (Romania) ★
- ★ Keskkonnatehnika (Estonia) ★
- ★ Környezetvédelem (Hungary) ★
- ★ milieuDirect (Belgium) ★
- ★ MilieuMagazine (Netherlands) ★
- ★ MiljøStrategi (Norway) ★
- ★ Residuos (Spain) ★
- ★ UmweltJournal (Austria) ★
- ★ UmweltMagazin (Germany) ★
- ★ Umwelt Perspektiven (Switzerland) ★
- ★ Uusioutiset (Finland) ★



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

saada koostöö mootoriks, ent osutada ka ühistegevust pärssivaks objektiks. Ümberlaadimisjaamas laaditakse jäätmed suurtesse konteineritesse, et vedu Torma prügilasse odavam oleks. Kõik omavalitsused aga ei pea vajalikuks vedada korraldatud veoga kogutud jäätmeid ümberlaadimisjaama. Ka jäätmekava konsultandid ei pea pelgalt ümberlaadimiseks kasutatavat jaama otstarbekaks, sest jäätmete hulgas on rohkesti materjali, mida ei ole mõistlik maakonnast välja viia – õigem on nad ise ära kasutada. Puidujäätmeist saab toota energiat, ehitus- ja lammutusprahti kasutada täitematerjalina ning biolagunevaid jäätmeid kompostida. Umbsaare ümberlaadimisjaama oleks otstarbekas rajada sortimisliini ja kompostimisväljak.

Kohalik elanik on huvitatud sellest, et korraldatud jäätmevedu toimiks. Probleem on aga selles, et seadus ei kohusta korraldatud veo hanget tegema seal, kus inimesi on vähe. Siis on vedu igapäevase enda teha. Paraku ei pruugi prügiauto üldse kohale sõita või nõuab selle eest ülisuurt tasu. Seadus justkui kaitseks ääremaa vaesemaid elanikke liigse kohustuse eest, ent tagajärg on omal käel sõlmitav kallis leping.

Seal, kus prügifirma keeldub üldse vedamast, ei ole elanikel ühtki legaalselt viisi prügist lahti saamiseks. Lahendus võiks olla selline, et korraldatud veo konkurss tehakse ühishankena kogu maakonna, mitte maakonna tiheasustusalade kaupa. Mitmel pool jõuti arutlustel järeldusele, et korraldatud jäätmeveole tõsiselt võetavat alternatiivi polegi ning see peaks toimuma kõigis omavalitsustes, olenemata suurusest ja asustustihedusest. Elanikke huvitab ka see, kuidas saada lahti paberist ja papist, pakenditest, vanadest riietest, ohtlikest jäätmetest, mööblist, elektroonikaromust, vanarehvidest jms. Selle suhtes omavalitsuse ja elanike probleemid ühtivad, sest korraldatud jäätmevedu ei saa vaadelda prügi pelga äraveona. Jäätmehooldus tuleb lahendada tervikuna ning peale korraldatud jäätmeveo võib selle raames hoolitseda ka muude jäätmete äraveo eest.

Kui arvestada kohustusi, millega täitmisega peavad omavalitsused hakkama saama, tundub koostöö olevat parim lahendus. Miks ei võiks jäätmekäitlust korraldada kogu Võrumaal ühiselt või isegi koos Põlvamaaga? Seda võiks teha mittetulunduslikus

vormis, et jäätmehooldus ei muutuks puhtalt äriks. Mõeldav on luua ühiselt hallatav ja hooldatav jäätmejaamavõrk ning korraldada ühiseid veokonkursside, hankeid ja eriliigiliste jäätmete veoringe. Hõlmata on vaja ka hajaasustusalad ja ääremaa. Biolagunevaid jäätmeid on võimalik käidelda kohapeal (ka koos reoveesetega), puidujäätmeist saab toota energiat ning püsijäätmeid kasutada täitematerjalina. Kui võimalikult suurt osa jäätmeist käidelda kohapeal, ei ole prügilasse vaja peaaegu midagi saata. Kõige selle organiseerimiseks on vaja omavalitsuste ühisasutust, mille loomise initsiatiiv peab tulema neilt endilt.

Artikli koostajate hinnangul on vaja jõuda selleni, et kõik omavalitsused mõistaksid teema olulisust ning loobuksid ise pusimise soovist ning mõtleksid ühislahenduste otsimisele. Ehkki üks aktiivne omavalitsus suudab saavutada palju, peaks püüdlema selle poole, et tugevam ja suurem omavalitsus aitab väiksemat. Siis kõlaks ühine hää jäätmekäitlejatega lepinguid sõlmides enesekindlamalt ning lepingutingimused saaksid soodsamad, kui omavalitsused suudaksid saavutada omaette talitades. A.M.

**Eesti ehitab
Estbuild
2011**

XV RAHVUSVAHELINE EHTUSMESS

6. - 9. aprillini 2011
Eesti Näituste messikeskuses

6. aprill kell 11-18
7. aprill kell 10-18
8. aprill kell 10-18
9. aprill kell 10-17

Eesti Näituste AS
Pirita tee 28
Tallinn 10127
tel 613 7335
faks 613 7437
e-post: epp@fair.ee
skype [eppsultsmann](https://www.skype.com/en/contacts/eppsultsmann)
www.fair.ee/eestiehitab

LOODUSLIKKE RADIONUKLIIDE SISALDAVAD JA NENDEGA SAASTUNUD MATERJALID NING NENDE KÄITLEMINE EESTIS

EVELYN PESUR, McS

Keskkonnaministeerium

LOODUSLIKKE radionukliide leidub meid ümbritsevas keskkonnas kõikjal – vees, pinnases ja õhus. Kui looduslike radionukliide sisaldavad või nendega saastunud materjalid kasutuselt kõrvaldatakse, vajavad need tihti erikäitlust. Seniajani on puudunud täpsemad andmed, kus ja kuidas võiks looduslike radionukliide sisaldavaid jäätmeid Eestis tekkida ning milline oleks kõige otstarbekam viis niisuguseid jäätmeid käidelda. Taolist infot omamata on riiklikult keeruline vastu võtta otsuseid jäätmete ohutustamiseks. Seetõttu tellis Keskkonnaministeerium 2010. aastal kaks uurimistööd, mida selles artiklis tutvustatakse. Esimese töö eesmärk oli hinnata, kui palju ja milliseid looduslike radionukliide sisaldavaid ja nendega saastunud materjale Eestis tekib [1]. Teise töö eesmärk oli katsetada mitmesuguseid puhastusmeetodeid looduslike radionukliididega saastunud materjalidel ning anda hinnang, kas puhastatud materjale oleks võimalik hiljem taaskasutada [2].

LOODUSLIKKE RADIONUKLIIDE SISALDAVAD JA NENDEGA SAASTUNUD MATERJALID EESTIS

Eestis võivad looduslike radionukliide suuremas koguses sisaldada tootmises kasutatav toore ning selle jäägid, metallesemad, filtrid ja ehitusmaterjalid. Looduslike radionukliididega saastunud materjale võib tekkida tööstuses – eelkõige ettevõtetes, kus kasutatakse radionukliide sisaldavat tooret. Eestis pakub sellise näite AS Silmet, kes kasutab looduslike radionukliide sisaldavaid materjale haruldaste muldmetallide tootmiseks. Tootmisprotsessi järel tekivad suure aktiivsusega NORM-jäätmed (*Naturally Occurring Radioactive Material*) ning pindmiselt saastunud

metallijäätmed. [1, 3]

Looduslike radionukliididega saastunud metallijäätmeid ja filtreid tekib ka joogivee käitluses, sest mitmel pool Eesti põhjavees on radionukliidide sisaldus suur. Sageli sisaldavad looduslike radionukliide ka fossiilkütused ning ehitusmaterjalid. Viimastest võivad kõrgenenud radioaktiivsusega olla graniitkivi, savist valmistatud kergbetoon, kuid ka tsement, tellised ja muud mineraalset toorainet sisaldavad ehitusmaterjalid. Kui ehitusmaterjalide valmistamiseks kasutatakse tööstusjäätmeid (näiteks põlevkivituhka), võivad neis sisalduvad radioaktiivse aine kogused olla veelgi suuremad. [1]

LOODUSLIKE RADIONUKLIIDE SISALDAVATE JA NENDEGA SAASTUNUD MATERJALIDE HINNANGULISED KOGUSED

Looduslike radionukliide sisaldavate ja nendega saastunud materjalide koguste hindamisel tuleb lähtuda radionukliidide aktiivsustest. Näiteks ehitusmaterjalides ja tuhas leiduvate radionukliidide aktiivsused on üldiselt väikesed ning need ei vaja kiirgusohutuse tagamiseks spetsiaalset käitlemist [1].

Tootmisprotsessides, kus kasutatakse radionukliide sisaldavaid tooraineid, tekib üldjuhul suure aktiivsusega jäätmeid, mille erikäitlemine on kiirgusohutuse tagamiseks äärmiselt oluline. Eesti ainsas looduslike radionukliide sisaldavat tooret kasutavas ettevõttes (AS Silmet) olevate radioaktiivsete jäätmete kogused ulatuvad 30 tonnini ning



Looduslike radionukliididega saastunud torud
Foto: AS A.L.A.R.A.

hinnanguliselt tekib igal aastal juurde 6 tonni jäätmeid.

Ka joogivee käitluses tekkivate looduslike radionukliididega saastunud metallesemete hulk on Eesti mõistes märkimisväärne ning võib ulatuda paarisaja tonnini. Samuti võib arvata, et suur osa neist tuleb erikäidelda, sest metallikäitlejad ei võta Eestis vastu metalli, mille doosikiirus on looduslikust foonist suurem. Looduslike radionukliididega saastunud metall on fotol 1. Tulevikus metalli hulk saastunud joogiveetorude näol ei suurene, kuna tänapäeval asendatakse metalltorud plasttorudega. [1]

LOODUSLIKE RADIONUKLIIDE SISALDAVATE JA NENDEGA SAASTUNUD MATERJALIDE KÄITLEMINE

Looduslike radionukliide sisaldavate ja nendega saastunud materjalide käitlemiseks on mitmeid võimalusi, alusta-

des nende ladustamisest radioaktiivse jäätmena ja lõpetades ümbertöötamisega. Täpsemate uuringute puudumise ning ohutuslaste küsimuste tõstatumise tõttu ei ole riiklikke otsuseid eespool mainitud materjalide käitlemiseks vastu võetud. Näiteks ASI Silmet tekitatud radioaktiivsete NORM-jäätmete lõppkäitlemise viis on veel valimata. Jäätmete ohutu käitlemine on ASI Silmet kui kiirgustegevusloa omaja kohustus. Muuhulgas on ettevõtte lõppkäitlemise meetmetena pakkunud välja ajutiselt ladustatud NORM-jäätmete realiseerimise uraani ja tooriumi toormena või jäätmete hajutamise põlevkivituhaga [3]. Need tegevused ei ole aga riikliku heakskiitu saanud, kuna vajaliku kiirgusohutuse taseme saavutamine ei ole tõestatud. Praegu tegeleb kiirgustegevusloa omaja uute käitlusmeetodite väljatöötamisega.

Edasiste otsuste tegemisel teiste looduslike radionukliidide sisaldavate ja nendega saastunud materjalide kohta saab aluseks võtta Keskkonnaministeeriumi 2010. aastal tellitud uurimistööde tulemusi. Näiteks radioaktiivselt saastunud filtrite puhul on enam soositud nende käitlemine radioaktiivsete jäätmete käitluskohas, kuna kiirguseaduse alusel on tegemist radioaktiivsete jäätmetega. Põlevkivituhaga puhul on otstarbekas jätkata käitlust ohtliku jäätmena ning edasiste käitlusvõimaluste arendamisel arvestada ka põlevkivituhaga looduslike radionukliidide sisaldust. [1] Ehitusmaterjalide puhul on oluline tagada, et nii ehitusmaterjal kui ka hiljem tekkiv ehitusjääde ei kujutaks endast ohtu elanikele ega ümbritsevale keskkonnale. Eestis valmistatud ehitusmaterjalid lubatust suuremat hulka radionukliidide üldiselt ei sisalda. See tähendab, et on õigustatud nende käitlemine tavajäätmetena [1].

Vanametalli parim võimalik käitlemismeetod keskkonnanohu seisukohast on metalli taaskasutamine. Radioaktiivselt saastunud metalli puhul ei ole asi nii lihtne, kuna üldjuhul ei võta metalli ümbertöötavad tehased looduslikust foonist suurema doosikiirusega metallijäätmeid vastu. Seetõttu on saastunud metallijäätmete üleandmine raskendatud ka Eestis. Tegelikult oleks looduslike radionukliidide sisaldava või nendega saastunud metalli kõige odavam käitlusmeetod selle paigutamine tavajäätmete prügilasse [1]. Seda toetab ka asjaolu, et sellised materjalid on füüsikaliste ning keemiliste omaduste

poolest stabiilsed ja madala aktiivsusega ning nende paigutamine prügilasse ei põhjustaks elanikkonnale täiendavat kiirgusdoosi.

LOODUSLIKE RADIONUKLIIDIDEGA SAASTUNUD METALLI PUHASTAMINE

Kuna looduslike radionukliididega saastunud metallijäätmete kogused on Eestis märkimisväärsed, tellis Keskkonnaministeerium eraldi uurimistöö, et välja selgitada, mida saastunud metalliga peale hakata, muuhulgas kas ja kuidas oleks võimalik metallijäätmeid puhastada ja taaskasutada.

Radioaktiivse pinnasaastuse puhastamise meetoditest kasutatakse enim mehaanilisi, keemilisi ja kombineeritud meetodeid. Alternatiivina kasutatakse ka metallide sulatamist. Kasutatava puhastusmeetodi valik sõltub saaste iseloomust ja puhastatava objekti geometriast. Kui saaste asub kergesti eemaldataval pinnal, siis on otstarbekas kasutada mehaanilisi meetodeid. Üldjuhul on saasteärastuseks vaja läbida mitu puhastusetappi. Esimese etapiga eraldatakse harilikult suurim osa saastest. Saasteärastuse efektiivsus väheneb iga järgneva etapiga. Kõige enam kasutatavad mehaanilised meetodid on survesu, vaakumiga puhastamine, harjamine ja kuivtöötlus. Lisaks eespool nimetatule kasutatakse saasteärastuseks veel freesimist või liivapritsi. Survesu sobib õrnalt kinnitunud saaste eraldamiseks pinnalt. Kasutatava vee temperatuur on kuni 80 °C. Selle eelis on odavus, lihtsus ja kättesaadavus, samuti vähene lahtise tolmu teke. Puudused on suure koguse vedeljäätmete teke, spetsiaalsete kaitseühikondade vajadus ning protsessi madal efektiivsus. Eestis oludes on survesu sobivus küsitav, sest peale betoneerimise muud vedeljäätmete käitlemise võimalused sisuliselt puuduvad. Vaakumiga puhastamine sobib Eestis tingimustesse ning seda praegu ka kasutatakse. Meetod on lihtne ja odav, kuid madala efektiivsusega. Harjamine on lihtne ja odav ning efektiivsem kui vaakumiga puhastamine. Puuduseks on tolmu teke. Saaste leviku tõkestamiseks on vaja kinnist tööruumi korraliku kaitseriietuse, ventilaatsiooni ja filtritega. Mehaanilised kuivpuhastusmeetodid ei sobi Eestis tekkivatele looduslike radionukliididega saastunud metallijäätmetele, kuna

tekitavad suures koguses tolmu ja seega on saasteleviku tõenäosus väga suur. Märghpuhastamismeetodite efektiivsus korrodeerunud pindade puhastamisel on samuti väike. Eesti looduslike radionukliididega saastunud metallijäätmetest moodustavad 99% süsinikterasest jäätmed ehk tegu on halvasti puhastatavate materjalidega. [2]

Uurimistöö käigus tehtud praktilistest katsetustest selgus, et looduslike radionukliididega saastunud metalli puhastamise efektiivsus oli lihtsate mehaaniliste meetoditega väike, kuna seda ei olnud võimalik puhastada keskkonda vabastamise, ringlussevõtu või taaskasutuse tasemeni. Seejuures tehti keskmiselt 1 m² pinna puhastamiseks 21,7 h tööd, millele lisandus materjalikulu. Seega pakuks Eestis oludes tavaprügilas ladestamisele alternatiivse võimaluse metallijäätmete ümbersulatamine radioaktiivsuse eraldamiseks. Sulatamise tulemusena jääb esialgselt aktiivsusest ainult 1% sulamassi, radioaktiivne räbu koguneb sulamassi pinnale. Viimane tagastatakse riigile ning tuleb ladustada radioaktiivse jäätmena. Selle abil saavutatakse suurim võit jäätmete mahus ja saasteleviku võimalus praktiliselt välistatakse. Samas on ümbersulatamine kõige kallim käitlusviis. Lõplike otsuste tegemisel tuleb kindlasti arvestada ka tehnilike radionukliididega saastunud metallijäätmeid ehk kaaluda nende käitlemist koos looduslike radionukliididega saastunud metalliga. See muudaks jäätmete käitlemise maksumuse kindlasti soodsamaks. [2]

Viidatud allikad

1. Keskkonnaministeeriumi tellitud uurimistöö „Ekspert hinnang looduslike radionukliidide sisaldavate ja looduslike radionukliididega saastunud materjalide käitlemise valikute kohta“, Merle Lust, Tartu, 2010, <http://www.envir.ee/1143788>
2. Keskkonnaministeeriumi tellitud uurimistöö „Looduslike radionukliidide sisaldavate materjalide puhastamine ning hinnang selle efektiivsusele“, AS A.L.A.R.A., Paldiski, 2010 <http://www.envir.ee/1143788>
3. Keskkonnaministri 19.02.2008 käsk kiri nr 178 AS Silmet kiirgustegevusloa nr 08/004 väljaandmiseks http://www.kiirgus2.envir.ee/failid/luba/ka/08_004_kk_Silmet.pdf

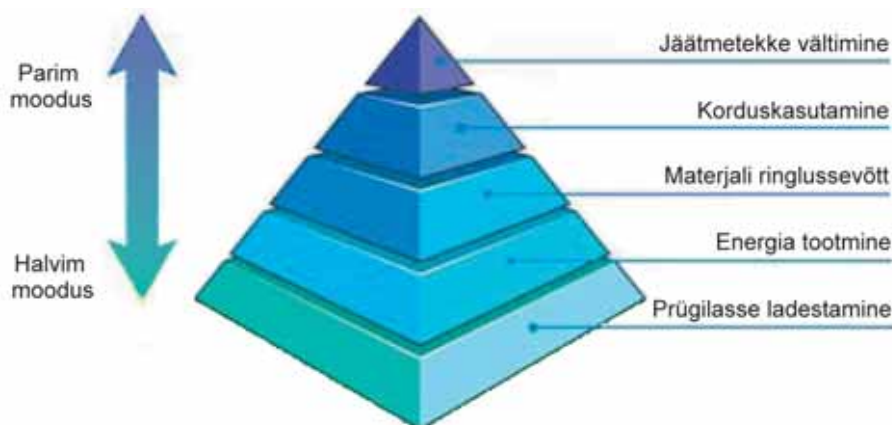
JÄÄTMEKÄITLLEJAD KOONDUVAD JÄÄTMETE TAASKASUTUSKLASTRISSE

MARGIT RÜÜTELMANN

Eesti Jäätmekäitlejate Liidu jäätmete taaskasutusklastri tegev- ja arendusjuht

EUROOPA LIIDU jäätmedirektiivi [1] kohaselt tuleb 2020. aastaks 50 % olmejäätmetes sisalduvast klaasist, paberist, metallist ja plastist korduskasutada või materjalina ringlusse võtta. Alates 16. juulist 2010 on biolagunevate jäätmete prügilatesse ladestamine piiratud ning aastaks 2020 tuleb 70 % ehitus- ja lammutusprahist korduskasutada, ringlusse võtta või muul moel (nt täitematerjalina) taaskasutada.

