

KESKKONNATEHNIKA

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

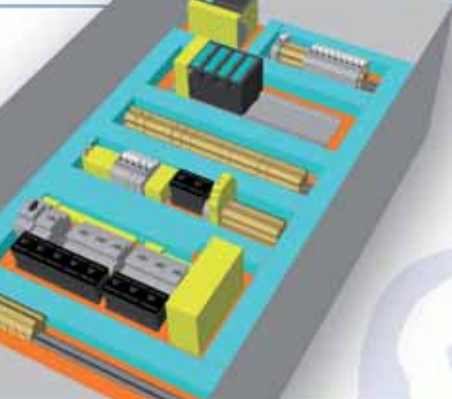
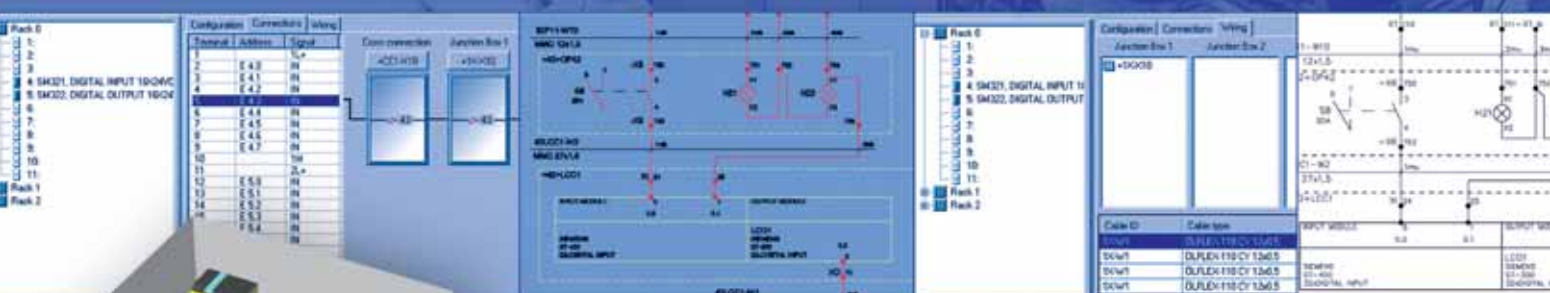
1/09
45 krooni

CADS

ELECTRIC

PARIM TARKVARA PROFESSIONAALILE

Cads Planner Electric



CADS Planner Electric on Eestis kõige kasutatavam
CAD-tarkvara elektri- ja tööstusautomaatika projekteerimisel.
Võrdle oma projekteerimisprogrammi CADS Planner Electric
tarkvaraga ja VALI PARIM!

Tutvu ja telli demonstratsiooni: www.cads.ee

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**



8



16



26



28



44

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



energeetika, automaatika

- 12 Ökopolis ja jäätmed. M. Liiske
- 14 Hamburgis saab sõita esimese kütuseelemendi jõul töötava reisilaevaga. M. Noor
- 16 TTÜ sai veebipõhise elektriagamite labori. A. Rosin
- 24 Tuule jõul töötav pumpejõujaam. V. Malinovski
- 24 Moodus vee-energia saamiseks tuumaenergia jõul. V. Malinovski

jäätmed

- 44 Ülevaade keskkonnamesil *Pollutec 2008* esitletud jäätmekäitlustehnoloogiatest. J. Kers
- 47 Pääsküla jäätmejaam valmis 2008. aasta lõpus.

küte, ventilatsioon

- 26 Hooldus praegu ja tulevikus. K. Kundla

keskkond

- 6 Aleksander Maastik 80
- 21 Õnnestunud hüdrokülv tuhamägedel – esimest korda maailmas. M. Soasepp
- 32 Kiviõli tuhamäest saab spordikeskus. H. Treial
- 34 Ettevõtlus ja jätkusuutlikkus. P. Gornischeff
- 36 Keskkonnakultuurist kultuurikeskkonnas. Suurtootmise ja kõrgkultuuri vastuolu Raikkülas on välditav. R. Einasto
- 38 Parima võimaliku tehnika kindlaksmääramise alused keskkonnaõiguses. Kaido Künnapas
- 40 Euroopa rohekoridor läbib ka Eesti. H. Treial

vesi

- 8 Kui lähedal on üleilmne veekriis? R. Munter

messid

- 42 Pollutecil esitleti üle 200 uudistoote. M. Noor

ASJATUNDJAILT ASJATUNDJAILE!

XIII RAHVUSVAHELINE EHITUSMESS EESTI EHITAB 2009

EESTI NÄITUSTE MESSIKESKUSES 1.-4. APRILL 2009

Eesti ehitab

Estbuid

2009

1.-4. APRILL 2009

KORRALDAJA:

Eesti Näituste AS

Pirita tee 28

Tallinn 10127

tel: 613 7335

faks: 613 7451

faks: 613 7437

e-post: epp@fair.ee

skype: eppsultsmann

Internet: www.fair.ee

Mitu Eesti piirkonda saab puhta joogivee

Euroopa Liidu Ühtekuuluvusfondi elukeskkonna arendamise rakenduskava meetme „Veemajanduse infrastruktuuri arendamine“ esimeses taotlusvoorus esitati KIKile kokku 35 taotlust, neist 20 said positiivse rahastusotsuse detsembri lõpus ja 9 jaanuaris. Rahastusotsuse saanud 29 projekti kogumaksumus on 5,23 miljardit krooni. Veemajanduse infrastruktuuri arendamise projektide rahastamiseks on Ühtekuuluvusfondist aastail 2007–2013 kavandatud 6,4 miljardit krooni.

Tänu positiivsele rahastusotsusele saavad lähiaastatel parima joogivee Aseri, Haljala, Jõelähtme vald, Järva-Jaani, Kadrina, Kehra, Keila, Kohila, Narva, Põltsamaa, Pärnu, Rae valla, Rakvere, Otepää, Saue, Sillamäe, Tapa, Tõrva, Valga ja Väike-Maarja, Kiili, Koeru, Maardu, Saku, Sauga, Sindi, Tamsalu, Türi ja Vändra elanikud. Saadud toetus võimaldab paljudel liituda veevõrguga, paraneb joogivee kvaliteet, ehitatakse ja renoveeritakse kanalisatsioonitorustikke ning uuendatakse puhastusseadmeid.

Kaks suurt hotelli said Rohelise Võtme märgise

Meresuu SPA & Hotell ja Nordic Hotel Forum täitsid 2008. aasta detsembris keskkonnasõbraliku majutusettevõtte Rohelise Võtme märgise kriteeriumid. Rohelise Võtme märgis anti neile üle 13. veebruaril messi Tourest 2009 toimunud rohelisema turismi foorumil. Mõlemad hotellid peavad oluliseks pakkuda klientidele kvaliteetset teenust kooskõlas loodust säästvate põhimõtetega (keskkonnasõbralike materjalide kasutamine, säästlik ümberkäimist loodusvaradega, kohaliku toidutoorme kasutamine).

Roheline Võti on rahvusvaheline majutusettevõtetele mõeldud keskkonnamärgis, mis võeti esmakordselt kasutusse Taanis 1994. aastal. Eestis algatas selle 2001. aastal Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium koostöös EASi turismiarenduskeskusega. EAS koordineerib Rohelise Võtme märgise andmist tänaseni. Pärast Meresuu SPA & Hotelli ning Nordic Hotel Forumi liitumist on Rohelise Võtme diplom 19 majutusettevõttel Eestis.

Tegutsemisõiguse sai kolmas taaskasutusorganisatsioon

Tootjavastutusorganisatsioon OÜ tohib alates 23. jaanuarist tegutseda segapakendijäätmete taaskasutusorganisatsioonina. Tootjavastutusorganisatsioon OÜ juhatuse liikme Kristiina Dreimanni sõnul toovad nad turule uusi lahendusi ja pakuvad täiendavaid võimalusi pakendijäätmete kogumiseks. Klientideks oodatakse pakendiettevõtjaid, kes pole veel sobivat organisatsiooni leidnud. Tootjavastutusorganisatsioon OÜ kohustub looma pakendijäätmete kogumiskohti, nende täpsemad asukohad lepib organisatsioon kokku iga omavalitsusega eraldi. Tootjavastutusorganisatsioon OÜ on kolmas pakendijäätmete kogumisega tegelev taaskasutusorganisatsioon Eestis. Selliste taaskasutusorganisatsioonidena tegutsesid Eestis ka MTÜ Eesti Taaskasutusorganisatsioon ja MTÜ Eesti Pakendiringlus, kellel on tegutsemisõigus alates 2005. aastast.

Sweco Projekt projekteerib Viimsi poolsaare veevarustust

Sweco Projekt projekteerib Viimsi valla vee-ettevõttele Viimsi Vesi joogiveetöötlusjaama põhjavee puhastamiseks ülemäärastest rauaühenditest ja radionukleiididest. Poolsaare keskele rajatakse uued puurkaevud, vee puhastamiseks on ette nähtud kolm 2000m³ veereservuaari ning veetöötlushoone vajalike seadmete, pumpla ja tehniliste ruumidega. Teises etapis projekteeritakse haldushoone, garaažid, töökojad ja laod. Viimsi Vesi loodab Lubja mäele veetöötlusjaama ehitama hakata sel aastal ja jaam peaks valmis saama hiljemalt 2010. aasta alguses.

Rahvusvaheline magistriõppekava „Materjalid ja protsessid jätkusuutlikus energeetikas“

Tallinna Tehnikaülikool on tõusnud Põhjamaade tippkeskuseks päikeseenergeetika vallas ning seetõttu on Eesti riik esmakordselt otsustanud toetada arenevat kõrgtehnoloogiat ning tasub uue rahvusvahelise magistriõppekava „Materjalid ja protsessid jätkusuutlikus energeetikas“ õppemaksu tudengite eest. Koostööd teevad omavahel Tallinna Tehnikaülikool ja Tartu Ülikool. Tasuta õppijaid on oodatud nii Eestist kui välismaalt. Projekti koordineerivad prof Andres Öpik ja prof Enn Mellikov, projektis osaleb ka Welsi Rakendusteaduste Ülikooli (Austria) prof Dieter Meissner. Prof Enn Mellikov ja prof Dieter Meissner tegelevad ka TTÜs välja töötatud päikeseelementide tootmisega rakendamiseks. Vastuvõtt magistriõppesse toimub TTÜs 1.–10. juulini 2009.

Ühtekuuluvusfondi abiga suletakse kolm prügilat

Keskkonnainvesteeringute Keskus otsustas detsembris toetada kolme tavajäätmeprügila sulgemisprojekti kogusummas ligi 130 miljonit krooni. Kokku esitati esimeses taotlusvoorus KIKile viis taotlust kogusummas 150 miljonit krooni.

Ühtekuuluvusfondi abiga suletakse Käina prügila Hiiu- maal, korrastustöid tehakse Pärnu Rääma prügilas ja Saaremaal Neemi prügilas. Käina prügila sulgemiseks eraldatakse Käina Vallavalitsusele 1 118 692,80 krooni, Rääma prügila korrastamiseks OÜ Paikrele 127 185 174,90 krooni ning Neemi prügila korrastamiseks Maasi Jäätmehoolduse OÜle 441 000 krooni.

Jäätmeseaduse kohaselt peavad kõik nõutele mittevastavad prügilad olema ladestamiseks suletud 2009. aasta 16. juuliks ning korrastatud 2013. aasta 16. juuliks. Kõik prügilate sulgemiskohustusega juriidilised isikud ja kohalikud omavalitsused peavad kiirustama, et ettenähtud töödeks Ühtekuuluvusfondist raha taotleda. Järgmine taotlusvoor kuulutatakse välja hiljemalt märtsis.

Aastail 2007–2013 on jäätmekäitluse arendamise projektide Ühtekuuluvusfondist rahastamiseks kavandatud 2,8 miljardit krooni, sellest tavajäätmeprügilate sulgemiseks on kavandatud 630 miljonit krooni. Selle summa ulatuses toetatakse keskkonnateenistustelt sulgemisotsuse saanud prügilate sulgemistöid – jäätmete koondamist, tihendamist, ladestuskoha eripära arvestava nõlvuse andmist ning jäätmelademe katmist kas haljastusega või muul viisil.



Euroopa Keskkonnapressi auhind EEP Award 2009 “Environmental Innovation for Europe”

Euroopa keskkonnaajakirju ühendav organisatsioon Euroopa Keskkonnapress (EEP, *European Environmental Press*) annab koos Prantsusmaa juhtiva keskkonnamessega *Pollutec* (www.pollutec.com) Euroopa Keskkonnaasjatundjate Ühenduste Liidu (EFAEP, *the European Federation of Associations of Environmental Professionals*, www.efaep.org) toel sel aastal seitsmendat korda välja keskkonnaauhinna, sedapuhku EEP Award 2009.

Eesmärk on tunnustada nende Euroopa firma-de jõupingutusi, kelle uuenduslik keskkonnatehnika aitab parendada elukvaliteeti. Võitjate valimisel lähtutakse uuenduslikkusest, arvesse võetakse keskkonnaprobleemi tähtsust ja mõju Euroopas. Tootmistehnoloogiat peavad saama kasutada ka teised, tähtis on usaldusväärsus, kvaliteet ja tõhusus. Tehnoloogia ei tohi olla olnud kasutuses enne **1. jaanuari 2007.**

Auhinnad

Välja antakse kuld-, hõbe- ja pronksauhind. Võitjad saavad tasuta stendi sel aastal detsembri alguses Pariisis toimuval messil *Pollutec*. Nominente ja võitjaid tutvustatakse EEP liikmete ajakirjades, EEP elektroonilises ajakirjas ning EEP Internetileheküljel www.eep.org.

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

Blanketi saab Internetist ajakirja Keskkonnatehnika koduleheküljelt (www.keskkonnatehnika.ee). Eelmiste aastate EEP Award nominentide ja võitjate kohta leiab teavet EEP koduleheküljelt (www.eep.org).

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

Materjalide saatmise tähtaeg on 30. aprill.

Paastukuu kolmandal päeval sündis siia ilma poisslaps, kes sai nimeks Aleksander. Aastanumbriks kirjutati siis 1929. Sünnimaa oli Austraalia ning vanemad eestlased, kes olid tulnud sinna paremat elu otsima. Kui pere tagasi kodumaale jõudis, oli Aleksander juba kaheksa aastat vana. Riikliku (Inglise) Kolledži II klassi 1937. aastal õppima asunud poiss oli inglise keeles juba kõva tegija. Eesti keelt oskas ka, kuigi ‘õun’ oli algul tema keeles ‘aun’ (Hiiumaa juurtega isa ei õppinud aga õ-d elu lõpuni ära). Kui RIK 1940. aastal suleti, jätkus koolitee kinni pandud J. Westholmi Gümnaasiumi uues, Kevade tänava majas. Sakslased võtsid selle maja laatsaretiks ja kool, nüüd Westholmi nimeline gümnaasium, viidi Hariduse tänavale, Prantsuse Lütseumi majja. Kui võim jälle vahetus, nimetati kool Tallinna VII Keskkooliks.

Keskkooli kuldmedaliga lõpetamine avas kõikide kõrgkoolide ukсед. Ehitustööd teinud isa soovitusel astus Aleksander 1947. aastal TPI-sse. Teisel kursusel vahetas ta ehituse eriala alles loodud vesiehituse vastu. Viienda kursuse tudengina sattus ta praktikale stalinlikule suurehitusele – Volga-Doni kanali piirkonda, Doni peaniisutuskannali ehitusele.

Aspirantuuri Aleksander Maastik 1952. aastal ei pääsenud, ilmselt keele, mee ja tausta tõttu, kuid TPI juurde kiitusega lõpetanu siiski jäeti. Samal aastal otsiti vastavatut Eesti Põllumajanduse Akadeemiasse hüdraulika õppejõudu. Kuigi „hüdrotehnikute isa“ Leo Tepaks hoiatas, et Tartus tuleb alustada jumala tühja koha pealt (hüdrotehnik mõttes), oli Aleksander Maastikul kange tahtmine Tartu minna – seal oli arstiks õppimas kena neiu Lea Okas, kellega abielu on nüüd kestnud juba 56 aastat.

Laia (tol ajal Mitsurini) tänava nr 32 hoovimaja keldriruumi ehitati EPA esimene hüdraulikalabor, millele hiljem lisandus koos Heiti Haldrega rajatud suurem labor Tartusse kavandatava sõudekanali modelleerimiseks. Kolmas, Eesti suurim hüdraulikalabor sai Tähtvere metsandus- ja maainseneriteaduskonna õppehoones valmis 1985. aastal.

Sihtaspirantuuri saadeti Aleksander 1956. aastal. Moskva Veemajandusinseneride Instituudi hüdraulika kateedris prof Jossif Agroskini juhendamisel

koostatud kandidaadiväitekirja teemal “Vee liikumistakistus prismaatilistes avasängides” kaitses ta 1961. aastal. Jätkus aastakümneid kestnud õppejõutöö. Tasub märkida, et ilmselt oli ta Eestis esimene, kes veekaitset õpetas. Tollane õppeplaan keskkonnakaitsega seotud muidugi ei sisaldanud ning seda ainet tuli õpetada (alates 1973/74. aastast) veevarustuse ja kanalisatsiooni kursuse sees. Doktoritöö teemal “Veekaitse põllumajanduses” kaitses dotsent Aleksander Maastik 1992. aastal Tallinna Tehnikaülikoolis.

Emeriitprofessor on Aleksander Maastik 1994. aastast. Ta on juhendanud üle saja diplomi- ja lõputöö, oponeerinud kandidaaditöid, olnud paljude ühiskondlike ja akadeemiliste organisatsioonide ning nõukogude liige ning avaldanud suure hulga teaduslikke ja populaarteaduslikke artikleid, juhendmaterjale ja raamatuid hüdraulika, veekaitse, reoveepuhastuse ja hüdroloogia teemal. Eraldi peatükki vääriks Aleksander Maastiku töö reoveepuhastuse, puhastusmeetmete ja -seadmete valdkonnas.

Oluline osa on tema töös olnud eesti oskuskeelel. Algas see läbi vahapaberi paljundatud terminivalimikest ning jätkus õpikute lisas olevates oskussõnastikes. Ligi kolmkümmend aastat kestnud töö mitmekeelsete sõnaraamatute koostamisel algas 70-ndate aastate lõpus toonase Nõukogude Liidu ja Soome koostöö raames. Soome lahe töörühma 10. aastapäeva aktusel Tallinnas 1988. aasta septembris esitleti kümme aastat tehtud kuuekeelset (soome, vene, inglise, eesti, saksa, rootsi) „Veekaitse sõnaraamatut“, 2001 aastal ilmus seitsmekeelne (juurde tuli läti keel) EnDic2000 ning 2005. aasta alguses üheksakeelne (lisandusid prantsuse ja leedu ning taksonoomilistel terminitel ka ladina keel) EnDic2004, mille sõnastiku elektroonse versiooni leiab arvutikasutaja aadressil <http://mot.kielikone.fi/mot/endic/net-mot.exe?UI=ened>.

Iga haritud inimene teab või võiks teada selliseid termineid nagu *biotiik*, *hajureostus*, *hakkpuuit*, *inimekvivalent*, *jäätmekäitlus*, *jätmete ladestamine*, *keskkonnaseire*, *kompostkäimla*, *läga*, *olelusring*, *omaveevärk*, *omakanali-*



ANDER MAASTIK 80

satsioon, omapuhasti, pumba jõudlus, punktreostus, ringkanal, suubla, treppveelase, virgestus (võõrsõnalise rekreatsiooni asemel), voolurahusti, ühisknalisatsioon, ühisveevärk. Nendele ja paljudele teistele on Aleksander Maas-



tiku keelevaist leidnud eesti keelde sobiva sõnakuju. Suurt tänu väärrib ta tööajakirja Keskkonnatehnika artiklite toimetajana. Kas me üldse oskame selle töö eest tänada? Kas me saame aru sellest, kui tähtis on hoida ja kaitsta oma emakeelt?

Soovime kolleeg Aleksander Maastikule, meie Lexile, jaksu ja jonni tööd jätkata. Selleks muidugi ka palju tervist ja õnne.

Kunagine õpilane, EMÜ veemajanduse osakonna juhataja
Toomas Tamm

(Andmeid on saanud Aleksander Maastiku trükis olevast raamatukesest "Tallatud tee".)

Tehnikadoktor Aleksander (Lex) Maastik saab kohe 80 aastat täis. Sel puhul tekib kõigepealt tahtmine soovida temale ikka selget meelt ja õnneliku kätt – kõiges, mida ta veel võtab ette võtta. Selles aga, et võtab, pole neil, kes seda aja ihu- ja vaimukulutavast toimest üle olevat erksat inimest kordki kohanud, mingit kahtlust.

Pärast professoriametist *emeriteerumist* pole meie juubilari puhul kuidagi olnud võimalik täheldada tolle ladinapõhjalise sõna tähenduse kohast 'äratteenitud puhkusele jäämist'. Tegevuse hoog on sellele järgnenud 14 aasta jooksul aiva kasvanud. Professor Maastiku selge, loogikat austav täppisteadlasemõistus on ähmasust ja kohmakust nii kõneldud kui ka kirjutatud keeles tõrjunud tingimatult ja alati. Kuid pärast kutsevabaduseni jõudmist tekkis tal võimalus palju suuremal määral pühenduda sellele, mille juurde oma ala oskuskeele teadlik viljeleja peab paratamatult välja jõudma – süstemaatilisele hoolitsusele sõnavara eest, oskusleksikograafiale. Õigupoolest algas juubilari sõnaraamatutöö juba EPA-ajal, kui koostöös Soome vee- ja keskkonnauurimisinstituudiga sündis ühes selle asutuse esindajaga toimetatud Veekaitse sõnaraamat (1988). Kuid 1990. aastate algul laienes tööpõld märgatavalt – korrastamisele tuli ökoloogiasõnavara. Sündisid järjest kaks eesti oskusleksikograafia musterteosteks arvatud raamatut: 7-keelne EnDic2000 ja 9-keelne EnDic2004. Taas olid ettevõtmise rahastajad ja ka sisulised kaasalööjad soomlased *Suomen ympäristökeskuse* näol. Mõlema EnDic'i peatoimetajaks oli kutsutud professor Maastik. See tiitel ei tähendanud kahjuks (tegija tervisele) või õnneks (raamatu kasutajale)

sugugi kõrgel ametitoolil troonimist ning hoolitsemist üksnes teose üldkompositsiooni, õigete tööprintsipiide ja ainese proportsioonikuse eest ning tema käsutusse antud tegijaskollektiivi töö mõningast juhendamist-kontrollimist. Peatoimetaja oli olude sunnil enim teha jõudnud otsene tegija, endale kaastööliste otsija (ja leidja) igast vajalikust ilmakaarest, nende kõigi tööleinnustaja ning mitme inimese töö kokkusobitamisel ikka tekkivate korralduslike kriginat kõrvaldaja. EnDic2004 puhul tuli professoril töö lõpujärgus tükati olla ka lausa korrektor ja paranduste arvutisse sisestaja ...

Sõnaraamatute kallal töötades õppisime tundma veel üht juubilari väärtuslikku ja harva esinevat omadust: ta teab, kui ta midagi ei tea. Ei pane valehäbi sunnil („egas' professor tohi tunnistada, et ei tea“) kunagi midagi kirja umbropsu hea õnne peale, vaid otsib kas või maa alt üles inimese, kes teab täpselt. Küsib järele ja paneb kirja ainult kahtluse alt vabastatud asju. *Dubito, ergo sum* ('kahtlen, järelikult olen [olemas]')! See Descartes'i ütelse parafras, toimetajate tsunftideviis, on üks professori lemmikütlosti. Selle deviisi all toimetab ta ka seniajani *Keskkonnatehnikas*, tema nimetähed toimetatud lugude all sisendavad alati usaldust. Aga eks ainult kaheldes saabki tekitada enam-vähem usaldusväärseid tekste. Sest kirjutatud on: „Igasugune fakt, arv, nimi, mis on silmanähtavalt õige ning mida pole mõtet kontrollida, on suure tõenäosusega vale.“

Õnnitleme Aleksander Maastikku kogu südamest juubelisünnipäeva puhul; soovime talle tervist ja jõudu!

Kolleegid EnDic'ide kirjastamisel, vähema vaeva nägijad kirjastusest Mats

Õnne ja tervist Aleksander Maastikule!

Jätkuvat koostööd soovides
Keskkonnatehnika

KUI LÄHEDAL ON ÜLEILMNE VEEKRIIS?

PROF REIN MUNTER

TTÜ keemiatehnika instituut

ÜHT AJALOOST tuntud lauset parafraaseerides võib öelda, et maailmas käib ringi veekriisi tont, haarates oma embusse üha uusi Põhja-Aafrika riike.

Ka Jordaania ja paljudes muudestki lõunapoolsetes riikides on maapind kuivusest ja kuumusest lõhened, Surnumeri on kokku kuivanud, 80–90 % Hiina ja India jõgedest on bakterioloogiliselt saastatud, 90 % olmereoveest puhastatakse halvasti või üldse mitte, 1,1 miljardil (!) inimesel puudub igapäevane puhas vesi. Iga 15 sekundi järel sureb maailmas üks laps joogiveepuudusesse, aastaks 2020 arvatakse sellesse surevat ligi 76 miljonit inimest (peamiselt lapsi). Need, kes joovad vaid saastatud vett, kannatavad raskesti paranevate paisete ja seedeorganihaiguste käes. Kindlalt ei saa end tunda ka Kesk-Euroopa riigid, sest nende peamine joogiveeallikas – Alpi liustikud – on hakanud märgatavalt sulama. Need vapustavad andmed tegid UNESCO kõrgemad ametnikud teatavaks 1.–5. detsembrini 2008 California Ülikoolis, Irvine'is (UCI) toimunud rahvusvahelisel veekonverentsil, kus oli ligi 300 osalejat 52 riigist. Eesti veemured tunduvad konverentsil nähtu ja kogetu kõrval lausa tühi.

Elus on vesi kõige muu võti, öieti elu ise. Sellist nime kandis konverentsi delegaatidele näidatud film „Water is the key“ veepuuduse all kannatavast Lääne-Aafrikast (Nigeeriast). Meelde sööbisid kaadrid lastest, kes koolis käimise asemel pidid iga päev 3–5 km kauguselt pere jaoks 25–30 l vett koju tooma ning sageli peale veekanistri ka

nooremat õde või venda seljas kandma. Ometi oli mõne näol näha siirast lapsenaeratust, mõni oli seevastu aga väga kurb ja kurnatud. UNESCO konve-

janduskultuuride niisutamiseks – 2020. aastaks tahetakse korduskasutada vähemalt 30 % puhastatud reoveest. Suuremat osa (70 %) Orange County 2,3 miljoni inimese veevajadusest kaetakse põhjaveega. On koostatud projekt igal aastal välja pumbatava põhjavee asendamiseks Santa Ana jõe puhastatud vee ja korduskasutusveega. Konverentsi pidamist California osariigis võis soodustada ka see, et seal pööratakse kuberner Arnold Schwarzeneggeri juhtimisel suurt tähelepanu keskkonnakaitsesele, sealhulgas kasvuhoonegaaside emissiooni vähendamisele. Lä-



Hotell Hyatt Newport Beach, kuhu konverentsil osalejad majutati

Fotod: Rein Munter

rentsil sai kõigile selgeks, et kui kiiresti midagi radikaalset ette ei võeta, ootab eeskätt arengumaid peale energia- ja toidukriisi ka veekriis. See on palju hullem kui energiakriis, sest naftat saab asendada, vett mitte. Ismail Serageldin, kes oli 1999. aastal Maailmapanga juht, on öelnud: „The next wars in the next century will be for water.“ Kui täpne olla, siis selliseid sõdu on juba olnud, nt Iisraeli ja Jordaania konflikt Jordani jõe vee pärast. Et vältida vee pärast peetavaid sõdu, on UNESCO kuulutanud vee oma prioriteediks ning koostanud programmi „Water for peace“.

