

KESKKONNATEHNIKA

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

1/11
45 krooni



automaatika

ÄF-Automaatika OÜ on tööstusautomaatika firma, mis pakub automatiseeritud juhtimissüsteemide rakendusi tootmisprotsesside ohjamiseks toiduaine- ja keemiatööstusettevõtetele ning veevarustus- ja energeetikaettevõtetele.

ÄF-Automaatika OÜ pakub kompleksset teenust, alustades konsultatsioonist ja eelprojekteerimisest ning lõpetades projektlahenduste käikulaskmise, sellele järgneva hoolduse ja tehnilise nõustamisega.

BAHR PUMP



rotork arukad, kasutajasõbralikud ja hõlpsasti häälestatavad ventiili- ja siibriajamid. Ajamid sobivad nii tavalisse kui ka plahvatusohtlikku keskkonda ning vastavad standardile ATEX.

**PUMBAD, VENTIILID JA SIIBRID NING
VEDELIKE LAADIMISSEADMED
SUURIM VALIK EESTIS**



9



16



26



42

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 märtsis. Trükkkoda: PRINTON.

Peatoimetaja:

Merike Noor, merike.noor@keskkonnatehnika.ee

Toimetajad:

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

Mailis Moora (keel)

Reklaam ja levi:

Marika Rebane, keskkonnatehnika@starline.ee

Margis Veevo, margis.veevo@starline.ee

Reklaamide kujundus: Raul Laugen

Küljendus: Mait Tooming



KESKKONNAINVESTEERINGUTE
KESKUS

ehitus, projekteerimine, planeeringud

- 31 Tuletõkkeukse tulepüsivusaja sõltuvus ukse ehitusest. T. Lausmaa
- 36 Renoveerimine energia säästmiseks või energiat säästev renoveerimine? K. Virkus
- 37 Manhattani sild New Yorgis on 100-aastane. J. Virola

energeetika, automaatika tööstus

- 12 ABB GSM-andmeloger võimaldab automatiseerida arvesti-näitude lugemist. AS ABB reklaamartikkel.
- 20 Ajakohane automaatika on varasemast targem ja odavam. N. Takis
- 22 Tuulikumüra ja -varjutus: modelleerimine versus inimestaju. P. Toonpere
- 26 Soojuspumba ja päikesepaneelide rakendamine koos soojus-sõlmega. T. Laur
- 28 Uus tarkvara Simatic Step 7 V11 ja WinCC V11 integreeritud TIA portaali. Siemens Osakeyhtiö Eesti filiaal reklaamartikkel.

jäätmed

- 16 Pakendid peavad jõudma taaskasutusse. V. Viss

keskkond

- 40 Vaadates kivi sisse. Pilguheit paesse: Hall arssin (kiht 38) Lasnamäe ehituspaestus. R. Einasto, J.-L. Justi
- 42 Paepõnnide toimetamised 2009–2010. L. Kivit
- 44 Ekspordi Akadeemia seminaril räägiti trendidest ja sellest, kuidas nad võivad mõjutada meid ümbritsevat keskkonda. P. Gornischeff

messid

- 46 Lyonis peeti detsembris keskkonnamessi Pollutec. M. Noor

vesi

- 9 India veeprobleemid puutuvad nüüd ka Euroopa Liitu. R. Munter, M. Kriipsalu
- 14 Torma prügila nõrgvee käitlus. E. Tõnisberg

- 47 **Summary**

Merekeskkonda puudutavad seadused viiakse kooskõlla Euroopa Liidu direktiividega

Vabariigi Valitsus kiitis 16. detsembril heaks veeseaduse ja sellega seonduvalt teiste seaduste muutmise seaduse eelnõu, mille eesmärk on üle võtta kaks Euroopa Liidu direktiivi mere hea keskkonnaseisundi saavutamiseks.

Euroopa Liidu merestrateegia raamdirektiiv (MSRD) näeb ette, et liikmesriigid võtavad tarvitusele abinõud, millega säilitatakse või saavutatakse hiljemalt aastaks 2020 oma mereala hea keskkonnaseisund. Laevade põhjustatud merereostuse vältimise direktiivi eesmärk on ühtlustada füüsiliste ja juriidiliste isikute toimepandud, laevadelt pärineva reostusega seotud õigusrikkumiste koosseise ning isikute vastutuse ulatust. Eesti võtab need direktiivid üle veeseaduse muutmise seaduse eelnõuga. MSRD kehtivusala hõlmab kogu Eesti Vabariigi mereala, seejuures tuleb arvesse võtta Eesti merealalt lähtuvat piiriülest mõju Lääne-merele tervikuna ning teiste riikide merekeskkonnale. Eelnõuga tagatakse, et õigusrikkumiste eest kohaldatavad väärteokaristused on piisavalt tõhusad, proportsionaalsed ning hoiatavad.

Sadamaseadus reguleerib muuhulgas avalikesse veekogudesse kaldaga püsivalt ühendatud ehitiste (nt sadamad) ehitamist. Eelnõu muudatusega hakkab selliste ehitiste rajamiseks vajalike vee erikasutuslubade taotluste menetlemine ja vee erikasutusloa andmine kuuluma Keskkonnaameti pädevusse.

Maavara kaevandamise käigus tekivad muutuva suuruse ja kaldajoonega väikeveekogud. Selliste veekogude kaldal ei ole ranna ja kalda piiranguvööndi piirangute rakendamine loodus-

kaitseliselt vajalik. Pärast kaevandamist tuleb maa korrastamise käigus korrastada ka tekkinud veekogud, misjärel on ranna ja kalda piiranguvööndi kitsenduste rakendamine taas vajalik. Looduskaitseaduse muutmise eesmärk ongi luua maavarade kaevandamise keelu erisus kaevandamisel tekkinud tehisveekogu kaldal, niikaua kui kaevandamine on lõppenud ja kaevandamise rikutud maa nõuetekohaselt korrastatud.

Keskkonnaministeerium

Muutub keskkonnatasude maksmine ja suureneb maksjate vastutus

Vabariigi Valitsus kiitis 6. jaanuaril heaks keskkonnatasude seaduse ja maksukorralduse seaduse muudatuste eelnõu, mis muudab keskkonnatasu arvutuste esitamist, suurendab tasu maksjate vastutust ning kaasab tasude haldamisse Maksu- ja Tolliameti.

Eelnõu kohaselt läheb kogu vastutus keskkonnatasu arvutamise/deklareerimise eest keskkonnalaoma omajatele. Seni esitas keskkonnalaoma omaja Keskkonnaametile keskkonnatasu arvutuse, mida amet enne tasumist kontrollis ja kinnitas. Keskkonnatasu deklaratsioon tuleb aga endiselt saata Keskkonnaametis. Seda oodatakse hiljemalt aruandekvartalile järgneva kuu 25. kuupäevaks. Keskkonnaamet hakkab kontrollima deklaratsioonide esitamist, teeb revisjoni ja vajaduse korral määrab tasumisele kuuluva keskkonnatasu. Maksu- ja Tolliamet hakkab

MAKING MODERN LIVING POSSIBLE

Danfoss

Sa hoolid keskkonnast meie hoolime sinu energiakuludest

Danfoss ECL Comfort regulaator - energiasääst sinu kodus

11-15%

või rohkem energiasäästu

Õigesti seadistatud ECL Comfort regulaator muudab süsteemi tõhusaks, vähendades tagastuva vee temperatuuri. See tähendab aga energiasäästu ja süsteemi pikemat tööiga.



Danfoss AS • Pärnu mnt 127B, 11314 Tallinn • Eesti
Tel: +372 659 3300 • Faks: +372 6593301
E-post: danfoss@danfoss.ee

kyte.danfoss.com

täitma maksuhalduri ülejäänud ülesandeid. Tasumisele kuuluva summa kannab keskkonnaloo omaja Maksu- ja Tolliameti arvelduskontole.

Eelnõus sätestatud muudatused puudutavad umbes 2500 ettevõtet, kes omavad keskkonnaluba ja on kohustatud maksma keskkonnatasu (saastetasu, vee erikasutusõiguse tasu ja maavara kaevandamisõiguse tasu). Ümberkorraldused keskkonnatasu maksjatele täiendavaid kulusi ei tekita. Ka tasu arvutamise alused ei muutu (v.a vee saastetasu arvutamise erisuste kaotamine 2013. aasta 1. jaanuarist) ning alusandmete kogumise põhimõtted jäävad samaks.

Tasumäärad on kehtestatud keskkonnatasude seadusega. Aastal 2009 laekus keskkonnatasusid kokku 1,12 miljardit krooni, sellest riigieelarvesse 850 miljonit ja kohalikele omavalitsustele 273 miljonit krooni. Keskkonnatasude seaduse ja maksukorralduse seaduse muutmise seaduse eelnõu saadetakse edasiseks aruteluks Riigikokku.

Keskkonnaministeerium

Suured projektid tagavad puhta joogivee ka väiksemate asulate elanikele

Aastal 2010 valmis mitu suurt ühisveevärgi- ja kanalisatsiooniprojekti, mis tagasid kvaliteetse joogivee ja kanaliseerimisvõimaluse linnade ja suuremate asulate elanikele.

Kõige suuremad veeprojektid käivitusid Euroopa Liidu eel-

misel programmiperioodil, aastail 2004–2006, kui ühisveevärgi- ja kanalisatsiooniprojekte rahastati ligi 281 miljoni euro (4,4 miljardit krooni) ulatuses. Euroopa Liidu abiraha moodustab sellest 85%. Täna on enamik projektidest kas lõppenud või kohe lõppemas.

Möödunud aastal lõppes Kohtla-Järve piirkonna reoveekäitluse uuendamine (maksis ligi 40 mln eurot). Hiiumaal ja Saaremaal lõppes vee- ja kanalisatsioonisüsteemide ehitamine ja rekonstrueerimine, mis toimus Läänesaarte alamvesikonna vee- ja kanalisatsioonisüsteemide projekti raames (kogumaksumus ligi 28 miljonit eurot). Üks suuremaid 2010. aastal lõpetatud projekte oli Matsalu valgala piirkonna veeprojekt (ligi 53 miljonit eurot). Projekti tööd keskendusid seitsmesse omavalitsusse – Haapsalu linna, Ridala, Risti, Taebala, Oru, Noarootsi ja Vormsi valda, kus rekonstrueeriti ja ehitati 40 km veetorustikku ja 46 km kanalisatsioonitorustikku. Emajõe ja Võhandu jõe valgala veemajandusprojekti (kogumaksumus ligi 64 miljonit eurot) raames valmis mullu 47 km veetorustikku ja 52 km kanalisatsioonitorustikku Põlvas ja Põlvamaal, Tartus ja Jõgevamaal. Lõpule jõudis suuremahuline vee- ja kanalisatsioonisüsteemide väljaehitamine Elvas ning korrastustööd Ülenurmel, Tõrvandi ja Nõo asulas. Tänavu lõpetatakse Võru linna reoveepuhasti rekonstrueerimine. Kõikide nende projektide suurrahastaja on Euroopa Liidu Ühtekuuluvusfond.

Sellel ja järgmisel aastal jõuavad lõpule veel 36 ühisveevärstus- ja kanalisatsiooni projekteerimis- ja ehitustööd (tööde kogumaksumus on 430 mln eurot). Kokku investeeritakse ühisveevärgi- ja kanalisatsioonisüsteemide arendamisse ja rekonstrueerimisse aastaks 2013 koos toetuse saajate omaosalusega ligikaudu 543 miljonit eurot (8,5 miljardit krooni).

Keskkonnaministeerium

Alstom allkirjastas ligi ühe miljardi euro suuruse lepingu uue elektrijaama ehitamiseks Eestisse

Maaailma üks juhtivaid elektritootmiseseadmete ja -teenuste pakkuja Alstom sõlmis Eesti Energia tütar-ettevõttega Narva Elektrijaamad AS 950 miljoni euro suuruse lepingu kahe 300-megavattise ploki tarnimiseks tsirkuleeriva keevkihi (CFB) põletustehnoloogial põhineva aurujõujaama jaoks. Uus elektrijaam valmib Narvas 2015. aasta lõpuks ja seal saab peale põlevkivi kasutada ka biokütust. Vastavalt lepingu tingimustele on Alstomi ülesandeks plokkide projekteerimine, tootmine, tarnimine, paigaldamine, testimine ning nende käikulaskmine.

Keskkonnatehnika

AVAMERETUULEPARGID EUROOPAS 2010. AASTAL

Euroopa Tuuleenergia Assotsiatsiooni (*The European Wind Energy Association*, EWEA, www.ewea.org) jaanuaris avaldatud andmete kohaselt (*European offshore wind industry - key trends and statistics 2010*) püstitati Euroopas 2010. aastal 308 uut tuuleturbiini koguvõimsusega 883 MW. Tänu uutele tuulikutele suurenes avameretuuleparkide koguvõimsus ühe aastaga 51 %. Uusi avameretuuliku seati üles viie riigi üheksasse tuuleparki ning nende kogumaksumus oli 2,6 miljardit eurot.

Praegu on Euroopa üheksas riigis kokku 45 avameretuuleparki, mille 1136 tuuliku koguvõimsus on 2 946 MW. Keskmisel tuuleaastal toodavad nad 11,5 teravatttundi (TWh) energiat, mis võimaldab rahuldada 2,9 miljoni majapidamise aastase elektrienergiavajaduse.

Kõige rohkem on avameretuuliku Suurbritannias (koguvõimsus



Foto: Kim Hansen / commons.wikimedia.org

1341 MW), järgnevad Taani (854 MW), Holland (247 MW), Belgia (195 MW), Rootsi (164 MW), Saksamaa (92 MW), Soome (26 MW), Iirimaa (25 MW) ja Norra (2 MW).

Rajamisel on kümme avameretuuleparki koguvõimsusega 3 000 MW. Kui need valmis saavad, suureneb koguvõimsus 6 200 megavattini. EWEA prognoosi kohaselt ühendatakse 2011. aastal elektrivõrguga avameretuuliku koguvõimsusega 1000–1500 MW.

Keskkonnatehnika

FORTUM TERMEST AVAS PÄRNUS UUE ELEKTRI JA SOOJUSE KOOSTOOTMISJAAMA

28. jaanuaril toimunud pidulikultseremoonial avasid Pärnu linna peape Toomas Kivimägi ja ASi Fortum Termest juhatuse esimees Margo Külaots Pärnus uue elektri ja soojuse koostootmisjaama, mis katab kõigi Pärnu linna kodude soojavajaduse. Jaama elektriline võimsus on 24 MW ja soojusvõimsus 50 MW. Aastas müüakse 110 GWh elektri- ja 220 GWh soojusenergiat. Jaama, mis maksis 80 miljonit eurot, ehitamist rahastas FortumTermest. Tekkis 16 töökohta. Kütus on kodumaine – hakkpuit, puidujäätmed ja freesturvas.

Juba 2010. aasta lõpus käivitatud Pärnu koostootmisjaam on Tallinna Vao ja Tartu Luunja järel kolmas Eestis. Fortum Termesti hinnangul saaks selliseid jaamu ehitada veel kümnesse Eesti linna.

ASi Fortum Termest asutasid 1991.



Pärnu koostootmisjaam

Foto: Fortum Termest AS

aastal neliteist Eesti soojusettevõtet. Praegu on ettevõtte põhiomanik Põhjamaade ja Läänemere piirkonna juh-

tiv energiaettevõtte Fortum Power and Heat Oy.

A.M.

Keskkonnatehnika

RAAMATUD

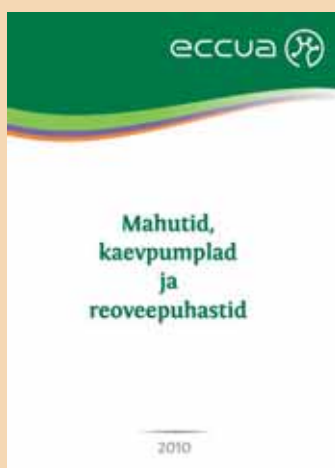
Mahutid, kaevpumplad ja reoveepuhastid

Raamat on valminud Eesti Maaülikooli, Tallinna Tehnikaülikooli ja ECCUA koostöös. Näited tuginevad ECCUA teadmistele ja kogemustele ning ITT WWW (Flygt) ja Saksa moodulmahuti- ja biopuhastitootja GRAF teabematerjalidele.

Usume, et raamatust saab hea abiline neile, kes valdkonna vastu huvi tunnevad, ning et see aitab ka asjatundjail oma teadmisi värskendada. Erilist tähelepanu on pöördunud terminoloogia, mis hõlbustab dokumentatsiooni koostamist ja sellest aru saamist.

Hindamatut abi andis Eesti Maaülikooli emeriitprofessor Aleksander Maastik, kes raamatu ka toimetas. Tänu väärivad ka Tallinna Tehnikaülikooli emeriitprofessor Kaido Hääl ning ettevõtete GRAF GmbH, ITT WWW (Flygt) ja ECCUA asjatundjad.

Raamatut saab tellida ECCUA klienditeeninduselt (tel +3726228050, info@eccua.ee).



Elurikas linn

Linnaelustiku käsiraamat

Autorid Meelis Uustal, Piret Kuldna ja Kaja Peterson, Säästva Eesti Instituudi (SEI) väljaanne, Tallinn 2010, 159 lk.

Käsiraamatus tutvustatakse linnahaljastuses, aianduses ja ehituses kasutatavaid ning elurikkust hoidvaid ajakohaseid meetodeid. Enamik kirjeldatavatest meetmetest on Eesti jaoks uudsed või siin väga vähe rakendatud. Raamatus tutvustatakse peamisi asulates elutsevaid loomarühmi ja -liike ning selgitatakse viimaste elupaiganõudeid ja tähtsust inimese jaoks. Tähelepanu pööratakse ka olulisematele taimedele, mis aitavad rikastada inimese ning ka teiste liikide elukeskkonda. Suure osa käsiraamatu mahust võtavad nõuanded, kuidas ühele või teisele loomaliigile aias ja pargis elupaiku luua. Käsiraamat on mõeldud keskkonnanõuandjatele, maastikuarhitektidele, ametnikele ja linlastele, kes on huvitatud elurikka ja elamisväärse keskkonna loomisest. Linnaelustiku käsiraamatu väljaandmist toetas Keskkonnainvesteeringute Keskus.

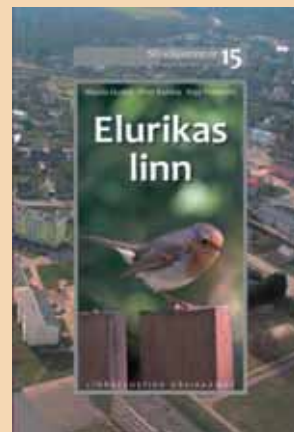


Foto: www.schreder.hu

BUDAPESTI VABADUSE SILD SAI KONKURSIL AURORALIA 2010 ESIKOHA

Budapesti 2009. aastal rekonstrueeritud Vabaduse sild tunnistati möödunud aasta lõpus konkursi *Auroralia 2010* kuueteistkümne kandidaadi seast esikoha vääriliseks. Teiseks tuli energiasäästlike linnavalgustusprojektide eest Genf (Šveits) ja kolmandaks Tilburg (Holland).

Auroralia on igal aastal väljaantav rahvusvaheline auhind, millega tunnustatakse neid linnu, mis on ellu viinud silmapaistva keskkonnahoidliku, energiasäästliku ja kauni linnavalgustusprojekti. Auhinna väljaandmist toetab 2002. aastal Lyonis loodud rahvusvaheline ühendus *Lighting Urban Community International* (LUCI), kuhu kuuluvad peale 63 linna neljast maailmajaost veel 30 muud liiget (rahvusvahelised firmad, arhitektid, valgustusinsenerid,

ülikoolid, sõltumatud valgustusala asjatundjad). Žürii koosneb sõltumatute erialajakirjade (linnavalgustus, linnaplaneerimine, keskkond) esindajaist kogu maailmast.

Auhinnatseremoonia toimub igal aastal Lyonis korraldataval valgusfestivalil (*Lyon Light Festival*), 2010. aasta auhinnad jagati 8. detsembril.

Vabaduse sild (ungari keeles *Szabadság hid*) – Budapesti üks kaunimaid vaatamisväärsusi – on olnud muinsuskaitse all üle saja aasta. Üle Doonau viiv sild, mis ühendab Buda ja Pesti linnaosi, valmis 1896. aastal maailmanäituse jaoks ning selle pühitses Ungari 1000. aastapäeva pidustuste ajal 4. oktoobril 1896 sisse Austria-Ungari keiser Franz Joseph I. Ungari Raudteede tolaeagse peainseneri János Feketeházy projek-

teeritud silda kutsutigi Franz Josephi sillaks. Teises Maailmasõjas laskid taganevad Saksa väed sillala, nagu teisedki Budapesti sillad, õhku. Pärast sõja lõppu taastati (taastada oli vaja vaid keskosa) Franz Josephi sild neist esimesena ning nimetati taasavamisel 1946. aastal Vabaduse sillaks.

Juugendstiilis 334 m pikkune Vabaduse sild on Budapesti sildadest kõige lühem. Kolme avaga (78,1, 175 ja 78,1 m) terrassõrestiksild on 20,1 m lai ja mahutab kaht sõidurada, kaht trammirööpapaari ja jalakäijate kergliiklusteed.

Silla seisundit uuriti 1985. aastal ning leiti, et libedusetõrjeks kasutatud sool oli sillatarindeid tugevasti korrodeerinud. 1996.

aastal tehtud uus uuring tuvastas sillamaterjalide vananemist ja silla staatilise olukorra probleemsust. Aastal 2007 hakati silda renoveerima: tugevdati terrastarindeid ja raudbetoonosi, parandati sillapiilareid ning remonditi sõidu- ja kõnniteed. Vabaduse sild sai uue moodsa LED-valgustuse ja värviti sama tooni roheliseks, kui ta oli enne Teist Maailmasõda. Originaalvärviga kaetud koht avastati juhuslikult 1980. aastal tehtud remonditööde ajal. Roheline värv kaeti korrosiooni- ja grafitivastase kihiga, nii et grafitit oleks kerge kõrvaldada. Vabaduse sild avati uuesti 2009. aasta mais. Renoveerimistööd läksid maksma 5 miljardit forintit, pool summast saadi toetusena Euroopa Liidust.

A.M.

Keskkonnatehnika

! UUS ASUKOHT
Peterburi tee 63b, Tallinn

24 h GSM (+372) 5551 0933
www.hansa-flex.ee

KÕIK HÜDRAULIKAVALDKONNAST

- HÜDROVOOLIKUD
- HÜDRAULIKA KOMPONENDID
- HÜDROPUMBAD
- LIITMIKUD
- HÜDROMOOTORID

SAKSA KVALITEET – MÕISTLIKUD HINNAD!

HANSA FLEX



Pole olemas reoveesüsteemi või veekogu, mida ei saa mõõta **Nivus GmbH** seadmetega!



www.nivus.com

Nivus GmbH reoveehulgamõõturid

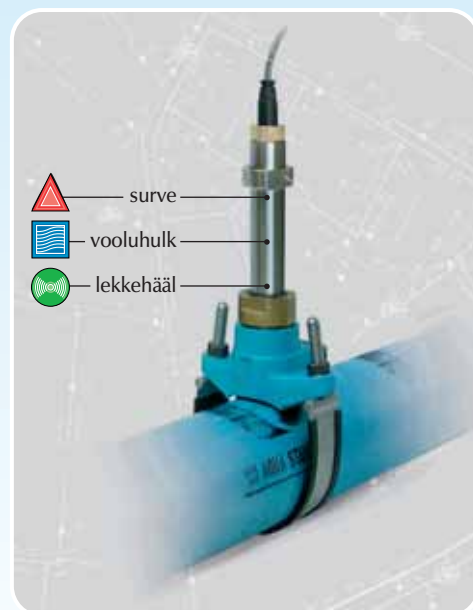


WLM veevõrgu monitoorimissüsteem

MWM - Martinek Water Management GmbH

www.martinek.org

Kontrolli oma veevõrku ja avasta kiiresti tekkinud lekke!



Küsi julgelt informatsiooni!

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

Lisainfo:
www.lokaator.ee

Mala GeoScience maapinnaradarid:
www.malags.com

Radiodetection Ltd
kaabliotsimisseadmed ja torukaamerad:
www.radiodetection.com



INDIA VEEPROBLEEMID PUUTUVAD NÜÜD KA EUROOPA LIITU

REIN MUNTER

Professor, TTÜ keemiatehnika instituut

MAIT KRIIPALU

Dotsent, EMÜ veemajanduse osakond

AASTA TAGASI ei osanud arvatagi, et meie ametireisi sihtkohaks võib saada eksootiline India. Juunis 2010 saatis Haridus- ja Teadusministeeriumi teadusnõunik Toivo Räim järelepärimise põhimõttelise koostööhuvi kohta Indiaga. Andsime sellest huvist teada ja nii tuligi sügisel (9.–14. novembrini) reis Delhisse ette võtta. Eelmisel aastal oli Euroopa Liit arengumaade hulgast valinud India oma strateegiliseks partneriks. Konverents *India-EU and Member States Partnership for Strategic Roadmap in Research and Innovation* korraldati New-Delhis (vanast Delhist ca 25 km lõunas) viietärnihotellis *The Claridges*.

Osalejad esindasid kahtteist Euroopa Liidu liikmesriiki: Portugali, Hispaaniat, Prantsusmaad, Saksamaad, Hollandit, Belgiat, Iirimaad, Suurbritanniat, Taanit, Soomet, Rootsit ja Eestit ning Norrat. Eesti delegatsioon oli neljaliikmeline: Toivo Räim, René Tõnisson (Balti Innovatsiooni Agentuur), Mait Kriipsalu (Eesti Maaülikool) ja Rein Munter (TTÜ). Konverentsil osalejate hulgast oli 92 veeala asjatundjat Euroopa Liidu riikidest ja 133 Indiast.

Lend Tallinn–Helsinki–Delhi (pikem ots kestis ca 8 tundi) kulges viperusteta ning Toivo Räim oli meile lennujaama vastu tellinud hotelli mikrobussi. Hiljuti valminud lennujaam jättis igati euroopaliku mulje, ehkki prügihunniku-

te lõpmatu jada, mis saatis meid kogu India reisi jooksul, algas juba moodsa lennujaama piires. Rein Munter (RM) sattus istuma juhi kõrvale vasakule (vasakpoolne liiklus) ning pidi varsti küüned auto esipaneeli suruma, sest liiklus oli tõeliselt hullumeelne. Sõiduridadest

Lennujaamast hotelli sõites olin (RM) täielikus šokis – kuidas saavad inimesed üldse niimoodi elada? Tee ääres hurtsikud, tolmed, toidujäätmed, prügi põlvini, läbisegi inimesed, koerad, kitsed ja lehmad ning puuviljakaupmeeste kärud. Kõike seda on raske kirjeldada. Õnneks

ei lugenud ma India reisiteatmikku enne reisi, vaid alles tagasiteel lennukis. Kes teab, ehk oleksin loobunudki, sest reisiteatmik algas lausega: „India ei ole koht nõrganärvilistele. See on pidev väljakutse nii kehale kui ka vaimule, täielik šokk kogu teie olemusele. India on meeliülendav, kurnav ja marruajav maa...“ Kõik see osutus 100 % tõeks.