Euroopa Liidu nõuded osutavad selgelt, et üha enam jäätmeid tuleb taaskasutada. Jäätmehierarhia (joonis 1) kohaselt eelistatakse korduskasutust ja materjalina ringlussevõttu ladestamisele ja energiakasutusele, s.o põleta-



Joonis 1. Jäätmehierarhia ([1] põhjal)



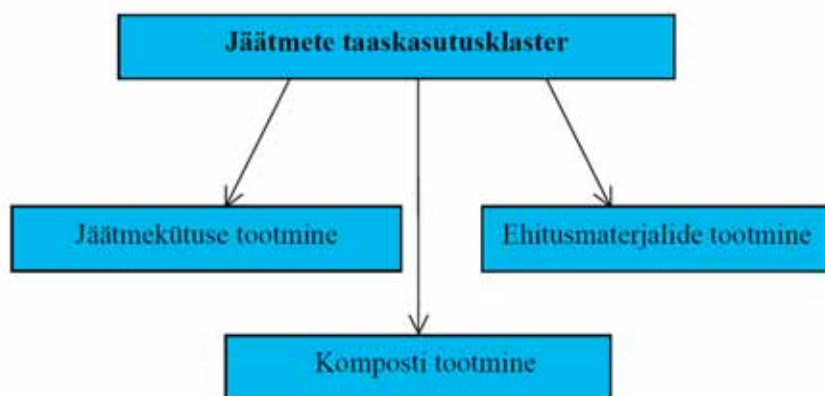
misele, hoides sel moel kokku loodusressursse.

Üha suurema jäätme hulga taaskasutamiseks ja jäätmetest toodete valmistamiseks on Eesti Jäätmekäitlejate Liitu kuuluvad ettevõtted algatanud projekti „Jäätmete taaskasutusklastri“, mille arendamist toetab Euroopa Regionaalarengu Fondi rahaga Ettevõtluse Arendamise Sihtasutus.

Projekti peamised eesmärgid on:

- suurendada Eestis jäätmete taaskasutamist;
- valmistada jäätmetest mitmesuguseid kvaliteedinõuetele vastavaid ja sertifitseeritud tooteid, komposti, jäätmekütuseid ja ehituses kasutatavaid materjale (nt purustatud betooni ja asfaltbetooni);
- tugevdada klastripartnerite rahvusvahelist konkurentsivõimet;
- suurendada taaskasutuse teel saadud toodete müüki;
- kujundada klastrist pädevuskeskus, mille töötajail on tiptasemel teadmised ning praktilised kogemused jäätmete taaskasutamise ja neist valmistatud toodete kohta.

Nende eesmärkideni jõudmiseks arendatakse koostööd rahvusvaheliste organisatsioonidega, nt Euroopa kompostivõrgustikuga (*European Compost Network*, ECN), Austria Ehitusmaterjale Taaskasutavate Ettevõtete Liiduga (*Österreichische Baustoff-Recycling Verband*, BRV), Euroopa Jäätmekütusetootjate Organisatsiooni (European Recovered Fuel Organisation, ERFO) ning Euroopa ehitus- ja lammutusprahi käitlejaid ühendava föderatsiooniga (*Fédération Internationale du Recyclage*,



Joonis 2. Jäätmete taaskasutusklastri põhilised tegevussuunad

FIR). Koostööd tehakse ka teadus- ja haridusasutustega.

MIS ON KLASTER?

Klaster on teatud piirkonnas ja valdkonnas tegutsevate ettevõtete kooslus. Rahvusvahelise konkurentsivõime tõstmiseks arendavad sellesse kuuluvad ühesuguste majandushuvidega ettevõtted pikaajalist koostööd nii omavahel kui ka haridus- ja teadusasutustega, omavalitsustega ning muude organisatsioonide ja tugisüsteemidega. Jäätmete taaskasutusklastri on 21 partnerit, nendest 18 on ettevõtte ning 3 teadus- ja haridusasutused.

Klastri tegevuses osalevad jäätmekäitluse ja jäätmete taaskasutussektori võtmettevõtted Amestop OÜ, ATI Grupp OÜ, Bilkker OÜ, Ecocleaner OÜ, EcoPro AS, Epler&Lorenz AS, NTM Baltic OÜ, Prügimees OÜ, Paikre OÜ, Ragn-Sells AS, Saaremaa Prügila OÜ, Slops OÜ, Tallinna Prügila AS, Uikala Prügila AS, Veolia Keskkonnateenused AS ja Väätša Prügila AS. Kaasatud on ka Eesti üks suuremaid ehitusmaterjalitootjaid, rahvusvahelisse kontserni Heidelberg Cement Group kuuluv Kunda Nordic Tsement AS ning teehitusettevõtte ja teehitusmaterjalide tootja Lemminkäinen Eesti AS.

Teadus- ja haridusasutustest osalevad Tallinna Tehnikaülikooli teematuut, kellel on pikaajalised kogemused teehitusmaterjalide katsetamise ja teehitustehnoloogia vallas, Eesti Maaülikool, kus on aastaid uuritud komposti omadusi ja kasutusvõimalusi ning Tartu Ülikooli Türi Kolledž, kellega koostöös kavandatakse spetsiaalselt jäätmekäitlusettevõtete asjatundjatele mõeldud täiendusõppekavade koostamist.

Teadus- ja haridusasutustega on kavas teha koostööd olemasolevate õppekavade täiendamiseks, et valmistada ette uus põlvkond spetsialiste, kellel on põhjalikud teadmised ja oskused jäätmete taaskasutamise vallas.

Taaskasutus on keerulisem kui toodete valmistamine looduslikest materjalidest. Ehitusmaterjalide ning eelkõige teehitusmaterjalide puhul tuleb kindlasti arvestada seda, et Tallinna ümbruse karjäärid on ammendumas ja uusi on keeruline avada. Seda silmas pidades pakuvad taaskasutatavad materjalid kindlasti huvi. Teehituses saab kasutada purustatud betooni ja asfaltbetooni.

Biolagunevaist köögi- ja sööklajätmeid ning aia- ja haljastujätmeid on võimalik toota kvaliteetkomposti, mida saab kasutada põllumajanduses väetise või mullaparendajana, metsakasvatuse, puukoolides, aianduses, sh koduaedades ja kasvuhoonetes, spordi- ja kultuuriobjektidel,

kalmistutel ning maastikukujunduses, sh parkide ja muude haljasalade haljastamisel. Et biolagunevatest jäätmetest toodetud komposti saaks müüa, peab see vastama kvaliteedinõuetele. Ostja peab täpselt teadma, milliste omadustega toodet ta ostab.

Madalama kvaliteediga kompost ning mehaaniliselt ja bioloogiliselt käideldud (*mechanical biological treatment*, MBT) olmeprügist saadud stabiilne sobib tehiseobjektide, sh maantee-mullete, tuha- ja aherainemägede ning suletavate prügilate katmiseks ning karjääride rekultiveerimiseks.

Raudbetoon- ja betoondetaile, asfaltbetooni, kive ja pinnast ning ehitus- ja lammutusprahti saab kasutada betoon- ja asfaltbetoonkillustiku, mitmesuguste liivade ja täitematerjalide valmistamiseks ning kasutada teede ehitamisel ja korrashoiul, ehitusmaterjalide tootmiseks ning ammendatud karjääride rekultiveerimisel.

Olmeprügist, materjalina ringlussevõtuks sobimatutest põlevjäätmetest (nt määrduvad paberist ja papist, plastidest), autolammutuse kergfraktsioonist jms saab valmistada jäätmekütust. Kõrgekvaliteedilist jäätmekütust on võimalik kasutada tsemenditööstuses, madalama kvaliteediga jäätmekütust sobib aga elektri- ja soojusenergia tootmiseks. Jäätmekütuste valmistamise puhul on olulisel kohal nii kvaliteedi kui ka koguste tagamine. Põletajate nõutavad kogused on nii suured, et väikeettevõtte neid üksi tarnida ei suuda. Seepärast on ettevõtete koostöö äärmiselt tähtis.

Kvaliteedinõuetele vastavate ehitusmaterjalide, komposti ja ka jäätmekütuste tootmisel loodavad ettevõtjad teadus- ja haridusasutuste nõule ja jõule.

Väga häid näiteid taaskasutusmaterjalidest valmistatud toodete kvaliteedinõuete väljatöötamise ja rakendamise kohta võib tuua Soomest ja Austriast. Viini linna teehitushangete puhul annab taaskasutusmaterjalide kasutamine ehituses pakkujale lisapunkte. Eesti riigiasutustel ja kohalikel omavalitsustel oleks neilt nii mõndagi õppida. A.M.

Viidatud allikas

1. Euroopa Liidu jäätmedirektiiv 2008/98/EU



KESKKONNASÕBRALIKE KOMPOSIITMATERJALIDE KASUTUSVÕIMALUSED VÄIKELAEVAEHITUSES NING VEE MÕJU NENDE TUGEVSOMADUSTELE

MARI MALMSTEIN

Tallinna Tehnikaülikool

University of Southampton, UK

TÄNU OMA VÄIKESELE tihedusele, korrosioonikindlusele, vastupidavusele kahjustustele ja väsimusele ning sellest tulenevale pikale ja hooldusvabale tööelele on komposiitplastidest saanud äärmiselt atraktiivsed konstruktsioonimaterjalid auto-, lennuki- ja laevatööstuses ning ka tsiviilehituses. Praegu toodetakse suurt vastupidavust nõudvates tarindites kasutatavaid komposiitmaterjale naftal põhinevast toormest ning USAs peetakse nende valmistamiseks vajalike vaikude ja termoplastide tootmist kuuendaks suurimaks kasvuhoonegaasiemissiooni allikaks [1]. Tarbimise kasvutempot arvestades suureneb jätkusuutmatute komposiitmaterjalide valmistamine enam kui 10 % aastas [2], mis teeb muret nii toornafta liigse tarbimise kui ka plastide tootmisel eralduvate mürkainete ja kasvuhoonegaaside seisukohast. Seetõttu on viimasel ajal hakatud rohkem tähelepanu pöörama taimsel toormel põhinevate komposiitmaterjalide kasutamisele. Sealjuures ei tohi jätta tähelepanuta materjalidele esitatavaid kõrgeid nõudeid, et tagada nii inimeste, keskkonna kui ka tarindi enda ohutus. Sellest lähtuvalt on käesolevas artiklis arutletud biokomposiitide kasutusvõimaluste ja -piirangute üle suurt vastupidavust nõudvates rakendustes, pidades silmas just väikelaevaehitust, ning vee kui ühe karmima kasutuskeskkonna mõju komposiitmaterjalide tuge-

vusomadustele.

BIOKOMPOSIITIDE KASUTUSVÕIMALUSED JA -PIIRANGUD

Biokomposiitide (siinkohal peetakse silmas neid biokomposiite, mis põhinevad osaliselt taimsel toormel, ent ei ole biolagunevad) kasutusvõimalustest rääkides tuleb silmas pidada, milliste materjalidega peaksid nende omadused olema võrreldavad. Väikelaeva- ja paadiehituses kasutatakse tavaliselt klaas- või süsinikkiududega tugevdatud termoreaktiivseid polüester- ja epoksüvaike. Neid heade ja laialt aktsepteeritud omadustega kiude ja vaike on arendatud ja kasutatud juba aastakümneid, seetõttu võrreldakse biokomposiite just nendega.

TAIMEKIUD

Pikkadest taimekiududest (nt lina, kanep, bambus ja džuu) on saamas arvestatav alternatiiv praegu kasutuses olevale klaaskiule. Nende kiudude tihedus on klaaskiu omast märgatavalt väiksem, eriomadused (nt tugevusomaduste ja kaalu suhe) aga klaaskiu omadega võrreldavad või isegi paremad ([3, 4] ja tabel 1). Klaaskiust odavamaid taimekiude saadakse taimevartest või -lehtedest ning nende varu on piiratu. Taimekiudude töötlemisel paisatakse õhku niisama

palju süsinikdioksiidi (CO_2), kui taimed kasvuajal ära kasutavad, seetõttu on taimekiud CO_2 -neutraalsed [4]. Tänu oma õõnsale silindrilisele ehitusele on taimekiud sünteeskiust oluliselt paremad müra- ja soojusisolaatorid ning sellest omadusest lõigatakse edukalt kasu autotööstuses. Et taimekiud ei ole abrasiivsed, pikeneb neid töötlevate masinate tööiga.

Hoolimata paljudest headest omadustest ei ole taimekiude tarindites veel laialdaselt kasutama hakatud. Taimekiude katab neid liigse niiskuse eest kaitsev vahakiht, mis tuleb nende paremaks vaiguga sidumiseks eemaldada, see aga muudab komposiitmaterjalis olevad kiud veelembeks. Optimaalsete tugevusomaduste saavutamiseks peavad taimekiud küll mingil määral vett sisaldama, ent kui vett on liiga palju, kiud paisuvad ning nende tugevusomadused muutuvad tunduvalt halvemaks. Kiu tugevus väheneb ka siis, kui veesisaldus on liiga väike, siis nõrgeneb ka kiu ja maatriksi vaheline side [3]. Enamikus suurt vastupidavust nõudvates rakendustes on tarindid muutuvate ilmastikuolude mõju all, mõnikord täielikult vee sees, ning taimekiudude veelembes ei ole aktsepteeritav. Ka siis, kui vee mõju komposiidile ei ole oluline, vähendab taimekiudude atraktiivsust nende omaduste muutlikkus – kiudude läbimõõt ja tugevus sõltuvad taime kasvukohast ja vanusest, sademete

Tabel 1. TAIMEKIUDUDE JA KLAASKIU TUGEVIKUMADUSED [5]

Omadused	Kiud				
	E-klaas*	kanep	džuut	lina	bambus
Tihedus g/cm ³	2,55	1,48	1,46	1,4	0,8
Tõmbetugevus MPa	2400	550–900	400–800	800–1500	391–1000
Elastsusmoodul GPa	73	70	10–30	60–80	48–89
Eritugevus MPa/(g/cm ³)	941	371–609	274–548	571–1071	489–1250
Erielastsusmoodul GPa/(g/cm ³)	29	47	7–21	26–46	60–111
Katkevenivus %	3	1,6	1,8	1,2–1,6	–
Veeimavus %	–	8	12	7	–

* Algul elektriisolaatorite jaoks arendatud klaas, mida tänu suhteliselt headele tugevuskomadustele ja odavale hinnale tänapäeval kasutatakse peamiselt klaaskiu valmistamiseks

hulgast kasvuperioodil ning kiudude töötlemistehnoloogiast [3, 4].

TAIMEÕLID

Taimeõlide kasutusvõimalusi komposiitmaterjalides on oluliselt vähem uuritud kui kiudude omi. Välja on kujunenud mõni taimeõlil (epoksüdeeritud sojaõli, linaseemneõli ja riitsinuseemneist saadav kastoorõli) põhinev vaik, mille tugevuskomadusi ja vastupidavust alles uuritakse (joonis 1). Linaõlivaik põhineb tootjate sõnul 96 % taimeõlil ning kastoorõli ei ole vaja epoksüdeerida, mistõttu nende vaikude tootmine on muude vaikudega võrreldes kõige keskkonnasõbralikum. Soja ja lina tuleb selleks rakenduseks eraldi kasvatada, riitsinus kasvab aga mitmel pool umbrohuna. Ükski mainitud õlivaikudest ei ole biolagunev [3], ent see ei olegi suurt vastupidavust nõudvate tarindite puhul peamine eesmärk, sest komposiitmaterjalidelt eeldatakse mitmekümneaastast tööiga.

Taimeõlidel põhinevate vaikude mehaanilisi omadusi ei ole kuigi põhjalikult uuritud ning nende heade või halba omaduste kohta on vähe teavet. Seetõttu ei ole nad nii usaldusväärsed, et neid võiks kasutada suure koormuse all olevates ning ekstreemsetes tingimustes toimivates tarindites. Merenduses on mõeldav taimeõlivaike kombineerida klaaskiududega. Saadava materjali tugevus-, vananemis- ja väsimuskomadusi tuleks võrrelda mõne juba laialt kasutuses oleva komposiitmaterjaliga. Esialgsed katsetulemused näitavad, et kastoorõlivaigu ja klaaskiu kombinatsiooni tugevuskomadused on ligikaudu 70 % epoksüvaigu ja klaaskiu omast. Linaõlivaigust ja klaaskiust komposiidi tugevuskomadused



Joonis 1. Linaõlivaigul põhinevast komposiitmaterjalist lainelauad [6]

on vaid 35 % epoksüvaigust ja klaaskiust tehtust. Silmas tuleks pidada, et epoksüvaigu tugevuskomadused on suurepärased, mis muudab kastoor- ja linaõlivaiguga saadud tulemused märkimisväärselt. Pealegi on täheldatud, et löökkkoormuste korral on kastoorõlivaik- ja klaaskiukomposiidi omadused isegi paremad kui epoksüvaigust ja klaaskiust valmistatud.

KUIDAS TALUVAD KOMPOSIITMATERJALID VETT?

Komposiitmaterjalidest tarindite vastupidavus vee pikaajalisele toimele ning tuule, vihma ja päikese mõjule on muude materjalidega võrreldes hea. Sellegipoolest kaotavad ka komposiitmaterjalid ekstreemsetes keskkonnatingimustes osa oma esialgsetest tugevuskomadustest [7–9]. Kui omaduste muutumist ei osata õigesti hinnata ega arvesse võtta, võib see viia tarindi ootamatu purunemiseni. Hoolimata suurest tähelepanust tarindidele ning nende valmistamistehnoloogiatele on komposiitmaterjalide omaduste pöördumatu halvenemine ja sellest tulenev kasutusea lühenemine paratamatu.

Vee imendumine komposiitmaterja-

lisse nõrgestab tarindit peamiselt kahte moodi: materjali tugevuskomadused muutuvad ja tarindi mass suureneb. Vesi pääseb komposiitmaterjalis kahte moodi: kapillaarvooluna pragudes ning maatriksi ja kiudude vahelises sidemes ning difundeerudes läbi vaigu, täites materjalis olevaid õhumulle [7]. Sünteetikiud vett ei ima. Vee imendumise esmatunnused on maatriksi paisumine, plastsemaks muutumine ja jäikuse vähenemine. Kiud ning kiudude ja maatriksi vahelised sidemed satuvad seetõttu pideva tõmbepinge alla. Keemilised reaktsioonid vee ja maatriksi ning kiu- ja maatriksideme vahel põhjustavad osmoosi [7, 8], mille toimele aluse kerele tekkinud „villid“ (joonis 2) võivad nii mõnele paadiomanikule tuttavad olla.