Konverentsi asukohta ei valitud juhuslikult. Peamiselt sellepärast, et veekriis ähvardab ka USA edelaosa – eriti California osariigi lõunaosa, ja vaatamata sellele, et USA-s kulutatakse keskmiselt 15 korda rohkem vett päevas kui arengumaades. Arvestades ähvardavat ohtu on Orange County teinud suuri jõupingutusi, et olmereovett korralikult puhastada ja kasutada põlluma-

him ülesanne on viia gaasiheide 2010. aastaks 2000. aasta tasemele.

California ülikooli poolt juhtis konverentsi korralduskomiteed veeuirmiskeskuse juhataja prof Bill Cooper ja teaduskomiteed sama ülikooli professor Jean Fried. Konverents kulges UNESCO veeprobleemidega tegelevate kõrgete ametnike aktiivsel osavõtul ja koordineerimisel. Balti riikidest olid esindatud Läti (Dr. Daina Kalnina Riia Tehnikaülikoolist) ja Eesti selle artikli autori isikus. Põhjamaadest osalejaid polnud. Venemaad esindas prof Igor Zekster Venemaa veeprobleemide instituudist. Arvestades seda, et põhiosa (97 %) maailma joogiveest tuleb maapõuest, pöörati eriti suurt tähelepanu põhjaveelarude kaitsele, nende säästvale kasutamisele ning põhjavee kvaliteedi parendamise ajakohasele tehnoloogiale. Konverentsi eesmärk oli tuua ühise laua taha maailma juhtivad veespetsialistid, teadlased, insenerid, poliitikud ja juristid, et vahetada koostöökogemusi

nii kohalikul kui ka üleilmsel tasandil ja tutvustada uuenduslikke tehnoloogiasid. Konverentsi peaesmärk oli aga ette valmistada 2009. aasta märtsis Istanbulis toimuvat suurt ülemaailmset veefoorumit. Konverentsi töö kulges viies paralleelses sektsioonis ning tulemused võeti kokku kaks korda päevas peetavatel plenaaristungitel. Tööpäevad kujunesid seetõttu 11–12 tunni pikkuseks.

Selle üle, kas kliima soojeneb või jaheneb, võib diskuteerida. Ometi domineerisid esinejate ettekannetes kohapealsete olukordade kirjeldused, milles ühemõtteliselt süüdistati temperatuuri tõusu. Valitsustevahelise Kliimamuutuste Paneeli (IPCC) prognoosi kohaselt võib Maa keskmine temperatuur aastaks 2100 tõusta 1,8–4,0 °C võrra. Selle tagajärjel võib veeringe muutuda, põhjustades mõnes piirkonnas teravat veepuudust ja mujal üleujutusi. Põhja-Aafrikas, Saharas, Jordaania ja selle piirkonna maades on veepuudus juba praegu väga suur. Jättes kõrvale veemaanduse korraldust, õigusakte, tervishoidu ja täiendusõpet käsitlevad ettekanded (kõikides sektsioonides polnud mul võimalik osaleda), võiks tehnoloogiaosast esile tõsta järgmisi probleeme: Nigeeriast on saanud lääneriikide elekt-



California ülikooli Aldrich-park. Paremal konverentsikeskus

roonikaromu prügila ning see on põhjustanud suuri raskemetalli- ning nitriti- ja nitraadikontsentratsioone Nigeri jõe deltas; Kanada järvede vee temperatuur on tõusnud ja hapnikusisaldus vähenenud, külmaveekalade arvukus on langenud ning sinivetikad vahavad; mitmel maal (Argentinas, Inglismaal, USA-s, Bangladeshis, Tšiilis, Ghanas,

Hiinas, Indias, Taiwanil, Vietnamis) on põhjavesi saastunud arseeniga, mis satub põhjavette peamiselt keerukate biogeokeemiliste protsesside tulemusena maapinnalähedastes kihtides.

Mitmes ettekandes käsitleti veekvaliteedi parendamise ajakohaseid tehnoloogiasid: süvaoksüdatsiooniprotsesside (AOPs) ja elektronkiirguse kasutamist

OÜ LOITEH

Tel 620 2854, faks 6 770 187, GSM 56 458 275
e-post: rmunt@edu.ttu.ee

**Nõuanne, eeluuringud, tehnoloogia kavandamine
Osoonigeneraatorite, aeraatorite ning vee ja
õhu puhastusseadmete vahendamise:**

- *Puuvilja-, juurvilja- jt hoidlate õhu desinfitseerimiseks*
- *Toiduainete töötlemiseks osooniga*
- *Tarbevee osoonimiseks*
- *Põhjavee õhustamiseks ning raua, mangaani, radooni ja väävelvesiniku kõrvaldamiseks*

vees leiduvate ravimite, pestitsiidide, endokriinsete preparaatide ja mürkemikaalide lagundamisel, tehnoloogiaveemagestamist membraantehnoloogia ning põhjavee kvaliteedi parendamist tseoliitide ja adsorbentide abil. Viimasel teemal esines Eesti näidetele tuginedes ka selle artikli autor.

Omaette huvitava valdkonna moodustasid membraanprotsessid merevee magestamiseks pöördosmoosi abil, et toota joogivett. Võib öelda, et membraanprotsesside võidukäik veetehnoloogias jätkub. Tutvustati firma *Water Standard* laeva *H₂Ocean Cristina*, mis jääb suvalises kohas kalda lähedal ankrusse, võtab merevett, juhib selle läbi eelpuhastus- ja pöördosmoosiseadme ning pumpab siis kaldal olevasse magestatud vee hoidlasse. Magestamisjõudlus võib olla kuni 200 000 m³/d. Aastatel 2005 ja 2008 lasti käiku maailma suurimad maismaal paiknevad magestamisestadmed Iisraelis Ashqelonis ja Haderas (kummagi tootlikkus on 326 000 m³/d). Üha rohkem kasutatakse magestamisestadmete varustamiseks tuule- ja päikeseenergiat. Konverentsi viimasel päeval võeti vastu Irvine'i deklaratsioon (sellele on eelnenud Alicante ja Thessaloniki deklaratsioonid) – pöördumine riikide valitsuste ja

valitsusväliste organisatsioonide poole, milles jäi kõlama üleskutse tegutseda kõikidel tasanditel ja kohe.

Lõpuks mõni sõna selle konverentsi peamisest organisatorist ja veeteema innukast propageerijast professor Bill Cooperist, kes on vee säästva kasutamise ja puhta vee kaitse teema viinud lausa eelkoolialiste laste ja nende vanemateni. Konverentsil osalejad said ühel õhtul uurimisinstituudis *Ocean Institute* jälgida lastevõistluse võitjate autasustamist. Lapsed olid uurinud vett, seda analüüsinud või midagi vee kohta kirjutanud. Kõige väiksem särasilmne tüdrukutirts oli vaid kuueaastane. Prof Bill Cooperi suurepärase töö tulemusena õpivad lapsed maast-madalast hoidma ja kaitsma kõige kallimat loodusvara – puhast vett. Ja loomulikult pole professoril vaja endale tudengikandidaate otsida. Erakordselt energiline ja südamlilik prof Bill Cooper on loonud maineka veeprobleemidega tegeleva rahvusvahelise uurimisgrupi.

Konverentsi viimasel päeval toimus soovijatele kitsamas ringis seminar oliiviõli tootmise reovee puhastustehnoloogiast. See reovesi on äärmiselt kange ning fenoolide sisalduse tõttu ka toksiline. Ettekandjaid oli kolmelt maalt – Türgist, Egiptusest ja Süüriast.

Vabas mõttevahetuses (ajurünnakul) jõuti ühisele seisukohale, et ainus praktikas rakendatav ja majanduslikult tasuv tehnoloogia on kombineeritud protsess: süvaoksidatsioon (AOP) + anaeroobne biopuhastus. AOP täpne valik (nt O₃/H₂O₂, H₂O₂/UV, O₃/US, elektronkiirgus) tuleb kindlaks teha pilotkatsetega. Seminar lõppes osalejate pildistamise ja ühiseinega.

UNESCO veekonverents andis alakirjutanule võimaluse tutvuda California ülikooli ja selle Irvine'i veeuurimiskeskusega. Lähen sinna kolmeks kuuks (märtsist maini 2009) tagasi, et lähemalt tundma õppida radikaalsete reaktsioonide kineetikat ja osaleda ühes vee osoonimise projektis. Heameelt tegi prof Bill Cooperi ettepanek pidada üliõpilastele loenguid meie uurimistöö tulemustest süvaoksidatsiooniprotsesside valdkonnas. Konverentsi teine konkreetne väljund oli koostöösidemete tekkimine TTÜ, Riia TÜ ja UCI vahel.

Ja lõpuks vastus selle loo pealkirjas esitatud küsimusele. Üleilmse veekriisi tunnused on kindlasti olemas, see võib olla meie kõigi lähedal ning hõlmab üha uusi riike. Jääb vaid loota, et Eesti suudab oma pinna- ja põhjaveevarusid hoolega kaitstes ja hoides sellest kriisist pääseda.

A.M.

Messi ajakava: 11.03.2009 10.00 kuni 18.00
12.03.2009 9.00 kuni 17.00

AUTOMAATIKAPÄEVA MESS

AUTOMAATIKAPÄEVA MESS 11.-12. MÄRTS 2009

TALLINNA

TEHNIKAILIKOOLI AULAS

11.-12. MÄRTS
2009



TTÜ 1918



Eesti
Süsteemisenergiade
Selts

LISAINFO:
WWW.ESIS.ORG.EE



Eelistatuim koostöö- partner

Onninen AS
Betooni 6, 11415 Tallinn
Tel. 0372 6105 550
Faks +372 6105 555
onninen@onninen.ee

Onninen Express Mustamäe
Laki 13, 12915 Tallinn
Tel +372 6550 717
Faks +372 6550 718
mustamae@onninen.ee

Logistikakeskus,
Taevavärava tee 2, Rae vald,
75301 Harjumaa
Tel. 6224 401 Faks. 6224 405
ladu@onninen.ee

Onninen Express Tartu
Ringtee 37A, 51013 Tartu
Tel +372 7362 033
Faks +372 7362 029
tartu@onninen.ee

Onninen Express Jõhvi
Linda 15C, 41536 Jõhvi
Tel +372 3364 250
Faks +372 3364 251
johvi@onninen.ee

Pärnu Express,
Raba 19a, 80010 Pärnu
Tel. 4451940 Faks. 4451941
parnu@onninen.ee

onninen

ÖKOPOLIS JA JÄÄTMED

MATTI LIISKE

EMÜ tehnikainstituudi emeriitprofessor

INIMKOND ON ÜHA ENAM kimpus enda toodetud prügiga. Arvatakse, et aastaks 2050 võib $\frac{3}{4}$ inimkonnast elada megapolistes, kus igas on kuni 18 miljonit elanikku. Tänase suurlinna võrreldes võib sellises keskkonnas olmejäätmete hulk suureneda kahe ja poole ning CO₂-emissioon viiekordseks. Kui midagi kardinaalset ette ei võeta, upub inimkond prügis ja kliima soojenemine jätkub.

Nobeli preemia laureaat, California ülikooli professor Dan Kammen on võrrelnud kolmelt eri autorilt pärinevat kõrgtehnoloogilist keskkonnanahoiu-ideed, seades ülesandeks valida neist CO₂-heite poolest parim ning mis ei oleks liiga keerukas ega kallis.

Esimese võimalusena vaadeldakse prügi põletamist, mida tehakse paljudes kohtades, Singapuri näitel, kus põletatakse 3000 t prügi ööpäevas. Ökoloogiliselt puhas põletamine tähendab suitsugaaside puhastamist. Katalüsaatorite toimel puhastatakse põlemisgaas mürgistest lisanditest, kuid muret teeb tuha, mida tekib umbes 1/10 prügi massist, ladestamine.

Singapuris otsustati tuhk merre ladestada. Selleks ümbritseti kaks Semakau väikesaart kuue kilomeetri pikkuse tammiga (joonis 1). Kolmekihiline tamm tehti kividest, merepõhjast võetud liivast ja savist ning muudeti veetihedaks polümeerkilega. Moodustunud saar mahutab miljon kuupmeetrit tuhk-



Joonis 1. Semakau tuhasaar Singapuri lahes

ka. Ladestusala jagati üheteistkümneks sektsiooniks, mida täidetakse kordamööda. Tuhk kaetakse mullaga ning peale istutatakse mangrooviistikud. Saastetundlikud mangroovipuud on head indikaatorid ning nende hukkumine annab teada, kui tuhas on mürgiseid aineid. Kümne meetri sügavuste puuraukude abil kontrollitakse pidevalt tuhalademe aluse vee puhtust.

Teine võrreldud tehnoloogia seisneb prügi kuumutamises plasmatemperatuurini (10 000 °C). Töötlemist plasmajoas on varem kasutatud radioaktiivsete jäätmete kahjutuks tegemisel. Inglise keemiatehnoloog Chris Chapman soovib seda moodust ja tehnoloogiat rakendada ka prügi käitlemisel. Kõrge temperatuuriga keskkonnas lagunevad toksilised ained elementaerosakesteks ning prügist jääb järele räbu ja põlevgaas, mis sobib elektrienergia tootmiseks. Peenestamata prügi käitlemiseks kulub paraku rohkem energiat, kui seda tagasi saa-

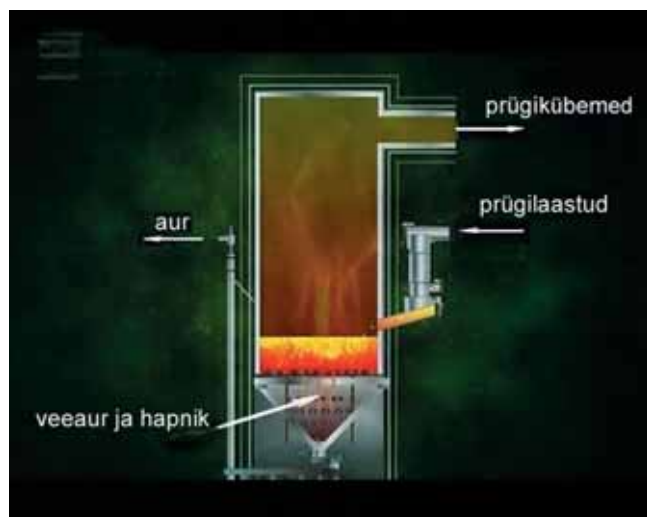
dakse. Ühele tonnile kulub sama palju energiat, kui tarvitavad aastas 700 eramut.

Chapmani idee kohaselt tuleb prügi enne plasmajoas põletamist peenestada. Enne sortitakse välja klaas, plast ja muud taaskasutatavad materjalid. Ülejäänud prügi – see, mida millekski kasutada ei saa, hakatakse laastudeks ja puhutakse pihustuskambrisse (joonis 2). Prügi eelnev pulbristamine vähendab plasmatöötlemisele kuluvat energiat.

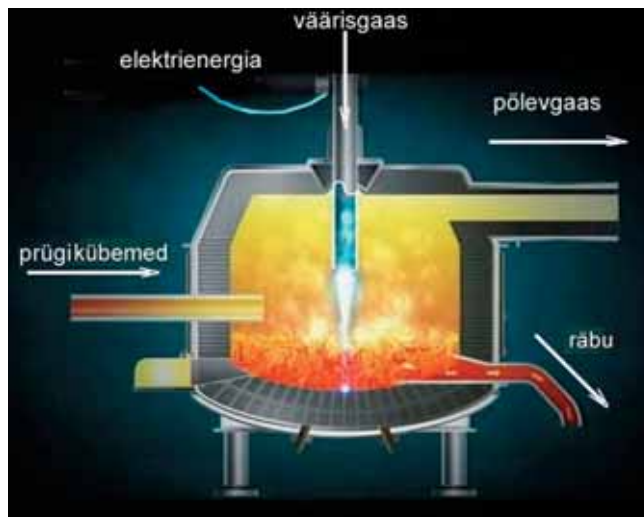
Chapmani katseseadmes – paari meetri kõrguses püstsilindris kuumutatakse liivakiht 900 °C-ni, puhudes sellesse ülekuumutatud veeauru ja hapnikku. Selle temperatuuri juures pihustuvad prügilaastrud peenteks kübemeteks, mis juhitakse plasmakambrisse.

Plasmakambris (joonis 3) tekitatakse elektroodide vahel 650 V pinget toimel kaarleek, kuhu juhitakse vääriskaasi. Tekib 10 000-kraadine plasma. Plasmasammas on võimas soojuse ja ultraviolettkiirguse allikas. Pihustuskambrit plasmakambrisse juhitud prügikübemetega molekulid lagunevad põlevgaasiks, mida pärast jahutamist kasutatakse elektri tootmiseks.

Prügi kaheastmeline töötlemine võimaldab saada viis korda rohkem energiat, kui protsessi jaoks vaja läheb. Prügi ei ole enam jääde, vaid energiaallikas. Põlemisjääke tekib väga vähe. CO₂-emissioon väheneb prügi lades-



Joonis 2. Prügipihustamise katseseade



Joonis 3. Prügikübemetega põletamine plasmakambris

tamisega võrreldes küll ainult 3 %, seega on tulemus sama, mis Singapuri tuhaväljade puhul. Prof Dan Kamman arvab, et plasmatehnoloogia on ehk liiga keeruline ning ei ole kõikidele linnadele jõukohane.

Megapolistes võib muutuda ka prügi kogumise viis. Jäätmeid saab majade juurest mööda maa-aluseid torusid surnõhu abil juhtida (kiirusega 60 km/h) plasmaseadmeni, kus prügist saab elekter.

USA Alternatiivsete Tehnoloogiade Keskuses arvatakse, et 2050. aastal tekitab 18 miljoni inimesega ökopolis 100 000 t prügi päevas. Pool sellest on orgaaniline aine, mille lagunemisel tekkiva metaani kasvuhooneefekt on 23 korda suurem kui süsinikdioksiidil. Kui metaaniheidet õnnestuks vältida, oleks ökopolises saavutatav efekt võrreldav 350 000 auto kõrvaldamisega liiklusest.

Kolmas kõrgtehnoloogiline lahendus prügi käitlemiseks pärineb Austraaliast. Firma *BEST Energy* keemiainsener Adriana Downie soovib prügi orgaanilist osa pürolüüsida. Saadused on nn biosüsi ja elektrijaamas kasutatav põlevgaas.

Põllumajandus tekitab veerandi kasvuhoonegaasidest. Saagiga viiakse mullast välja suur hulk toitesooli ning selle viljakus väheneb. Seda püütakse korvata mineraalväetiste andmisega, kuid mitte alati loodust saastamata. Legendi järgi olevat Amazonase piirkonna pärismaalased taastanud oma põldude viljakuse, aga kuidas nad seda tegid, ei tea. Prof Stephen Joseph arvates on see võimalik, kui lisada mulda sütt. Viimased viis aastat on ta teinud katseid oma aia savimullaga, segades sellesse orgaanilise aine põletamisel saadud sütt. Tulemused on lootusrikkad. Professor järeldas oma katsetest, et süsi muudab mulla keemilist ja elektrokeemilist koostist ning bakterite ja mikroobide hulk mullas suureneb.

Adriana Downie sai sellest teadmisest innustust oma prügikäitlustehnoloogia loomisel. Prügi kuivatatakse trummelahjus pürolüüsi jääksoojusega ja kuumutatakse seejärel pürolüüseris vähese hapniku osalusel. Tavalise põletamisega võrreldes tekib oluliselt vähem süsinikdioksiidi. Osa süsinikust läheb vingugaasi koostisse ning osa biosöena põlule. Mullast saab süsiniku akumulaator ja kasvuhoonegaasi

emissioon väheneb.

Katses suurendas biosüsi suhkruroosaaki 50 %. Mõõtmised põllul näitasid CO₂-emissiooni vähenemist. Kokkuvõttes tekib süsinikdioksiidi prügi ladestamisega võrreldes 21 korda vähem.

Prof Dan Kamman pidas kolme projekti hulgas parimaks prügi pürolüüsimist, mis võib oluliselt vähendada CO₂-heidet atmosfääri ning mille puhul tekkiv biosüsi võib teha revolutsiooni põldude väetamises. Plasmatehnoloogia rakendamine võib osutuda liiga keeruliseks ning CO₂-heidet kuigi palju ei vähenda.

Artikkel on koostatud telekanali *Discovery Science* saate „Ökopolis“ põhjal. A.M.

Sweco Projekt hakkab Liivi lahte meretuuleparke projekteerima

Projekteerimisfirma Sweco Projekt AS võitis detsembris soodsaima pakkumisega Eesti Energia taastuvenergia ettevõtte korraldatud Liivi lahe meretuuleparkide eskiisprojekteerimise konkursi. Koos Sweco Projektiga asuvad eskiisprojekte koostama OÜ Corson ja Eldeco Inseneribüroo OÜ.

Eskiisprojekteerimise tulemusena peab olema määratud tuuleelektrijaamadega koormatava mereala pindala, elektrituulikute kavandatud vundamentitüüp, jaamade potentsiaalne võimsus, tuulikute arv ja mõõtmed. Tulenevalt olulisest mõjust keskkonnale ja inimtegevusele tuleb eskiisprojekti staadiumis, enne keskkonnamõju hindamise läbiviimist, saada eelhinnangud ministeeriumitelt ja ametitelt.

Eestis peagi vastuvõetav seadusemuudatuste pakett loob meretuuleparkide rajamiseks õiguslikud alused. Meretuuleparkide rajamise vajadust käsitleb ka elektritootmiseks kasutatavate allikate mitmekesistamiseks Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumis väljatöötatud Eesti elektrimajanduse arengukava 2008–2018.

UUS SAGEDUSMUUNDUR SINAMICS G120

- Võimsuste vahemik : 0,37kW - 132 kW
- Modulaarne ja paindlik:
juhtplokid ja jõumoodulid on vabalt kombineeritavad
- Regeneratiivne ja säästlik:
pidurdusenergia söõtmine tagasi võrku
- Integreeritud ohutusfunktsioonid
Safe Stop, Safe Torque Off, jne.
- Väiksemad mõõtmed ja parem jahutus
- Profinet-i ja Profibus-i liidesed

Informatsioon:
AS SIEMENS, Pärnu mnt 139c Tallinn 11317
Tel: 630 8841, email: automaatika.ee@siemens.com



Uuri täpsemalt:
www.siemens.com/sinamics-g120

Drive Technologies

SIEMENS

HAMBURGIS SAAB SÕITA ESIMESE KÜTUSEELEMENDI JÕUL TÖÖTAVA REISILAEVAGA

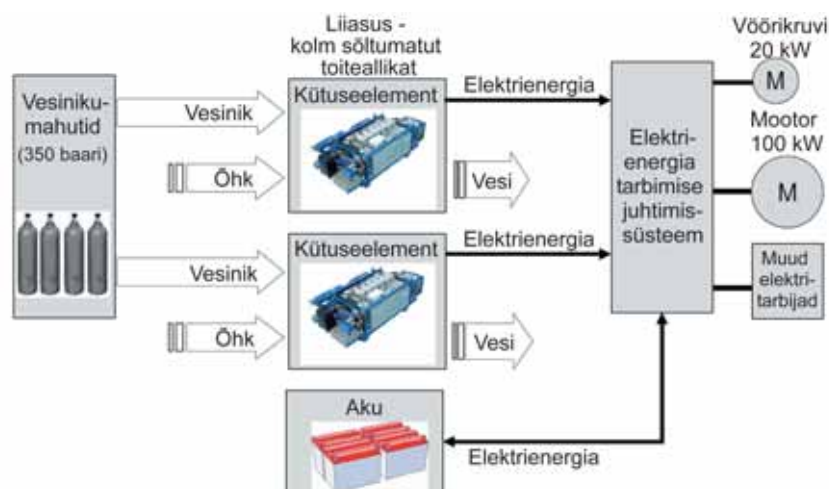
HAMBURGIS lasti eelmisel aastal käiku maailma esimene kütuseelemendi, mille energiaallikas on vesinik, jõul töötav väike reisilaev *FCS Alsterwasser* (FCS on lühend sõnadest *Fuel Cell Ship*), mis sõidutab turiste südalinnas asuval Alsteri siseveekogul ja Elbe jõel Hamburgi sadama piirkonnas. Siiani oli kütuseelemente katsetatud jõuallikana allveelaevadel ning väikestel kuni 5 kW mootoriga mootorpaatidel ja -jahtidel. Laeva (joonis 1) on kavas hoida käigus 2010. aastani, et testida kütuseelemendi sobivust väikestele reisilaevadele ja propageerida selle kasutamist laevanduses.

Laeva *FCS Alsterwasser* konstrueeris Hamburgi liidumaa linnaarendus- ja keskkonnaameti (*Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt*) eestvedamisel kaheksa firmat. Kere eest vastutas laeva opereeriv *ATG Alster Touristik GmbH* ning hübriidse jõuallika (kütuseelement + aku), mille sertifitseeris *Germanischer Lloyd*, töötas välja *Proton Motor*. Laeva jõusüsteemi projekteerimise eest vastutas Tšehhi Tuumauuringute Instituut (*The Czech Nuclear Research Institute*, UJV). Vesinikutankla rajas ja selle käitamise eest vastutab *Linde Group AG*. Laeva käitamisel kogutavaid andmeid töötleb ja analüüsib Hamburgi Rakendusteaduste Ülikool (*Hamburg University of Applied Sciences*). Nullemissiooniga laeva (*Zemship e Zero Emission Ship*, www.zemships.eu) ja vesinikutankla ehitamiseks saadi toetusraha Euroopa Liidu programmist *Life*. Projektist teavitavad avalikkust linnatranspordiettevõtte *HOCHBAHN*, kellel on Hamburgis



Joonis 1. Esimene kütuseelemendi jõul töötav reisilaev sõidutab turiste Hamburgi südalinnas

Foto: http://www.zemships.eu/de/DateienDownloadbereich/Conference/P2_Zemships_conference.pdf



Joonis 2. Kütuseelemendi jõul töötava laeva jõusüsteem

Allikas: http://www.zemships.eu/de/DateienDownloadbereich/Conference/P6_Zemships_conference.pdf

mitu kütuseelemendil liinibussi, ning firma *hySOLUTIONS*.

FCS Alsterwasser on 25 m pikk, 5 m lai ja ulatub 2,63 m üle veepinna. Sildade alt läbipääsemiseks saab katust allapoole lastes aluse kõrgust vähendada 2,3 meetrini. Laeva, mille veeväljasurve on 72 tonni, süvis 1,3 m ja sõidukiirus

kuni 14 km/h, pardale võetakse kuni sada reisijat.

