

KESKKONNATEHNIKA

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

7/10
45 krooni



KONWELL

We do it well in Konwell



FLOWSERVE

GESTRA

Kondensaadialandid, eriventilid ja
automaatikaseadmed aurustusüsteemidele

smar



Mitmesugused rõhu-, temperatuuri- ja
tihedustransmitterid

Tööstustele vajalikud sulge- ja seireseadmed



ARMATUREN



Pöördklapid



Käsi- ja ajamitega
sulge- ja reguleeriventilid



Sulgeventilid




Kiilsübrid ja terminaliseadmed



Mikroturbiinid



GEA WESTFALIA SEPARATOR GROUP GmbH

Saksa firmal GEA Westfalia Separator on enam kui 110 aastane tsentrifugaaltehnika tootmise kogemus väga paljudes valdkondades.

Firma toodeteks on separaatorid ja dekanterid, mida kasutatakse mitmesuguste vedelike puhastamiseks tahketest osadest, vedelikest vee eemaldamiseks või siis vedelikusegude lahutamiseks fraktsioonideks.

Westfalia Separatori seadmeid kasutatakse peaaesjalikult järgmistes valdkondades :

- piimatööstus
- joogitööstus
- tärglise tootmine
- pärmide tootmine
- toiduõlide ja - rasvade tootmine
- keemiatööstus
- farmaatsiatööstus
- biotehnoloogia
- laevandus
- energetika
- tööstuslike õlide ja vedelike töötlemine
- puhastusseadmete muda töötlemine

Westfalia Separator kuulub 1994.aastast GEA Gruppi, mille koosseisu kuulub ligi 150 firmat ja 17000 töötajat.

Lühend GEA tuleneb sõnadest Global Engineering Alliance.



GEA WESTFALIA SEPARATOR GROUP GmbH
Representative Office Estonia
Rein Kirsimäe
Posti Str. 17-1, 71020 Viljandi, Estonia
Phone: +372 433 3400, fak +372 433 3300
Mobile: +372 513 9000
rein.kirsimae@geagroup.com,
www.westfalia-separator.com
www.geaestonia.ee



10



30



37



43

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 detsembris. 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



ehitus, projekteerimine

35 Energiasäästlik maja ei ole mingi kosmoseteadus. M. Maivel

energeetika, automaatika

- 23 EUROSUN-2010 Grazis. T. Tomson
26 Arupuru rakendamise võimalustest. J. Preden, R. Somelar
29 Sagedusmuundurite kasutamine hoonete kütte- ja ventilatsioonisüsteemides võimaldab vähendada energiakulu 20–50 %. AS Napal reklaamartikkel.
30 Mikroturbiinid elektrilikkana. Konwell ES OÜ reklaamartikkel.
32 Energiatöhusus hooneautomaatika abil. A. Kukk
37 Millist puidupeenestit valida. A. Palatu

keskkond

- 17 Kas Tuhala Nöiakaev voolab või vuliseb? A. Marandi
42 Keskkonnakultuurist kultuurikeskkonnas. Sügislehed tasuta kompostiks. R. Einasto
43 Kümme Euroopa Keskkonnapressi keskkonnaauhinna EEP-Award 2010 nominenti.

vesi

10 Reovee väikepuhastid võistlustules. M. Põldemaa

torud

9 Uponori eelisoleeritud torude (kasuktorude) uus soojustusmaterjal – soojuskadu kuni 12 % väiksem kui enne. Uponor Eesti OÜ reklaamartikkel.

47 *Summary*

Lekkeummisti UNIPAK MULTISEAL

on vedel tihendusvahend, mis suleb lekkekohad:

- Keskküttesüsteemides
- Põrandaküttetorustikes
- Drenaaži -, kanalisatsiooni - ja joogiveetorustikes
- Basseinides
- Päikeseküttesüsteemides
- Gaasitorustikes



MULTISEAL'i on mitu varianti ning sobiva toote valik sõltub kasutuskohast ja lekke suurusest. Täpset lekkekohta ei ole vaja teada. Lekke sulgemiseks tuleb lekki vas torustikuosas tekitada suletud ringlus või 5-7-baarine rõhk. MULTISEAL pumbatakse otse suletud kütte- või joogiveesüsteemi, kuni saavutatakse vajalik pH. Lekkekoht jääb paari päeva jooksul kinni „iseenesest“, tänu selle servadele ladestuvale silikaatsettele. Lekke sulgemiseks kuluv aeg sõltub lekkekoha suurusest ja keskkonna temperatuurist. Pärast lekkekoha sulgumist tuleb torustikku loputada puhta veega. Basseinides ei pea rõhku ega ringvoolu tekitama – õige kontsentratsiooniga MULTISEAL valatakse lihtsalt basseinivette.

Unipak

MULTISEAL`i on võimalik tellida kõikidest hästi varustatud ehitus-materjalikauplustest. Lisateavet saab maaletoojalt
AS HALS TRADING
Kadaka tee 42 H, 12915 Tallinn
Tel 71 51 400, Faks 71 51 401
e-post: hals@hals.ee, www.halstrading.ee

NIB rahastab 45 miljoni euroga kaabelühendust Estlink-2

Põhjamaade Investeerimispank (NIB) on otsustanud rahastada Soome lahe põhja paigaldatava Balti riikide ja Põhjamaade vahelise uue kõrgepingekaabli Estlink-2 rajamist 45 miljoni euroga.

Selleks sõlmiti kaks 15-aastast laenulepingut, millest üks sõlmiti Eesti riigile kuuluva põhivõrguettevõttega Elering OÜ 25 miljoni euro suuruses summas ja teine Soome riikliku põhivõrguettevõttega Fingrid Oyj 20 miljoni euro suuruses summas.

Pärast seda kui uus 650 MW ülekandevõimsusega ühenduskaabel 2014. aastal käivitub, suureneb Eesti ja Soome vahelise kaabelühenduse ülekandevõimsus 1000 MW-ni. Ülekandevõimsuse suurendamine on üks eeltingimusi Balti riikide elektriturude integreerimisel elektribörsiga Nord Pool Spot. 2005. aastal kaasrahastas NIB Balti riikide ja Euroopa Liidu vahelise kõigi aegade esimese elektriühenduse Estlink-1 ehitust.

Uus elektriühendus rajatakse Põhja-Eestis asuva Püssi alajaama ja Lõuna-Soomes asuva Anttila alajaama vahele. Kaablist, mille kogupikkus on 170 km, asub 145 km merepõhjas.

Projekti kogueelarve on ligikaudu 320 miljonit eurot. Lisaks NIBi laenule rahastavad projekti Estlink-2 EL, Fingrid ja Euroopa Investeerimispank.

Allikas: NIB

Keskkonnaministeriumis valmis aruanne radioaktiivsete jäätmete kohta

Ministeriumi kodulehel avaldatud aruanne (<http://www.envir.ee/1143790>) annab hinnangu radioaktiivsetele jäätmetele ning esitab ettepanekuid nende edasiseks käitlemiseks.

Keskkonnaministeriumi peaspetsialisti Evelyn Pesuri sõnul on Eestis radioaktiivsete jäätmete ohutu käitlemine ja nende koguste vähendamine inimese tervist ja keskkonnaseisundit arvestades väga oluline tegevus. Valdonna aktuaalsust arvestades tellis Keskkonnaministerium radioaktiivsete jäätmete voogude kohta analüüsi, kus tuli esitada ka ettepanekud radioaktiivsete jäätmete tõhusamaks käitlemiseks tulevikus.

Analüüsi tulemusena võib radioaktiivsete jäätmete vood jagada kahte rühma. Esimesse kuulub kiirgustegevuste tulemusena tekkivate radioaktiivsete jäätmete voog. Eestis on välja antud üle 500 kiirgustegevusloa, mille alusel kasutatakse radioaktiivseid aineid, mis pärast kasutamise lõppu muutuvad radioaktiivseteks jäätmeteks. Teises rühmas on aga varasemate radioaktiivsete jäätmete voog, mis on tekkinud Eestis Nõukogude Liidu ajal. Olenemata tekkimise ajast tuleb jäätmed siiski keskkonnasäästlikult ja ohutult käidelda.

Aruande kohaselt moodustavad suure osa nõukogude ajast

pärit jäätmed, kuid neid on väga keeruline hinnata. Radioaktiivsete jäätmete aktiivsusest moodustab suurima osakaalu isotoop strontsium-90 (ligikaudu 65%), järgnevad koobalt-60 ja tseesium-137, mis omakorda moodustavad vastavalt ligikaudu 18% ja 16%. Radioaktiivsete jäätmete voogude vähendamisel tuleks kaaluda nende vabastamist, kuid selleks on vaja välja töötada protseduurid.

Valminud analüüsi kasutatakse radioaktiivsete jäätmete tegevuskava koostamisel, mis peaks valmima 2010. aasta lõpuks.

Allikas: Keskkonnaministerium

Valminud on Tallinna välisõhusaaste vähendamise tegevuskava

Keskkonnaminister Jaanus Tamkivi kinnitas Tallinna linnastu välisõhukvaliteedi parendamise tegevuskava, mis annab suunised pealinna välisõhusaaste vähendamiseks. Tegevuskava hõlmab viimaste aastate seireandmete ülevaadet ja trendide analüüsi, samuti võimalike saasteallikate osakaalusid ja saasteainete päritolu hinnangut üldisemalt.

Tegevuskava koostamise aluseks oli asjaolu, et aastatel 2005–2007 ületas Tallinna kesklinnas asuvas Liivalaia seirejaamas osakesesuurus enam kui 35 päeval aastas kehtivat ööpäevakeskmist piirväärtust ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Piirväärtuse ületamise korral on nõutav koostada tegevuskava, et tagada selles toodud meetmetega piirväärtustest kinnipidamine. Tallinna õhu puhul on viimastel aastatel teinud kõige rohkem muret just osakeste (kübemete) piirväärtust ületavad tasemed, seda eriti kevadel.

Keskkonnauuringute Keskuse õhukvaliteedi juhtimise osakonna juhataja Erik Teinema sõnul leiti töös, et kesklinna piirkonnas on peamine õhukvaliteeti mõjutav tegur liiklus, seda eriti kevadisel ajal, kui kuival perioodil on kasutusel veel naastrehvid. Kevadel on oluline mõju ka kohtkütteil. Seetõttu keskenduvad õhukvaliteedi parendamise meetmed peamiselt nendele kahele valdkonnale.

Võimalikud tegevused hõlmavad tehnilisi meetmeid (libedustõrjeks kasutatavate ainete valik, tänavate tõhusamastamine ja puhastamine) ning mitmesuguseid korralduslikke meetmeid (näiteks elektriliste ühissõidukite soodustamine, kesklinnas ummikumaksu kehtestamine Stockholmi ja Londoni eeskujul, naastrehvide kasutusaja lühendamine ja lamellrehvide propageerimine vaid linnasõiduks kasutatavatel sõidukitel, kohtkütte vajaduse korral selleks nõuete kehtestamine). Osa nendest meetmetest (näiteks uute diiselmootoriga autode rangemad emissioonipiirangud ja kohustuslikud kübemefiltrid) rakenduvad meist sõltumatult.

Konkreetsete meetmete võtmine eeldab vajalike õigusaktide olemasolu kas riigi või kohaliku omavalitsuse tasandil, seega näiteks uute määruste kehtestamist. Tegevuskava annab üldised suunised selliste tegevuste kavandamiseks.

Tegevuskavaga saab tutvuda aadressil <http://www.envir.ee/1143697>

Allikas: Keskkonnaministerium

Eurotoetuse abil suletakse Kohtla-Järve ja Kiviõli poolkoksiprügila

Keskkonnaminister Jaanus Tamkivi avas 12. oktoobril Kiviõlis ja Kohtla-Järvel asuvate tööstusjäätmete ja poolkoksiprügilate sulgemise projektid. Prügilate sulgemine läheb maksma ligi 552 miljonit krooni ning sulgemistööd rahastab sajaprotsendiliselt Euroopa Liidu Ühtekuuluvusfond.

Keskkonnaminister Jaanus Tamkivi sõnul on projektide eesmärk muuta riigi omandis oleval maal asuvad tööstusjäätmete ja poolkoksiprügilad keskkonnale ohutuks. Kohtla-Järvel ligikaudu 100 ha ja Kiviõlis ligi 20 ha suuruse prügilaala keskkonnanõuetega vastavusse viimiseks suletakse õlitootmise jääkide pigijärved ning kujundatakse laugemaks jäätmemäe järsud nõlvad. Järsud nõlvad on üks eeltingimus kuumenemiskollete ja põlengute tekkeks, mille käigus eralduvad mürgised gaasid (nt benseen, toluen, etüülbenseen, ksüleen, väävelvesinik) ning tolm. Rajatakse vettpeidav kattekiht, haljastus, pinna- ja nõrgvee kogumise ja pumpamise süsteemid, et ladestute nõrgvesi ei reostaks põhjavega pinnavett. Kogutav nõrgvesi suunatakse puhastusseadmesse ja pärast puhastamist merre. Projekti tulemusena ei satu keskkonda enam kahjulikke aineid.

Eesti riigi ja Euroopa Komisjoni vahelistel ühinemisläbirääkimistel lubas Eesti sulgeda Ida-Virumaa tööstusjäätmete prügilad (sh Kohtla-Järve ja Kiviõli tööstusjäätmete ja poolkoksiprügila) hiljemalt 16. juuliks 2013. Sama nõue tuleneb ka Euroopa Liidu ja Eesti asjakohastest õigusaktidest. Kiviõli poolkoksiprügila sulgemise töövõtjaks on Skanska EMV ning Kohtla-Järvel Merko Ehitus. Kiviõli ja Kohtla-Järve poolkoksiprügila sulgemistööd on kavandatud lõpetada 2013. aasta kevadeks.

Allikas: Keskkonnaministeerium

Keskkonnaminister tunnustas keskkonnamüra uurimistööde konkursi parimaid

Keskkonnaminister Jaanus Tamkivi andis 13. oktoobril Keskkonnaministeeriumis üle auhindad keskkonnamüra uurimistööde konkursil häid tulemusi saavutanud õppuritele.

Mürauringute konkursile laekus kokku 10 tööd: kõrgkoolidest 3, keskkoolidest 4 ja põhikoolidest 3 uuringut. Äramärkimist väärtsid Tartu Ülikooli õigusteaduskonna üliõpilase Allan Appelbergi uurimistöö „Kaubandustegevusest tingitud häiriv müra kui põhiõiguste riive“, Kohila Gümnaasiumi 11. klassi õpilase Caisa Selli uurimistöö oma kooli müratasemest ning Aste Põhikooli 6. klassi õpilase Merilin Männi kahe ristmiku maksimaalse keskmise müranivoo võrdlus.

Konkursi parimad tutvustasid oma töid 21. oktoobril Tallinna Tehnikaülikoolis toimunud Keskkonnamüra konverentsil. Mürauringute paremusjärjestuse tabeli ja tööde kokkuvõtetega saab tutvuda Interneti-aadressil

http://okokratt.ee./index.php?option=com_content&task=view&id=799&Itemid=1

Valminud on keskkonnamüra käsiraamat

Keskkonnamüra konkursi auhindade kätteandmisel 13. oktoobril tutvustati vast valminud käsiraamatut „Keskkonnamüra hindamine ja müra leviku tõkestamine“. Väljaanne valmis Soome ja Eesti keskkonnaministeeriumi, Insinööritoimisto Akukon Oy ning MTÜ Ökokratt koostööna. Käsiraamat on Soome keskkonnamüra eksperdi



Tapio Lahti originaaltrüki eestikeelne väljaanne, mis valmis esialgse versioonina Keskkonnamüra konverentsi „Kas me oleme müra valmis?“ (2008) tarbeks, et tõsta Eesti spetsialistide ja elanike teadlikkust müra hindamisel ja tõkestamisel.

Keskkonnamüra käsiraamat on mõeldud spetsialistidele, kes iga päev puutuvad kokku keskkonnamüraga. Samuti on väljaanne vajalik õpilastele ja üliõpilastele, kelle jaoks on see esimene eestikeelne keskkonnamüra teabeallikas üldse. Keskkonnamüra käsiraamatuga saab tutvuda aadressil http://www.okokratt.ee/myra2010/Keskkonnamüra_raamat.pdf

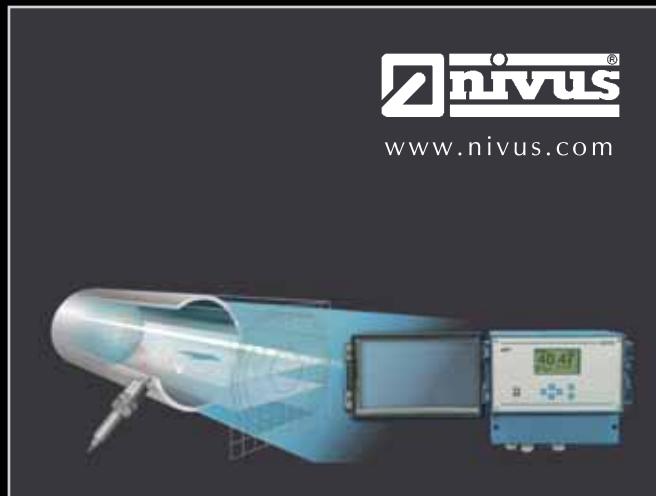
Kampaania kiirgusallikate tasuta ära andmiseks

Kampaania käigus korjatakse tasuta kokku vanad suitsuandurid, mida ei kasutata enam eesmärgipäraselt ja muud radioaktiivsed seadmed, millel puudub omanik. Mõnikord leitakse Eestist ka väga suure aktiivsusega kiirgusallikaid, mille olemasolust ei olnud keegi teadlik. Peamiseks teguriks omanikuta kiirgusallikate tekkimisel oli asjaolu, et Eesti taasiseseisvumise järel lõpetasid mitmed kiirgusallikaid kasutanud tööstusettevõtted oma tegevuse või need erastati.