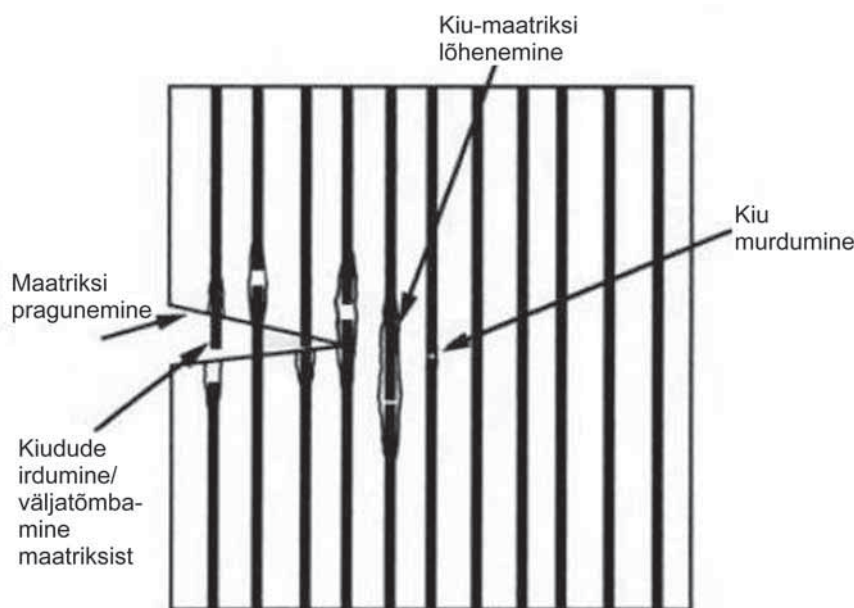
Vee imendumise mõju komposiitmaterjali mehaanilistele omadustele võib liigitada pöörduvaks, osaliselt pöörduvaks ja pöördumatuks [8]. Maatriksi paisumine ja plastsemaks muutumine on tavaliselt pöörduv protsess ning materjali esialgsed omadused taastuvad pärast kuivamist (taastumiskiirus sõltub vees oldud ajast). Pöördumatud protsessid hõlmavad kiudude kahjustumist, maatriksi pragunemist, kiudude irdumist maatriksist ning maatriksi paisumisest ja sisepingetest põhjustatud lõhenemist (joonis 3). Pärast selliseid kahjustusi komposiidi mehaanilised omadused enam ei taastu.

VANANEMINE

Materjali omaduste muutumist ajas nimetatakse vananemiseks. Vananemise võib jaotada kolme kategooriasse: keemiline, füüsikaline ja mehaaniline [8]. Nende kategooriate omavaheline põimimine sõltub materjali omadustest



Joonis 2. Osmoosi põhjustatud „villid“ klaasplasti pinnal [10]



Joonis 3. Komposiitmaterjali kahjustavad tegurid [11]

ja kasutuskeskkonnast. Vananemine võib põhjustada struktuurseid muutusi ning viia tarindi täieliku purunemiseni.

MAATRIKS

Maatriksis on kahesugust vett – maatriksidefektidest tingitud õõnsustes olev vaba vesi ning polümeeriga keemiliselt seotud vesi. Maatriksi molekulaarse ehituse muutumine ongi komposiitmaterjali plastsemaks muutumise ja jäikuskao põhjus. Juba siis, kui maatriksis on kolm massiprotsenti vett, võib materjali tõmbetugevus väheneda ligi 35 %. Vee imendumist mõjutab oluliselt maatriksidefektide hulk. On täheldatud, et vee mõjul defektid suurenevad ning võivad isegi kokku kasvada. Selle nähtuse põhjuseks peetakse osmoosi [7]. See, et

defektid, kahjustused ja õhumullid nõrgendavad komposiitmaterjalide tugevusomadusi, on teada. Samuti on teada, et taimeõlidel põhinevatest vaikutest koosnevates maatriksites tekib kõvenemise ajal rohkem õhumulle kui sünteesvaikudes. See lubab järeldada, et taimeõlidest maatriksid imavad rohkem vett. Samas ei pruugi keemilised reaktsioonid nende ja vee vahel olla sama intensiivsed kui vee ja epoksüvaigu vahel ning suurem veemavus ei pruugi tingimata viia omaduste märgatava nõrgenemiseni.

KIUD

Üldiselt arvatakse, et klaaskiud vett ei ima ning nende tugevus vee mõjul ei muutu. See käib aga puhta klaaskiud kohta, komposiitmaterjali sarrustav klaaskiud käitub aga teisiti. Maatriksi

paisumine põhjustab kiududes pideva tõmbepinget, mis muudab kiu pinna vesinikioonidele kergesti ligipääsetavaks ning keemiliselt mõjutatavaks (seda nimetatakse pingekorrosiooniks) [8, 9]. Katsed on näidanud, et vee vanandatud klaasplastides on oluliselt rohkem purunenud kiude kui vanandamata materjalis [9]. Kuna komposiitmaterjali kiusuunalised tugevusomadused on määratud just kiudude endi tugevusega, siis nende kahjustumine halvendab märgatavalt kogu materjali tugevusomadusi. Seetõttu on oluline kiude kaitsta ning neid veele ligipääsmatuks muuta. See on võimalik, kui kiud katta kaitsvate kemikaalidega ning hoolitseda selle eest, et kiudude ja maatriksi vahel tekiks võimalikult tugev side.

KIU JA MAATRIKSI VAHELINE SIDE

Kiu ja maatriksi vahelise sideme olulisus kiputakse tihti peale ära unustama. Komposiitmaterjali, milles on 50 mahuprotsenti kiude läbimõõduga 10 µm, ühes kuupsentimeetris on ju 2000 cm² kiu ja maatriksi vahelist pinda! Sideme omaduste parandamisega on tegeldud juba 1942. aastast peale, kuid uuringud ei ole olnud järjepidevad ning sideme käitumist eri koormusolukordades veel põhjalikult ei mõisteta [9]. Samas on teada, et paljud komposiitmaterjali tugevusomadused sõltuvad sideme võimest koormust maatriksilt sarrusele üle kanda. Peale selle on täheldatud, et vee imendumisel komposiitmaterjali hävib kiu ja maatriksi vaheline side kiiresti ning see piirkond muutub kogu materjali nõrgimaks lüliks, põhjustades materjali enneaegse purunemise (joonised 4 ja 5). Sideme vastupidavus vee mõjule sõltub suuresti kiudude katteainest, mis reageerib nii kiudude kui ka vaiguga, moodustades niimoodi tugeva keemilise sideme. Sellised katteained (silaanid) on aga loodud kasutamiseks tehisaikudega, nt polüester- või epoksüvaikudega [9]. Taimeõlivaikude jaoks häid kiukatteinid veel ei ole ning tõenäoliselt seetõttu pääseb vesi negatiivselt mõjutama kiu ja maatriksi vahelist sidet.

Klaaskiududega tugevdatud polüester- ja epoksüvaikude vees vananemise kohta on avaldatud rohkesti raporteid. On kindlaks tehtud, et komposiitmaterjalide tugevusomadused vähenevad vee mõjul 20–50 %. Sellest hoolimata

ei kahtle keegi kaksikümne aastat vana purjeka vastupidavuses ega kasutuskõlblikkuses. Biokomposiidid on nii uudsed, et nende vees vananemise kohta praegu veel andmeid ei ole.

KOKKUVÕTTEKS

Taimekiude ei ole veelembuse tõttu veel võimalik muutuvates ilmastikutingimustes toimivates komposiitmaterjalides kasutusele võtta. Kui õnnestub aga luua kiudu kaitsvaid aineid, pakuvad taimekiud väga atraktiivse alternatiivi praegu laialdaselt kasutatavatele klaaskiududele. Taimeõlide omadusi ei ole veel piisavalt uuritud ning ei ole teada, mis võiks piirata nende kasutamist biokomposiitides. Praegu uuritakse kastoor- ja linaõli kasutamist klaaskiududega tugevdatud komposiitmaterjalides. Et nende üks kasutusvaldkond on väike-laevaehitus, on vaja teada, kuidas nad vee sees käituvad. Komposiitmaterjalisse imenduv vesi käivitab selles keerulised protsessid, mis halvendavad oluliselt tugevusomadusi:

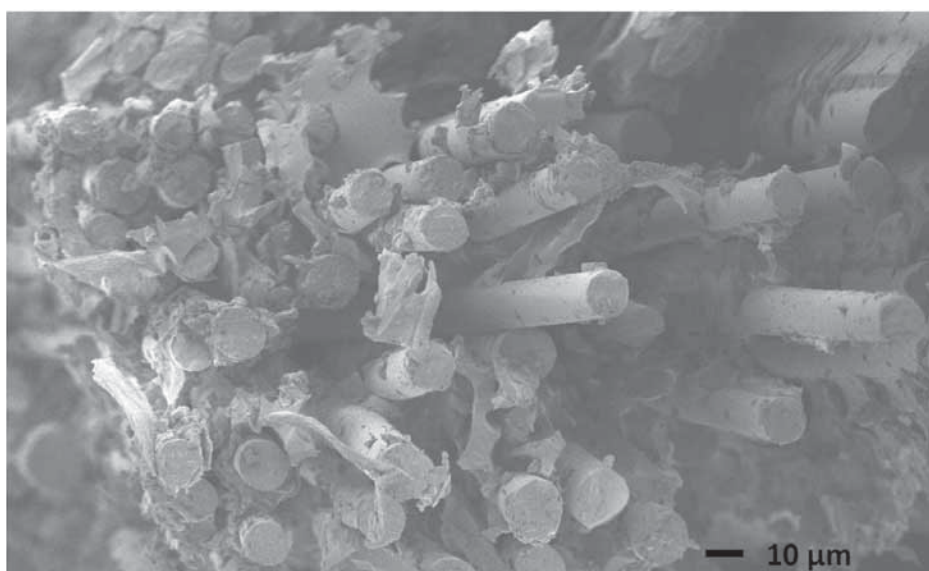
- osmoos suurendab maatriksidefekte;
- maatriksi ja kiu vaheline side kahjustub ning koormusülekanne maatriksilt kiududele halveneb;
- maatriksi paisumine paneb klaaskiud pideva tõmbepinge mõju alla.

Sellest hoolimata peetakse komposiitmaterjale ilmastikulooledele hästi vastupidavaks ning taimeõlivaikudest valmistatud komposiite loodetakse edukalt kasutada tarindite valmistamisel.

A.M.

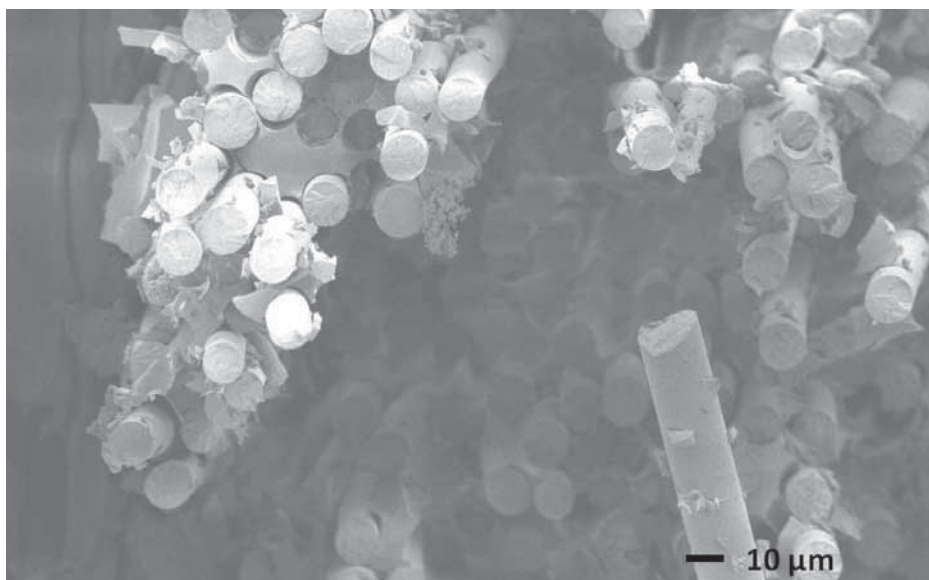
Viidatud allikad

1. Greenhouse gas estimates for selected industry sectors: <http://ecm.ncms.org/eri/new/ghg.htm>.
2. Mazumdar, S. Composites growth realizing its global potential. *Composites Technology, Columns*, 2005.
3. Netravali, A. N., Chabba, S. Composites get greener. *Materials Today*: 2003, 22–29.



Joonis 4. Vananemata klaaskiud- ja epoksüvaikkomposiidist katsekeha pärast tõmbekatset: kiudude külge jäänud maatriksitükid viitavad tugevale maatriksi ja kiu vahelisele sidemele

Autori foto



Joonis 5. Kolm nädalat vees olnud klaaskiud- ja epoksüvaikkomposiidist katsekeha pärast tõmbekatset: kiud on maatriksist puhtalt välja tõmmatud, mis annab tunnistust kahjustatud sidemest

Autori foto

4. Marsh, G. Composites that grow in fields. *Reinforced plastics*: 2008, 16–22.

5. Wambua, P, Ivens, J, Verpoest, I. Natural fibres: can they replace glass in fibre reinforced plastics? *Composites Science and Technology* 63: 2003, 1259–1264.

6. Sustainable Composites Ltd: <http://www.suscomp.com/>.

7. Puccini, G. Environmental aspects. In: Sheno R.A., Wellicome J.F. *Composite materials in maritime structures: Volume 1 Fundamental aspects*. Cambridge University Press, 1993, 44–85.

8. Gates, T. Ageing of composites – proc-

esses and modelling. In: Martin R. *Ageing of composites*. Woodhead Publishing Limited, 2008, 326–349.

9. Erickson, P. W., Plueddemann, E. P. Historical background of the interface – studies and theories. In: Plueddemann, E. P. *Composite materials: Volume 6. Interfaces in polymer matrix composites*. New York, Academic Press Inc., 1974, 2–29.

10. On board with Mark Corke. 2010. http://www.onboardwithmarkcorke.com/on_board/boat-building/.

11. Mallick, P. K. *Composites engineering handbook*. Marcel Dekker Inc., 1997.

ENERGIAT ON LIHTNE SÄÄSTA

HELVER KAASIK

Viessmann SIA Eesti filiaal

JÄRJEKORDNE külm talv on peagi möödas. Paljud meist, elatagu oma majas või korterelamus, vaatavad nüüd murelikult oma rahakotti – kütte on jälle kallimaks läinud! Midagi pole parata, energiahinnad tõusevad kogu maailmas ja selle vastu pole head rohtu leitud. Üht-teist annaks siiski teha, et olukorda veidigi parandada. Majade soojustamisest on meil palju räägitud ja räägitakse kindlasti ka edaspidi. Mida saaks aga veel ette võtta?

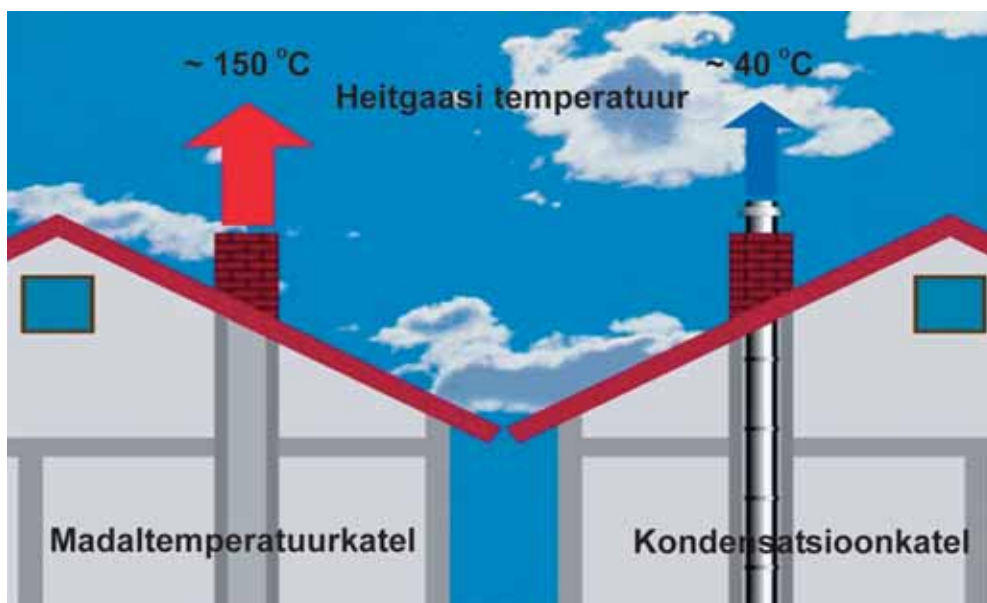
Kortermajade puhul on olukord lootustandev, sest ühistutel on olemas riigi toetusel ellu viidavaid energiasäästuprogramme, mida tuleks kindlasti ära kasutada. Kindlasti oleksid sellistest programmidest huvitatud ka eramajaomanikud. Mitmel pool Euroopas, ka meie lähiriikides, eramajaomanikke toetatakse. Meil on nad aga oma küttemuredega üksi jätetud ning peavad ise lahendusi otsima. Kindlasti kuluks neile ära nõu, kuidas oma maja küttesüsteemi säästlikumaks muuta.

Joonisel 1 on näha, et kodumajapidamises kulub suurem osa energiast küttele ja sooja vee saamiseks.



Joonis 1. Energiakulu jagunemine kodumajapidamises

Viimasel ajal on Lääne-Euroopas läinud moodi tarbevee soojendamine taastuv-, nt päikeseenergiaga. Paljud tunnevad huvi, kui pikk on sellise süsteemi tasuvusaeg. Päikesepaneelide abil on võimalik saada ca 50 % vee soojendamiseks vajali-



Joonis 2. Kondensatsioonkatlast kaotatakse heitgaasiga atmosfääri märksa vähem soojust

kust energiast. Eks majaomanik pea rehkendama, kas neisse investeerida tasub või mitte. Igal eramul on oma nägu ning investeeringu suurus võib kõikuda väga suurtes piirides.

Mida teha siis, kui eramul on juba küttesüsteem olemas, köetagu tahkekütuse, õli või gaasiga?

Gaaskütte puhul on enamasti kõige lihtsam otsuseid teha, sest Eestis köetakse ligi 90 % hoonetest tavaliste madaltemperatuur-gaasikateldega. Parim lahendus oleks vahetada selline katel kondensatsioonkatla vastu, mille puhul heidetaks tulutult atmosfääri märksa vähem soojust (joonis 2). See võimaldaks küttekulusid vähendada ligi 15 %.