Polümeermembraaniga kütuseelemente PEM (*Proton exchange membrane*) on laeval kaks, kummagi võimsus 50 KW (joonis 2). Neid kasutatakse 100 KW (130 hj) elektrimootori käitamiseks kombineeritult 560-voldise

plii-geelakuga. Kütust (vesinikku) tuleb tankida 2–3 päeva tagant. Et energiat piisaks kuni kolm päeva kestva sõidu jaoks, on pardal mahutid, milles saab 350-baarise surve all hoida kuni 50 kg vesinikku. Uudne on kütuseelementide ja akude koostöö energiasäästlik lahendus. Osa kütuseelementide toodetud energiast salvestatakse akus nt siis, kui laev lühiajaliselt sadamas peatub, ning kasutatakse tippkoormuse korral – manööverdamisel sadamasse sisse- või väljasõitmisel. See võimaldab vähendada kütuseelementide koormust ja pikendada nende kasutusiga. Mootor töötab vaikselt ning laev on emissioonivaba, sest kütuseelemendis midagi ei põle, keemilistes protsessides tekib vaid veeaur. Eelduste kohaselt peaks laeva jõusüsteemi kasutegur olema mootori normaalse koormuse korral diisielektritmootoriga laeva omast poole suurem.

VESINIKU TANKIMINE

Uuenduslik on ka Linde Group AG välja töötatud ja patenteeritud vesinikutankimissüsteem, milles vesinik surutakse mehaanilisi kolbe kasutamata uhiuut tüüpi ionkompressoriga kokku rõhuni 450 baari.



Joonis 3. Laeva FCS Altwasser jaoks ehitatud vesinikutankla Hamburgis

Allikas: <http://www.zemships.eu/en/technology/hydrogen-fuelling-station/index.php>

Paakautodega jõearsesse tanklasse (joonis 3) toodavat vedelat vesinikku hoitakse soojustuskihiga ümbritsetud külmutusmahutis (*cryotank*) temperatuuril $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vedel vesinik aurustub alles siis, kui laeva tangitakse. Pärast seda surutakse gaas kokku 25-baarise rõhuni kruvikompressori abil. Järgneb rõhu tõstmine ionkompressori abil

350 baarini (FCS Alsterwasseri mahutites hoitakse 50 kg vesinikku 350-baarise rõhu all). Uus kokkusuurimistehnoloogia on vaikne (müratase alla 65 db(A)). Vesinikutanklat on lihtne kasutada, laeva tankimiseks (50 kg vesinikku) kulub vaid 12 minutit. **A.M.**

Merike Noor

Paindlikud ja nutikad

Kaugjuhtimis- ja jälgimiskeskused

Andmesidelahendused

Andmehõive- ja -juhtimisseadmed

www.martem.eu
martem@martem.eu

MARTEM
TELECONTROL SYSTEMS

TECH
TÖÖSTUSABI

TÖÖSTUSSEADMETE AVARIIREMONT JA LAHENDUSED

- Automaatseadmete veaotsing, remont, seadistamine, programmeerimine – kiireloomulistele tellimustele reageerimine 24 tunni jooksul (Eesti piires)
- Seadmete ümberehitamine ja kohandamine kliendi vajadustega
- Nõustamine ja "võtmed kätte" lahendused
- Seadmete kolimine ja taaskäivitamine
- Tööstuslik andmeside ja seiresüsteemid (nt tootlikkuse/kvaliteedi jälgimiseks, seisakute registreerimiseks)
- FESTO suruõhu kvaliteedikontroll ja energiasäästuteenus, FAQT – Festo Air Quality Test, FESS – Festo Energy Saving Service

Loogikakontrollerid, operaatorpaneelid, sagedusmuundurid, servoajamid, suruõhuseadmed, andurid, indikaatorpaneelid, tarvikud!

Teie kasutatud seadmed saavad uue hingamise ajakohaste juhtimissüsteemide integreerimise teel – suurem tootlikkus ja kasutusmugavus!

TECH Tööstusabi OÜ, Madise tee 5-2, Viimsi, 74015 Harjumaa, tel 602 2858, faks 602 2859, e-post: info@tech.ee, Internet: www.tech.ee

TTÜ SAI VEEBIPÕHISE ELEKTRIAJAMITE LABORI

ARGO ROSIN

TTÜ elektrijamite ja jõuelektronika instituut
Vanemteadur (projektijuht)

E-ÕPE ON TÄNA laialt levinud ning humanitaar- ja reaalainete õpetamisel seega üsna tavaline. E-õpe on plahvatuslikult kasvanud viimase 10 aasta jooksul. Eestis on tuntumad ja enim levinud e-õppekursuste loomist toetavad keskkonnad Moodle ja WebCT. Loengud ja koolitusmaterjalid tehti veebipõhiselt kättesaadavaks juba palju varem, võrdeliselt interneti kättesaadavuse ja andmevahetuskiruse kasvuga. Multimeediavahendite, video- ja veebikaamerate areng võimaldas omakorda muuta veebipõhist õpet tarbijale järjest atraktiivsemaks. Oluliselt on kasvanud virtuaallaborite ja väikese võimsusega seadmetel põhinevate kauglaborite arv, kuid vähem on arendatud tööstuslikel seadmetel (võimsused üle 1 kW) e-õppelaboreid.

Märkimist väärib siin Sloveenias Maribori ülikoolis välja töötatud ja maailmas enim tuntust kogunud e-õppelabor, millega võib tutvuda aadressil http://remotelab.ro.feri.uni-mb.si/index.php?lang=en_utf8. Suurte võimsustega seadmete siirdeprotsessid ja käitumine erinevad mõnevõrra väikese võimsusega seadmete omast ning sellest tulevalt ka juhtimise (samuti ohutuse) seisukohast. Virtuaallaborite eelis on madalam maksumus, kuid reaalseid seadmeid need ei asenda. Keerukate seadmete virtuaalmodelid pole nii täiuslikud, et arvestaksid kõiki ümbritseva keskkonna olusid ning reaalsuses toimuvaid sündmusi. Tööstusseadmete baasil rajatud e-õppelabor on oluliselt täiuslikum, sest katseobjekt on tööstuslik ja arvestab tegelikke olusid kõige paremini. Samuti soosib tööstusseadmetel põhineva e-õppelabori väljatöötamist tehnoloogia areng, mis toetab järjest suurema hulga seadmete veebipõhist jälgimist ja juhtimist. Samas räägivad tööstusseadmetel põhinevate e-õppelaborite kasuks nende võimaluste ja kvaliteedi kasv. Täna tööstuslikel seadmetel põhinevate laborite väljaarendamine maailmas on kasvav trend. Energeetikavaldkonnas tasub siinkohal



Joonis 1. Elektrijamite e-õppekeskkond Moodle'is

esile tuua Rootsi Kuningliku Tehnoloogiainstituudi (http://www.energy.kth.se/proj/projects/remote_labs/) ja Küprose Kõrgema Tehnoloogiainstituudi (<http://elab.hti.ac.cy>) e-laborit.

Üks tööstusseadmetel põhinev e-õppelabor töötati välja ka TTÜ elektrijamite ja jõuelektronika instituudis (Euroopa Liidu struktuurifondide meetme 1.1 raames, rakendusüksuse Sihtasutus Innove toel). Projekti üldesmärk oli elektrijamite ja jõuelektronika alal rahvusvahelise tasemega võrreldava õppe kvaliteedi tagamine e-õppelabori välja arendamise ning e-õppe rakendamise ja uudse õppemetoodika laialdasema kasutuselevõtu kaudu TTÜs ja TTÜ kolledžites. Projekti sihtgruppi kuuluvad lisaks eri valdkondade üliõpilastele ka Eesti elektrotehnika- ja tööstusettevõtted. Projektiga lisandub oluline võimalus oma inseneritehniliste töötajate täienduskoolituseks ajakohase ning ettevõtete tegelikele vajadustele vastava praktilise suunitlusega õppe abiga.

Projekti käigus töötati välja eesti- ja ingliskeelne e-õppekeskkond (joonis 1) laboritööde tegemiseks ning metoodilised ja juhendmaterjalid. E-õppelabori väljaarendamiseks kasutati tarkvarasid Moodle, MySQL Server, Macromedia Flash, Schneider Electric UnityPro ja FCHMI, PHP toega Apache Web Ser-

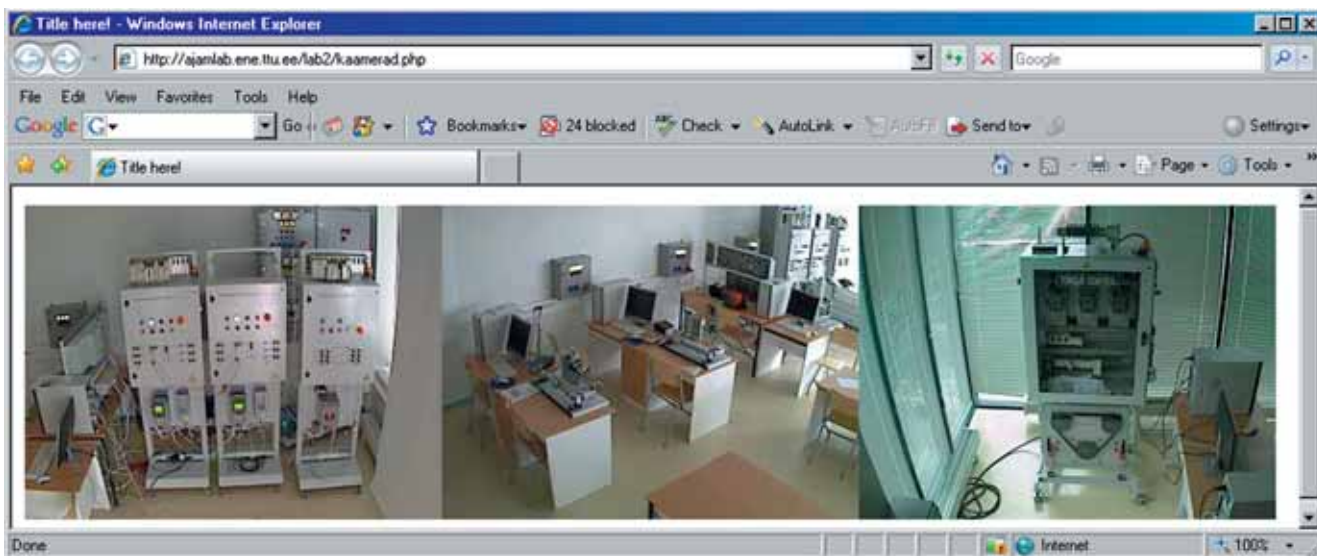
ver. Kokku 8 laboritöö metoodiliste materjalidega tutvumine, s.t laboritöödeks ettevalmistamine, ettevalmistamise hindamiseks testide tegemine ja aruannete esitamine toimub veebipõhiselt. Lisaks on võimalik laboris toimuvat jälgida ka veebikaamerate abil (joonis 2). Kolm laboritööd (alltoodud loetelus kaldkirjas) kaheksast on täielikult üle interneti läbiviidavad.

1. Sõltumatu staatiline muundur
2. Kolmefaasilise asünkroonmootori sagedusjuhtimine
3. Sujuvkaivitiga elektrijam
4. Kahe sagedusmuunduriga elektrijam
5. Momendijuhtimine kolme sagedusmuunduriga elektrijam
6. Servoajamite juhtimine
7. Sann-mootori tööpõhimõte
8. Diodaalid

Tänu süsteemi avatusele on tagatud ka viie kohapeal tehtava laboritöö hilisem viimine veebipõhiseks.

VEEBIPÕHISTE LABORITÖÖDE STRUKTUUR

Kahe sagedusmuunduriga elektrijamistend (joonis 3) koosneb kahest asünkroonmootoriga ühendatud 0,75kW Altivar 71 sagedusmuundurist. Moo-

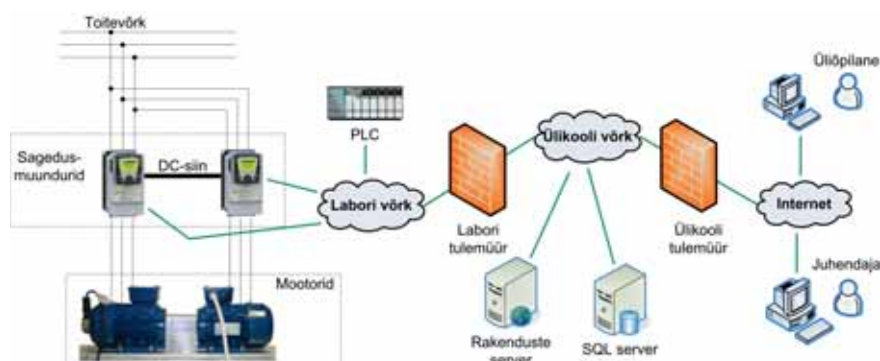


Joonis 2. E-õppelabori veebikaameratest edastatavad pildid

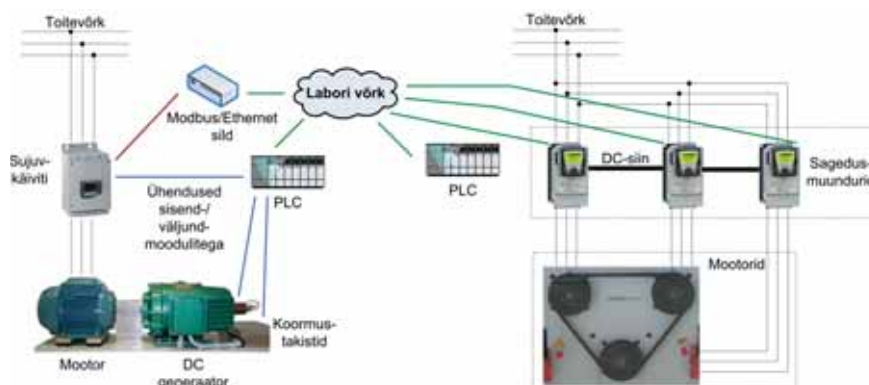
torite võllid on mehaaniliselt ühendatud. Üks elektriajam (sagedusmuundur mootoriga) töötab töomasinana ja teine koormusena generaatori talitluses. Sagedusmuundurite alalisvoolusiinid (DC-siin) on kokku ühendatud, et taaskasutada koormuse genereeritud energiat. Altivar 71 sagedusmuundurid on sisseehitatud veebiserveriga, mille kaudu saab andmeid ja sätteid vaadata ja muuta, kuid mis ei võimalda tagada piisavat turvalisust ega ohutust stendi kasutamiseks. Et tagada piisavad turva- ja ohutusnõuded, juhib ja jälgib sagedusmuundureid firma Schneider Electric Premium-sarja tööstuskontroller (nt pinge, voolud, kiirus, võimsus). Seega on tööstuskontroller vahelülits stendi ja veebirakenduste serveri ning SQL serveri vahel.

Momendistendi (joonis 4) peamine erinevus eelmisega võrreldes seisneb kolme asünkroonmootoriga ühendatud sagedusmuunduri kasutamises. Mootorite rihmaratastega võllid on omavahel rihmaga ühendatud. Kõikide laboritööde vältel töötab üks mootoritest koormusena. Ülejäänud osas sarnaneb stend eelmisega (joonis 3).

Sujuvkäiviti stend koosneb asünkroonmootoriga ühendatud Altistart 48 sujuvkäivitist ja koormusena töötavast alalisvoolugeneraatorist, mille staatorimähis on ühendatud takistitega (joonis 4). Premium-sarja tööstuskontrolleri digitaalväljundite kaudu juhitakse sujuvkäivitit Altistart 48, analoog- ja digitaalsisendite abil saadakse juhitavast protsessist tagasiside. Andurite signaalid muundatakse galvaanilise eraldusega signaalmuundurite abil kontrollerile arusaadavale kujule. Osa sujuvkäiviti parameetreid muudetakse



Joonis 3. Kahe sagedusmuunduriga elektrijami stendi üldine struktuurskeem



Joonis 4. Sujuvkäiviti ja momendistendi struktuurskeem (ülikooli võrguga ja internetita)

ja jälgitakse lisaks kontrolleri analoog- ja digitaalsisenditele ning -väljunditele andmesideliidese kaudu. Andmesideks sujuvkäiviti ja kontrolleri vahel on kasutusel Modbus/Ethernet-sild.

Kohapealseks juhtimiseks, seireks ja sätestamiseks (nt mootori parameetrite sisestamine) on võimalik kasutada sujuvkäiviti ja sagedusmuundurite kohtkasutajaliideseid või -kasutuseks ettenähtud tarkvara. Veebipõhiste laboritöödega seotud programmid asuvad rakenduste serveris. SQL serverit kasutatakse eri andmebaaside ja protsessi mõõtetulemuste jaoks. Labori

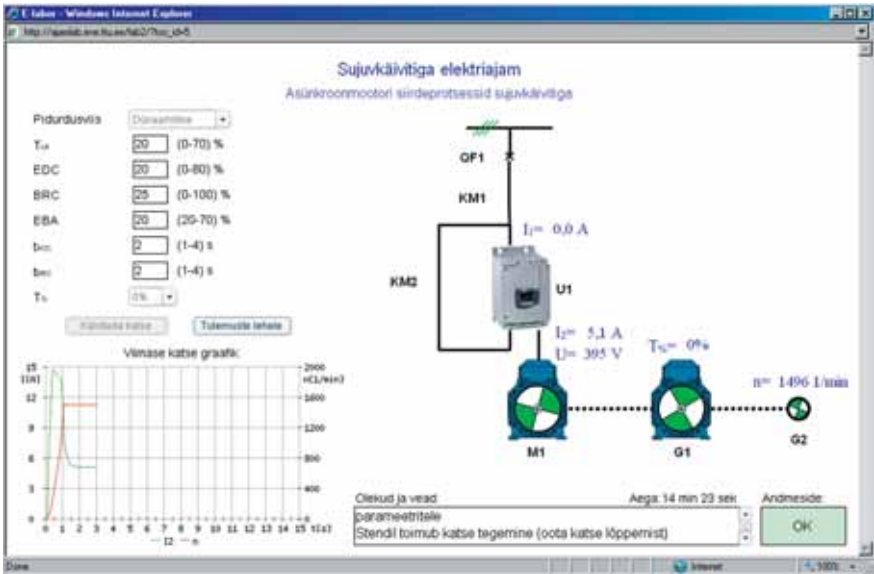
tulemüüri eraldamise eesmärk on eelkõige turvalisuse ja ohutuse tagamine, välistades seeläbi kontrollerite, sujuvkäiviti ja sagedusmuundurite programmide ning sätete veebipõhise muutmise.

VEEBIPÕHISE LABORITÖÖ TEGEMINE

Kõikide laboritööde (ka kohapeal tehtavate) juhendid on veebis kättesaadavad ja esitatud harjutusvihikute vormis, kuhu saab sisestada näiteks kasutatud väärtusi ja mõõtetulemusi.

Selleks et e-õppelaborit kasutada, peab kõigepealt registreerima end Moodle'i keskkonnas loodud kursusele. Seejärel saab tutvuda teoreetiliste materjalidega, laboritöö juhenditega ning osaleda ettevalmistust hindavates testides. Laboritöö veebipõhiseks tegemiseks on vaja reserveerida aeg, lühim ajahükk on 15 minutit. Tööks reserveeritud ajal on laboritöö tegemiseks võimalik avada kasutajaliides. Kui reserveeritud aeg jääb kasutamata, siis on see reserveeringute tabelis nähtav.

Kasutajaliidese kaudu saab vastavalt laboritöö juhendile sisestada ja muuta vajalikke parameetreid ning käivitada katse, klõpsates hiirega veebiliidesel oleval nupul (joonis 5). Kogu töö ajal saab üliõpilane tagasisidet reserveeringu lõpuni oleva aja kohta. Kui reserveeritud aeg ületatakse, siis katkestatakse laboritöö. Katse käivitamise järgselt kontrollitakse sisestatud või muudetud parameetrite väärtuste vastavust etteantule ja nende õigsuse tuvastamisel edastatakse rakenduste serverisse. Kui kontroll on rakenduste serverist uued katseparameetrid alla laadinud, käivitatakse katse ja mõõtetulemuste salvestamine SQL serverisse. Mõõtetulemused salvestatakse katse käigus koos sisestatud või muudetud andmetega HTML (Hypertext Markup Language), CSV (Comma Separated Values) ja XLS (Excel Worksheet) formaadis failidena (joonis 6 paremal). Üliõpilane



Joonis 5. Sujuvkäiviti veebipõhise laboritöö kasutajaliides

laeb need katsetulemuste lehel (joonis 6 vasakul) endale arvutisse ja töötleb edasi vastavalt tööjuhendile.

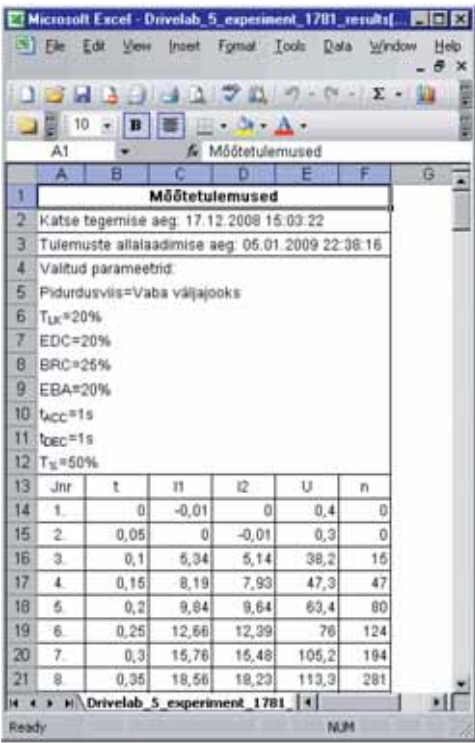
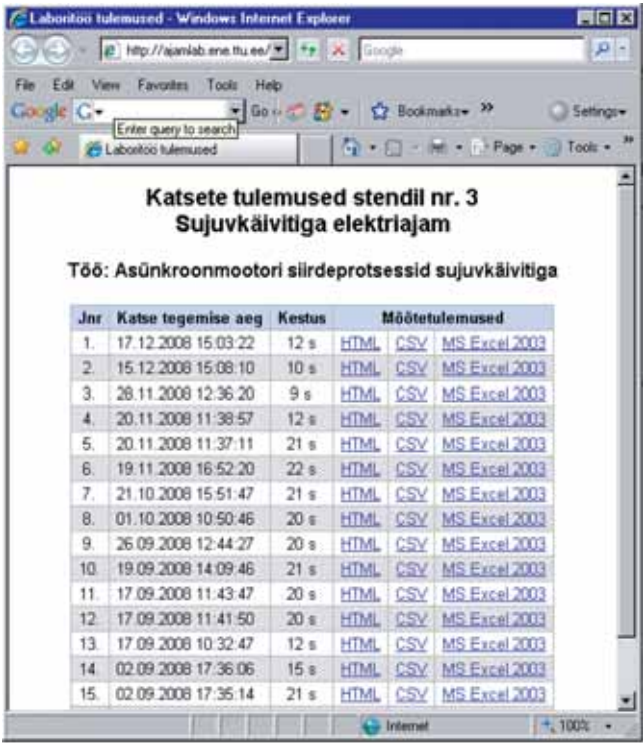
ÕPPEMETOODILINE STRUKTUUR JA OMANDATAVAD TEADMISED

Veebipõhise laboritöö metoodiline struktuur ja ajakulu ühe laboritöö tegemiseks on alljärgnev.

- 1. Registreerimine, autentimine, juhendmaterjalidega tutvumine – kuni 0,5 h
- 2. Õppematerjalidega tutvumine – kuni 1,5 h

- 3. Ettevalmistav töö laboratooriumis – kuni 1,5 h
- 4. Ettevalmistuse hindamine (valikvastustega ankeet) – kuni 0,75 h
- 5. E-laboritöö tegemine – kuni 1,5 h
- 6. Aruande koostamine ja saatmine õppejõule – kuni 1,5 h
- 7. Arvestus (valikvastustega ankeet) – kuni 0,75 h

Tagamaks ka tegelikku kokkupuudet seadmetega peavad üliõpilased osa laboritööd, nagu süsteemi eelseadistus ja rikkeotsing, tegema laboris kohapeal. Seega kulutatakse ühe veebipõhise laboritöö kohta kokku kuni 8 tundi,



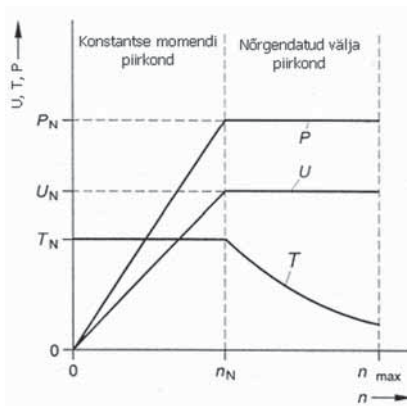
Joonis 6. Tulemustelehe kasutajaliides veebis ja avatud katsetulemuste fail

millist vähemalt 80% toimub veebis. Millised teadmised laboritööde käigus omandatakse? Alljärgnevalt on esitatud ülesannete nimetused (kokku 8) ja meetodiline kirjeldus, mida üliõpilane omandab eespool nimetatud kolme veebipõhise laboritöö käigus [1].

1. Asünkroonmootori siirdeprotsessid sujuvkäivitiga (Sujuvkäivitiga elektriajami laboritöö ülesanne). Mootori käivitamisel sujuvkäivitiga kasvab mootori arendatav moment alates löökkäivitusmomendist sujuvalt mootori nimimomendini. Löökkäivitusmomendiga määratakse mootorile moment, millega mootor alustab pöörlemist. Löökkäivitust rakendatakse enamasti suurte raskete transpordikonveierite käivitamisel, et mootor jõuaks need käima vedada. Mootori peatumine sujuvkäivitiga võib toimuda kas vaba väljajooksuga, momendijuhtimisega või dünaamilise pidurduse abil. Vabal väljajooksul lahutatakse mootor võrgust ning selle kiirus hakkab hõörde- ja muude takistusjõudude mõjul vähenema. Mootori pidurdamist, kus kasutatakse momendijuhtimist, kutsutakse ka sujuvaks pidurdamiseks. Sujuval pidurdamisel vähendatakse mootori arendatavat momenti sujuvalt nullini või selle väärtuseni, millest alates mootor läheb üle vabale väljajooksule. Sujuval pidurdamisel välditakse mootori löökpidurdust (dünaamilise pidurduse juures see esineb). Dünaamilisel pidurdusel juhitakse staatori mähistesse alalisvool. Tekkinud alalismagnetväli indutseerib pöörlevas rootoris pöörisvoolud, mis koostöös staatori väljaga pidurdavad mootorit sujuvalt 20% nimipöörlemiskiiruseni. Pidurduse lõpus suurendatakse mootori staatori mähis-

tesse antavat alalisvoolu, mis peatab mootori lõplikult. Pidurduse intensiivsus sõltub voolutugevusest (dünaamilise pidurduse ergutusvoolust). Sujuvkäiviti püüab imiteerida alalisvoolu vahelduvvoolu poolperioodi ärälõikamisega, s.t tema väljund on poolperioodalaldile iseloomuliku suure pulsatsiooniteguriga.

2. Sagedusjuhtimisega ajami omadused all- ja ülapiiril nimikiirust (Kahe sagedusmuunduriga elektriajami laboritöö ülesanne). Kuni nimisageduseni hoitakse toitepinge ja -sageduse suhet ning momenti konstantsena. Sageduse ülempiir sõltub mootori konstruktsioonist ja dokumentat-



Joonis 7. Momendi, võimsuse ja pinge sõltuvus sagedusest

sioonis lubatud väärtustest; teatavasti kasvab rootorile mõjuv tsentrifugaaljõud koos pöörlemiskiiruse ruuduga. Kuna mootori võimsus on konstantne, siis nimisagedusele vastavast sünkroonkiirusest kõrgemal peab mootor ülekoormuse vältimiseks töötama vähendatud magnetvooga ja mootori moment kahaneb märgatavalt (joonis 7).