Vaade konverentsisaali

Foto: Toivo Räim

keegi ei hoolinud, sõideti peamiselt kahe samasuunalise rea keskel, eessõitjaid pideva tuututamisega hoiatades ja olukorrast olenevalt ühest reast teise põigeldes. Tee ääres lippasid kraptsakad ahvid, oodates, et neile autodest midagi söögipoolist visataks. Siin-seal lamasid stoiliselt tee ääres pühad lehmad. Ühel ristmikul, kus valgusfoori muidugi polnud, pöörasime paremale. Samal ajal sõitsid autod ja kolmerattalised motorikšad vasakult kahes sõidureas täie otsustavusega meie ridadesse sisse. Palju ei puudunud, et üks auto oleks vasakpoolsest küljelt sisse pörutanud. Mul (RM) oli (eriti pärast samasugust neljatunnist sõitu Tadž Mahali) tõesti hea meel, et veel elavate kirja jäin.

Aga seda, et India on ka suurte kontrastide maa, kinnitas meie hotell, mis tõepoolest väris viit tärni. Relvastatud valve hotelli ees ei lasknud meie autot värvast sisse enne, kui valvurid olid auto alla lükatud peegelkäru abil kontrollinud, kas seal pommi ei ole. Läbisime koos oma pagasiga ka elektroonilise kontrolli. Töenäoliselt muutus turvakontroll rangeks pärast 2006. aasta sündmusi Mumbai (Bombay) viietärnihotellis, kus terroristid võtsid pantvangi kõik hotellikülalised. Meid aga tervitasid hotelliteenijad sügava kummardusega. Teenindus oli äärmiselt viisakas ja korrektne, toit suurepärase. Varem Indiat külastanud turistide hoiatusi arvestades oli nii mõnigi meist igati ettevaatlik, pesi mitu

korda päevas käsi desinfitseeriva želeega, keeldus kohvikoores ja külmast piimast, valis ainult hautatud või küpsutatud toitu, ei joonud toormahla ega lisanud mahlale jääd. Aga juba teisel päeval loobuti muude Euroopa Liidu esindajate eeskujul liigest ettevaatusest ning kõhuhäda ei tulnudki. Küll tuli aga unustada tavapärased käitumisharjumused ja puhtusele kõvasti rohkem tähelepanu pöörata.

Konverents avati 11. novembril mitme tähtsa India valitsusametniku tervituskõnega, millele lisandusid Euroopa Komisjoni esindajate sõnavõttud. Konverentsi töö kulges neljas sektsioonis:

- A – joogiveevarustus, vee kvaliteet ja tervis;
- B – veevarude haldamine, taaskasutus, põllumajandus ja keskkond;
- C – biomass/biojätmed/bioenergia (seoses suure energiapuudusega Indias);
- D – India ja Euroopa Liidu koostöö ning innovatsioon.

A-sektsioonis osales Rein Munter, B-sektsioonis Toivo Rääm, C-sektsioonis Mait Kriipsalu ning D-sektsioonis René Tõnisson. Põhiettekanded olid India esindajatelt ja vanade Euroopa Liidu riikide juhtivatelt teadlastelt (peamiselt neilt, kes on Indiaga juba varem koostööd teinud). Ettekannete aeg oli maksimaalselt 15 minutit, põhiosa ajast kulds diskussioonile ning soovitude väljatöötamisele konverentsi lõppdeklaratsiooni jaoks. India teadlaste ettekannetes peegeldus lii kluses nähtud pilt. Indias elab praegu ca 1,1 miljardit inimest, aastaks 2025 peaks neid olema 1,33 ning aastaks 2050 juba 1,64 miljardit. 90 % veevarudest (pinna- ja põhjavesi) on bakterioloogiliselt ja/või keemiliselt saastunud. Halvast joogiveest tingitud äge kõhulahtisus tapab Indias rohkesti lapsi. Bakterioloogilise saastuse otsene põhjus peitub selles, et ainult 30 % roevest puhastatakse, ülejäänud leiab otsetee loodusesse ning umbes kolmandikul elumajadest pole tualetti. Peale bakterite ja viiruste sisalduvad põhja- ja pinnavesi suurtes kontsentratsioonides arseeni, rauda, mangaani, fluoriide, nitraate ja raskmetalle. Veevarude piiratus ja saastatus ning kohalike õigusaktide puudulikkus on juba viinud piirkondlike konfliktideni (nn veesõdadeni), mida peab lahendama India ülemkohus.

A-sektsiooni ettekandeid kuulates sai selgeks, et Indias pole tegemist vee tehnoloogia oskusteabe puudumisega,



Hotell Claridge

Foto: Rein Munter



Kõik sanitaartehnikaseadmed paiknesid hotelli The Claridges keldrikorru sel

Foto: Mait Kriipsalu

puudu on hoopis rahast parima olemasoleva tehnoloogia rakendamiseks. Vesi on Indias väga odav, peaaegu tasuta. Nagu teada, pole tasuta saadud asjad sageli suurt midagi väärt. Oma ettekannetes seadsid India esindajad Euroopa Liidu asjatundjatele väga raske ülesande – töötada välja väga odavaid, ent tõhusaid (!) veepuhastusprotsesse ja -seadmeid. Sellega seoses meenus RM-le kauaaegse õpetaja ja sõbra professor Enno Siirde sõnad: „Ega meil Moosese keppi küll pole, et lööd vastu vett ja vesi on puhas...“ Seda tavatses ta öelda ettevõtete esindajale, kes tahtsid oma asutuse veemuredele saada häid, aga

tingimata väga odavaid lahendusi.

Konverentsi lõppdeklaratsiooni läksid A-sektsioonist järgmised punktid (prioriteetsuse järjekorras):

- odavate ja lihtsate (*low-cost/low-tech*) autonoomse energiavarustusega joogiveepuhastite väljatöötamine ja laialdane rakendamine maapiirkondades;
- linnade (eriti Delhi) veevarustuse järkjärguline üleviimine Euroopa Liidu finantsabi ja oskusteabe toel parimale võimalikule tehnoloogiale;
- vee kvaliteedi *on-line*-analüsaatorite seadmine veetorustikesse;
- põhjavee puhastustehnoloogia op-

timeerimine fluoriidide ja arseeni tohusamaks kõrvaldamiseks ning lahenduste leidmine puhastusjääkide käitlemiseks.

Ise (RM) seaksin selles loetelus esikohale hoopis sellise ülesande:

- luua elementaarsed sanitaartingimused nii maal kui ka linnades, ühendada kõik elamud kanalisatsiooniga, varustada nad tualettidega ning ehitada uusi reoveepuhasteid.

Enne selle pakilise ülesande lahendamist pole mõtet targutada mitmesuguste joogiveepuhastustehnoloogiate tohususe üle. Indias, Aafrikas ja muudes arengumaades võiks ajutise lahenduse pakkuda Rootsi arhitektuuriprofessor Anders Wilhelmsoni väljatöötatud bioplastist tualetikottide *peepoo* kasutamine väljaheidete kogumiseks. Nendes kottides muutuvad haigustekitajad 2–4 nädalaga kahjutuks, koti sisu „küpses“ väetiseks ning kui ta maha maetakse, biolaguneb kott ka ise. Kotti, mida katseti aastail 2008 ja 2009 Keenias ning Bangladeshis, muudab aktiivseks sise- ja katte karbamiidikiht. Odavate *peepoo*-de ostmine on jõukohane ka arengumaade elanikele.

C-sektsioonis jäi silma suur kontrast praktilise jäätmekäitluse (prügi kõikjal vedelemas) ja teoreetiliste uurimissuundade vahel, kus biomassi ja biojätmeid kasutatakse edukalt biotehnoloogiatööstuse toormena. Ka bioenergiale pannakse Indias suuri lootusi.

Konverentsi lõppsõnas tunnustati osalejaid koostöövalmiduse eest ning julgustati arendama ühiseid teadus- ja innovatsiooniprojekte, mille elluviimiseks loodetakse saada Euroopa Liidu rahalist abi.

Enne ärasõitu hotellist, mis meie jaoks oli kui oas kõrbes, külastasime hotelli keldris asuvat reoveepuhastit. Olime tõeliselt üllatunud: seal puhastati kogu hotelli olmereovett keemilis-bioloogiliselt ning eraldi hotelli pesumajast tulevat hallvett, mis läks pärast puhastamist ja pehmendamist jahutus- ja kastmisveena uuesti ringlusse. Reoveesete tahendati, pressiti ja kasutati oma tarbeks väetisena. Joogivesi, toidutegemiseks kasutatav vesi ja ujumisbasseinivesi saadi hotelli puurkaevust ning puhastati rauast ja muudest lisanditest kloorimise ja mitmeastmelise (sh katalüütilise) filtrimise teel. Vihmavesi koguti kokku ja immutati pärast mehaanilist puhastamist maasse oma põhjaveevaru suurendamiseks.



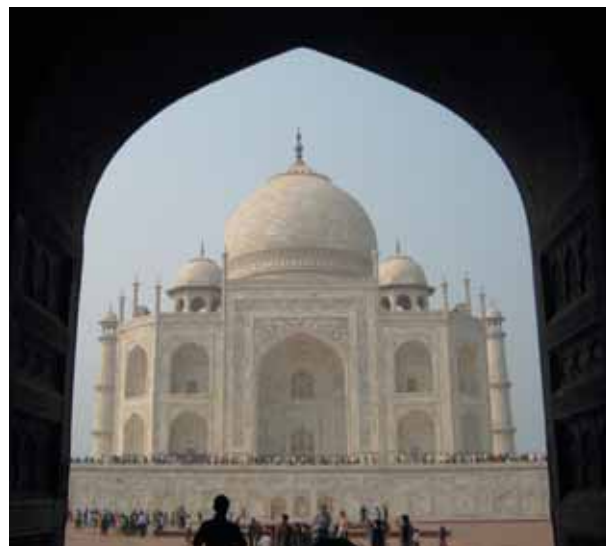
Kindluse Agra Fort siseöu

Foto: Rein Munter

Tarbevett soojendati päikesepaneelide abil. Täielik roheline ja keskkonnasäästlik tehnoloogia! India luksushotellis tehti kõike seda, millest meil alles räägitakse, ja kui tehaksegi, siis ühte või teist, aga mitte kõike korraga.

Tõelise elamuse pakkus ka maailma tuhande ime hulka kuuluv Tadž Mahal (Tadj Mahal – hindi keeles kroonpalee). Riskantne 200 km pikkune sõit sinna võttis umbes neli tundi ning kogu teekonna jooksul tuli sisse hingata teeäärse prügpõletuse kirbet suitsu. Dioksiinidest polnud keegi midagi kuulnud. Usutavasti on peale veekriisi India teine suur keskkonnamure õhu saastamine.

Tadž Mahali lumivalgest marmorist mausoleumi laskis ehitada suurmogul Šahh Džahan oma 1631. aastal neljateistkümnendat last sünnitades surnud meelisaime mälestuseks. See päikesekiirte helendav ehitist oli tõesti meelilendav ning pani ajutiselt unustama reisiväsimuse ja kirbe suitsu. Omaette vaatamisväärsus on ka paari kilomeetri kaugusel asuva India vana pealinna Agra UNESCO maailmapärandi nimistusse kantud punasest liivakivist kindlus Agra Fort. Kindluses on vangitorn, kuhu Šahh Džahani poeg Au-



Tadž Mahal

Foto: Rein Munter

rangzeb lasi mingil põhjusel vangistada oma isa, võimaldades talle siiski vaate oma armastatud Taj Mahalile.

India on suurte kontrastide maa. Kuigi majandusareng Delhis on muljetavaldav (jätkub metroo ehitamine, valmis on uus puhas lennujaam, kerkivad uued euroopalikud elurajoonid ja luksushotellid), elab enamik inimesi täielikus vaesuses, suhtudes sellesse omalaadse rahu ja alistuvusega, mida Lääne inimestel on raske mõista. Pärast sellist reisikogemust oskame hulga paremini hinnata puhast vett, puhast õhku ja puutumatut loodust, mida Eestil pakkuda on. Aga hinnata oskame ka vee-ettevõtete tööd, tänu kellele vee ja kanalisatsiooniteenused meil kättesaadavad on ning mille olemasolul me elu hästi ettegi ei kujutaks.

A.M.

ABB GSM-ANDMELOGER VÕIMALDAB AUTOMATISEERIDA ARVESTINÄITUDE LUGEMIST

ABB AS-i automaatikaprojektide üksuse arendusprojekti käigus töötati välja autonoomne seade eelkõige veearvesti näidu lugemiseks GSM-võrgu vahendusel. Seade ei vaja ühtegi välist ühendust peale veearvestiga ühendava juhtme. Vajalik on vaid mobiiltelefonilevi.

Seade loeb näitusid impulsside kaudu, mida annavad paljud veearvestid. Arvestid kasutavad selleks tavaliselt seieri sees asuvat väikest magnetit. Kui magnet liigub üle herkonrelee (klaaskesta sulatatud magnettüüritav elektromehaaniline komponent, mis teatud tugevusega magnetvälja sattudes toimib lülitina), ühendab arvesti hetkeks kaks kontakti omavahel ning selle suudabki seade registreerida.

Seade töötab patareitoitel vähemalt kolm aastat ning olenevalt lugemise režiimist võib patarei eluga olla ka pikem – vähemalt viis aastat ja isegi kauem. Ühendamine on samasugune nagu tavalisel arvestil – kaks juhet tuleb vaid ühendada arvestist seadmesse. ABB-s väljatöötatud aparaat ei sega arvesti näidu vaatamist nagu mõned arvesti klaasile liimitavad samasugused seadmed. Klient saab soovi korral ja vajaliku tarkvara olemasolul aparaadi ümber seadistada – selleks on vaja ainult USB-juhet ja arvutit.

Seade võimaldab logida mitme-
suguseid andmeid. Kõige lihtsam

on saata iga kuu lõpus kliendile SMS, mis sisaldab arvesti näitu ja vajaduse korral ka kuu jooksul kulutatud vee hulka. Tööstustevõtetele mõeldud pisut keerulisemad süsteemid võivad logida veenäitu lühikeste intervallidega ja saata need ühes sõnumis serverisse, kus andmete põhjal on

lega võib ühendada näiteks kolm veearvestit. Eraklientidel tasub kasutada vabu sisendeid, et automatiseerida lisaks veenäidu lugemisele ka näiteks elektriarvesti näidu lugemine. Seadme sisendid suudavad lugeda kontakti, seega saab sellega lugeda peaaegu kõiki olemasolevaid kulumõõtjaid (vee-

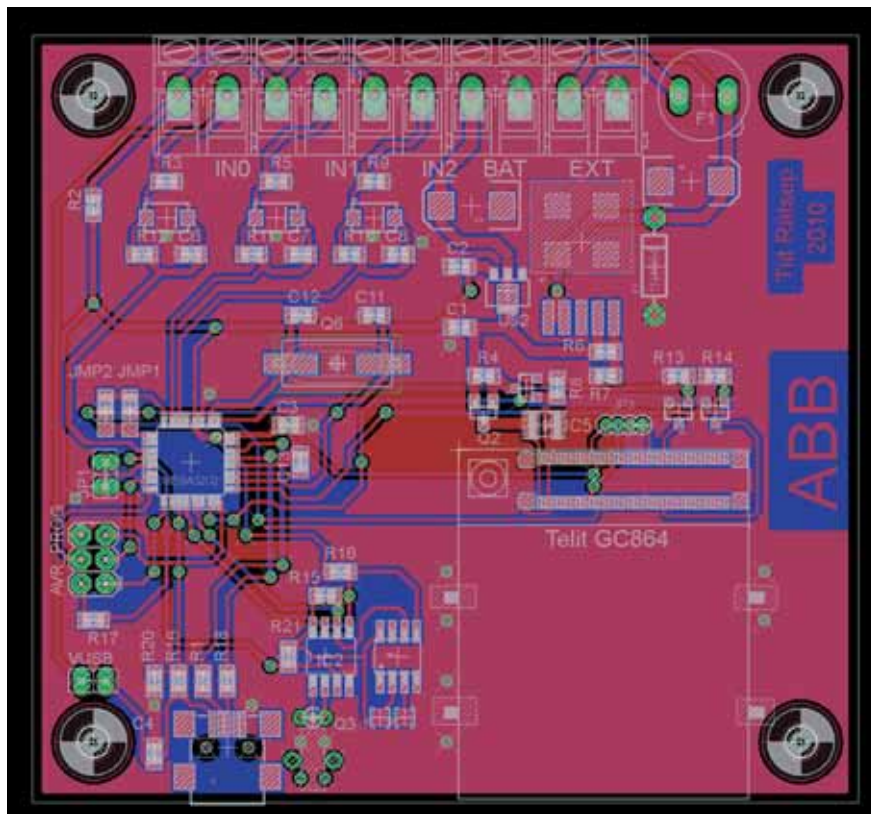


võimalik näha veekulu ja ajagraafikut. Selleks logib seade veenäidu näiteks iga kümne minuti järel ja saadab iga päev sõnumi nende näitudega serverisse, kus see salvestatakse. Serverist saab kasutada vaadata graafikut, kus on näha ööpäevane veekulu mingi ajaperioodi vältel, ning vajaduse korral oma veetarbimist optimeerida.

Üks aparaat suudab jälgida kolme sisendit, mis tähendab, et sel-

arvesti, elektriarvesti, gaasiarvesti). Peale selle on seade kasutatav ka alarmide saatmiseks. Näiteks võib klient ühendada välisukse külge anduri (magnet- ja herkonrelee), mis saadab talle mobiilile sõnumi iga kord, kui keegi ukse avab. Sellekohase tarkvara olemasolul korral on võimalik seade ümber seadistada, et vältida liiga suure hulga sõnumite saatmist.

Eriti kasulik on aparaat töös-



Arendusprojekt käigus kogetut on kirjeldanud ABB AS-i automaatikaprojektide üksuse insener Tiit Rätsep.

Arendusprojekt käigus tuli meil näha palju vaeva, et vähendada seadme voolutarvet miinimumini ja pikendada toote eluiga. Samas pidime arvestama, et GSM-võrgus registreerimiseks võib sidemoodul kulutada hetkeliselt üsna suuri võimsusi. Väga keeruliste toitele seatud nõudmiste tõttu pidime kasutama suhteliselt vähe levinud patareitüüpi, mis tagab püsiva toitepinge ja madala isetühjenemise ning mida muuhulgas kasutatakse kosmose- ja sõjatehnikas. Tavaliste patareide ja eriti veel akude isetühjenemine on palju suurem kui meie seadme keskmine töövool.

Ka aparaadis kasutatavad FRAM-tüüpi mälu on uuenduslikud. Sellised mälu on sama kiired kui tavalise arvuti operatiivmälu (RAM), kuid suudavad oma andmeid hoida tooteta nagu kõvaketas. Kõigele lisaks on need väga madala voolutarbega.

tusettevõtetele, kellel on oma arvestitele halb juurdepääs, ja ka korteriühistutele, sest seadme abil saab automatiseerida suure hulga arvestite lugemist täpselt ja õigeaegselt. Süsteemi kasutamine

muudab mugavaks lugemite saamise kaugetest ja elektriühendusteta arvestipunktidest. Seade on loodud olema täiesti autonoomne ja patarei eluea jooksul ka hooldusvaba.

Power and productivity for a better world™ **ABB**

AUTOMAAATIKAPÄEVA

10.03 - 12.03.2011

TALLINNA TEHNICAÜLIKOOLI AULAS

MESS



TTÜ 1918

LISAINFO:

WWW.ESIS.ORG.EE



EESTI
SÜSTEEMINSENERIDE
SELTS

TORMA PRÜGILA NÕRGVEE KÄITLUS

ENN TÕNISBERG

Dipl. insener

2010. aasta augustis läks Torma prügilas projekteeritud mahus käima nõrgveekäitlussüsteem, mille ehitamist alustati 2009. aasta detsembris. Et süsteem on ainulaadne ning tegemist on katseobjektiga, saab sellele anda lõpliku hinnangu alles mõne aja pärast.

Töö tellis prügilat majandav AMESTOP OÜ ning süsteemi ehitas ABAGARS EHITUS OÜ. Autor tänab asjaliku koostöö eest Torma prügilajuhatajat Toomas Orumaad ja operaatorit Sulev Kõre ning Väätsa prügilajuhatajat Aivar Lõhmust.

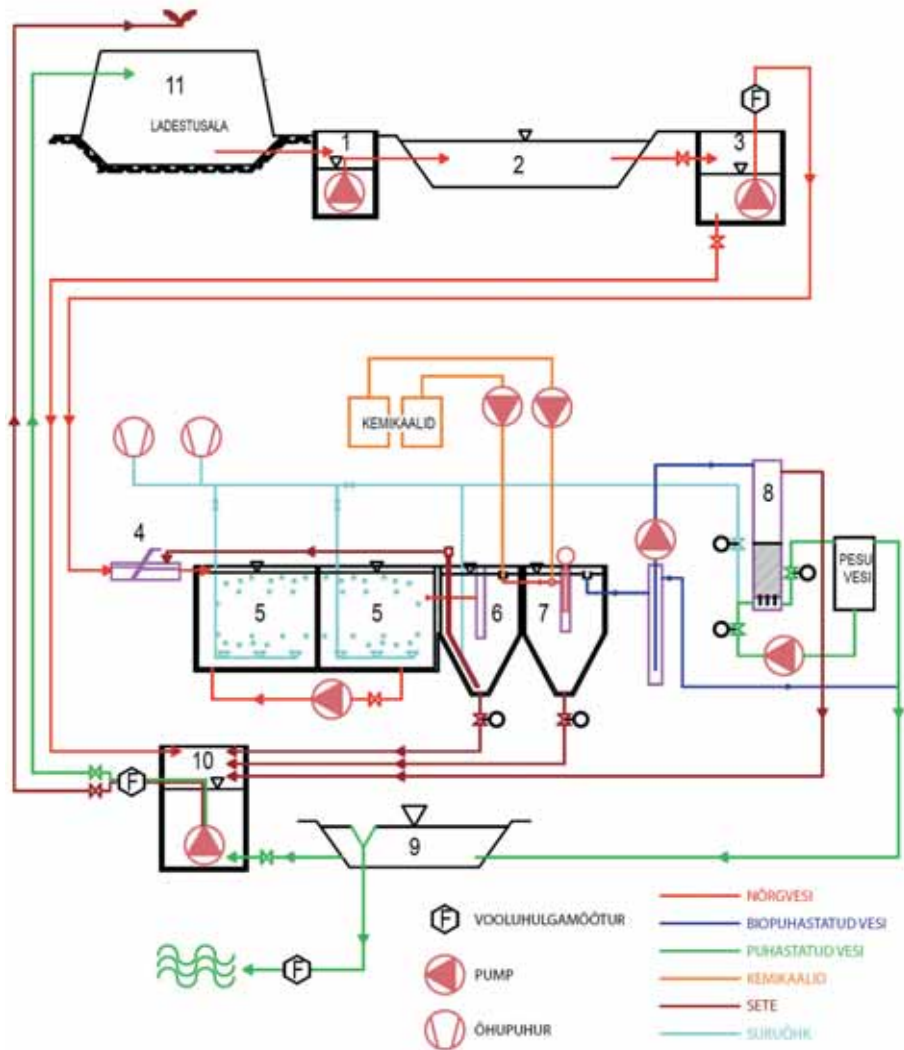
Uudse tehnoloogia kohaselt puhastatakse Tormas nõrgvett nii mehaaniliselt, bioloogiliselt kui ka keemiliselt. Sellist süsteemi eelistati pöördosmoosile, mida praegu ainuvõimalikuks lahenduseks peetakse, seetõttu, et:

- bioloogiline käitlus lagundab enamiku ohtlikest orgaanilistest jäätmetest veeks ja süsihappegaasiks, pöördosmoos vaid lahutab neid;
- pöördosmoosi korral filtritakse nõrgvesi läbi poolläbilaskva membraani, rakendades selleks lahuse osmootsest rõhust suuremat rõhku. Saadakse väga väikese soolasisaldusega nn permeaat, mida võib juhtida suublasse või kasutada prügilademe kastmiseks, ning soolarikas kontsentraat, mida prügilasse võetavate jäätmete kohta kehtivaid nõudeid järgides ei tohiks prügilasse ladestada, vaid tuleks saata Vaivara ohtlike jäätmete kogumiskeskusse. Seal, kus praegu pöördosmoosi rakendatakse, juhitakse kontsentraat aga prügilademesse ning muudab lademest läbi imbuva sademeveega segunedes nõrgvee üha kangemaks;
- pöördosmoosi käituskulud on suured.

NÕRGVEEKÄITLUSSÜSTEEM

Toetudes Väätsa prügilas mõõtmisandmetele arvutati nõrgvee aastahulgaks 9000 m³. Nõrgvee käitlusskeem on kujutatud joonisel 1.

Kaevpump 1 koguneb nõrgvesi



Joonis 1. Torma prügilas nõrgveekäitlussüsteem

pumbatakse ühtlustusmahutisse 2 ning voolab sealt toorveepump 3. Puhastussüsteemi pumbatav vesi voolab läbi võre 4, milles jääb pidama ühtlustusmahutisse vette sattunud praht, peenmullõhustusega aerotanki 5. Biopuhasti väljavooluvees sisalduv aktiivmuda sadestub püstsetitis 6 ning vesi liigub edasi flokulatsioonikambriga püstsetitis 7, milles puhastatavale veele lisatakse fosfori keemiliseks sadestamiseks koagulanti (raudsulfaati) ja flokulanti. Pärast järelpuhastamist liiv- ja keramiitfiltris 8 koguneb puhastatud vesi käideldud vee mahutisse 9, millest juhitakse suublasse või pumbatakse ring-

lusveepumpla 10 kaudu prügilademe 11 kastmiseks.

SENISED TULEMUSED

Puhastussüsteemist 16. septembril võetud veeproove analüüsiti OÜ Keskkonnauuringute Keskuse Tartu filiaalis, tulemused on järgnevas tabelis ja joonisel 2.

Tuleb tunnistada, et proovivõtuajal oli nõrgvesi lahja ja BHT₇ madal (aastakeskmise oli 300 mg/l). Suvi oli väga kuiv ja nõrgvee ühtlustusmahuti ammutati tühjaks. Proovivõtu ajal oli aga ohtralt sademeid ning prügiladet niisu-

Näitaja	Puhastisse	Pärast bioloogilist puhastust	Pärast keemilist puhastust	Väljavooluvesi
BHT ₇ mg/l	57	40	4,1	< 3
KHT mg/l	1069	581	175	141
HA mg/l	170	210	46	15
P _{üld} mg/l	2,3	2,0	< 0,02	< 0,02
N _{üld} mg/l	250	270	240	230
NO ₃ -N mg/l	25	250	210	220
pH	8,2	7,8	5,5	6,7
Fen. indeks	0,05	0,04	0,005	
Naftasaadused mg/l	< 0,02			



Joonis 2. Veeproovid eri puhastusjärgudest.