Kui tahetakse halupuudega köetavat katlamaja tõhusamaks muuta, võiks valida puugaasikatla, küttekulud vähenevad siis 20–25 %. Viessmanni puugaasikatla Vitoligno 100-S kasutegur on ligi 92 %, tavaliste vanade halukatelde oma aga 60 % ringis.

Mida aga teha siis, kui olemasolevat katelt ei soovitagi välja vahetada, ent küttekulusid tahetakse siiski vähendada?

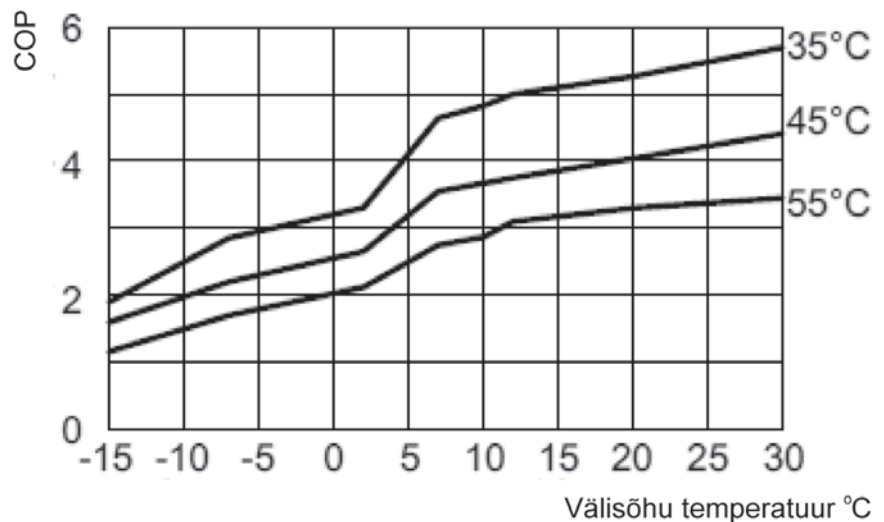
Eramajades, kus soojuskandja on vesi, tasuks mõelda õhk-vee-soojuspumba peale. Selline pump töötab tõhusalt (soojendustõhusustegur COP = 2), kui välisõhu temperatuur on kuni -7 °C. Kui õhk on külmem, on odavam gaasiga kütta. Nende kahe kütmissüsteemi kombineerimine annab kindlasti olulist kokkuhoidu. Eestis kestab kütteperiood tavaliselt kaheksa kuud ning vähemalt neli kuud saab õhk-vee-soojuspumbaga energia odavamalt kätte kui mõne fossiilkütusega. Ometi ei tasu osta ka ükskõik millist pumpa, alati peaks jälgima, et soojendustõhusustegur oleks tunnustatud standardi (nt EN 14511) kohane. Enamasti valitseb õhksoojuspumpade tehnilistes andmetes suur segadus ja hämmastust on palju. Aasias

toodetud soojuspumpade reklaamides on sageli juttu väga kõrgetest soojendustõhususteguritest, jäetakse aga märkimata, millise välisõhutemperatuuri kohta nad kehtivad. Seetõttu tasub eelistada Euroopa toodangut.

Meie kliimas on oluline see, kui suur on õhk-vesi- või õhk-õhk-soojuspumba COP, kui välisõhu temperatuur on +2, -5, -10 °C ja -15 °C. Talvistes oludes peab peale füüsikalise COP-väärtuse arvestama ka välisseadme soojendamisele ja kondensaadi sulatamiseks kuluvat energiat. Soojendustõhusustegur näidatakse enamasti +7 °C jaoks ning see temperatuur on viimane punkt, kus kondensaat ei hakka veel jäätuma. Praegused standardid ei nõua soojuspumbatootjailt sellise soojendustõhususteguri väärtuse näitamist, mis arvestaks ka kondensaadi sulatamist. Et seda ei taheta teha, on arusaadav, sest tehniliselt lihtsamad seadmed ei ole siis turul enam atraktiivsed – loodetav kasu jääb kliendi jaoks investearu tegemiseks liiga väikeseks.

Õhk-vesi-soojuspumpade soojendustõhusustegur väärtus oleneb peale välisõhu temperatuuri ka küttevee pealevoolu-temperatuurist, mis on põrandaküttesüsteemi korral 35 °C, madalatemperatuurilise radiaatorkütte puhul 45 °C ning vanade majade radiaatorküttesüsteemides enamasti 55 °C (joonis 3).

Oluline on meele pidada, et õhksoojuspumba tõhusus väheneb koos välisõhu jahenemisega. Võib kindlalt väita,



Joonis 3. Õhk-vesi-soojuspumba soojendustõhususteguri COP sõltuvus küttevee pealevoolu- ja välisõhu temperatuurist

et meie kliimas on õhksoojuspumbal enamasti vaid toetav funktsioon – lisakütteallikata toime ei tule. Enamasti on selleks pumpa sisse ehitatud elektrikatel.

Soojuspumpade kõige tõhusam esindaja on õigesti valitud jõudlusega maasoojuspump. Moodsate maasoojuspumpade soojendustõhusustegur läheneb juba väärtusele COP = 6, seetõttu ei maksa soetada maasoojuspumpa, mille COP on alla 4. Ei maksa oodata, kuni elektrienergia läheb praegusest veelgi kallimaks, see aeg ei pruugi kuigi kaugel olla. Seepärast soovitame küttesüsteemi uuendajatel soetada endale parim ja tõhusaim seade, sest siis võib oma investeeringu otstarbekuses kindel olla.

A.M.

KAESER
KOMPRESSORID

KAESER' i abiga reovesi puhtaks!

Suur valik kõrgekvaliteedilisi Saksa rootorpuhureid

Loe lisa www.kaeser.ee

VENTILATSIOONIÕHU HULGA SEADISTAMINE JA MÕÕTMINE

ANDREAS AAS

Seadistaja OÜ

NORMIKOHASE sisekliima tagamiseks on vaja ventilatsiooniõhu hulka seadistada ja mõõta. Sel teemal on palju räägitud. Paraku ei ole paljudel ventilatsioonisüsteemide tellijatel ja kasutajatel ikka veel korralikku arusaama sellest, miks on vaja õhuhulka mõõta, kes seda nõuab, kellele seda vaja on ning millised on Eesti Vabariigis kehtivad seadused, määrused, normid ja standardid, mis seda reguleerivad.

Käesoleva artikli põhieesmärk on õhuhulga seadistajatele ja mõõtjatele tutvustada mõningaid ventilatsioonisüsteemide kohta kehtivaid nõudeid, et vajaduse korral müüdavate hulgast õige valida. Loodetavasti aitab see kvaliteetsemad süsteeme rajada, tagades sellega säästlikuma ekspluatatsiooni ja parema sisekliima. Artikli piiratud maht ei võimalda teema kõikehõlmavat käsitlust, põhjalikuma teabe saamiseks on vaja tutvuda standard- ja normatiivmaterjalidega.

MÕISTEID

Õhu suhteline niiskus on õhus oleva veeauru rõhu ning samal temperatuuril õhku küllastava veeauru rõhu suhe protsentides. Kuiva õhu suhteline niiskus on 0 %, veeauruga küllastunud õhul 100 %. Inimesed, paljud loomad ja suur hulk kultuurtaimi taluvad hästi suhtelist niiskust vahemikus 40–70 %. Liiga väike või ka liiga suur suhteline niiskus võib sellega mittekohastunud organismi kahjustada.

Kastepunkt on temperatuur, millest allpool õhus olev veeauru kondenseerub. Kui +20-kraadisele ja 100-protsendise suhtelise niiskusega õhule lisada veeauru või langeda õhutemperatuuri, siis ülearune veeaur langeb sademetena välja. Siseõhus olev veeaur liigub koos sooja õhuga majast välja ning kuskil seina sees, kus temperatuur langeb kastepunktini, kondenseerub ning muudab seina või soojustusmaterjali niiskeks. Seina soojusjuhtivus suureneb ning suurenevad ka küttekulud.

VENTILATSIOONIÕHUHULGA SEADISTAMISE JA MÕÕTMISE VAJALIKKUS

Ventilatsiooniõhuhulga seadistamise ja

mõõtmise põhieesmärk on tagada normaalne sisekliima ja viia koostude tekitatav müra taseme miinimumini. Halvasti töötav ventilatsioonisüsteem võib põhjustada:

- õhupuudusest tingitud halba enesetunnet;
- köögi- ja WC-lõhna levimist elu- või magamistuppa;
- kaminasuitsu sisseajamist;
- tuuletõmme olmetsoonis;
- kõrget mürataset;
- liiga kõrget või madalat temperatuuri osas ruumidest;
- tavapärasest suuremat energiakulu;
- ehitustarindite niiskuskahjustusi.

Pärast seadistamist ja mõõtmist väljastatakse tehtud töid kirjeldav „mõõteprotokoll“, milles on kirjas töö tulemused (läheteandmed, mõõtmiskohad, regulaatorid ja nende paiknemine; tegelikud ja projekteeritud (normikohased) õhuhulgad; seadmete tüübid ja jõudlus, õhurõhk kanalites; andmed elektriajamite, filtrite ja kalorifeeride kohta; ventilatsioonisüsteemi plaan).

JURIIDILISED NÕUDED VENTILATSIOONISÜSTEEMIDE KOHTA

Ventilatsioonisüsteemide ehitamist ning kasutuselevõttu reguleerivad mitmed seadused, määrused ja standardid.

Ehitusseadus sätestab nõuded ehitiste, ehitusmaterjalide ja -toodete kohta. Ehitise tehnosüsteem on ehitise piires ehitise toimimiseks ja ohutuse tagamiseks vajalike seadmete või kommunikatsioonide kogum koos nende toimimiseks vajalike konstruktsioonelementidega. Seega on tehnosüsteem käsitletav ehitustootena. Ehitustoodete hulka kuuluvaiks loetakse muuhulgas ka ventilatsioonisüsteemid. Ehitustoodetele kehtestatud nõuetest tulenevalt peavad ventilatsioonisüsteemid olema projekteeritud ja ehitatud hea ehitustava kohaselt, ehitamist ja ehitusprojekti käsitlevaid õigusakte järgides ning vastama energiatõhususe miinimumnõuetele.

Ventilatsioonisüsteemi kui ehitustootena nõuetele vastavust tuleb tõendada. Hindamiseks ja tõendamiseks tuleb kaasata teavitatud asutust, s.o vastavuse hindamise

asutust, kellele on antud õigus oma pädevuse piires teha ehitustoota nõuetele vastavuse tõendamiseks vajalikke hindamisprotseduure. Teavitatud asutused võivad olla sertifitseerimisasutused, inspekteerimisasutused või katselaborid.

Ventilatsioonisüsteemide nõuetele vastavust kontrollivad katselaborid, kes mõõtes, katsetades ja/või muul moel hindavad ventilatsioonisüsteemide omadusi või toimivust. Süsteemide nõuetele vastavuse hindamise ja mõõtetulemuste esitamise nõuded katselaboritele on sätestatud mõõteseaduses ja toote nõuetele vastavuse seaduses.

Mõõteseadus kehtestab nõude, et katselaborite esitatavate mõõtetulemuste jälgitavus peab olema tõendatud. Katselabori (mõõtja) pädevust hinnatakse ja tõendatakse akrediteerimise või erialase pädevuse hindamise ja tõendamise teel. Mõõtja erialast pädevust hindab ja tõendab Eesti Akrediteerimiskeskus. Akrediteerimisel hinnatakse mõõtja vastavust laborite pädevusnõudeid kehtestava rahvusvahelise standardi nõuetele, järgides sätestatud akrediteerimisprotseduure ja nõudeid. Ventilatsioonisüsteemide tööparameetrite mõõtmisega tegeleva katselabori pädevusnõuded on kehtestatud standardis EVS-EN ISO/IEC 17025:2006 „Katse- ja kalibreerimislaborite kompetentsuse üldnõuded“.

Eespoolöeldust järeldub, et ventilatsioonisüsteemide õhuhulga mõõtmistööd tuleb lasta teha Eesti Akrediteerimiskeskuse tunnustatud katselaboril. Akrediteerimata mõõtja mõõtmistulemused ei ole usaldusväärsed.

Peale mainitud normatiivmaterjalide annavad kohustuslikke ja soovituslikke juhiseid ventilatsioonisüsteemide rajamiseks ning nõuetele vastavusele tõendamiseks järgmised väljaanded:

- EVS 845:2004. Hoonete ventilatsiooni projekteerimine (koosneb kolmest osast);
- EVS 906:2010. Mitteeluhoonete ventilatsioon. Üldnõuded ventilatsiooni- ja ruumiõhu konditsioneerimissüsteemidele. Eesti rahvuslik lisa standardile EVS-EN 13779:2007;
- Hoonete tehnosüsteemide RYL 2002. **[A.M.]**

HELIISOLATSIOONINÕUETE ÜHTLUSTAMINE EUROOPAS

MARKO RÜNDVA

Insinööritoimisto Akukon Oy Eesti filiaal

LINDA MADALIK

FIE Linda Madalik

UUTE ja renoveeritavate eluhoonete puhul eeldatakse, et nende heliisolatsioon on piisav privaatsuse tagamiseks ja naabreid mitte segavate mõistlike tegevuste jaoks. Korterelamutes on tarvis mõistliku hinnaga luua kõrgetasemelised akustilised tingimused, arvestades ka soojusisolatsiooni- ja keskkonnanõudeid – terviklahendused peavad hõlmama nii hoonete soojustamist kui ka heliisolatsiooni.

2009. aasta sügisel käivitus nelja-aastane üleeuroopaline projekt, mida rahastab Euroopa Komisjoni juures olev teaduse ja tehnika alast koostööd koordineeriv asutus COST (*European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research*). Tegemist on COSTi tegevusega TU0901 *Integrating and harmonising sound insulation aspects in sustainable urban housing constructions* (*Säästlike eluhoonete tarindite heliisolatsioonaspektide ühtlustamine ja kokkusobitamine*). Projekt kestab 2013. aastani ja lähemalt saab sellega tutvuda aadressil <http://www.costtu0901.eu/> [1]. Muudest projektidest, milles osalevad ka Eesti esindajad, on juttu aadressil <http://www.cost.esf.org/>.

Taanis algatatud projektiga on praeguseks liitunud 28 Euroopa riiki ning partneritena Uus-Meremaa ja Kanada. Osalejaid riigiasutustest (ministeeriumid), ülikoolidest, uurimisasutustest ja konsultatsiooniettevõtetest on üle kuuekümne. Ekspertgrupp teeb koostööd ka teiste sama valdkonna töögruppidega, kes tegelevad näiteks ISO akustikastandarditega (osa liikmeid osaleb mitmes töögrupis), ning see võimaldab kaasa rääkida ja mõjutada kogu vastavat valdkonda. Ekspertgrupp mõjutab eelkõige rahvusvahelisi ehitusakustikaalaseid standardeid, sealtna ka oma korda eri riikides kasutatavaid akustikaalaseid näitajaid ja nõudeid. Lõpptulemusena peaksid tulevikus eluruumide akustilised tingimused paremaks muutma.

Töögrupi peamine eesmärk on ühtlustada eluruumide vahelisi õhu- ja lõõgimüraisolatsiooni indikaatoreid ning pakkuda Euroopa riikide jaoks eluruumide akustilise toimivuse ühtne näitajate süsteem, mis hõlmaks piisavat helisagedusvahemikku

(sh suurendaks madalate sageduste osakaalu) ning annaks tõese pildi elanike akustilisest mugavusest seoses naabrite tekitatud olmemüraga. Ühtlustatakse välispiirete heliisolatsiooni hindamiseks rakendatavaid näitajaid ning valmistatakse ette mitme kvaliteediklassiga kvalifitseerimisskeem. Heliisolatsiooniindikaatorite ja klassifitseerimisskeemide otstarbekamaks muutmine looks tingimused tarindite heliisolatsiooniomadustesse puutuva teabe (mõõtmistulemused, tarindite ja liitumissõlmede lahendused) riikidevaheliseks vahetamiseks.

Eesti on esindatud projekti kahes töögrupis, millest esimene (esindaja Linda Madalik) tegeleb akustiliste nõuete ja klassifitseerimisega ning teine (esindaja Marko Ründva) ehitustarinditega.

AKUSTILISED NÕUDED JA KLASSEIFITSEERIMINE

Peaaegu kõikides Euroopa riikides on 1950ndatest aastatest peale rakendatud nõudeid hoonete akustilise toimivuse kohta, mis erinevad suuresti nii näitajate kui ka nende piirväärtuste poolest. Algu-

ses olid näitajaid lihtsamad, kuid riigiti on neid arendatud ning nad on kokku võetud peamises heliisolatsiooni näitajaid käsitlevas standardiseerias EN ISO 717:1996. Heliisolatsiooni hindamise põhistandardid EN ISO 717-1:1996 ja EN ISO 717-2:1996 pakuvad õhumüraisolatsiooni hindamiseks viisteist ning lõõgimüraisolatsiooni jaoks kuus eri näitajat. Riigisiselt need üldjuhul segadust ei põhjusta, küll aga tekitavad arusaamatusi riikide vahel. Üheksa Euroopa riiki on hakanud hooned akustiliselt klassifitseerima, kusjuures klassifitseerimispõhimõtted ei ole omavahel otseselt võrreldavad [2,3]. See on tootjatele, kes tahavad oma tooteid või lahendusi pakkuda muudes riikides, muutnud kogemuste vahetamise, arendustegevuse ja riikidevahelise kaubanduse keeruliseks.