3. Sagedusjuhtimisega ajami kiirendus- ja pidurduskõverad (Kahe sagedus-

muunduriga elektriajami laboritöö ülesanne). Kiirendus- ja aeglustus-kõverad määravad väljundisageduse muutumise kiiruse pärast uue seaduse suuruse sisestamist. Kõverad võivad olla kas lineaarsed, S- või U-kujulised. S-kujulised kõverad vähendavad mehaanilistest lötkudest põhjustatud tõukeid ja piiravad siirdeprotsessi käigus erinevust suure inertsiga töomasinate tegeliku kiiruse ja etteandekiiruse vahel. S-kujuliste kiirenduskõverate tüüpilised rakendusala on pakkeliinid, konveierid ning elektertransport. Kiirendus- ja aeglustus-rampide sätitavad kestused peavad sobima ajami tegelike parameetritega. Suure inertsimomendiga ajami puhul ei saa valida väga lühikese kestusega kiirendus- või aeglustus-rampi, sest see vajaks ka väga suurt pöördemomenti ja ajami suurt võimsust. Reaalse ajami puhul põhjustab liiga lühikese kestusega käivitus- või pidurdusrambi valik ajami sisseehitatud kaitsesüsteemi rakendamise, muunduri väljalülitumise ja mootori seiskumise.

4. Sagedusjuhtimisega ajami pidurdamine (Kahe sagedusmuunduriga elektriajami laboritöö ülesanne). Ajam võib peatuda kas vaba väljajooksuga, aeglustusrambiga või dünaamilise pidurdusega (joonis 8). Vabal väljajooksul lahutatakse mootor võrgust ning mootori kiirus hakkab hõörde- jm takistusjõudude mõjul vähenema. Aeglustusrambi puhul aeglustatakse mootori kiirust sageduse vähendamise. Kuna sagedus osutub esialgu seadesagedusest suuremaks, satub mootor generaatoritalitlusse ja hakkab energiat võrku tagastama. Pidurdusaja vähim kestus sõltub ajami võimsusest ja muudest omadustest: energia tagas-

SIGRIST
PROCESS-PHOTOMETER



Neeldumismõõturid
Fluorestsentsmõõturid
Hägususemõõturid

Tooteseireseadmed
Tolmuseireseadmed

+GF+



Plastist torusulgurid- ja liitmikud
Vedelike ja gaaside mõõteseadmed Signet



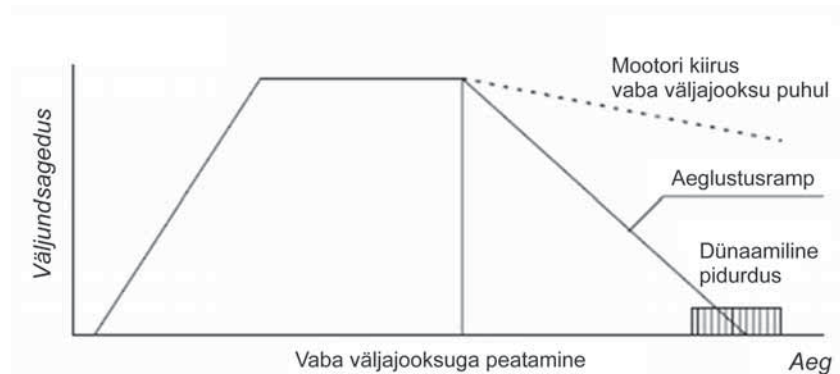
AS TERAMET

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

tumisel hakkab alalisvoolu vahelüli pinge tõusma, kusjuures kasvu kiirus sõltub pidurdusaja kestusest ja töomasinas salvestunud kineetilise energiast. Alalisvoolu vahelüli pinge piiramiseks kasutatakse kas kahepoolset talitlust (energia tagastamine võrku) võimaldavaid muundureid või pidurdustakisteid, kus kineetiline energia muundatakse soojuseks. Dünaamilisel pidurdusel juhitakse staatori mähhistesse alalisvool. Tekkinud seisev magnetväli indutseerib rootoris pöörivoolud, mis hakkavad koostoimes staatoriväljaga mootorit pidurdama. Pidurduse intensiivsus sõltub voolutugevusest ja pöörlemiskiirusest.

5. Skalaar- ja vektorjuhtimise erinevused sagedusjuhtimisega ajamis (Kahe sagedusmuunduriga elektriajami laboritöö ülesanne). Tavalist sagedusjuhtimist kasutatakse peamiselt püsikiirusel töötavate või väikese toimekiirusega reguleerimist nõudvate masinate, nagu pumpade, ventilatorite ja kompressorite käitamiseks. Sellist juhtimisviisi võib nimetada ka skalaarjuhtimiseks, sest juhtimine toimub sageduse ja pinge efektiivväärtuse järgi, mis mõlemad on ajas mõõdetavad keskmised suurused. Suure toimekiirusega elektriajamite juhtimiseks kasutatakse tänapäeval vahelduvvoolumasinate vektorjuhtimist. Nimetus *vektorjuhtimine* tuleneb sellest, et juhtimiseks vajalikku informatsiooni mootori oleku kohta saadakse mootori mudeli järgi leitud vahelduvvoolu, -pinge ja magnetvoo hetkväärtuste põhjal, mida mitmefasilises süsteemis kirjeldavad sellekohased pöörlevad vektorid. Seepärast tähendab nimetus *vektorjuhtimine* eelkõige juhtimist magnetvälja pöörleva suunavektori järgi. Siit tuleneb ka mõiste *juhtimine väljasuunistuse järgi*.

6. Katse tasakaalustamata koormustega sagedusjuhtimisega ajamis (Momendijuhtimine kolme sagedusmuunduriga elektriajamis laboritöö ülesanne). Tehnoloogiliselt pole võimalik luua kahte absoluutselt identset asünkroonmootorit ega sagedusmuundurit, samuti pole ideaalsed automaathäälestuse käigus arvutatud asünkroonmootori mudelid. Andurivabal vektorjuhtimisel langeb isegi sarnaste häälestus- ja sisendparameetritega muundurite korral ühele mootorile suurem koormus kui tei-



Joonis 8. Pidurdusviiside ajadiagrammid

sele, mis võib sattuda generaatoritalitlusse. Ülekoormusel aktiveerub voolupiirang, mis ei lase ajamil saavutada etteantud kiirust. Liigvoolu kestmisel lülitab mikroprotsessor kaitsmise ajami mootori kaitsmiseks mõne aja möödudes välja. Generaatoritalitluses mootor hakkab suurendama sagedusmuunduri alalisvoolu vahelüli pinget, pidurdustakisti puudumisel annab mittetüüritava alaldi sagedusmuundur teatud pingeläve ületamisel liigpidurduse veateate ja lülitub välja. Mitmemootorilistes ajamisüsteemides ühendatakse sagedusmuundurite alalisvoolusiinid omavahel kokku, tulemusena tarbivad tagastatud energia mootorirežimis töötavad muundurid ja toitevõrgu koormus väheneb.

7. Tasakaalustamine libistuse kompensatsiooniga sagedusjuhtimisega ajamis (Momendijuhtimine kolme sagedusmuunduriga elektriajamis laboritöö ülesanne). Kui libistuse kompensatsioon deaktiveerida, jaotub koormus ajamite vahel loomulikult viisil: enam koormatud mootor libistub rohkem ja selle moment väheneb, teisele mootorile langev moment suureneb ja püsitalitlusse jõudnuna võrdsustuvad mõlemad momendid. Tüüpilised kasutusosalad on transportöörid ja konveierid.

8. Tasakaalustamine ülem-alluv süsteemis (Momendijuhtimine kolme sagedusmuunduriga elektriajamis laboritöö ülesanne). Ülem-alluv süsteem tagab momendi parema jaotuse kahe järgalt ühendatud võllidega mootori vahel. Kasutusosalade näiteks on veojõu juhtimine andurite abil, tõstemehhanismid, vintsid, kerimis- ja mahakerimisseadmed ning momendijuhtimine ülem-alluv süsteemis.

KOKKUVÕTE

2008 aasta sügissemestril, kui e-labor

esmakordselt kasutusele võeti, saadi üliõpilastelt hea tagasiside, mis suurendas survet tulevikus ka teiste ainete õpelaborite viimiseks e-õppekeskkonda. Kahtlemata on igal süsteemil nii puudusi kui eeliseid, millest mõned on allpool ka ära toodud:

Puudused

- Kasutatav tehnoloogia võimaldab salvestada andmeid minimaalselt intervalliga 50 ms, mis on mõõtmisteks piisav, kuid seab piirangud edasiarendustele.
- Seda laadi süsteemides pole võimalik vältida selliseid süsteemist sõltumataid mõjusid nagu teenusepakkuja andmesideprobleemid ja häkkerlus.

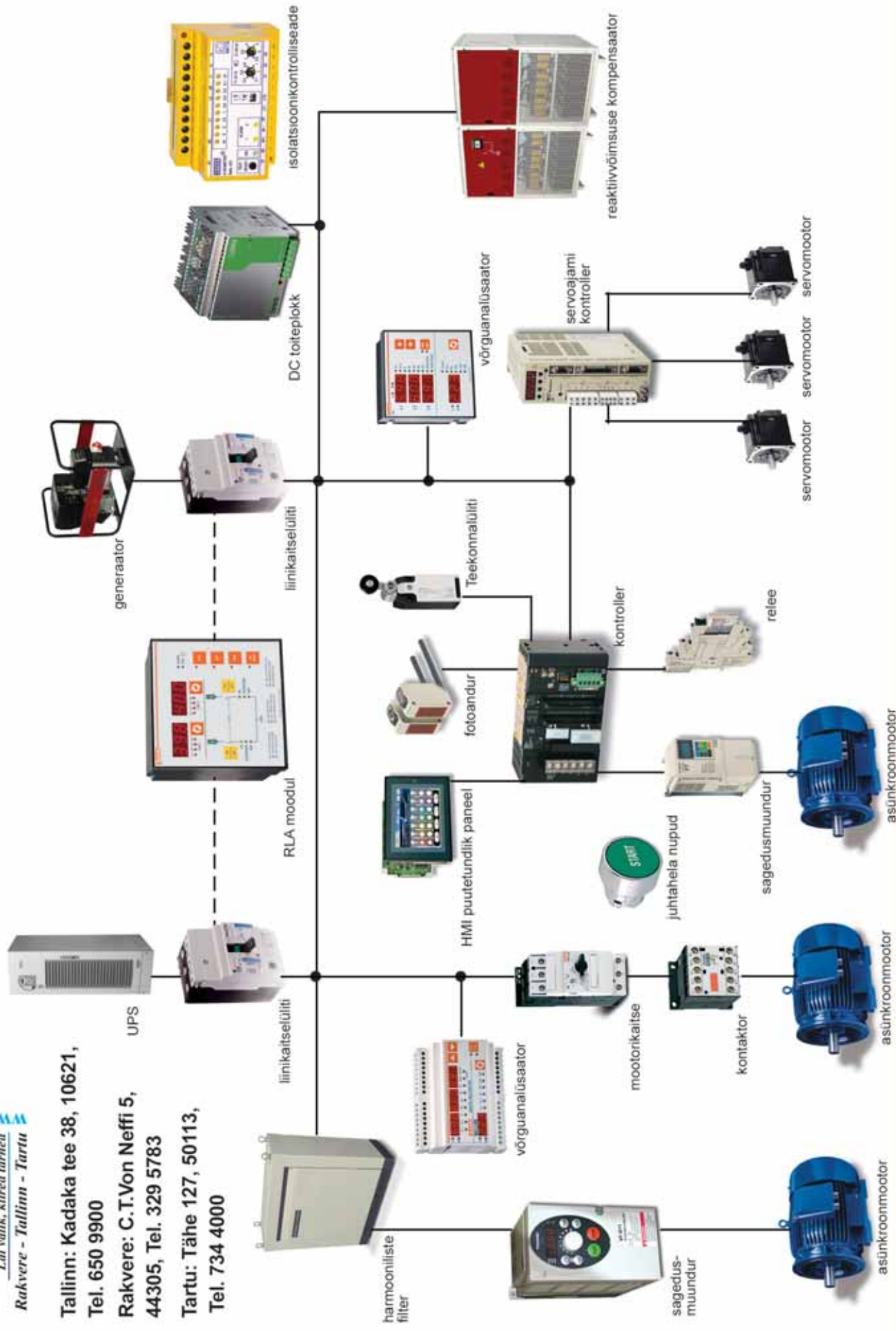
Eelised

- vähendab üliõpilaste ja õppejõudude sõidu- jm kulusid (andes üliõpilasele vaba võimaluse tutvuda uudse tehnoloogia kasutusvõimaluste ja probleemidega pika vahemaa tagant)
- kasutab tõhusamalt laboriseadmeid, laboritöö keskkonda ja õppejõude/teadurite aega
- võimaldab investeeringuid optimaalselt kasutada (e-õppelaborit, kasutades hoiab iga kolledž koolitusmaterjalide ja seadmete soetamise arvelt kokku ligikaudu 0,5...0,6 miljonit krooni. Toodud hind ei sisalda veebipõhiseks õppeks vajalikke seadmeid)
- vähendab kulusid meetoodiliste materjalide uuendamisele (trükikulude kokkuhoid)

Viidatud kirjandus

1. Jansikene, R.; Hõimoja, H.; Müür, M.; Vinnikov, D.; Drovtar, I.; Kuk, I.; Rosin, A.; Ruban, O.; Eelmaa, K. Elektriajamite ja jõuelektroonika e-õppelabori meetoodilised materjalid. Elektriajamite ja jõuelektroonika instituut. Tallinna Tehnikaülikool. Tallinn, Eesti, 2008.

Lai valik automaatikalahendusi **Viru Elektribandusest**



Automatiseerimine on projekteerimise argipäev

Jari Pynnönen
Kymdata Oy, juhatuse esimees

Tänapäeva projekteerijatele on pakkuda väga mitmekesine valik projekteerimisprogramme. Nende programmide vahel on suuri erinevusi, alates nn elektroonilisest joonestuslauast ja lõpetades väljaarendatud andmebaasipõhiste projekteerimis-süsteemidega. Arvutustehnika pakutavaid eeliseid kasutatakse ettevõtetes veel üsna vähe ning projekteerimisprogramme kasutatakse pliatsi asemel. Muidugi võib tuua ka vastupidiseid näiteid.

Andmebaasid on andme-halduse võti

Andmebaasi ja CAD-rakenduse valmistooteks kokkuliitmine on andnud andmebaasile ja jooniste valmistamisele uued mõõtmed. Valmisprogrammid on teinud projekteerimise automatiseerimise kättesaadavaks ka väiksematele klientidele.

Andmebaaside abil saab hallata näiteks elektri- ja ühendusskeemide, kaabelduse ja seadmete infot. Kui lasta programmil käsitleda põhilisi rutiinseid toiminguid, siis jääb projekteerijatele mõttetööks rohkem aega. Andmebaaside abil saab projekteerimistööd tsentraalselt hallata. Seega on näiteks mitme projekteerijaga töörühmis kõikide liikmete kasutuses reaalajas sama info. Tulemuseks on parem andmebaas, vähem vigu ja parem kvaliteet.

Andmebaaside kasutamine teeb võimalikuks ka suurte joonisekomplektide genereerimise andmebaasidest, nii et joonised ise on andmebaaside väljatrükiks. Pakkootlus võimaldab genereerida sadu skeeme ning nendega seotud loetelusid ja tabeleid.

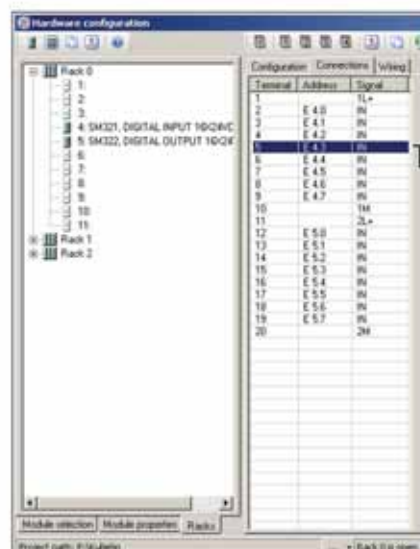
Projekteerimine 3D-modelleerimise abil

Tänapäeval saab 3D-modelleerimist kasutada näiteks kilpide ja

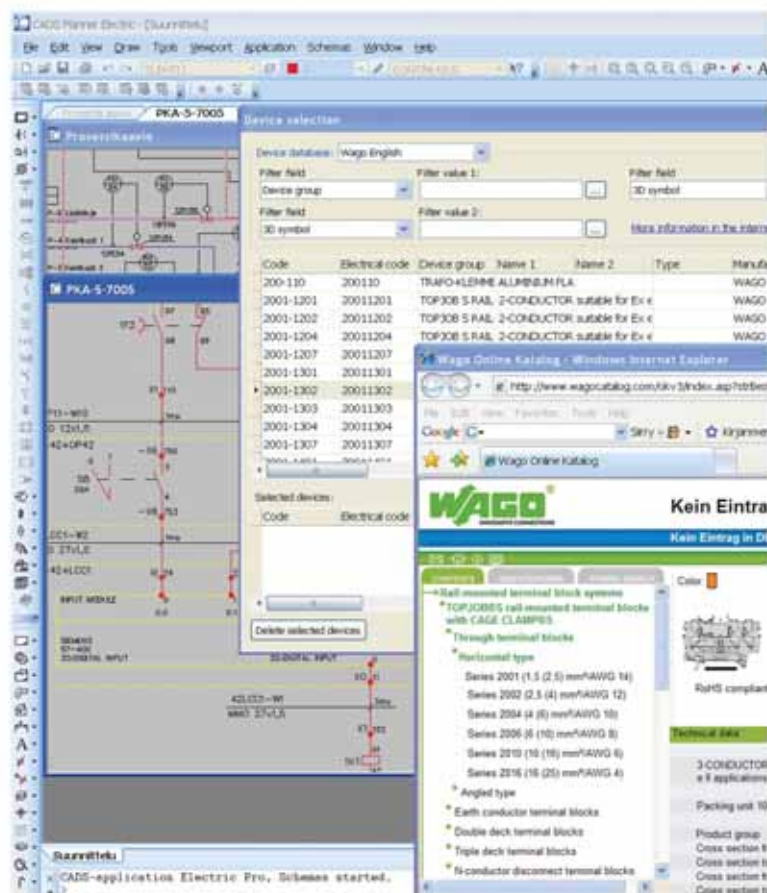
korpuuste projekteerimisel, kus see aitab kontrollida ruumikasutust. 3D-maailmas saab teha ka näiteks tehaseprojektides esinevaid kaabli-redeleid ja -renne ning kilpide ja karpide paigutusi. Nii saab projekteerimisel tegelikult arvestada võimalikku ruumivajadust ja jälgida, mida parasjagu tehakse. Modelleerimise abil saab teostusetapil märkimisväärselt aega säästa. Oluline on siin muidugi programmi kasutamise lihtsus.

Keskkond muutub

Ükskõik millist programmi kasutades tekib alati vajadus sobitada süsteem ülejäänud projekteerimisprotsessiga. Sellega seoses muutuvad olulisteks komponentideks



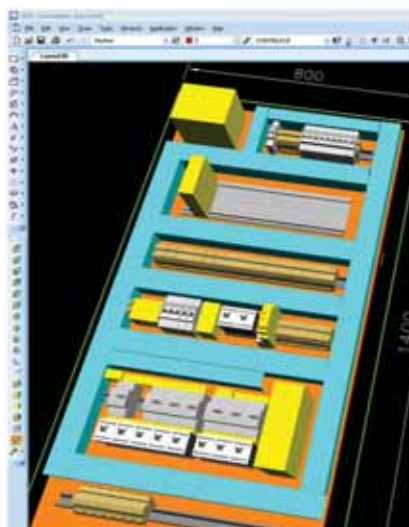
Skeemide infot on võimalik hallata andmebaasis, mille alusel saab genereerida jooniseid.



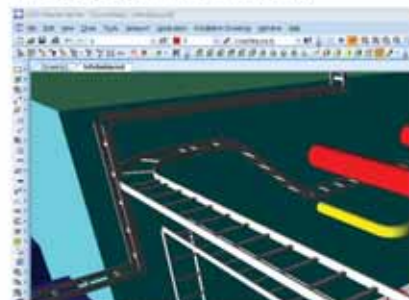
CADS Planner Electricu seadmete andmebaasist saab valida kasutatavad seadmed ning kui seadmetarnija võimaldab, minna otse Internetist valmistaja tootekaardile. Kogu info paari klõpsuga.

süsteemi paindlikkus ja kasutuslihtsus. Lihtsalt kasutatava programmi omadusi saab rakendada tavakasutaja oskustasemel. Vajaduse korral peab aga programmi tarnija pakkuma programmi kohta ka tegelikku oskusteavet. Probleemide tekkimisel on oluline, millised tugiteenused on programmi jaoks saadaval. Sageli läheb see programmi hankides meelest ära.

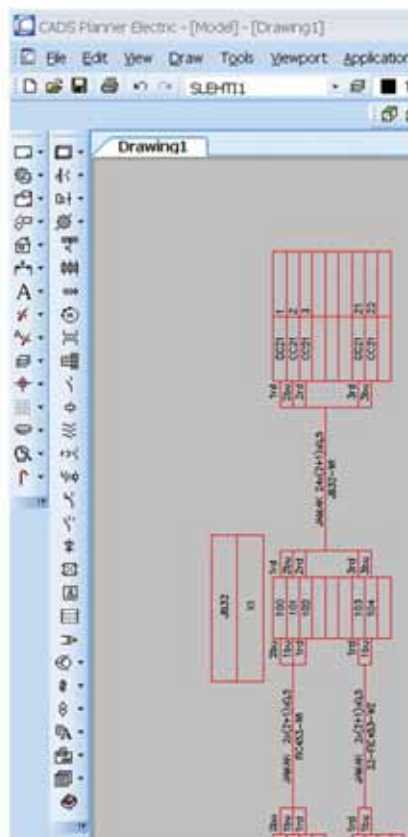
Liiga tihti jääb projekteerimisprotsessi automatiseerimine ainult elektroonilise joonestuslaua tasemele. Mõnikord on hea istuda ja mõelda, millele tegelikult projekteerimisel ja projektide tegemisel aeg kulub. Projekteerimisprotsessi pudelikaelte kõrvaldamine aitab projekteerimist tehniliselt paremaks muuta ja oluliselt aega säästa.



CADS Planner Electric võimaldab automaatselt kappide ja -kilpide projekteerimisel kasutada programmi 3D omadusi.



3D-mudeli abil võib tehaseprojektides kuvada näiteks kaabliredelite kulgemisteid.



DB-rakenduse andmebaasi abil saab luua näiteks klemmlistude ühendus-skeemi. Sedasama infot võib eksportida näiteks otse MS Excelisse. Samal viisil moodustuvad muuhulgas kaablikaardid.

www.carbonexpo.com



CARBON EXPO

Global Carbon Market Fair & Conference

Barcelona, May 27 – 29, 2009

Meet the World's Fastest Growing Market Towards a Low-Carbon Future

WHAT?

- A platform used to present new analyses and initiatives designed to inform and inspire the transition to a low-carbon economy.
- Discuss how to effectively boost investments, innovation and technology development
- Learn and debate around most advanced and innovative business strategies to combat climate change
- Engage in high level dialogue with governments and experts
- Discuss how governments can create the framework conditions, so that business can deliver the solutions
- Planning a successful transition to low-carbon city development paths

WHO?

- Business leaders and Senior Executives
- Political leaders and Senior Government officials
- Carbon Finance agents and Carbon Management experts
- Project Developers and CDM/JI Host Countries representatives
- Multilateral Development Organizations and other International Institutions
- Leading thinkers, NGOs, Academia

Your contacts:

Conference Program:
Lisa Spafford,
 CARBON EXPO Conference Director
 Telephone: +41 22 737 05 02
spafford@carbonexpo.com

Trade Fair:
Guido Hentschke,
 CARBON EXPO Product Manager
 Telephone: +49 221 821-3097
g.hentschke@koelnmesse.de

Jointly organized by:



THE WORLD BANK



IETA
INTERNATIONAL EMISSIONS
TRADING ASSOCIATION



Fira Barcelona



koelnmesse
we energize your business

Ajakohane hooneautomaatika tagab tulemuslikkuse ja energiasäästu

Töökoht on oluline osa meie igapäevasest keskkonnast. Sisekliima kvaliteet, temperatuur, valgustus, akustika ja ruumikasutus – nendest kõigist sõltub tööga rahulolu ja inimeste heaolu. Meeldivas ja sobivas töökeskkonnas on ka töö tulemused paremad.

Korralik hooneautomaatika aitab tagada inimtegevuseks sobivaima sisekliima, arvestades seejuures mitmeid tegureid. Hooneautomaatika terviksüsteemiga on võimalik juhtida hoone kütte-, ventilatsiooni-, valgustus-, konditsioneerimis-, valve-, video-, tulekahjuhäire- ja elektrisüsteeme. Automaatika juhib vooluseadme tööd, kontrollib hoone tehnosüsteemide talitlust, saadab ja võtab vastu infot ja häiresignaale. Süsteem võimaldab reguleerida kütet ja jahutust sõltuvalt kellaajast või temperatuurist ning ka tuule, vihma ja päikese järgi, tagades sellega maksimaalse energiasäästu.

Testem AS esindab Eestis ainulaadset hooneautomaatika ja sisekliima koostöösüsteemi Sensus, mille on välja töötanud Soome firma Are OY. Sensus-süsteem tagab:

- meeldiva sisekliima
- ruumides puhta õhu ilma tuntava õhu liikumiseta
- hea akustika
- peegeldusteta valgustuse

Sensus-süsteem põhineb lihtsatel laepaneelidel, mis aitavad reguleerida ruumide sisetemperatuuri. Laepaneelid toimivad samaaegselt ka mürasummutavalt ning otsese valguse hajutitena. Laepaneelid sobivad eriti hästi madalatesse ja keeruliste seinakonstruktsioonidega ruumidesse. Uuendatud paneellahendus nõuab vaid 50 mm ehitatava või renoveeritava toa kõrgusest.

Radiaatorkütte ja fancoilide või jahutusplankidega sisekliima reguleerimissüsteemidega võrreldes võimaldab Sensus paneelikasutus teisaldatavate vaheseinte korral ruume sujuvamalt ning odavamalt ümber paigutada. Üldjuhul ei ole siis vaja tehnosüsteeme ümber paigutama hakata. Pealegi on tänu üldisele kaudsele valgustuslahendusele töökohti kerge ümber paigutada.

Juba valminud projektide kontrollmöödistamised on näidanud, et Sensus-süsteem on äärmiselt energiasäästlik. Sääst on saavutatud tänu jääksoojuse uudsele võimalikult laialdasele taaskasutusele. Sensus-süsteem aitab vähendada hoone kütte-, jahutus- ja elektrikulu kuni 30%. Lõviosa hoone halduskuludest moodustavad elektri- ja küttekulud. Aga hinnad üha tõusevad. Sensus eriti hea energiasäästuvõime aitab kulutusi mõistlikul tasemel hoida. Sensus-süsteem on üles ehitatud väga lihtsaid meetmeid ja materjale kasutades ning suudab seetõttu

ka investeeringuna tavalahendustele konkurentsi pakkuda. Seadmete ja lahenduste valikul kasutatakse ajakohast arvutimodelleerimist, mis minimeerib üledimensioonimise võimaluse ning tagab investeeringu parima maksumuse.