Vasakule paremale: puhastamata nõrgvesi, bioloogiliselt puhastatud vesi, keemiliselt käideldud vesi, väljavooluvesi

tati käideldud veega. Üldiselt ei ole prügilavee BHT₇ tänapäeval kuigi kõrge, sest orgaaniliste jäätmete osakaal ei ole enam nii suur kui endistel aegadel.

Puhastatava vee KHT oli keskmiselt 2000, maksimaalselt 2500 mg/l. KHT ja BHT₇ suhe on suur, enamasti 10. Juurduvad arusaamad järgi ei peaks sellist vett olema võimalik bioloogiliselt puhastada. Kuigi puhastatud vee KHT oli veidi suurem kui suublasse juhtida tohib (125 mg/l +/- 10 %), oli ta siiski väiksem kui keemia- või paberitööstusele lubatu (vastavalt 250 ja 160 mg/l).

Heljumisisaldust (HA) hoiti teadlikult lubatu ülapiiril (25 mg/l). Seda näitajat saab hõlpsasti viia ka alla 5 mg/l, ent siis suureneb filtripesuvee hulk (praegu on see 8 % käideldava vee kogusest). Raudsulfaat alandab küll pH-d, ent selle väärtuse viib väljavooluvee nõuetele vastavaks sobiv filtritüüp. Lämmastikuärastust ei taotletud, sest puhasti reostuskoormus on tublisti alla 10 000 ie. Silma torkab peaaegu täielik nitrifikatsioon, mis loob head eeldused denitrifikatsiooniks. Ühtlasi annab see alust väita, et tõhusalt on lagunened ka ohtlikud orgaanilised lämmastikühendid. Fenoolidega ei ole Torma prügilas probleeme, ent meeldiv on siiski see, et nõrgveekäitlus alandas nende sisaldust 90 %. Keemilise käitluse korral ei tasu P-ärastusest rääkida kui eesmärgist – see on tasuta kaasaanne. Kuigi seda

eradi ei analüüsitud, on selge, et settesse jäävad ained (nt kroom ja arseen), mis oksüdeerudes sadestuvad settesse.

MAKSUMUS

Puhasti ja käideldud vee mahuti rajamine ning ühtlustusmahuti korrastamine maksid 3 miljonit krooni (191 700 EUR) ning otsesed käituskulud (tööjõud, elektrienergiakulu puhastusseadmetes, kütteks ja ventilatsiooniks, kemikaalid) olid 8–13,2 krooni (0,5–0,85 EUR) käideldud nõrgvee kuupmeetri kohta.

TÄHELEPANEKUD, MIDA TULEVAS EL PROJEKTEERIJAL TASUB ARVESTADA

Nõrgvee koostis võib muutuda mõne päeva jooksul, olenedes peamiselt sademetest, kuid ilmselt veel millestki olulisest, mida aasta jooksul ei õnnestunud kindlaks teha. Tasakaalustamiseks on vaja ühtlustusmahutit, mille suurus peab olema tunduvalt suurem sademete integraalgraafiku abil määratud (mis oli kahjuks aluseks Torma prügilas).

Talvel võib nõrgvee tihedus olla üle 1,0 t/m³, sest vett on vähe ning selle võõrisesisaldus suur. See võib raskendada aktiivmudapuhastust (muda setib halvasti ja kandub setitist välja). Puhastatava vee tihedust tõstab ka koagulan-

di lisamine.

Tänapäevased prügilad erinevad tunduvalt oma eelkäijatest. Vett imava papi ja paberi homogeenne mass on asendunud kiht kihilt kokku pressitava kilerohe seguga. Kui püüdsime kasutada prügiladet intensiivsusega 3 m³ vett ruutmeetri kohta tunnis, hakkas vesi 20 minuti pärast lademe küljelt välja kiilduma. Sobiv kastmisnorm tuleb alles kindlaks teha, ent sellega tuleb arvestada nii ladestamisel kui ka veejaotusvõrgu projekteerimisel.

Ei maksa oodata kiiret tulemust. 2009. detsembris käivitatud bioloogiline protsess hakkas oodatud moel toimima alles 2010. aasta mais. Paljut tuli seadistamise käigus muuta, filtri täidet tuli nt kaks korda vahetada. Oli teisigi ümbertegemisi.

LÕPETUSEKS

Bioloogiline puhastus on nõrgveekäitluse oluline osa, pelk keemiline sadestamine alandas orgaanilise aine sisaldust (BHT₇) parimas katses vaid 15 %. Tabelis on näha, et bioloogilisele puhastusele järgnevad käitlusastmed kõrvaldavad veest ka ülipeene aktiivmudaheljumit.

Vedelaid käitlusjäätmeid tekib vähe. Filtrit pestakse bioloogiliselt puhastatud nõrgveega, mis sisaldab mõnevõrra aktiivmuda ja sobib hästi prügilademe niisutamiseks. Liigaktiivmuda ja keemilisel sadestamisel tekkivat muda on alla kuupmeetri päevas ning selle võib prügilasse ladestada või, kui otstarbekaks peetakse, Vaivarasse saata.

Selle teadasaamiseks, mis täpselt kõnesolevas käitlussüsteemis toimub, oleks vaja teha suurel hulgal analüüse, see ei ole aga kõrge hinna tõttu väikeprügilale jõukohane. Seetõttu käib kontroll peamiselt KHT määramise kaudu, mis on suhteliselt odav ja kohapeal tehtav. Torma prügila täieliku veebilansi koostamine algab käesoleva aasta kevadel.

Tormas saadud tulemused lubavad väita, et pöördosmoosi rakendamine võib olla otstarbekas vaid siis, kui suublasse juhitava vee keemilist hapnikutarvet ei õnnestu katsetatava käitlusega ka sademeveega segades normikohaseks alandada. Muude näitajate alandamine heitvees lubatavale tasemele probleeme ei tekita. Kindel võib aga olla selles, et kui pöördosmoosi ei saa vältida, tõstab katsetatud süsteemi rakendamine oluliselt selle tulemuslikkust, vähendades töödeldava vee algreostust. Uurimistöö KHT alandamiseks jätkub.

A.M.

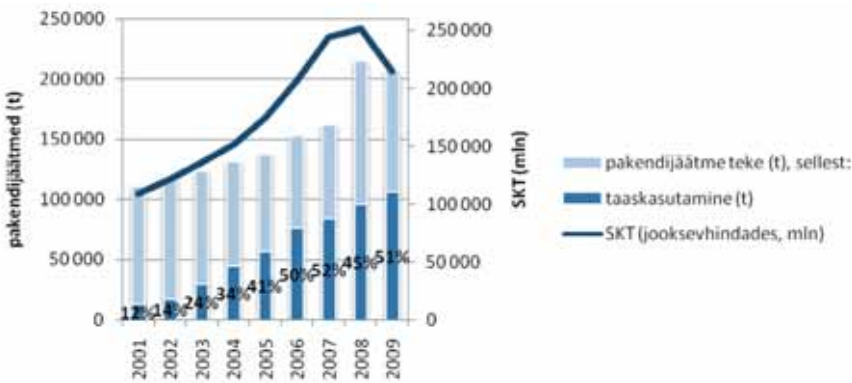
PAKENDID PEAVAD JÕUDMA TAASKASUTUSSE

VIIRE VISS

Riigikontrolli tulemusauditi osakonna audiitor

RIIGIKONTROLL viis 2010. aastal läbi auditi pakendijäätmete kogumise ja taaskasutuse tulemuslikkusest Eesti riigis. Auditiga leiti, et riik ei ole suutnud tagada pakendiettevõtjate vastutust oma turule lastud pakendite taaskasutuse eest – riigil on täitmata taaskasutuse sihtarvud ning saamata jäänud ligi miljard krooni pakendiaktsiisi. Pakendijäätmete taaskasutusse mittejõudmise peamine põhjus on puudulik järelevalve nii andmete õigsuse kui ka pakendiettevõtjate ja taaskasutajate taaskasutusega seotud tegevuse üle.

Aastal 2009 tekitati Eestis 207 000 t pakendijäätmeid – 8000 t võrra vähem kui 2008. aastal. See on küll hea suundumus, kuid võrreldes 2001. aastaga on pakendijäätmete koguteke kahekordistunud ning seda ei ole suudetud majanduskasvust lahti siduda (joonis 1). Riik ei ole 2009. aastal suutnud täita Euroopa Liidu direktiividest ja Eesti pakendiseadusest tulenevaid pakendijäätmete taaskasutuse sihtarve (tabel 1), seda nii kogu massi kui ka enamiku pakendijäätmeliikide osas (vt tabel 2 ja joonis 1). Kõige rohkem teeb muret plast-, aga ka metall- ja klaaspakendijäätmete taaskasutus. Plastpakendit suudeti taaskasutada vaid 27% eesmärgiks seatud 55% asemel.



Joonis 1. Pakendijäätmete teke ja taaskasutus, sisemajanduse kogutoodang (SKT) (2001–2009)

Allikas: Keskkonnaministeerium, Statistikaamet

Tabel 1. PAKENDIJÄÄTMETE TAASKASUTUSE SIHTARVUD (ALATES 1. JAANUARIST 2009)

Pakendijäätmete liik	Kogu taaskasutus, sellest ...	... ringlussevõtt
Klaas	70%	70%
Paber ja kartong	70%	60%
Metall	60%	60%
Plast	55%	45%
Puit	45%	20%
Kogu mass	60%	55%

Allikas: pakendiseadus

ETTEVÕTJA KOHUSTUSED

Pakendijäätmetele kehtib **tootja vastutuse põhimõte**, mille kohaselt vastutab pakendiettevõtja (see kes pakendab kaupa, veab sisse või müüb pakendatud kaupa) oma turule lastud pakendite kogumise ja taaskasutamise eest ning peab sellest ka riigile aru andma. Kui ettevõtja pakendeid ei taaskasuta, peab ta maksma riigile pakendiaktsiisi. Enamikul ettevõtjatel on võimatu oma pakendeid ise üle riigi kokku koguda ja kuna pakendite kogumine ja taaskasutamine ei ole üldjuhul ettevõtja põhitegevus, siis ei ole see ka mõttekas. Seadus võimaldab ettevõtjatel oma kohustuste täitmiseks luua taaskasutusorganisatsioone (TKO). Seega on ettevõtjal kaks võimalust:

- ettevõtte kogub oma pakendijäätmed ise kokku ja annab need jäätmekäitlejale taaskasutamiseks üle. Seejuures peab ta tagama, et pakendijäätmed saaksid taaskasutatud vähemalt taaskasutuse sihtarvude ulatuses
 - ühineda taaskasutusorganisatsiooniga (TKO) ja maksta sellele organisatsioonile teenustasu, et ettevõtja pakendijäätmed nõutud ulatuses kokku kogutaks ja taaskasutusse suunataks.
- TKOd on kohustatud ettevõtjate nimel:
- looma üleriigilise pakendijäätmete kogumisvõrgustiku
 - teavitama elanikkonda konteinerite asukohast
 - koguma kokku pakendijäätmed TKOsse kuuluvatelt ettevõtetelt ja elanikkonnalt

- suunama kokkukogutud pakendijäätmed taaskasutusse (selleks sõlmitakse jäätmekäitlejatega lepingud)
- esitama riigile pakendite turule laskmise ja taaskasutusse suunamise andmed.

Pakendiettevõtjad maksavad nende tegevuste eest TKOdele teenustasu. TKOle kohustuste üleandmine ja teenustasu maksmine on ettevõtja jaoks majanduslikult mitu korda soodsam kui taaskasutamata jäetud pakendijäätmete eest pakendiaktsiisi maksmine. Näiteks ühe tonni plastist müügipakendi kokkukogumise ja taaskasutamise eest maksab ettevõtte TKOle teenustasu 409 eurot (6 400 krooni). Kui ta aga sama kogust ei taaskasuta, peab ta maksma 2 556 eurot (40 000 krooni) pakendiaktsiisi.

Tabel 2. PAKENDIJÄÄTMETE TEKE, TAASKASUTUS JA SAAMATA JÄÄNUD AKTSIIS 2009. AASTAL

Ligikaudne arvutus 2009. a pakendijäätmete tekke ja taaskasutuse ning saamata jäänud aktsiisi kohta (JATSi 2009. a andmed, Keskkonnateabe Keskuse arvutusmeetod)

	Paber ja kartong	Plast	Puit	Metall	Klaas	Pakendid kokku ¹	Saamata jäänud aktsiis kokku
Teke (t)	63 849	69 243	4673	9451	59 523	206 740	
Taaskasutus (t)	43 969	18 486	5648	4022	33 828	105 953	
Taaskasutuse sihtmäär 2009 (%)	70	55	45	60	70	60	
Tegelik taaskasutus (%)	69	27	121 ²	43	57	51	
Taaskasutuse sihtmäära ja tegeliku taaskasutuse erinevus (%)	1	28	-76	17	13	9	
Taaskasutuse sihtmäära ja tegeliku taaskasutuse erinevus (t)	726	19 597		1649	7838	18 091	
Aktsiisimäär (kr/kg)	20	40	20	40	10		
(Alates 1. jaanuarist 2011 eurodes)	(1,2)	(2,5)	(1,2)	(2,5)	(0,60)		
Saamata jäänud aktsiis (kr)³	12 769 800	775 521 600	0	64 266 800	77 379 900		929 938 100
(eurodes)	(816 640)	(49 564 740)		(4 107 390)	(4 945 460)		(59 434 230)

Allikas: jäätmearuandluse infosüsteem (JATS), Keskkonnateabe Keskus

¹ Aktsiisimäär pakendite koguhulgale kehtestatud ei ole, on kehtestatud vaid materjalide kaupa.

² Taaskasutus kalendriaasta jooksul võib olla üle 100%, kui taaskasutatakse eelmistel aastatel tekkinud jäätmeid.

³ Saamata aktsiis = taaskasutuse sihtmäära ja tegeliku taaskasutuse erinevus (t) * aktsiisimäär (kr/kg) * 1000.

PAKENDIANDMETE USALDUSVÄÄRSUST TULEB TÖSTA

Riigikontroll tuvastas, et riigi (Keskkonnaministeeriumi) arvatud ja taaskasutusorganisatsioonide (TKOde) poolt pakendiregistrile esitatud pakendite turule laskmise andmed erinevad 45% võrra (vastavalt 214 500 t ja 117 700 t 2008. aastal). TKOdesse kuulub hinnanguliselt 80–90% pakendiettevõtjatest, seega ei tohiks riigi ja TKOde pakendite turule laskmise andmed nii suures osas erineda.

Ettevõtjaid esindavad taaskasutusorganisatsioonid on oma aruannete kohaselt suunanud taaskasutusse just nii suure osa turule lastud pakendeist, kui pakendiseadus on eesmärgiks seadnud (tabel 1). Riik taaskasutuse sihtarve aga ei täida. Taaskasutuse osakaalu pakendijäätmete tekkes vähendab see, et tegelikult on turule lastud palju suurem kogus pakendeid. Keskkonnaministeeriumi hinnangul tulevad andmete suured erinevused sellest, et pakendite turule laskmise andmed on TKOde aruannetes tegelikest andmetest oluliselt väiksemad. On ka mitmeid ettevõtjaid, kes teadlikult või teadmatusest ei ole TKOdega ühinenud või ei deklareeri ega taaskasuta oma pakendijäätmeid ise.

Teatud ulatuses võib andmete erine-

vust põhjustada Keskkonnaministeeriumi arvutusmetoodika, mis hindab pakendijäätmete teket üle. Samas aga kasutatakse rahvusvaheliselt tunnustatud arvutusmetoodikat ning pigem on sisendandmed viimastel aastatel paranenud ja tulemused ka õigemad.

PUUDULIK JÄRELEVALVE VAJAB PARANDAMIST

Ettevõtjate huvi pakendite turule laskmise andmeid aladeklareerida ja nende taaskasutust üledeklareerida on seotud kulude kokkuhoiuga. Ühel või teisel moel kaasnevad pakendite kokkukogumise ja taaskasutusega kulud, kas siis TKOle teenustasu või riigile pakendiaktsiisi makstes. Nii TKOle teenustasu maksmine kui ka taaskasutamata pakendijäätmete eest pakendiaktsiisi maksmine lähtub jäätmekogustest. Kui ettevõtja ise oma kohustusi täidab, kaasnevad sellega mõningased investeerimiskulud (nt prügipressi ostmiseks) või jäätmekäitlejale veoteenuse eest maksmine.

Valeandmete esitamist ja andmete mitteesitamist soodustab riigi järelevalve puudulikkus. Näiteks pakendite turule laskmise andmete esitamine pakendiregistrisse põhineb suuresti usaldusel, sest mitte keegi (ei Keskkonnainspeksioon ega ka Maksu- ja Tolliamet) neid andmeid ei kontrolli, kuigi

andmete akrediteerimise nõue on pakendiseaduses olemas.

Ettevõtjad ja taaskasutusorganisatsioonid kasutavad „kulude optimeerimise“ võimalust ära niikaua, kuni riik neid tõsiselt kontrollima ei hakka. Kui riik on pannud ettevõtjatele kohustusi, millest kõrvale hiilides on võimalik raha kokku hoida, siis seda enam peab riik sellist süsteemi kontrollima.

Järelevalve puudulikkuse põhjusi on mitmeid. Osalt on see olnud seotud puudulike või mittetoimivate õigusaktidega, näiteks said ettevõtjad oma kohustusi TKOdele üle anda tagantjärele ja pakendiregistrile esitatavad andmed ei ole auditeeritud.

Teisalt tunnistab Keskkonnainspeksioon (KKI), et neil ei ole oskusi ega jätku töötajaid ettevõtjate ja TKOde kontrollimiseks, eriti sellega seoses, mis puudutab finants- ja pakendite turule laskmise andmeid. KKI soovib, et sellega tegeleks pigem Maksu- ja Tolliamet (MTA). Viimane rõhutab oma korda, et MTA ülesanne on koguda makse ning järelevalvekohustused on pakendiseadusega pandud Keskkonnainspeksioonile. KKI on aga aastatel 2005–2009 kontrollinud enamasti üksnes TKOdesse mittekuuluvaid ettevõtjaid ja kauplusi pakendite tagasivõtukohutust silmas pidades. Ettevõtjate pakendite turule laskmise või taaskasutuse andmete kontroll on jäänud taga-

plaanile.

Keskkonnainspeksioon ning Maksu- ja Tolliamet ei ole suutnud ülesandeid omavahel jagada ning selle tulemusena ei ole ettevõtjaid ega taaskasutusorganisatsioone tegelikult üldse kontrollitud. Kui järelevalve pakendite turule laskmise andmete ja taaskasutusse suunamise üle puudub, siis ei ole riigil võimalik välja küsida ka pakendiaktsiisi nendelt ettevõtjatelt, kes ei ole täitnud oma taaskasutuskohustust.

ETTEVÕTJAD PEAKSID KONTROLLIMA TAASKASUTUS-ORGANISATSIOONIDE TEGEVUST

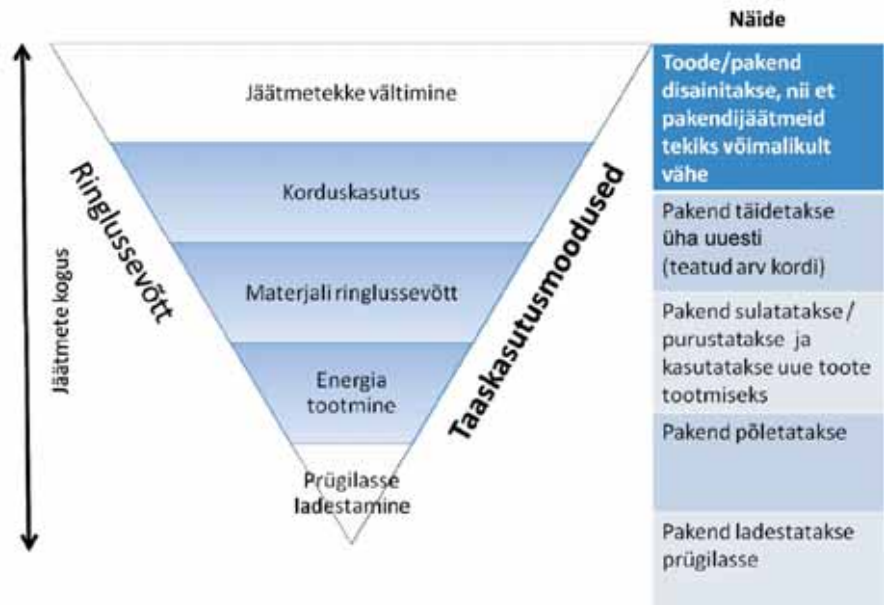
Peale pakendite turule laskmise andmete on oluline kontrollida ka taaskasutust. Pakendiettevõtja või ettevõtjaid esindava taaskasutusorganisatsiooni vastutus pakendijäätmete taaskasutuse eest lõpeb praegu üldjuhul sel hetkel, kui pakendijäätmed on jäätmevedajale või -käitlejale üle antud. Pakendijäätmetest 50% eksporditakse ning arusaadavalt on nende „saatus“ keeruline jälgida. Kuid tootja vastutuse põhimõttest lähtuvalt vastutab tootja (pakendiettevõtja) nii pakendimaterjali valiku kui ka pakendamise eest kuni selle taaskasutuseni või lõpliku kõrvaldamiseni välja.

Ettevõtjad peaksid ka ise rohkem kontrollima selle taaskasutusorganisatsiooni tegevust, kellele nad on oma kohustused üle andnud ja kellele teenustas maksavad. Ettevõtjatel ei ole üldjuhul aimugi sellest, kuidas kujuneb teenustasu, kas pakendid tõepoolest jõuavad taaskasutusse ning kes maksab näiteks pakendiaktsiisi, kui TKO ei suuda oma kohustusi täita (2009. aasta pakendiregistri andmed kinnitavad, et on TKOsid, kes mõningate pakendiliikide sihtarve ei täida).

ETTEVÕTJATELT ON JÄÄNUD VÄLJA NÕUDMATA MILJARD KROONI

Ettevõtjate ja taaskasutusorganisatsioonide vähene kontroll võimaldab jätta pakendijäätmed taaskasutamata ning väga suur kogus nendest jäätmetest jõuab prügilatesse. Vastutus Euroopa Liidu direktiivide ja pakendiseaduse nõuete mittetäitmise eest langeb riigile, kuigi just ettevõtjad peaksid seda vastutust kandma.

Riigikontrolli arvutuse kohaselt jäi riigil 2009. aastal ettevõtjatelt välja



Joonis 2. Euroopa Liidu jäätmekäitlushierarhia

Allikas: Euroopa Liidu jäätmedirektiiv, Riigikontroll

nõudmata ligi 930 miljonit krooni (60 miljonit eurot) pakendiaktsiisi (vt tabel 2). Kõige rohkem teevad muret plastpakendijäätmed. Neid tekib kõige rohkem (70 000 t) ja taaskasutatakse kõige vähem (27%), aga nende aktsiis on kõige kõrgem (40 kr/kg, 2,5 EUR/kg). Kuna puuduliku järelevalve tõttu ei ole teada, millised ettevõtjad oma kohustusi ei täida, siis ei ole ka kelleltki võimalik pakendiaktsiisi sisse nõuda. Siinkohal tasub rõhutada, et pakendiaktsiisi eesmärk ei ole riigikassasse raha teenida, tähtis on mõjutada ettevõtjaid pakendijäätmeid võimalikult täielikult kokku koguma ja taaskasutama.

PAKENDIJÄÄTMETE PÕLETAMISELE PEAB EELISTAMA NENDE RINGLUSSEVÕTTU

Riigikontroll ei käsitlenud oma auditis segaolmejäätmete (osa nendest moodustavad ka pakendijäätmed) põletamist. Euroopa Liidu ja ka Eesti jäätmepoliitika lähtub nn jäätmekäitlushierarhiast (joonis 2), kus esmalt tuleb jäätmeteket vältida, seejärel jäätmeid korduskasutada ja ringlusse võtta ning alles seejärel nendest energiat toota. Kõige viimane lahendus on need prügilasse ladestada. Ka pakendijäätmete puhul tuleb kõigepealt täita ringlussevõtu sihtarvud (tabel 1) ja alles ülejäänust tohib energiat toota.

Kui eeldada, et ringlussevõtu sihtarvud on pakendimaterjali liikide kaupade täidetud ja põletamise minevast pakendist on välja sortitud metall- ja

klaaspakend, siis oleks 2009. aastal olnud maksimaalne põletatav pakendijäätmete kogus 61 000 t.

RIIGIKONTROLLI OLULISEMAD SOOVITUSED

- Algatada pakendiseaduse muutmine, et reguleerida selgemini pakendijäätmete taaskasutuse tõendamise põhimõtteid, täpsustada pakendiauditi sisule esitatavaid nõudeid, muuta taaskasutusorganisatsioonidele antav akrediteering tähtsajaliseks ja täpsustada taaskasutusorganisatsioonide kohustusi.
- Tagada, et Keskkonnainspeksioon kontrolliks regulaarselt kõiki taaskasutusorganisatsioone, suuremaid pakendiettevõtjaid ja ka taaskasutusorganisatsioonidega mitteliitunud ettevõtteid, kas nood täidavad pakendiseaduse nõudeid.
- Määrata selgelt kindlaks, kuidas jagunevad järelevalveinstitutsioonide (Keskkonnainspeksioon, Maksu- ja Tolliamet) ülesanded järelevalve tegemisel.
- Teha kohustuslikuks pakendiaktsiisi maksimine (pakendimaks) pakendite turule laskmise hetkel ning maksta aktsiisi tagasi siis, kui ettevõtte või taaskasutusorganisatsioon on tõendanud, et ta on pakendijäätmeid taaskasutanud sihtmäärade ulatuses. Kohaldada pakendiaktsiisi väljanõudmist kõikidel juhtudel, kui pakendiregistri aruandekohuslane ei pea kinni aruande esitamise tähtaegadest või esitab auditeerimata ning seaduse nõuetele mittevastava aruande.

PAKENDITE KONTEINERKOGUMINE ON PUUDULIK

Peale pakendiettevõtjate kohustuste täitmise teema käsitles Riigikontrolli audit ka elanikkonnalt pakendite kokkukogumise süsteemi toimimist. Muret teeb eelkõige see, et paljud inimesed Eestis ei tea oma õigust pakendid tasuta ära anda. Samas ei ole ka pakendikonteinervõrgustik üle Eesti kõikides regioonides piisav, konteinerid ei ole kergesti tuvastatavad ega selgelt märgistatud ning inimesi ei ole nendest piisavalt teavitatud. Puudulik on ka taaskasutusorganisatsioonide ja kohalike omavalitsuste (KOV) koostöö. Just nemad peaksid üheskoos omavalitsuse territooriumil konteinervõrgustikku arendama. KOVid peaksid mõistma, et neil on õigus määrata pakendikonteinerite asukoht omavalitsuse territooriumil ja TKOdele ei pea maksma ei konteinerite ega ka nende tühendamise eest. Samas peaks

KOV valvama ka selle järele, et konteineritesse visatakse üksnes pakendeid.