Kui teie valduses on eelkirjeldatud esemeid või olete märganud midagi kahtlast, mida võib pidada kiirgusallikaks, siis tuleb oma leiust teavitada kuni 1. detsembrini 2010. a radioaktiivsete jäätmete käitlejat ASI A.L.A.R.A. (tööpäeviti, tel 6716 307, 555 63851, e-post kairi.tanavsuu@alara.ee). Teavitajaga võetakse ühendust ning lepatakse kokku aeg, millal ASI A.L.A.R.A. töötajad kiirgusallikale järgi tulevad.

Allikas: Keskkonnaministeerium

Nivus GmbH reoveemõõturid - isevoolsetele- ja survetorustikele, kanalitele, jõgedele!



Reovee kiiruse mõõtmine 16-tasemel tagab täpse tulemi

Eri lahendused keerulisteks ja täpsust nõudvateks mõõtmisteks



Tallinna Vesi AS Nivuse OCM Pro süsteemi mõõteandurid



Reoveemõõtekapp Viimsis (kunst on igal pool!)

Kontrolli oma veevõrku WLM süsteemiga - hommikul värskete ajalehtede kõrvale ka öised miinimum veekogused!

MWM - Martinek Water Management GmbH www.martinek.org



Talinna Vesi AS tsoneerimisandur WLM 2010



Rigas Udens SIA tsoneerimisandur 1000 mm torul 2010



Just tarkvara Aqalys muudab WLM süsteemi unikaalseks

Suurimad juba kasutavad, küsi julgelt informatsiooni!

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

Lisainfo:
www.lokaator.ee

Mala GeoScience maapinnaradarid:
www.malags.com

Radiodetection Ltd
kaabliotsimisseadmed ja torukaamerad:
www.radiodetection.com



VK INSENERID KÄISID SUURES TORUS



MALLE ÜTT

EVKIS juhatuse esimees

OKTOOBRI kolmandal nädalal käisid Eesti Veevarustuse ja Kanalisatsiooni Inseneride Seltsi liikmed – VK insenerid – ekstreemekskursioonil Tallinna sademevee tunnelkollektoris. Ekskursiooni viisid läbi vajaliku väljaõppe saanud ASi Tallinna Vesi töötajad. Siseneti Lauuväljaku kõrval kulgevasse Lasnamäe sademevee tunnelkollektoris, mille läbimõõt on 2560 mm ja maandamissügavus kollektoris sisenemise kohas ca 10 m. Kollektor ehitati aastatel 1977–1979.

Grupi suurus oli limiteeritud, sest ohutusnõuete kohaselt võib korraga kollektoris laskuda viis inimest (koos saatjaga). Osavõtjatele jagati turvariietus, kiivrid ja lambid. Enne laskumist toimus nõuetekohane instruktaaz. Selgitati, kuidas kollektoris liikuda, millele tähelepanu pöörata ja kuidas käituda ohuolukorras.

ASi Tallinna Vesi töötajad andsid lühi-

ülevaate kollektori ehitamise käigust, selle tööst, hooldusega seotud muredest ja vandaalitsemistest.

Tunnelkollektor saab alguse Lasnamäe elurajoonist ida poolt šahtist, mis asub sügavusel ~20 m üle merepinna (maapinna kõrgusmärk ca 33 m). Kollektor on oma esimesel lõigul (~1,65 km) ühetoruline. Olme- ja sademevesi on omavahel vaheseinaga eraldatud. Alates Mahtra tänavast kuni Lauuväljakuni (~4,6 km) kulgeb sademevee tunnelkollektor eraldi (paralleelselt olmevee tunnelkollektoriga), kollektori läbimõõt on 2560 mm (siseläbimõõt ~2300 mm). Lauuväljaku kõrval läheb tunnelkollektor üle torusüsteemiks 3x DN 1200 (~0,65 km) ning lõpeb väljalasuga mere. Lasnamäe kollektori kontrollarvutus näitab, et tunneli löik Smuuli teest kuni Lauuväljakuni laseb kuni täistäiteni jõudes läbi ca 10 m³/s (andmed võetud OÜ Projektkeskuse tööst nr 290 „Suur-Sõjamäe piirkonna sademevee ärajuhtimise skeem”).

Täname Meelis Raidmaad ja ASi Tallinna Vesi ekskursionijuhti Ando Veebelit asjaliku ja huvitava ürituse eest.

EVKIS-e tegemistest loe lähemalt www.evkis.ee.



Fotod: H. Jänes



EESTI JÄÄTMEKÄITLJATE LIIT KORRALDAB 25. NOVEMBRIL 2010 TALLINNAS JÄÄTMEPÄEVA

Jäätmepäev toimub Tallink Spa & Konverentsikeskuses aadressil Sadama 11a.

Jäätmepäeva PÕHITEEMAD

- Jäätmevoogude suunamine ja käitluskohtade määramine.
- Hetkelahendus saastetasu, tulevikulahendus jäätmemaks?

Üritusel saavad sõna asjaomaste ministriumite ja ametite, kohalike omavalituste ja jäätmeäitlustevõtete esindajad ning oma kogemusi jagavad Soome kolleegid. Mõlemad tee-

mad lõpevad aruteluga.

Osalustasu liidu liikmetele ja kohalikele omavalitsustele (ka riigiasutustele) on 800 krooni, firmadele, kes ei ole liidu liikmed, 1200 krooni.

EJKL-i jäätmepäevale saab registreeruda telefonidel 6181618, 5083201 või e-posti teel (ejkl@ejkl.ee)

Margit Rüütelmann
EJKL tegevjuht

UPONORI EELISOLEERITUD TORUDE (KASUKTORUDE) UUS SOOJUSTUSMATERJAL – SOOJUSKADU KUNI 12 % VÄIKSEM KUI ENNE

REIN VIRU

Uponor Eesti OÜ müügiinsener

EESTI vee- ja küttevõrkudes on Uponori kasuktorusid kasutatud juba 18 aastat. Tuntud toote funktsionaalsus pole ainus kvaliteedi määraja, võtmeküsimused on jätkuv tootearendus ning kohaldumine tarbijate uute ootustega.

Hästi painduvad ja pika tööeaga, endisest parema soojustusmaterjaliga Thermo-torud sobivad hästi väikese keskküttepiirkonna jaotustorustikeks. Varasemate Uponor-kasuktorudega võrreldes on soojuskadu neist kuni 12 protsenti väiksem.

Uponor-Thermo-küttetorusüsteem vastab Hollandi Kiwa Komo eeskirjale BRL 5609 ja EN standardile 15632-3.

PÜSIMISE ESIRINNAS

Maa-alune torustik valitakse praktiliste omaduste järgi, hinnates vastupidavust



ja soojustehnilisi näitajaid ning seades eesmärgiks kulude kokkuhoiu võimalikult väikese soojuskaod arvelt. Kõigil Uponori kasuktorudel on nüüd **parem PEX-vahust soojustus**. Uus soojustuskiht on endiselt väga **painduv, püsivate omaduste** ja **pika tööeaga**.

Uponor-Thermo-torud on teretunud taastuvenergiat tootvatele rajatistele nagu biogaasi- ja sõnnikupõletusjaamad.

ENAM VÄÄRTUST

Uponor tagab täieliku tootegarantii ja vajaliku pikkusega torustiku tarnimise ehitusmaale. Pakume igakülgselt nõuannet ja paigalduseelset juhendamist. Torude elastsus ning mugavad liited ja liitmikud soodustavad torustiku kiiret, liigsete kuludeta ja usaldusväärset paigaldamist. Heast materjalist Uponor-kasuktorud annavad toimekindla tulemuse, tagades torustiku pikaajalise, tõhususe ja tasuvuse. Parendatud soojustusega torud vahetavad eelmise seeria toodangu välja juba selle aasta sügisel. A.M.



KAESER' i abiga reovesi puhtaks!

Suur valik kõrgekvaliteedilisi Saksa rootorpuhureid



Loe lisa www.kaeser.ee

REOVEE VÄIKEPUHASTID VÕISTLUSTULES

MAIT PÕLDEMAA

AS Fixtec

CITIUS! ALTIUS! FORTIUS! Nii kõlab üldtuntud võistlushüüd spordimaailmas. Kes parima soorituse teeb, ongi võidumees. Parimaks tunnistamisel ei piisa sõnadest, vaid määravaks saavad reaalsed saavutused. Parima selgitamiseks on vaja seega võrdsetes tingimustes omavahel rinda pista. Võistlusi peetakse peale spordi aga ka paljudes muudes eluvaldkondades. Ja uskuge või mitte, omavahel võistlevad ka reovee väikepuhastid.

Soomes nõutakse väikeobjektidegi reovee bioloogilis-keemilist puhastamist – enne loodusesse juhtimist tuleb kõrvaldada 90 % orgaanilisest aineist, 85 % fosforist ja 40 % lämmastikust. Aastaks 2014 peavad Soomes neid nõudeid rahuldama ka eramajad ja suvilad, ehitamisjärgus majad ja suvilad aga soetama puhasti juba praegu. Seetõttu on sealsel turul käimas tõeline võidujooks eri väikepuhastite ja nende tootjate vahel. Kõik kiidavad oma kaupa ja laidavad konkurente. Need aga, kellele need puhastid mõeldud on, jäävad kõrvaltvaatajaks ning neil on üha raskem müügikampaaniate virrvarris otsustada, millist seadet ja kelle toodet osta. Juba paigaldatud puhastit on keeruline ja kallid ringi vahetada, seetõttu tuleb teha õige otsus juba ostmisel. Soomes on ka küsitud, kas nii väikeste objektide reovee puhastamise nõuded peavad ikka nii ranged olema. On ju sealne kliima suhteliselt karm ja see raskendab

oluliselt väikeobjektide reovee puhastamist. Lämmastiku ärastamiseks peab reovee temperatuur olema vähemalt 12 °C, mida on talvel raske tagada. Nii ongi sealsed värsked väikepuhastiomanikud jäänud hätta puhastusnõuete täitmisega ning on tekkinud õigustatud nurin nii puhastite kui ka liialt karmide puhastusnõuete suhtes.

Et asjasse vähegi selgust tuua, võttis probleemi 2009. aasta sügisel käsile ajakirja TM (*Tekniikan Maailma*) ehitusosa kajastav sõsarajakiri *Rakennusmaailma*, kes otsustas Soome turul saadaolevad väikepuhastid omavahel võistleva panna. Testimise eesmärk oli kindlaks teha pakutavate puhastite head ja vead ning nende puhastusvõime reaalses oludes. Tegemist oli nn kompleksvõistlusega, kus hinnati peale puhastustõhususe ka puhasti eripära, konstruktsiooni, energiakulu, kemikaalikulu ja puhastustehnoloogiat, hoolduslihtsust või -keerukust, võimekust taastuda häiretest ning jääksette hulka ja käitlemist. Uuriti ka tavainimese võimalusi nende puhastite abil veekaitseaduse nõudeid täita. Etteruttavalt saab öelda, et probleeme oli nii puhastite kui ka liialt karmide puhastusnõuetega. Allolev on lühikokkuvõtte ajakirjas *Rakennusmaailma* 5E/2010 ilmunust [1, 2].

TESTITUD REOVEEPUHASTID

Kaheksast katsealusest reoveepuhastist

oli seitse valmistatud Soomes ning üks Eestis. Puhastustehnoloogia ei olnud kõigis ühesugune. Kuus seadet (*Jita Kemik, KWH WehoPuts 5, Goodwell AG1, Uponor Clean 1, Labko Biokem 6, Ecocolorator 5*) olid aktiivmudatehnoloogial põhinevad annuspuhastid, üks (*Green Rock Iisi*) suure eripinnaga plastelementidest filtritaidisega nõrgbiofilter ja üks (*WatMan Bio1*) kestusõhustusega biokiloreaktor.

Katsetamine tõi selgust eri tehnoloogiate plusside ja miinuste kohta just puhasti kasutaja seisukohast. Tavakasutajal on suhteliselt keerukas ja tülikas nädala-paari tagant jälgida aktiivmuda juurdekasvu aktiivmudapuhastis ning seda reguleerida. Mõned puhastid oli raske hooldada, mõnel oli eelseti väikesevõitu, mõnel energiatarve suur ning mõni oli tehniliselt ebatäiuslik. Eriti oluliseks peeti puhastustõhusust ja töökindlust.

KATSEKORRALDUS

Katse korraldati Porvoo lähedal Pernaja kirikukülas, kuhu paigaldati kaheksa eri tootja pakutatavat ühepere-väikepuhastit. Kõik nad kaevati maasse, nagu reaalloludes tehakse, ning kõigisse juhiti jaotusseadme kaudu täpselt ühepalju (600 liitrit ööpäevas) ühesugust reovett (joonis 1).

Reovesi tuli Pernaja kirikuküla kanalisatsioonist. Esimene testimistsükkel

DURAG GROUP

Hegwein SMITSVONK VEREWA



Leegijälgimisseadmed
Tööstuslikud süütuurid ja põletid
Suitsugaaside jälgimisseadmed
Elavhõbeda analüsaatorid

FE e-Front runners

Fuji Instrumentation & Control

Fuji Electric Systems Co., Ltd.

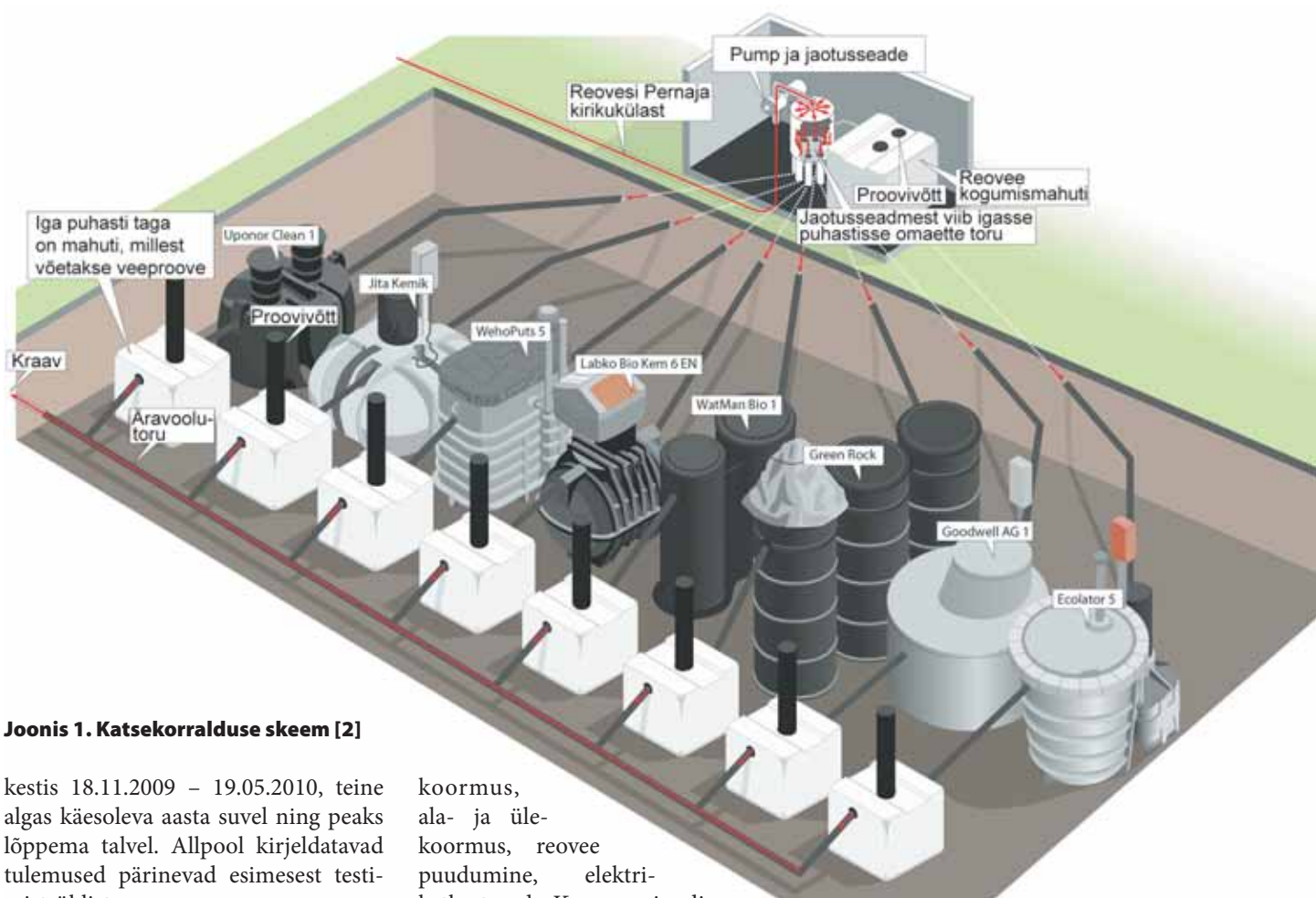


Rõhuandurid
Kulumõõtjad
Gaasianalüsaatorid
Temperatuurikontrollerid



AS TERAMET

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



Joonis 1. Katsekorralduse skeem [2]

kestis 18.11.2009 – 19.05.2010, teine algas käesoleva aasta suvel ning peaks lõppema talvel. Allpool kirjeldatavad tulemused pärinevad esimesest testimistsüklist.