Tehnosüsteemide ja hooneautomaatika hooldus

Liigse energiakulu põhjuseks peetakse sageli seadmete ebapiisavat hooldust. Näiteks võib tuua saastunud soojusvahetid ja filtrid või lekkivad suruõhusüsteemid. Ettevõttes (miks mitte ka kodumajapidamises) võiks koostada suure energiakuluga masinate, seadmete ja süsteemide, sh hoonete hooldeplaanid, mille täitmist ka pidevalt järgitakse.

Hooldeplaanid peaksid olema näiteks tootmiseseadmetel, ventilatsiooni-seadmetel, valgustitel, pumpadel, jahutussüsteemidel, katelseadmetel, soojusjaotussüsteemidel ning need peaksid tagama seadmete tõhusa energiakasutuse.

Süsteemiline hooldus on kõige tähtsam abinõu, mis aitab ära hoida või ennetada hilisemaid kulukaid investeeringuid.

Tänu Testem AS-i kogemustele ja laiale koostööpartnerite võrgule leitakse Teie seadmetega või süsteemidega seotud muredele kiiresti asjatundlik lahendus. Pakume vajalikku teavet toodete valikuks, süsteemide väljaehitamiseks ja hooldamiseks.



TESTEM
TEHNOOSÜSTEEMID

Testem AS

Laki 30, 12915 Tallinn

tel 659 3270,

faks 659 3271

testem@testem.ee,

www.testem.ee

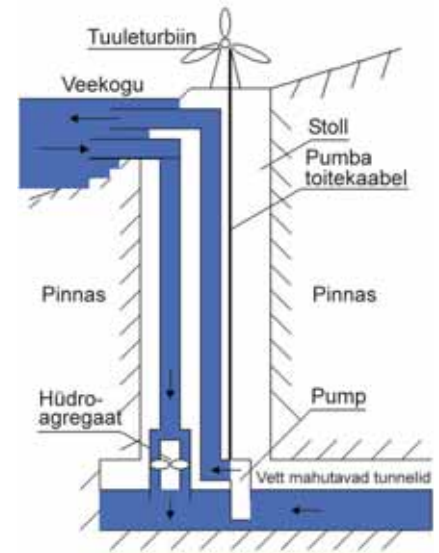
TUULE JÕUL TÖÖTAV PUMPEJÕUJAAM

VIKTOR MALINOVSKI

Koormustippude katmiseks elektrivõrkudes on teatavasti otstarbekas kasutada vee-energiat. Pakun ideed, kuidas tuule jõul töötava pumpejõujaama abil elektrivõrku lisaenergiat anda.

Võimalikult sügavale maa alla on vaja rajada vett mahutavad tunnelid

ning neid maapinnaga ühendav stoll, mille alumises otsas on pumba- ja turbiinikamber. Sel ajal, kui tuuleenergiat üle jääb, pumbatakse vett maa-alusest mahutist maapealsesse veekogumisse, ning siis, kui tuult on vähe, lastakse kogutud vesi läbi turbiini tagasi.

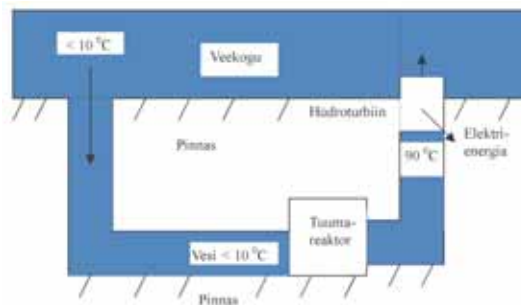


MOODUS VEE-ENERGIA SAAMISEKS TUUMAENERGIA JÕUL

VIKTOR MALINOVSKI

Eesti riigi iseseisvuse ja tõhusa majandamise tagamiseks on vaja välisriikidest sõltumatut energiavarustust. Tänapäeval on see tänu meie soojusenergeetikutele, kes oskavad kasutada nii viletsat kütust, kui seda on põlevkivi, olemas. Muret teevad aga selle gaasilistest ja tahketest põlemisjääkidest põhjustatud keskkonnareostus ning põlevkivi-varude paratamatu lõppemine.

Akadeemik A. Raukas on viidanud võimalusele ehitada tuumaelektrijaam maa alla. Ja probleemist, mis on omane kõigile soojuselektrijaamadele, sh. tuumajaamale – kondensatsioonisoojuse (umbes 50 % kütuse soojusest), heitmise vajadusest ümbritsevasse keskkonda.



Mõeldav moodus peaaegu kogu soojusenergia ära kasutamiseks on järgmine.

Kui vesi panna elektrenergia tootmiseks ringlema ilma selle agregaatolekut muutmata, s.o vett aurustamata, siis välditaks auru kondensatsioonisoojuse sattumist ümbritsevasse keskkonda ja kütuse põletamisel saadava soojuse

raiskamist. Veekogust võetav tuumareaktori jahutusvesi soojeneb ning tõuseb, nagu keskküttesüsteemiski, ülespoole ning paneb tööle elektrit tootva hüdro-turbiini.

Kirjeldatud süsteemi puhul keskkonda põlemisjääkidega (süsinikdioksiidi, väevliühendid, veeaur) ei saastata. Peaaegu kogu kütuse soojusenergia muudetakse elektriks, mistõttu kütuse kokkuvõtte on suur (eeldatavasti üle 50 %).

Sügaval maa all olevate mahutite rajamine ei tohiks probleeme tekitada, selles suhtes on maailmas piisavalt kogemusi. Kui idee realiseerimine osutub tasuvaks, saaksid tööd paljud Kirde-Eesti kaevurid. Aidataks kaasa Eesti majanduse arenemisele ning elanike heaolu paraneks.



Keskkonnanõustamine ja ekspertiis

Keskkonnamõju hindamine ja strateegiline hindamine ning keskkonnamõju eelhindamine

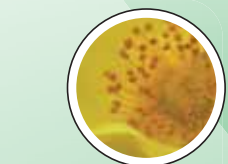
Müralevi modelleerimine (SoundPlan)

Keskkonnalubade (välisõhu saasteloa, vee erikasutusloa, jäätmeloa, keskkonnamoju kompleksloa) taotlused

Ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni arendamise kavad

Reoveepuhastite projekteerimine

Jäätmekavad



ALKRANEL
WWW.ALKRAANEL.EE

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

HOOLDUS PRAEGU JA TULEVIKUS

KALEV KUNDLA

AS Klik

TEHNOSÜSTEEMIDEGA tegeldes ei tohi unustada nende korrasoleku jälgimist ega hooldamist. Kui hinnata süsteemi oleusringi majanduslikust vaatenurgast, siis ca 80 % kogukuludest langeb energia- ja hooldus(käidu-)kulude arvele.

Milles seisneb tänapäeval tehnosüsteemide hooldus? Enamik kliente paraku arvab, et hooldusmeeskonna ülesanne on ainult mehaanilise tõrke või rikke kõrvaldamine, st tegelda tagajärgede, mitte nende ärahoidmisega. On aga hoopis tähtsamat ning tulevikus hakatakse hooldusele vaatama hoopis teise pilguga. Eesmärgiks seatakse:

- hügieenilisus – sisekliima hea kvaliteet (inimeste tervis on kõige tähtsam);
- energia säästmine parimate lahenduste väljatöötamise, automatiseerimise ja seire kaudu;
- mehaaniline aspekt – süsteemide töökindlus;
- turvalisus – torustiku puhastamine ning suitsueemaldus- ja tuleohutus-süsteemide kontrollimine;
- tehnosüsteemide järjepidev täiustamine, millega kaasneb nende keerukamaks muutumine, üksteisega läbipõimumine ja hooneautomaatika osatähtsuse suurenemine;
- tellija teavitamine ning abistamine



Umbes õhufilter ohustab sisekliimat

süsteemide projekteerimisel.

Miks on hooldus nii tähtis? Seda võiks selgitada autohoolduse näitel, mille vajalikkuses tavaliselt keegi ei kahtle. Hooldamata auto ei sõida või kaotab tootja garantii. Tehnosüsteemidega on üldjoontes sama lugu.

Inimene veedab keskmiselt 90–95 % oma elust siseruumides (tööl ja kodus). Hea sisekliima tagamiseks on hakatud üha rohkem ehitama mitmesuguseid tehnosüsteeme. Kui neid valesti kasutatakse või hooldamata jäetakse, võib see kaasa tuua suure majandusliku kahju või seada ohtu inimeste tervise. Lihtsa näite pakuvad ventilatsiooniagregaatides kasutatavad filtrid, mille eesmärk on kinni pidada välisõhus sisalduvaid, siseõhku saastata võivaid osakesi ja ühendid. Hooldamisel on vaja filtrid vahetada, sest õhu surumiseks läbi um-

bes filtri raisatakse energiat (see kajastub muidugi elektriarves) ning ohustatakse ruumides viibijate tervist. Umbes filter ei hoia kahjulikke osakesi kinni, vaid hoopis lisab neid ruumi puhutavasse õhku, kutsudes esile nn haige hoone sündroomi, pikaajalise toime korral ka allergiat.

Hoone energiavajadusest kuulub ca 70 % õige sisekliima loomisele ning seepärast peab kõik sellega seonduv olema tähelepanu keskmes. Hoone haldajail, nii praegustel kui tulevastel, tasub

kaasata hooldusmeeskond juba süsteemide projekteerimise ja ehitamise etapis. Saadakse kogemustel põhinevat teavet parimate, käitusel säästu andvate lahenduste kohta. Eriti oluline on see olemasolevate tehnosüsteemide ümberprojekteerimisel. Praegu selline praktika kahjuks puudub ja hooldusmeeskond võib seda ka oma igapäevatöös kogeda. Väga paljud süsteemid lausa raiskavad energiat, on projekteeritud puuduliku lähteülesande põhjal (mõttekoht tellijatele!) ning seetõttu ei toimi nii, nagu oodati.

Energia säästmiseks saab üsna palju ära teha. Automatiseerimisest ja seirest (sobivad eeskätt suurtele ärihoonetele) oleneb suurel määral see, kuidas sooja ja elektrit tarbitakse. Oluline on, et soojussõlm toimiks optimaalsel režiimil, et ventilaatorid töötaksid ajaprogrammi

CLIK
www.clik.ee

- **Hoone tehnosüsteemide projekteerimine**
- **Hoone tehnosüsteemide ehitus**
- **Hooneautomaatika süsteemide ehitus**
- **Kliimaseadmete hooldus**
- **Isolatsioonitööd**



Uus ja vana õhufilter

juhtimisel ning et ruumiregulaator välistaks üheaegse kütmise ja jahutamise. Usutavasti muutuvad need teemad järjest tähtsamaks, sest energiakandjate hind tikub jätkuvalt tõusma.

Mida aeg edasi, seda olulisemaks muutub tehnosüsteemide hooldus. Süsteemid lähevad järjest keerukamaks ning nõuavad spetsialisti kätt. Hoolduse alla kuuluvad ka ventilatsioonitorustike puhastamine ning suitsueemaldus- ja tuleohutussüsteemide kontrollimine. Ventilatsiooni-, jahutus-, kütte- ja muude süsteemide hooldus moodustavad terviku. Hoone haldaja jaoks oleks muidugi mugav, kui kõiki neid hooldusteenuseid saaks ühest kohast. Selles suunas on hooldusvaldkond ka liikumas.

A.M.



ERLAND

www.erland.ee

HOONEAUTOMAAATIKA
VENTILATSIOONI-, SOOJA- JA
KLIIMASÜSTEEMIDE
AUTOMAATIKASEADMED
PROJEKTEERIMINE,
MÜÜK,
PAIGALDUS,
HOOLDUS,
NÕUSTAMINE

ERLAND OÜ
 Regati pst. 1
 11911 Tallinn

Tel./faks 6230 000
info@erland.ee

Kõik ohutusmärkidest kuni vöötkoodideni



EXXI
www.exxi.ee

ÕNNESTUNUD HÜDROKÜLV TUHAMÄGEDEL – ESIMEST KORDA MAAILMAS

MAIT SOASEPP

OÜ Nordgarden

HÜDROKÜLVIGA haljastamiseks valmistatakse veokil paiknevas paagis vee, seemnete ja multši segu ning pritsitakse see ühtlase kihina maapinnale. Külvata saab veoautodelt, järelhaagiselt või helikopterilt. Selle tehnoloogia kasutusvaldkond on väga lai. Eestis on kõige pikem hüdrokülvikogemus (alates 1994. aastast) osäühingul Nordgarden, kelle üks olulisemaid tegevusalasid on tööstusmaastike ümberkujundamine. Nordgarden on ka väheseid firmasid Euroopas, kellel on patenteeritud *Soil Guard*-tehnoloogia kasutamise oskus ja õigus.

Kõige rohkem kasutatakse hüdrokülvivi tee-ehitusel, golfiväljakute rajamisel, suusanõlvade haljastamisel ning suurtel ja raskesti ligipääsetavatel objektidel, mida ei ole võimalik tavapärasel viisil haljastada. Hüdrokülviga rajatud muru on palju odavam kui paigaldatud muruvaip ning seda saab rajada kiiremini ja lihtsamalt kui seemneid külvates. Hüdrokülvitehnoloogiat kasutatakse ka spetsiaalsete seemnesegude külvamisel selleks, et rajada lilleaasu või -niite, metsi ja põõsastikke, ulukisõdamaid ja erosioonitõkkeid. Viimasel ajal tehakse sel moel ka rohekatused,



Narva tuhaväli nr 2 linnulennult enne kuivendamist ja planeerimist

Fotod: Mait Soasepp

siis segatakse pritsitavasse segusse külma- ja põuakindlate liikide stooloneid või risoome.

Euroopas muutub esteetiliselt mitmekesine ja möödujate tähelepanu köitev üldhaljastus üha populaarsemaks. Hüdrokülvil abil on võimalik öitsema panna ning värvikirevaks muuta maantee- ja raudteetammisid, laugeid tõuse ja mäenõlvu. Valida on võimalik põhivärvide (nt sinine, kollane, punane) ja öitsemis-

aja järgi koostatud kattesegusid.

Hüdrokülvikuid ei kasutata ainuüksi külvamiseks. Pärast suuri metsatulekahjusid valitseb mägistel maadel suur erosioonioht. Taimede hävinud juurestik ei hoi enam pinnast kinni ja tugevad vihmahood võivad tekitada hirmuäratavate tagajärgedega mudavoole. Selle artikli autor osales konsultandina 2005. aasta suurte metsapõlengute tagajärgede likvideerimisel Hispaanias. Tuli oli puude asemele jättnud poole meetri sügavused augud ning liivakivikaljud olid kuumuse käes liivapuruks murenenud. Esimene suur vihm oleks põhjustanud mäekülgedel rusuvoole ning hävitanud neil asuvaid teid ja hooneid. Teede kohal olevatele nõlvadele pritsiti võimsate hüdrokülvikute abil erosiooni tõkestavat segu *Soil Guard*. Suurte moodsate masinatega sai materjali laotada põhiseadmest kuni 120 meetri kaugusele. Kõige keerulisemates kohtades kasutati kopteri abi. Hüdrokülvikuga varustatud veokit on võimalik kasutada ka esimese reageerimiskiiruse tuletõrjeautona. Nordgardeni kasutuses olevad võimsad 6-tonnised külvikud, mille tööulatus on



Hüdrokülv Narva tuhaväljal

60–120 meetrit, annavad silmad ette enamikule tuletõrjeautodele. Ühe meie alusauto maastikuläbivus on eriti suur.

Oma külvikutega oleme töötanud ka Prantsuse Alpide suusanõlvadel, mille stabiilsuse hoidmiseks on tugeva taimkatte olemasolu eriti vajalik. Kuna töötada tuli kuni 45-kraadistel nõlvadel, seadsime paagi ja pumbad metsatõotraktori raamile. Lumi paljal kaljul ei püsi ning seepärast tuleb paremate radade saamiseks ja laviiniohu vähendamiseks kaljumassiivid septembris spetsiaalse seguga üle käia, nii et need oleksid lume tuleku ajaks ilusasti rohuga kaetud. Suvi põletab kaljud jälle paljaks ning iga aasta sügisel tuleb seda tööd korrata. Suusakuurortides ei lõpe hüdrokülv kunagi ning külvik on olemas peaaegu igas mägikülas.

Teatud tüüpi hüdrokülvikuid on võimalik kohandada ka talviseks jää- ja suviseks tolmutõrjeks. Suhteliselt keskkonnaohutu kaltsiumkloriid lahustatakse ja kantakse eripihustite abil pinnasele. See tehnoloogia sobib jäätõrjeks temperatuuril kuni -30°C ning seob kruusateedel tolmu 1–6 kuuks. Veega kokku puutudes kaltsiumkloriid kuumeneb ning see võimaldab selle lahust pihustada sellise välistemperatuuri korral, mille puhul muud vedelikud külmuvad.

Hüdrokülvist on nüüdseks arendatud tehnoloogia, mis võimaldab tõhusalt ja ilma kalli ja töömahuka pinnase teisalduseta rekultiveerida inimtegevusest ja looduskatastroofidest rikutud piirkondi. Üks selle tehnoloogia pioneere on OÜ Nordgarden. 21. sajandi biotehnoloogia viimaseid saavutusi rakendades ja neid õnnestunult kombineerides on meil aastatel 2007 ja 2008 õnnestunud haljastada ASi Narva Elektri jaamad ligi 400 ha suurune tuhaväli nr 2 ning osa Viru Keemia Grupi poolkoksimaest.



Hüdrokülviga haljastatud Narva tuhaväli

NARVA JA KOHTLA-JÄRVE TUHAMÄED

Mõlemad objektid olid väga keerulised, arvestades seda, et haljastus rajati otse tuhale või koksile, kasvusubstraati kasutamata. Lahendada tuli mitmesuguseid probleeme. Kõige enam tegi muret pH, mis oli nii Narvas kui ka Kohtla-Järvel umbes 12. On teada, et isegi väga alkalifilised (aluselembesed) taimed ei saa kasvada, kui $\text{pH} > 10$. Rohttaimikule sobib pH vahemikus 6–7. Siit ehk esimene probleem: millised pikaajalised ja meie kliimat taluvad rohttaimed tuhaväljal ja poolkoksimaal üldse püsima jäävad? Lahendust aitas leida meie kümne aasta pikkune rohttaimeliikide müümise ja katsetamise kogemus. Abiks olid ka partnerid, tänu kellele on meil väga hea ligipääs maailma kõige erinevates paikades kasvavate taimede seemnetele. Vastused saime isegi India ja Tšiili külma kliimaga aladel paiknevatest katsekeskustest ning kogemustel põhinevaid tehnoloogia-alaseid soovitusi Prantsusmaalt, Madagaskarilt

ja Kanadast. Esimesed kümme kahes korduses katselappi rajasime tuhaväljale juba 2005. aastal. Katsetasime kümme metkonda tõenäolist sobivat taimeliiki. Kõik katsed, v.a. kaks kordust, nurjusid juba pärast esimest talve. Tuli leida ka moodus, kuidas külvata ligi 150 ha ka semetsa seemnest otse tuhale.

Teine probleem oli seotud segu koostisega. Kuna ei olnud mingit avalikku teavet selle kohta, kas otse tuhale tehtud hüdro- või mõni muu külv on kellelgi kunagi kuskil õnnestunud pidama saada, tuli tehnoloogia endal välja mõelda. Ka mõnikord meile nõu andnud Taani, Prantsusmaa ja Suurbritannia partnerid olid nõutud. Meil laadsetes tingimustes polnud veel keegi edu saavutanud ning meilegi soovitati sellest kahtlasest ettevõtmisest loobuda. Tuhavälju ja -mägesid on mujal suletud ja hüdrokülviga kaetud küll, aga alati on tuhale enne laotatud kuni poole meetri paksune mullakiht.

Au tuleb anda Nordgardeni ajupotentsiaalile, tänu millele suudeti läbi töötada ja kokku seada suhteliselt kee-



Keskkonna ja keskkonnaõiguse uudised.

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

Keskkonnaalaste tegevuste info ja kuulutused

www.keskkonnaveeb.ee



rulised, aga lõppkokkuvõttes töötavad retseptid. Meie segu koostises oli 3–5 liiki rohttaimi, puidust saadud fiibermultši, mererohust valmistatud pika lagunemisajaga mikrobioloogiliselt aktiivset väetist, spetsiaalset juurekasvuergutit, huumushappeid, viiesugust mikroväetist, lämmastikku, NPK-kompleksväetist, sünteetilist kiudu, looduslikku liimi ja vähelagunenud sphagnum-turvast. Segu täpset koostist varieeriti olenevalt ilmastikust, aastaajast ja pinnamoest. Täpsed retseptid on muidugi firmasaladus.

2006. aasta oktoobris rajasime tuhaväljale esimese ulatusliku hüdrokülvitootmiskatse. Kasutasime nelja seemne- ja kaht toitesegu. Tänu soojale sügisele ja talvele oli esimene tõeliselt hea tulemus näha juba jaanuarikuus.

Kolmanda, meie jaoks mõnevõrra

ootamatu probleemipuntra põhjustasid ilmastik, pinnase struktuur ja töötingimused. Nii Narvas kui ka Kohtla-Järvel on tuhamägede kõrgus selline, et madalal liikuvad hoovihmapilved lähevad nendest kaarega mööda. Mägedele said pihta vaid väga tugevad tormi- ja äikesepilved või siis laussadu toovad hallid pilvemassiivid. Veidral kombel ei avaldanud sajupilvede liikumisele mõju tuhamägede värvus. Narva tuhaväli oli valge – nii valge, et päikeselise ilmaga tuli kanda väga tugevaid päikeseprille. Valge väli on ümbritsevatest tumedatest metsadest ja järvedest jahedam, sest sellelt peegeldub rohkem päikese kiirgust atmosfääri tagasi. Kohtla-Järve poolkoksimaagi on aga süsimust ning kuum ilmaga soojeneb pinnas talumatult kuumaks. Kuigi hele objekt tekitab langevaid ja tume tõusvaid õhuvoolu-

sid, kannatasid ometi mõlemad tugevasti põua käes. Ümbritsevad alad said aga vihma küll: Kohtla-Järve poolkoksimaest mööda läinud pilved andsid seda tavaliselt Kukrusel ning Narva tuhavälja vältinud sademed sai enamasti endale Narva-Jõesuu.

2008. aasta kevad oli Narva tuhaväljaplatool eriti drastiline – esimest vihma tuli oodata üle 50 päeva! Samas registreeris lähim, Narva-Jõesuus asuv vaatlusjaam suhteliselt normaalset sademete hulka. Kui aga vihma tulema hakkas, siis sadas seda korraga palju. 2007. aasta augustis pühkis pikka aega kestnud veetorm külvatud segu lainetena kokku ning peaaegu kogu 50 ha suurust kasemetsa- ja rohttaimikuhajastust tuli korrata.

Bioloogiast ja taimekasvatusest on teada, et juurestik vajab toitainete kättesaamiseks vett ja soojust. 2008. aasta kuiva ja külma kevade tõttu venis külvatud pindade tärkamine poole suveni. Vaevu tärganud kasekülvid hävisid ja idanemata jäänud seemned jäid ootama 2009. aasta kevadet. Eks oma osa oli ka pinnases leiduvatel raskmetallidel, mis madalatel temperatuuridel pidurdasid toitesoolade liikumist pinnases.

Pikad põua perioodid põhjustasid uue ja ettenägematu probleemi. Normaalsetes tingimustes kestab hüdrokülviga koos laotatud erosioonitõke vähemalt nii kaua, kuni seemned tärkavad ja juurestik pinnast siduma hakkab. Põua tekkis aga olukord, kus päikese pikka aega kestav intensiivne UV-kiirgus lõhkis liimaine molekulide ahelad ning see kaotas oma siduvad omadused. Kõige hullemad olid päevi kestvad tolmutumid, mis halvimal juhul kandsid alles paar nädalat tagasi külvatud alalt ära kogu pealmise tuhakihi. Suurim niiviisi tekkinud paljak oli ligi 30 ha suurune. Väga põuane ilm ja intensiivne UV-kiirgus on ka põhjus, miks Narvas ja Kohtla-Järvel ei olnud võimalik kasutada niiskust säilitavaid polümeere.

Suur tänu objekti peatöövõtja ASI ASPI asjatundlikele ja abivalmis projektijuhtidele ning Nordgardeni kohapealsele meeskonnale, kes alustasid aprillis ja lõpetasid lume saabudes, töötades kuni 18 tundi päevas. Kui vaja, tehti tööd ka öösiti autodele pandud prožektorite valgel. Pidevalt õhus oleva tuha- ja turbatolmu tõttu tuli kanda tülikaid maske ja prille. Masinaid remonditi n-ö põlve otsas ja töötati ka siis, kui pumbad hilissügisel külmusid või suvel



Kohtla-Järve poolkoksimaagi nõlv on katmiseks ette valmistatud



Kohtla-Järve poolkoksimaagi Soil Guard-iga kaetud nõlv ja tõkestusvall

ülekuumenenud hüdrokylviku mootoris lennanud turvas ilmast ilma põlema süttis. Neljast tuhaväljadel iga päev töötanud suurest veoautost tuli kaks lõpuks maha kanda, ent inimesed olid pärast kahenädalast puhkust jälle rivis.

Sõltuvalt seadmest, ilmast, objektist, meestest ja tehniliste probleemide rohkusest oli ühe hüdrokylviku tavaline jõudlus umbes 0,7–1, Nordgardeni kylvikutel 1,1–1,3 hektarit päevas. Jõudluse tipp saavutati 2008. aastal, mil Narva Elektriamaade tuhavälja viimase osa sulgemisel haljastati kolme koos töötava seadme abil ühe, tõi küll 18-tunnise tööpäevaga, 75 000 ruutmeetri suurune ala.

Viru Keemia Grupi Kohtla-Järve poolkoksi-ladestusalal tegime 2007. ja 2008. aastal kaks ladestusala läänenõlva fikseerivat külvi. Kuigi lähteülesande poolest sarnased, olid need tööd siiski erinevad. Kõigepealt ei suutnud me kuni viimase hetkeni leida taimeliike, mis jääksid püsima üliväikese veemahutavuse ja rohkesti fenoole sisaldaval värskel poolkoksil. Püsiva segu retsepti leidsime alles vahetult enne tööde algust.

Nii Narva tuhaväljad kui ka Kohtla-Järve poolkoksimäed on enamasti taimestikust paljad. Emake loodus on aas-

takümnete jooksul suutnud sinna vaid üksikuid rohelisi laike tekitada. 2007. aastal hüdrokylviga kaetud mäenõlva alaossa lõigati aste, mida mööda kulges mäe ümbritsev hooldustee ja nõlva pidi alla voolavat sademevett koguv kraav. Aastal 2008 fikseeritud nõlv oli tunduvalt keerulisem – kraavi polnud ning kogu mäekülge mööda voolav vesi tuli otse peale. Keerulisemad ja uhtmisohhtikumad kohad katsime džuutvõrguga. Pehme ja kiiresti biolaguneva džuutvõrgu eelis on see, et seda saab hüdrokylvile kleepja segu abil pinnasele liimida ning seda on pudedasse või kaljusesse pinnasesse lihtne ankurdata.