Riigikontroll loodab, et enamik pakendijäätmetest jõuab lähitulevikus taaskasutusse. Keskkonnaministeeriumi ja Rahandusministeeriumi

nõustumine enamiku Riigikontrolli soovistega viitab soovile valdkonna probleeme lahendada, muuhulgas ka järelevalvet tugevdada.

Auditi aruande terviktekst www.riigikontroll.ee



Konteinerid on sageli raskesti ligipääsetavad

Foto: Riigikontroll

Eesti ehitab

Est build

2011

XV RAHVUSVAHELINE EHITUSMESS

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/epp-sultsmann)
www.fair.ee/eestiehitab

AJAKOHANE AUTOMAATIKA ON VARASEMAST TARGEM JA ODAVAM

- suhtleb inimesega interneti vahendusel
- on kaughallatav ehk kaugelt jälgitav ja seadistatav
- on laiendatav ja vajaduse korral muudetav
- ei vaja enam füüsilisi privaatvõrke

NEEME TAKIS

ITvilla OÜ juhataja, Rakvere Targa Maja Kompetentsikeskuse Koostöötoimkonna esimees

UUE AASTA alguses on kohane heita pilk automatiseeritud juhtimisega seotud valdkondades toimuvatele muutustele. Kokkuvõtva arengusuunana võib igasuguste automaatjuhtimist sisaldavate tehniliste süsteemide puhul rõhutada TARKUSE ja AVATUSE olulisemaks muutumist. Kulutuste kasvu sellega ei kaasne, ajakohastes automaatikasüsteemides saadakse paremaid tulemusi pigem väiksemate kuludega.

Automaatikasüsteemi tarkus tähendab informeeritud ja mõistlike otsuste tegemise võimet. See sõltub paljuski otsuse tegemisel lähteandmetena kasutatava informatsiooni hulgast. Lähteandmete mahu kasvatamise ühe võimaluse pakub süsteemile täiendavate ruumis hajutatud andurite lisamine. Kuid teatud piirist alates ei kaasne üha uute andurite lisamisega enam informatsiooni kvaliteedi kasvu, kuigi ümbritseva ruumi kohta saame selgema pildi. Sisendinfo kvaliteedi järgmine hüppeline kasv on võimalik siis, kui saaksime andurite signaale ka ajas nihutada, eriti tuleviku suunas. Nimelt on kõikidele automaatjuhtimissüsteemidele omane teatud viidete olemasolu, mistõttu pidevalt muutuvaid häiringuid ei õnnestu reaajalist mõõtetulemuste alusel täiel määral kompenseerida. Näiteks küttesüsteemides tulevikuennustusena elektroonilise ilmamate arvestamine annab väärtuslikku lisainfot, millega küttejuhtimise kvaliteeti saab parandada ning peale selle ka energiat kokku hoida.

Avatuse all tuleks kõigepealt silmas pidada süsteemi suhtlusvõimet teiste süsteemide ja kasutajatega. Küsimus ei ole aga ainult välise informatsiooni vastuvõtuvõimes, ka süsteemisiseselt toodetud informatsiooni tuleks teistega jagada. Igasugune huvipakkuv info peaks inimesteni jõudma muidugi in-

terneti vahendusel, kuid mitmesugusest süsteemisisesest infost võivad olla huvitatud ka teised automaatsüsteemid. Info jagamine ei jäta ju kedagi infost ilma, kuid võimaldab süsteemide kogumil kokkuvõttes paremaid tulemusi saavutada, lihtsaimal juhul süsteemide üksteisele vastutöötamist ja energia raiskamist vältides.

Teiseks iseloomustab süsteemi avatust selle valmisolek muudatuste sisseviimiseks, näiteks edasiarendusteks süsteemi ees seisvate ülesannete lisandumise või muutumise korral. Vanemate automaatikasüsteemide puhul on vajaduste muutumisel sageli ainult üks võimalus – paigaldada uus süsteem kas olemasoleva asemele või kõrvale. Ajakohased automaatikasüsteemid varustatakse aga muudatuste sisseviimiseks kas ainult uue tarkvaraga või ka mõne füüsilise lisamooduliga.

Suurenenud avatuse märk on ka see, et üha kergem on kombineerida mitmete tootjate seadmeid ja tagada nende koostöö. Sellise valikuvabaduse tekkimine mõjub konkurentsi kaudu hindu langetavalt. Kombineerimise puhul ei ole aga alati lihtne õigeid valikuid teha ja peamiselt ühele tootjale orienteeritud firmadest ei pruugi selleks erapooletut abi saada. Tulemuslikum võib olla sõltumatu konsultandi kaasamine iga uue projekti võimalikult varases faasis.

Avatuse kasvu tõendab veel see, et osa uutest automaatikasüsteemidest on probleemideta sidestatavad väga erinevate väliste süsteemidega, sealhulgas internetipõhiste haldusvahenditega. Nendes vahendites kasutatakse komponentidena tihti peale avatud koodiga vabatarkvara, mis kulude vähendamisele kaasa aitab. Leidub ka selliseid haldusvahendeid, mis on kättesaadavad internetipõhise teenusena. Sel juhul

võib tavapärase süsteemihalduse korraldamiseks vajaliku serverikeskuse siustamisest ja ülalpidamisest täielikult loobuda.

SOOVITUSI PROJEKTEERIJATELE

Uute automaatikasüsteemide puhul võiks oletada, et enamik neist on ajakohased ja targad lahendused. Kahjuks see nii ei ole. Rumalavõitu automaatikasüsteeme lisandub esialgu kiiremini kui tarku, sest viimaseid lihtsalt ei projekteerita piisavalt. Aegunud lahenduste jätkuva eelistamise põhjus ei ole aga ainult projekteerijate vähene huvi uute võimaluste kasutamise vastu. Projekterija projekteerib ikkagi seda, mida temalt nõutakse, ja konkureerib hinnal pärast teiste projekteerijatega. Seepärast on nõrgavõitu projekti peamine põhjus hoopis tellija vähene teadlikkus või ükskõiksus ning soov projekteerimiskulusid madalal hoida. Viimane asjaolu välistab ka pädevate konsultantide kaasamise projekteerimistingimuste väljatöötamisse, kuigi konsultandile kulutatud raha tuleks vahel isegiajakordselt tagasi. Madalaima hinnaga saabki aga toota vaid selliseid projekte, mis võimalikult suures osas on varasemate ja pahatihti moraalselt vananenud lahenduste koopiad.

Allpool on antud mõningad soovitusi, mille teadmine ja järgimine aitaks uute objektide tehnilist taset parandada.

- Kõik automaatikasüsteemid peaksid olema suutelised infovahetuseks vähemalt ühe, soovitatavalt aga mitme levinud kommunikatsiooniprotokolli alusel. Eelistada tuleks neid protokolle, milles koostatud sõnumid on konverteerimata kujul interneti teel edastatavad ilma spetsiaalseid ruutereid ja lüüse kasutamata.

- Vastandlikke funktsioone realiseerivate automaatikasüsteemide konflikt peab alati olema välistatud (näiteks hooneautomaatika puhul ei tohi üht ja sama ruumi teenindav kütte ja jahutus töötada üheaegselt, kütte ja jahutuse seadetemperatuurid peavad olema puhvertsooniga eraldatud).
- Erinevate ajaprogrammide asemel tuleks eelistada süsteemide juhtimist tegelikku vajadust arvestades (näiteks hooneautomaatika puhul CO₂ taseme või inimeste kohaloleku info arvestamine ventilatsiooni juhtimisel).
- Süsteemid tuleks jagada piisavalt väikesteks individuaalse juhtimisega tsoonideks, et tagada adekvaatne reaktsioon mitmesugustele tingimustele (näiteks hooneautomaatika puhul ilmakaare arvestamine kütmisel, välisvalgustuse arvestamine aknalähedase ala üldvalgustamisel).
- Küttesüsteemide juhtimisel tuleks eelistada elektroonilist ilmaennustust kasutada suutvaid lahendusi.
- Kõikide andurite ja täiturite olekud ning soovitud etteandesuured peaksid olema kaugjälgitavad ja vajaduse korral ka kaugmuudetavad (interneti kaudu ümberseadistatavad).
- Jälgimis- ja haldussüsteemidena tuleks kasutada ainult veebipõhiseid ja internetiga sobituvaid lahendusi, infole vaid teatud kindlalt töökohalt ligipääsu aeg on läbi.
- Hoonesüsteemide kogutud ja visualiseeritud infole peaks olema võimalik ligi pääseda igalt internetiühendusega arvutilt või nutitefonilt, seda kooskõlas kasutajale eraldatud õigustega.
- Füüsiliste privaatvõrkude väljaehitamine peaks lõppema – odavam ja töökindlam on rahuldada kõik sidevajadused kas fikseeritud või mobiilse interneti kaudu. Selliseid haldussüsteeme, mida ei rahulda mobiilse internetiside parameetrid, ei tohiks enam valida.

A.M.

Energiasäästulahendused üle Eesti

TERMOPILT



- **Termograafia**
- **Energiamärgised**
- **Energiaauditid**
- **Energiaarvutused**
- **Hoonete õhutiheduse kontroll**
- **Küttesüsteemide projekteerimine ja häälestamine**

www.termopilt.ee info@termopilt.ee

PÄRNU Riia mnt. 106 ☎ 53 48 99 59

TARTU Riia 24 a ☎ 53 49 11 82

KAESER KOMPRESSORID

KAESER' i abiga reovesi puhtaks!

Suur valik kõrgekvaliteedilisi Saksa rootorpuhureid



Loe lisa www.kaeser.ee

TUULIKUMÜRA JA -VARJUTUS: MODELLEERIMINE VERSUS INIMTAJU

PIRET TOONPERE, MSc

OÜ Adepte Ekspert

EESTI TUULEENERGEETIKA areng on olnud kiire ning riigi võetud taastuenergiaalaste kohustuste täitmiseks tuleb samas tempos jätkata. Tuuleparke kavandades peab arvestama ka mõningast vastuseisu. Tuuleenergiat peetakse küll vajalikuks, kuid kohalike elanike arvates tuleks seda arendada kuskil mujal, mitte nende elukohas. Eesti on demokraatlik riik, kus hea planeerimistava alus on kohaliku kogukonna arvamuse arvestamine. Seepärast tuleb püüda leida kompromisslahendusi, mis võimaldaksid projektide elluviimisel arvestada kohalike elanike huve.

Tuulepargid häirivad elanikke peamiselt tuulikumüra ja -varjutusega, mõlemat on võimalik suhteliselt täpselt hinnata.

TUULIKUMÜRA JA -VARJUTUS

Eesti välisõhu kaitse seaduse (RT I 2004, 43, 298) kohaselt on **müra** „inimtegevusest põhjustatud ning välisõhus leviv soovimatu ja kahjulik heli, mille tekitavad paigsed või liikuvad saaste-

allikad“.

Tuulikud kui tehnilised seadmed tekitavad tõepoolest müra. Tuuleparkidest leviva heli põhjustajaid on laias laastus kaks [1]:

- tuuleturbiini käigukasti, mootori jt mehhanismide tekitatav **mehaaniline heli** ning

- **aerodünaamiline heli**, mida tekitab rootori labade vahelt läbi liikuv õhk.

Ainuke otsene nõue, mis reguleerib tuulikute paiknemist elamualade suhtes, on müra normväärtus. Eestis rakendatakse tuulikuparkide puhul sotsiaalministri 4. märtsi 2002. aasta määrusega nr 42 „Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid“ ette nähtud tööstusmüra taotlustaset, mis uute planeeringute puhul on II kategooria aladel (elamualadel) päevasel ajal 50 dB ja öisel ajal 40 dB.

Varjutuseks kutsutakse nähtust, mida päikesepaistelisel päeval põhjustab tuulegeneraatori läbipaistmatute osade taha tekkiv vari. Et tuuliku labad liiguvad, siis liigub pidevalt ka

vari. Elamualal väljendub see valguse intensiivsuse regulaarselt korduvas muutumises [2]. Varjutuse esinemine sõltub päikesepaistest (varju tekkimiseks on vaja otsest päikesevalgust), päikese näivast kõrgusest horisondi suhtes (laiuskraadist ning aasta- ja kellaajast), tuuliku ja varjutuse retseptori omavahelisest paiknemisest või kõrgusvahetusest ning tuule tugevusest (kas tuule kiirus on tuuliku tööks piisav) ja suunast (mis asendis on tuuliku tiivikuosa varjutuse retseptori suhtes). Meie laiuskraadil ei tekita tuuleturbiinid kunagi varju tuulikutornist lõuna pool, varjutus ulatub kõige kaugemale lääne- ja idakaares. Kõige suurem on varjutuse kogukestus tuuliku vahetus läheduses loode-, põhja- ja kirdesuunas [2].

Varjutust käsitlevaid norme ega üldtunnustatud juhendeid selle määramiseks Eestis ei ole. Keskkonnamõju hindamisel järgitakse üldjuhul Euroopa norme, ent Euroopaski ei ole soovitusväärtused ühesugused. Lõuna-Euroopa riikides ning Austraalia ja USA osariikides on soovituslik piirväärtus



Aastatel 2007–2013 on Eesti keskkonnasektorile Euroopa Liidu fondidest ja läbi KIK SA eraldatud 0,7 miljardit eurot

AITAME TEIL KOOSTADA TAOTLUSI JA HANKEDOKUMENTE!

ALKRANEL

www.alkranel.ee
7 366 676, 52 89 175

Keskkonnavalased konsultatsioonid alates 2000. a

hoonestusalal 30 tundi varjutust aastas, Rootsis ja Taanis on norm rangem – 10 tundi [2].

MÜRATAASEME JA VARJUTUSE HINDAMINE

Müra ja varjutus on tuulikuparkide kõige täpsemini hinnatavad mõjud. Mõlemat on võimalik arvutada ning sellekohase tarkvara abil modelleerida.

Eestis lähtutakse tuulikumüra modelleerimisel sotsiaalministri määrusega nr 42 kehtestatud standardi ISO 1996-2 kohasest arvutusmetoodikast välisõhus leviva müra hindamiseks, võttes enamasti tuule kiiruseks 8 m/s. Müra levimist takistavaid objekte – hooneid, puid ega met-saalasid modelleerimisel tavaliselt ei arvestata. Käesolevas töös modelleeriti mürataseta maapinna kõrgusel ning maapinna (akustiliselt „pehme“, helilaineid neelava loodusliku pinnase) helineeldumisteguri väärtuseks võeti 1.

Varjutuse modelleerimiseks ühtset metoodikat kehtestatud ei ole. Vaadel-dava piirkonna ilmaandmetele tugine-des on võimalik varjutuse esinemise aega ja kestust soovitava täpsusastme-ga siiski hinnata. Kui tuule ja päikese-paiste kestuse kohta andmeid pole, ra-kendatakse varjutuse modelleerimisel enamasti nn halvima võimaluse (*worst case*) stsenaariumit: arvutustes eelda-takse, et kõik võimalikud ebasobivad tingimused kokku satuvad (tuulikud töötavad aasta ringi, s.o 8760 tundi aastas, päike paistab pidevalt tõusust loojanguni ning varjutuse levimist takistavaid objekte (nt mets, kõrval-hooned) ei ole). See metoodika annab tugevasti ülehinnatud negatiivse tule-muse ning varjutuse tegelik aastane kogukestus on Eestis vaid ca 20 % sel moel arvutatust.

UURINGU VALIM

OÜ Saar Poll ja OÜ Adepte Ekspert korraldasid 2010. aasta sügisel Läänemaal tuulikuparkide mõju uuringu [3], mille eesmärk oli teada saada, kuidas tuulikuparkide läheduses elavad ini-

Tabel 1. MODELLEERITUD HELIRÕHUTASEME L_{pA} (dB) JA MÜRA HÄIRIVUSE VAHELINE SEOS

	Modelleeritud helirõhutase L_{pA}			
	< 25	25–30	30–35	> 35
Vastanute arv	32	42	37	11
Ei ole kuuldav (% vastanuist)	50	14	5	0
Kuuldav, aga ei häiri (% vastanuist)	0	12	14	0
Kuuldav, aga pigem ei häiri (% vastanuist)	28	21	30	9
Kuuldav, pigem häirib (% vastanuist)	19	29	16	36
Kuuldav, väga häirib (% vastanuist)	3	24	35	55

Tabel 2. TAUSTTUNNUSTE JAGUNEMINE MODELLEERITUD HELIRÕHUTASEME L_{pA} SUHTES

	Modelleeritud helirõhutase L_{pA} (dB)			
	< 25	25–30	30–35	> 35
Vastanute arv	32	42	37	11
Tuulikud nähtavad (% vastanuist)	84	90	95	100
Seotus tuulepargiga (% vastanuist)	6	5	14	9
Hajaasustus (% vastanuist)	100	55	68	18
Tiheasustus (% vastanuist)	0	45	32	82
Visuaalselt häiriv (% vastanuist)	9	26	32	55
Negatiivne suhtumine tuuleparki (% vastanuist)	25	40	57	73

mesed neisse suhtuvad ning nende mõju tajuvad. Uuringu tellisid Saare, Lääne, Hiiu ja Pärnu maavalitsused nende maakondade tuuleenergeetika teemaplaneeringute koostamise raames, rahastasid Norra-EMP regionaalarengu toetuskeem ja Siseministeerium.

Tegemist on esimese selleteemalise uuringuga Eestis, mis annab võimaluse võrrelda kohaliku valimi põhjal modelleeritud mõjuväärtusi ja inimeste ju ning teha kindlaks nende korreleeruvust.

Läänemaal on kolm tuulepargipiirkonda: Aulepa-Vanaküla Noarootsis, Esivere-Tooma Hanila vallas ning kolm tuuleparki Virtsu alevikus. Kokku oli Läänemaal 2010. aastaks installeeritud 42 tuulikut koguvõimsusega 100,4 MW.

Nende tuuleparkide müra ja varjutust modelleeriti EMD International A/S-is koostatud tarkvarapaketi WindPro 2.7 moodulite *Decibel* ja *Shadow* abil. Mõjureseptoriteks valiti 122 tuuleparkidest kuni 3 km kaugusel paiknevat elamuala.

Modelleerimine näitas, et elamuala-de müra öist taotlustaset ületati (kuni 1,5 dB) kahes retseptorpunktis ning et varjutus võis kesta üle kümne tunni aastas kaheksateistkümnelt ja üle kolmekümne tunni ühel retseptoralal.

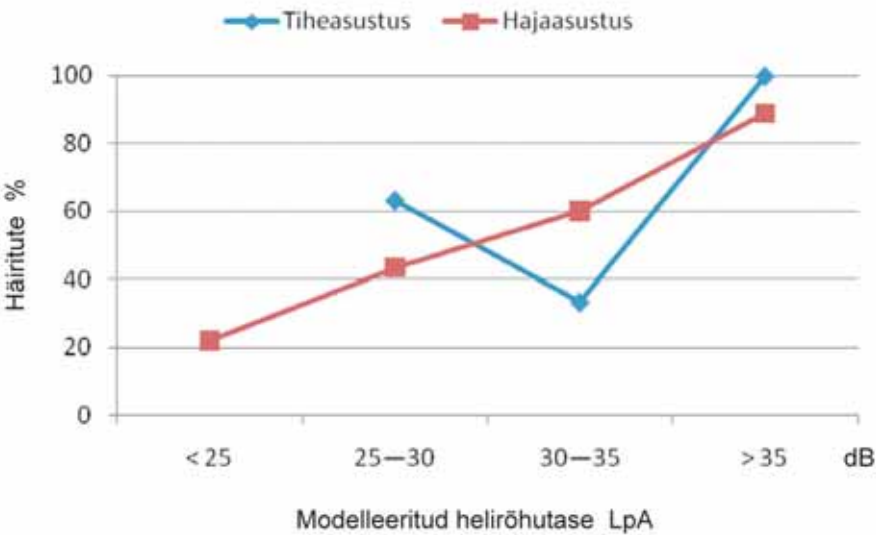
Arvestades seda, et nii müra kui ka

varjutuse modelleerimisel kasutatud mudelid on konservatiivsed ning annavad ülehinnatud tulemuse, ei tohiks tuuleparkide müra probleeme tekitada ning varjutusega seotud mured peaksid olema võrdlemisi väikesed.

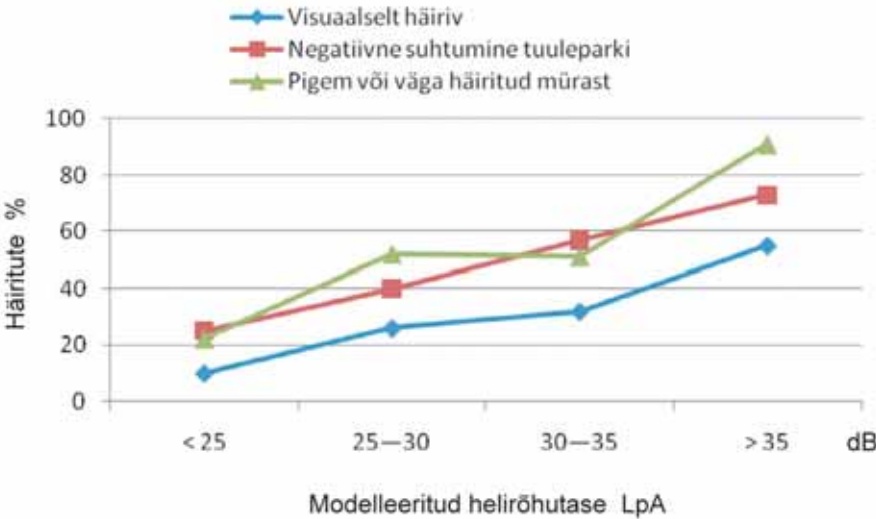
MODELLEERIMISTULEMUSED VERSUS INIMESTE HÄIRITUS

Kui retseptoraladel elavatel inimestel paluti hinnata müra ja varjutuse häirivust, ilmnes, et müra pidas pigem häirivaks või väga häirivaks 48 % ning varjutust häirivaks 29 % vastanuist. Seega tundis end nendest mõjudest häirituna märksa rohkem elanikke, kui modelleerimistulemuste alusel võinuks oodata. Nagu oligi oodata, suurenes koos müratasemega ka inimeste häiritus (tabel 1).

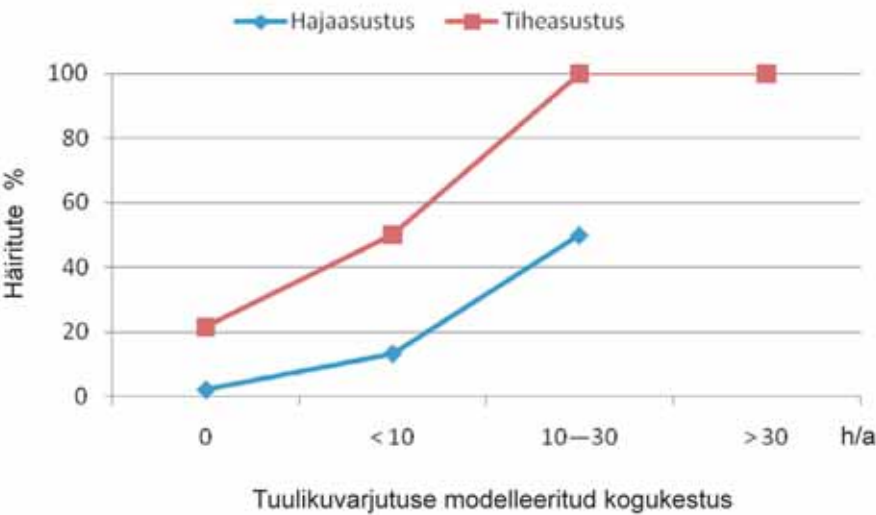
Analoogilise tulemuseni on jõudnud ka teised uurijad. Samas olid Eestis küsitletud inimesed tuulikuheli suhtes tunduvalt tundlikumad kui muudes Euroopa riikides: Rootsis ja Hollandis tehtud uuringutel algas märgatav häirivus (vähemalt 20 % vastajaist häiritud) siis, kui helirõhutase L_{pA} oli vastavalt üle 40 ja 35 dB [4, 5]. Eestis oli aga üle 20 % vastajaist häiritud juba siis, kui L_{pA} oli alla 25 dB. Ometi on võrdlemisi ebatõenäoline, et Eesti inimese müratundlikkus on oluliselt suurem muude riikide inimeste omast. Pigem



Joonis 1. Tuulikumüra häirivuse sõltuvus asustustüübist



Joonis 2. Müra ja visuaalse häirivuse ning negatiivse suhtumise sõltuvus helirõhutasemest



Joonis 3. Tuulikuvarjutuse häirivuse sõltuvus asustustüübist

võib erinevus tuleneda küsitlus- või modelleerimismetoodikast või olla mingil moel seotud konkreetse tuulikupargi või inimestega.

Rahvusvahelised uuringud on tuvastanud ka seoseid nn **tausttunnuste** (isiklik tulu, tuulikute nähtavus, asustuse iseloom jms) ning tuulikumüra häirivuse vahel, seetõttu püüti selliseid seoseid kindlaks teha ka Eestis sooritatud töös (tabel 2).

Kuigivõrd ilmekaid seosed välja ei joonistunud, seda tõenäoliselt valimi väiksuse tõttu. Valitud retseptoraladel oli tuulikute nähtavus väga suur (91 %) ning seepärast ei olnud võimalik selgitada müra häirivuse olenevust tuulikute nähtavusest. Majanduslik seotus tuulepargiga oli valimis väga väike – ainult 8 % vastanuist olid tuulepargiga seotud – ning seetõttu ei olnud võimalik seda sõltuvust usaldusväärselt analüüsida (vaid üks vastanuist pidas tuulikuheli „pigem häirivaks“). Mis puutub asustuse iseloomu, siis hajaasustuse puhul oli müra häirivuse ning mürataseme vaheline sõltuvus lineaarne (joonis 1), tiheasustusalal aga mitte. Põhjuseks võib pidada muid müraallikaid ja segavaid tegureid.

Küsitluse tulemustes ilmnes selge sõltuvus negatiivse suhtumise ja tuulikupargi mürataseme, müra ja visuaalse häirivuse ning läheduse vahel (joonis 2). Tegu on üsna loogiliselt seletatava nähtusega. Võib eeldada, et kui tuulepark inimest mingit moodi häirib, siis häirib ka muu tuulikutega seotu. Ei ole võimalik kindlaks teha, kas näiteks negatiivset suhtumist tuuleparki põhjustab tuulikumüra või häirib müra seetõttu, et tuulepargi olemasolu ei ole inimesele mingil põhjusel meelepärane.

Küsitluse tulemustes ilmnes selge sõltuvus negatiivse suhtumise ja tuulikupargi mürataseme, müra ja visuaalse häirivuse ning läheduse vahel (joonis 2). Tegu on üsna loogiliselt seletatava nähtusega. Võib eeldada, et kui tuulepark inimest mingit moodi häirib, siis häirib ka muu tuulikutega seotu. Ei ole võimalik kindlaks teha, kas näiteks negatiivset suhtumist tuuleparki põhjustab tuulikumüra või häirib müra seetõttu, et tuulepargi olemasolu ei ole inimesele mingil põhjusel meelepärane.