Hilissügis ei ole puhastite käivitamiseks just sobivaim aeg ning katsetamisaega langes mitu karmi pakaseperioodi. Eks see jättis jälje ka puhastite toimimisele.

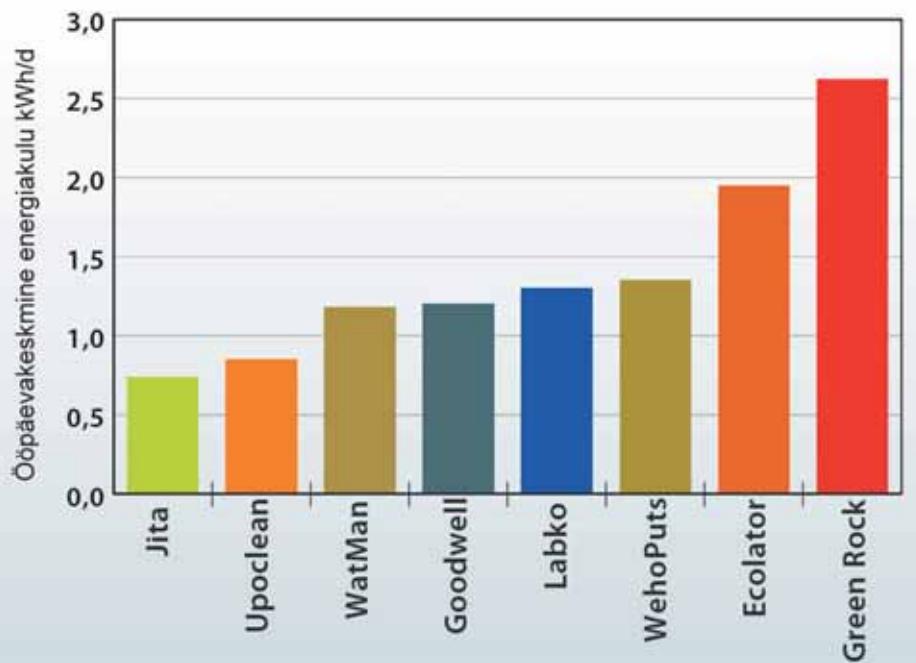
Testimisel rakendati tavaelus ette tulevaid olukordi: puhasti normaal-

koormus, ala- ja ülekoormus, reovee puudumine, elektri- katkestused. Kogu perioodi jooksul võeti puhastitesse sisenevast ja väljuvast veest kümme ööpäevakeskmist veeproovi. Juurdevoola- va reovee koostis kõikus suhteliselt suures ulatuses ning vesi oli küllaltki kange: BHT₇ 380–550 mg/l (keskmine 480 mg/l), KHT 780–1000 mg/l

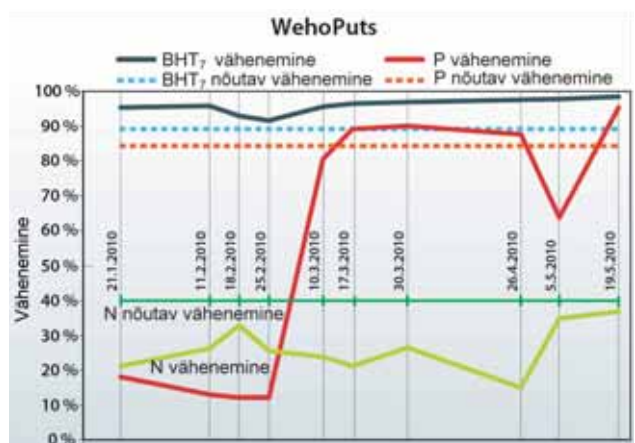
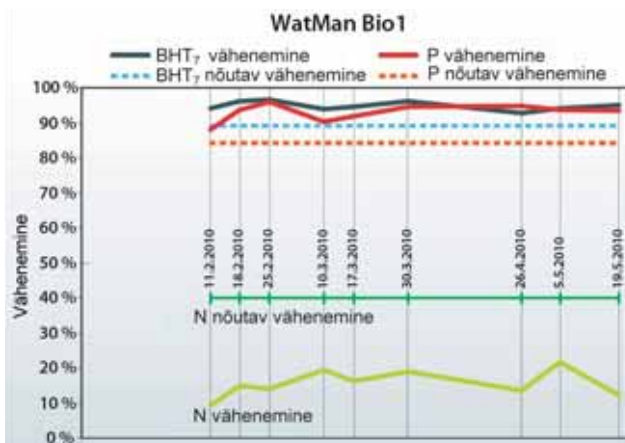
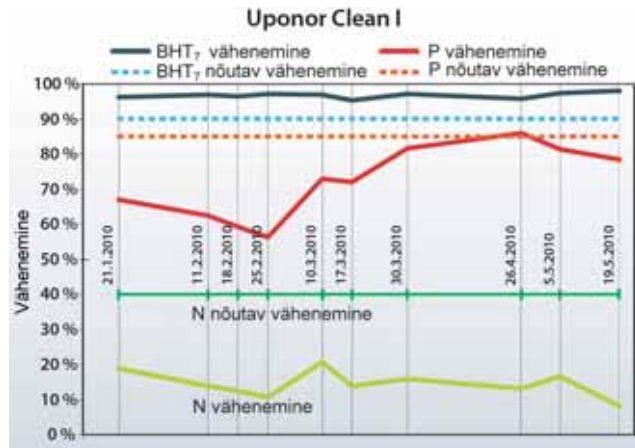
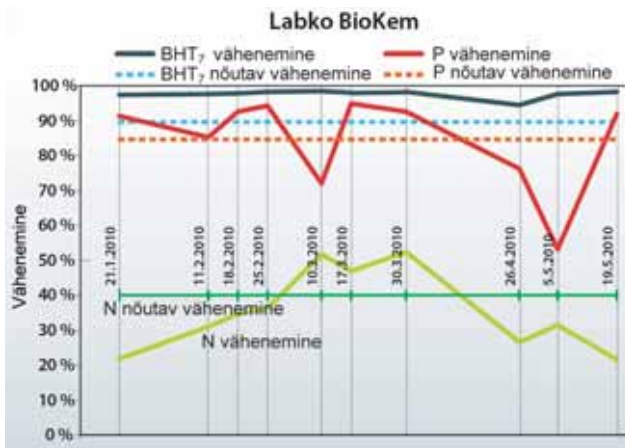
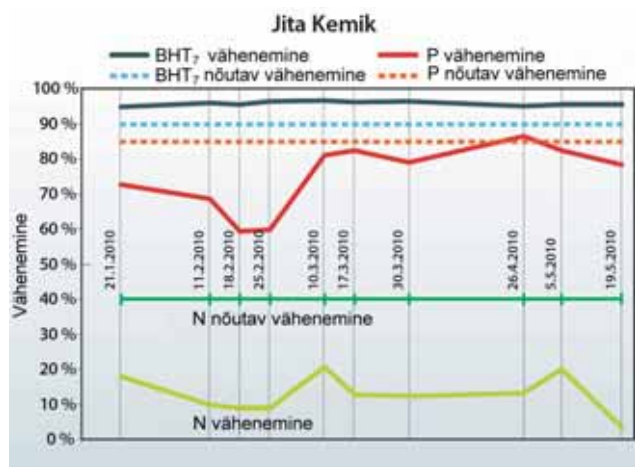
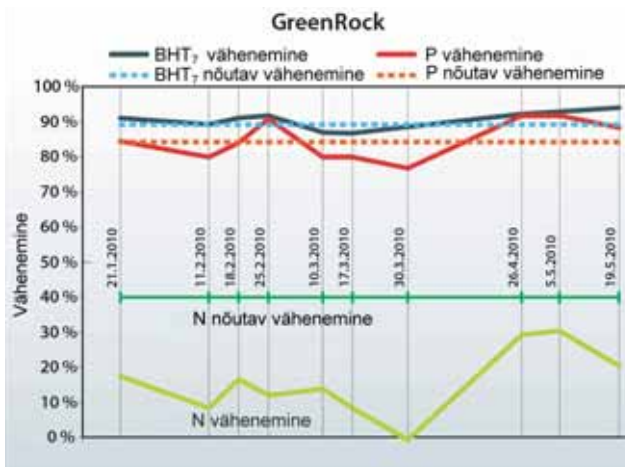
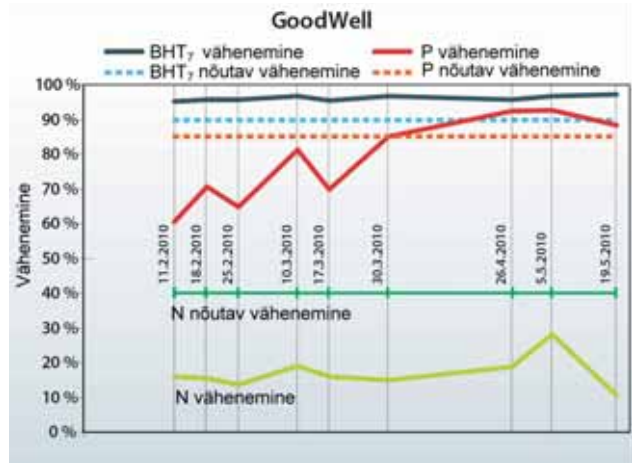
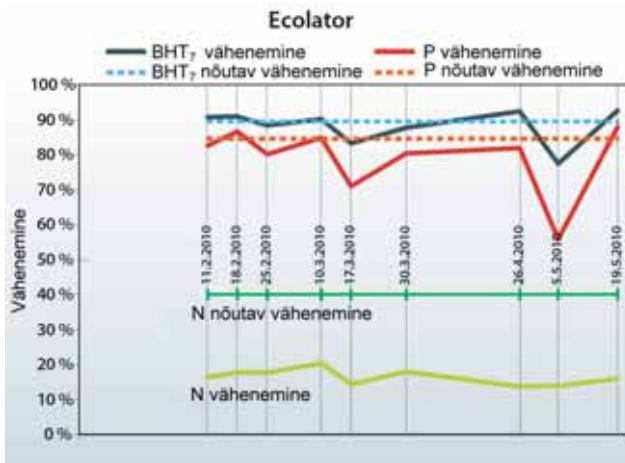
(keskmine 910 mg/l), heljumisisaldus 350–500 mg/l (keskmine 426 mg/l), üldfosforisisaldus 12–17 mg/l (keskmine 15,1 mg/l) ning üldlammastikusisaldus 75–110 mg/l (keskmine 97 mg/l). Puhastite hüdrauliline koormus oli 600 l/d, alakoormusolukorras 300 l/d ning ülekoormusolukorras 900 l/d. Öhtuti (kell 18–20) imiteeriti ka tippkoormust. Peale kõrgete reostusnäitajate raskendas puhastite tööd ilmataat – talvel langes reovee temperatuur väga madalale. Kui katse alustamise ajal oli reovee temperatuur novembrikuus 9 °C ja detsembris 7 °C, siis veebruaris oli see vaid 3,4–5,6 °C ning see pärssis peaaegu täielikult bioloogilise lämmastikuärastuse.

PUHASTITE ENERGIATARVE

Testitud puhastite energiatarve oli väga erinev (joonis 2). Kõige vähem energiat kulutasid *Jita Kemik* (0,74 kWh/d) ja *Uponor Clean* (0,85 kWh/d) ning kõige



Joonis 2. Katsetatud puhastite ööpäevakeskmine energiatarve [2]



Joonis 3. Katsetulemused [1, 2]

Tabel 1. KATSETAMISTULEMUSTE KOKKUVÕTE [2]

Puhasti	Ecolator	Goodwell	GreenRock	Jita	KWH	Labko	Uponor	WatMan
Töökindlus	5	7	8	8	7	7	8	7
Hooldushõlpsus	6	7	8	7	5	6	7	7
Käituskulud	6	7	7	7	8	6	7	6
Orgaanilise aine (BHT) ärastus	6	9	8	9	9	9	9	9
Fosforiärastus	7	8	7	6	8	8	6	9
Lämmastikuärastus	5	5	5	5	6	7	5	5
	35	43	43	42	43	43	42	43
Koondhinne	5,8	7,2	7,2	7,0	7,2	7,2	7,0	7,2

rohkem *Green Rock* (2,62 kWh/d). Energiasäästlike puhastite seas oli ka *WatMan Bio* (1,18 kWh ööpäevas).

PUHASTUSTÕHUSUS

Testitud puhastid said suhteliselt hästi hakkama orgaanilise aine kõrvaldamisega – kaheksast puhastist saavutas nõutava puhastustõhususe (90 %) seitse. Parimaks osutus *Labko Biokem* (98 %), järgnesid *KWH WehoPuts* ja *Uponor Clean* (97 %) ning *WatMan Bio*, *Jita Kemik* ja *Goodwell* (96 %). Nii väikeste vahede korral saab kaaluks suure tõhususe saavutamise kiirus ja stabiilsus, selle suhtes paistis silma *WatMan Bio*. Napilt jäi nõutavast orgaanilise aine kõrvaldamisastmest vajakajäämisel *Ecolatoril* (89 %).

Fosfori ärastamisel osutus ülekaalukalt parimaks *WatMan Bio*, mille keskmine fosforiärastustõhusus oli 94 %, järgnesid *Green Rock* (86 %) ning *Labko Biokem*, *Goodwell*, *KWH* ja *WehoPuts* (85 %). Nõutav tõhusus (85 %) jäi saavutamata kolmel puhastil (*Ecolator*, *Uponor Clean* ja *Jita Kemik*).

Keerulisem oli olukord lämmastiku, mille sisaldus oli reovees suhteliselt suur (75–100 mg/l), ärastamisega – kõigil puhastitel jäi nõutav puhas-

tustõhusus (40 %) saavutamata ning jäi vahemikku 14–37 %. Külma talve tõttu oli reovee temperatuur nii madal, et polnud lootustki nõutud taset püsivalt saavutada.

Katsetamistulemused on joonisel 3 ning nende kokkuvõte tabelis 1.

„Võistlus“ näitas, et asjatundlik katsetamine annab enamvähem selge pildi puhastite tõhususest ja puhastustehnoloogiatest. Esimesel etapil oli kõiki asjaolusid arvestav keskmine hinne ühesuurune (7,2) viiel puhastil. Kui lisanduvad teise etapi tulemused, paremusjärjestus tõenäoliselt muutub. Ilmeks tuli ka hulgaliselt tehnilisi vajakajäämisi, mida kasutaja huvides parandama peab. Testimistulemused aitavad inimestel, kes asja ei tunne, teha õigeid ostuotsuseid ning saada endale hea ühepere-reoveepuhasti. Samas näitas test ka seda, et nõuded nende seadmete puhastustõhususe kohta on Soomes veidi ülepingutatud. Kuulda on, et neid kavatsetakse leevendada.

EESTIS KONSTRUEERITUD PUHASTI ON PARIMATE SEAS

Ainsa välismaise seadmena katsetati puhastit *WatMan Bio*1. Seda Eesti firmas AS Fixtec 2006. aastal konstruee-

ritud väikepuhastit *BioFix 1* müüb Soomes *WatMan Oy* nime *Bio 1* all. Nagu katseandmeist näha, esines meie kodumaine seade võistlusel väga edukalt. *WatMan (BioFix 1)* oli konkurentsitult parim puhastustõhususe ühtluse poolest – nii BHT₇- kui ka fosforiärastus olid stabiilsed kogu katsetamisaja kestel ning *BioFix 1* oli ka parim fosforiärastaja (joonis 3). Väga teravas konkurentsisis ning esinduslike vastastega mõõduvõtmises võib Eesti väikepuhasti, mida aastail 2006–2007 edukalt testiti CE-tootemärgi saamiseks, esinemist igati kordaläinuks lugeda. Ja nagu ikka – tunnustust on kergem leida välismaal kui oma kodus – AS Fixtec valmistab neid seadmeid peamiselt Soome turu jaoks. A.M.

Viidatud allikad

1. Henrik Weckström. Tavoitteena puhtamat vedet. Rakennusmaailma 5E/2010. 12–17.
2. Ilkka Sipilä, Teija Paavola, Marja Lehto, Pekka Jauhiainen. Pienpuhdistamoiden 1. vertailujakso Pernajassa. Toteutus ja tulokset. *Ibid*, 18–28.



TÖÖSTUSKEMIKAALID JA -TOORAINED MEILT

Suurim valik Eestis
alates 1992. a.