Viimastel aastatel on Viru Keemia Grupp oma ladestustehnoloogiat muutnud: märke viidav poolkoksi tihendatakse, sademevesi kogutakse kokku ja mäe kasvatatakse platoode kaupa. Selisel suurel, mitme jalgpallväljaku suurusel vibrorulliga tihendatud platool tekib tugeva vihmajärgi ja lume sulamise ajal suur veemass, mida pinnas endasse ei võta. See veemass valgub platoo kerget kallet pidi välisnõlva alguseni ja sealt alla kogumiskraavi. Paraku on vett kohati nii palju, et see viib kraavi kaasa suure osa nõlvast endast. Ka nõlva kaitseks prooviks paigaldatud paks killustikukiht ei pidanud vee uuristava-

le jõule vastu. Vee ärajuhtimiseks eraldi kogumiskanalite ehitamine läheks ineenertehniliselt liiga kalliks ja sellel oleks vaid lühiajaline efekt. Meie ülesanne oli haljastada nõlv nõnda, et platoolt alla sööstev vesi seda ei kahjustaks. Eelmise aasta kogemustele tuginedes kasutasime täiendatud ja patenteeritud tehnoloogiat *Soil Guard*. Oma suurte vooluhulkade ohjamise kogemust jagas meie partner *Euro-Tec*, kes on juhtinud Prantsusmaa ja Saksamaa kaevandusmaastike rekultiveerimist. Pealetuleva vee liikumise pidurdamiseks rajasime tuhamäe nõlva esimesele kolmandikule kuni meetri kõrguse tihendatud valli ning katsime nii selle kui ka ülejäänud nõlva nelja *Soil Guard*-i kihiga. Tööd lõppesid oktoobris ja tulemuste üle ei ole siiani põhjust kurta.

Kokkuvõtteks võib öelda, et kuigi meil on huvitavaid kogemusi mitmelt poolt maailmast, pakkus meie koduste tuhamägede haljastamine siiski kõige huvitavama väljakutse. See, et tõenäoliselt esimesena maailmas oleme sellega hakkama saanud, on päris meeldiv tõdemus.

A.M.

Lisateave: Mait Soasepp
mait@eurolutions.ee, 5024493,
www.nordgarden.eu

Ferreks

Valmistame tellija jooniste järgi **konteinereid** paberi ja muude taaskasutatavate jäätmete kogumiseks.

Ferreks TT AS, Pirni 12, 10617 Tallinn
Tel 656 6651, Faks 656 4039
e-post: info@ferreks.ee

www.ferreks.ee

KIVIÕLI TUHAMÄEST SAAB SPORDIKESKUS

HARRI TREIAL

SEoses PÕLEVKIVI kaevandamise ja töötlemisega alates 1920ndate aastate algusest on Virumaale kerkinud teravate tippudega tehismäed. Neid nn tuhamägesid on omamoodi põnev vaadelda, kuid aastakümnete jooksul on nad kohalikele elanikele ka muret teinud, eriti isesüttimisega kaasneva haisu pärast.

Üks põlevkivirajooni kõrgemaid mägesid asub Kiviõlis. Mägi koosneb peamiselt tootmisjäätidest – poolkoksisist ja koldetuhast, mida veeti aina kõrgemaks kerkivale tehismäele aastatel 1922–1967 kokku 6,3 mln tonni. Aastakümnete jooksul kattusid mäenõlvad taimestikuga, sinna kasvasid ka puud ja põõsad.

Euroopa Liidu direktiivi nõudel tuleb Eesti tuhamäed 2013. aastaks korrastada. Siis peavad kõik alad, kus inimene võib poolkoksisiga otseselt kokku puutuda (tuhapaljandid), olema kasvupinnasega kaetud ja haljastatud. Algust tehti 13 hektariga Kiviõli vanal tuhamäel.

Ühel 2001. aasta jaanuarikuu nädalavahetusel otsustasid lumelaudurid Kiviõli tehismäe põhjapoolsest küljelt kivide ja põõsaste vahelt laskumist proovida. See pakkus nii palju põnevust, et tekkis mõte hakata seda nõlva enamaks kui proovisõitmiseks kasutama.

JULGED IDEED VIIDI ELLU

Juba 2002. aastal valmis keskkonnamõju hinnang. Aastal 2005 asutatud SA Kiviõli Seiklusturismi Keskuse juhatuse liige Janek Maar meenutas seda aastat kui ideede arendamise aega. Mõte läks lumelaudurisõitudest kohe kaugemale. Ehk tasuks Kiviõli tehismäel hakata Ida-Virumaa maine tõstmiseks korraldama atraktiivset turismi ja mitmesuguseid spordiüritusi?

Härjal võeti sarvist kinni – ideid hakati kohe ellu viima. Aastatel 2002–2005 sooritati geotehnilised uuringud ja pinnasekatsetused, mõõdeti mäe sisetemperatuuri ning tehti õhuseiret. Tulemused olid rõõmustavad, mingeid segavaid takistusi ilmsiks ei tulnud. Nüüd ongi seiklusturismi keskuse ees-



Haljastatud tuhamägi.

Foto: OÜ Roadservice

märk luua 80 ha suurusele alale aasta ringi tegutsev suusa-, moto- ja ekstreemspordikeskus, mis oleks ainulaadne kogu Euroopas. Kiviõli tuhamäele ning selle ümbrusesse on kavandatud mäesuusarajad ja lumelauapark, suusatamiseks, matkamiseks ja rattasõiduks mõeldud terviserajad, seikluspark ja muudki.

Kõigeks selleks tuli aga ümber kujundada ligi 110 000 m³ suurune tuhamägi. Hakata haljastama ligi 100 m kõrguse mäe nõlva, rajama suusaradade põhju ning istutati 1400 mägimändi. Taimede kasvutingimuste parendamiseks veeti 13 ha ulatuses nõlvadele ka savipinnast.

Kiviõli vana poolkoksimäe seiklusturismi keskuseks kujundamiseks tegi vajalikud pinnase- ja kaevetööd OÜ Formet Grupp. Riigihanke Kiviõli tuhamäe hüdrokülviga haljastamiseks võitis firma Roadservice. Tuhamäe 300 000 m² suurusest pinnast tuli katta muruga 150 000 m². Tehismäe korrastamine ja haljastamine läks maksma umbes 13 mln krooni. Selle eest sai Eesti oma pikimad mäesuusanõlvad, mis on tänaseks kasvupinnasega kaetud ja hüdrokülviga haljastatud.

Valmis on maailmatasemel motokrossirada ning tippvõistluste nõuetele vastavate lumelauaradadega mäesuusanõlvad, motokrossi MM-võistluste jäl-

gijaile mõeldud rajaalused tunnelid ja kastmissüsteem, et rada võistluste ajal ei tolmaks.

Janek Maar loodab mäesuusaradadega seikluskeskuse külastajatele avada 2010. aasta alguses, praegu on lumetootmissüsteem ja suusatõstukid veel puudu.

Seiklusturismikeskuse rajamine on seitsme aasta jooksul nõudnud umbes 18 mln krooni. Esimese etapi avamiseks on praeguste arvestuste järgi vaja lumetootmissüsteemi, suusatõstukite, terviseraja, suvise *alpine slide* kelguraja, teenindus- ja tehnikahoone ehitamise ning teede ja parklate rajamise investeerida ligi 70 mln krooni.

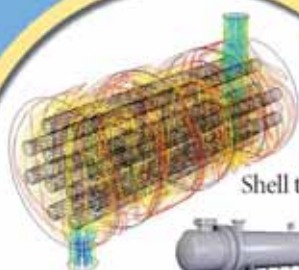
Keskuse loomist on seni umbes 14 miljoni krooniga toetanud Keskkonnaministeeriumi Keskkonnainvesteeringute Keskus (KIK) ja kahe miljoni krooniga Kiviõli linn. Keskuse infrastruktuuri ja teenusobjektide rajamiseks loodetakse Ettevõtluse Arendamise Sihtasutuse vahendusel saada finantsabi Euroopa Liidu toetusfondidest. Et tegemist on atraktiivse rahvusvaheliste tippvõistluste korraldamise keskusega, mis tutvustab Eestit ja pakub häid trennimisvõimalusi mitmel spordialal, siis loodetakse, et praegusele majanduslikule seisule vaatamata rahuldatakse ka riigile esitatav kaasfinantseerimispalve.

A.M.

We do it well in



Auru- ja kondensaadisüsteemide asjatundja aastast 1982



Shell tube flow



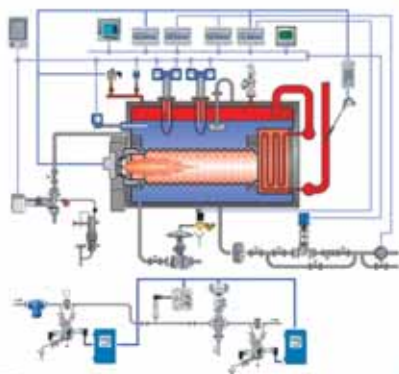
TEMA3

Soojusvahetid



smar

Signaalmuundurid, täpismõõte- ja kontrollseadmed



Aurukatlamajad, sulge-, reguleer- ja kontrollarmatuur



Sulgearmatuur keemia- ja naftakeemiatööstusele



Leegitõkestid ja manovaakumklapid

Konwell ES,
Regati 1, Tallinn,
Tel 621 7820,
Faks 621 7829

ETTEVÕTLUS JA JÄTKUSUUTLIKKUS

PETER GORNISCHEFF

Eesti Kaubandus-Tööstuskoda

Kaubandus-Tööstuskojas Ekspordi Akadeemia seminaris arja raames räägiti 13. jaanuaril jätkusuutlikkusest. Ettekandega esines Globe Forumi asutaja, keskkonnateadlane ja konsultant Niclas Ihren. Globe Forum on jätkusuutlikul viisil tegutsevate ettevõtjate, teadlaste, kohalike omavalitsuste ja investeerijate keskkond.

Jätkusuutlik äri on ettevõtmine või ärikontseptsioon, mis tagab ettevõtte tegevuse pikaks ajaks ilma olulise negatiivse mõjuta ümbritsevale keskkonnale ja ühiskonnale.

Praegune ressursikasutus sunnib mõtlema, et inimeste arvates on meil mitte üks, vaid poolteist planeeti. On ilmne, et sel viisil ei saa enam kaua teutseda.

Niclas Ihren tõi esile viis jätkusuutlikkusega seotud teesi:

1. Ühiskond, kus ressursse ei kasutata efektiivselt, on määratud hukkumisele. Nii jõudsid oma hiilgeajani, kuid hääbusid siiski näiteks Vana-Egiptus, Rooma impeerium ja kommunistlik Nõukogude Liit.
2. Rahvastiku kasv ja sellega seotud tarbimine ei saa jätkuda endises tempos. Eeldatavasti jõuab Maa rahvaarv oma tippu (9–10 miljardit inimest) aastateks 2030–2050.
3. Taastuvaid ressursse (nt kalavarud, maa, vesi) peab kasutama nende taastumisest väiksemas mahus. Täsub näiteks teada, et ühe kilogrammi puuvilla tootmiseks kulub 25 000 liitrit vett.
4. Taastumatute loodusvarade kasutamine peab vähenema suurusjärku, mis on väiksem või vähemalt sama suur kui ammendumise määr. Uusi naftavälju leitakse üha vähem, kuid naftat kulub üha rohkem. Seega kasutame ressursse, mis pärinevad varasematest avastustest, uusi aga piisavalt peale ei tule. Tuleb silmas pidada, et viimase nelja aasta jooksul on naftatootmine püsinud ühel ja samal tasemel, eksport on aga kahaneanud. See tähendab, et naftariigid on hakanud ise rohkem kütust tarbima ning teistele jääb seda vähem. Niclas Ihreni arvates jõutakse naftatootmise tippu umbes aastal 2016. Lisakütust

on üha raskem eraldada ning tootmine väheneb 3–6% aastas.

5. Inimtegevuse tagajärjel tekkivate ainete (saaste) tase peab vähenema sedavõrd, et see ei oleks kahjulik ümbritsevale keskkonnale (biosfäärile).

Paradoksaalne on, et autokraatlikus ühiskonnas saab negatiivseid arenguid vajaduse korral peatada jõuga, demokraatlikus ühiskonnas aga mitte. Ettekandja tõi näiteks Hiina, kus tselluloosi tootmisel kehtestati kunagi energiakasutuse piirmäärad, mistõttu paljud väikesed ettevõtted pidid oma tootmise lõpetama. Pärast seda hakati tselluloosi mujalt sisse vedama.

Lähitulevikus minnakse ühtedelt energialiikidelt üle teistele. Kui praegu on valitsev nafta, gaasi ja kivisöe baasil energia tootmine, siis 30 aasta pärast on eeldatavasti peamised energiasursid päikeseenergia, biokütus ja jätkuvalt kivisüsi.

Jätkusuutlikkuse negatiivsed faktoriid, näiteks puudus vabast maapinnast, fossiilkütuste piiratus, inimkonna kasv, toidupuudus, veepuudus mõjutavad ka üksteist negatiivselt. Kui populatsioon kasvab, kasvab ka puhta vee ja toidupuudus, ning vastupidi.

MIDA TOOB JÄTKUSUUTLIKKUS JA SELLEGA SEOTUD SUUNDUMUSTE MUUTUMINE ETTEVÕTETELE?

Ettevõtja peab arvestama, et:

- valitsused subsideerivad jätkusuutlikku ja energiasäästlikku tootmist ja tooteid. Näiteks 2006. aastal hakkas Euroopa Liit toetama farmereid, et need toodaksid õliseemet, Lõuna-Aafrikas subsideerib riigi omanduses olev tööstusettevõtte Eskom lõpp-tarbijaid, kes ostavad endale nende toodetud säästlikke elektriaparaate, 2004. aasta oktoobris andis Euroopa Komisjon Rootsi valitsusele rohelise tule vähendada nende ettevõtjate makse, kes võtavad ette arvestatavaid keskkonnanahoiu ja energiasäästu meetmeid. Teisalt on üha enam neid valitsusi, kes rakendavad energiamakse ning jätkusuutlikud ettevõtjad võivad saada nendest maksudest vastustuse;

- peale igal aastal esitatavate tegevus- ja finantsaruannete peab üha rohkem ettevõtteid esitama aruandeid ka selle kohta, kuidas nad panustavad jätkusuutlikkuse arengusse. See on mitmel pool juba suundumuseks saanud ning mõnes riigis ka kohustuslikuks muudetud. Nii nõuavad Apple'i osanikud, kelle seas on ka New Yorgi linn ja Green Century Equity Fund, firmalt keskkonnanaruandeid. Suurbritannias on suurematele ettevõtetele tehtud kohustuslikuks esitada tegevus- ja finantsaruandeid, kus on kirjeldatud, kuidas ettevõtte kavatseb optimeerida tootmisprotsesse ning vähendada tulevikus mõju ühiskonnale ja keskkonnale;
- tekivad n-ö rohelised ametikohad, näiteks jätkusuutlikkuse direktor;
- valitsused algatavad selles valdkonnas üha enam projekte;
- roheline hankemenetlus – lisanduvad täiendavad keskkonnanõuded;
- innovatsiooni fookustamine;
- tekivad jätkusuutlikud ja omavahel konkureerivad linnad ning sellega kaasnev PR (suhtekorraldus). Näiteks Stockholm peab ennast rohelisemaks kui Kopenhaagen, ja vastupidi.
- tekivad nn ökotarbijad, kes teevad oma ostud keskkonnateadlikkuse põhjal. Sellest tulenevalt on tarbija üha enam huvitatud läbipaistvusest, näiteks sellest, kust üks või teine toode on pärit, kes ja kuidas seda tootis;
- meedia otsib häid ja halbu ettevõtteid. Keskkonnasõbraliku ja jätkusuutliku tootmise korral võid saada tasuta positiivset meediatähelepanu. Kui oled oma tegevusega kellelegi kahju teinud, võib meedia sulle musta märgi külge panna;
- investeerijad on üha enam huvitatud sellest, et ettevõtteid, kuhu investeeritakse, oleksid eetilised või et investeringud infrastruktuuri ei teeks kahju ümbritsevale keskkonnale.

MILLISED ON JÄTKUSUUTLIKKUSEGA SEOTUD PIKAJALISED TRENDID?

Jätkusuutlikkusega seoses on ette näha, et:

- prügi peab kaduma. Näiteks Rootsis ei ole enam prügimägesid ja seepärast tuleb jäätmed sajaprotsendiliselt taaskasutada;
- kõike mõõdetakse;
- maailma rahvastik kasvab üha aeglasemalt;
- toimub individualiseerumine ja spetsialiseerumine;
- arenevad uued tehnoloogiad ja kasvab uuenduslikkus;
- ühelt poolt toimub globaliseerumine (üha enam on rahvusvahelisi lepinguid ja institutsioone ning võrgustikke), teisalt aga deglobaliseerumine. Energiaallikate piiratud töttu reistatakse vähem ja üha enam tuntakse huvi oma piirkonna vastu;
- tervis ja keskkond muutuvad keskselt teemadeks;
- linnastumine.

KUIDAS ETTEVÕTTED JÄTKUSUUTLIKKUSEGA TEGELEVAD?

Jätkusuutlikkus ei tähenda ettevõtte jaoks mitte üksnes kohustust või teatavat vastutust, vaid ka võimalust. Mõningad näited selle kohta on toodud allpool.

Google algatas 2. oktoobril 2008.

aastal kampaania "Nelja triljoni dollari plaan" (*Four Trillion Dollar Plan*), mille sõnum on lõpetada aastaks 2030 USA-s fossiilkütuste kasutamine. (Google'i visiooni kohaselt ei toodeta 2030. aastal USA-s elektrit mitte õlist ja kivisöest, vaid tuulest ja geotermalenergiast, maagaasi kasutamine väheneb praegusega võrreldes poole võrra. Tänu tõhusale kasutamisele kulub energiat kolmandiku võrra vähem kui praegu, 90% autodest, mis müüakse aastal 2030, on hübriidautod. CO₂-heide atmosfääri väheneb 48%. Ambitsioonika plaani elluviimiseks kuluks 4,4 triljonit dollarit, kuid see tasuks ennast ära 5,4 triljoni suuruse säästu näol.) Selle grandioosse plaaniga on Google pälvinud erakordset tähelepanu, mis kindlasti aitab jõuda ka äriliste eesmärkideni, kuna Google'i äri toimibki inimeste kaudu.

Rootsi firma Dem collective ühendab kahe rootslanna ideed. Töötanud koos ühes rõivafirmas said nad aru, et ettevõtte ei pööra piisavalt tähelepanu jätkusuutlikkuse küsimustele. Nad löid oma ettevõtte, asutasid oma puuvillafarmi ja

alustasid tootmist Sri Lankas, kusjuures töötasu ei makstud kohalikele mitte turuhinnast lähtudes, vaid arvestades seda, kui palju läheb vaja normaalseks äraelamiseks. Sellega seoses said nad suure tähelepanu osaliseks.

IKEA otsustas 2008. aasta augustis hakata tootma ja müüma päikesepaneelid miljonite inimesteni. Kui maailmas on miljoneid kodumajapidamisi, kellel on juba IKEA riiul või öökapp, siis miks ei võiks neil olla ka päikesepaneel.

Kui TOYOTA hakkas omal ajal tegelema PRIUS-e projektiga, ei osatud arvata, et see hakkab mõjutama tootvat tervikuna. TOYOTA võib ju toota ka maastikuautosid ja priiskavaid limusiine, kuid PRIUS-e efekti tõttu on ta säilitanud keskkonnasõbraliku ettevõtte imago.

Ekspordi Akadeemia korraldamist rahastab Ettevõtluse Arendamise Sihtasutuse Teadmiste ja oskuste arenguprogrammi raames Euroopa Sotsiaalfond.



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

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

MÄRTS

- 05.03.2009 Vundamendid, põrandad ja põrandakatted. Põrandate kvaliteedinõuded
- 19.03.2009 Hooneakustika ja heliisolatsioon

APRILL

- 02.04.2009 Seminar toimub ehitusmessil Eesti Ehitab 2009. (tasuta)
- 23.04.2009 Sisekliima ja ventilatsioon

MAI

- 07.05.2009 Niiskus ja hüdroisolatsioon ehitistes. Niisked ruumid
- 14.05.2009 Ehitiste renoveerimine ja restaureerimine. Ökoloogiline ehitamine

Keskkonnakultuurist kultuurikeskkonnas

SUURTOOTMISE JA KÕRGKULTUURI VASTUOLU RAIKKÜLAS ON VÄLDITAV

REIN EINASTO

Eesti Paeliit

Tallinna Tehnikakõrgkooli professor

TÄNAPÄEVA MAAILM on inimkonna senise ajaloo suurimate muutuste küüsis. Üleilmne ebasäästlik ja jätkusuutmatu turumajandus on üleminemas suutlikumale, milleks teadlased on pakkunud ÕKOSOTSIAALSE TURUMAJANDUSE (eeldus on tugev riik). Seda muutust peavad arvestama ka kõik omavalitsused väikeses kõrge koolitustasemega Eestis.

Avaliku arutelu alla on sattunud ka Eestimaa loopealsete südaalal asuva Raikküla Seakasvatuse OÜ **Luuka seafarmi** rekonstrueerimine. Arutamiseks esitatud OÜ ELLE koostatud keskkonnamõju hindamise (KMH) programmis jääb mõndagi vajaka ning mõneti sellest tulenevad ka **eksitavad järeldused keskkonnauuringute mittevajalikkusest** vallavalitsuse korralduses (8. detsember 2008, nr 249). KMH programmis on mitmeid tõsiseid puudusi.

1. Arvestamata on **piirkonna looduslikud ja maastikulised eripärad**. Lipametsa – Raikküla PAEKÕVIKU LOOPEALSE olemasolust tulenevad loodusega seotud lisanõuded majandusarengule on selgelt kirjas Raikküla valla arengukavas aastani 2012: “Raikküla valla territoorium kuulub **õhukese pinnakatte ja karsti laialdase leviku tõttu looduslikult kaitsmata** või nõrgalt kaitsitud põhjaveega alade hulka.” Loopealsed on Eesti paemaastike omapära, mida on tunnustatud ka rahvusvaheliselt. Avatud karstistunud lõhede süsteem võimaldab sademetel, samuti reoveel neelduda ülemisse põhjaveekihti, mistõttu loopealseil on ette nähtud vaid tavapärane majandustegevus – mahepõllundus, lambakasvatus, väiketootmine. Teisalt pole arvestatud, et naabruses, kahel pool nimetatud paekõvikut, laiub Vigala ja Kuusiku



Muinsuskaitse alla võetud Raikküla mõisa aitkuivati Eesti pikima võlvkaaristu sammastega on ehitatud Raikküla lademe õhukese kihilisest lubjakivist

Foto: Rein Einasto

jõe paksema savimoreense pinnakattega madalam orulamm, kus põhjaveesi on looduslikult kaitsitud vettpidava moreeniga. Alternatiivse võimalusena oleks see tulevase seafarmi asukohtaks looduslikult sobivam.

2. Arvestamata on ka **piirkonna pärandkultuurimaastikuline omapära**: tiheasustus paekõvikul, terviklikult säilinud mõisasüda abihoonetega, uued elu- ja haldushooned, kool, mõisa vanad põllumaad ning Raela ja Kaigepere ridaküla piki paeplatoo serva madalama heinamaa või lodumetsa piiril, Luuka sigalast vähem kui 1 km kaugusel, kus talukaevud toituvad ülemisest põhjavee horisondist ning on seetõttu eriti ohustatud praegusest reljeefis kõrgemal asuvast, väga õhukese pinnakattega põllumassiivi keskele kolhoosikorra ajal keskkonnanõudeid eirates võõrkehana rajatud sigala reostusest. Need tiheasustuspriirkonnad on KMH programmi käsitlestest kõrvale jäetud,

ehkki eesmärgi püstitades on selline siht seatud.

3. **Käsitlemata on sisulised alternatiivsed võimalused** suurtootmise paiknemiseks keskkonnaga harmoonilises kooskõlas lähinaabruses või kaugemal, lähtudes tänapäeva keskkonnanõuetest ja Euroopa Liidu Ärhusi konventsioonis sõnastatud **inimese õigusest elada puhtas keskkonnas**. Võõrastavalt ühekiilne ja ebaprofessionaalne on piirduda keskkonnamõju hindamisel vaid suurfarmi maa-alaga, kaasamata analüüsi loopealsest ja pärandkultuurimaastikust tulenevaid erinevusi. Keskkonnauuringud on loopealsel ja ümbritsevatel aladel hädavajalikud ning need peavad hõlmama kogu võimaliku keskkonnamõju piirkonda kuni paeplatoo serval paiknevate Raela ja Kaigepere ridaküla talude ni, samuti võimalikke alternatiivseid alasid paksema pinnakattega vööndis ümber paeplatoo.

4. Käsitlemata on vajalikud **hinna-gud juurdepääsuteedele**, kasvava liikluse mõjule praegustel ja alternatiivsetel teedel. Nõukogude ajal läbi mõisapargi rajatud käänuline tee ei saa olla põhiteeks farmi juurde, sest seab ohtu kõrval asuva muinsuskaitsealuse paekivist sammaskaaristuga aidahoone, mis raskete veokite vibratsioonist tingituna on juba tee poole viltu vajunud. Pärandkultuurilise mõisakompleksi taastamisel tuleb suure koormusega teed pargivööndist väljapoole viia.

Pakutud reostusvastased meetmed tulevases suurfarmis (näiteks lähai-su leviku peatamiseks ja virtsa põhjavekke sattumise tõkestamiseks) ei erine põhimõtteliselt senisest praktikast ega saa olla piisavalt veenvaks garantiiks keskkonnareostuse vastu, näiteks haisugaaside hajutamine kõrge korstna kaudu. Täiesti puuduvad **programmist soovitud loopealsetel leviva avatud karstilõhede süsteemi nõutekohaseks isoleerimiseks veekindla savikihi moodustamise teel kogu farmi maa-alale**. Sellised kaitsemeetmed on riskide vähendamiseks möödapääsmatud, kuid muudavad vajalikud investeringud kokkuvõttes ikkagi ebapiisavaks ning seoses nõuete karmistumisega lähitulevikus toovad kaasa vajaduse keskkonnakaitseks lubamatusse kohta ehitatud farm maastikuliselt sobivamale alale ümber kolida.

MAHELOOMAPIDAMINE ON JUBA ÜLEHOMME LOOMAKASVATUSE TÄNAPÄEV

Mahepõllundus on meie tavamõtlemiseski iseenesestmõistetavaks saamas. Loomakasvatuses kahjuks veel mitte. Hiljutised loomade massilised hukkamised, kus taudide tõttu oldi maailmas sunnitud hävitama milijoneid elusid



Tutvumine Raikküla lademe kohaliku ehituslubjakivi (ülal) ja ehitusdolokivi (all) piirikihtide läbilõikega äsja avatud Lipametsa (Lubjajaani) karjääris

Foto: Elle Jõesoo

(puhtakujuline ökotsiid), on teadlasi, tootjaid ja majandusjuhte viinud n-ö allakäigutrepist üles – konservatiivsema elulaadi suunas, mis tähendab üleminekut jätkusuutmatult vabaturu-majanduselt **ökosotsiaalsele turumajandusele**. Raplamaal võiks **Raikküla vald pakkuda eeskuju mahemajanduse, looduslähedase elulaadi ja kõrgkultuuri harmooniliseks sulandumiseks ühtseks eesti maakultuuriks**. Sellise keskkonnaharmonia jaoks on just Raikküla pärandkultuurimaastikul erakordselt tänuväärased looduslikud, majanduslikud ja süvakultuurilised eeldused. Raikküla Seakasvatuse OÜ saaks Luuka seafarmi rekonstrueerimisel astuda selles suunas olulise sammu. Diskuteeritavas arendustegevuses on ettevaatavam juba praegu võtta suund alternatiivsetele aladele ja hajutada suurtootmist väiksemate farmidena inimasustusest eemal, looduslähedases

kultuurimaastikus, nii et kõik loomad saaksid karjamaal päikese all ringi liikuda. Vanglalähedases vägivaldses tehiskeskkonnas kasvanud loomade liha kvaliteet ei vasta lähitulevikus enam turu nõudmistele, eriti ülehomses Eestis ja Euroopa Liidus. Ühe sobiva koha farmi jaoks võiks leida Allikalt läände jäävast taludeta uudismaapiirkonnast. Vigala jõe laiadel moreenkatttega luh-tadel saaks läga keskkonnasõbralikult kasutada põlluväetisena farmi vahetus naabruses.