Müraga sarnaselt kasvab ka varjutuse häirivus (tabel 3). Aladel, kus modelleeritud tuulikuvarjutuse kogukestus oli suurem kui kümme tundi aastas, oli

valdav enamik vastanutest varjutust märganud ning pidas seda ka häirivaks. Siiski näib varjutus inimesi müra tunduvalt vähem häirivat.

Tausttunnuste suhtes jõuti selgele ja loogilisele tulemusele – varjutust ei märganud ükski elanik, kelle kodukohast tuulikuid näha ei olnud. Varjutust täheldati rohkem tiheasustusalal ning seda peeti seal ka häirivamaks (joonis 3). See tulemus võib küll olla põhjustatud Virtsu eripäradest – tuulepargid ümbritsevad alevikku.

JÄRELDUSED

Tuulikuparkide lähialadel häirib elanikke peamiselt tuulikumüra, mis tundub arvestatavat osa retseptoreist häirivat ka madalamatel müratasemetel, kui lubab praegu elamualadele kehtiva normi kohane öine taotlustase.

Häiriva mürataseme, millest alates inimesed end ebamugavalt tunnevad, piirväärtust ei õnnestunud kindlaks teha. Küll aga ilmnes selge seos visuaalse häirituse, tuulikuparkidesse negatiivse suhtumise ning müra häiri-

Tabel 3. HÄIRIVUSE SÕLTUVUS TUULIKUVARJUTUSE MODELLEERITUD KOGUKESTUSEST

	Modelleeritud varjutuskestus h/a			
	0	< 10	10–30	> 30
Vastanute arv	60	44	17	1
Ei ole märganud (% vastanuist)	93	64	18	
On täheldatud, aga ei häiri (% vastanuist)		2		
On täheldatud, aga pigem ei häiri (% vastanuist)		9		
On täheldatud, pigem häirib (% vastanuist)	5	14	41	
On täheldatud, väga häirib (% vastanuist)	2	11	41	100

vuse vahel.

Tausttunnuste mõju tuulepargimüra ja -varjutuse häirivusele oleks vaja Eestis uurida ka käsitletud uuringus hõlmamata jäänud tuulikuparkide juures.

AJM

Viidatud allikad

1. Colby, W. D., Dobie, R., Leventhall, G., Lipscomb, D. M., McCunney, R. J., Seilo, M. T., Søndergaard, B. Wind turbine sound and health effects. An expert panel review. Prepared for American Wind Energy Association and Canadian Wind Energy Association. 2009.
2. Nielsen, P., Villadsen, J., Kobrup, J., Thøgersen, M. L., Sørensen, M.V., Sørensen, T., Bredelle, K., Funk, R., Chun,

S., Ritter, P. *WindPro 2.6 User Guide*. 1st edition. Denmark: EMD International A/S. 2008.

3. Läänemaa tuulikuparkide mõjud lähiala elanikele. Saar Poll OÜ, Adepte Ekspert OÜ. 2010. <http://4maakonnatuuleenergia.hendrikson.ee/uuringute-materjalid-.html>

4. Pedersen, E. Humane response to wind turbine noise: Perception, annoyance and moderating factors. Doctoral Theses. Göteborg University. 2007.

5. Pedersen, E., Berg van den F., Bakker, R., Bouma, J. Response to noise from modern wind farms in The Netherlands. *Journal of the Acoustical Society of America* 126 (2), August 2009, pp 634–643.

SAKALA
Tööstusautomaatika OÜ

Kallaste keskus 9, Tabasalu 76901 Haigumaa, ESTONIA
tel: +372 6032248, 6032249 fax: +372 6032251 www.sakl.ee

Tootmisprotsessi õigeaegne kaitse Pizzato lõpu- ja mikrolülitega
Objektide täpne tuvastamine ja fikseerimine Datalogicu foto- ja induktiivanduritega
Protsessi väärtuste täpne mõõtmine ja juhtimine Comeco ja Jumo andurite ning kontrollrite abil

KAITSEME **MÕÕDAME** **JUHIME**

SOOJUSPUMBA JA PÄIKESEPANEELIDE RAKENDAMINE KOOS SOOJUSSÕLMEGA

TOOMAS LAUR

ASi Efipa juhataja

MAJANDUSBUUMI AASTATEL pidevalt tõusnud energia- hinnad sundisid ka Eesti inimesi ja ettevõtteid otsima odava- maid lahendusi oma hoonete kütmiseks. Maailmas on palju energiatootmisviise, milline neist valida või valimata jätta, sõltub investeringu majanduslikust tasuvusest.

Eestimaa linnad ja muud suuremad asulad on suhteliselt hästi kaetud kaugküttevõrguga. Põhjajabrite kogemustele tuginedes võib väita, et tänapäevane kaugküte on tõhus ja suhteliselt odav. Kohaliku kütuse osatähtsuse tõus ning elektri ja soojuse koostootmine suurendab kaugküttevõrgu eeliseid. Kuid selge on ka see, et ei ole võimalik teha kiiret hüpet eilsest ülehomsesse – kaugküttesüsteemide ajakohastamine nõuab aega. Esimesed suuremad kohalikku kütust põletavad koostootmisjaamad on Eesti suurematesse linnadesse juba ehitatud ning mitu väikestki soojusvõrku saab oma energia hakkpuidust.

Kuigi kaugküte on tarbija jaoks mugav, pole paljud rahul selle hinnaga. Odavama võimaluse pakub soojuspump. Eestis kasutatakse neid juba üsna palju, enamasti eramajade kütmiseks. Parima tulemuse andev suure võimsusega maa-soojuspump vajab aga torustiku jaoks tuhandeid ruutmeetreid vaba maad, mida linnas asuva mitmekorruselise maja ümbruses võtta pole.

Tõhus ja majanduslikult kiiresti tasuv on rakendada õhk- vesi-soojuspump rõõpselt olemasoleva soojusallika, nt soojussõlme, ning soojuspumbast saadavat energiat kasutada tagastuva küttevee (veelgi parem madalatemperatuurilise põrandaküttevee) eelsoojendamiseks. Kui välisõhu temperatuur on -10 kuni -15 °C ning õhk-vesi-soojuspumbast väljuva vee temperatuuri reguleerida sõltuvalt välistemperatuurist, võib kütteperioodi keskmine soojendustõhusustegur COP olla 3

kuni 3,5 ning soojuspumbaga on võimalik toota kuni 85 % kogu vajaminevast energiast. Puudu jääva 15 % ning vajaliku soojusvõimsuse sel ajal, kui välistemperatuur on väga madal, tagaks kaugküte-katlamaja.

Kirjeldatud lahendus on kahtlemata majanduslikult väga kiiresti tasuv investering (tasuvusaeg 3–4 aastat). Peab aga silmas pidama, et arvestamata on jäetud investering kaugkütteallikasse. Kui enamik kaugküttetarbijaid hakkaks seda lahendust kasutama, peaks soojusvõrk endiselt investeerima tippvõimsustarbe katmiseks, ent saaks soojusenergiat müüa vaid 15 % praegusest kogusest. Soojusvõrgu kulutuste katmiseks peaks siis energia hinda tunduvalt tõstma. Praegu reguleerib kaugküttevõrgu piirkonnas tehtavaid soojustehnilisi lahendusi kaugkütteseadus ning kindlasti sõltub palju ka kohalikest omavalitsusest. Kindlasti oleks vale lasta kõigil tarbijail rakendada soojuspumpasid ning lasta kaugküttevõrgul välja surra. On ju kaugküttele omad eelised, mis järjest enam ilmnevad tavapärase energiaallikate (gaas, elekter, õli) kallinedes.

Teine „tasuta“ energiaallikas on päike. Arvutused näitavad, et Eestis jagub päikeseenergiat küllaga, oleksid vaid selle kättesaamiseks tehtavad investeringud piisavalt väikesed. Kahjuks pole aga terviklik päikesekütesüsteem just kõige kiiremini tasuvam investering. Süsteem ise koosneb päikesepaneelidest, ühendustorustikest (vasktorud), akumulaatoripaagist ja automaatikast ning investeerida tuleb summa, mille tagasimaksuaeg on kindlasti üle kümne aasta. Saksamaa, Austria ja mõni muu Euroopa riik maksab päikesepaneelide kasutamiseks riiklikku toetust ning nende riikide linnade katustele tekib üha rohkem paneele. Suur turg ja riiklik toetus aitavad paneelitootjail arendada oma tooteid ja



**katlamajad,
soojussõlmed,
päikeseküte**

projekteerimine, müük, paigaldus,
hooldus, terviklahendused

Tartu mnt. 171/ 1, Peetri küla, Harjumaa, tel 6012 795, www.efipa.ee, efipa@efipa.ee.

tootmist. Et päikesepaneel on suhteliselt lihtne toode, võiks nende tootmisele mõelda ka Eestis. Ilma riikliku toetuseta poleks meil aga nendele piisavalt turgu ning kohalik tootja ei suudaks suuremate firmadega konkureerida.

Päikeseenergiat rakendatakse peamiselt sooja tarbevee tootmiseks, sest talvel, kui meil on vaja kütta, pole piisavalt päikesepaistet. Eestis saab päikeseenergiat peamiselt juunist augustini ning peaaegu üldse mitte detsembris ja jaanuaris. Päikesepaneelide kasutamist kavandades ja küttesüsteeme ehitades tuleb kindlasti arvestada nende eripärasid, nt võib soojuskandja temperatuur tõusta üle 150 °C, talvel aga külmuda. Enne otsuste langetamist soovitame kindlasti pöörduda kogemustega firmade poole.

Ka päikesekütet võib rakendada koos muude energiaallikatega (soojuspump, soojussõlm), ent saadava energiaga saab peamiselt sooja tarbevett toota ning sedagi enamasti suvel. Seega ei saa päikesekütest saadava energia osakaal olla nii suur kui soojuspumba rakendamisel ning vaevalt et suvel päikeselt saadav soojus soojusvõrkude tööd oluliselt mõjutaks.

Efipa AS ehitas Jõhvis, Puru tee 15 asuval lasteaiale süsteemi, milles on rakendatud nii päikesepaneelid kui ka õhk-vesi-soojuspump ja kaugkütte-soojussõlm. Süsteem sai valmis 2010. aasta sügisel. Päikeseenergiaga soojendatakse tarbevett, soojuspumba abil saadavat energiat rakendatakse põrandakütteks ning soojussõlm annab energiat ventilaatoritele ja katab vajaduse korral nii sooja vee kui ka põrandakütte tipptarbe.

Saksa firma *Wagner&Co Solartechnik* päikesepaneelid on lasteaial kokku 31,3 m² ning arvutuste kohaselt peaksid nad andma 11,6 MWh energiat aastas, s.o 26 % aastavajadusest.



Kui välisõhu temperatuur on –5 °C, on lasteaia katusel oleva Itaalia firma *Aermec* soojuspumba võimsus 31 kW ja soojendustõhusustegur COP 3,4. Põrandaküttesüsteemi maksimaalne võimsustarve on 70 kW ning temperatuurivahemik 28–33 °C. Soojuspump, mida kasutatakse välistemperatuuridel kuni –10 °C, toodab 90 % kogu vajaminevast energiast, mille kütteperioodi keskmine arvestuslik hind on 28,25 €/MWh.



Kaugküttesõlme, päikesepaneelide ja soojuspumba tööd juhib firma *Fidelix* ajakohane automaatika, mis võimaldab seadmete tööd jälgida ka Interneti kaudu ning vajaduse korral muuta seadmete tööparameetreid.

Kokkuvõtteks võib öelda, et:

- soojuspumpade tasuvusaeg on väga lühike, kui neid liita olemasoleva süsteemiga ning rakendada tööle siis, kui välistemperatuur ei lange alla –10 kuni –15 °C;
- soojuspumpade lülitamisele olemasolevasse küttesüsteemi võib olla vastu soojuse senine müüja;
- päikesepaneelide kasutamiseks soojusenergia saamiseks on Eestis piisavalt päikesepaistet ning energiat saab toota ka päikesepaneelidega;
- investearvu maksumus päikesekütesse on saadava efekti võrreldes suhteliselt suur ning tagasimakseag venib väga pikaks;
- kui elektrihinna tõus jätkub, siis päikeseküteseadmete tagasiostuaeg lüheneb.

Loodetavasti saame juba käesoleva aasta lõpupoole tutvustada soojuspumba ja päikesepaneelide rakendamise tulemusi Jõhvi lasteaias.

A.M.

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

Uus tarkvara Simatic Step 7 V11 ja WinCC V11 integreeritud TIA portaali

SIEMENS

• Ühtne süsteem kõikidele automaatfunktsioonidele



Uus Täielikult Integreeritud Automaatika Portaali (TIA – Totally Integrated Automation®) ühendab automaatikasüsteemi elemendid ja tegevused – kontrollrite, hajutatud perifeeria, HMI ja SCADA konfigureerimise ning ajamite parametreerimise – ühtsesse tehnilisse raamistikku. TIA Portaali tööpõhimõtteks on kõikide automaatikafunktsioonide integreeritud haldamine. Eelised on kiirem käsitus ja unifitseeritud lahendused, mis lihtsustavad diagnostikat töötamise käigus ja mida saab kergesti muuta või lisada.

TIA portaali on alus kõikidele tulevastele tehnosüsteemidele automaatikaseadmete konfigureerimiseks, programmeerimiseks ja käiklaskmiseks Siemensi täielikult integreeritud automaatika tootevalikus.

www.siemens.com/tia-portal

Näidetena võib nimetada uusi Simatic Step 7 V11 tehnosüsteemide kõikidele Simaticu kontrollritele ning Simatic WinCC V11 tarkvara Simatic HMI-le (inimene-masin liidesele) ja protsesside visualiseerimise rakendustele.

Uus Simatic Step 7 V11 tööstustarkvara põhineb TIA portaali ja sobib uutele Simatic S7-1200 kontrollritele, Simatic S7-300 ja S7-400 seeria kontrollritele ning arvutipõhisele Simatic WinAC automaatikale. Simatic Step 7 V11 võimaldab seega kõikide juhtimistehnoloogia tõhususklasside jaoks ühtset ja skaleeritavat lahendust. Olemasolevad konfiguratsioonid Simaticu kontrollrite ja HMI komponentidega saab uude tarkvarasse teisaldada ja kasutusse jätta. Sellised äsja välja töötatud programmeerimiskeeled nagu S7-SCL, S7-GRAPH, KOP, FUP ja AWL ning integreeritud turvafunktsioon võimaldavad leida kiireid ja intuitiivseid lahendusi kõikidele automaatikaprobleemidele. Step 7 V5.5-st tuttavad pakettid SCL, GRAPH, PLCsim, DocPro ja Teleservice on Step 7 V11-sse juba integreeritud ega vaja täiendavaid litsentse.

Kohe, kui võetakse kasutusele mõni TIA portaali ühilduv tarkvara, ühendatakse see installimise ajal automaatselt ühtsesse raamistikku. Näiteks Simatic WinCC V11 tööstustarkvara kasutatakse kõikide HMI ülesannete täitmiseks TIA portaali. Valikusse kuuluvad Basic-paneelid, mis sisaldavad põhifunktsioone väiksemateks visualiseerimisülesanneteks, kuni suure jõudlusega Mobile paneelide, Multi paneelide ja uute Comfort-paneelideni ning arvutipõhiste süsteemideni, millega saab sooritada ka SCADA ülesandeid. WinCC V11 pakub ühtset tehnikat lihtsatest HMI ülesannetest kuni SCADA raketusteni. Skaleeritav pakett tagab parima hinna ja kvaliteedi suhte vastava sihtsüsteemi ja ülesande tarbeks. Tänu sellistele nutikatele integreeritud lahendustele nagu muutujate pukseerimine luuakse ühendused kontrollriga automaatselt. Nagu Step 7 puhul, nii on ka WinCC V11-ga tagatud ülespoole ühilduvus, nii et versiooni uuendamine on alati võimalik.



+ Simatic HMI Comfort paneelid

Keerukamate HMI ülesannete jaoks

Simatic HMI tootevalikusse on lisandunud HMI seadmete seeria keerukamate rakenduste tarbeks - Simatic HMI Comfort paneelid. Seadmed on saadaval mitmetes versioonides töötamiseks laiade puutekraanide või klahvistike abil. Kõik funktsiooninupud on vajutamisel puutetundlikud ning varustatud LED-tuledega. Et kõigil seadmel on täielik nullpingekaitse ilma täiendavate puhvertoiteallikateta kahe SD-kaardi näol, siis salvestatakse nii sisemäls olevad andmed kui ka arhiivid ja juhised.

Projektid laaditakse Profineti, Profibusi või standardse USB-juhtme kaudu. Kõik andmed salvestatakse seadmes paiknevale süsteemikaardile, mida saab kasutada projekti harilikuks ülekandeks. Uued on ka Simaticu kontrollritega ühendatud süsteemi diagnostikafunktsioonid. Diagnostikateavet, mille nägemiseks oli varem tarvis programmeerimisüksust, saab nüüd lugeda Simatic Comfort paneelilt. Saadaval on ka load kasutamiseks plahvatusohtlikus keskkonnas ja laevaehituses.

Esile võib tõsta konfigureerimist TIA portaali kasutajasõbraliku tehnilise raamistiku abil uue Simatic WinCC V11 HMI tarkvaraga. Kontrollrit ja paneeli häälestatakse ühe ja sama rakendusega – TIA portaaliga. See tagab kogu automaatikaprojekti suurema läbi-
paistvuse.

www.siemens.com/hmi

Uued omadused

- + Selged ja kontrastsed laiformaadis väniekraanid avardavad võimalusi
- + 100%-line energiasääst tänu hämardusega LED-tagantvalgustusele ja ekraanide koordineeritud kesksel väljalülitamisele standardsete ProfiEnergy protokoll katkestuste ajal
- + Piiratud paigaldusruumi puhul võib puuteseadmeid lisada ka vertikaalselt
- + Konfigureerimine uue Simatic WinCC V11 HMI tarkvaraga TIA portaali kasutajasõbraliku tehnilise raamistiku abil

SIEMENS



+ Kommunikatsiooniprotsessor CP 1242-7

Kaugpöördus S7-1200-le

Uued moodulid CP1242-7, Teleservice Adapter IE Basic ja Teleservice Module GSM võimaldavad jaama käitajatele nüüd kaugjuurdepääsu Simatic S7-1200-le kas või teisel pool maakera. See võimaldab laiali saadetud jaamade säästlikku ja turvalist teenindamist ja diagnostikat ning ühtlasi pidevat seiret ja kontrolli.

Välisjaamadele tehakse usaldusväärset kaugseiret ja -kontrolli kommunikatsiooni-protsessori CP 1242-7 abil. Selleks ühendatakse Simatic S7-1200 tagapaneeli siiniga lihtsalt GSM-GPRS liides.

Kaughoolduse ja -diagnostika tarbeks on saadaval TeleService Adapter IE Basic ja TeleService Module GSM. Tõrked tuvastatakse varakult ja kõrvaldatakse juhtmevaba GSM-ühenduse abil Simatic S7-1200-ga.

www.siemens.com/s7-1200

Uued omadused

- + Kaugpöördus S7-1200-le
- + CP 1242-7: toimimine GPRS-i abil hariliku SIM-kaardi või spetsiaalse M2M tehnoloogiaga
- + Kaughooldus programmeerimisüksuse või arvuti teel Step V11 ja internetiühenduse abil



Sein eraldab, uks ühendab

TERASPROFIILIDEST UKSED

SILEMETALLUKSED

TULETÕKKEUKSED

VAHESEINAD

PIIRDED

TÄISKLAAS AVATÄITED



T-TAMMER OÜ

eetl LIIGE

Eesti Ehitusmaterjalide
Tootjate Liit

Peterburi tee 47b, 11415 Tallinn
Tel 614 5500 Faks 614 5501
info@tammer.ee
www.tammer.ee

TULETÖKKEUKSE TULEPÜSIVUSAJA SÕLTUVUS UKSE EHITUSEST

TOOMAS LAUSMAA

TTÜ soojustehnika instituut

TULETÖKKEUKSED on ette nähtud selleks, et tuli ei saaks põlevas hoones levida, ning veel süttimata ruumide kaitsmiseks leekide eest. Standardi EVS-EN 13501-2:2007+A1:2009 kohaselt antakse tuletõkkeukse tulepüsivusaeg minutites: 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 ja 360 min. Sertifitseerimiskatsetel on keskkonna lõpptemperatuur tuletõkkeukse kuumutataval poolel 1000 °C. Standardi järgi ei tohi ukse külma poole keskmine temperatuur tõusta tulepüsivusaja vältel keskkonnatemperatuurist üle 140 K kõrgemale. Ukse servadel võib temperatuurivahe olla kuni 180 K.

Tuletõkkeuksed koosnevad kahest terasplekist kattekihist ja nende vahel paiknevast isoleerkihist, mille üks koostisosi on tavaliselt kivivill. Nõutava tulepüsivusaja saavutamiseks kivivillast tihti ei piisa ning seepärast lisatakse tulepüsivusaja pikendamiseks kipsi ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), mille hüdraatveekaotus on endotermiline, s.o soojust nõudev protsess. Kipsi osaline hüdraatveekaotus algab temperatuuril 128 °C ning täielik temperatuuril 160 °C [1].

Kui tuletõkkeukse ühe poole kuumutamisel keskkonna temperatuur ukse mõlemal küljel ajaliselt ei muutu, siis saabub teatud aja pärast statsionaarne režiim, kus temperatuuriväli ei muutu ka ukse paksuse ulatuses. Ukse külma poole pinna temperatuur stabiliseerub mingil väärtusel, mis sõltub ukse isoleerkihi soojusjuhtivusest ja paksusest ning soojuslevi tingimustest kummalgi pool ust.

Kui ukse isoleerkihis on kipsi, jääb külma poole stabiliseerunud lõpptemperatuur statsionaarsel režiimil isoleerkihi sama paksuse korral kõrgemaks kui üksnes kivivillast koosneva isoleerkihi korral, sest kips juhib soojust tunduvalt paremini kui kivi-

vill. Kipsi jahutustoime lükkab vaid lõpptemperatuuri saabumist teatud aja võrra edasi. See aeg sõltub kipsi massist, mis määrab jahutusressursi, ning ka kipsi- ja kivivillakihtide paiknemisest ukstes.

Käesolevas artiklis võrreldakse mitmesuguse ehitusega tuletõkkeuste tulepüsivusaegu ja analüüsitakse kipsikihtide paiknemise mõju ukse tulepüsivusajale. Aluseks on võetud temperatuuri tõus ukse keskpäigas, mis võimaldab vaadelda soojuslevi ühemõõtmelisena läbi mitmekihilise seina, kusjuures kihtide hulka arvati ka ukse sisu piiravad teraslehed.

Ajaliselt muutuv temperatuuriväli ukse paksuse ulatuses arvutati, lahendades soojusjuhtivuse diferentsiaalvõrrandit numbrilisel lõplike vahede (LV) meetodil, mis võimaldab võtta arvesse ainete soojusfüüsikaliste omaduste sõltuvust temperatuurist. Ukse pinna ja keskkonna vahelise soojusvahetuse arvutamisel võeti arvesse nii konvektsioon kui ka kiirguslik soojusülekanne. Konvektsioon arvutati vabakonvektsioonina vertikaalpinna-le. Arvutustes eeldati, et kihtidevahelised kontaktid on ideaalsed, st et eri materjalist kihtide vahel kontaktkistust ei ole.

Vaatluse alla võeti kahesuguse ehitusega ukсед – kahe terasplekist katte vahel:

- eri paksusega kivivill ja
- kivivillakihtide vaheldumisi kipsplaatidega.

Kipsplaatidega ukse oli omakorda kaks põhivarianti:

- ühest kivivilla- ja ühest kipsplaadist koosneva ebasümmeetrilise soojusisolatsiooniga uks ning
- sümmeetriliselt paiknevate soojusisoleerkihtidega ukсед, mille välimised isoleerkihid olid kas kips-

plaatidest või kivivillast (vt tabelleid 1 ja 2).

Arvutuste algandmed: ühemõõtmelise lõplike vahede võrgu sõlmede arv 180, sõlmesamm ukse paksuse ulatuses võimalikult ühtlane, ajasamm 0,01 s, keskkonna algtemperatuur kummalgi pool ust ja ukse enda temperatuur 20 °C, ukse leegipoolse pinna mustsusaste e emissioonitegur (vaadeldava ja absoluutselt musta keha kiirguse intensiivsuste suhe) 0,9, ukse külma pinna mustsusaste 0,8 ning teraspleki paksus 1,5 mm.

Arvutuse alghetkel tõsteti leegipoolse keskkonna temperatuur hüppeliselt temperatuurini 1000 °C ning jäeti sellele tasemele kogu arvutuse kestel. Teisel pool ust oleva keskkonna temperatuur jäi kogu arvutuse ajaks algtasemele (20 °C).

Programmis arvutati soojusülekan-detegur vabakonvektsiooni valemiga püstseinale ukse mõlemale poolele sõltuvalt pinna- ja keskkonnatemperatuuri vahest igal ajasammul. Pinna mustsusaste jäi arvutuse käigus muutumatuks.

Kipsi jahutustoimet modelleeriti nõnda, et kõik kipsikihisõlmed loeti negatiivseteks soojusallikateks. Kipsi hüdraatveekaotuse algtemperatuuriks valiti 110 °C, kuigi kirjandusandmetel [1] algab kipsi $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ osaline hüdraatveekaotus temperatuuril 128 °C ning täielik temperatuuril 160 °C. Ukse ehitusvariantide võrdlemist see oluliselt ei mõjuta. Kipspladi (tihedus 950 kg/m³) jahutustoime väljendus arvutustes ajaliselt neelduva soojushulgana 10⁹ J/(m³·s) ja koguressursina 3,76·10⁹ J/m³.