UURIMISPROJEKTI EESMÄRGID JA VÄLJUNDID

Käimasoleva projekti üks eesmärke on näitajate ja heliklasside ühtlustamine ja nende omavaheliste seoste parem väljatoomine, et hõlbustada edasist arengut. Tehakse koos-

Tabel 1. EUROOPA RIIKIDE HELIKLASSISÜSTEEMID ELAMUTE JAOKS

Riik	Klassi tähistus ⁽¹⁾	Kohustuslik nõue	Klassifitseerimisviide (standardi lühend)
Taani	A/B/C/D	C	DS 490 (2007)
Soome	A/B/C/D	C	SFS 5907(2004)
Island	A/B/C/D	pole ⁽³⁾	ITS 45 (2003)
Norra	A/B/C/D	C	NS 8175 (2008)
Rootsi	A/B/C/D	C	SS 25267 (2004)
Leedu	A/B/C/D/E	C	STR 2.01.07 (2003)
Holland	1/2/3/4/5	3	NEN 1070 (1999)
Saksamaa	III/II/I	C	VDI 4100 (2007)
Prantsusmaa	QLAC/QL ⁽²⁾	pole ⁽⁴⁾	Qualitel (2008)

⁽¹⁾ Klassid on paremusjärjekorras

⁽²⁾ Määratud klassi tähistus, mis näitab kahe ruumi vahelist heliisolatsiooni, nt välisseina heliisolatsioonil on üks toimivustase

⁽³⁾ Heliisolatsiooni nõuete ruumide vahel on klass C, aga õigusaktidest tulenev nõue on sellest madalam

⁽⁴⁾ Klass QL õhumüraisolatsiooniindeksi jaoks eluruumide vahel on võrdne kohustusliku nõudega. Lõõgimüraisolatsiooni indeksi jaoks on QL 3dB võrra kohustuslikust rangem

Tabel 2. ELURUUMIDE VAHELISE ÕHUMÜRAISOLATSIOONI KLASSIFIKATSIOON

Eluruumide vahelise õhumüraisolatsiooni indeks – põhiklassikriteerium dB-es					
Riik ⁽³⁾	Klass A	Klass B	Klass C	Klass D	Klass E
	NL: Klass 1	NL: Klass 2	NL: Klass 3	NL: Klass 4	NL: Klass 5
	DE: Klass III	DE: Klass II	DE: Klass I	DE: -	DE: -
	FR: -	FR: QLAC	FR: CL	FR: -	FR: -
Taani	$R'_{w} + C_{50-3150} \geq 63$	$R'_{w} + C_{50-3150} \geq 58$	$R'_{w} \geq 55$	$R'_{w} \geq 50$	-
Soome	$R'_{w} + C_{50-3150} \geq 63$	$R'_{w} + C_{50-3150} \geq 58$	$R'_{w} \geq 55$	$R'_{w} \geq 49$	-
Island	$R'_{w} + C_{50-3150} \geq 63$	$R'_{w} + C_{50-3150} \geq 58$	$R'_{w} \geq 55^{(1)}$	$R'_{w} \geq 50$	-
Norra	$R'_{w} + C_{50-3150} \geq 63$	$R'_{w} + C_{50-3150} \geq 58$	$R'_{w} \geq 55^{(1)}$	$R'_{w} \geq 50$	-
Rootsi	$R'_{w} + C_{50-3150} \geq 61$	$R'_{w} + C_{50-3150} \geq 57$	$R'_{w} + C_{50-3150} \geq 53$	$R'_{w} \geq 49$	-
Leedu	$R'_{w} + C_{50-3150} \geq 63$	$R'_{w} + C_{50-3150} \geq 58$	R'_{w}		R'_{w}
	või	või	või	R'_{w} või $D_{nT,w} \geq 52$	või
	$D_{nT,w} + C_{50-3150} \geq 63$	$D_{nT,w} + C_{50-3150} \geq 58$	$D_{nT,w} \geq 55^{(1)}$		$D_{nT,w} \geq 48$
Holland*	$D_{nT,w} + C_{50-3150} \geq 62$	$D_{nT,w} + C_{50-3150} \geq 57$	$D_{nT,w} + C \geq 52$	$D_{nT,w} + C \geq 47$	$D_{nT,w} + C \geq 42$
Saksamaa** M ⁽²⁾	H: $R'_{w} \geq 67$; V: $R'_{w} \geq 67$	H: $R'_{w} \geq 56$; V: $R'_{w} \geq 57$	H: $R'_{w} \geq 53$; V: $R'_{w} \geq 54$	-	-
Saksamaa** R ⁽²⁾	$R'_{w} \geq 68$	$R'_{w} \geq 63$	$R'_{w} \geq 57$	-	-
Prantsusmaa	-	$D_{nT,w} + C \geq 56$	$D_{nT,w} + C \geq 53$	-	-

* Klassid 1,2,3,4,5; ** Klassid QLAC, QL
⁽¹⁾ $C_{50-3150/500}$ soovituslik kasutada ka klassis C
⁽²⁾ M – mitmekorruseline hoone; R – ridaelamutüüpi hoone; H – horisontaalne; V – vertikaalne
⁽³⁾ Viidete kohta vaata tabelit 1

Tabel 3. ELURUUMIDE VAHELISE LÖÖGIMÜRAISOLATSIOONI KLASSIFIKATSIOON

Eluruumide vahelise löögimüra taseme indeks – põhiklassikriteerium dB-es					
Riik ⁽³⁾	Klass A	Klass B	Klass C	Klass D	Klass E
	NL:Klass 1	NL: Klass 2	NL: Klass 3	NL: Klass 4	NL: Klass 5
	DE: Klass III	DE: Klass II	DE: Klass I	DE: -	DE: -
	FR: -	FR: QLAC	FR: CL	FR: -	FR: -
Taani	$L'_{n,w} + C_{150-2500} \leq 43$	$L'_{n,w} + C_{150-2500} \leq 48$	$L'_{n,w} \leq 53$	$L'_{n,w} \leq 58$	-
Soome	$L'_{n,w} \leq 43$ ja $L'_{n,w} + C_{150-2500} \leq 43$	$L'_{n,w} \leq 49$ ja $L'_{n,w} + C_{150-2500} \leq 49$	$L'_{n,w} \leq 53^{(1)}$	$L'_{n,w} \leq 63$	-
Island	$L'_{n,w} \leq 43$ ja $L'_{n,w} + C_{150-2500} \leq 43$	$L'_{n,w} \leq 48$ ja $L'_{n,w} + C_{150-2500} \leq 48$	$L'_{n,w} \leq 53^{(1)}$	$L'_{n,w} \leq 58$	-
Norra	$L'_{n,w} \leq 43$ ja $L'_{n,w} + C_{150-2500} \leq 43$	$L'_{n,w} \leq 48$ ja $L'_{n,w} + C_{150-2500} \leq 48$	$L'_{n,w} \leq 53^{(1)}$	$L'_{n,w} \leq 58$	-
Rootsi	$L'_{n,w} \leq 48$ ja $L'_{n,w} + C_{150-2500} \leq 48$	$L'_{n,w} \leq 52$ ja $L'_{n,w} + C_{150-2500} \leq 52$	$L'_{n,w} \leq 56$ ja $L'_{n,w} + C_{150-2500} \leq 56$	$L'_{n,w} \leq 60$	-
Leedu	$L'_{n,w} + C_{150-2500} \leq 43$	$L'_{n,w} + C_{150-2500} \leq 48$	$L'_{n,w} \leq 53^{(1)}$	$L'_{n,w} \leq 58$	$L'_{n,w} \leq 60$
Holland*	$L'_{n,w} + C_1 \leq 43$	$L'_{n,w} + C_1 \leq 48$	$L'_{n,w} + C_1 \leq 53$	$L'_{n,w} + C_1 \leq 58$	$L'_{n,w} + C_1 \leq 63$
Saksamaa** M ⁽²⁾	$L'_{n,w} \leq 39$	$L'_{n,w} \leq 46$	$L'_{n,w} \leq 53$	-	-
Saksamaa** R ⁽²⁾	$L'_{n,w} \leq 34$	$L'_{n,w} \leq 41$	$L'_{n,w} \leq 48$	-	-
Prantsusmaa	-	$L'_{n,w} \leq 52$ (QLAC)	$L'_{n,w} \leq 55$ (QL)	-	-

* Klassid 1,2,3,4,5; ** Klassid QLAC, QL
⁽¹⁾ $C_{150-2500}$ soovituslik kasutada ka klassis C
⁽²⁾ M - mitmekorruseline hoone; R - ridaelamu tüüpi hoone; H - horisontaalne; V - vertikaalne
⁽³⁾ Viidete kohta vaata tabelit 1

Õhumüraisolatsiooni indeks R'_{w} (dB) ja standarditud tasemete vahe $D_{nT,w}$ (dB) on näitajad, mille abil hinnatakse ehitise ruumidevahelist õhumüraisolatsiooni.
Taandatud löögimüra taseme indeks $L'_{n,w}$ (dB) on näitaja, mille abil hinnatakse löögimüra levikut ehitises ning mis iseloomustab piirdetarindite löögimüraisolatsiooni.
Spektri lähendustegur C_x on suurus dB-s, mis liidetakse heliisolatsiooniindeksile müraallikaspektri omaduste arvestamiseks.

tööd ja vahetatakse teavet ühiste näitajate arendamiseks ning antakse soovitusi standardite, õigusaktide ja klassifitseerimise ühtlustamiseks. Ühtlustatud klassifikatsioon annaks elanikele, ehitajatele ja projekteerijatele selget informatsiooni eluhoone- te heliisolatsiooni kvaliteedi kohta.

Seoseid eluruumide vahelise heliisolatsiooni ja eri müraallikate põhjustatud häiringute vahel on uuritud mitmes riigis, kuid erinevate näitajate kasutamise tõttu ei ole tulemused otseselt võrreldavad.

Eri tarindite heliisolatsiooni arvutamiseks kasutatakse (ka arvutus- tarkvarades) peamiselt arvutusstan- dardid EN 12354-1/2/3/4 „Hoonete akustilise toimivuse hindamine ele- mentide akustilise toime põhjal“, mille alusel on võimalik arvutada piirdekonstruktsioonide akustili- si indikaatoreid. Siiski ei võimalda standardid EN 12354 teha arvutusi kõikide tarinditüüpide kohta.

Seda, et eri riikide nõuded on erinevad ja nende üleeuroopaline ühtlustamine keeruline, põhjusta- vad ajaloolised ja kultuurilised eri- nevused (nt Lõuna-Euroopas ei eel- data kahe korteri vahel sama head heliisolatsiooni kui Põhjamaades) ning erisuguste tüüpehitustarindite kasutamine. Euroopa riigid on läbi teinud pikaajalise arengu heliiso- latsiooni nõuete kehtestamiseks ja rakendamiseks ning indikaatorite arvu vähendamine osutub ilm- selt keeruliseks. Samas on reaalne vähendada ISO 717 indikaatorite hulka ning selgemini esitada nende omavahelisi seoseid (sh indikaatori- te akustiliste omaduste kirjeldust).

Töögrupi eesmärk ei ole kehtes- tada ühtseid üleeuroopalisi heli- solatsiooninõudeid, muutes neid mingi riigi suhtes kas leebemaks või rangemaks, vaid ühtse raamistiku loomine. Töögrupi töös osalevad liikmesriigid saavad rakendada saa- dud informatsiooni riigisiselt ja suunata selleks vajalikke protsesse. Akustiliste nõuete muutmine võib osutada keerukaks pika akustikaala- se ajalooga riikides ning olla lihtsam riikides, kus sellist ajaloolist aspekti ei ole.

Töö käigus on selgunud, et eri ri- kides või riigigruppides kasutatakse väga erinevaid tüüptarindeid ja ma- terjale. Lõuna- ja Kesk-Euroopas on laialdaselt kasutusel savist kargtel-

lised, Põhja-Euroopas aga mitte. Paljudes riikides ei ehitata korterivahelisi piirdeid kergtarinditena, nt kipsplaatidest. Skandinaavia riikides on kehtestatud ranged akustilised nõuded heliklassidele A ja B ning neid nõudeid on keeruline täita standardsete kergtarinditega (nt puidust element- või moodulmajades). See tähendab, et rangete akustiliste nõuete kehtestamine hakkab määrama ehituslikke lahendusi ning piirama ehitusmaterjalikasutust.

Seoses hoonete akustilise toimivusega koostatakse juhend, mis hõlmab mitmesuguseid tarindeid, tüüpsõlmede õigeid lahendusi, heliisolatsiooni mõjutavate tegurite kirjeldusi, ning mis tehakse kättesaadavaks kõikidele ehitustööstuses osalejatele.

MÕJUD EESTILE

Projektis osalemine annab Eestile võimaluse vahetada teavet, teha piiriülest koostööd ja olla soovitude koostamise juures. Oluline on ka see, et saab jälgida selle valdkonna arengut muudes riikides.

Projekti lõpptulemusena lihtsustaks meie projekteerijate töö väljaspool Eestit, sest heliisolatsioonialane teave (nt nõuded, tüüplahendused) oleks avalikult kättesaadav. Lihtsustaks ka nende tootjate töö, kes on välja töötanud mingitele nõuetele vastavad lahendused ning neid nõutaval viisil katsetanud. Ühtlustatud näitajate korral on neil lihtsam pakkuda oma ehitusmaterjale ja lahendusi ka muudesse riikidesse, mitte üksnes koduturule.

On vaja viia lõpuni Eesti projekteerimisnormi eelnõu EPN 16.1 *Ehitiste heliisolatsiooninõuded. Kaitse müra eest* lisas (aastal 1999) tutvustatud elamute liigitamine akustiliste tingimuste alusel ning ka Eestis kehtestada standard ruumide klassifitseerimiseks akustilisest seisukohast [4]. See lihtsustaks eri akustilise mugavusega eluruumide ehitamist. Projekteerimisnormi-

Tabel 4. ERI HELIKLASSIDE AKUSTILISTE TINGIMUSTE KIRJELDUS (TAANI STANDARDI DS490 ALUSEL)

Elamute akustilisi tingimusi kirjeldavad heliklassid		Elanike hinnang	
Klass	Omadused vastavalt DS 490-le	Hea või väga hea	Halb
A	Akustilised tingimused suurepärased. Müra häirib elanikke harva.	> 90 %	
B	Märkimisväärne paranemine võrreldes klassi C miinimumnõuetega. Elanikud on vahel häiritud.	70–85 %	<10 %
C	Uue hoone miinimumnõuetele vastav heliklass.	50–65 %	< 30 %
D	Vanade hoonete heliklass, akustilised tingimused ebarahuldavad. Ei vasta uute hoonete nõuetele.	30–45 %	25–50 %

de EPN 16.1 [5] lisas 4 leidub Põhjamaade standardi INSTA 122/1998 eelnõu, mis käsitleb elamute liigitamist akustiliste tingimuste alusel. Kasutusele on võetud neli hinnangukategooriat ehk heliklassi: A, B, C ja D. Uued elamud projekteeritakse vastavalt klassi C akustilistele tingimustele, klassi D nõuded on vanade või renoveeritavate elamute kohta ning klasside A ja B nõuete täitmine võimaldab saavutada tavapärasest paremaid akustilisi tingimusi. Hoone kuulumine ühte või teise heliklassi tehakse kindlaks akustiliste mõõtmistega. Elanike hinnang Taani üht või teist heliklassi elamute akustilistele tingimustele kohta on toodud tabelis 4.

Eesti õigusaktidesse on vaja viia heliisolatsiooni miinimumnõuded. Praegu leiduvad heliisolatsiooninõuded ainult vabatahtlikkuse alusel kasutatavas standardis EVS 842:2003 *Ehitiste heliisolatsiooninõuded. Kaitse müra eest* [6]. Tabelis 4 on näha, et klassi C kohased heliisolatsiooninõuded, mis vastavad standardi EVS 842:2003 kohastele eluruumivaheliste piirete miinimumnõuetele (eluruumide vaheline õhumüraisolatsiooni indeks $R'_w \geq 55$ dB, eluruumide vaheline taandatud löögimürataseme indeks $L'_{nw} \leq 53$ dB), ei ole ülemäära kõrged – vaid 50–65 % elanikest oli akustiliste tingimustega rahul. Heliklassi

andmine elamule võimaldab elanikel saada usaldusväärset teavet korteri akustiliste omaduste kohta, mis peaksid kajastuma ka korteri hinnas. A.M.

Viidatud allikad

1. COST Action TU0901 www.costtu0901.eu
2. Birgit Rasmussen. Sound insulation between dwellings – Requirements in building regulations in Europe. Applied Acoustics, 2010, 71(4), 373–385.
3. Birgit Rasmussen ja Jens Holger Rindel. Sound insulation between dwellings – Descriptors in building regulations in Europe, Applied Acoustics, 2010, 71(3), 171–180.
4. Linda Madalik. Heliisolatsioonist. Ehitaja 10 (86) 2003, 23–25.
5. EPN 16.1. Ehitiste heliisolatsiooninõuded. Kaitse müra eest.
6. EVS 842:2003. Ehitiste heliisolatsiooninõuded. Kaitse müra eest.



KESKKONNAVEEB

keskkonnainfo internetis

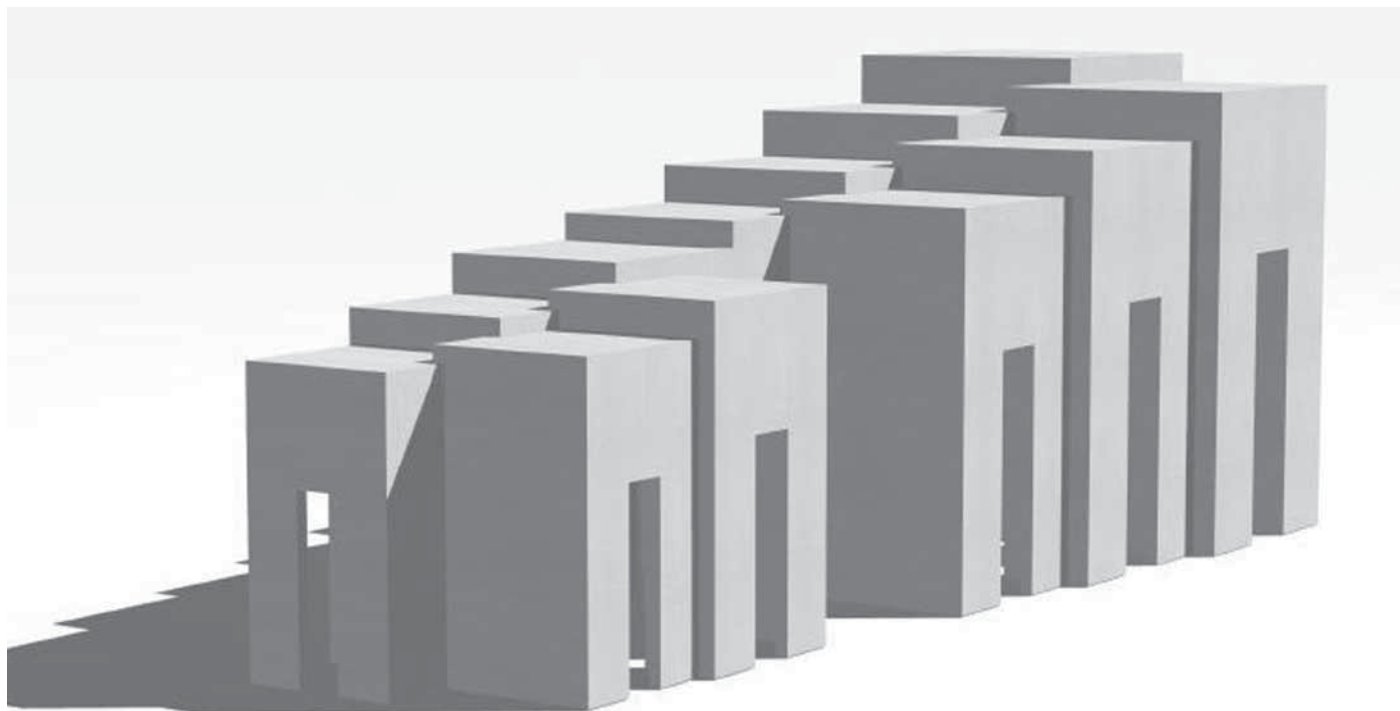
Keskkonna- ja keskkonnaõiguse uudised

Iga kuu keskkonnaõiguses toimunud muudatuste kokkuvõtte (ESTLEXi) internetikogumik Keskkonnaõigus – lihtsustab keskkonnaõiguse jälgimist

Keskkonnavalaste tegevuste info ja kuulutused

2010. a avaldati Keskkonnaõiguse uudiskirjas kokku infot 46 jõustunud, 117 muutunud, 39 lisandunud ja 33 kehtetu õigusakti kohta.

www.alkranel.ee/keskkonnaveeb



CHROMATIC – SKULPTUUR KAHEMÕÕTMEELISES TAJURUUMIS: VISUAALNE + AKUSTILINE

ANDREI KERVALIŠVILI, MEELIS TREPP

Nordecon Betoon OÜ

TALLINN on Euroopa 2011. aasta kultuuripealinn, seetõttu on tänavune aasta Tallinnale väga oluline. Selle sündmuse ja Eesti muusika ajaloo vääriliseks jäädvustamiseks linnaruumis on Tallinnas kavas avada skulptuur *Cromatic*, mis väärrib tähelepanu eelkõige seepärast, et tegemist on koha peal monoliitbetoonist valatava väga õhukeste seintega skulptuuriga, mis nõuab väga oskuslikke betoonivalajaid. Teisalt on tegemist keerulise inseneritehnilise lahendusega, milles saavad kokku kunstniku nägemus helidest ja nende levimisest ning selle tehniline teostus.