Seega ei ole esitatud KMH programm oluliste täiendusteta vastuvõetav ning vajab eespool toodud põhjenduste vaimus tõsist ümbertegemist. Pealegi on juba enne keskkonnamõju hindamist hädavajalikud **komplekssed keskkonnauuringud**, mis vastavad homse Eesti vajadustele, eriti pinnaste, karstinähtuste ja põhjavee hetkeseisu ja tuleviku silmas pidades. Ainult siis, kui on tagatud kooskõla säästva mahemajanduse ja mitmetahulise vaimukultuuriga, on paekõvikule rajatud Raikküla mõisal, seda ümbritseval pärandkultuurimaastikul, looduslikul keskkonnal (Pakamägi), Raela, Kaigepere, Lipa ja veel teistel küladel ning korrastatud mõisasüdamel eeldusi kujuneda kiiresti arenevaks turismi- ja kõrgkultuurikeskuseks, kus on püsiv paekspositsioon, suur raamatukogu, hooldatud park ja vanale toetuv uus külakultuur. Sellest võiks kujundada õpetlik mudelmaastik kogu Eesti ning miks mitte ka kogu uueneva Euroopa jaoks.



PARIMA VÕIMALIKU TEHNIKA KINDLAKSMÄÄRAMISE ALUSED KESKKONNAÕIGUSES

KAIDO KÜNNAPAS

Tartu Ülikooli õigusteaduskonna magistrant

Saastaja maksab on keskkonnaõiguse üks juhtivaid ning vanemaid põhimõtteid, mille kohaselt peab keskkonna saastaja kandma oma kahjulikust tegevusest tulenevad kulutused. Oluline ennetav saastekontrolli vahend, mille kaudu toimetatakse saastamisega seotud kulutuste õiglast jaotust, on parima võimaliku tehnika (ingl k *Best Available Techniques*, BAT) kasutamise nõue.

Euroopa tasandil reguleeris vaadeldavat valdkonda kuni 2008. aastani saastuse kompleksse kontrolli ja vältimise kohta käiv IPPC direktiiv 96/61/EÜ, mida muudeti Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiviga 2008/1/EÜ. Selle idee kohaselt peab saastaja kasutama tootmises ja oma tegevuses laiemalt keskkonna seisukohast tõhusaimat ajakohast tehnikat, mille kasutamist on võimalik nõuda. See ei viita ainult käitises kasutatavale tehnoloogiale, vaid ka viisile, kuidas käitis on projekteeritud ning ehitatud, kuidas see töötab ja püsib, seega käitise seotud tegevustele selle loomisest kuni lõpetamiseni [1]. Tegemist on ettevaatusel põhineva meetmega, mis on suunatud negatiivse keskkonnamõju vähendamisele või ärahoidmisele, mitte tagajärgede likvideerimisele.

BAT-regulatsiooni rakendamiseks koostab Seville asuv Euroopa IPPC Büroo tehnilisi kirjeldusi ehk BREF-e (*Best Available Techniques Reference Documents*) selle kohta, millised võiksid olla parimad võimalikud tehnikad konkreetses valdkonnades. Kuna tegemist on väga mahukate ning valdkonnaspetsiifiliste ettekirjutustega, mis ei ole kohustuslikud, oleks ilmselt vaja välja töötada BAT-i kindlaksmääramise üldreeglid, et muuta see menetlus laialdasemalt arusaadavaks ja rakendatavaks.

Suurbritannias on selleks koostatud üldised juhendid [2], mille kohaselt tuleks analüüs jaotada kolmeks etapiks:

parima tehnika tehniliste võimaluste tuvastamine, keskkonnamõju hindamine ning majanduslike kaalutluste käsitlemine. Siinjuures tuleb tähele panna asjaolu, et BAT-regulatsioon sisaldub saastuse kompleksse vältimise ja kontrolli kohta käivas direktiivis. Artikli autor peab siin silmas direktiivis positiiveeritud fakti, et saastuse kandmine keskkonna ühest sfäärist teise (näiteks õhust pinnasesse) ei ole saastuse vähendamise, vaid selle ümberpaigutamise. Just seetõttu läheb vaja *integreeritud*, direktiivi pealkirja kohaselt *kompleksset* ehk *kogu* keskkonda hõlmavat saastuse vältimist ja kontrollimist. Seda tuleb silmas pidada kogu BAT-i kindlakstegemise menetluse käigus.

TEHNILISTE VÕIMALUSTE TUVASTAMINE

Parima tehnika otsinguid alustades tuleb kõigepealt välja selgitada kõik selles valdkonnas kasutatavad ajakohased tehnikad, mis esmapilgul võiksid saastust vähendada või seda hoopis vältida ning millest saaks põhimõtteliselt lähendada heite piirväärtuse kindlaksmääramisel, nagu seda nõuab IPPC direktiivi 2008/1/EÜ art 2 p 12. Arendatava tehnika levimise juures on oma roll ka Euroopa Komisjonil, kes peab vastavalt IPPC direktiivi art 17 p-le 2 korraldama liikmesriikide ja asjaomaste tööstusharude vahelist teabevahetust.

Tehnika valiku puhul tuleb vastata ka küsimusele, kas operaatoril on üldse võimalik valitud tehnikat omandada. See küsimus kerkib eelkõige juhul, kui on tegemist väga uue tehnilise lahendusega või kui tootja asub mõnes kaugemas regioonis, näiteks Ameerika Ühendriikides või Hiinas. Selles küsimuses on Suurbritannia apellatsioonikohus tähtsustanud riigisekretäri üldisi juhendeid, mille kohaselt ei pea tehnika olema laialdaselt kasutatav. See võib

olla veel arengu- või katsejärgus, eeldusel, et käitisel on luba seda kasutada [3]. Silmas tuleb pidada kindlasti seda, kas sellekohane luba on antud, kuna alles arengujärgus tehnoloogia pole nii turvaline kui juba tootmises kasutatud.

Kui võimalikud tehnilised lahendused on kindlaks tehtud, siis tuleb neid omavahel võrrelda, et saaks jätta kõrvalle need lahendused, mille kasutamine ei vastaks ilmselgelt BAT-regulatsiooni mõttele – minimeerida üldist mõju keskkonnale. Sfääridevahelise mõju (ingl k *cross-media effects*) arvestamise kohustuse sätestab IPPC direktiivi põhiidee – keskkonna *integreeritud* kaitse. Tehnika, mis väga tõhusalt vähendab saasteallikate mõju keskkonna ühes sfääris (näiteks veekeskkonnas), kuid viib seetõttu teise sfääri (näiteks mullastikku) mitmeid kordi rohkem saastet, ei saa olla *parim* [4]. Sellise tehnika kasutamine peab olema välistatud.

BAT-i kasutuselevõtu aja arvestamise soovitus tuleneb IPPC direktiivi IV lisa p-st 8, mille kohaselt tuleb parimat tehnikat valides arvestada ka seda, et selle kasutuselevõtuks kuluv aeg oleks mõistlik. Uued tehnoloogiad võivad küll olla säästlikumad, kuid sageli võib liiga pikk paigaldus- ja tarneaeg muuta nende kasutamise nõutavuse käitaja suhtes ebaproportsionaalselt koormavaks.

KESKKONNAALANE HINDAMINE

Kui BAT-ile vastavad potentsiaalsed tehnikad on identifitseeritud, tuleb välja selgitada võimalik mõju keskkonnale, määraes kindlaks selle hulga ja intensiivsuse. Hindamisel peaks välja selgitama tehnika suuremad eelised ja puudused. Arvestama peab IPPC direktiivi IV lisas nimetatud tegureid ning tähelepanu tuleb pöörata direktiivi III lisas nimetatud põhilistele saasteainetele, mille vältimisele on Euroopa Liidus

pööratud suuremat tähelepanu.

Välja tuleb selgitada nii otsene kui kaudne mõju keskkonnale, eelkõige inimestele, loomastikule ja taimestikule; pinnasele, veele, õhule, kliimale, maastikule ja kultuuripärandile; materiaalsele omandile, mugavustele ning muule keskkonna õiguspärasest kasutamisest saadavale kasutuseelisele, samuti nende tegurite omavahelised seosed ja koostoimest tekkivad võimalikud mõjutused [5].

Hindamise eesmärki käsitledes võib kerkida ka küsimus, kas emissiooni piiridesse jääv tehnika on automaatselt parim ning vabastab käitaja kohustusest kasutada tegelikult parimat kättesaadavat tehnoloogiat. Sellele küsimusele tuleb vastata eitavalt. Vastavalt IPPC direktiivi art 2 p-le 11 on "parim võimalik tehnika kõige tõhusam ja arenenum tegevus ja selle rakendusviisid, mis näitab teatava tehnika praktilist sobivust heite piirväärtuste määramise põhimõtte loomiseks /.../". BAT annab aluse heite piirmäära kehtestamiseks, mitte vastupidi. Esmapilgul tundub see kõrge standard olevat vastuolus õiguskindluse ning õiguspärase ootuse põhimõttega, kuid on kooskõlas Euroopa Liidu keskkonnaõiguses kehtiva kaitsuse kõrge taseme põhimõttega. Seda seisukohta toetab ka Euroopa Ühenduse asutamislepingu art 95 lg 3: "Tervishoidu, ohutust, keskkonnakaitset ja tarbijakaitset käsitlevates ettepanekutes võtab komisjon aluseks kaitsuse kõrge taseme, eriti võttes arvesse kõiki uusi teaduslikel faktidel põhinevaid suundumusi."

Keskkonnavalitsusele hindamisele kuuluvad tegurid võib jaotada nelja gruppi:

- a) jäätmete liik ja hulk – võimaluste valikul peab hindama tootmise käigus tekkivate jäätmete kogust, samuti jäätmekäitluse vältimise võimalusi jäätmekäitluse vältimise või hävitamise teel [6]. Vastavalt IPPC direktiivi IV lisale tuleb arvestada järgmisi faktoreid: jäätmekäitluse tehnoloogia kasutamine (p 1), vähem ohtlike ainete kasutamine (p 2), ainete ning jäätmekäitluse taaskasutamine (p 3), heite laad, mõju ja kogus (p 6);
- b) õnnetusjuhtumite risk ja oht – IPPC direktiivi IV lisa p 11 seab üheks hindamispunktiks ka õnnetusjuhtumite vältimise ning nendega kaasnevate keskkonnoahtude ja -riskide minimeerimise võimaluse. Eesmärk on välja selgitada, millist tehnikat on

turvaline kasutada ka ootamatu õnnetusjuhtumi korral kas tootmises või näiteks ohtlike jäätmekäitluse hoidmisel. Alles arengujärgus, tootmismahtu poolest tõhusate tehnikate puhul on keskkonnakahju tekkimise risk üldjuhul suurem, kuna katsetused pole näidanud kätte nõrku kohti, mis võiksid realiseerudes kahju tekitada.

Siin võiks kõne alla tulla ka uudne nanotehnoloogia, mille kasutusala võib ulatuda praepanni teflonkatte asendajast kuni inimkehas haigusi ravivate nanorobotiteni. Nagu näha, on nende kasutusala tulevikus mõõtmatu lai ning ilmselt ka tõhus. Teisalt pole jõutud selgusele, millised riskid selle tehnikaga kaasnevad, mistõttu tuleks seda pidada BAT-i kindlaksmääramisel tähtsaks analüüsi punktiks;

- c) kasutatava toorme mõju – vastavalt IPPC direktiivi 2008/1/EÜ IV lisa p-le 9 tuleb BAT-i määramisel arvestada kasutatava toorme (sealhulgas vesi) tarbimist ja laadi ning selle energiatõhusust (energeetilist kasutegurit). See nõue tuleneb peamiselt säästva arengu põhimõttest, mis seab eesmärgiks tagada inimestele nii täna kui ka tulevikus kõrge elukvaliteet ning turvaline ja puhas elukeskkond (nn põlvkondadevaheline õiglus). Energiatõhususe arvestamise näol ei ole tegemist ainult ühe Euroopa Liidu prioriteediga. Näiteks on ka suurriikide ühendus G8 selle oma *Glennagles-i* programmi võtnud;
- d) tehnika asukoht – kohalikest keskkonnateguritest vääriksid tähelepanu järgmised: ala kasutuskord, sihtotstarve; liikiderohkus, loodusvarade kvaliteet ja taastumisvõime; keskkonna tundlikkus; keskkonna absorptsioonivõime.

MAJANDUSLIKU OTSTARBEKUSE HINDAMINE

Kaks eelmist hindamisetappi (tehniliste võimaluste tuvastamine ja keskkonnavalitsuse hindamine) aitasid kindlaksmäärata objektiivselt parimat tehnikat, mis oleks kõige soodsam keskkonna säästmiseks. Teatavasti on aga uued ja alles arendamisjärgus tehnoloogiad sageli väga kallid ning ettevõtjatele seetõttu kättesaamatud. Majandusliku otstarbekuse hindamisel tuleb lähtuda IPPC direktiivi art 2 p-st 11, mis sätestab: "Tehnika /.../, mille kasutamine on kulunud ka eeliseid arvesse võttes majanduslikult

ja tehniliselt otstarbekas /.../". Siin antakse vastus parima võimaliku tehnika mõiste ühe koostisosa, *võimalikkuse* kriteeriumile majanduslikust aspektist. Piltlikult öeldes võiks seda proportsionaalsuse testi etappi nimetada ettevõtja päästerõngaks, kus kaalukausil on kaks vastassuunalist huvi – käitaja kulutused ja tulu keskkonnale.

Kuluanalüüsi puhul tuleks analüüsida kahte liiki kulusid – käitamise- ehk tootmiskulusid ning üldisi kogukulusid. Kulude puhul tuleb arvestada ka kokkuhoidu, mis saadakse näiteks kallima, kuid tõhusama tootmise korral [7]. Juhul kui tootmises kasutatakse küll kallimat, kuid puhtamat ning suure energeetilise kasuteguriga toorainet, millest tekib märksa vähem jäätmekäitluskulud väiksemad, siis tuleb seda arvesse võtta.

Küsimusi tekitab see, kas majandusliku võimalikkuse hindamisel tuleb arvestada konkreetse käitaja majanduslikku olukorda (subjektiivne) või vastava sektori üldist võimekust (objektiivne). Artikli autori ning ka Suurbritannias valitseva seisukoha järgi on majanduslik hindamine objektiivne, mitte subjektiivne, mistõttu ei tohiks lähtuda konkreetse ettevõtja majanduslikust olukorrast. Seda toetab asjaolu, et heite piirväärtused kehtivad üldjuhul kõikide jaoks ühtmoodi. Kuna IPPS direktiivi art 2 p-st 11 nähtub, et BAT ning heite piirväärtused on seotud, siis ei tohiks need selle sätte mõtte kohaselt üksteisest oluliselt erineda. Juhul kui kasutada subjektiivset hindamist, saaks mõne majanduslikult vähem võimeka ettevõtte puhul kasutada suhteliselt madala standardiga BAT-i, mis kindlasti ei järgi kõrgetasemelise kaitsuse põhimõtet. Ning vastupidi, sektori jõukatele ettevõtjatele kõrgemate nõuete kehtestamine võib olla ettevõtlusvabaduse ja konkurentsi alusetu piiramine. Erandeid võiks teha vaid siis, kui kulu/tulu tasakaal on turusektori keskmisest erinev tulenevalt kohaliku keskkonna või tehnika eripäradest, näiteks mõjutustele väga vastupanuvõimelise looduskeskkonna korral.

LÖPPSÕNAKS

Kuigi Euroopa IPPC Büroo üritab BAT-i mõiste sisustamisele anda BREF-ide kaudu ühist suunda, siis tegelikkuses on need väga tehnilised ja lisaks veel mittekohustuslikud juhised, mille

järgimine on liikmesriigiti lünklik ja ebaühtlane. Seetõttu on õigustatud üldisemate BAT-i rakendusreeglite väljatöötamine. Eespool käsitletud kolmes hindamisfaasis tuleks alati silmas pida-da seda, et BAT-i kindlaksmääramisel tuleb keskkonda vaadelda kui tervikut, mille kaitse peab olema *integreeritud*. Kindalasti ei saa BAT olla pelgalt parim tehnoloogiliselt kättesaadav lahendus, kuna käitajate jaoks oleks see ilmselt ebaproportsionaalselt kulukas nõue. Siinkohal tsiteeriksin keskkonnateadlast Frank Farrelli: "Parim võimalik tehnika ei ole lihtsalt parim parimast – see peab olema õigustatud." [8]

Viidatud allikad

1. Questions and Answers on the Commission's proposal for the revision of industrial emissions legislation in the EU. 21.12.2007, Brüssel. – <http://europa.eu>, 13.11.2008.
2. Environmental Permitting Guidance for the Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Directive. For the Environmental Permitting (England and Wales) Regulations 2007. Lk 16. – <http://www.defra.gov.uk/environment/epp/guidance.htm>, 13.11.2008.
3. Wilde, M. Best Available Techniques (BAT) and Coal-fired Power Stations: Can the Energy Gap be Plugged Without Increasing Emissions? – Journal of Environmental Law, nr 20, 2008. Lk 100.
4. Wilde, M. Best Available Techniques (BAT) and Coal-fired Power Stations: Can the Energy Gap be Plugged Without Increasing Emissions? – Lk 100.
5. PPCSGN3 – Determining BAT for Part B Activities. Scottish Environment Protection Agency. Lk 4. – http://www.sepa.org.uk/pdf/ppc/guidance/ppcsgn3_bat.pdf, 13.11.2008.
6. Environmental Permitting Guidance for the Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Directive. Lk 18.
7. Environmental Permitting Guidance for the Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Directive. Lk 19.
8. Farrell, F. BATs and BREFs. Support for the Further Approximation of Croatian Legislation with the Environmental Aquis. – <http://www.seuela.hr>, 15.11.2008.

EUROOPA ROHEKORIDOR LÄBIB KA EESTI

HARRI TREIAL

PÄRAST RAUDSE eesriide langemist 9. detsembril 1989 korraldas Saksamaa valitsusväline organisatsioon *Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland* seminari, kus tutvustati rohekoridori ideed. Avaldati resolutsioon, kus kutsuti üles investeerima loodushoidu ja moodustama kaitsealasid endise raudse eesriide tagustes piirkondades Saksamaal ja mujal Kesk-Euroopas. Seda ideed toetas 1990. aastal ka Saksamaa keskkonnaminister prof dr Klaus Töpfer. Alates 1992. aastast on rohekoridoriga seotud projekte rahastanud Saksamaa föderaalne looduskaitseamet (GfN). 2002. aastal tuldi välja ideega moodustada Barentsi mere äärest algav ja lõunasse Musta mereni ulatuv 6800 km pikkune Euroopa Rohekoridor (*European Green Belt*, EGB). Võimalikult ürgloodust meenutav rohekoridor ühendaks 22 Euroopa riigi kaitsealasid ja oleks ühtlasi ökoloogiline ala, kus mitmed ohustatud imetajad (nt pruunkaru, Balkani ilves, mägikitsed) saaksid ühelt loodusaltl teisele liikuda. Euroopa Rohekoridor jaguneb kolmeks regiooniks: Baltoskandia, Kesk- ja Lõuna-Euroopa. Esimesse kuuluvad Skandinaavia riigid ning Eesti ja Läti. Leedu arvatakse paremini sobivat Kesk-Euroopa regiooni.

Suurt rahvusvahelist huvi äratanud ja paljude riikidega seotud ettevõtmise peamine toetaja on seni olnud Saksamaa föderaalvalitsus, koordinaatori rollis on rahvusvaheline looduskaitsealiit (*The International Union for Conservation of Nature*, IUCN). Tööd koordineerib Belgradis asuv IUCN-i Balkani regiooni keskus, kes püüab arvestada eelkõige inimtegevust, sotsiaal-majanduslikku ja kultuuriloolist mõõdet. IUCN-i eelkäija oli kuni 2008. aasta veebruarini maailma looduskaitsealiit (*The World Nature Conservation Union*). Eestis koordineerib tegevust Balti Keskkonnafond, kuid igas riigis on ka oma kontaktinstitutsioon. Eestis kureerib rohekoridori kujunemist Riiklik Looduskaitsekeskus.

Rohekoridori loomisel ja selle arendamisel teevad koostööd Eesti Maaülikool, Eesti Looduskaitse Selts (ELKS) ja MTÜ Läänerannik. Meil on Euroopa Rohekoridori väärt mõtte eestvadjaks algusest peale olnud Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudi maastikukorralduse ja loodushoiu professor Kalev Sepp. Teadusmehe tegevust on märgatud ka väljaspool Eestit. Mõni kuu tagasi Barcelonas toimunud maailma suurima loodus- ja keskkonnakaitseorganisatsiooni (IUCN) 60. aastapäeva kongressil valiti Kalev Sepp neljaks aastaks IUCN-i nõukogu liikmeks ja samaaegselt ka selle regionaalnõunikuks. Teadlase jaoks on see väga suur tunnustus. Rohekoridori ideest ja sellega seotud ettevõtmistest oli Kalev Sepp lahkelt nõus ka rääkima.

ROHEKORIDOR VÕIB EESTIS KAHEKS HARGNEDA

Rohekoridori marsruut suunaga põhjast lõunasse pole valitud meelevaldselt. Rohekoridor kulgeb mööda kunagise raudse eesriide rada. Viimase puhul polnud tegu demokraatliku riigi tavaliise riigipiiriga, vaid üsna laia asustamata alaga, kus tavainimesed ei tohtinud elada ega liikuda. Seda tsivilisatsioonist enam kui 50 aastat puutumata ala soovitaksegi rakendada loodushoiu vankri ette ning moodustada sellest looduskaitseala arekestega ahel.

Kuigi NSV Liidu raudsed piirid on teada, on Balti riikides ja Poolas rohekoridori suuna valikuks mitmeid võimalusi. Kalev Sepp rääkis, et loogiliselt peaks rohevööndi piir kulgema piki rannikut. Mäletatakse ju veel seda, et võõrvõim ei lubanud isegi mitte mere lähedale minna. Sinna suunduvate teede ja radade ääres olid edasiminekut keelavad ja piiritsoonist teadustavad sildid. Teed olid tõkestatud ka kraavidega, rääkimata okastraataiast ning mitme meetri laiusest rehitsetud rannaliiva-

ribast. Just nii moodustuski inimtegevusest täielikult puutumatu ala. Eestis võiks see piir minna ka läbi Kesk-Eesti, kus oli samuti terve hulk tavakodaniku le suletud asulasid ja polügoone. Siis kulgeks rohekoridor Lahemaa rahvuspargist Kõrvemaa maastikukaitsealale, edasi Soomaa rahvusparki, sealt Nigula looduskaitsealale, kust see võiks võtta suuna Läti.

Parimaks peetakse rohevööndi kulgemist mööda Põhja-Eesti rannikut. Kunagises okupatsioonivägede valvatud militaartsoonis meenutaks see rohkem raudset eesriiet ja poleks vaesem ka looduskaitsealade poolest. Mandrilt jõuab rohekoridori piir saartele, Sõrve poolsaarelt jätkub see Kuramaale ning edasi mööda Läti ja Leedu rannikut lõunasse. Piki rannajoont minev rohekoridor hõlmaks ka mitmeid sõjaväest puutumata kunagisi keelualasid. Nii kuuluksid rohekoridori ka Osmussaar, Naissaar, Pakri poolsaar ja Harilaid, mis kõik on nüüd ka kaitsealad.

Samas selgitas Kalev Sepp, et meil on rohekoridori piiri kulgemist üsna pikalt arutatud, kuid ametlikku seisukohta pole välja öeldud. Pole ju keelatud ja seega võimatu, et Eesti territooriumile jõudes rohekoridor hargneb ning tekib koguni kaks marsruuti. Kesk-Eesti läbimisel kulgeks see „tänu okupatsioonile” samuti mööda suuri metsalagendikke ja soid, kuhu inimjal pole astunud. Samas tekib siiski küsimus, kas kõik need alad on jäänud inimtegevusest puutumata. Näiteks Puurmanni naabruses asunud polügoonile heitsid õppuste käigus mürske mitme tuhande kilomeetri kauguselt Siberist startinud pommitajad.

LOODUSHOID SEOSTATAKSE KA KULTUURIPÄRANDIGA

Rohekoridori idee pani kõigepealt teutsema Kesk-Euroopa riigid. Austrias, Slovakkias ja Ungaris võimegi juba näha rohekoridori tähistavaid viitasid. Rohekoridori ühe märksõnana mai-

nitakse piiriülest koostööd, seda nii loodushoiu kui ka kohalike omavalitsuste vahel. Kesk-Euroopas on seda juba edukalt rakendatud. Sealsed riigid on saanud Euroopa Liidu INTERREG-i programmist rohevööndi tegevuse arendamiseks toetusraha. Siin töi professor Kalev Sepp näiteks edukalt lõppenud interregionaalsed projektid, millega tagati abi saamine konkreetsetl piiriülese kaitseala moodustamiseks, loodushariduse ja -turismi arendami-



seks, samuti kohalike omavalitsuste koostöö laiendamiseks. Järgmiste samudena võib nimetada Baltoskandia ja Saksamaa ühistööna praegu koostatavat projekti, milles rohekoridori ala inventeerimine ei seostu samuti üksnes loodusega, vaid ka kultuuri- ja militaarpärandiga. Nii tuntakse suurt huvi vahetult mere ääres, kunagistel keelualadel asunud ja ka säilinud rannakülade vastu. Sellest lähtuvalt hakkabki rohelise koridori piir kulgema vinka-vonka, kuid see pole segav.

Rahastamisküsimuste lahendamiseni on tutvustavate trükiste ja teemakohase filmi tegemine ettevalmistamise järgus.

Kalev Sepp selgitas, et rohekoridori puhul on esmatähtis loodushoid ja nii ei kiputagi militaarrajatisi esimestena eksponeerima. Kuid aja kulgu ja olnud jäävad trükisõnast paremini meenutama füüsilised rajatised. Seetõttu peaks rannaala rohevööndisse jätma ka mõne vaatlustorni või rannapatarei asukoha, sidudes need puutumatu loodusega.

Rohekoridori olemasolu soodustab kindlasti loodusturismi arengut. Meil pole kõrgeid mägesid, kuid meie rohekoridori kuulub Soome

lahe järsk lõunakallas. Meie põhjarannikul on kümnete kilomeetrite kaupa paljandunud paekiviklinti, millist pole kuskil mujal. Küll ulatub pankrannik, kuigi enam mitte nii järsk, idas Venemaale ja läänes Rootsi. Meeldiv on see, et meil näitab loodusturismist huvitatute hulk juba praegu kiiret kasvu. On isegi arvatud, et peatselt võib maaomaniku jaoks olla kasulikum puude mahavõtmise asemel metsa külastele näidata ja turismitaluga tegelda.