ALGOL CHEMICALS OÜ | Peterburi tee 44, 11415 Tallinn | tel 605 6010, fax 605 6011 | info.ee@algol.ee | www.algol.ee

Portatiivsed gaasidetektorid



1. Indikaatoritorud **Dräger Tubes**

Võimaldavad kiiresti ja odavalt määrata enam kui 500 toksilist ühendit õhus, vees ja pinnases. Praegu on pakkuda üle 160 erineva indikaatoritoru (*short-term tubes*).

Pumbad õhuproovi võtmiseks 2. **Dräger Detector Pumps for Dräger Tubes**

Käsipumbast automaatpumbani: mudelid Accuro, Accuro 2000, Accuro Constant, Polymeter, Quantimeter 1000.



Indikaatoritorukassetid 3. **Dräger CMS New Chip Measurement System**

Uus optoelektroniline plahvatusohutu mõõteseadme, indikaatoritorud kümne kaupa kassetis, praegu saadaval kassetid 22 toksilise ühendi jaoks.



4. **Dräger X-am 1100, 1700 ja 2000** on uue põlvkonna gaasianalüsaatorid ühe kuni nelja gaasi (O₂, CO, H₂S ja põlevgaasid) mõõtmiseks. X-am 1100 ja 1700 tööiga on vastavalt 120 päeva ja 2 aastat. X-am 2000 sensorid on vahetatavad, nende tööiga on kuni 5 aastat.



5. **Dräger Multi-IMS** on kaasakantav ion mobiilne spektromeeter keemiliste sõjagaaside ja toksiliste tööstusgaaside kiireks avastamiseks õhus. Sobib kasutamiseks kodanikukaitses, sõjaväes, politseis, piirivalves ja tööstusettevõtetes.



6. **Fotoionisatsioonidetektor Multi PID Tracing Organic Substances** Suur tundlikkus aromaatsete süsivesinike suhtes. Mõõdab orgaanilise saaste summaarset hulka õhus. Mõõtepiirkond 0, 5–2000 ppm isobutaani



7. **Dräger Pac 7000** annab usaldusväärse tulemuse ja kiire hoiatuse paljude gaaside (nt Cl₂, HCN, NO₂) ohtliku kontsentratsiooni korral õhus.



8. **Uued hooldusvabad gaasi-alarmseadmed** CO/H₂S/O₂ mõõtmiseks. Mudelid Pac 1000, Pac 3000 ja Pac 5000. Personaalsed gaasi-alarmseadmed kasutamiseks töökohal gaasikontsentratsiooni jälgimiseks.



9. **Alkomeeter Alcotest 6510.** Professionaalne mõõteriist alkoholihoobe mõõtmiseks väljahingatavast õhust.



10. **Dräger X-am 3000.** Mõõdab üheaegselt kas 3 või 4 gaasi (H₂S, O₂, CO ja põlevad gaasid). Pidev tööaeg kuni 25 tundi, sisseehitatud andmesalvesti (dataloger) ja võimas pump.



11. **Dräger X-am 7000.** Mõõdab üheaegselt kuni 5 gaasi. Valida saab rohkem kui 20 elektrokeemilise-, 3 infrapuna- ja 2 katalüütilise anduri vahel. Tolmu- ja veekindel.

Statsionaarsed gaasidetektorid



Dräger Polytron 7000 Ümbritseva õhu hapniku- ja mürgiste gaaside sisalduse mõõtmiseks. Keresse saab mahutada pumba ja kolme väljundiga releemooduli. Suur elektrokeemiliste sensorite valik võimaldab määrata üle 200 gaasi.



Dräger Polytron 3000 Ümbritseva õhu hapniku- ja mürgiste gaaside sisalduse mõõtmiseks väljund 4-20 mA. Suur elektrokeemiliste sensorite valik võimaldab määrata üle 60 gaasi.



Dräger Polyton IR Ümbritseva õhu plahvatusohtlike gaaside ja aurude sisalduse mõõtmiseks infrapunasensori abil. Võimalikud digitaal- ja analoogväljundid. Sensori tööiga ca 15 aastat.



Dräger PIR 3000 Ümbritseva õhu plahvatusohtlike gaaside ja aurude sisalduse mõõtmiseks infrapunasensori abil. Sensori tööiga ca 15 aastat.



Dräger IR EX Ümbritseva õhu ja tootmis-keskkonna plahvatusohtlike gaaside ja aurude sisalduse mõõtmiseks. Mõõtepea klaviatuur võimaldab mõõturit seadistada lisaseadmete abita. IR-sensori tööiga ca 15 aastat.



Dräger PEX3000 Ümbritseva õhu plahvatusohtlike gaaside ja aurude sisalduse mõõtmiseks katalüütilise sensori abil.



Dräger Polytron 2XP EX ja TOX Plahvatusohtlike ja toksiliste gaaside leegikindel detektor. Ühildub elektrokeemiliste, katalüütiliste ja infrapunasensoritega. Releeväljundid võimaldavad toime tulla ilma eraldi kontrolleriita.



Dräger Polytron Pulsar 2 Infrapunatehnoloogial põhinev detektor gaasipilve ja selle mahu määramiseks kuni 200 m kaugusel. Võimaldab andmesalvestamist. Eelkalibreeritav kuni neljale gaasile.



KONTROLLPANEELID
Dräger Regard 1 Ühekanaline kontrolleri. Analoo- või digitaalsisend. Väljundid: kolm alarmreleed, vearelee ja takistusrelee. Visuaal- ja audiosignaali.



Dräger Regard 2400 Ühe- kuni neljakanaline kontrolleri. Analoo- või digitaalsisend. Kaks alarmreleed ja vearelee. Visuaal- ja audiosignaali.



Dräger Regard 3900 Ühe- kuni kuueteistkanaline kontrolleri. Analoo- või digitaalsisend. Kaks alarmreleed ja vearelee. Visuaal- ja audiosignaali.

Isikukaitsevahendid



Dräger X-Plore 1300
Ühekorra-respiraatormaskid.
FFP1, FFP2, FFP3



Drägeri filtrid P3 kuni A2B2E2K2Hg-P3D



Dräger X-Plore 2100
Vahetatava filtriga korduskasutatavad
respiraatormaskid. Filtrid FMP2, FMP3



**Respiraatorpumbad
Dräger X-Plore 7300/7500**
Kasutamiseks täisnäomaski ja näokattega



Dräger X-Plore 4000
Vahetatava filtriga respiraator-
poolmaskid tolmu ja gaaside jaoks.



Drägeri näokatted



Dräger X-Plore 3000
Kahe vahetatava filtriga respiraator-pool-
maskid



Drägeri pagemiskomplektid



Täisnäomaskid Dräger X-Plore
Ühe- ja kahe filtriga



**Drägeri suruõhu-hingamisaparaadid,
täisnäomaskid ja ballooned**

Portatiivne biogaasianalüsaator Geotech GA2000



Portatiivse biogaasianalüsaatori Geotech GA2000 abil saab mõõta biogaasi CH₄-, CO₂-, O₂- ning H₂S- ja CO-sisaldust. Kiire ja usaldusväärne mõõteriist biogaasi tootmisel ja prügilates.

Omadused

- Portatiivne
- Tulemusi kerge lugeda
- Lihtne andmevahetus
- Mitme gaasi üheaegne kuvamine
- Tõestatud töökindlus
- Uued analüsaatorid kalibreeritud standardi UKAS ISO17025 järgi
- ATEX-sertifikaat
- Standardis 3 või 5 gaasi
- Metaanisalduse haripunkti salvestamine
- Mõõtekoha ja ID salvestamine
- 2000 mõõtmise ja 1000 ID mälu
- Lisavarustuses sündmuste logi
- Lisavarustuses GPS

Kasutusvaldkonnad

- Prügilad
- Biogaasireaktorid



Firma Geotechnical Instrument tootevalikus on hulk muid portatiivseid ning ka statsionaarseid biogaasianalüsaatoreid, vt www.geotech.co.uk

Gasmet DX3040 Portatiivne FTIR

Gasmet™

Advanced Solutions for Gas Monitoring.

Portatiivne gaasianalüsaator Gasmet DX4030 on mõeldud kiire õhuanalüüsi tegemiseks – vähem kui 30 sekundiga tehakse kindlaks kuni 25 gaasilist ühendit. Uus revolutsiooniline analüsaator võimaldab nii mobiilsust kui ka kõrgetasemelist analüüsijõudlust. DX4030 teeb FTIR-analüüsi (FTIR - *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* – Fourier' infrapuna- spektrofotomeetria), tänu millele on võimalik:

- saada mõõtetulemusi peaaegu kohe;
- mõõta madala avastamispiiriga ühendeid;
- mõõta korraga mitut ühendit.

Gasmet DX4030 kalibreerib end proovi mõõtmise ajal ise, seega puudub korralise kalibreerimise vajadus. Erinevalt paljudest muudest portatiivsetest FTIR-idest ei vaja Gasmet DX4030 proovi eeltöötlemist. Gaasiproov tõmmatakse analüsaatori sees oleva pumba abil läbi filtri, seetõttu on reageerimisaeg peaaegu hetkeline. Seadet on võimalik kanda seljas ning kasutada ka lauale panduna. Kasutaja saab seadmega vabalt ringi liikuda ning salvestada analüüside tulemusi eri kohtades.

Standardseadistuses on Gasmet DX4030 võimeline ühel ajal määrama 15 gaasi ning nende arvu saab suurendada 25-ni. Analüsaatori võimekust võib suurendada tarkvara Calcmeter Pro abil, mis annab kasutajale juurdepääsu 250 gaasi referentskogule. Eriti vajalik on see siis, kui esineb tundmatuid gaase.

KASUTUSVALDKONNAD

Tööstushügieen

- Töökoha õhu lenduvate orgaaniliste ühendite sisalduse mõõtmine õhukvaliteedi kontrollimisel.

Lekete avastamine

- Lenduvad orgaanilised üendid, freoonid, anorgaanilised gaasid – kõik ühe analüsaatoriga.

Haiglad

- Anesteesiagaaside avastamine operatsioonisaalides ja taastuspalatites.
- Sterilisaatori ja laborisolventide gaaside seire.

Veosekteinierid

- Gaasmürkide ja lenduvate orgaaniliste ühendite avastamine.

Pinnasegaaside mõõtmine

- Klooritud süsivesinike ja benseeni, tolueni, etüülbenseeni, ksüleeni seire jäätmekäitluses.



- Kiire ja lihtne kasutada
- Vastupidav konstruktsioon
- Mitme gaasi samaaegne analüüs
- Tundmatute gaaside identifitseerimine
- Ei vaja korralist kalibreerimist ja puudub proovi ettevalmistamisvajadus



Päästeamet ja kiirreageerimisrühmad

Tööstuskemikaalide ja sõjagaaside identifitseerimine ja kvantifitseerimine.



Gas	Concentration	Unit
Water vapor H2O	0.50	ppm
Carbon dioxide CO2	0.01	ppm
Carbon monoxide CO	0.00	ppm
Methane CH4	1.00	ppm
Acetylene C2H2	0.00	ppm
Ethylene C2H4	0.00	ppm
Propylene C3H6	0.00	ppm
Isobutane C4H10	0.00	ppm
Normal butane C4H10	0.00	ppm
Isopentane C5H12	0.00	ppm
Normal pentane C5H12	0.00	ppm
Hexane C6H14	0.00	ppm
Heptane C7H16	0.00	ppm
Octane C8H18	0.00	ppm
Nonane C9H20	0.00	ppm
Decane C10H22	0.00	ppm
Other		

Gasmet DX4030 juurde kuulub lihtsasti kasutatav pihuarvuti koos tarkvaraga Calcmeter Lite. Analüsaator ja pihuarvuti on teineteisega ühendatud juhtmevaba Bluetoothi kaudu. Tulemused kuvatakse ekraanile vaid ühe nupuvajutusega ning pihuarvutit saab USB kaudu hõlpsasti ühendada lauavõi sülearvutiga.

HNK
ANALÜÜSITEHNIKA

HNK Analüüsitehnika OÜ, Kadaka pst 145, 11625 Tallinn
Tel 671 8871, GSM 50 29 992, faks 670 3619, e-post:hnik@hnik.ee, www.hnik.ee

KAS TUHALA NÕIAKAEV VOOLAB VÕI VULISEB?

ANDERS MARANDI

TTÜ geoloogia instituudi vanemteadur

Kanada Alberta Innovates – Technology Futures isotooplabori järel doktor

TUHALA karstiaala naabrusse kavan-datavate karjääride võimalik mõju Nõiaakaevule kerkib ikka ja jälle aja-kirjanduse huviorbiiti. Kahjuks jäävad arutelud enamasti vaid emotsioonide tasemele. Kui palju me üldse teame Nõiaakaevu „keemise“ põhjustest?

Tuhala karstiaala asub Põhja-Eesti karbonaatkivimiplatool, kus alus-põhja katab valdavalt 3–7 m paksu-ne liustikusetete kiht [1]. Maapind, mille kõrgus on Nõiaakaevu juures 56 m ümp, tõuseb lõuna ja edela suunas. Karstialast lõunasse jääva Järlepa raba kõrgus ulatub ~70 meetrini ning karstialast põhja-kirde poole jääva Pirita jõe org on umbes 42 m kõrgusel üle merepinna.

Ülemise paarikümne meetri paksuse aluspõhjalise põhjaveelademe, mille vesi voolab põhja-kirde suunas, moodustavad peamiselt ülem-ordo-viitsiumi lõhelised karbonaatkivimid [1].

Karbonaatkivimite veejuhtivus sõltub kivimikihtide savikusest ja lõhelisusest. Aluspõhja karbonaatkivimite kõige karstunuma ja lõhestunuma ülemise osa – murenemisevöö – paksus on enamasti 1–3, harvem 5–10 m. Lasuvussügavuse suurenedes karbonaatkivimite lõhelisus ja karstumus

vähenevad ning nende veepidavus suureneb. Karbonaatkivimites levivad katkendlikud, paralleelkihilised, enamasti 1–2 m paksused suhteliselt tugevasti lõhestunud vööd, mida mööda põhjavesi liigub lateraalsuunas ka puurkaevudesse. Veevöösid lahutavad 5–10 m paksused vahekihid, kus põhjavesi liigub piki vertikaallõhesid vaid püstsuunas. Rohkem kui kolmesaja puuraugu karotaaži andmeil annab ülemine, 15 m paksune kiht ligikaudu poole kogu puurauku tungivast veest. Kivimiladestu selle osa veejuhtivus on keskmiselt 400 m²/d [2].

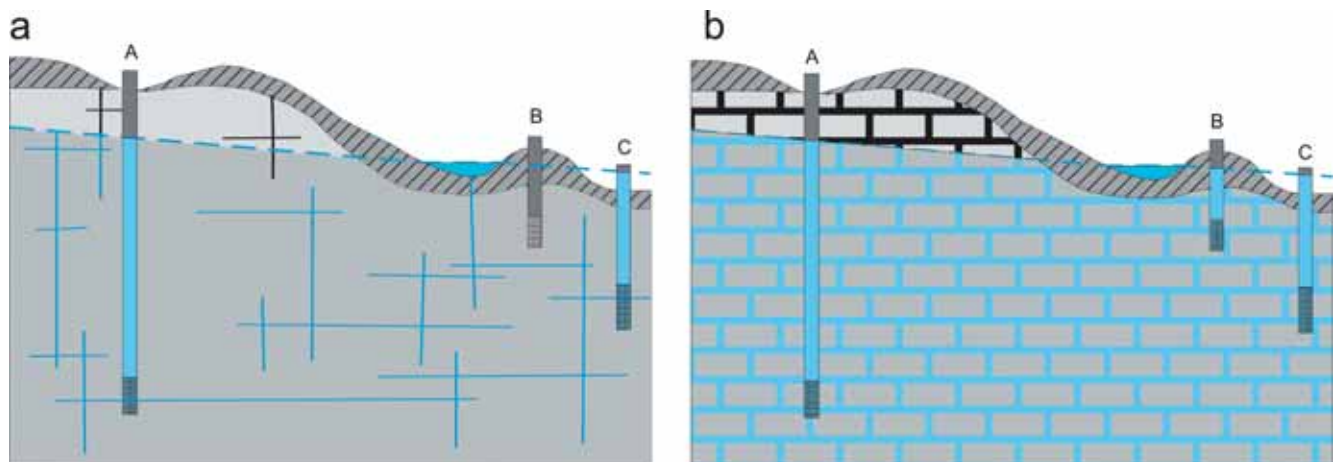
POORNE VÕI LÕHELINE KESKKOND?