Skulptuuri nimi tuleneb kreeka keelsest sõnast *chroma* – värv. Muusikas määratletakse kromaatilist helirida kui diatoonilise heli ja seda täiendava

altereeritud heli järgnevust. Tõusvatest või langevatest pooltoonidest koosnev kromaatiline helirida sisaldab 12 helikõrgust.

Lihtsustatult võib öelda, et kuuldavate helide (müra) allikas on alati mehaaniliselt võnkuv objekt (nt kitarrikeel, kõlari diafragma), mis aktiveerib keskkonna võnkumise. Võnkumise üks tähtsamaid näitajaid on sagedus – sellest sõltub heli kõrgus. Muusikateoorias vastab kahekordsele võnkesageduse muutusele üks oktav. Suure tõenäosusega langeb helikoguse dimensioon kokku kõigi võnkuvate unikaalsete elementaarosakeste ja nende kombinatsioonide kogusega – helide arv on peaaegu piiramatult. Inimene kuuleb helisid ainult teatud diapasoonis, aga isegi selles on lõpmatult palju

helisid (nagu on lõpmatult palju arvu- sid 0,0 ja 1,0 vahel). Õnneks on olemas võnkumiskiir, mida inimese aju suudab eristada (st erinevusi fikseerida). Interpreedid löid seda omadust ära kasutades **mõõtesüsteemi, et oma loomingu ajas talletada ja edasi anda.** Praktikas kasutatavad võnkumiskiirid (oktavid) on kokkuleppelise iseloomuga – kasutatakse üheksat oktavi diapasoonis 16,352 kuni 8372,0 Hz. Klaveri häälestamisel kasutatakse seitset täis- ja kaht osaoktavi. Kromaatilise skaala iga oktav moodustatakse 12-st pooltoonist: Do, Do#, Re, Re#, Mi, Fa, Fa#, Sol, Sol#, La, La# ja Si. Iga paari (nt Do/Re, Mi/Si) võnkesageduse suhe on kõikides oktavites konstantne. Esimese oktavi Do ja teise oktavi Do võnkesageduste erinevus on kahekordne.



Kõrvutiste ruumide geomeetrilised näitajad (laius ja kõrgus) on kavandatud nii, et nende suhe vastaks eri toonide võnkumissageduste suhtele kromaatilises skaalas. Helilainete liikumist skulptuuri ruumides on väga lihtsustult kujutatud joonisel 2.

Inseneridel oli ehitusprojekti keeruline ellu viia kahel põhjusel. Esiteks tuli leida ehitusetappide kõige otstarbekam järjekord, sest kliimatingimused olid ekstreemsed ning betoneerimisteh-



inseneride nutikust ja töömeeste suuri kogemusi.

Saavutatav tulemus (helide vool)
Cromaticus sõltub suuresti sellest, kuidas helid ruumis tekitatakse. Ei tasu oodata, et haamrilöök vastu skulptuuri seina paneb muusika mängima. Autorikollektiiv võrdleb oodatavat tulemust klaveriga: ühe noodi asemel tekib skulptuuris harmooniliselt tõusev või langev helijada.

A.M.



akustika müratõrje esitlustehnika

Insinööri toimisto Akukon Oy Eesti Filiaal Laki 3a, 10621 Tallinn
tel: 661 6900, faks: 661 6901, info@akukon.ee, www.akukon.ee

TEGEVUSVALDKONNAD

Ehitusakustika
ruumiakustika, heliisolatsioon, müratõrje

Insener-tehniliste süsteemide akustika
müratõrje, vibratsioonitõrje

Keskkonnamüra
mürakaardistamine, leevendusmeetmed

PAKUME

Konsultatsioone, projekteerimist,
mõõtmisi, eksperthinnanguid

KULTUURILOOLISELT VÄÄRTUSLIKE EHITISTE HOOLDUSTÖÖDE KAVANDAMINE

LEA STROH

StrohKonsult OÜ

EHITISTE hooldamine nõuab teadmisi ja oskusi ning harjumust seda tööd teha. Hooldamata tarindid ja materjalid lagunevad ning neid remontida või asendada on juba tunduvalt kulukam. Kultuurilooliselt väärtuslike objektide hooldamine on eriti oluline, sest tegemist ei ole lihtsalt ehitiste, vaid ehitustehniliste süsteemide, tarindite, materjalide, detailide ja töövõtetega, mis üheskoos moodustavad meie ehitustraditsiooni, mida peame tuleviku jaoks moonutamata alles hoidma.

Hea kavandamise korral saab oluliselt vähendada nii praegu kui ka tulevikus tehtavaid hoolduskulutusi. Vajalike tööde järjekorra määramiseks ja investeringute planeerimiseks on tarvis hooldustööde kava. Kavas ei keskenduta üksnes ehitustehniliste probleemide väljaselgitamisele ja lahendamisele, vaid ka kultuurilooliste väärtuste esiletoomisele.

Lihtsate objektide puhul saab omanik kava koostamisega ehk ise hakkama, ent suuremate komplekside korral on vaja mitme eriala asjatundjate teadmisi ja koostööd. Oleks loomulik, kui mälestise omanik saaks kogu teabe objekti väärtuste ja nende hooldamisviiside kohta riigilt ning tema ülesandeks jääks vaid hooldustööde korraldamine ja tegemine. Igal juhul tuleb hooldustööde kava välja töötada koos omanike, haldajate ja hooldajatega – see loob tunde, et omanikku usaldatakse. Suureneb ka vastutustunne väärtuste hoidmisel.

Kultuurilooliste väärtuste esiletoomine ja kirjeldamine aitab mõista hooldustööde sisu ja motive ning süvendada lugupidamist kultuuripärandi vastu. Hooldusjuhendid peaksid sisaldama ka põhjendusi, miks on vaja kasutada üht või teist töövõtet või materjali. Siis saab kogemustest õppida ja osatakse õigeid meetodeid ka mujal rakendada.

Töö hoolduskava koostamisega ja kava ise peavad jääma mõistlikkuse raamesse. Kava ei tohi olla ülearu keeruline ja ambitsioonikas, ent ka formaalne ja pealiskaudne. Tööülesannete ülemäära detailne ettekirjutamine võib pärssida omalगतust ning liigsete tabelite täitmise nõudmine põhjustada väljamõeldud andmete esitamist. Tähtis on, et kava oleks olemas ja käepärane, et seda kasutataks ja täiendataks ning et see keskenduks kultuurilooliselt väärtuslike tarindite ja detailide hooldamisele.

HOOLDAMINE PEAB OLEMA PIDEV

Aja jooksul ehitised kuluvad ja lagunevad ning nende kasutusväärtus langeb. Pidev hooldamine takistab lagunemist. Oluline on, et õige panus tehtaks õigel ajal, õiges kohas ja õigel viisil. Õigel ajal tehtud hooldustööd säästavad raha ja

remondiks vajalike materjalide hulka. Pidevat hooldust on võimalik korraldada tavapäraste sissetulekute piires, ulatuslikumad tööd nõuavad suuremaid investeringuid.

Kaugelearenenud kahjustuste korral loobutakse tavaliselt hooldustöödest, sest neid ei peeta enam otstarbekaks, ning hakatakse kavandama ulatuslikku remonti või renoveerimist. Tarindite ajutist kindlustamistki ei peeta vajalikuks ning kahjustused aina süvenevad. Projekteerimisel on raske tööde tegelikku mahtu ette näha, mistõttu kavandatakse kas liialt suuri lammutusi ja asendamisi või projekt ei hõlma kõiki sobivaid lahendusi ning muutub töö käigus osaliselt kõlbmatuks.

Ulatuslike remondi- ja renoveerimistöödega kaasneb tavaliselt ka ehitise funktsionaalse lahenduse muutmine ja üldine moderniseerimine. Maksimaalse kasu saamise eesmärgil paisutatakse ruumiprogrammi, mis omakorda võib tingida täiesti korras tarindite väljavahetamise. Kokkuvõttes võivad remondiga seotud kulutused kujuneda loodetud kasust suu-remaks.

Kultuurilooliselt väärtuslike ehitiste ulatuslik parandamine ja tarindite väljavahetamine võib koguni põhjustada nende väärtuste hävimist. Ehitismälestiste originaalsed süsteemid ja teatud piirini kulunud tarindid ongi need, mis moodustavad kultuuriloolise väärtuse.

Hooldamise eesmärk on seega ehitise korrashoidmine, säästlik kasutamine ja arendamine. Pidevalt hooldades saab remonti pikemaks ajaks edasi lükata või koguni vältida. Originaali peaks saama tulevastele põlvetele edasi anda sellisena, et selle kultuuriloolised väärtused on moonutamata säilinud. See kehtib nii objekti ümbruse, mahu, tarindite kui ka materjalide, detailide ja kasutatud töövõtete kohta.

Praegu ei ole veel kõigil majaomanikel pideva hooldustöö harjumust, vajaka jääb ka oskustest ja kogemustest. Riik peaks aktiivsemalt toetama teadmiste süvendamist ja levitamist ning hoolitsema selle eest, et kodanikele loodaks paremad eeldused ehitiste säästvaks hooldamiseks.

KULTUURILOOLISELT VÄÄRTUSLIKU EHITISE HOOLDUSKAVA KOOSTAMINE

Hoolduskava sisu ja mahu määrab objekti olemus. Kava koostatakse kõigi kompleksi kuuluvate hoonete ja rajatiste kohta. Näiteks hõlmab kiriku hoolduskava nii kirikuhoonet koos sisustuse ja inventariga kui ka kirikuaeda selle hauatähiste, kõrvalhoonete, piirete, teede ja haljastusega. Kuigi kõiki osi käsitletakse eraldi, moodustavad nad terviku, millest lähtu-

takse kogu kompleksi hooldustööde kavandamisel.

Hoolduskava on ehitise igapäevase hooldamise abivahend. Seda täiendatakse ja uuendatakse vastavalt tehtud töödele ning toimunud muudatustele. Kava peab sisaldama juhiseid, millal ja kuidas vajalikke töid teha. Juhised peavad põhine- ma andmetel ehitise olukorra kohta ning kirjeldama sobivaid hooldusvõtteid. Hoolduskava peab andma ka teavet, kuidas tegutseda avariiolekordades, kui on vaja teha kiireid otsuseid. Erinevalt standardsetest hooldusraamatutest või hooldusju- henditest on kultuurilooliselt väärtuslike ehitiste puhul olu- line, et alusandmed sisaldaksid ehitise kohta käivat ajaloolist teavet, väärtushinnanguid, säilitamispõhjendusi ja hoolda- mispõhimõtteid ning et neid on ka tegevuse kavandamisel arvestatud.

Ükski hoolduskava ei saa kunagi valmis ega ole lõplik. Lõ- pule saab viia vaid üht hooldusperioodi, ent sellele järgneb kohe uus. Ka hooldustööde tegemiseks vajalikke teadmisi tu- leb etapikaupa täiendada – teha selgeks, missuguseid töid on tulevikus tarvis teha, et nendeks varakult valmistuda. Hool- duskava jaguneb kuueks osaks (joonis 1):

I osa – Alusandmed.

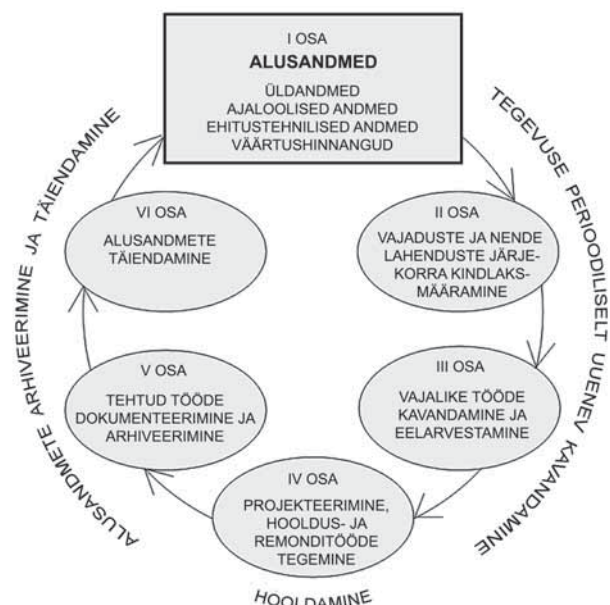
II osa – Probleemide ja nende lahendamisejärjekorra kind- laksmääramine.

III osa – Vajalike tööde kavandamine ja eelarvestamine.

IV osa – Tööde projekteerimine ja tegemine.

V osa – Tehtud tööde dokumenteerimine ja arhiveerimine.

VI osa – Alusandmete täiendamine.



Joonis 1. Hoolduskava koostamine ja kasutamine

Alusandmete saamiseks on tarvis kogu objekti kohta ole- mas olev teave kokku koguda ning vajaduse korral seda in- venteerimisega täiendada. Alusandmete hulka kuuluvad ehi- tise üldised administratiivandmed, töödega seotud isikute ja firmade kontaktandmed, graafiline materjal, ajaloolised and- med kronoloogilises järjestuses, ehitise ning selle tarindite ja detailide kohta käivad kultuuriloolised väärtushinnangud ning andmed põhitarindite ja tehniliste süsteemide kohta. Kuigi on vaja koguda ja säilitada ka muu objekti kohta käiv teave, ei tohiks hoolduskava liigse materjaliga üle koormata.

Detailide või tarindite seisundit kajastavad ehitustehnilised andmed tuleb koondada tabelisse, mis peab peale materjali- de, viimistluse ja kahjustuste kirjelduste käsitlema ka nende

kultuuriloolist väärtust. Inventeeritakse ja kirjeldatakse ka si- sustus ja esemed ning sellised funktsionaalsed aspektid nagu tuleohutus, ligipääsetavus, sisekliima ja tehnilised seadmed.

Inventeerimisandmete põhjal määratakse hooldustööde iseloom ja maht ning tööde tegemisejärjekord. Metoodilised juhendid ühes vajalike materjalide ja nende kasutusjuhen- ditega koostatakse hooldustööde käigus – nii nagu olukord nõuab. Perioodiliste hooldustööde (nt akende hooldusvär- vimine) jaoks saab teha üldisi, kõiki ühesuguseid tarindeid hõlmavad juhendeid, mida korrigeeritakse vahetult enne hooldustööde alustamist.

Pärast vajalike tööde ja nende tegemise järjekorra kind- laksmääramist koostatakse üldine hoolduskava, milles te- gevused jaotatakse nt viie aasta või veelgi pikema aja peale. Määratakse ka iga tööliigi orienteeriv maksumus, mille alusel saab hakata raha kasutamist planeerima või vajadusel seda taotlema. Planeerida on vaja ka perioodiliste hooldustööde tegemist, sest remonditööd sõltuvad hangetest, konkreetse- le tööle sobivast aastaajast, ehitise kasutamisest ning vajalike kooskõlastuste ja lubade saamisest.

Keerulisemate ja ulatuslikumate probleemide lahendami- seks tellitakse projektid ja/või ekspertarvamused. Projektee- rimisel tuleks eelkõige arvestada ehitise tegelikku olukorda ja hoolega kaaluda, missuguseid muudatusi see talub. Näiteks võib keldri kasutuselevõtmisega tekkida vajadus aeganõud- vate arheoloogiliste uurimiste või keeruliste ehitustehniliste lahenduste järele. Kultuurilooliselt väärtuslike ehitiste puhul määrab nende kasutusvõimaluse ja funktsiooni ehitise, mitte vastupidi. Lihtsamate lahenduste puhul on võimalik projek- teerimiskulutusi vähendada tööde tegemise ajal toimuvate nõupidamiste ja korrektse aruandlusega, kuid see eeldab tö- husat koostööd omaniku, ehitaja, kooskõlastajate ja järeleval- vajate vahel ning töö tegijate häid kutseoskusi.

Kuigi tööde tegemiseks on olemas projektid, tuleb tegelikult tehtu dokumenteerida sellekohastes aruannetes. Aruanded peavad sisaldama teavet tegevuste aja, motiivide, töötegijate, kasutatud materjalide ja meetodite kohta ning edasiste hool- dustööde juhendeid. Need andmed kantakse alusandmetesse ja on edasiste hooldustööde kavandamise aluseks.

Kokkuvõttes võib öelda, et hoolduskava on vaja selleks, et:

- saada objektist täielikku ülevaadet;
- töid pikaks ajaks ja kooskõlastatult kavandada;
- määrata kindlaks tööde järjekord ja kiireloomulised üles- anded;
- ennetada või varakult avastada kahjustusi;
- korraldada operatiivselt hankeid;
- võimalikult otstarbekalt kavandada ja kasutada vahendeid;
- taotleda hooldustöödeks toetusi;
- esile tuua kultuuriloolised väärtused;
- kaasata hooldustööle omanikke ja haldajaid;
- säilitada kultuurilooliselt väärtuslikke hooneid.

Täiusliku hoolduskava koostamine on investeering, mis ta- sub end kindlasti ära. Kava peab saama aga ellu rakendada, muidu muutub selle koostamine asjatuks kulutuseks. A.M.

Kasutatud allikad

Bättre koll på underhåll. Boverket, 2003.

Robertson, S. Vård och underhållsplanering. Presentation av en modell. Riksantikvarieämbetet, 2002.