Kivivilla soojusfüüsikalised omadused valiti Taani firma ROCKWOOL andmeil:

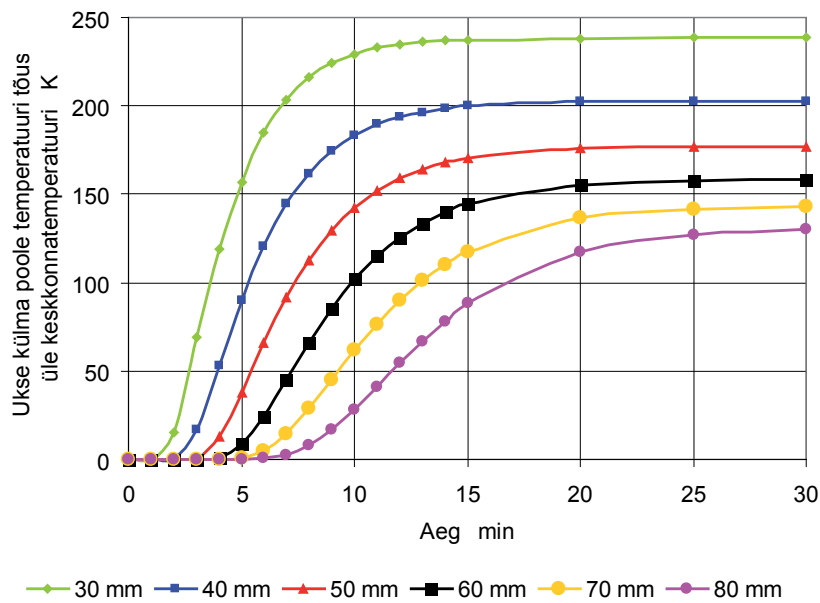
soojusjuhtivustegur $\lambda = 0,0329 + 0,0001037 t + 3,654 \cdot 10^{-7} t^2 \text{ W/(K} \cdot \text{m)}$,

Tabel 1. KIPSIST VÄLISOLEERKIHTIDEGA 5-, 7- JA 9-KIHILISTE TULETÕKKEUSTE EHITUS

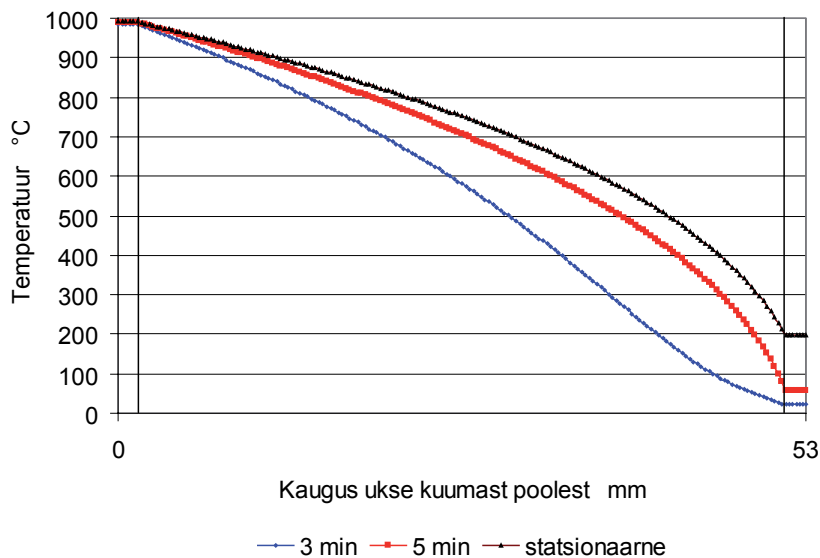
Kihi nr	1	2	3	4	5
Materjal	Teras	Kipsplaat	Kivivill	Kipsplaat	Teras
Paksus mm	1,5	9	32	9	1,5

Kihi nr	1	2	3	4	5	6	7
Materjal	Teras	Kipsplaat	Kivivill	Kipsplaat	Kivivill	Kipsplaat	Teras
Paksus mm	1,5	6	16	6	16	6	1,5

Kihi nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Materjal	Teras	Kipsplaat	Kivivill	Kipsplaat	Kivivill	Kipsplaat	Kivivill	Kipsplaat	Teras
Paksus mm	1,5	4,5	10,66	4,5	10,66	4,5	10,66	4,5	1,5



Joonis 1. Kahe 1,5 mm teraspleki vahel olevast kivivillakihist koosneva tuletõkkeukse külma poole temperatuuri tõus keskkonnatemperatuuri suhtes sõltuvalt kivivillakihi paksusest, kui kuuma poole keskkonna temperatuur tõuseb hüppeliselt 1000 °C-ni



Joonis 2. Temperatuuriväli 50 mm paksuses kivivillakihis 3 minutit ja 5 minutit pärast kuumutamise algust ning statsionaarse režiimi korral

kus t on temperatuur °C, erisoojus $C = 800 \text{ J/(K}\cdot\text{kg)}$ ja tihedus $\rho = 80 \text{ kg/m}^3$.

Kipsi soojusfüüsikalised omadused: soojusjuhtivustegur $\lambda = 0,47 \text{ W/(K}\cdot\text{m)}$, erisoojus $C = 840 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ ja tihedus $\rho = 950 \text{ kg/m}^3$.

Teraspleki omadused: soojusjuhtivustegur $\lambda = 40 \text{ W/(K}\cdot\text{m)}$, erisoojus $C = 500 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ ja tihedus $\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$.

Tänu väikesest tihedusest tingitud väikesele mahterisoojusele stabiliseerub temperatuuriväli üksnes kivivillast isolatsiooniga tuletõkkeukeses suhteliselt kiiresti – kirjeldatud tingimuste korral sõltuvalt kivivillakihi paksusest 10–25 minuti jooksul (joonis 1). Kui kivivillakihi paksus on 50 mm, stabiliseerub temperatuur ukse külmal poolel umbes 15 minutiga. Seega – isegi siis, kui leegipoolse keskkonna temperatuur tõuseb aeglaselt, määrab üksnes kivivillaga täidetud tuletõkkeukse tulepüsisvusaaja põhiliselt kivivilla paksus, sest ukse temperatuurivälja stabiliseerumisaeg on lühike. Nõuet, et ukse külmema poole stabiliseerunud temperatuur ei tõuse rohkem kui 140 K üle keskkonna temperatuuri, rahuldab nimetatud tingimustel ainult üle 70 mm paksune kivivillakiht.

Kivivillakihis ei ole temperatuuri muutus isegi statsionaarsel režiimil lineaarne, sest soojusjuhtivustegur sõltub oluliselt temperatuurist (joonis 2).

Sümmeetriliselt paiknevate kipsplaatidega uste paksuseks valiti arvutustes 53 mm (sh terasest kattekihid $2 \times 1,5 = 3 \text{ mm}$). Soojusisolatsioon (50 mm) koosnes kipsiplaatidest ja kivivillakihtidest. Et võrrelda kihtide arvu ja nende paiknemise mõju, jäi kipsiplaatide ja kivivillakihtide kogupaksus (vastavalt 18 ja 32 mm) kõikides variantides konstantseks. Vaadeldi kolme varianti: kihtide arv 5, 7 ja 9. Ukse külma poole temperatuuri ja

Tabel 2. KIVIVILLAST VÄLISOLEERKIHTIDEGA 5-, 7- JA 9-KIHILISTE TULETÕKKEUSTE EHITUS

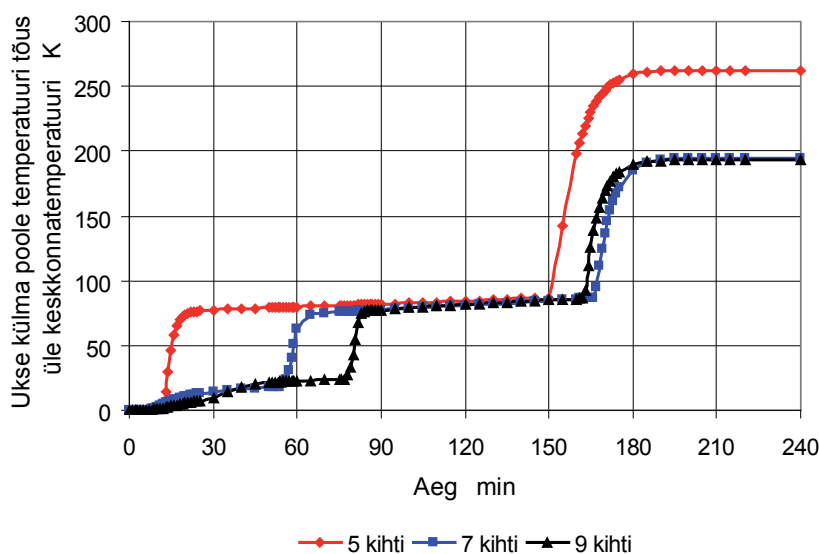
Kihi nr	1	2	3	4	5
Materjal	Teras	Kivivill	Kipsplaat	Kivivill	Teras
Paksus mm	1,5	16	18	16	1,5

Kihi nr	1	2	3	4	5	6	7
Materjal	Teras	Kivivill	Kipsplaat	Kivivill	Kipsplaat	Kivivill	Teras
Paksus mm	1,5	10,66	9	10,66	9	10,66	1,5
	1,5	5	9	22	9	5	1,5

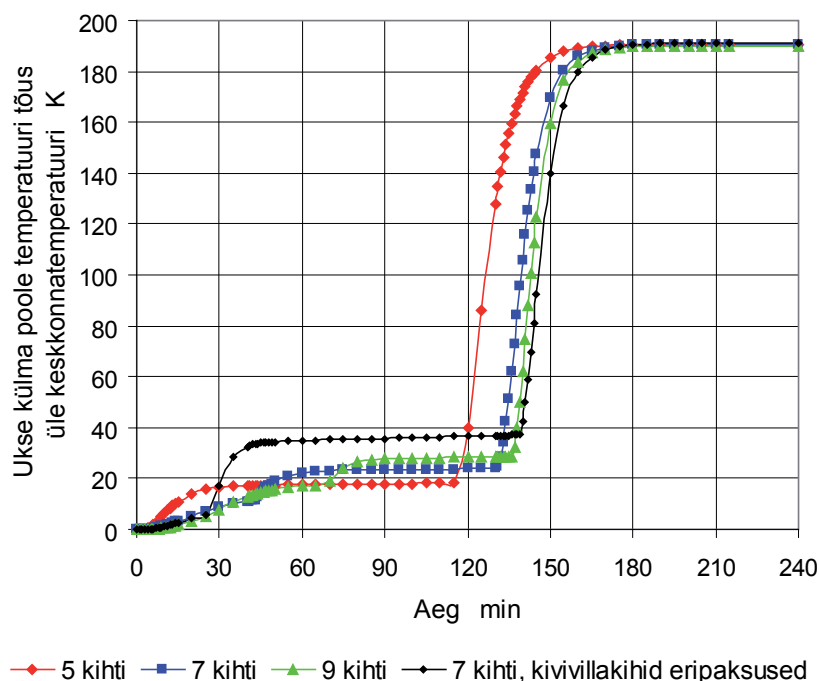
Kihi nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Materjal	Teras	Kivivill	Kipsplaat	Kivivill	Kipsplaat	Kivivill	Kipsplaat	Kivivill	Teras
Paksus mm	1,5	8	6	8	6	8	6	8	1,5

keskkonna temperatuuri (20 °C) vahe sõltuvust kuumutusajast kujutavad joonised 3 ja 4.

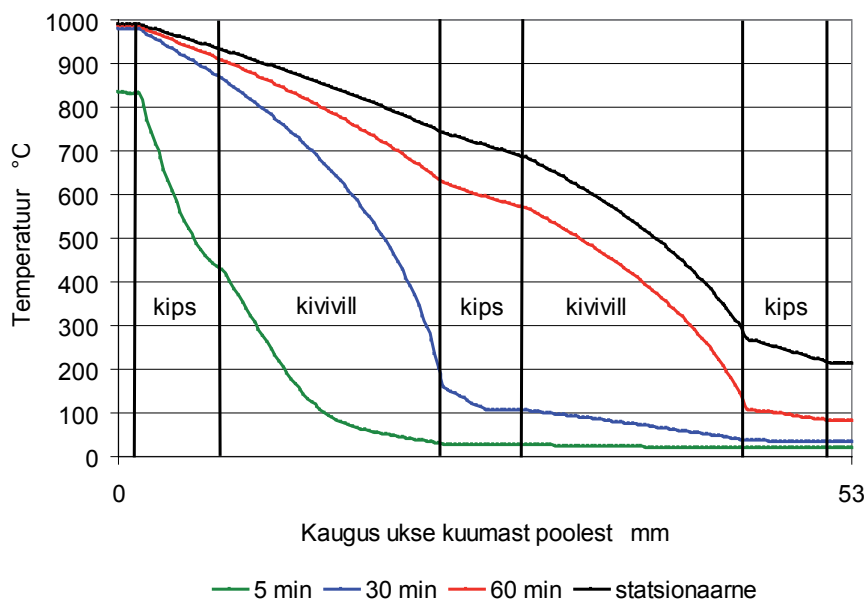
Kipsi jahutusressurss ammendub kihthaaval (joonis 5). Tuletõkkeukse külma poole temperatuur tõuseb alul kihtide soojusjuhtivusest oleneva tasemeni ning jääb siis suhteliselt stabiilseks, kuni esimese leegipoolse kipsplaadi jahutusressurss ammendub. Seejärel tõuseb ukse külma poole temperatuur uuele tasemele ja jääb selliseks seni, kuni ammendub järgmise kipsplaadi ressurss. Kipsplaadist välismiste isoleerkihtide korral omandab ukse külm pool pärast eelviimase kipsikihi ressursi ammendumist temperatuuri, mis sõltub väga vähe kihtide arvust (joonis 3). Mida rohkem on kihte, seda rohkem kulub aega temperatuuritõusu jõudmiseks viimase kipsikihini. Kui välismised soojusisoleerkihid on kivivillast, siis on ukse külma poole temperatuur enne viimase kipsplaadi ressursi ammendumist madalam (joonised 3 ja 4), kuid kipsi kogu jahutusressurss ammendub vaa-deldavate tingimuste korral ligi pool tundi kiiremini. Pärast kogu kipsi jahutusressursi ammendumist tõuseb ukse külma poole temperatuur kiiresti ning stabiliseerub statsionaarse režiimi tasemel. Kui soojusisoleerkihi äärtel on kivivill, siis stabiliseerunud temperatuur kihtide arvust ei olene. Kui välismised kihid on kipsist, siis stabiliseerunud temperatuur on kõige kõrgem 5-kihilisel ukse ja kõige madalam 9-kihilisel, kusjuures 7-kihilise ja 9-kihilise temperatuuride erinevus on vaid mõni kraad. Stabiliseerunud temperatuuride erinevus oleneb kivivilla keskmisest temperatuurist ukse paksuse ulatuses. Mida kõrgem see on, seda paremini juhib kivivill soojust ning seda kõrgem on tuletõkkeukse külma poole lõpptemperatuur. Ukse külma poole temperatuuri



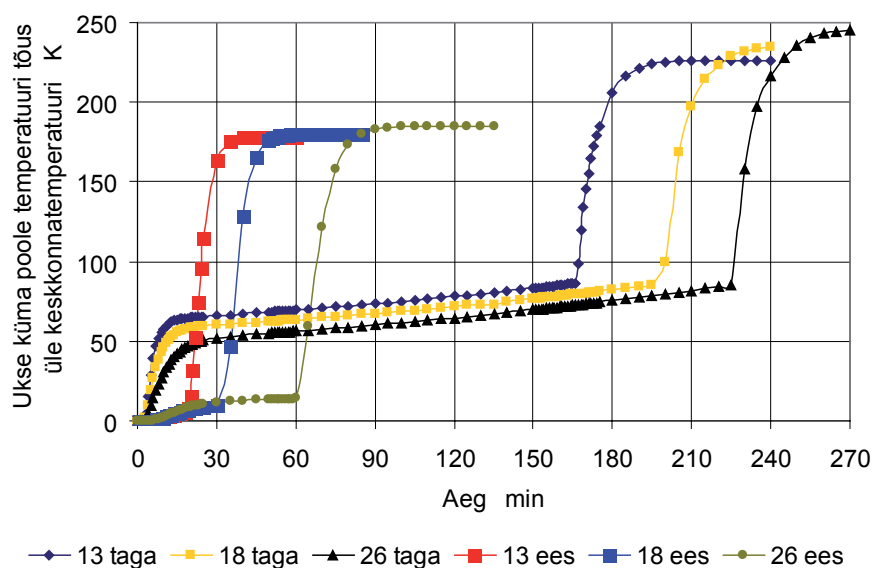
Joonis 3. Mitmekihilise soojusisoleerimisega tuletõkkeukse külma poole temperatuuri tõus 4 tunni vältel üle keskkonnatemperatuuri sõltuvalt ajast ja kihtide arvust, kui välismised isoleerkihid on kipsplaatidest



Joonis 4. Mitmekihilise soojusisoleerimisega tuletõkkeukse külma poole temperatuuri tõus nelja tunni vältel üle keskkonnatemperatuuri sõltuvalt ajast ja kihtide arvust, kui välismised isoleerkihid on kivivillast



Joonis 5. Temperatuuriväli 7-kihilises ukse sõltuvalt kuumutusajast ning statsionaarsel režiimil



Joonis 6. Tuletõkkeukse külma poole temperatuuri tõus üle keskkonnatemperatuuri sõltuvalt ajast ning ebasümmeetriliselt paiknevate tuletõkkekihtide asendist neljakihilises ukse (taga – kipsplaat külmal poolel; ees – kipsplaat kuumal poolel)

tõus sõltub ka sellest, kuidas jaguneb kivivilla või kipsplaatide kogupaksus eri kihtide vahel (kihid ei pruugi olla ühepaksused). Joonisel 4 on näha, et ukse külma poole temperatuuri tõus kulgeb 7-kihilises ukse kivivillakihtide eri paksuse korral erinevalt.

Kui tuleohtu on karta ainult ühel pool ust, võib soovitada ebasümmeetriliselt paiknevate isoleerkihtidega tuletõkkeuksi. Selliste uste otstarbeka ehituse selgitamiseks vaadeldi nelja-

kihilisi (1,5 mm paksuse terasplekiga piiratud 50 mm paksune kivivillakiht ja kipsplaadist koosnev soojustus) ukse. Kipsplaadid paksusega 13, 18 ja 26 mm paiknesid kord leegipoolse küljel, kord ukse külmal poolel. Arvutusvariante oli kokku kuus, tulemused on kujutatud joonisel 6.

Neljakihilise tuletõkkeukse peamised soojustakistid on kipsplaat ja kivivillakiht, sest 1,5 mm paksuste teraslehtede soojustakistus on tühi-

ne. Kui kipsplaat panna leegipoolsele küljele, tõuseb ukse külma poole temperatuur aeglaselt 10 K-ni üle keskkonnatemperatuuri seni, kuni kipsi jahutusressurss ammendub. Pärast seda tõuseb ukse pinnatemperatuur 15–20 min jooksul statsionaarse režiimi stabiliseerunud tasemeni. Tõusu algus sõltub kipsplaadi paksusest: 13 mm paksune plaat kaotab jahutustoime umbes 15 minutiga, 18 mm paksune peab vastu pool tundi ning 26 mm-ne tund aega. Kui kipsplaat panna ukse külmale poolele, tõuseb selle pinna temperatuur esimese 10–20 minutiga kipsplaatide ja kivivillakihtide paksustega määratud tasemeni (50–70 K üle keskkonnatemperatuuri) ning edasi väga aeglaselt kipsi jahutustoime lõppemiseni (see kestab 2,5–3,5 tundi (joonis 6)). Külmal poolel paikneva 26 mm paksuse kipsplaadi korral stabiliseerub ukse külma poole temperatuur tasemele 250 K üle keskkonnatemperatuuri alles nelja tunni pärast.

Kipsplaatide ja kivivillakihtide paiknemise mõju tuletõkkeukse tulepüsivusajale seletub kipsi ja kivivilla erinevate soojusfüüsikaliste omadustega. Kivivill juhib halvasti soojust ja selle mahterisoojus on väike. Kui kivivill paikneb ukse leegipoolse küljel, tõuseb ukse pinna temperatuur kiiresti ning tänu ukse pinna ja keskkonna temperatuuride väikesele vahele jääb ukse kuumalt poolelt sisenev soojusvoog väikeseks. Kui leegipoolse küljel on aga suurema soojusjuhtivusega kipsplaat, siis kipsi parem soojusjuhtivus ja kipsi kohe rakenduv jahutus- toime hoiab ukse leegipoolse pinna temperatuuri madalamal kui leegipoolse kivivilla korral ning keskkonnas ja ukse pinna temperatuuride vahe on suurem. Seetõttu on ukse kuumalt poolelt sisenev soojusvoog mitu korda suurem ning kipsi jahutusressurss ammendub kiiremini. Tuleb arvestada, et kuna kiirguslik soojusülekanne sõltub absoluutsest temperatuurist neljandas astmes, on temperatuuridel 1000 °C ringis soojusvoogude erinevus suur ka väikese temperatuurivahe korral.

Kui kipsplaat on ukse külmal poolel, siis on selle stabiliseerunud temperatuur kõrgem, sest kivivilla soojusjuhtivus on kõrgemast keskmisest temperatuurist tingituna suurem.

Tuletõkkeukse külma poole temperatuurile mõjuvad nii soojustõkkema-

terjalide soojusfüüsikalised omadused kui ka soojuslevi tingimused, näiteks leegitemperatuuri tõusukiirus.

Kipsplaadi jahutustoime sõltub tema koostisest ja tihedusest, mis võivad keemiliselt puhta kipsi omadest erineda. Näiteks katseliselt määratud küprokplaadi tihedus 950 kg/m^3 on väiksem puhta kipsi tihedusest 2320 kg/m^3 [1]. Arvutustes loeti kipsplaadi tiheduseks 950 kg/m^3 .

Kivivilla soojusfüüsikalised omadused sõltuvad villa margist ja tihedusest. Näitena arvutati 50 mm paksuse villaga täidetud tuletõkkeukse külma poole temperatuuri tõus Taani firma Rockwool A/S kahe eri kivivilla korral. Kivivilla nr 1 andmed on esitatud eespool, kivivilla nr 2 omad on järgmised:

$\lambda = 0,03343 + 0,000100 t + 2,646 \cdot 10^{-7} t^2 \text{ W/(K}\cdot\text{m)}$, $C = 800 \text{ J/(K}\cdot\text{kg)}$ ja $\rho = 105 \text{ kg/m}^3$.

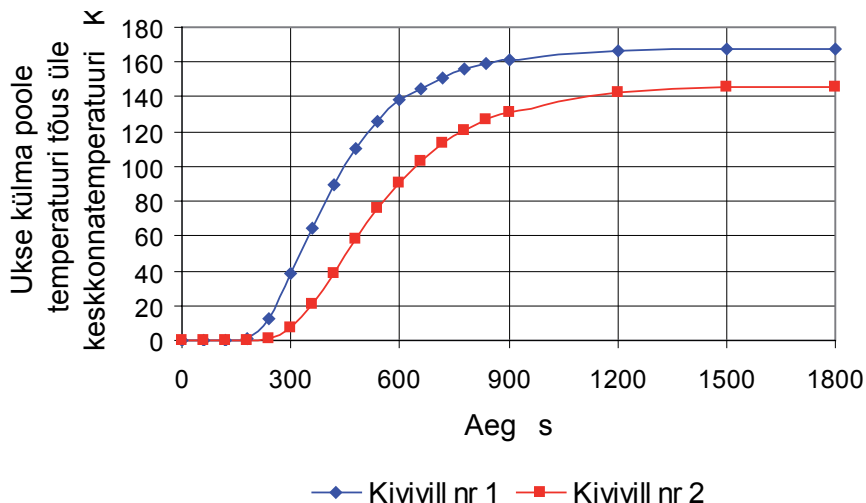
Kivivilla nr 2 korral on ukse külma poole stabiliseerunud temperatuur statsionaarsel režiimil 20 K madalam kui kivivilla nr 1 puhul (joonis 7).

Tulepüsimust mõjutavad ka tuletõkkeukse külma poole optilised omadused. Ukse leegipoolne pind kuumeneb kiiresti üle 900°C , oksüdeerub ning mustsusaste tõuseb 0,9-ni ja üle selle. Seda protsessi ei saa pidurdada, küll aga mõjutavad ukse pinna omadused külma poole temperatuuri.

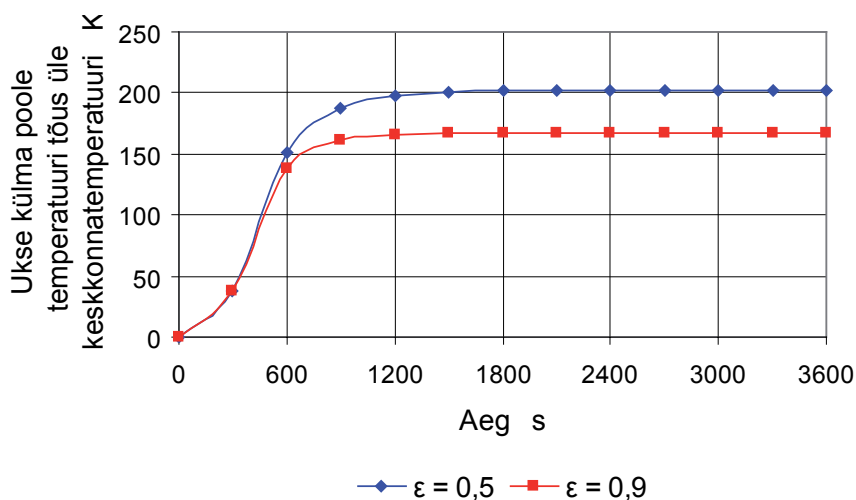
Joonisel 8 on kujutatud 50 mm paksuse kivivillakihi tuletõkkeukse külma poole temperatuuri tõusu sõltuvus pinna mustsusastmest ε , kui leegipoolse keskkonna temperatuur tõuseb hüppeliselt 1000°C -ni. Suurema mustsusastmega pinna stabiliseerunud lõpptemperatuur oli 35 K madalam. Siis oli kiirguslik ja ka kogu soojusülekande ukse külmalt poolelt suurem ning see nihutas ukse temperatuurivälja madalama temperatuuri suunas. Järelikult tuleb ukse värvkate valida nõnda, et selle mustsusaste oleks toa- ja sellele lähedastel temperatuuridel võimalikult suur.

KOKKUVÕTE

- Üksnes kivivilltäidisega tuletõkkeuksekstes stabiliseerub temperatuuriväli kiiresti – püsivatel soojuslevitingimustel 10–25 minuti jooksul (sõltuvalt kivivilla paksusest). Järelikult määrab tuletõkkeukse tulepüsimusaja põhiliselt kivivillakihi paksus. Ühetunnise ja pikema tule-



Joonis 7. Kivivillade võrdlus 50 mm paksuse kivivillakihi tuletõkkeukse külma poole temperatuuri tõusuga. Leegipoolse külma poole temperatuur hüppeliselt 1000°C -ni



Joonis 8. 50 mm paksuse kivivillakihi tuletõkkeukse külma poole temperatuuri tõusu sõltuvus selle pinna mustsusastmest, kui keskkonna temperatuur tõuseb kuumal poolel hüppeliselt 1000°C -ni

püsimusaja saavutamiseks peab see olema vähemalt 70–80 mm.

- Kipsplaadidega ukse tulepüsimusaeg sõltub kipsi jahutusressursist ja ukse kuumalt poolelt sisenevast soojusvoost. Temperatuuridel $800\text{--}1000^\circ\text{C}$ levib soojus põhiliselt kiirgusena, kusjuures soojusvoog sõltub soojust vahetavate keskkondade neljandas astmes absoluutsete temperatuuride vahet. Ukse pinna temperatuuri väikegi muutus põhjustab ukse kuumalt poolelt siseneva soojusvoo suure muutuse, mistõttu väikese soojusjuhtivusega ukse leegipoolse pinna temperatuuri kiire tõus viib soojusvoo kiirele vähenemisele.

- Kui kipsplaadiga tuletõkkeuks on ette nähtud leegi tõkestamiseks ainult ühelt poolt, siis on otstarbekas panna kivivill leegipoolsesse külge.
- Kolme sümmeetriliselt paikneva kipsplaadiga tuletõkkeukse tulepüsimusaeg on sama suure kipsimahu korral pikem kui kahe kipsplaadiga ukseks. Kihtide edasine lisamine tulepüsimusaega oluliselt ei suurenda.