Hüdrogeoloogilisi uuringuid tehes eeldatakse enamasti, et lõhelised kivimid käituvad poorse keskkonnana. See eeldus lähtub puhtpraktilistest eesmärkidest, sest arvutuste tegemiseks lõhelise keskkonna kohta oleks vaja liiga suurt hulka teadmisi ja andmeid lõhede asetuse, ulatuse, suuruse, kuju, tiheduse ning orientatsiooni kohta. Joonis 1 kujutab lõhelise (a) ja poorse (b) keskkonna erinevust. Poores keskkonnas on kõik ruumi-

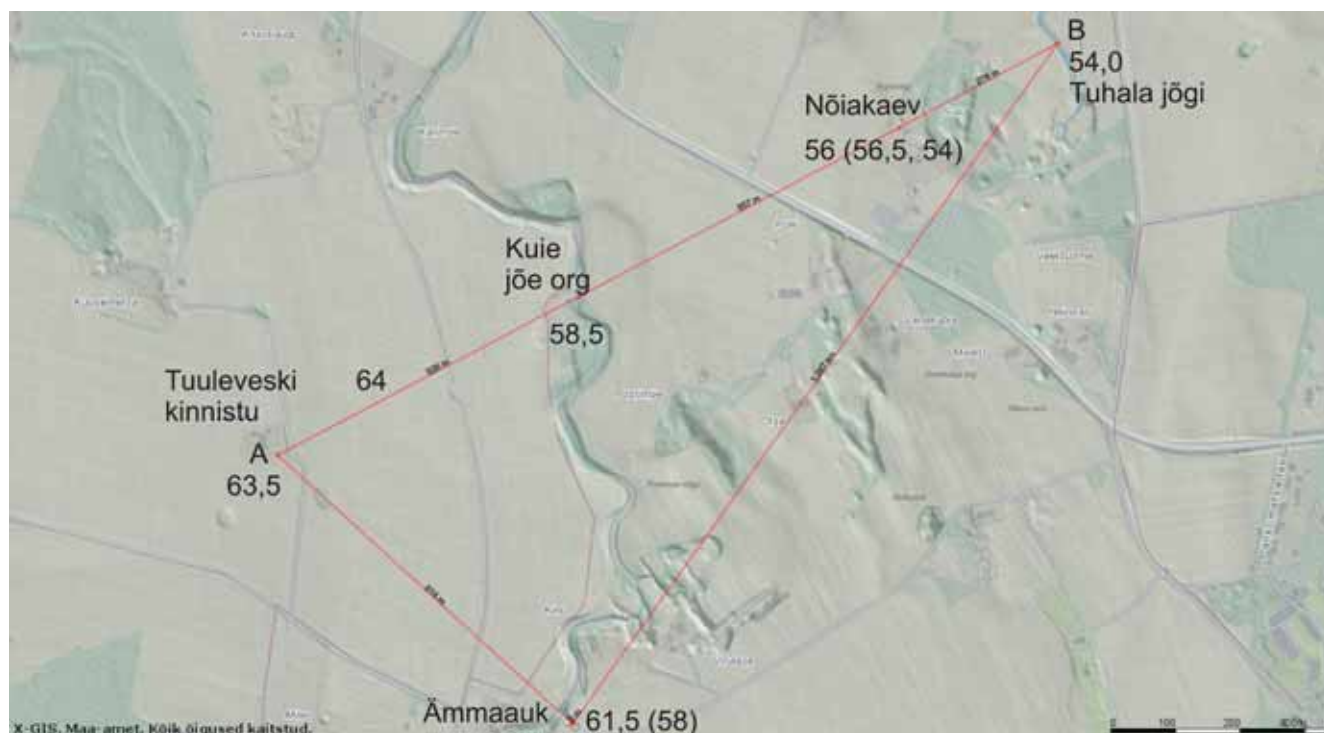
punktid omavahel hüdrodünaamiliselt seotud (põhjavee voolamise järjepidevus), kuid lõhelises keskkonnas liigub vesi mööda üksikuid lõhesid [3]. Nõnda on lõhelise keskkonna puhul võimalik olukord, kus kolmest lähestikusest puurkaevust on üks (B) kuiv, sest see ei läbista ühtki suurt lõhet, ent puurkaevudes A ja C on veetasemed omavahel seotud. Poores keskkonnas oleks aga kõigis kolmes puurkaevus vesi sees ning veetasemed oleksid omavahel ühenduses. Mõlemas keskkonnas voolaks puurkaev C üle ning kaevu B piirkonnas oleks poorse keskkonna puhul tegemist survealuse aluspõhjalise põhjaveekihi-ga.

Uuringud on näidanud, et lõhelist keskkonda võib teatud tingimustel lugeda poorse keskkonna sarnaseks. Siis peab lõhede tihedus (lõhede arv kivimi mahuühiku kohta) olema uuritava ala suurusega võrreldes suhteliselt suur (joonis 1, b). On täheldatud ka seaduspärasust, et lõhelise keskkonna poorsena käitumise tõenäosus on suurem, kui lõhed on pigem ühesuurused ning nende orientatsioon pigem muutuv [4].

Poorse ja lõhelise keskkonna küsimus tõstatub ka modelleerimise pu-



Joonis 1. Põhjaveetasemed kolmes lõhelises (a) ja poorses (b) keskkonnas paiknevas lähestikuses puurkaevus A, B ja C [3]



Joonis 2. Nõiakaevu lähiümbruse oluliste punktide kõrgused (Maa-ameti geoportaali andmetel) ning nende vahelised kaugused

hul. Kas kasutada poorse keskkonna mudelid, kus põhjavee voolamise järjepidevus ning laminaarne voolamine on arvutuste kaks peamist eeldust, või lõhelise keskkonna mudelid, milles vett juhtivad lõhed on kirjeldatud ning põhjavee voolamine võib teatud juhtudel olla turbulentsne? Poose keskkonna mudelid kasutades on saadud üsna häid tulemusi, kuid need kehtivad üldjuhul vaid tasakaaluliste arvutuste puhul. Poose keskkonna mudelid annavad häid tulemusi ka põhjaveebilansi arvutamisel, reoainete liikumise arvutamisel lähevad aga vead suureks [5]. See on tingitud sellest, et lõhelises kivimiladestus on suur osa poorsusest kivimi primaarne poorsus ning vaid väike osa lõhede poorsus (sekundaarne poorsus). Samas on sellise ladestu lõhede veejuhtivus kivimi primaarse poorsusega võrreldes suhteliselt suur. Põhjavee vooluhulga arvutamisel kivimi primaarne poorsus suurt osa ei mängi, kuid reostuse levimise arvutamise korral on difusioon kivimi poorides väga oluline [6].

Miks siis ikkagi võivad poorse keskkonna mudelit kasutades tekkida suured vead? Poose keskkonna mudelite puhul on põhjavee liikumine lahendatav püsiva põhjaveevoolu (Darcy) valemil abil. Darcy valem kehtib põhjaveekihile, kus vesi on kokkusurumatu ja konstantse vis-

koossusega, kus põhjavee voolab laminaarselt ning pooriruum on väike (alla 10 mm). Sel juhul eeldatakse, et poorides voolava põhjavee vooluhulga ja gradiendi vaheline sõltuvus on lineaarne. Lõhelises keskkonnas, kus pooriruumid (lõhed) on suured ja vesi voolab kiiremini, võib voolamine olla turbulentsne. Piiri laminaarse ja turbulentsse voolamise vahel märgitakse kriitilise Reynoldsi arvuga. Laminaarse voolamise korral võib kriitiline Reynoldsi arv (dimensioonita suurus) kõikuda suurtes piirides ($Re_{kr} = 1-60$), sõltuvalt vedeliku liikumise kiirusest, pooriruumi suuruselt ning pooriseinte siledusest [7]. Kui kriitiline Reynoldsi arv ületatakse ja põhjavee voolamine muutub turbulentsseks, siis põhjavee gradient ja vooluhulk ei ole enam lineaarselt seotud [6]. Veejuhtivusnäitajaid valides on statsionaarse situatsiooni modelleerimisel võimalik saada üsna hea tulemus, sest gradiendid on püsivad, kuid mittestatsionaarsete süsteemide puhul lähevad vead liiga suureks. Seetõttu ongi uuemates põhjavee modelleerimise tehnikates hakatud kasutama kaksikpoorsuse mudelid, kus arvutatakse eraldi põhjavee voolamist kivimi primaarses poorsuses ja lõhedes ning tulemused liidetakse [7].

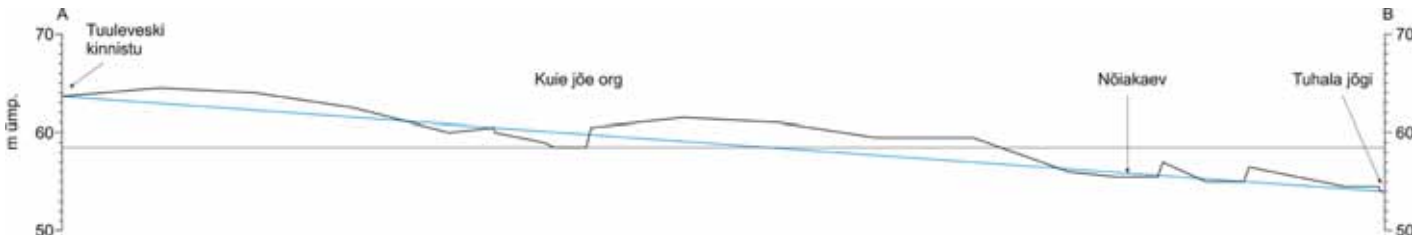
Küsimusele, millist arvutusmeetodit ikkagi kasutada, saab vastata vaid üheselt – see sõltub konkreet-

sest olukorrast ning eesmärkidest. Kindlat eeskirja ette anda ei saa, kuid mittestatsionaarsete ülesannete ning reoainete liikumise puhul peaks tänapäeval juba kasutatama kaksikpoorsusmudeliteid.

MIKS NÕIAKAEV IKKAGI „KEEB“?

Nõiakaevu lähiümbruses ulatub maapinna kõrgus 64 meetrini üle merepinna. Kui olete käinud Nõiakaevu vaatamas, siis olete ehk täheldanud, et kaev ise asub maja kõrval olevas lohus. Ringi vaadates näete, et maapind tõuseb ühtlaselt kagu suunas ning üle tee paistval põllul on suhteliselt kõrge küngas. Maa-ameti kaardiraenduse kohaselt paikneb Nõiakaev kõrgusel 56 m ümp (joonis 2) ning lähiümbruse kõrgeim punkt (64 m ümp) on Tuuleveski kinnistu lähedal. Nõiakaevu lähedal olev õu on sellest kohati 0,5 m kõrgemal (56,5 m ümp) ning Nõiakaevu ümbruses olevate kurisute kohal maapind umbes 2 m sügavamal.

Nõiakaevu lähiümbruse pinnamoest rääkides on kindlasti vaja mainida ka Ämmaauku, mille ümbruses on maapind 61,5 m, ning Tuhala jõe orgu Nõiakaevust kirdes, kus jõevee tase on umbes 54 m kõrgusel ümp. Kirjeldatud ala läbib veel Kuie jõe org, mille põhja kõrgusmärk on Nõiakaevu ja Tuuleveski kinnistu vahelisel



Joonis 3. Maapinna kõrgus ja põhjavee tase Tuuleveski kinnistu (A) ja Nõiakaevu (B) vahelist joont mööda (vt joonis 2). Püstmõõtkava on 10 korda rõhtmõõtkavast suurem

joonel 58,5 m ümp (joonis 2).

Maapinnalt esimese aluspõhjalise põhjaveekihi vee voolusuuna määravad normaalse ja madalvee ajal veetasemed Järlepa soos ja Pirita jões. Kevadsuurvee ajal ning ka siis, kui Kuie jõe org veega täitub, määravad veetasemed Kuie ja Tuhala jõgedes põhjavee taseme ja voolusuuna Nõiakaevu piirkonnas. Kuna tõsiseid uuringutulemusi praegu veel kasutada ei ole, peab järelduste tegemisel toetuma rahva tähelepanekutele. Nii on kohalikud märganud, et Kuie jõe orgu tekib vesi vahetult pärast Nõiakaevu keemahakkamist [8]. Sellest võib järeldada, et enne kui Nõiakaev keema hakkab, peab põhjavee tase Ämmaaugu ning Kuie jõeoru piirkonnas kerkima 58 m kõrgusele üle merepinna. Põhjavee taset kahe tea-

daoleva punkti vahel on lihtne arvutada, kasutades Dupuit-Forchheimeri põhjavee voolamise valemit [6]

$$Q = K \frac{h_0^2 - h_1^2}{2L} \text{ modifikatsioon}$$

$$y = \sqrt{h_0^2 - \frac{x}{L}(h_0^2 - h_1^2)}, \text{ kus}$$

y , h_0 ja h_1 on veetasemed Nõiakaevus, Kuie ja Tuhala jões, x Kuie jõe ja Nõiakaevu vahemaa ning L vahemaa Kuie jõest Tuhala jõeni.

Dupuit-Forchheimeri valemiga saab teha lihtsaid arvutusi siis, kui vabapinnalise põhjaveekihi gradiendid on väikesed (1/1000 kuni 1/100). Siis võib eeldada, et põhjavee voolab pea-

aegu horisontaalselt.

Joonisel 3 on läbilõige, millel on kujutatud nii pinnamood kui ka põhjavee tinglik tase Kuie jõe orust Tuhala jõeni. Põhjaveetaseme gradient on Nõiakaevu piirkonnas 0,007, mis võimaldab selles piirkonnas kasutada Dupuit-Forchheimeri valemit.

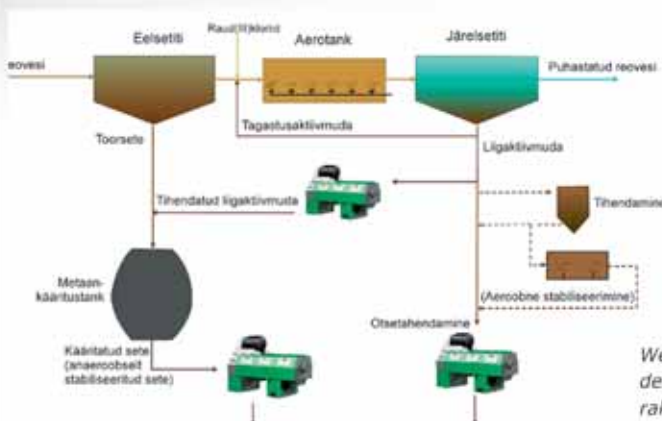
Põhjavee tase Nõiakaevu piirkonnas arutati kolme stsenaariumi jaoks:

- veetase tõuseb ainult Kuie jõeorus;
- veetase tõuseb ainult Tuhala jões;
- veetase tõuseb mõlemas kohas korraga.

Arvutustulemused on joonisel 4. Kui juba joonisel 3 olev tinglik põhjaveetaseme näitab, et lohus oleva Nõiakaevu piirkonnas võib vesi teatud tingimustel üle maapinna tõusta, siis joonisel 4 on näha, et Nõiakaevu keemisele avaldab suurimat mõju

Settekäitluse terviklahendused

Eestis 1994. aastast peale esindatud Saksa firma GEA WESTFALIA SEPARATOR GROUP GmbH pakub terviklahendusi nii asulate kui ka tööstusettevõtete reoveepuhastites tekkiva sette käitlemiseks. Pakutatavate süsteemide jõudlus on vahemikus 1–160 m³ reoveesetet tunnis, kuivainest peetakse kinni üle 95%. Sete tahendatakse dekanter- ehk nõrutustsentrifuugide abil, mida võib pidada kõige tõhusamateks ja ajakohasemateks tahendusseadmeteks. Westfalia dekantertsentrifuugide patenteeritud eelis on kahe reduktori ja kahe elektrimootoriga ajam, mis võimaldab seadme tööd sujuvalt reguleerida vastavalt sette kuivainesisalduse muutumisele. Seade kulutab vähe elektrienergiat – sõltuvalt suuruselt vaid 1–2 kWh settekuupmeetri kohta. Peale tsentrifuugide kuuluvad süsteemi pumbad, vooluhulgamõõturid, tigu-konveierid ja polümeerianustusseadmed. Kogu süsteemi juhib Siemensi kontrolleriiga juhtimiskilp.



Westfalia dekantertsentrifuug



Westfalia dekantertsentrifuugidega settekäitlusruum

Kontakt pakkumiste ja info küsimiseks:

Rein Kirsimäe
 GEA Mechanical Separation
 Westfalia Separator Group GmbH
 Representative Office Estonia
 Posti 17-1 71020 Viljandi
 Tel +372 43 33 400, Faks +372 43 33 300
 Mobiil +372 51 39 000
 rein.kirsimae@geagroup.com
 www.westfalia-separator.com

GEA

Westfalia
 dekantertsentrifuugi
 rakendusvõimalusi

veetase kaevu lähedal olevas Tuhala jões.

Selleks et põhjavee tase Nõia-kaevu juures tõuseks üle maapinna, peab veetase Kuie jõe orus tõusma vähemalt 1,5 m Tuhala jõe veetasemest kõrgemale, ent piisab vaid veidi üle poole meetri suurusest tõusust Tuhala jões. Kui veetase tõuseb ühepalju mõlemas kohas, ei ole suurt vahet teise stenaariumiga, sest veetase lähedal asuvas Tuhala jões on määravam (joonis 4).

Ometi ei ole mõtet käesoleva arvutuse tulemustest innustuda või pessimismi langeda. Peab endale aru andma, et arvutuse lähteandmed on üsna ligikaudsed ning sademevee infiltratsiooni ei ole arvestatud. Seetõttu ei ole mõtet ka suhtelisi veetasemeid absoluutseteks ümber arvutada. Pigem peab nii käesoleva kui ka E. Sooviku tehtud arvutuse [9] tulemusi uuringutega kontrollima.