VAADATES KIVI SISSE

PILGUHEIT PAESSE: KIRJU KÄRN JA LAKSU PUNANE (KIHID 35 JA 34) LASNAMÄE EHITUSPAESTUS

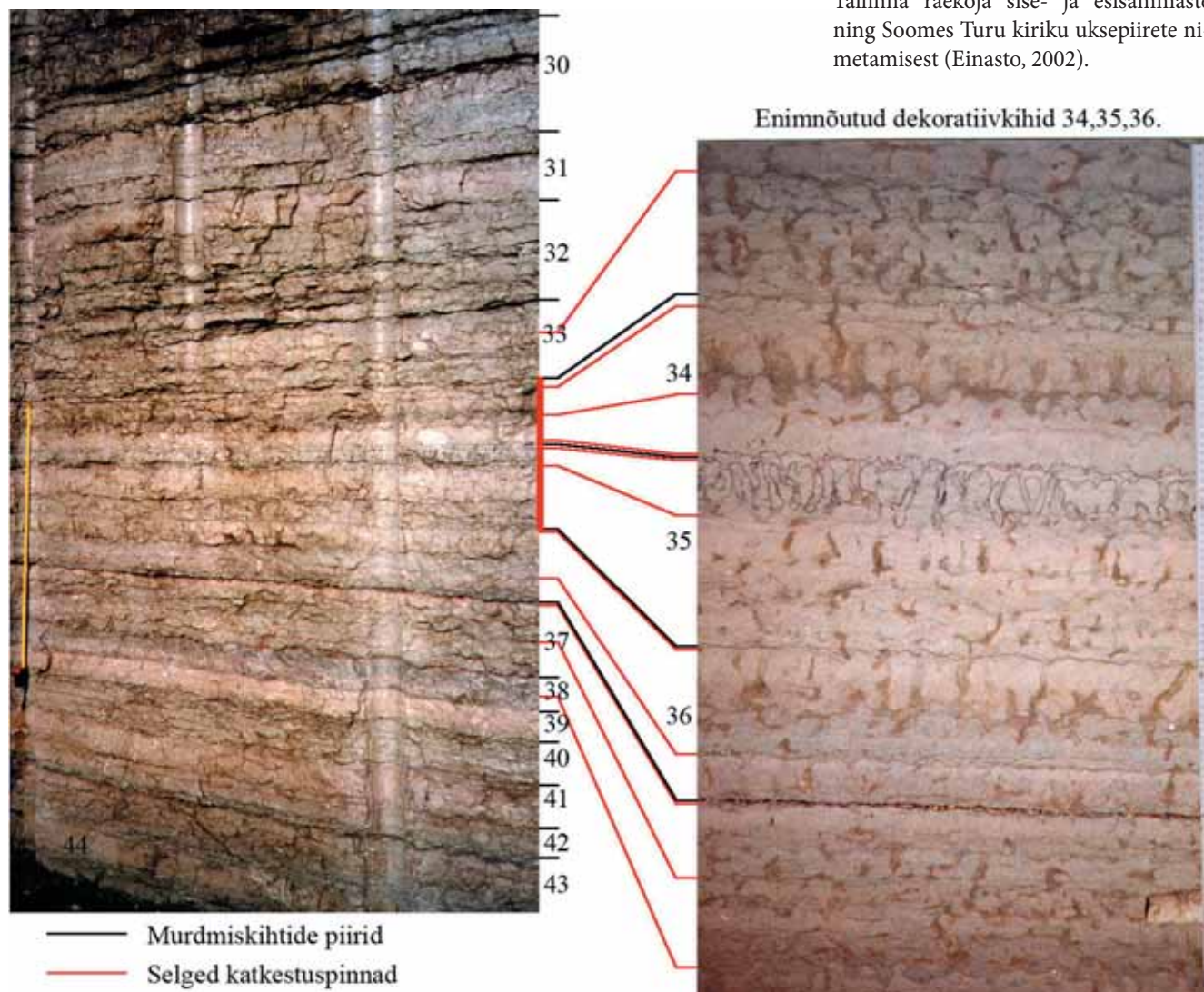
REIN EINASTO, JANNE-LIIS JUSTI

Tallinna Tehnikakõrgkool

JÄTKAME Keskkonnatehnika eelmises numbris (1/11, lk 40–41) alustatud kivi sisse vaatamist kiht-kihiliste paevaatlustena, tõstes esile Lasnamäe ehituspaestu

keskmise osa kahe selle artikli pealkirjas nimetatud markeeriva murdmiskihi eripärasid. Tänu kivi dekoratiivsusele ja kvaliteedile on mõlemad murdmiskihid

juba keskajal olnud hoone esinduslikumate osade (sambad, akna- ja uksepiirded) meelismaterjal ning Hansa-aegadel ka otsituim eksportkivi Tallinnas. Piisab Tallinna raekoja sise- ja esisammaste ning Soomes Turu kiriku uksepiirete nimetamisest (Einasto, 2002).



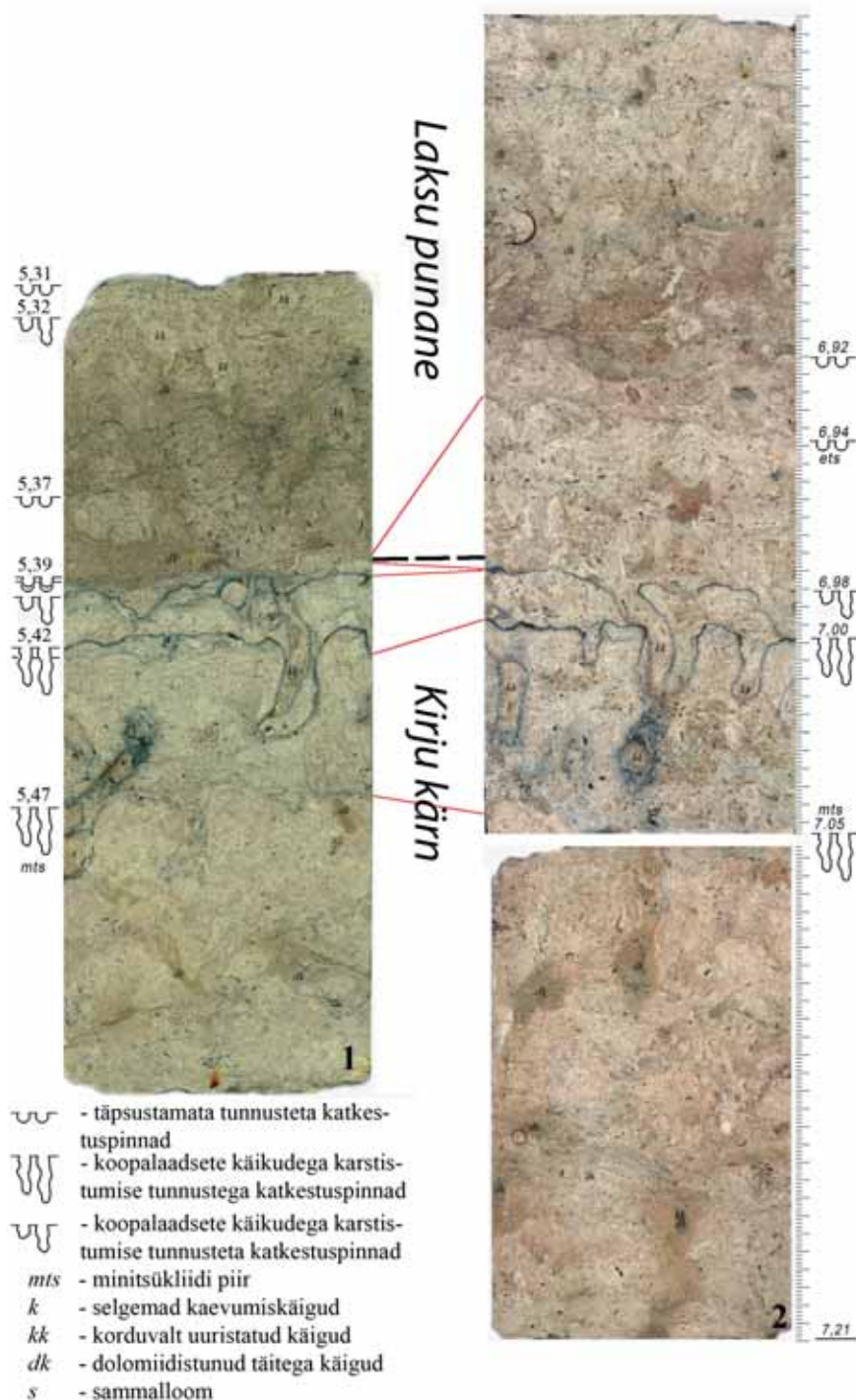
Joonis 1. Vasemal: lõhkamistega murtud paesein Laagna teel, kus selgelt avaldub väljapeetud horisontaalne kihilisus ja heledast tihedast puhtast lubjakivist koosnevate *kihisüdamete* vaheldumine tumedamast merkivi kelmeterohkest savikast lubjakivist koosnevate *sauekordadega*. Selles vaheldumises väljendub mitmeastmeline *tsüklilisus*. Murdmiskihid: 30 – Peamine muldvalge, 31 – Alumine muldvalge, 32 – Kassikord, 33 – Lutt, 34 – Laksu punane, 35 – Kirju kärn, 36 – Trepp-kalk, 37 – Sauekord, 38 – Hall arssin, 39 – Valge arssin, 40 – Sajakordne, 41 – Tulikord, 42 – Poriarssin, 43 – Poriarssina alune, 44 – Ristikord.

Paremal: tross-saega lõigatud sile paesein Vao karjääri kagunurgas, kus väga selgelt joonistuvad roostepruunid dolomiidistunud urbse täitega ja hallid püriidistunud *püstakud* – Lasnamäe ehituspaestule iseloomulikud settimisaegsed kaevumiskäigud *katkestuspindadel* (kõvastunud merepõhjal)

Eripärane dekoratiivsus väljendub Lasnamäe ehituspaestule eriomaste *püstakute* kontrastsuses ja arvukuses. Kirju kärni ülaosa tugevalt püriitne kaksik-katkestuspind on tuntud Lasnamäe ehituspaestu stratigraafilise liigestamise ühe tugi-tasemenä (Orviku, 1940; Männil, 1966; Rõõmusoks, 1970, 1983). Laksu punase keskosas esinevate roostepruunide püstakute tihedus aitab seda kihti eksimatult ära tunda nii paemurdude kui ka pae-hoonete seintes. Nende murdmiskihtide stratigraafilise asend Väo kihistu kiht-kiht liigestatud läbilõikes on täpsustatud Paldiski ja Väo Paasi puursüdamiku alusel (Einasto, Rähni, 2005, 2006).

Allpool võrdleme neid murdmiskihte ristlõikes neljas vormis: esiteks, lõhkamisel murtud paeseinas Laagna teel, kus hästi avaldub kihtide horisontaalne väljapeetus ja puhtama-savikama pae tsükliline vaheldumine; teiseks, trosssaega lõigatud siledas seinas Väo karjääri kagunurgas, kus eriti selgelt ilmnevad *püstakud* – settimisjärgsed kaevumiskäigud (joonis 1); kolmandaks, puursüdamike lõigatud, lihvitud ja poleeritud ning skaneeritud ristlõigetes (joonis 2),

► **Joonis 2.** Laksu punase ja Kirju kärni lihvitud ja poleeritud ning skaneeritud läbilõiked, vasemal Paldiski puursüdamikus nr 5 Pakri poolsaare keskel; paremal Väo Paasi puursüdamikus Väo karjääri kagunurgas. Märkimisväärtne on Laksu punase alumise kõva kihisüdame täielik väljakiildumine Pakril, samas on selle ülemisel pinnal olev fosfaatne katkestuspind katkendlikult jälgitav. Oluline on rõhutada, et püritse kaksik-katkestuspinnaga ei kaasne kivimi märgatavat muutust. See toimub Kärnikorra alumisel piiril oleval impregnatsioonita katkestuspinnal – minitsükliidi piiril



kus näeme kivi siseehitust; neljandaks, karstistunud vertikaalse lõhe konarlikul pinnal Kostiveres (joonis 3).

Nende kahe murdmiskihi piiril on merkivi kelmeline vahekiht katkendlik või puudub sootuks, seetõttu on kihid sagedasti liitunud ja murtavad koos üht-

◄ **Joonis 3.** Karstistunud vertikaalse lõhe konarlik pind Kostivere murrus. Tuhandete aastate kestel on sademete mõjul murenemisele vastupidavamad kihiosad välja prepareerunud, kujundades dekoratiivse loodusliku pinna, mida võiks hoonete fassaadides senisest sihipärasemalt kasutada

se monoliidina, mida keskajal ka tehti, võimaldades kiviraiduritel sambaid, piitu ja piirdeid suuremate tervikutena välja raiuda. Ka käesoleva loo vaatlusmaterjaliks kasutatud Paldiski puursüdamikus on markeeriv *Kärnakord* (joonis 2, 5,39–5,47 m) liitunud nii lamami kui lasumiga, Vao Paasi südamikus on sama *Kärnakord* liitunud ainult lasumiga (joonis 2, 6,98–7,05 m) ja murdmiskihid lahknevad selle all või sees paiknevaid merkivi kelmeid pidi.

Kihtide siseehitus avaneb lihvitud ristlõikes (joonis 2). Selgub sette mitmeastmeline *bioturbeeritus* – esialgselt kihilise mudalis-teralise ja lauspeeneteralise sette korduv segunemine mudasööjate organismide elutegevuse tagajärjena, mille selgemad vormid on püstakud ja ussikäigud. Teise iseloomuliku eripärana tõdeme jämeda detriidi vähesust, peenema tombulis-detriitse komponendi sorteerimatust, selle osalist püriidistumist ja fosfaadistumist. Lembit Põlma (1982) järeldustele tuginedes võib fosfaatsed ühendid katkestuspindadel ja peene detriidi osakesi katvas koorikus lugeda *frankoliidiks*. Koopalaadsete püstakute savikama täitematerjali selektiivne do-

lomiidistumine ei ole seni rahuldavat teaduslikku seletust leidnud. Nende seos impregnatsioonita katkestuspindadega puhta heleda laus-peeneteralise tombulis-detriitse lubjakivi ülemisel piiril ning puudumine lasuvas savikamas mudalis-detriitjas lubjakivis viitab tekkele kõige kuivematel kliimaperioodidel.

Senised vaatlused kinnitavad Tõnis Saadre (1993) järeldust püriitsete ja fosfaatsete katkestuspindade tsonaalsest levikust. Püriitne kaksik-katkestuspind *Kärnakorras* ei ole minitsükliidi piiriks, vaid uue tsükli mere sügavnemise staadiumi moodustis piirist kõrgemal (joonised 1 ja 2).

Kirjandus:

1. Einasto, R. Lasnamäe ehituslubjakivi ajaloolised murdmiskihid Tallinna ümbruses. – Tallinna Tehnikakõrgkooli Toimetised, 1, 2002, lk 56–69.
2. Einasto, R, Rähni, A. Lasnamäe ehituspaestu puursüdamiku skaneeritud ja digitaalselt töödeldud läbilõige Pakri poolsaarelt. – Keskkonnatehnika, 7/05, lk 66–71.
3. Einasto, R., Rähni, A. 2006. Vao kihistu

digitaalselt töödeldud kiht-kihiline tüüpläbilõige. – Keskkonnatehnika, 3/06, lk 51–55.

4. Jaanusson, V. Discontinuity surfaces in limestones. Bull. Geol. Inst. Uppsala, 1961, Vol. XL, lk 221–241.

5. Orviku, K. Lithologie der Tallinna.Serie (Ordovizium, Estland) I, – Tartu Ülik. Geol. Inst. Toim. 58, 1940, 216 S.

6. Põlma, L. Põhja- ja Kesk-Baltikumi Ordoviitsiumi karbonaatkivimite võrdlev litoogia. Tallinn, Valgus, 1982, 164 lk (vene keeles).

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

8. Rõõmusoks, A. Eesti aluspõhja geoloogia. Tallinn, Valgus, 1983, 224 lk.

9. Saadre T. Middle and Upper Ordovician discontinuity surfaces in Northern Estonia (zonality based on their impregnation type). Bull. Geol. Surv. Estonia, 1993, N 3/1. P. 33–39.

PAEPÕNNIDE PILGUHEIT PAESSE

Paepõnnid käisid Tehnikakõrgkoolis vaatamas paekiviloo tegemist, said ühe kivi kooli kaasa ja tegid klassis Laksu punase ja Kirju kärni järgi mitu lugu. Tallinna Ühisgümnaasiumi vanemõpetajast loodusesõber Liivia Kivit kogus kokku paepõnnide mõtted. Allpool on avaldatud mõned neist.

Elizabeth Victoria Aarma, Marri-Mariska Tammepõld, Pernilla Noemia Trutin, Anette Marina Kiil, Kristina Raudonen, Eva Maria Kindel, Rene Triipus

Mida võiksid need kivistised ise mõelda? Ehk mõtleb see madu seal, kuidas ta väiksena uhkustas, et ta on ikka kõige ilusam... Võib-olla peidab selles ilusas kivil end hüljes, lohe, kaks dinosaurust, mäed ja kosk, tuld purskav vulkaan, kirju taevast, kus lendab lind, ning meteoriidisadu. Või on seal üksik puul istuv lind, kes vaatab vihmaussi, ujuv hüljes, veest välja hüppav delfiin, jänest jahtiv madu, ühe suure looma jal, mis on lihtsalt ära tulnud. Kui keeran kivi tagurpidi, näen nahkhiirt koos putukatega või hoopis öökulli ja tormiseid laineid. Mulle meeldivad selle puursüdamiku värvid, huvitavad laigud ja triibud. Niisiis näeb igaüks meist kivi sisemust erinevalt.

Stella-Maria Kangur, Hanna Arusoo, Grete Vaarmets otsustasid tutvustada paestu murdmiskiitide mõningaid toredaid nimesid. Nad tuginesid Rein Einasto artiklile „Lasnamäe ehituspaas lasundi murdmiskiitide nimeid“ („Loodusesõber“ 1/2010).

Elas kord Tutu – umbes 15 cm paks savikas müürikivi. Ta parimad sõbrad olid Mapa – 14 cm paksune müürikivi, ja Rabandus – 11 kuni 12 cm paksune kõva astmekivi.

Tutu isa Papa oli väga kleenuke – 7 cm paksune kõva südamega kõnritee- ja müürikivi. Ema Mamma oli lausa 15 cm paksune, aga pehme südamega ja külmakartlik. Nad kõik elasid Lasnamäel kõva südamega Tigeda Seitsme karmi valitsuse all. Tigeda Seitsme suurim vaenlane oli Laksu Punane, püstakustriga kõva astmekivi, kelle sõbrad olid Paks Hall, Kassikord ja Seitsmetolline.

Laksu Punase kallim oli Pealmine Põhjalvalge. Igal õhtul laulis Laksu Punane oma kallimale armastuslaulu.



Foto: Kaisa Niidas

Tuhat ükskorda kivi lugu

Sellel kivil on siirud ja viirud ja on sel ka siilud ja piilud. Kui mõnus on olla sel kivil, sest **Arssin** on tema nimi.

Sellel kivil on siirud ja viirud ja on sel ka siilud ja piilud. Üks tore tüüp ka **Sauekord**, tal kaasaks ilus **Tulikord**.

Sellel kivil on siirud ja viirud ja on sel ka siilud ja piilud. Kiht-kihile järgneb **Lutt**, kes ongi üks vinget kutt.

Sellel kivil on siirud ja viirud ja on sel ka siilud ja piilud. Lasnamäe ehituspaas meid tervitab taas.

(Mis muinasjuttu edasi hakkab juhtuma, peate ise selle välja mõtlema.)