A.M.

Viidatud allikas

1. Robert H. Perry, Don W. Green. Perry's Chemical Engineering Handbook. Seventh edition, 1997.

RENOVEERIMINE ENERGIA SÄÄSTMISEKS VÕI ENERGIA TÄSÄSTEV RENOVEERIMINE?

KALLE VIRKUS

Tartu Regiooni Energiaagentuur

Renoveerimine energia säästmiseks ei tasu end ära.

Energia säästev renoveerimine on väga tasuv.

Kumb väide on õige? Mõlemad!

Tänapäeval ei tasu hakata rääkima sellest, miks on vaja energia kokku hoida. Palju olulisem on selgeks saada, millised tegevused renoveerimise puhul end ära tasuvad ja millised mitte. Viimase pooleteise aasta jooksul on ilmunud mitu tänuväärset uurimistööd eluhoonete seisukorrast, nende renoveerimisest ja selle tasuvusest, nimetatagu neist olulisemaid:

- Tallinna Tehnikakõrgkooli uuring „Renoveeritud ja vähemalt üks aasta eksploatatsioonis olnud elamute ehitusfüüsikaline olukord“;
- „Eesti eluasemefondi suurpaneelkorterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga“ (Tallinna Tehnikaülikool);
- „Eesti eluasemefondi telliskorterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga“ (Tallinna Tehnikaülikool);
- „Maaelamute sisekliima, ehitusfüüsika ja energiasääst I“ (keskendub palkmajadele, Tallinna Tehnikaülikool).

Nendes uuringutes on põhjalikult käsitletud eluhoonete tehnilist seisukorda ja püsivust ning prognoositud nende tänapäevastele sisekliima- ja energiatõhususnõuetele vastavaks muutmise maksumust.

Hoonete energiatõhususe kriteeriumid põhinevad teatavasti Euroopa Liidu direktiivil 92/2002. Kui tutvuda direktiivi enda, mitte pelgalt selle kajastamisega Eesti õigusaktides ja ajakirjanduses, siis saame vaid sellise sõnumi: „Kui hoonet renoveerida, siis tuleb seda teha nii, et saavutataks suur energiatõhusus.“ Mitte kuskil ei öelda, et hooned on tarvis energiatõhususe suurendamiseks renoveerima hakata.

Enamikus viidatud uuringuis väidetakse, et aastatel 1960–1990 ehitatud korterelamute ning eriti neist vanemate tehniline seisukord on muutunud selliseks, et neid peab renoveerima füüsilise säilimise huvides. Eriti käib see hoonete välispiirete kohta, mille külmakindluse kahanedes (külmumise ja sulamistsükli lõhkuva mõju tõttu) hakkab kiiresti kasvama taastamiseks vajalike tööde maksumus. See tähendab, et eriti meie kliimas vajavad hooned säilimiseks korrapäraselt remontimist või renoveerimist. Rootsis, kus aastatel 1950–1970 ehitatud korterelamute uuendamine on ka päevakorral, loetakse põhjaliku renoveerimise välbaks 40 aastat. Selle arusaama kohaselt peaksid kõik meie nõukogudeaegsed korterelamud olema uuendatud aastaks 2030.

Eespool öeldust järeldub, et korterelamud on vaja korda teha igal juhul ning kui see töö juba ette võtta, tuleb maja muuta energiatõhusaks. Näiteks kui vanad puitaknad on omadega läbi, peavad uued aknad olema võimalikult soojapidavad. Tõsine probleem on **renoveerimise tasuvus**. „Telliselamute uuringus“ jõuti järeldusele, et korterelamute renoveerimine ei tasu finantsiliselt ennast ära. Paradoksaalselt on samas uuringus peetud vajalikuks telliselamute fassaadide remontimist, et peatada nende edasist lagunemist.

Käesoleva artikli autori arvates tuleks meil lähtuda Rootsi praktikast, kus renoveerimine kui nii ehk teisiti vajalik tegevus hoitakse energeetilisest tasuvusest lahus. Kui hoone korralist kordategemist tuleb niikuinii ette võtta, peab tegema veidi ka lisakulutusi selle energiatõhususe suurendamiseks.

Lihtsa näite pakub korterelamu lagunenu välisukse asendamine uuega. Kui teha majale samasugune uks, nagu seal enne oli, siis kulub selleks X eurot. Kui panna aga ette tunduvalt soojapidavam uks, kulub Y eurot ning

soojusenergia aastakulu väheneb N euro võrra. Eeldatagu, et mõlemad ukse peavad vastu kümme aastat. Nüüd püüdkem hinnata selle remonditöö tasuvust. Esimesel juhul säästu ei ole, tasuvus on null. Huvitavaks läheb teisel juhul. Remont on tasuv, kui tehtud kulutused saavad tasa ukse olemusea jooksul, st et kümne aasta jooksul saadav kokkuvõtte N peab võrduma uksele tehtud kulutustega: $10 N \geq Y$.

Tõenäoliselt ei leidu nii energiatõhusat ust, mis ukse olemusea jooksul end energia kokkuvõtte mõttes ära tasuks. Järeldus oleks: uut ust ei tasu paigaldada.

Tasuvust tuleks hoopis hinnata vahe Y–X kaudu, st kulu põhjal, millest on maha arvatud „tavapärase“ uuendamise maksumus. Kui näidet laiendada välispiirete renoveerimisele, siis tuleb energiatõhususe arvutamisel arvestada selliseid kulusid, mis ületavad tavapärase taastusremondile tehtavaid, s.o kulutusi hoone füüsiliseks säilitamiseks vajaliku fassaadikatte alla pandavale soojustusele. Kui fassaadiruutmeetri remont ilma soojustuseta maksab hinnanguliselt 40 €/m² ja koos soojustusega 60 €/m², siis energeetilisest tasuvuse arvutuses tuleks lähtuda maksumusest 60–40 = 20 €/m².

Sama kehtib ka muude tööde kohta. Näiteks keskküttesüsteemi väljavahetamise puhul ei saa uute torude ja nende paigaldamise maksumust renoveerimistööde energeetilisest tasuvuse hindamisel kuidagi arvesse võtta, sest roostes toru väljavahetamine ei ole energiasäästuga kuidagi seotud – seda tulnuks niikuinii ette võtta. Teisest küljest saab KredExilt renoveerimistöödeks toetust kuni 35 % kogu tööde maksumusest, mis ongi laias laastus energeetilisest lisarenoveerimise osa. Seega tuleb siit välja, et korterelamu kompleksel renoveerimisel maksab KredEx kinni kõik hoone energiatõhusaks muutmiseks tehtavad kulud. **A.M.**

MANHATTANI SILD NEW YORGIS ON 100-AASTANE

JUHANI VIROLA, Eur Ing-FEANI

Helsingi, Soome

USA idarannikul New Yorgis 1900ndate alguses ehitatud ripp-sild *Manhattan Bridge* [1–2] sai 2009. aastal 100-aastaseks. Aastal 1909 oli see silde pikkuse (448 m) poolest neljandal kohal maailmas.

New Yorgi linnas on mitu suurt silda, suurimad neist – *George Washington Bridge* (sille 1067 m, sai valmis 1931) ja *Verrazano-Narrows Bridge* (1298 m; 1964) – on ripp-sillad ning mõlemad olid omal ajal maailma pikimad [3]. George Washingtoni sild viib üle Hudsoni jõe Manhattani saare läänerrannal, Verrazano sild asub aga Manhattani lõunaküljel. Sajandivahetusel 1800/1900 ehitati üle *East Ri-*

*ver*i jõe Manhattani ja selle idapoolle asuva Brooklyni linnaosa vahele mõnesajameetriste vahedega kolm suurt ripp-silda. Need on (lõunast põhja) *Brooklyn Bridge* (486 m; 1883), *Manhattan Bridge* (448 m; 1909) ja *Williamsburg Bridge* (488 m; 1903) [2]. Hiljem on Manhattani ja selle naaberlinnaosade vahele ehitatud veel mitu tähelepanu väärivat silda [4].

Manhattani silla ehitustöid alustati 1901. aastal ning liiklusele avati ta 31. detsembril 1909, sild läks maksma ca 30 mln dollarit. Silla peaava on 448 m ja kumbki külgava 221 m pikk, sillaehitise kogupikkus koos peale- ja mahasõiduosadega on 2,1 km.

Manhattani silla sisekaarega teraspüloonid on 102 m kõrgused ning sild kõrgub 41 m üle veepinna. Sil-da kannab neli 54 cm läbimõõduga trossi [5], mis kinnituvad paarikaupa kummagi ülemise sõidutee ülaseravade külge. Silla sõidutee on kahetasandiline terassõrestik, mille laius koos konsoolidega on 36,6 m ning kõrgus koos ülemise sõiduteega 8,5 meetrit [6].

Sõidutee on silla mõlemas servas kahe- ning silla keskel ühetasandiline. Kergliiklusteed on silla mõlemal küljel asuvatel konsoolidel. Kummalgi ülemisel sõiduteel on kaks sõidurada. Ülemiste sõiduteede all on mõlemal



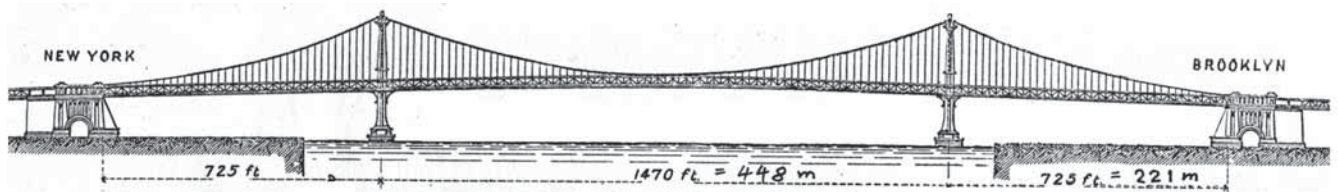
Manhattani sild 1990ndatel. Foto on tehtud East Riveri jõelt lõuna suunas, laevaga ümber Manhattani saare sõites. Tagaplaanil on Brooklini sild

Foto: Juhani Virola



Foto 1960ndatest aastatest. Kolm Manhattani ja Brooklyni vahelist ripsilda lõunast põhja suunas. Esiplaanil on Brooklini sild, keskel Manhattani ja tagaplaanil Williamsburgi sild

Foto: New York City Department of Transportation (NYCDOT)



Silla pikiprofil aastast 1906 [5]. Joonisel ei ole näidatud püloonide veealuseid vundamente

pool kaks rada metroo jaoks. Silla keskel asuval alumisel sõiduteel on kolm sõidurada, millel hommikuse ja õhtuse tipptunni ajal muudetakse liikumissuunda. Aastal 1988 läbis ööpäevas silla seitsset sõidurada ca 75 000 sõidukit ning nelja metroorada ca 960 metroorongi [6].

Manhattani silla projekteerisid Ralph Modjeski ja Leon S. Moisseiff ning haldas New York City Department of Transportation (NYCDOT). Uue aastatuhande alguses hakati silla-konstruktsioone etapiviisi remontima [7]. Aastatel 2010–2013 uuendatakse kandetrosside ja ülemiste sõiduteede vahelised riputid.

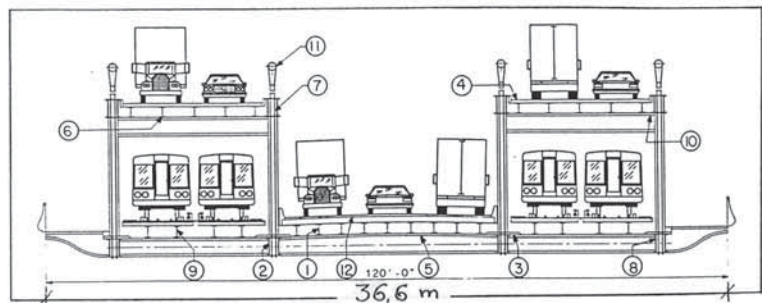


FIGURE 2: CROSS SECTION OF MANHATTAN BRIDGE, NEW YORK - Major Defects Reported

- | | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|---|
| 1. Cracks in stringers | 5. Corrosion of top flange | 9. Track Stringer Brg.- Displaced/cracked |
| 2. Corrosion | 6. Uplifted Stringer brg. | 10. Cracked floorbeam end |
| 3. Cracked continuity angle | 7. Suspender wear/Striking top chord | 11. Corroded Cable Wrapping at lower saddle |
| 4. Deck defects | 8. Cracked chord splice | 12. Leaky deck joints |

Sõidutee ristlõige aastast 1992 [6]. Joonisel on näidatud silla remonti vajavad kohad



Foto aastast 1908. Brooklyni-poolne pülo on valmis saanud ja ootab kandetrosside paigaldamist. Foto on teinud Eugene de Salignac ja selle allkiri on "Manhattan Bridge, from Washington Street looking west, Brooklyn, June 5, 1908"
Foto: New York City Municipal Archives

KÜMME SUUREAVALIST SILDA, MIS ON EHITATUD ENNE 1909. AASTAT

Nr	Sild	Suurim sille	Asukoht	Aasta
1	Firth of Forth (1)	2 à 521 m	Edinburgh, Suurbritannia	1890
2	Williamsburg (2)	488 m	New York, NY, USA	1903
3	Brooklyn (2)	486 m	New York, NY, USA	1883
4	Manhattan (2)	448 m	New York, NY, USA	1909
5	Clifton (2)	386 m	Niagara Falls, USA/Kanada	1869
6	Queensboro (1)	2 à 360 m	New York, NY, USA	1909
7	Cincinnati (2)	322 m	Ohio jõgi, OH, USA	1867
8	Lewiston (2)	318 m	Niagara jõgi, USA	1851
9	Puente de Ojuela (2)	314 m	Mapimi, Mehhiko	1898
10	Wheeling (2)	308 m	Lääne-Virginia, USA	1849

Silla tüüp: (1) terrassörestiksild, (2) ripsild

Viidatud allikad

[1] Juhani Virola. New Yorkin Manhat-tan-silta täytti 100 vuotta. Tierakennus-mestari 2010:4, s. 48–50.
[2] Juhani Virola. New Yorkin suursiltoja. Tiemies 1967:4, s. 9–14 & 1967:5–6, s. 21–25.

[3] Teknillisen korkeakoulun (TKK) sil-tataulukot: www.tkk.fi/Units/Bridge/longspan.html
[4] Juhani Virola. New Yorkin Bronx-Whitestone-silta täytti 70 vuotta. Tiera-kennusmestari 2010:1, s. 52–54.
[5] New suspension bridge at New York. The Engineer 1906-06-08, pp. 575–576.

[6] Ranganatha R. Rao & Sudhir Sang-hwi. Systems approach in the inspection of suspension bridges. 14th Congress of IABSE, New Delhi, 1–6 March 1992, pp. 636–637.
[7] Olli Herrala. Skanskan tytäryhtiö Koch korjaa New Yorkin siltoja. Kaup-palehti 2000-10-04.

VAADATES KIVI SISSE

PILGUHEIT PAESSE: HALL ARSSIN (KIHT 38) LASNAMÄE EHTUSPAESTUS

REIN EINASTO, JANNE-LIIS JUSTI

Tallinna Tehnikakõrgkool

IMETLEME MERERANNAL laine-
tuse lihvitud veeriskivide värvide ja
mustrite looduslikku ilu, korjame ikka
jälle kenamaid kaasa heas lootuses neid
täiendavalt töödelda – lõigata, lihvida,
poleerida, et paremini kivi sisse näha.
See ilus lootus täitub vaid haruharva,
enamasti jääb kott korjatud kividega
kapinurka või laekasse paremaid päevi

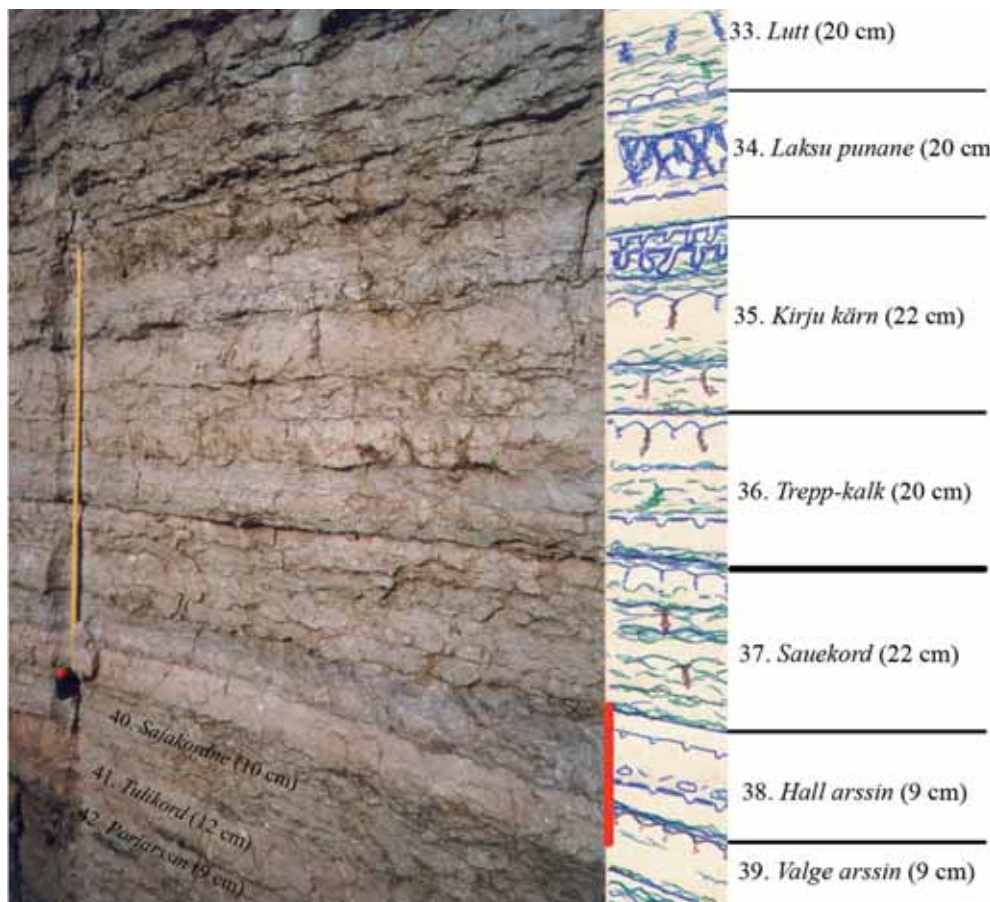
ootama. Kivist looduses ja ehitistes on
viimastel aastatel ridamisi raamatuid
kirjutatud (nt Suuroja, 2006; Saadre,
2010; Perens 2003–2010), kivide sise-
mist rikkust ja ilu ei ole aga veel piisa-
valt avatud. Kivihuviliste soove silmas
pidades üritame seda lünka pisut täi-
ta lühiartiklite seeriaga „Vaadates kivi
sisse“.

Esimese põgusa sissevaate kivisse
teeme Tallinnas Lasnamäe ehituspaes-
tu keskmiste kihtide põhjal, valides
selleks ehituslikult hinnalise kihi 38
– Halli arssina, mida kohtame sageli
kattekivina paemüüridel ja uusehitiste
paepõrandatel (nt Rahvusraamatuko-
gu, KUMU, Pirita uus kloostrihoone).
Looduslikus paeseinas on kiht hästi

vaadeldav Laagna teel (joo-
nis 1), sissevaate teeme Vao
Paasi puursüdamiku lihvitud
ja skaneeritud pinnalt (joonis
2). Kihi asend Vao kihistu
terviklabilõikes on jälgitav
meie ajakirja ühes varasemas
numbris ilmunud artiklis
(Keskkonnatehnika 3/06, vt
Einasto, Rähni, 2006).

Hall arssin on märkimis-
väärne kiht oma tumehal-
li paega ülemises pooles ja
lamavale Valgele arssinale
omase roosaka varjundi-
ga helekollakas-halli paega
kihi alumises osas, sagedaste
katkestuspindadega, kogu
kivimi mitmejärgulise – eri
vanusega kihtide lubisette
segatusega põhjamudas ela-
nud organismide elutegevuse
tagajärjel (bioturbatsioon),
samuti Lasnamäe ehituspaes-
le omaste dolomiitse täite-
ga püstakute puudumisega.
Viimaseid esineb kõige roh-
kem Laksu punase ülaosas.
Katkestuspindadest tõuseb
esile tumeda ja heleda kivimi
piiri markeriv kulutuspiind
– selge settimistsüklite piir
(joonis 2).

Sellest piirist allpool esinev
hele kivim koosneb suures
osas lubimuda koagulat-



Joonis 1. Lasnamäe ehituspaestu keskosa murdmiskihid Laagna teesüvise põhjaseinas
KUMU sissesõidutee lähedal. Selgelt eristuvad heledamad, puhta lubjakivi ja tumedamad,
merkivikelmetega savikama lubjakivi kihid, mis paaridena moodustavad ebasümmeetrilisi
settimistsükke. Nähtava läbilõikeosa alumises ja ülemises osas on suurema paksusega
„sauekorrad“, keskel – puhtamad „kihisüdamed“. Fotost paremal on esile tõstetud
katkestuspinnad, püstakud, merkivi vahekihid ja läätsjad kelmed, kihi keskel ka veerised ja
skeletne kaanekruus – jäme detriit. Kollane mõõdulint näitab 1,0 m

sioonil tekkinud pisiteralistest tom-pudest ja tumedast püriidistunud peenest hästi ümardunud detriidist. Pisi- kuni peeneteraline settemater-jal on tsementeerunud peenekristal-lilise puhta kaltsiidiga. Tompude ja detriidi kihiti erinev sisaldusvahe-kord võimaldab jälgida kaevumissü-vendeid katkendlikel kihipindadel, viidates väga lühiajalistele settekat-kestustele, mille vältel kasvas peene detriidi osakaal settes. Tänapäevased vaatlused lubisette tekkealadel on tõestanud, et tompude moodustu-mine lubimuda koagulatsioonil saab toimuda vaid mõõdukalt liikuvast väga madalas (2– 3 m) soojas vees (alates 20-kraadisest) tormilainetu-se eest kaitstud barjääri taga. See on üks argument Lasnamäe ehituspae tekkele subtroopikas. Selle kihi ki-vimilisteks analoogideks on Põhja-valged, Tulikord Sauekorra ja Trepp-kalki ülaosa, kirju kärni keskosa ja Muldvalged.

Settimistsüklite piirist kõrgemal olev tume kivim on tüüpiline set-timistsüklite basaalkiht, mis moo-dustus valdavalt püriidistunud pee-nedetriidilisest oluliselt halvemini sorditud materjalist. Tombulist ma-terjali esineb vaid lisandina. Tsemen-diks on samuti puhas kaltsiit. Selles kihis leidub sageli sirgeid peajalgsete kodasid. Analoogidena nimetame Raudsüdame keskosa, Trepp-kalki alaosa, ülemist Tulikorda

Mõlemale kivimtüübile on oma-ne arvukate ussikäikude esinemine, mille täitematerjal erineb koostise ja värvi poolest ümbriskivimist. Käi-kude seinte ehituse eripärade põhjal saab järeldada, millises sette kõvas-tumise staadiumis on organismide elutegevus toimunud.

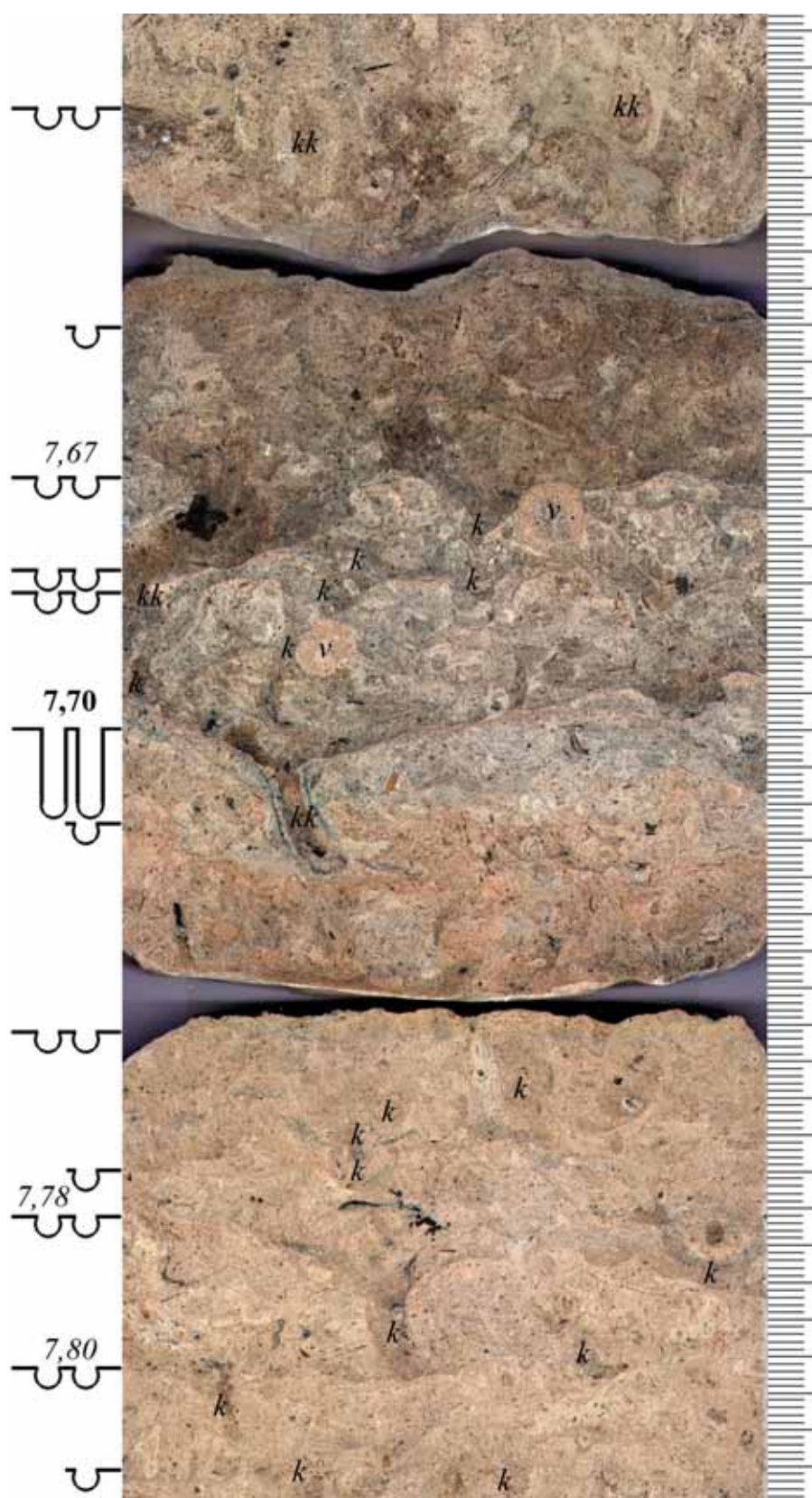
Kirjandus

Einasto, R., Rähni, A. Väo kihistu digi-taalselt töödeldud kiht-kihiline tüü-pläbilõige. Keskkonnatehnika, 3/06, lk 51–55.