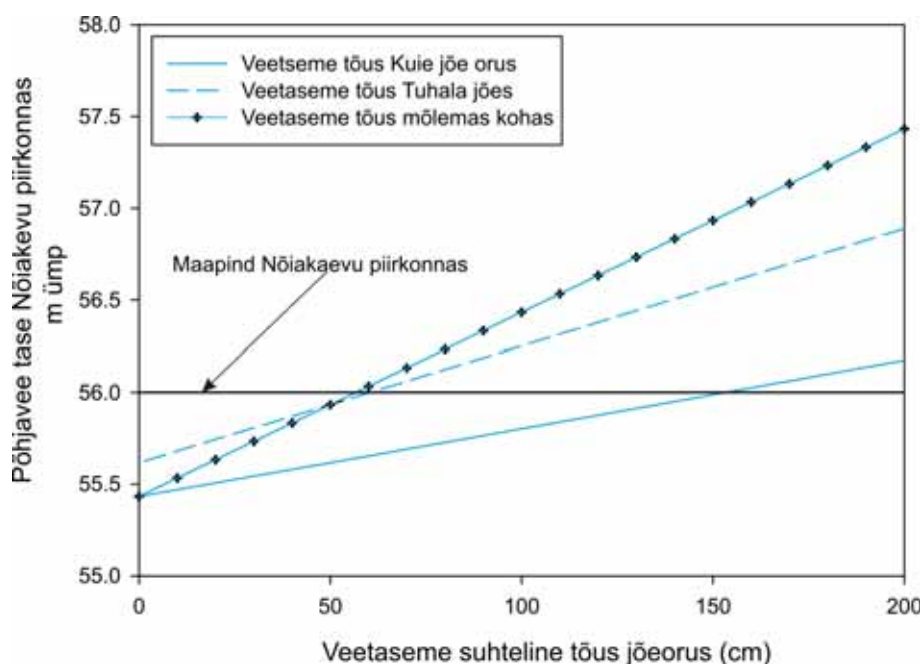
TULEVASTE UURINGUTE EESMÄRK JA TÄPSUS

Tuhala karstiala lähedusse kavandavate lubjakivikaevanduste mõju hindamiseks Nõiakaevule peetakse vajalikuks teha suuremahulisi geoloogilisi ja hüdrogeoloogilisi uuringuid. Nende tulemusena peaks valmima ka põhjalik hüdrogeoloogiline mudel selle piirkonna veebilansi arvutamiseks. Mudel peab andma vastuse küsimusele: kui palju peab põhjavee taset alandama, et Nõiakaevu tegevus lakkaks? Praegu ei teata sedagi, kui suur on veesamba kõrgus kaevu kohal Nõiakaevu keemise ajal ning kuidas seda üldse mõõta?

Nõiakaevu „keemise“ seletamiseks on lähtuvalt eespooltoodust kaks varianti.

1. variant. Nõiakaev on osa uniikaalsest loodusnähtusest – ühendatud anumatena toimivast maa-alusest jõestikust. Põhjavee voolamist selles jõestikust ja Nõiakaevu töötamist reguleerib lõhesüsteem, milles põhjavesi ei pruugi voolata Darcy seaduste kohaselt. Reljeefinõos asuv Nõiakaev avab Ämmaaugu ja Tuhala jõe vahelist lõhesüsteemi ning selle kaevu „keemine“ sõltub veetasemetest nendes kahes kohas.

2. variant. Nõiakaev on tavaline poorses lubjakivimassis olev artee-



Joonis 4. Nõiakaevu piirkonna põhjavee taseme sõltuvus veetasemetest Tuhala jões ja Kuie jõe orus

siakaev, mis avab maapinnanõos survele põhjaveekihti. Kaevu „keemine“ sõltub peamiselt veetasemetest Kuie jõe orus ja Tuhala jões.

Nende variantide käsitlemisel tuleb kasutada erinevaid arvutuspõhimõtteid ning ka vajalike lähteandmete hulk on erinev. Esimese variandi tõestamiseks on vaja geofüüsikaliste uuringutega saada võimalikult täpne pilt karbonaatkivimite lõhede tihedusest, orienteeritusest ja suurusest. Mõlema variandi puhul tuleb proovipumpamiste, puurkaevude karotaaži ning värvuskatsetega lõhesüsteemides võimalikult täpselt määrata põhjavee liikumist iseloomustavad näitajad.

Põhjaveemudeli tüübi valimisel ja koostamisel peab arvestama püstitatud eesmärgi, sest nendest sõltub paljuski mudeli suurus, ehitus ja täpsus. Vaadeldava ala kohta on praegu vaid üks põhjaveemudel [1], mis tõenäoliselt koostati põhjavee alandamise mõju hindamiseks karjääride lähiümbruse madalatele salv- ja puurkaevudele, ent mida paljudes aruteludes kaasatakse kavandavate karjääride võimaliku mõju hindamisel Nõiakaevule. Mudeli algeesmärgist lähtudes valiti ka selle piirid ning mudel kalibreeriti põhjavee miinimumtaseme järgi tulevaste karjääride asukohas rajatud puurkaevudes. Juba see, et mudel kalibreeriti miinimumtaseme järgi, peaks inimesed

ettevaatlikuks tegema, kui nad hakkavad andma hinnangut karjääride mõju kohta Nõiakaevu „keemisele“. Kevadise arteesiaavoolu puhul ei ole oluline, kas põhjavee tase on miinimumperioodil 10 cm madalamal või kõrgemal, sel juhul on pigem tähtis teada, kas karjääride dreniv tegevus vähendab kevadsuurveeagset äravoolumaksimumi või mitte.

Karjääride mõju hindamisel on Tuhala nõiakaev sattunud mudeli piiride sättimisel selle kagunurka, st mudeli piirile (rajatingimustele) 2,5 korda lähemale kui potentsiaalseks mõjuriks peetud Tammiku karjäärile. Rajatingimusi ei ole küll aruandes täpselt kirjeldatud, ent joonistelt võib aimata, et põhjavee tase on loetud püsivaks. Seetõttu on mudelis Nõiakaevu piirkond mõjutatud pigem lähematest rajatingimustest kui 2,5 korda kaugemal asuva karjääri tegevusest. Võrrelda võib põhjaveetaseme üldtoodud arvutustega (joonis 4), kus veetaseme kõikumine lähedal asuvas Tuhala jões on olulisem kui veetase kaugemal asuva Kuie jõe orus. Mudeli loomisel pandi põhiorõhk karjääride mõjule selle lähiümbrusele ning seejärel kontrolliti mudeli täpsust karjääride piirkonda rajatud puurkaevude andmeil. Nõiakaevu piirkonnas on selle mudeli täpsus aga vaid 3 m. Aruande [1] joonisel 4 ja tabelist 5 saadud tulemuste kõrvutamisel selgub, et veetase Nõiakaevu läheduses

asuvates salvkaevudes on mudeli jär- gi 53 m ümp, looduses mõõdetuna aga 56,5 m ümp (joonis 4 ja [1, tabel 5]).

Tulevikus tehtavaid uuringuid ka- vandades peab püstitava õiged üles- anded ja eesmärgid, seejärel valima parimad arvutusmeetodid ning alles siis võib hakata koostama väliuurin- gute programmi. Koostatav mudel peab olema kalibreeritud ja testitud eri tingimustes. Modelleeritava ala piiritlemisel peab arvestama, et piirid kulgeksid mööda looduslikke piire (veelahkmed, jõed) ning oleksid hu- vipunktidest piisavalt kaugel. Siis ei saa tulemused olla mõjutatud rajatin- gimustest. Mudeli testimiseks peab valima punkte ning tegema välivaat- lusi huvipakkuvate kohtade ligidu- ses. Kuna tõenäoliselt tuleb koostada mittestatsionaarne mudel, siis peab bilansiarvutusteks (pinnaveekogude vooluhulgad) ning testimiseks (vee- tasemed vaatluskaevudes) tegema välivaatlusi ühtlase ajavahega, sest eriaegsed andmed ei ole mudelis kas-utatavad.

Kõige olulisem on endale aru anda, et mudel jääb alati looduslike prot- sesside lihtsustuseks ning annab seatud eesmärkidele vastuseid vaid

teatud eeldusi (lihtsustusi) arvesta- des. Igas mudeli lihtsustuses peitub aga viga, kui võrrelda protsessidega looduses. Seega ei ole lõpptulemus absoluutne tõde ning selle usaldus- väärsusel on piirid. Usaldusväärsust saab suurendada mudeli testimisega mitmesugustes tingimustes, võrrel- des arvutatud ning looduses mõõde- tud tulemusi.

Nõiakaevu mudelit tehes tuleb aga alustada põhimõttelisest valikust: kas on tegemist unikaalse lõhesüsteemi- ga, mida kaevandused mõjutavad väiksema tõenäosusega, või hoopis üsna tavalise poorse keskkonnaga, millel on suurem tõenäosus saada mõjutusi kaevandustest. **A.M.**

Viidatud allikad

1. Savitski, L., Savva, V. Nabala lubjakivi- maardla rajatavate karjäärade mõju põh- javee seisundile. Eesti Geoloogiakeskus. Tallinn, 2008. 34 lk.
2. Perens, R., Vallner, L. Water-bearing formation. In: Raukas, A., Teedumäe, A. (Eds.), Geology and mineral resources of Estonia. Estonian Academy Publishers, Tallinn, 1997. 137–145.

3. Freeze, R.A., Cherry, J.A. Groundwater. Prentice-Hall, 1979. 604 pp.

4. Long, J. C. S., Remer, J. S., Wilson, C. R., Witherspoon, P. A. Porous media equivalents for networks of discontinu- ous fractures. Water Resour. Res., 1982, 18(3). 645–658.

5. Schmelling, S.G., Ross, R.R. Contami- nant transport in fractured media: Mod- els for Decision Makers, U.S. EPA Ground Water Issue Paper, EPA/540/4-89/004, U.S. EPA, ORD, R.S. Kerr Environmental Re- search Laboratory, Ada, OK, 1989.

6. Bear, J. Hydraulics of Groundwater. Mc- Graw-Hill Inc, 1979. 569 lk.

7. Shoemaker, W.B., Kuniansky, E.L., Birk, Steffen, Bauer, Sebastian, and Swain, E.D. Documentation of a conduit flow process (CFP) for MODFLOW-2005: U.S. Geologi- cal Survey Techniques and Methods 6-A24, 2008. 50 pp.

8. <http://www.tuhalalooduskeskus.ee>. Tu- hala looduskeskuse kodulehekül.

9. Soovik, E. Nõiakaev karjääri mõjuväljas. Keskkonnatehnika, 5/10. 21–22.

T Teknoma Eesti OÜ

KLUTHE-SYSTEM

Tooted mis töötavad käsikäes!

KLUTHE

HAKUFORM®
metallide
lõikevedelikud

HAKUPUR®
vesialusel
tööstuslikud
pesuained

DECORRAL®
fosfaatimis- ja liinipesukemikaalid

HAKU®
lahustipõhised puhastusained

HAKUDUR®
tööstuslikud värvid


NIKUTEX®
tööstuslikud lahustid ja vedelikud

ISOGOL®
lakkide ja värvide koagulandid

T 400®
reovee neutraliseerimise
kemikaalid

CONTRON®
värveemaldusained

Teknoma Eesti OÜ
Laki 12, 10621 Tallinn
Tel 659 3540
Faks 659 3541
e-post: teknoma@online.ee
www.teknoma.ee



AS Estanc on Eesti kapitalil põhinev metallitööstusettevõte, mis suutis laienemist jätkata ka rasketel aegadel. Uute tehnoloogiliste lahenduste kaasamine võimaldas meil oma tegevust laiendada ka toiduainetööstuse mahutite turule. AS Estanci ärimudelit on tunnustatud ka EASI tööstusettevõtja tehnoloogiainvesteeringu toetusega.

- Survemahutid
- Erimahutid
- Kütusemahutid
- Toiduainetööstuse mahutid
- Toiduainetööstuse seadmestikud
- Korstnad
- Roostevabad mahutid
- Soojusvahetid

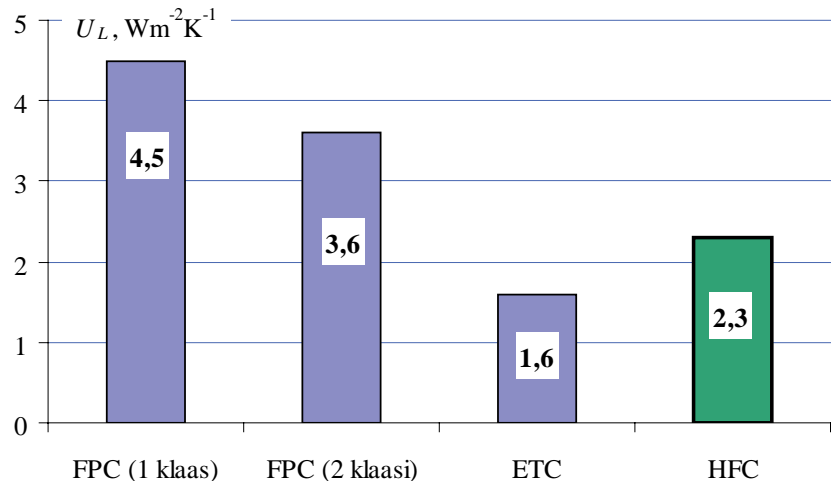
EUROSUN-2010 GRAZIS

TEOLAN TOMSON

TTÜ materjaliteaduse instituudi vanemteadur, tehnikadoktor

ISES-i¹ Euroopa seksiooni järjekordsel (kaheksandal) teaduskonverentsil keskenduti heliosoojusele, heliojahutusele ja helioehitistele. Fotoelektri (PV-elektri) teematikat üldiselt välditi, sest see on arenenud iseseisvaks teadus- ja tootmisharuks. Konverentsile registreeriti 586 osavõtjat 53 riigist, seega polnud tegu üksnes Euroopa üritusega.

Heliosoojuse tootmise TOP 5-de kuuluvad Hiina, Türgi, Saksamaa, Jaapan ja Kreeka. Hiinas kasutatakse helio-olmevett 70 miljonis majapidamises ning helioseadmete tootmises on Hiina maailmas esikohal (40 % PV- ja 77 % soojuskollektoritest toodetakse Hiinas). Suurima heliofarmi au kuulub seniajani Marstalile (Taanis) – 18 365 m² kollektoripinda koguvõimsusega 12,8 MW_h, kuid seda mitte enam kauaks, sest Ar-Riyadis (Saudi-Araabia) saab 2011. aastal valmis 36 000 m² suuruse pindalaga ning ~25 MW_h võimas lamakollektoritega (FPC²) kollektorifarm. See hakkab kütma ülikooli kampust (8 km²), sest vaatamata väiksele laiuskraadile (~25 °N) langeb temperatuur seal talvel miinuspoolele. Viimastel aastatel on enim üles seatud vaakumtoru-heliokollektoreid (ETC³), mille osakaal maailmas seni installeeritud soojuslike heliokollektorite (koguvõimsus 189 TW_h) hulgas on 54,2 %. FPC-sid on 32,6 % ja klaasimata kollektoreid (kasutusel peamiselt USA-s) 26,6 %,



Joonis 1. Soojuslike helikollektorite soojuskadude võrdlus tavaliste lamade, vaakumtoru ning gaasiga täidetud paketiiga kaetud lamada HFC puhul

ülejäanud 0,8 % on õhukollektorid. Ka Eestis on ETC-d moodi tulnud, kuid traditsiooniliste FPC-de ja ETC-de tõhususe võrdlev hindamine on meil alles algusjärgus. Muuseas, ametliku statistika järgi heliosoojust Eestis ei toodetagi!

Minu TTÜ ehitusteaduskonnast pärit konverentsikaaslastele jäi mulje, et helioarhitektuuri ja -ehitiste sektoris oli palju pilte, aga vähe inseneriteadust. Ometi on see ainevald tähtis, sest odavam viis CO₂-heite vähendamiseks on hoonete täiustamine – neist hajub mitu korda rohkem energiat kui näiteks liiklusva-

henditest või põllumajandusest.

Helioenergia laiemat rakendamist silmas pidades võib pudelikaelaks pidada energia salvestamist. Tavapärase vesisalvesti on küll tuntud ja ohutu, kuid võtab palju ruumi ning soojuskadu sellest on suur. Uurimistöö fookuses on seepärast latentse (peidetud) energia salvestid. Kasutatakse nt parafiini (sulamistemperatuur 48 °C) faasimuutussoojust (vedelast tahkesse faasi ja tagasi). See lubab salvesti mahtu kokku hoida, aga soojuskao probleem jääb püsima. Keemiline salvesti annab suure mahulise võidu – ettekandes demonstreeriti 40 m³-se veepaagiga võrdväärset 8 m³ suurust keemilist salvestit, millest soojust ei kadunud isegi pika salvestusaja kestel. Sellistes salvestites kasutatakse

¹ ISES – *International Solar Energy Society* – Rahvusvaheline Päikeseenergiaühing

² FPC – *Flat Plate Collector* – lame heliokollektor

³ ETC – *Evacuated Tubular Collector* – vaakumtoru-heliokollektor



www.rentacar-estonia.eu

AUTO RENT

Tel 5625 0951



peamiselt magneesiumiühendeid, nt $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O} + \text{soojus} \rightarrow \text{MgSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$. Pöördprotsessis saab soojuse tagasi. Salvestustemperatuurid võivad olla vahemikus 30–100 °C. Salvestuse energiatiheduseks on seni saadud 185 kWh·m⁻³, ent loodetakse saavutada 250 kWh·m⁻³. Meetodil on ka puudusi: keemilised reaktorid on keerukad ja kogukad ning probleeme on korrosiooni ja ohutusega.