Kindlasti annab Euroopa Rohekoridori arendamise uue tõuke selle aasta juulis Austria keskkonnaministeeriumi eestvõtmisel korraldatav üleeuroopaline rohekoridori teemaline näitus ja teadusseminar. Ekspositsiooni korraldamisel loovad kaasa kõik selle ideega liitunud riigid. Väljapane-kutest selgub, mil viisil on rohekoridori olemasolu soodustanud loodushoidu, kultuuripärandi säilimist ja kohaliku kogukonna elu.

Näitus võtab kokku seniajani tehtu ja tutvustab tulevikuplaane. Edasiseks tegevuseks andis kindlasti hoogu juurde mullune kohtumine Barcelonas, kus muu rõõmustava kõrval teatati, et Saksamaa jätkab Euroopa Rohekoridori rahastamist. Tegevusplaanid on paigas kuni aastani 2012 ning need sisaldavad piiriüleseid kaitsealasid, piiriülest koostööd, looduskaitset väljapool kaitsealasid ja kohalike kogukondade kaasamist. Eestis on praegu kogu tähelepanu interregionaalse projekti ettevalmistamisel. Selle edukusest sõltub ettevõtmiste rahaline toetus, seega ka töö ning selle tulemus.

POLLUTECIL ESITLETI ÜLE 200 UUDISTOOTE

EELMISE AASTA LÖPUS (2.–5. detsembrini) toimus Prantsusmaal, Lyonis, 23. korda keskkonnamess Pollutec. Prantsusmaa suurim keskkonnamess oli majanduses puhuvatele jahedatele tuultele vaatamata ka seekord eelmistel aastatel toimunutest suurem. Osales 2340 eksponenti (6% rohkem kui 2006. aastal), neist välismaiseid 675 (42 riigist): kõige rohkem Saksamaalt (177), Itaaliast (100) ja Belgiast (82). Rootsist oli neid 13, Soomest 8 ja Balti riikidest vaid üks Läti eksponent. Nelja päeva jooksu külastas messi üle 70 000 inimese. Uudistooteid oli Pollutecil üle 200, neist 62 esitleti maailmas esimest korda. Uusi rakendusi ja olemasolevate arendusi oli mitmest valdkonnast.

Messil hakkas silma **Jaapani** 400 m² suurune ühispaviljon, kus olid kohal nii suured firmad (sh *Hitachi*, *Kobelco*, *Nissan*, *Sharp*, *Winpro*), kui ka väikesi ettevõtteid esindav *NEDO* (*New Energy and Industrial Technology Development Organisation*). Paviljonis esitleti mitut uut keskkonnatoodet ja -tehnoloogiat ning tutvustati käimasolevaid keskkonnaprojekte. Põhirõhk oli innovaatilistel energia- ja tehnoloogiatel, suurt tähelepanu pöörati kasvuhoonetegaasiheite vähendamisele.

Panasonic tutvustas kodumajapidamisse mõeldud polümeerkütuseelemendil töötavat koostootmissüsteemi *ENE-FARM*, mis peaks tootmisse minema 2010. aastal (joonis 1). Süsteemi tööiga on 40 000 tundi ja kütuseelement peaks vastu pidama 10 aastat. Kuna elektrit toodetakse kohapeal, jääb ära energiakadu ülekandeliinides.

HITACHI esitles kütuseelemendil töö-



Joonis 1. Panasonicu kütuseelemendil töötav koostootmissüsteem sobib elektri ja sooja vee tootmiseks kodumajapidamisse Foto: Panasonic

tavat sõiduautot, millel on vesiniku saamiseks vedelaid orgaanilisi hüdriide kasutav, firmas välja töötatud suure energiatihedusega (83 Wh/kg) lameda kujuga liitumioonaku.

Mitchubishi demonstreeris uusi mikromorfseid tandem-tüüpi PV-mooduleid. Need on kahekihilised: mikrokristalne ränikelme on kantud amorfse räni kelme peale. Moodulid absorbeerivad nii ultraviolet-, nähtavat, kui ka infrapunakiirgust ning on tavalistest kristalse räni baasil valmistatud PV-moodulitest ca 10% tõhusamad.

RIOE (*The Research Institute for Organic Electronics, Yamagata Promotional Organization for Industrial Technology*) on välja töötanud orgaanilised elektroluminestsents-valgustuspaneelid (joonis 2), mille silmadele mugav valgusspekter on lähedane loomulikule valgusele. Valgustid, mis ei sisalda toksilisi aineid, nt elavhõbedat, on äratanud tähelepanu mitte üksnes oma lameda väliskuju vaid ka energiasäästlikkuse tõttu. Uued lambid on fluorestsentslampidest poole energiasäästlikumad.



Joonis 2. Lähitulevikus hakatakse tootma suuri ja tõhusaid orgaanilisi elektroluminestsents-valgustuspaneelid EI-Chandelier Foto: RIOE

Jaapani sordiaretusfirma **Sakata** esitles lemm-maltsaliste perekonda (*Impatiens*) kuuluvate lilledega *SunPatiens*[®] seotud uurimistööd. Uus-Guinea ja metsiku lemm-maltsa ristamisel saadud *SunPatiens*[®] talub väga hästi päikest, suurt kuumust ja niiskust ning sobib seetõttu hästi haljastamiseks kuuma ja niiske kliimaga piirkondadesse. Taime on edukalt katsetatud Ameerikas Florida ja Colorado linnade haljastamisel, ent ka mitmel pool Euroopas. *Sakata* uurimistulemused näitavad, et see taim on ka tõhus siseruumiõhu saastatuse vähendaja – ta absorbeerib õhus

leiduvaid, haige maja sündroomi põhjustavad formaldehüüde.

Prantuse firma Sinnoveg näitas Pollutecil looduslikku müratõket – tihedalt üksteise kõrvale istutatud puude (ka kokkupoogitud) tüvedest kujundatud seinu. Moodustuv tihe sein võib kasvada 6–8 m kõrguseks või isegi kõrgemaks (joonis 3).



Joonis 3. Sinnovegi looduslik müratõkkesein Foto: Sinnoveg

Rootsi firma Scania, mis on 20 aasta jooksul tootnud 600 etanoolil töötavat bussi, esitles samalaadseid linnaliiklusse sobivaid veoautosid, mida on kavas hakata tootma juba käesoleval aastal. Uute etanoolmootorite väljatöötamisel lähtuti Scania 9-liitristest diiselmootoritest. Mootorid vastavad EEV-standardile (*environmentally friendly vehicle* – keskkonnasõbralik sõiduk), mis on veidi karmim kui 2009. aasta sügisel kehtima hakkav heitgaasinorm Euro 5. Mootor võimsus on 201 kW ja pöördemoment 1200 Nm.

Poola paviljonis tutvustati 25 uut Poolas välja töötatud keskkonnatoodet ja -tehnoloogiat (veepuhastus, alternatiivkütused, õhu puhtus, säästlik ehitus, jäätmekäitlus, seireseadmed). Esitletud tooted ja tehnoloogiad on pärvinud rahvusvahelist tunnustust ning keskkonna- ja innovatsiooniuhindu.

Przemysłowej keemiainstituut on arendanud uue tehnoloogia polümeersete komposiitmaterjalide tootmiseks polükarbonaatmaterjalide jäätmetest, sh CD-plaatidest. Jäätmeid töödeldakse reaktiiv-



Joonis 4. Polükoarbonaatmaterjalide jäätmetest toodetud polümeerset komposiitmaterjali saab kasutada nt auto- ja elektroonikatööstuses ning elektrimaterjalide tootmisel

Foto: Przemyslowej keemiainstituut

ekstrusiooni teel, lisades täiteaineid (nt klaaskiud, montmorilloniit, grafiit), mis soodustavad ühtlase koostise ja paremate nakkeomadustega materjali moodustumist. See, missugune uus polümeerne materjal saadakse, sõltub lisatavast täiteainest

ja selle kogusest. Võimalik on saada ka unikaalsete omadustega nanokomposiite, mille jäikus on suur ning mis on mehaaniliselt väga tugevad ja heade soojusomadustega (joonis 4).

Marbet Wil Ltd. tutvustas tööstuses tekkivate ohtlike tahkete jäätmete, mis sisaldavad kaadmiumi, kloori, baariumisooli, tsinki, vaske, kaaliumi, rauda, niklit, arseeni, mangaani, alumiiniumi, magneesiumi, ning jäätmepõletamisel tekkiva tuha taaskasutustehnoloogiat **SULTECH®**. See tehnoloogia võimaldab neid jäätmeid stabiliseerida ja neutraliseerida ning polümeerbetooni tootmiseks ära kasutada. Polümeerbetoon on inertne termoplastne materjal, mida saab korduvalt töödelda ning millest saab valmistada mitmesuguseid kvaliteettooteid, nt kanalisatsioonitorusid, reoveesetekaevu, kõnniteeplaate, autotee-elemente (joonis 5) jm. Materjal on heade mehaaniliste omadustega ning portlandtsementbetoonist parema surve- ja paindetugevusega, vastupidav agres-



Joonis 5. Tööstuses tekkivad ohtlikud jäätmed saab ära kasutada polümeerbetooni tootmiseks, millest saab valmistada mitmesuguseid tooteid – kanalisatsioonitorudest kõnniteeplaatideni Foto: Marbet Wil Ltd

siivsele keskkonnale (k.a happed, soolad, merevesi), veetihti ja külmakindel.

Vaheldumisi Lyonis ja Pariisis toimuvat messi **Pollutec** peetakse sel aastal 1.– 4. detsembril Pariisis.

A.M.

Merike Noor

ISH

10.-14. märts, Frankfurt

Sanitaarseadmete, kütte-, kliima- ja ventilatsiooniseadmete mess. Sel aastal osaleb messil ca 2400 eksponenti, ekspositsioonipinda on üle 250 000 m². Internetis: www.ish.messefrankfurt.com

AMERICANA

17.-19. märts, Montreal

Üle aasta Montrealis toimuv keskkonnamess (teemad: veevõtt, veekäitlus, jäätmekäitlus, saastunud pinnase käitlus, keskkonnakorraldus, kliimamuutused, säästlik areng, taastuvenergeetika). Osaleb ca 400 eksponenti 60 riigist. Internetis: www.americana.org

Wasser Berlin 2009

30. märts – 3. aprill, Berliin

Euroopa juhtiv veemess ja kongress kajastab kõike vee ja reoveega seonduv – veevõtust selle jaotamiseni tarbijatele ning reovee kogumisest ja töötlemisest settekäitluseni. Eelmisel messil 2006. aastal osales 550 eksponenti, messi külastas üle 26 000 inimese.

Internetis: www.wasswr-berlin.de

HANNOVER MESSE 2009

20.-24. aprill, Hannover

HANNOVER MESSE on üks suuremaid tööstus- ja energeetikamess maailmas. Põhitähelepanu on tööstuse automatiseerimisel, energiatehnoloogiatel, kliimaküsimustel, elektri ja automaatidel ja robotitel. Suurt tähelepanu pööratakse messil energiatõhususele tööstuses. Sel aastal korraldatakse messil kaheksa erinäitust. Erinäitus WIND toimub esimest korda. Edaspidi hakkab WIND toimuma HANNOVER MESSE raames üle aasta. Eelmisel aastal osales tööstusmessil 5100 eksponenti, messi külastas üle 200 000 inimese.

Internetis: www.hannovermesse.de

RESTA 2009

7.–10. aprill, Vilnius

Baltimaade suurim ehitusmess toimub Vilniuses. Peale ehitusteema on messil esindatud ka kütte- ja ventilatsiooni, veetöötluste, taastuvenergeetika ning energiatõhusa ehituse temaatika. Eelmisel aastal osales messil 650 eksponenti 14 riigist, ekspositsioonipinda oli 36 000 m². Messi külastas 60 000 inimest. Internetis: www.litexpo.lt

Elfack 2009

4.–8. mai, Göteborg

Skandinaavia suurim elektrotehnika- ja valgustusmess. 2007. aastal osales 477 eksponenti, messi külastas üle 30 000 inimese.

Internetis www.elfack.com

MESSIREISID	
Hungarotherm Budapest, 01.- 05.04.2009 Kütte- ja ventilatsiooni- seadmete mess 	Wasser Berliin Berliin, 30.03-03.04.2009 Veetehnoloogia ja vee- seadmete mess
Hannover Messe Hannover, 20.-24.04.2009 Tööstusmess 	China Environmental Protection Expo Shanghai, 28.-30.04.2009 Keskkonnakaitse, keskkonnatehnika ja jäätmekäitluse mess
 KAROL REISIBÜROO Tel 614 3086, 085, 087, Faks 614 3088, info@karol.ee; www.karol.ee , Narva mnt 13, 10151 Tallinn	

ÜLEVAADE KESKKONNAMESSIL *Pollutec 2008* ESITLETUD JÄÄTMEKÄITLUSTEHNOLOOGIADEST

JAAN KERS

TTÜ materjalitehnika instituut

PRANTSUSMAAL Lyonis toimunud keskkonnamessil [1] hõlmati kümnes hallis laia teemaringi. Käesolevas artiklis antakse ülevaade peamiselt viiendas hallis nähtud kompaktsetest jäätmete töötlus- ja toormekasutusseadmetest. Messi toimumiskoht oli Euroopa suurte tööstusriikide jaoks soodne ning seetõttu ka tehnoloogiasaavutuste väljapanek muljetavaldav. Majandusurutise mõju polnud kuskil märgata. Esindatud olid suurimad prügiveokite ja muude jäätmekäitlusseadmete tootjad, maagikaevandajad, vee- ja õhupuhasustetevõtted. Kuna Hiina ei ole jäätmete vastuvõtumaana paljude Euroopa jäätmekäitlejate jaoks enam atraktiivne, tuleb praeguses keerulises majandusolukorras keskenduda uute ja säästlikumate tehnoloogiate arendamisele ning olemasolevate täiustamisele automatiseerimise teel.

JÄÄMESORTIMISTEHNOLOOGIAD

Prantsuse firma *Titech* demonstree- ris messil seadmeid paber-, kartong-, tetra- ja plastjoogipakendite lahku-



Joonis 2. Eri värvi pakendite sortimisliin *Titech*: 1 – elektromagnetiline metallidetektor, 2 – RGB-kaamera, 3 – sortimiskamber

sortimiseks. *Titech*-tehnoloogiat saab kasutada nii olme-, kaubandus-, töös- tus- kui ka ehitusjäätmete sortimiseks [2]. Analoogilisi seadmeid pakkus ka Saksa firma *Steinert* [3].

Eri materjalist pakendite automaatseks lahusortimiseks kasutatakse mitmesuguseid sensoreid. NIR-sensor (*near-infra red*) lahutab polümeerkile muudest pakenditest identifitseeritava objekti pinnalt peegeldunud

valguskiirguse spektri järgi. Sensor VIS (*visual sensor*) võimaldab identifitseerida nähtava valguse spektris olevaid ja ka läbipaistvaid objekte, eristades sarnaseid värvitoone inimsilmast märksa paremini. RGB-kaamera (*red-green-blue*), mis eristab värvitoone kolme põhivärvuse – punase, roheline, sinise ja nende liitumisel tekkiva valge valguse põhjal, on kasutusel läbipaistvate ja värviliste PET- või HDPE-joogipakendite lahutamisel. Koos NIR- ja VIS-sensoritega kasutatav sensor CMYK (*cyan, magenta, yellow, key*) võimaldab kindlaks teha, kas pakendi või paberi trükkimisel on kasutatud cmyk-trükki, selleks, et lahutada trükivärvi eemaldamisele suunatud paberijäätmevoost kartong, värvitud või kiletatud paber.

Olgu siinkohal öeldud, et ringlusse võetavat paberit ja kartongi töödeldakse enamasti kahte moodi. Kui seda soovitakse taaskasutada trüki- või muu valge paberina (seda on hrl alla 10 massiprot- sendi), tuleb trükivärv eemaldada, kui aga kartongtahvlite või muu mittetrükipaberi valmistamiseks, siis mitte.

Romusõidukite ja elektroonikajäät- mete töötlemisel kasutatakse metalli- sensorit, mis induktiooni põhimõttel võimaldab lahutada mittemagnetilisi



Joonis 1. Plast- ja tetrapakendite lahusortimisseade

Fotod: Jaan Kers

metalle (alumiinium, vask, roostevaba teras) ja muid materjale.

Röntgensensor (*X-raysensor*) võimaldab lahutada materjale nende aatomtiheduse järgi. Tehnoloogia põhineb kõrge resolutsiooniga röntgenkiirguse abil saadud piltide töötlemisel, mis võimaldab tahketest jäätmekütustest kuivalt, mehaaniliselt eraldada PVC ja bromiidid. Selle tehnoloogia eelis on saadud materjali kõrge puhtusaste, olenemata jäätmete suurusest, saastatusest (tolm, mustus) ja niiskusest.

Šveitsi firma *Bagtronic* ja Prantsuse firma *Neos* pakutavad eri värvi jäätmekottide optilised jämesortimissüsteemid võimaldavad operaatorfirmadel säästa veokulusid. Jäätmesortimiskeskusesse veetakse elamute ühistesse kon-



Joonis 3. Optiline jäätmekotisorter Bagtronic [4]

Foto: www.bksnordic.ch/index_en.php

teineritesse kogutud rohelised (biolagunevad, nt toidujäätmed), punased (ringlusse võetavad materjalid, nt plast, paber) ja sinised (põletatavad või ladestatavad jäätmed) prügikotid, mis automaat-sortimissüsteemil optiliste sensorite abil lahutatakse (joonis 3) ja saadetakse jäätmeliikide kaupa edasiseks käitlemiseks eri tehastesse. *Bagtronic*-süsteemi rakendamist võiks kaaluda ka Eestis. Meil on elamute juurde kavandatavast neljakonteinerilisest süsteemist rakendunud vaid kolmekonteineriline (vanapaber, pakendid ja olmejäätmed). Neid teenindades saastatakse keskkonda ja kulutatakse raha kolm (tulevikus neli) korda rohkem kui *Bagtronic*-süsteemi puhul.

Juba tuntud tehnoloogiatest olid messil esindatud magnet-, vibro-, õhk-, märg- ja elektrostaatiline sortimine.



Joonis 4. Firma Hammel mobiilne purustusseade

SUURJÄÄTME TE MOBIILSED PEENESTUSSEADMED

Romusõidukite, vanarehvide, elektroonikaromu ja lammutusprahi veokulude vähendamiseks on loodud mitmesuguseid mobiilseid seadmeid.

Diiselmootori ja kahe juhtimissüsteemiga mobiilseid purusteid (*Lindemann*, *Arjes*, *Hammel*) saab traileritel viia isegi raskesti ligipääsetavatesse kohtadesse (nt raielangile, lammutus- või ladustusplatsile) [5 ja 6]. *Lindemanni* purustil on 10 kVA generaator, mis annab voolu elektromagnetlindile, peale- ja mahaadimiskonveierile ning seadme juhtimissüsteemile (sh kaugjuhtimispuldile). Purustivõllide suur väändemoment (80 000 Nm) ja aeglane pöörlemine (10–50 pööret minutis) võimaldavad purustada romusõidukeid, rehve, kaubaaluseid, paberirulle, madratseid, vaipu ja mitmesuguseid tootmisjäätmeid. Purustite jõudlus on 20–60 t/h. Purustuspeensuse järgi liigitatakse purustid primaarseteks (lõppsaadus

150–500 mm) ja sekundaarseteks (50–150 mm).

SEADMED KAABLITE JA METALLE SISALDAVATE VANAREHVIDE TÖÖTLEMISEKS

Metallijäätmeid, kaableid ja metallkoorti sisaldavaid rehve saab tükeldada lihtsa ja praktilise giljotiinseadmega (joonis 5). Tavaliste purustite puhul teevad muret trossid ja elektrikaablid, mis tikuvad tööorganite ümber mäh-



Joonis 5. Metalljäätmete tükeldamisgiljotiin Mistra



Joonis 6. Firma MG Recycling kaablijäätmete töötlemisseade ja lahutatud vasktraadi tükid



Joonis 7. Rehvipurusti Neos

Foto: <http://www.rmdsa.net/rmdsa/index.php?id=112>

kuma. Probleeme on ka elektroonikaromu töötlemisega, sest seadmete polümeerse isolatsioonimaterjaliga kaetud kaablite ja juhtmeköidiste eraldamine nõuab eritehnoloogiat. Kaabli-jäätmed purustatakse lõiketeradega seadmes ning puhutakse siis õhujoaga ketaspeenestisse [7]. Järgneb mehaaniline raputamine ning materjalide õhklahutamine tiheduse erinevuse põhjal. Selleks otstarbeks on Itaalia firmad *Giudetti* ja *MG Recycling* (joonis 6) välja töötanud kompaktsed seadmed, mille jõudlus on 150–200 t/h ja tarbitav võimsus 20–30 kW.

Vanarehvide käitlemiseks pakkus purusteid mitu firmat. Tähelepanu väärisid purustid Prantsuse firmalt Neos (joonis 7) ja Hispaania firmalt *RMD SA*, kelle tehnoloogia näeb ette neljaetapilist peenestamist koos metall- ja tekstiilkoorti lahutamise [8]. Kummipurule lisatakse värvainet (punast, sinist, rohelist, valget), mis tõstab materjali hinda kuni kolm korda. Rebitud kummilaaste (pikkus 16–25 mm) saab kasutada multšina või koos polümeerse sideainega kummimattide tootmiseks. Kummipuru tükisuurusega 8–20 mm kasutatakse hobuseparkuurides, 2–7 mm jämedust fraktsiooni staadionitel ning 0,6–2,5 mm-st jalgpalliväljakute kunstmu-ru alusena (joonis 8).

KOKKUVÕTTEKS

Pollutec 2008 andis väga hea ülevaate ajakohastest jäätmetööstustehnoloogiatest. Esindatud olid nii väiketootjad kui ka suurte jäätmetööstussüsteemide pakkujad. Ühe puudusena võiks küll nimetada ettevõtete orienteeritust Prantsusmaa turule, mistõttu trükised ja ka esitlused olid enamasti prantsuse keeles. Ka Eestis oleks vaja mobiilseid jäätmetööstusseadmeid, mille abil saaks väikesi jäätmekoguseid töödelda kohapeal ning sel moel veokulusid vähendada. Pakendijäätmete vastuvõtjana on Hiina turg kiiresti kokku kuivamas ning Euroopa peab hakkama oma taaskasutatavaid jäätmeid ise töötleva ja kasutama. Selleks on eelkõige vaja vähendada jäätmesortimisega seotud tööjõukulu.

A.M.

Viidatud allikad

1. Pollutec 2008 <http://www.pollutec.com/>
2. Sortimisseadmed <http://www.titech.com/>
3. Eri materjalist jäätmete lahutamisseadmed *Steinert* <http://www.steinert.de>



Joonis 8. Vanarehvide purustamisel saadavast kummipurust valmistatakse jalgpalliväljakute elastseid aluspõhju

www.steinert.de

4. Sortimisseadmed *Bagtronic* http://www.bksnordic.ch/index_en.php
5. Jäätmepurustid *Arjes* <http://www.arjes.de/en/products/the-primary-shredder/>
6. Jäätmepurustid *Hammel* <http://www.hammel.de>
7. Kaablijäätmete purustamis- ja lahutamisseadmed <http://www.mgrecycling.it/eng/azief.html>
8. Vanarehvide purustusseadmed <http://www.rmdsa.net>

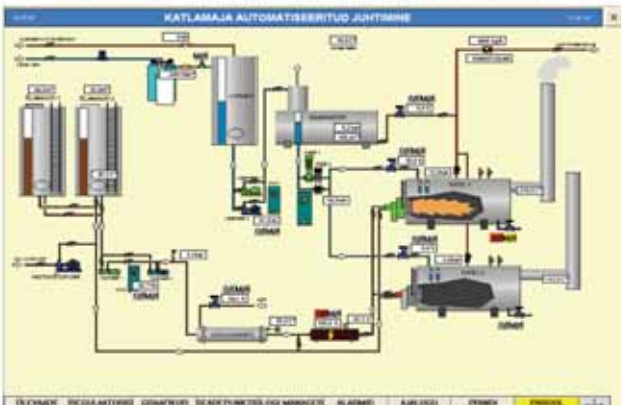


MASINER AG

Co-generation

AUTOMATISEERITUD JUHTIMISSÜSTEEMID

Katlamajade, tööstusprotsesside ja erinevate objektide
kaugvalve, andmehõive ja visualiseerimine.
Web-SCADA – üle interneti objektide juhtimine



Kombijaamad gaasi- ja Stirlingmootoriga ning elektrigeneraatorid

AS Masiner AG **Saeveski 10** **Tallinn**
Tel. 6712 850 **info@masiner.com**
Teostatud tööd ja lisainfo **www.masiner.com**

PÄÄSKÜLA JÄÄTMEJAAM VALMIS 2008. AASTA LÕPUS

2008. aasta novembris avati Pääsküla jäätmejaam. Jaama avamine lõpetas 1999. aastal alguse saanud Pääsküla prügila sulgemise ja selle keskkonnoahutuks muutmise.

Jäätmejaama ehitas ja Pääsküla prügila sanitaartsooni puhastas KPK Teedehitus AS, jaama tellija riigihankega oli Tallinna Keskkonnaamet. Rajatise projekteris AS Sweco Projekt.

Kaupo Kaljuvee, KPK Teedehituse juhataste esimees: „Projekteerimis-ehitushankega rajatud jäätmejaamaga püüdsime jäätmete äraandmise tallinlastele võimalikult lihtsaks teha. Kõige suurem töö oli prügila sanitaartsooni korrastamine, muuhulgas kasutasime õpilasmaleva abi.“

Sweco Projekti keskkonnadivisjoni juht Toomas Kärnik ütles projektee-



Vaade Pääsküla jäätmejaamale endise prügila maaalalt

rimistöödest rääkides, et algselt oli jäätmejaamas vaid kaarhalliga asfaltplats. „Projekteerisime 1,2 ha suurusele territooriumile sinna juurde valvurihoone, estakaadi 9 multiliftkonteineriga, õlijääkide konteinerite platsi, katuseluse õlijääkide alustele.“

Pääsküla jäätmejaama ehitus läks

maksma 11,9 miljonit krooni, prügila sanitaartsooni puhastamine 4,6 miljonit krooni. Prügila sanitaartsooni puhastamine lendprahist ja muudest jäätmetest, jões olevate seirepunktide juurde viivate laudteede ehitus ja ala hooldusraie lõpetati oktoobris 2008.

Tallinnas Raba tänaval asuvat jäätmejaama opereerib AS Cleanaway. Jäätmejaamas võetakse elanikelt tasuta vastu töötlemata puitu, vanametalli, taaskasutatavaid plast- ja pakendijäätmeid, suuremõõtmelisi ehitusjäätmeid (nt kivid, betoon), vanapaberit ja pappi, kasutuskõlblikku mööblit, elektri- ja elektroonikaromu (sh külmikud ja telerid), lehtklaasi ning vanu autorehve. Jäätmete äraandmiseks sõidetakse autoga estakaadile.

AS Sweco projekt

European Environmental Press

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



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

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



automaatika

AF-Automaatika OÜ on tööstusautomaatika firma, kes pakub tootmisprotsesside ohjamiseks vajalikke automatiseeritud juhtimissüsteemide rakendusi toiduaine-, keemiatööstus-, veevarustus- ja energeetikaettevõtetele.

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

AF-Automaatika OÜ
Lesta 14, Tallinn 13516
Tel: 671 8130
Faks: 671 8140
www.automaatika.ee
www.afconsult.com