Perens, H.. Paekivi Eesti ehitistes I – IV. EGK, Tallinn, 2003–2010, 132, 144, 144, 147 lk.

Saadre, T. Eesti ürgloodus. Tallinn, 2010, 204 lk.

Suuroja, K. Põhja-Eesti klint. Eesti looduse sümbol. Tallinn, 2006, 224 lk.



Joonis 2. Hall arssin (keskel) koos Valge arssini ülaosa ja Sauekorra alaosa.

Murdmiskihtide piire tähistavad vahed puursüdamikus. Kihi keskel, heleda ja tumeda kivimi piiril, sügavusel 7,70 m, esineb silelainjas selgete sügavate kaevumiskäikudega kulutuspiind, millest kõrgemal esineb üksikuid hästi ümardunud alumisest kihist pärinevaid veeriseid (v), viidates kestmale lüngale. See kulutuspiind on Lasnamäe ehituslubjakivile iseloomulik madalat järku settimistsüklite vältel moodustunud kivimkehade – minitsükliitide piir. Katkestuspinnad on tähistatud pildist vasemal: kahe taskuga on selged, ühe taskuga ebaselged pinnad. Selgemad kaevumiskäigud (k) ja korduvalt uuristatud käigud (kk) on pildil tähistatud. Suurenduse hindamiseks on paremal mm-skaala. Joonis 2 asend läbilõikes on joonisel 1 märgitud punase joonega paremal

PAEPÕNNIDE TOIMETAMISED 2009–2010

LIIVIA KIVIT

loodusesõber, TÜG vanemõpetaja

Väikeste kivisõprade, paepõnnide seltsingu loodi 17. detsembril 2009. Seltsingu loomise mõte tuli tänu 2009. aasta põnevatele kevadistele ja suvistele üritustele, kus osalesid *Stella Maria Kangur* ja tema ema *Haldja Kangur*. Neil tekkis soov kaasata teisi loodushuvilisi lapsi loodusest osa saama. Professor *Rein Einasto* ehk paevana nõustus paepõnnide patrooniks hakkama.

Paepõnnidega liitus peagi Tallinna Ühisgümnaasiumi 17 õpilast. Uusi paepõnne tervitas akadeemik *Anto Raukas*, kes rääkis huvitavalt oma elust ja geoloogiast. Paepõnnid on küll õpilased, aga nende üritusi on hakanud üha rohkem külastama ka lastevanemad. On käidud kivitundides Tallinna Tehnikakõrgkoolis, kus paevana on tutvustanud mitmesuguseid kivimeid looma-, kala-, putuka- ja taimejäänustega. Põnev on kivistisi mikroskoobiga uurida ning oma lemmikuid joonistada. Raamatukogus käidi uudistamas suurt reljeefset gloobust ja Eesti suurimat paeraamatut. Tutvuti ka kivitöökojaga.

Jaanuarikuu kaunil päikesepaistelisel pärastlõunal nauditati Tallinna Laulväljaku Klaassalis päikeseloojangu kontsertsarja kontserti "Loojumatud klaveriansamblihood" neljale ja kuuetele käälele, kus kivisõber *Maie Koldits* oma kolleegide *Piret Väinmaa* ja *Jelena Elkiniga* Tallinna G.Otsa nimelisest Tallinna Muusikakoolist pakkusid suurepärase muusikalise elamuse. Seega on paepõnnid ka muusikasõbrad.

Maarjamäe paepangal Lasnamäe vanas Põhjamurrus toimus huvitav ja põnev õppepäev, kus professor *Rein Einasto* andis ülevaate paekivikihtidest. Poesel pinnasel kasvavaid taimi tutvustas Tallinna Botaanikaia avamaakollektsioonide osakonna juhataja



Ronisime läbi rägistiku Mündi murdu, mille tahame 2011. aastal prügist puhastada

Fotod: Hanno Kindel

Olev Abner.

3. mail sai *Rein Einasto* koos paepõnnide *Stella Maria* ja *Andrega* tutvustada kivimeid ETV lastesaates „Saame kokku Tomi juures“.

Maist juunini toimus Virumaa paeaasta 2010 laste loomingukonkurss, millest otsustati osa võtta. Lisaks õppekäikudel saadud teadmistele otsiti Internetist paekiviteemalisi materjale, arutati selle üle, kus ja kuidas seda kasutatakse, ning joonistati pilte ja kirjutati jutukesi. Lõpuks saadeti tööd konkursile. Parimad neist avaldati Virumaa laste paeaasta 2010 kogumikus. *Stella Maria Kangur*, *Moonika Kõli*, *Bianca Saal*, *Laura Elisabeth Karu*, *Elizabeth Victoria Aarma*, *Johanna Maria Poell*, *Alina Lepik*, *Merylin Soots* ja *Hanna Arusoo* pälvisid koostöö eest ka Virumaa paeaasta 2010 tänukirjad.

19. ja 20. juunil käidi ornitoloogide kokkutulekul Ida-Virumaal Illuka mõisas. Esimesel päeval kuulati ettekandeid Ida-Virumaa maastikust ja linnustikust, röövlindude seirest püüsaladel ning tutvuti uue linnuvaatluse

andmebaasiga. Hiljem käidi ka linnuõppe ABC-s ja õhtul meenutati toredate päeva lõkgetule ääres. Teise päeva hommikul toimus linnuõpe algajatele ja meeldejääv ekskursioon Aidu karjääris.

30. juulil oli vapustavalt huvitav õppepäev Tallinna Tehnikaülikooli uurimislaeval Salme, kus sai osaleda rahvusvahelises programmis BALITC SEA NOW 2007–2013 „Löö kaasa“. Merereis algas kell 9 hommikul Paldiskist ja lõppes kell 18 õhtul Tallinnas. TTÜ Meresüsteemide Instituudi professor *Urmas Lips* (sektorijuhataja) ja vanemteadur *Inga Lips* tutvustasid paepõnnidele, kuidas laeval mereteadust tehakse ja mida millega uuritakse. Sai võtta erinevatelt sügavustelt veeproove ja neid filtreerida; tutvustati FOW COM analüüsi. Meie teadlaste väljatöötatud huvitava aparaadiga „Kala“ mõõdistati piki lahte ja lõpuks sai mikroskoobiga vetikaid uurida.

11.–15. augustini toimus astronoomiahuviliste mitmepäevane kokkutulek Tihemetsas. Selle teema oli „Multiver-

sumid". Kuulati *Alar Pussi* ettekan-
net "Teoreetiline ja praktiline ajaar-
vutus" ning *Urmas Sisaski* kontserti.
Põnevust pakkusid loengud "Teis-
poolsus ja selle elanikud läbi kirjan-
duse", "Multiversumi paratamatus",
"Universumi ebaharilik topoloogia:
mustad augud, ussiurud ja muu".
Toimus matk Laikvere „džungel“ –
Kabli rand – Rannametsa luited. Igal
õhtul vaadeldi ka Perseiide.

25. septembril toimus esimene pi-
kem väljasõit koos lastevanematega
ning ajakirja „Loodusesõber“ aja-
kirjaniku ja fotograafiga. Küllastati
Põltsamaa lossimuuseumi ja kiri-
kut. Tutvuti skulptuuridega Sõpruse
pargis. Päeva kõrghetk oli Kalana
karjääris. Seal veedeti suurepäraseid
tunnid, kus ka lastevanemad sattusid
kivististest vaimustusse. Põnevusega
uuriti ja koguti igasugu lubjakivi-
tükke, kivistunud vetikaid, kaltsii-
di kristallpesi ja valge amorfse räni
tükke. Hannal õnnestus leida suure-
pärane okslike vetikatega kivimpala,
mis leidis koha Tallinna Tehnikakõrg-
kooli kivi kollektsioonis. Veedeti mõnus
tund ühes Pisisaare kaunis muuseumi
meenutavas kodus, kus pererahvas tut-
vustas haruldasi taimi ja maailma eri



**Hanna väärtuslik leid Kalana karjäärist,
sügis 2010**

paigust kogutud kivekspositsiooni.
Kivisõber *Maie* mängis klaveril kodu-
maiseid viise.

Paide lähisel Mündi mõisa maadel
tutvuti kivimurruga ja istutati kaks

noort tammepuud. Nende kasvamist
tuleb järgmisel aastal kaema minna.

14. detsembril lõpetati paepõnnide
esimene aasta Tallinna Tehnikaüli-
kooli Mäeinstituudis, kus tehti kok-
kuvõtteid paepõnnide seltsingu aas-
tastest tööst. Lastevanematega koos
küllastati põnevat vulkaaninäitust.
TTÜ Mäeinstituudi dotsent *Heidi
Soosalu* ja Geoloogia Instituudi va-
nemteadur *Tarmo Kiipli* rääkisid vul-
kaanidest ja kivimitest. Edasi mindi
TTÜ Mäeinstituudi mäemuuseumi,
kus *Heidi Soosalu* rääkis mineraal-
limest ja kivimitest ning tutvustas
näitust nimega "Eesti maavarad ja
nende kasutamine". Lisaks tutvus-
tas TTÜ Mäeinstituudi spetsialist
Margit Kolats muuseumis olevaid
kaevandamistehnoloogiate makette.
Ürituse lõpuks anti ülevaade aas-
tastest tööst ja tänati omavalmistatud
kivimeenetega kõiki paepõnnide
sõpru. Seda sündmust kajastati ka
Mäeinstituudi kodulehel.

Meie esimese aasta tegemisi on
ajakirjanik *Helen Arusoo* kajastanud
ajakirja „Loodusesõber“ veebruari- ja
oktoobrinumbris ning *Rein Einasto*
koos *Stella Maria Kanguriga* „Keskkon-
natehnikas“ (8/09).

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) ★
- ★ Uusiouutiset (Finland) ★



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

EKSPORDI AKADEEMIA SEMINARIL RÄÄGITI TRENDIDEST JA SELLEST, KUIDAS NAD VÕIVAD MÕJUTADA MEID ÜMBRITSEVAT KESKKONDA

PETER GORNISCHEFF

Eesti Kaubandus-Tööstuskoda

EKSPORDI AKADEEMIA seminaril (23. novembril) esines Eesti Kaubandus-Tööstuskoja kutsel Magnus Lindqvist, Rootsi 2009. aasta parim äriteemadel kõneleja. Magnuse lemmikteema on trendid, täpsemalt küsimus, kas trende on võimalik kontrollida, kas neid on võimalik oma äri kasuks rakendada ning milline mõju on neil keskkonnale nii sotsiaalses kui ka bioloogilises mõttes.

Lindqvist jaotab trendid e suundumused nelja kategooriasse: mikrotrendid, makrotrendid, megatrendid ja gigatrendid. Mikrotrendid on need, mis kestavad kuni viis aastat (nt iPhone, mood). On mikrotrende, mis on vaheldunud, nt ökotoidu teema on vahepeal oma olulisust kaotanud ja seejärel taas päevakorda tõusnud. Mikrotrendidest aitavad aru saada ajaleheartiklid ja blogid, kus inimesed oma arvamusi avaldavad. Makrotrendid (nt majandustsüklid) kestavad 5–15 ning megatrendid 15–30 aastat. Megatrendid on nt Internet ning India ja Hiina kiire tõus. Gigatrendid kestavad üle kolmekümne aasta (nt muudatused ühiskonnas, naiste rolli muutumine – kodupere naisest karjäärinaiseks).

Suundumusi järgides peab meeles pida-



Foto: Eesti Kaubandus-Tööstuskoda

ma, et olukord muutub ja asju tuleb alati võimalikult laialt vaadata. Kunagi arvati, et ühelikiirusel ei ole võimalik liikuda, sest siis ei saa inimene hingata. See väide ei leidnud kinnitust. Tihtipeale vaadatakse vaid muutuste tehnoloogilist poolt, jättes sotsiaalse kõrvale. 1950ndatel usuti tõsimeeli, et inimesed hakkavad reisima isiklike helikopteritega, ent muutusi sotsiaalses keskkonnas (naise ja mehe roll) ei osatud ennustada. Paljude trendide puhul jäetakse tähele panemata, et tegemist on ennustatavate bioloogiliste või füüsiliste nähtustega. Üks ennustatavamaid on demograafilised suundumused. Vaadates praegusi arenguid Hiinas (ühelapsepoliitikat) on selge, et Hiina rahvastik aja jooksul väheneb. Väheneb ka eramajades elavate inimeste arv. Traditsiooniline peremudel laguneb, järjest suuremaks kas-

vab grupp *married but looking* (abielus, kuid vaba). On oletatud, milline võiks aastal 2050 olla maailma „keskmine inimene“ ning paljude hinnangute kohaselt võiks see olla üksik vanapoolne India naine.

Trendide järgimine sõltub info kättesaadavusest. Nicholas Carr väidab raamatus *The Shallows*, et tänapäeval loetakse rohkem kui kunagi varem. Uudisvood ei peegelda uudiseid alati vastavalt nende tähtsusele, pigem vastupi-

di. Suundumus on grupikäitumisele – kes jälgib keda.

Trendidel on neli peamist karakteristikut: tehnoloogia, emotsioonid, majandus (hind) ja grupikäitumine. Tuleviku puhul ei tuleks alahinnata ka ootamatusi. Soola peeti kunagi ammenduvaks ressursiks, praegu on see kõikjal saadaval. Naftat peetakse saastavaks kütuseks, kuid firmal LS9 on õnnestunud vedelkütust valmistada taastuvatest loodusvaradest.

Suured asjad tekivad väikestest. „*The future is already here, it is just unevenly distributed*“ (Tulevik on juba kohal, kuid ta on ebahühtlaselt jaotunud) on öelnud William Gibson, tuntud USA–Kanada päritolu ulmekirjanik. Tulevikku ei saa ennustada, see on saavutatav. Paljude asjade prototüübid (iPod, Nespresso) olid kunagi väga kohmakad ja ebatõhusad.



KESKKONNAVEEB

keskkonnainfo internetis

Keskkonna- ja keskkonnaõiguse uudised

Iga kuu keskkonnaõiguses toimunud muudatuste kokkuvõtted (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

Seminari töötoas esinenud Erik Terk Eesti Tuleviku-uuringute Instituudist, kes on tegelnud strateegiliste muutuste jälgimise ja kaardistamisega juba kümme aastat, liigitaks trendid lühiajalisteks (mood, konjunktuuritsüklietapp), keskpikkadeks (3–5 aastat – enamiku toodete olemusiga, tähtsad nihked turul) ja pikaajalisteks, strateegilise tähtsusega trendideks (elulaadi muutumine, geoökoloogiliste vahetavate muutumine, põhimõtteliselt uued tehnoloogiad).

Suundumuste epiptenterpunktid muutuvad aja jooksul. Ei saa eeldada, et USA ja Euroopa jäävad igavesest ajast igaveseks majandust juhtima – 20. sajandi algul oli maailma tehnoloogialiider Ida-Aasia. Kindlasti tuleb jälgida demograafilisi arenguid – kui palju muutub rahvastikunäitajate muutudes poliitiline spekter. Rahva vananedes muutub tasakaal ka valijaskonnas. On palju asju, mida vaevaks võttes on võimalik prognoosida või millele on võimalik leida empiirilist tõestust (nt hindade ja palkade konvergents). Samas on asju, mille prognoosimine osutub kaugemas perspektiivis alati valeks – iga loodusvaravaru hinnang on vale selles mõttes, et varu tarbimine ja teadaolev suurus muutuvad ning arenev tehnoloogia võimaldab seda täielikumalt ära kasutada. Mõne ressursi järele võib vajadus

üldse kaduda.

Erik Terk julges oletada, et Eesti peamised suundumused võiksid olla roheline majandus ja kultuuril põhinevad äriideed.

Lisakülastajana esinesid seminaril Ants Sild ja Urve Mets (firmast *Baltic Computer Systems*), kes olid hiljuti saabunud Gartner-sümposiumilt (*The World's Most Important Gathering of CIOs and Senior IT Executives*), millel osalemine on saamas omamoodi kohustuseks IT-tegevuste planeerimisel.

Seminari peamised järeldused:

- lähimal aastakümnel muudab tehnoloogia murranguliselt (isegi senisest rohkem) meie elu ja meid ümbritsevat sotsiaalset keskkonda;
 - tehnoloogiatega kasutuselevõtu paradigma muutub – kui varem lähtusid arendusprojektid suuretevõtete ja kontsernide tellimustest ja vaatepunktist, siis nüüd on nad suunatud üksiktarbijatele ning kasvavad sealt edasi n-ö suureks;
 - sotsiaalne meedia muudab seda, kuidas müüakse ja turustatakse;
 - Eesti ettevõtetele avanevad lähiajal uued ja paremad võimalused kui kunagi varem ning tõenäoliselt ka hiljem.
- Suurekliendide asemel orienteerutakse lõpptarbijatele, s.o väikekliendidele. Tähelepanu keskpunkt nihkub suursüs-

teemidelt kergetele, kiiretele, odavatele, kergesti juurutatavatele ja vahetatavatele lahendustele.

Tehnoloogia muutub üha enam keskkonnaosaks. Hakatakse tootma kodumasinaid, mida on võimalik ise vastavalt vajadustele kokku seada. Kasvab andurite arv inimeste lähikeskkonna reguleerimiseks (nt hakatakse mähkmetes kasutama elektroonilisi niiskusandureid). Standardprotsessides hakkavad inimesi üha enam asendama robotid.

Ekspordi Akadeemia korraldamist kaasaostab Ettevõtluse Arendamise Sihtasutuse teadmiste ja oskuste arenguprogrammi raames Euroopa Sotsiaalfond. A.M.



**EKSPORDI
AKADEEMIA**



www.koda.ee

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

Veebruar

22.02.2011 Juhendi BÜ4 – Betooni pinnad rakendamise (BÜ4 koolitus)

Märts

10.03.2011 Betoonpõrandate pinnaviimistlused. Uued tehnoloogiad ja põrandate renoveerimine (tasuta)

17.03.2011 Ehitiste hüdroisolatsioon ja peamised niiskuskahjustused

24.03.2011 Teed ja haljastus. Uus MaaRYL 2010

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

LYONIS PEETI DETSEMBRIS KESKKONNAMESSE POLLUTEC

EELMISE AASTA lõpus (30. kuni 3. detsembrini) toimus Lyonis 24. korda Prantsusmaa suurim keskkonnamess *Pollutec*. Seekord osales 2528 eksponenti 44 riigist, enamik neist Prantsusmaalt (1752) Saksamaalt (186), Itaaliast (109) ja Belgiast (84). Ekspositsioonipinda oli 61 760 m². Kõige rohkem eksponente oli vee (746) ja jäätmeäritluse (660) alalt. Neljandat aastat oli *Pollutec*il eraldi messiala *Buy & Care* (*Osta ja hooli*), kus 110 eksponenti esitlesid keskkonnasäästlikke ja ökotooteid. Nagu ikka, sai näha rohkesti uudistootmeid, seekord oli neid 230 ringis. Külatajaid arvati tulevat 75 000, kuid kohale jõudis vaid 50 830. Selles oli süüdi Lyonis ja mitmel pool mujal Euroopas maha sadanud lumi, mis põhjustas liikluses üsna suure kaose. Esimese messipäeva pärastlõunal suleti Lyoni lennuväli ja osa maanteid. Trammi-, bussi- ja mõne metrooliini liiklus seiskus mitmeks tunniks ning messile pääs ja sealt ärasaamine osutus kui mitte just võimatuks, siis hirmkeeruliseks – linna sõitmiseks tuli esimesel öhtul bussi oodata ligi kolm tundi. Liikluskaose tõttu jäi ära ka 30. novembri öhtul toimuma pidanud pidulik vastuvõtt Lyoni raekojas. Enamik kutsutud külalistest, messiesindajad ja Tšiili keskkonnaminister Maria Ignacia Benitez saanud talveilma tõttu raekotta ei jõudnudki.

Euroopa keskkonnaajakirju ühendav organisatsioon Euroopa Keskkonnapress (*European Environmental Press*, EEP, www.eep.org) andis koostöös *Polluteci* (www.pollutec.com) ja Euroopa Keskkonnaasjatundjate Ühenduste Liiduga (*European Federation of Associations of Environmental Professionals*, EFAEP, www.efaep.org) sel aastal seitsmendat korda välja keskkonnaauhindu *EEP-Award* (vt fotot).



Foto: EEP

Kuldauhinna sai seekord **Hollandi firma Platinum Polymers Technologies BV**, kes on loonud tehnoloogia uue plasti tootmiseks segaplastijäätmetest. Praegu kasutatavad tehnoloogiad nõuavad plastijäätmete eelnevat sortimist, osa neist taaskasutamiseks ei kõlba ja põletatakse. Väljatootatud tehnoloogia võimaldab valmistada

segatermoplastidest (PE, PET, PP ja ABC) uut homogeenset polümeeri IN-FINYMERS.

Hõbeauhinna saanud **Norra firma Norsk Biogass AS** konstrueeris seadme *BioSep* biojäätmete vabastamiseks veopakenditest ning kompostimiskõlbmatute võõraste lahutamiseks enne laadimist biogaasireaktoris. Seade

võimaldab suurendada kompostimiskõlblike biojäätmete kogust – kõrvaldatud materjali sekka jääb neid alla kahe protsendi.

Pronksauhind anti **Prantsuse firmale lombriTec éco innovation** olme- ja põllumajandusettevõtete reovee, sealäga ning orgaaniliste jäätmete käitlemiseks või kompostimiseks välja töötatud uudsete seadmete *Lumbri-plant* ja *Lumbri-compost-plant* eest, milles orgaanilise aine lagundamiseks rakendatakse vihmausse. Eelis võrreldes tavalise reoveekäitlusega on tehnoloogia lihtsus ja vähene setteteke. *Lumbri-plant* on mõeldud reostuskoormusele 1000 kuni 5000 inimekvivalenti

ning *Lumbri-compost-plant* 2000 kuni 20 000 elaniku orgaaniliste jäätmete vihmausskompostimiseks.

Järgmist, vaheldumisi Pariisis ja Lyonis toimuvat messi *Pollutec* peetakse sel aastal 29. novembrist 2. detsembrini Pariisis.

A.M.

Merike Noor

SUMMARY

THE WATER PROBLEMS OF INDIA NOW ALSO CONCERN THE EUROPEAN UNION

Rein Munter, *Tallinn University of Technology*

Mait Kriipsalu, *Estonian University of Life Sciences*

Last year, the European Union chose India as its strategic partner among the developing countries. In November 2010, a conference *India-EU and Member States Partnership for Strategic Road-map in Research and Innovation* was held in New-Delhi. 92 experts on water management from the countries of the European Union and 133 experts from India participated in the conference. The authors give an overview of the reports presented to the conference and the adopted final declaration.

Pg. 9

LEACHATE TREATMENT IN TORMA LANDFILL

Enn Tõnisberg, *Dipl.-Ing.*

In August 2010, a leachate treatment system was put into service with designed capacity in Torma landfill, the construction of which was started in December 2009. Since this system is unique (according to an innovative technology, the leachate is treated mechanically, biologically and chemically), and this is a test object, a final assessment can be given only after some time. A leachate treatment system is described and

the results of the treatment are reviewed in the article.

Pg. 14

PACKAGING MUST REACH RECYCLING

Viire Viss

National Audit Office of Estonia

The National Audit Office carried out an audit in 2010 on the results of the collection and recycling of packaging waste in Estonia. The audit revealed that the state has not been able to ensure the responsibility of packaging enterprises for the recycling of the packaging they have placed on the market – the state has not achieved the target values for recycling and nearly 1 billion kroons of excise duty on packaging has not been collected. The main reason why packaging waste does not reach recycling is insufficient supervision both over the accuracy of information and over the recycling-related activities of the packaging enterprises and the recyclers.

Pg. 16

NOISE AND SHADING CAUSED BY WINDMILLS: MODELLING VERSUS HUMAN PERCEPTION

Piret Toonpere, *MSc*

OÜ Adepte Ekspert

In designing wind parks, the opinion of local communities has to be taken into account. Wind parks disturb residents mainly with the noise and shading of windmills, both of which can be

assessed quite precisely. OÜ Saar Poll and OÜ Adepte Ekspert organised a study on the impact of wind parks in the autumn of 2010 with the aim of finding out what attitude people living in the neighbourhood of wind parks have of them and how they perceive their impact. The study was financed by the Norway-EEA regional development support scheme and the Ministry of the Interior. The noise and shading caused by the examined wind parks were modelled with the modules *Decibel* and *Shadow* of the WindPro 2.7 software package developed by EMD International A/S. The results of the study are presented in the article.

Pg. 22

CORRELATION OF THE FIRE RESISTANCE TIME OF FIRE DOORS AND THE STRUCTURE OF THE DOORS

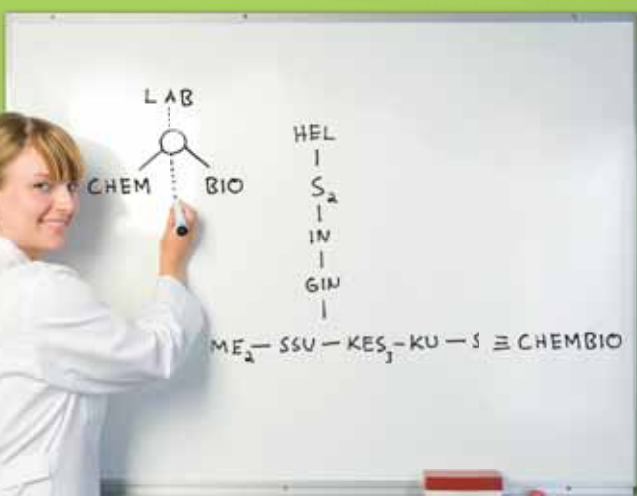
Toomas Lausmaa

Tallinn University of Technology

The article compares the fire resistance time of variously built fire doors and analyses the effect of the position of the gypsum layers on the fire resistance time of the door. The comparison is based on the increase of temperature in the centre of the door that allows observing the heat distribution through a multiple-layer wall as one-dimensional, whereas the steel sheets enclosing the content of the door were also included among the layers.

Pg. 31

NETWORKING | INNOVATIONS | BUSINESS



ChemBio

FINLAND

22-24 March 2011

Helsinki Exhibition & Convention Centre

Info, kutsed, messikülastuspaketid
Soome Messide esindajalt Eestis – Profexpo OÜ
Tel 6261347, info@profexpo.ee, www.profexpo.ee/soomemessid



International Year of
CHEMISTRY
2011

www.chembiofinland.fi



Suomen Messut



Uued SIMATIC HMI **Comfort** paneelid!

www.siemens.com/hmi

LAHENDUSED TÖÖSTUSELE

SIEMENS OY Eesti filiaal, Väike-Paala 1 Tallinn 11415
Tel: 630 4777, email: automaatika.ee@siemens.com

SIEMENS

INNOVATSIOON

Uus tarkvara Simatic Step 7 V11 ja WinCC V11
integreeritud TIA portaali



Uuri täpsemalt
www.siemens.com/tia-portal