Heliokollektorite vallas on päevakorras võitlus stagnatsiooniga, mille all tuleb mõista soojuskandja aurustumist, selle ringluse katkemist ja kollektori töö lakkamist. Sellele probleemile oli pühendatud mitu ettekannet. Taani tehnikaülikoolis leiti selline lahendus, et kui soojuskandja temperatuur tõusis 80 °C-ni, lülitus ringluspump välja ning soojuskandja aur kondenseerus hästi suures paisunõus (hüdrofooris). Seda võtet katsetati 2009.a juunist 2010.a märtsini ning selles ajavahemikus juhtus 97 sellist sündmust, mis süsteemi ei kahjustanud. Ka Ar-Riyadi süsteemi projekteerimisel tuli selle probleemiga tegelda. Austria kogemuste põhjal on stagnatsiooniga probleeme heliotoega kaugküttesüsteemides ning nähtus on eriti häiriv firmade hoonetes päikeselistel nädalalõppudel. Keskmise suurusega süsteemides kasutatakse seal soojuskandja auru veeldamiseks õhkradiaatoreid, suurtes vesijahutusega aurukondensaatoreid. Teine uuritav võte on erilise polümeerkile (*thermotropic layer*) panemine katteklasi ja õhuvahe vahele, mis temperatuurivahemikus 40–80 °C hüppe-

liselt vähendab (umbes kaks korda) otsekiirguse läbipääsu. Muret teeb ka katteklasi higistamine ja jäätumine.

Mitu ettekannet oli pühendatud PVT-kollektoritele, mille all tuleb mõista tagant jahutatavat vedela soojuskandjaga PV-moodulit. Nendel katteklasi ei ole ning seetõttu on nad tuuletundlikud – tuulekiiruse (katsetati tuulekiirustel 1–2 m·s⁻¹) suurenemise korral elektriline kasutegur suureneb ning soojuslik vähe- neb. Üldine energeetiline kasutegur on mõne protsendi võrra suurem kui nn puhtal PV-moodulil. FPC-entusiastid püüavad ETC võidukaiku korvata sellega, et asendavad tavalise klaaskatte väärisgaasiga (argoon, krüpton) täidetud paketi- ga. Joonisel 1 on näha gaastäitega prototüübi (tähistatud HFC) võrdlust ühe ja kahe katteklasi- ga FPC ning ETC- ga, millele ta soojuska- o poolest siiski alla jääb.

Mitu ettekannet oli pühendatud polümeeride kasutamisele ja nende omaduste stabiilsuse uurimisele heliokollektorites. Julgen ühe autoriteetse ettekandja roosades visioonides kahelda, sest seniajani tehakse polümeermaterjale naftast või gaasist ning nende tulevik on ju nukker.

Helioressursiuuringutes oli peatähelepanu pööratud satelliidilt tehtud kiirgusmõõtmistele ning nende sidumisele maapealsete mõõtmistega. Maapealsete (täpsete) mõõtmiste võrk on tihe Euroopas, rahuldav Põhja-Ameerikas ja Kaug-Idas, kuid suurel osal maakerast puudulik ning paljude prognooside (projekteerimis-

tööde) puhul tuleb tugineda kaudsetele mõõtmistele.

Selle tegevusega korreleerub üsna hästi Grazi linna katusekataster: korduvaid, eri kellaegadel tehtud aerofotosid (lahutusvõime 20 x 20 cm, kõrguse määramistäpsus 15 cm) töödeldes määrati iga katuse (ilmakaart, kallet ja naaberhoonete varju arvestav) helioenergeetiline ressurss. Umbes 17 000 m² suuruse katusepinna koguressursiks saadi 2000 GWh. Teises Grazile pühendatud ettekandes teatati, et lisaks olemasolevale neljale kaugküttevõrku ühendatud heliofarmile, mille senine osatähtsus on väike, tuleks lisada 85 000–95 000 m² kollektoreid (sellest 17 000 m² katuste arvel). Praegu kütavad linna kaks ~20 km kaugusel asuvat fossiilkütusel katlamaja, kasutatakse ka kohaliku metallikombinaadi jääksoojust.

Graz on ilus ja kompaktne tüüpiline Kesk-Euroopa linn (~265 000 elanikku). Laialivalguvaid äärelinnu ega kõrghooneid näha ei olnud. Laiarööpmelise trammi välimine rööbas on vanalinnas kõnnitee äärekivist 10–15 cm kaugusel ning laiaõlg- sed mehed ja laiapuusalised naised peavad kõnniteed pidi liikuma üsna ettevaatlikult. Palju oli näha kerjuseid (turismimagnet!) ning pearättide ja lapsevankriga mosleminaisi. Jalgrattaid oli liikvel päris rohkesti, ent (linna)maastureid nägi haruharva (vastupidi Tallinnale).

Kongresside palee (renoveeritud keisririigi- aege hoone) jalutusruumides korraldatud näitus üllatusi ei pakkunud. A.M.

Varisco S.p.a.

Nõelfiltersüsteem veetaseme alandamiseks ehitustel, maaluste torustike rajamisel jm kaevetöodel, kus vesi segab tööde tegemist.

Suure jõudlusega vaakum- ja iseimevad pumbad veetaseme alandamiseks ning mahutite, kaevikute, tiikide jm tühjendamiseks ja üleujutuste likvideerimiseks.

Heeder OÜ,
tel. 6032 276, www.heeder.ee



onninen

ONNINEN AS, Betooni 6, Tallinn 11415
Tel 6 105 500, Faks 6 105 555
valev.altmets@onninen.com
www.onninen.com

**Purso kvaliteetsed
profiilisüsteemid
nüüd ka Onninen laos**

Purso alumiiniumist ehitussüsteemid

P50L fassaadisüsteemi võimalik
CE-märgistada ka tulekindlusklassides
EI30 ja EI60



 **PURSO**[®]
Rakennusjärjestelmät

Purso Oy, Alumiinitie 1, 37200 Siuro
Tel +358 3 340 4111, Faks +358 3 340 4500
purso@purso.fi
www.purso.fi

ARUPURU RAKENDAMISE VÕIMALUSTEST

JÜRGO PREDEN ja RAILI SOMELAR

Defendec

TEHNOLOOGIA ARENG

ESIMESED pikemad sammud arvutite arengus astuti eelmise sajandi keskpaigas, suurarvutite loomise ajal. Aastakümnete jooksul on arvutid üha väiksemaks muutunud. Spetsialistidele mõeldud suurarvutite ajal eeldas iga sugune arvutikasutus erialast koolitust või selle ala asjatundja abi. Arvutite, eelkõige nende kasutajaliideste areng on aastakümnete jooksul olnud muljetavaldav – tänapäeval kasutame ilma suurema vaevata erinevates vormides arvuteid, alates digitaalmärkmikest kuni tavapäraste personaalarvutiteni.

Kui spetsialistide jaoks on arvuti juba ammu tähendanud lihtsalt seadet, mis sisaldab protsessorit ja mälu ning mis täidab etteantud programmi, siis areng, millest oli juttu eespool, muudab arvuti tähendust ka tavainimese jaoks. On vältimatu, et arvutid muutuvad vahetumalt meie igapäevaelu osaks, olles „peidetud“ kasutatavatesse seadmetesse. Digitaalse arvutitehnoloogia odavnemine on võimaldanud arvuteid paigutada paljudesse igapäevaseadmetesse – televiisoritesse, röstritesse ja autodesse, täiendades nende seadmete funktsionaalsust ning vähendades ka nende omahinda. Sama funktsionaalsuse saavutamine arvuti abil on tihti alternatiivsetest lahendustest odavam.

TAJUMATU ARVUTUS

Tänapäeval ei vaheta sellised arvutiga varustatud seadmed veel tüüpiliselt omavahel andmeid, kuid selliste seadmete omavahel võrku ühendamine ning füüsilisse maailma integreerimine võimaldab luua uut tüüpi arvutisüsteeme, mida nimetatakse tajumatu arvutuse (ingl keeles *ubiquitous computing / pervasive computing*) süsteemideks. Tajumatu arvutuse süsteemid toimivad erinevalt tavapärastest arvutisüsteemidest, kus arvuti on inimese jaoks enamasti selgesti tajutav ning arvutusprotsessi käivitab inimene (keskkonnas olevad arvutid töötlevad andmeid

(arvutavad), ilma et inimene peaks selleks käsku andma). Seega eeldatakse tajumatutelt seadmetelt teatud määral proaktiivsust, mis tähendab, et sellised seadmed ei reageeri ainult inimese antud käskudele, vaid täidavad mitmeid ülesandeid iseseisvalt, lähtudes oma arusaamast maailma kohta ning oma sihifunktsioonist. Inteli uurijad sõnastavad proaktiivsuse järgmiselt [1]: „... proaktiivse arvutusmudeli korral ennustavad arvutid meie vajadusi ning tegutsevad vahel meie eest. Meie suhtleme vaid mõne oma läheduses oleva arvutiga, kuid enamik arvutitest on paigutatud sügavale meie keskkonda, kus need koguvad andmeid ning tegutsevad vastavalt kogutud andmetele ilma inimesepoolse vahelesegamiseta.“

SENSORVÕRGUD JA ARUPURU

Tulevikunägemuses on võimalik panna inimese südamestimulaator suhtlema tema kohvimasinaga, hindamaks üheskoos talle sobivat kohvi kangust (hea näide tajumatu arvutuse süsteemist). Üks tänapäeval eksisteerivaid tehnoloogiaid, mis võimaldab luua selliselt toimivaid arvutisüsteeme, on tark tolm ehk arupuru (ingl keeles *smart dust*).

Arupuru kübe on väike arvuti, mis on varustatud autonoomse energiaalli-

kaga ning traadita andmesideliideseaga. See arvuti on võimeline suhtlema teiste omataolistega ning töötama iseseisvalt. Arupuru kübemetest (ingl keeles *smart dust mote*) on võimalik koostada nn sensorvõrke (ingl keeles *sensor networks*), kus hulk keskkonda paigutatud miniatuurseid arvuteid (arupuru kübemeid) jälgivad keskkonda ning töötlevad kogutud andmeid. Arupuru kontseptsiooni lõi professor Kristofer Pister California ülikoolis Berkeleys aastal 2001 Ameerika Ühendriikide DARPA (*Defence Advanced Research Project Agency*) projekti raames. Sensoritest koosnevate võrkude kontseptsioon oli olemas juba aastakümneid varem, kuid tol ajal mahtus üks sensorvõrgu sõlm veoautokasti ning selliste seadmete autonoomsus oli suhteliselt piiratud.

Nagu öeldud, said uuringud arupuru valdkonnas alguse sõjalistest rakendustest (nagu ka paljude teiste tehnoloogiate puhul), kuid arupuru arendamine ja uurimine on toimunud suuresti tänu rakenduste valdkondade väga laialdasele uurimisele. Võib öelda, et kübete rakenduste väljatöötamine tsiviilvaldkonnas on suhteliselt algusjärgus ning seetõttu ei ole arupuru rakendused igapäevaelus veel väga levinud. Igapäevaelus on sensorvõrke põhimõtteliselt võimalik rakendada paljudes valdkondades, kus on vaja suurt hulka jälgimispunkte, nende punktide ühendamine juhtmetega on aga kas kallis või võimatu (näiteks targa keskkonna loomiseks, tootmissüsteemide jälgimiseks ning ka logistikas). Logistika on arupuru abil saadavad eelised üsna selged – automaatne kauba jälgimine hõlbustab pideva kontrolli tõttu kauba õigeaegset kohalejõudmist või lihtsamat jälgimist. Lahendused, mis võimaldavad suurte kaubahulkade automaatset jälgimist, on juba tänapäeval olemas – rakendused, mis võimaldavad konteinerite asukohta ja olukorda (reaalajas) jälgida, töötati välja juba eelmise sajandi lõpus. Kuid arupuru aitab seda kontseptsiooni edasi aren-



Joonis 1. Arupuru kübe aastast 2004, varustatud kiirendus-, magnetvälja ja temperatuurianduriga ning mikrofoniga

dada – tehnoloogia täiustudes ja odavnedes on põhimõtteliselt võimalik iga toote külge kinnitada arupuru kübe, mis jälgiks selle toote asukohta ning olukorda. Selliste süsteemide erilahendused võimaldaksid jälgida ka toodete seisundit alates toote valmistamisest, selle transpordist tootja juurest hulgilattu kuni toote jõudmiseni tarbijani, kellele oleks võimalik toote külge kinnitatud kübemelt saada informatsiooni toote transpordi- ja säilitustingimustest, lugedes vastava seadme abil infot toote ajaloo kohta.

KESKKONNA JÄLGIMISE RAKENDUSED

Ka põllumajandus pakub arupuru kübemele mitmeid rakendusi. Kübemeid kasutades saab suhteliselt väikese vaevaga üles seada jälgimissüsteemi, mis mõõdab ja salvestab keskkonnatingimusi (näiteks õhu ja maapinna niiskus, õhu ja maapinna temperatuur). Kõrvutades keskkonnatingimuste mõõtmise tulemusi erinevatel perioodidel teatud kasvupiirkondades selle kasvupiirkonna saagikusega, on võimalik leida kasvatatavatele taimedele optimaalsed keskkonnatingimused. See omakorda aitab vähendada tootmise hinda, tõsta kvaliteeti ja suurendada saagikust. Pidevat niisutust vajavates piirkondades võib saavutada kokkuhoidu vee säästmise arvelt, kuna keskkonna täpne jälgimine annab informatsiooni, mis võimaldab niisutada taimi võimalikult veesäästlikul režiimil.

Arupuru kübemed aitavad koguda keskkonnas väga detailset informat-



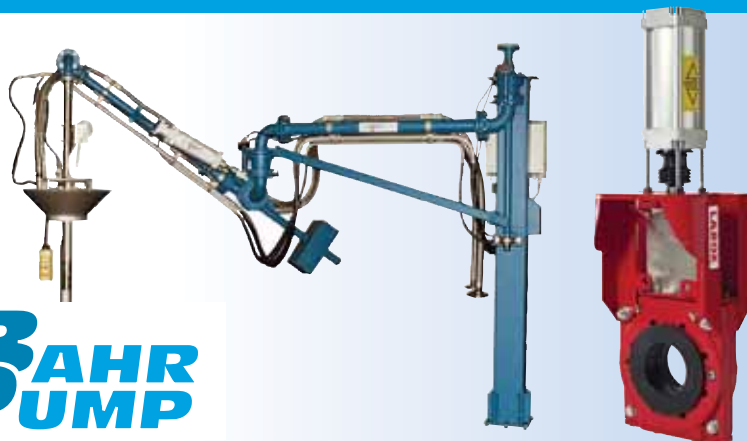
Joonis 2. Defendeci arendatud jälgimissüsteem suvises metsakeskkonnas

siooni, avaldades samas keskkonnale minimaalset mõju tänu oma väikestele mõõtmetele ning paigalduse lihtsusele. Paljud liigid on inimtegevuse suhtes väga tundlikud, näiteks Ameerika Ühendriikides tehtud uuringud on näidanud, et veerandtunnine linnukoloonia külastus võib suurendada lindude suremust kuni 20% [2]. Seega võimaldab arupuru kasutamine sellistes rakendustes jälgida keskkonda ilma seda liigselt kahjustamata. Pealegi aitab potentsiaalselt suur jälgimispunktide arv koguda lokaalset informatsiooni, mida ei ole võimalik saavutada tavapäraseid mõõtemetodeid kasutades. Kübeme võrgu omadused – juhtmete puudumine ning lihtne konfigureeritavus – tähendab seda, et keskkonna jälgimiseks vajaliku võrgu saab paigaldada kiiresti

ja lihtsalt. Arupuru tehnoloogia võimaldab koguda sensorandmeid sagedusega, mis vastab jälgitava nähtuse või objekti muutumise sagedusele, häälestades iga jälgimispunkti sobivalt. Ühe näite keskkonna jälgimise kohta pakub ka Ameerika Ühendriikides tehtud eksperiment, mille käigus paigaldati arupuru kübemed looduskaitsealasse (Great Duck Island) ning jälgiti seal toimuvat, keskkonda seejuures kahjustamata [3].

Sarnaselt teiste tehnoloogiatega kätkeb arupuru rakendamine endas riske. On selge, et arupuru kasutamise korral paljude teadlaste soovitatud viisil (arupuru kübemeid puistatakse jälgitavasse piirkonda sadade kaupa, näiteks lennukilt), on sellisel kasutusel ka kahjulikku keskkonnamõju. Iga kübe on varus-

PUMBAD VENTIILID LAADIMISSEADMED



www.pump.ee Pärnu mnt 153, 11624 Tallinn, tel 697 2572, faks 697 2570

tatud energiaallikaga – akuga, milles leiduvad kemikaalid kujutavad endast potentsiaalset ohtu keskkonnale. Selle probleemi üks lahendus on keskkonnast energia kogumine, mis võimaldaks täiendada aku energiahulka ning tänu sellele ka kübeme eluiga. Tänapäevased keskkonnast energia kogumise lahendused võimaldavad koguda päikese- ja vibratsioonienergiat, samuti saada elektrienergiat temperatuuride vahest, kasutades Peltier’ efekti. Igal juhul tuleks kübemed jälgitavast piirkonnast pärast jälgimise lõppu ka eemaldada, vältimaks soovimatut mõju keskkonnale.