Foto: Messe Düsseldorf GmbH



DÜSSELDORFIS toimub 12.–18. mai- ni rahvusvaheline pakenditööstusmess **Interpack 2011**, kus esitletakse toidu- aine-, ravimi- ja kosmeetikatööstuse ning muude tööstusharude pakendeid, pakkematerjale ja -masinaid. Tegemist on maailma suurima pakenditööstus- messiga, kuhu seekord oodatakse osa- lema ligikaudu 2700 eksponenti kuue- kümnest riigist.

Messi **Interpack** peetakse iga kolme aasta tagant. Eelmisel, 2008. aasta mes- sil oli 2746 eksponenti ning osalejate käsutuses oli ca 174 000 m² näitusepin- da 19 hallis. Küllastajaid oli 121 riigist 171 073, 40% neist Saksamaalt

Interpackil on kavas mitu erinäitust. Näitusel „Innovaatiline pakendamine“ (*Innovationparc Packaging*) esitletakse mitmesuguseid säästliku pakendamise lahendusi. Oluline teema on seekord ka „Elukvaliteet“ (*Quality of Life*), mille raames käsitletakse tervise, identiteedi, lihtsuse ja esteetikaga seotud küsimusi, mis kujundavad nii inimkäitumist kui ka tarbimisharjumusi. Esimest korda on kavas näitus „Metallpakendiväljak“ (*Metal Packaging Plaza*), kus esitletakse uuenduslikke metallpakendilahendusi ning praegusi kaubandustrende. Koos- töös ÜRO Toidu- ja Põllumajandusor- ganisatsiooniga (FAO) toimub näitus- konverents „Säästa toitu“ (*Save Food*), kus esitletakse pakendamislahendusi

ja -kontseptsioone, mis võimaldavad vältida toidu riknemist enne tarbijani jõudmist. Vaatluse alla võetakse kõik pakendusahelalülid: tootmine, vedu, logistika ja jaemüük, et leida lahendusi ülemaailmsele toidujäätmemurele. Kui Lääne-Euroopas rikneb teel tootmisko- hast tarbijani vaid ca 3 % toidukaupa- dest, siis arengumaades korralike pa- kendite puudumise tõttu 50 %.

Messi võtmesõnad on *säästlikkus* (võimalikult suur materjali ja ener- gia kokkuhoid pakendite tootmisel), *ohutus* (lihtsalt puhastatavad paken- dusmasinad ja nende osad aitavad ära hoida toodete bioloogilise saastumise nii farmaatsia- kui ka toiduainetööstu- ses) ning *mugavus*. (globaalsed muutu- sed ühiskonnas – ükski elavate inimeste ning tööl käivate naiste üha suurenev osakaal – on põhjustanud suureneva nõudluse väikestes ja lihtsalt avatavates pakendites olevate kergete suupistete ning valmistoitude järele, millest on mugav süüa ka nt tänaval kõndides).

Pakenditööstus on kiiresti kasvav tööstusharu. Aastal 2009 toodeti maa- ilmas üle nelja miljardi pakendi, 46 % neist Aasias, 28 % Euroopas ja 17 % Põhja-Ameerikas, sh toiduainepaken- deid 33 % ja joogipakendeid 30 %. Toodetud pakenditest olid 54 % plas- tist. Tänu pudelivee tarbimise kasvule kasutab kõige rohkem plastpakendeid

joogitööstus.

MESSIKÜLASTAJAT TOETAVAD VÕRGUTEENUSED

Kodulehelt www.interpack.com leiab messikülaliste planeerija palju kasu- likku. Eksponentide andmekogust saab huvi pakkuva firma kohta teavet ning teada, kus firma ekspositsioon paikneb. Teenused on kättesaadavad ka mobiili kaudu: <http://mobile.interpack.com>. Alla saab laadida eksponentidest üle- vaate andva iPhone-rakenduse.

Mess on avatud iga päev kell 10–18. Internetist ostes maksab ühepäevapi- let 49 € ja kolmpäevapilet 99 € (pluss postikulud), messilt ostes vastavalt 55 € ja 120 €. Õpilased, üliõpilased ja prakti- kandid saavad ühepäevapileti 12 € eest. Pileteid saab kodus välja printida. Mes- sipilet kehtib ka kohalikus ühistrans- pordivõrgus (VRR). Lisateave: <http://www.interpack.de>.

A.M.





Euroopa
Keskkonnapressi auhind
EEP Award 2011
“*Environmental
Innovation
for Europe*”

Euroopa keskkonnaajakirju ühendav organisatsioon Euroopa Keskkonnapress (EEP, *European Environmental Press*) annab koos Prantsusmaa juhtiva keskkonnamessiga *Pollutec* (www.pollutec.com), sel aastal seitsmendat korda välja keskkonnaauhinna, sedapuhku *EEP Award 2011*.

Eesmärk on tunnustada nende Euroopa firmade jõupingutusi, kelle uuenduslik keskkonnatehnika aitab parendada elukvaliteeti. Võitjate valimisel lähtutakse uuenduslikkusest, arvesse võetakse keskkonnaprobleemi tähtsust ja mõju Euroopas. Tootmistehnoloogiat peavad saama kasutada ka teised, tähtis on usaldusvärsus, kvaliteet ja tõhusus. Tehnoloogia ei tohi olla olnud kasutuses enne **1. jaanuari 2009.**

Auhinnad

Välja antakse kuld-, hõbe- ja pronksauhind. Võitjad saavad tasuta stendi sel aastal detsembri alguses Pariisis toimul messil *Pollutec*.

Osalemiseks tuleb täita ingliskeelne blankett (vt www.keskkonnatehnika.ee) ja saata see pdf-failina ajakirja Keskkonnatehnika toimetusse. Lisada võib ka minutipikkuse filmi (DVD-I või CD-I).

Lisateave Keskkonnatehnika toimetusest, kontaktisik on Merike Noor: tel 672 5900, ajakiri@keskkonnatehnika.ee, www.keskkonnatehnika.ee

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

EESTI EHITAB 2011

Eesti suurim ehitusmess toimub 2011. aastal 6.–11. aprillini Eesti Näituste messikeskuses Tallinnas. Messil eksponeeritakse uuenduslikke tehnoloogiaid, ehituskonstruksioone ja -materjale, -masinaid, -seadmeid ja -tööriistu.

Internetis: www.fair.ee

RESTA 2011

Vilniuses toimub 13.–16. aprillini Baltimaade suurim ehitusmess, kus peale ehitustemaatika eksponeeritakse ka kütte ja ventilatsiooni, veetötluse, taastuvenergeetika ning energiatöhusa ehitusega seonduvat. 2010. aastal osales 422 eksponenti 10 riigist, ekspositsioonipinda oli 24 000 m². Külastajaid oli 44 000. Internetis: www.litexpo.lt

WasteTech 2011

Moskvas toimub 31. maist 2. juunini 7. rahvusvaheline jäätmekäitlus- ja keskkonnatehnikamess WasteTech ja ISWA (International Solid Waste Association) kongress. Messi peateemad on jäätmekäitlus, taaskasutus, jäätmete energiasutus, taastuvenergeetika, tänavate hooldus, õhk, analüüsitehnika, keskkonnaseire, reoveekäitlus ja pinnase tervendamise. 2009. aastal osales messil 287 eksponenti 24 riigist 5367 m² suurusel messialal. Messi külastas 6270 inimest.

CARBON EXPO 2011

Kaheksas rahvusvaheline heitekaubandusmess ja -konverents toimub 1.–3. juunini Hispaanias, Barcelonas. Eelmisel aastal toimus mess Kölnis. Siis osales *Carbon Expo* 250 eksponenti 83 riigist, kes tutvustasid puhta arengu korralduse (CDM, *Clean Development Mechanisms*) ja ühisrakenduse (JI, *Joint Implementation*) projekte ning uusi investeerimisvõimalusi oma riigis. Kolme päeva jooksul külastas messi ja kongressi ca 3000 inimest 111 riigist. Barcelona messid (*Fira de Barcelona*) korraldab *Carbon Expo* koos Maailmapanga ja Rahvusvahelise Heitekaubandusliiduga (IETA, *International Emissions Trading Association*).

Internetis: www.carbonexpo.com

UrbanTec – smart technologies for better cities

Kölmi Messid korraldavad sel aastal esi-

mest korda 24.–26. oktoobrini messi ja konverentsi UrbanTec, mis toimub Kölnis. Esitletakse uusi tehnoloogiaid ja tutvustatakse peamisi arengusuundi, millel on oluline mõju inimeste elukorraldusele kiiresti kasvavates suurlinnades. Peamised käsitletavat teemad on ehitus, energeetika, tervis ja hügieen, transport ja logistika, informatsioon ja kommunikatsioon, linnaplaneerimine, finantseerimine. Üks osa messialast on nn näituseväljak, kus esitletakse näiteks mitmeid linnaarendusprojekte, nutikaid tehnoloogiaid, “rohelist” ehitisi ja jäätmete taaskasutust. Messikorraldajad ootavad esimesel korral osalema ca 150 eksponenti. Messi ja konverentsi aitavad korraldada Saksamaa linnade liit (*German Association of Cities*), Maailmapank, Saksamaa tööstusettevõtete liit (*Federation of German Industries*), Fraunhofer Gesellschaft.

Internetis: www.urbantec.com

ECOMONDO 2011

Itaalia suurim keskkonnamess toimub 2011. aastal 9.–12. novembrini Rimini. Messil on põhitähelepanu jäätmetel (materjalikasutus, energiakasutus), vähem on esindatud muud keskkonnateemad (veekäitlus, taastuvenergeetika, ökotooted, säästev areng). Sel aastal osales *Ecomondo* (koos erimesisidega) üle 1000 eksponenti (peamiselt Itaaliast), ekspositsioonipinda oli kolmeteistkümnes messihallis kokku 110 000 m², külastajaid käis nelja päeva jooksul ca 65 000.

Internetis: www.ecomondo.com

POLLUTEC HORIZONS 2011

Prantsusmaa suurim keskkonnamess *Pollutec* toimub 29. novembrist 2. detsembrini Pariisis. Teemad on veetötlus, jäätmekäitlus, jäätmete energiasutus, õhupuhasutus, analüüsi- ja mõõteseadmed, siseõhu kvaliteet, energia ja kliima, energiatöhusus ja taastuvenergeetika, pinnase tervendamise, riski ohjamine, säästev areng ning eetilise kaubandus. 2009. aastal Pariisis toimunud messil osales 1412 eksponenti 37 riigist. Ekspositsioonipinda oli 43 860 m². Külastajaid oli 40 000 ringis, neist 5500 väljastpoolt Prantsusmaad. Uudistooteid, oli ca 170, neist üle 40 esitleti maailmas esimest korda.

SUMMARY

AT THE COST OF WHAT DOES WATER APPEAR IN BOREWELLS AND MINES?

Andres Marandi

Tallinn University of Technology

For a long time the use of groundwater was considered to have an impact only on its reserve but nowadays it is clear that groundwater also affects other systems and processes and therefore research dealing merely with water supply conservation is not sufficient. In the article, the author explains the emerging and development of the principle of safe groundwater use and the modern meaning of this concept.

Pg. 9

SIGNIFICANT FLOODED AREAS OF ESTONIA AND AREAS WITH A SIGNIFICANT FLOOD RISK

Karl Kupits, *AS Moves*

Tiia Pedusaar, The Ministry of the Environment

The article provides an overview of significant flooded areas of Estonia and areas with a significant flood risk, the principles of determining the flooded areas and predicting the floods.

Pg. 15

LOCAL GOVERNMENT IN THE ROLE OF WASTE MANAGEMENT ORGANISER: BOTTLENECKS AND OPTIONS

Raido Roop, *Advisio OÜ*

Mait Kriipsalu, Estonian University of Life Sciences

Local governments are responsible for the organisation of waste management and also waste sorting and collection by type. The article provides an overview of the tasks and possible solutions of local governments in organising waste management.

Pg. 20

MATERIALS CONTAINING AND CONTAMINATED WITH NATURAL RADIONUCLIDES AND THE HANDLING OF THESE MATERIALS IN ESTONIA

Evelyn Pesur McS

The Ministry of the Environment

The article introduces two researches on natural radionuclides, which were ordered by the Ministry of the Environment in 2010. The purpose of the first research was to evaluate how much and which materials that contain and are contaminated with natural radionuclides come into being in Estonia; the purpose of the other research was to test various cleaning methods on materials contaminated with natural radionuclides and assess whether the cleaned materials are suitable for recycling.

Pg. 24

WASTE HANDLERS ARE JOINING TO FORM A WASTE RECYCLING CLUSTER

Margit Rüütelmann

Estonian Waste Management Association

For recycling and manufacturing products from ever increasing amounts of waste, the companies belonging to the Estonian Waste Management Association have started the

project named „Waste recycling cluster“, which is supported by Enterprise Estonia with the funds of European Regional Development Fund. The cluster has 21 partners, 18 of them companies and three research- and educational institutions. The article introduces the goals of the project.

Pg. 26

THE USE OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY COMPOSITE MATERIALS IN CONSTRUCTION OF SMALL TONNAGE SHIPS AND THE IMPACT OF WATER ON THE PROPERTIES OF THEIR STRENGTH

Mari Malmstein

Tallinn University of Technology,

University of Southampton, UK

Composite plastics have become attractive construction materials in the automobile, aircraft and shipbuilding industry as well as civil engineering due to their low density, resistance to corrosion, damages and fatigue and the resulting long maintenance-free service life. At present, composite materials used for structures requiring great durability are produced from mineral oil based raw material and in the USA the production of resins and thermoplasts necessary for their manufacture is considered the sixth biggest source of greenhouse gas emission. Therefore, lately more attention has been paid to the use of composites based on raw materials of plant origin. This article discusses the possibilities and limitations of the use of biocomposites in applications requiring great durability, specifically the construction of small tonnage ships, and the impact of water as one of the roughest environments on the properties of the strength of composite materials.

Pg. 28

HARMONISATION OF SOUND INSULATION REQUIREMENTS IN EUROPE

Marko Ründva, *Insinööri toimisto Akukon Oy Eesti filiaal*

Linda Madalik

The article introduces a four-year project covering the entire Europe *Integrating and harmonising sound insulation aspects in sustainable urban housing constructions*, which started in the autumn 2009 and is funded by COST (*European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research*), a European Commission agency that coordinates the cooperation in science and technology.

AS the result of the project, the acoustic conditions of residential housing should improve in the future.

Pg. 35

CHROMATIC- A SCULPTURE IN TWO-DIMENSIONAL SPACE PERCEPTION: VISUAL + ACOUSTIC

Andrei Kervališvili, Meelis Trepp

Nordecon Betoon OÜ

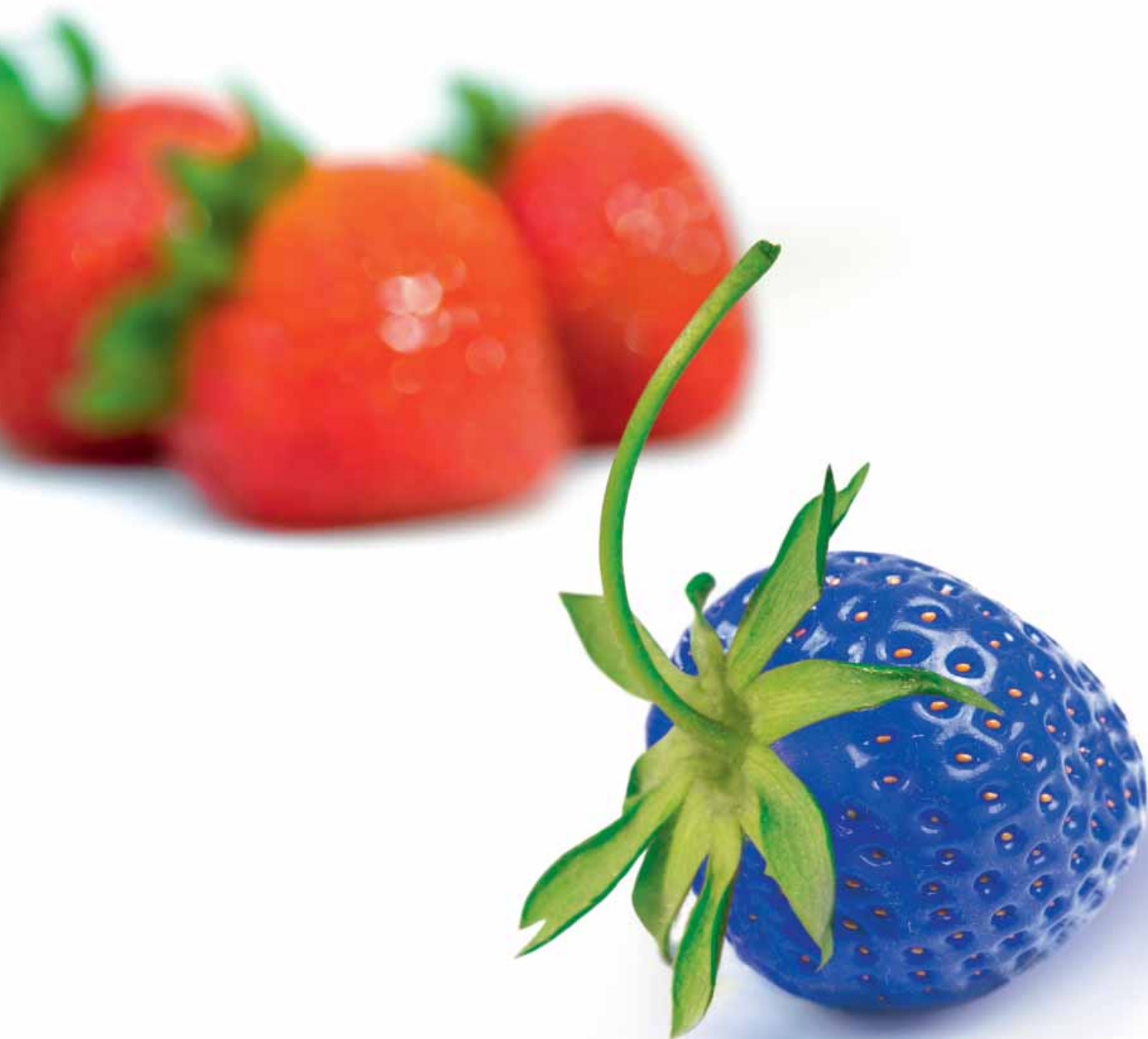
Tallinn is the European capital of culture 2011. In order to perpetuate this event and the history of Estonian music in the cityscape, Tallinn is planning to open a sculpture named *Chromatic*, which deserves attention mostly because it will have very thin walls of monolith concrete cast on the spot and requires very skilled casters of concrete. On the other hand, the sculpture will embody a complicated engineering solution with the artist's vision of sounds and their dispersion meeting an intricate technical application.

Pg. 38

IGA TEGU ON AINULAADNE...

NAGU

SINAGI



Nordecon Betoon OÜ

Katusepapi 4, 11412 Tallinn

telefon +372 681 8340

faks +372 681 8350

e-mail betoon@nordecon.com

betoon.nordecon.com