ARUPURU RAKENDAMINE EESTIS

TTÜ proaktiivtehnoloogiate teaduslaboris (ProLab) on vaadeldavas valdkonnas tehtud uuringuid juba alates aastast 2003. Aastate jooksul on tehtud mitmeid projekte, tänapäeval rakendatakse koostöös teadusarenduskeskusega IMECC arupuru tööstusjälgimiseks ning koostöös teadusarenduskeskusega ELIKO arendatakse targa keskkonna jaoks sobilikke süsteeme. ProLab teeb koostööd ka Tallinnas Tehnopolis tegutseva ettevõttega Defendec (www.defendec.com), kus on samuti realiseeritud mitmesuguseid arupuru tehnoloogial põhinevaid rakendusi.

Algselt nime all Smartdust Solutions tegevust alustanud firma on tänaseks keskendunud peamiselt kaitsevaldkonnaga seotud sektorile. Samas on Defendeci arendatav sensorvõrkude võrgukiht rakendatav eri valdkondades. Seda võrgukihti arendatakse rakendusuringu käigus, mida teevad ühiselt Defendec ja ProLab ning mida rahastab EAS. Selles rakendusuringus pannakse üles ka 1000 võrgusõlmest koosnev testvõrk TTÜ ja Tehnopolis



Joonis 3. Defendeci arendatud jälgimissüsteem talvise keskkonnas

ümbrusse Nõmme mändide alla, valideerimaks arendatavat tehnoloogiat ka rakenduskeskkonnas. Võrgu moodustavad arupuru kübemed on varustatud mitmesuguste sensoritega, mis võimaldavad jälgida keskkonna parameetreid (näiteks õhuniiskus, temperatuur) ning saada ka teavet keskkonnas toimuva kohta, jälgides seal toimuvat liikumist ning tekkivaid helisid. Tehtava rakendusuringu tulemusel loodav võrgukiht võimaldab luua arupurul põhinevaid rakendusi mitmete valdkondade jaoks. Loodav võrgukiht aitab ka tuntavalt energiat säästa ning tänu sellele on arendatavatel tehnoloogiatel põhinevatel võrkudel konkureerivate lahendustega võrreldes ka pikem eluiga.

Arupuru on arenev valdkond ning jätkuvalt leitakse sellele tehnoloogiale uusi rakendusi ning avastatakse selle pakutavaid võimalusi. Lahendamist ja täiendamist vajavaid küsimusi on veel palju, näiteks seadmete omavaheline koostöö ilma inimesepoolse sekkumi-

seta ning loomulikult ka energiasäästuga seotud mured. Eestis tehtav arendustöö on väike osa kogu maailmas tehtavast uurimusest, kuid on kahtlemata oluline panus arupuru tehnoloogia edasisse arengusse.

Viidatud kirjandus

1. Proactive computing, (link veebilehele: <http://www.intel.com/cd/corporate/tech-trends/emea/eng/209579.htm>, linki kontrollitud 28.09.2010).
2. John G. T. Anderson. Pilot survey of mid-coast maine seabird colonies: An evaluation of techniques. Ilmunud raportis *Report to the State of Maine Department of Inland Fisheries and Wildlife*, Bangor, ME, Ameerika Ühendriigid, 1995.
3. Joseph Robert Polastre. Design and Implementation of Wireless Sensor Networks for Habitat Monitoring. Master of Science in Computer Science thesis, 2003.



OÜ Alkranel keskkonnaalased konsultatsioonid alates 2000. a

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



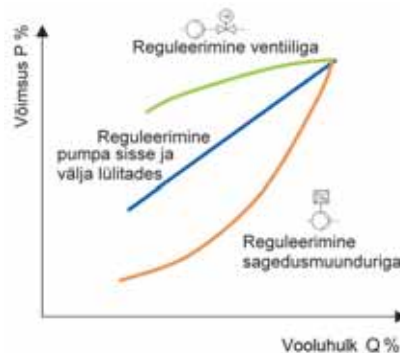
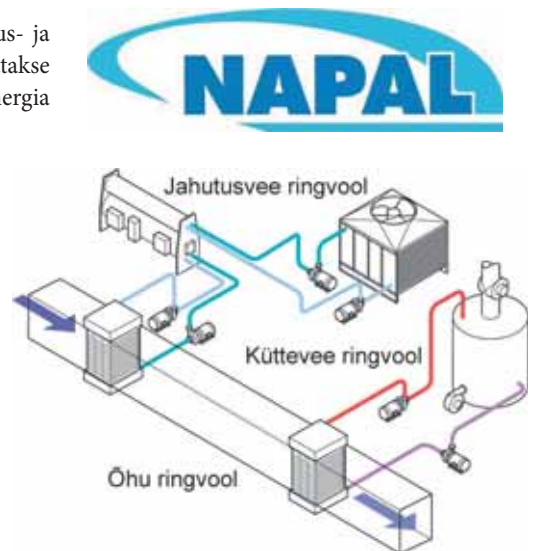
Alkranel OÜ
www.alkranel.ee
info@alkranel.ee
 Riia 15b, 51 010, Tartu
 Telefonid: 7 366 676, 50 39 010

SAGEDUSMUUNDURITE KASUTAMINE HOONETE KÜTTE- JA VENTILATSIOONISÜSTEEMIDES VÕIMALDAB VÄHENDADA ENERGIAKULU 20–50 %

Kas teadsite, et maailma ühed suuremad energiatarbijad on hoonete kütte-, jahutus- ja ventilatsioonisüsteemid? Uuringud on näidanud, et neile tehnoasemetele kulutatakse Euroopas ja USA-s 40 % energiast, seetõttu on igati arukas pöörata tähelepanu energia säästmisele just selles valdkonnas.

Hoonete kütte-, jahutus- ja ventilatsioonisüsteemid sisaldavad seadmeid (pumbad, ventilaatorid), mida käitavad elektrimootorid. Ruumide temperatuuri, õhuniiskuse, värsket õhu juurdevoolu ja veesurve reguleerimiseks on mitu võimalust. Pumba või ventilaatori jõudlust võib reguleerida ventiile lahti ja kinni keerates, ent **kõige energiasäästlikum** on seda teha **SAGEDUSMUUNDURI** abil, mis vähendab või suurendab pumba või ventilaatori pöörlemissagedust. Siis muutub ka nende võimsustarve ning võrgust võetava energia hulk. Alltoodud graafik näitab, kuidas eri reguleerimisviisid mõjutavad pumba võimsustarvet. Ülemisel kõveral on näha, kuidas võimsustarve muutub, kui vooluhulka muudetakse ventiili abil – vooluhulga vähendamine võimsustarvet kuigi palju ei vähenda. Vooluhulka saab reguleerida ka pumba sisse ja välja lülitades (sinine joon), ent sellega võivad kaasned hüdraulilised löögid ja ebahütlane surve. Kui aga vooluhulka suurendada või vähendada sagedusmuunduri abil pöörlemissagedust muutes (alumine kõver), võimaldab see pumba võimsustarvet ja seega ka energiakulu märgatavalt vähendada.

Firma VACON uued V100-seeria SAGEDUSMUUNDURID on täiesti uuel tehnilisel tasemel. Neisse on **sisse ehitatud elektrienergiaarvesti**, millelt on väga täp-



Pumba võimsustarbekõverad P(Q)

selt näha, mitu kWh seade realselt tarbib. ASi NAPAL kliendid on VACONi sagedusmuundureid kasutades hoidnud kokku kuni 40 % elektrienergiat. Muunduri tasuvusaeg on tavaliselt 1–2 aastat. Sageli saadakse kokkuvõtte kaudsete tegurite arvel – pumba käivitamisel ei löhu hüdrauline löök torustikke ega muid seadmeid, kui konveier järsult paigalt sööstab, jääb toodang lindile ega potsata üle serva maha jms. VACONi uutel V100-seeria sagedusmuunduritel on ka **graafiline displei**, millel saab samal ajal jälgida üheksat näitajat ning näeb ka kasutusjuhendit. Esimest korda on **Etherneti** võrgukaart saadaval juba sagedusmuunduri standardversioonis ilma lisakulutusi tegemata. See avab täiendavad võimalused arvutiga juhitavate süsteemidega ühendamiseks ja seadistamiseks. Kõik populaarsete protokollide Modbus TCP ja BACnet IP kasutajad saavad sage-

dusmuunduri VACON V100 ühendada otse oma süsteemi. Sagedusmuunduris VACON V100 on sees **Ethernet, 2x PID, multipump/fan mode, fire mode, flying start, reaalaajakell, kalender ja IP54**. Kõiki neid saab väga mõistliku hinna eest.

Kui ettevõtmise eelarve on väga piiratud, on võimalik kasutada **SÄÄSTU-SAGEDUSMUUNDURIT VACON V10**. See on väike, aga tubli, sisaldades kõiki kõige vajalikumaid funktsioone, sh PI-regulaatorit ja multipump prakendust.

AS Napal on VACONi kaubamärgi esindaja Eestis. Meil on kõik vajalikud seadmed sagedusmuundurite kvaliteetseks hooldamiseks ning remontimiseks. Tehase poolt koolitatud personalilt saab asjatundlikku nõu alates sagedusmuundurite valimisest kuni paigaldamise ja seadistamiseni. **I.A.M.**

Lisainfo: www.vacon.ee

VACON
DRIVEN BY DRIVES



Säästu-sagedusmuundur VACON V10



V100-seeria sagedusmuundur



MIKROTURBIINID ELEKTRIALLIKANA

G-Team a.s. – 1992. aastal asutatud elektri- ja soojusjõujaamade valdkonnas tegutsev Tšehhi ettevõte – tarnib seadmeid auru- ja kondensatsioonisüsteemidele. Tootevalikusse kuuluvad katlad, auruturbiinid, ventiilid ja torusüsteemid. *G-Teamiga* on käesoleva aasta algusest peale teinud koostööd *Konwell*.

G-TEAMi TR-MIKROTURBIINID

MIKROTURBIINID on pöörlevad tööstusturbiinid. Esimesed sellised seadmed ühendati otse generaatori

võlliga ning nende pöörlemissagedus oli 1500–3000 min⁻¹. Suurte mõõtmete ja aeglasekäigulisi mikroturbiine hakati madala termodünaamilise kasuteguri tõttu pöörlemissageduse suurendamiseks varustama redukto-

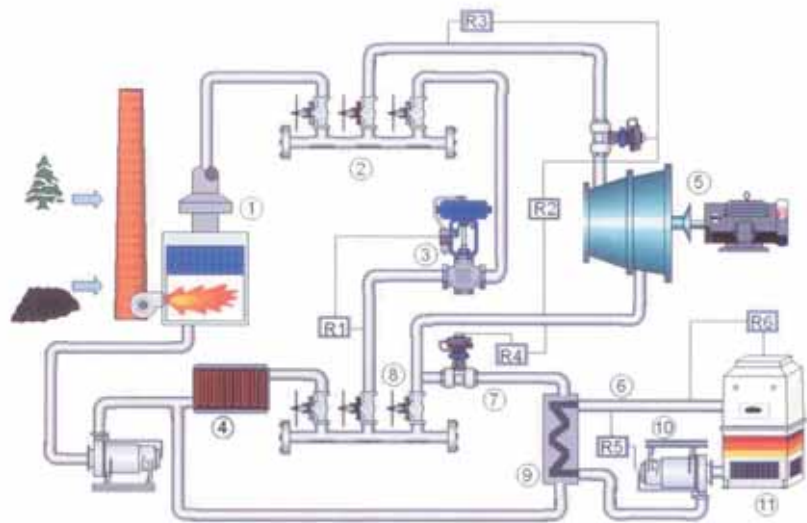
ritega, mis võimaldas turbiine väiksemaks teha. See vähendas omakorda sisekadusid ja ka materjalivajadust. Erand on kiirekäiguline TR-Hi-150, mille pöörlemissagedust reguleeritakse sagedusmuunduri abil. Väikestel



TR-mikroturbiin

võimsustel (kuni 400 kW) on turbiini pöörlemisagedus kuni 30 000 min⁻¹, suuremate korral 3000–6000 min⁻¹.

Auruturbiini töö põhineb sellel, et turbiinilabadele juhitud auru kineetilise energia muundatakse võlli mehaaniliseks pöörlemisenergiaks. Olevalt auru liikumissuunast turbiini telje suhtes eristatakse aksiaal- ja radiaalturbiine. Aksiaalturbiinis liigub aur telje suunas, radiaalturbiinis aga teljega risti. Turbiinid jagunevad ka vasturõhu- ja kondensatsiooniturbiinideks. Vasturõhuturbiine kasutatakse siis, kui aurul on turbiinis vaja lasta paisuda sellise rõhuni, mida kasutatakse kütmisel. TR-mikroturbiinid on enamasti vasturõhuturbiinid, kuid neid saab ühendada ka kondensatsioonisüsteemidega.



MILLEKS ON VAJA MIKROTURBIINI?

Kuigi mikroturbiini peamine ülesanne on alandada auru rõhku, saab rõhu alandamisel vabanevat energiat kasutada elektrienergia tootmiseks. Auru soojussisalduse (entalpia) vähenemine peab seejuures olema vähemalt 180 kJ/kg ning auruvool pidev ja ühtlane. Mikroturbiini soetamise peamised põhjused on majanduslikud. Turbiinilabade tüüp ja suurus valitakse vastavalt vajalikele parameetritele ning leitakse optimaalne pöörlemisagedus. Eesmärk on leida selline seade, millega saadav elektrihulk ja mikroturbiini maksumuse suhe on soodsaim.

Joonisel on näidatud mikroturbiini kõige sagedamini kasutatav rakendusviis. Põhieesmärk on auru tootmine, konkreetset juhul aurukatlagas (1), mis toodab protsessi (4) tarbeks auru. Aur liigub aurujaotuskollektori (2) kaudu rõhualandusventiilini (3), kus rõhk alandatakse protsessi (4) jaoks vajalikule tasemele. Mikroturbiin (5) on olemasoleva rõhualandusventiiliga ühendatud rõõbiti. Auru rõhku alandatakse turbiinis, mitte rõhualandusventiilis. Normaalse vooluhulga korral rõhualandusventiili ei kasutata, kuid seda vajatakse juhul, kui auru vooluhulk on mingil põhjusel väiksem. Siis lülitub turbiin automaatselt välja. Kui vooluhulk kasvab normaalsele tasemele, käivitub mikroturbiin jälle automaatselt. Peale selle võib mikroturbiini kasutada ka pumba ajamina.

Investeeringu tasuvusaega saab arvutada valemiga:

$$T = \frac{N_i}{h_t \times P_{sv} \times (C_e - N_p)}$$

- kus T on tasuvusaeg aastates,
- N_i investeeringu kogukulud €,
- h_t töötundide arv aastas,
- P_{sv} generaatori toodetud elektrienergia kWh,
- C_e energia ostuhind €/kWh ning
- N_p ühe kWh tootmiseks kuluva auru tootmiskulud €/kWh.

NÄIDE

Saeveskisse, kus kütteks kasutatakse puidujäätmeid, paigaldati rõõbiti olemasoleva rõhualandusventiiliga 295 kW-se generaatoriga mikroturbiin TR 320.

- Selle tasuvusaeg, kui
- $N_i = 320\,300$ €,
- $h_t = 7800$ tundi aastas,
- $P_{sv} = 295$ kWh,
- $C_e = 0,07$ €/kWh ning
- $N_p = 0,004$ €/kWh,

$$T = \frac{N_i}{h_t \times P_{sv} \times (C_e - N_p)} = \frac{320\,000}{7800 \times 295 \times (0,07 - 0,004)} = 2,1 \text{ aastat.}$$

A.M.

KONWELL ES OÜ
 Regati 1, 11911, Tallinn
 Tel: +372 621 7820
 konwell@konwell.ee
 www.konwell.ee



ENERGIATÕHUSUS HOONEAUTOMAATIKA ABIL

AIVAR KUKK

Eesti volitatud insener
Siemens OY Eesti filiaal, Building Technologies Division

SEOS HOONETE energiatõhususe suurendamisega on tekkinud vajadus rääkida lähemalt hooneautomaatikast üldse. Selleks et järgida hoonete energiatõhususe direktiivi ja suurendada hoonete energiatõhusust Euroopa Liidu liikmesriikides, on välja töötatud standard EN 15232:2007 hooneautomaatika- ja -juhtimissüsteemide ning haldamise mõjust hoone energiatõhususele (*Energy performance of buildings – Impact of Building Automation, Controls and Building Management*). See standard aitab ehitustsükli osalistel leida ühist keelt ning lihtsustada valikuid.

Standardi hooneautomaatikale pühendatud osas (osa 8, hooneautomaatika ja -juhtimine, energiatõhususe koefitsendi arvutamise meetod – *Building Automation and Control, BAC*) lähtuti modelleeritud hoonete suurest hulgast. Suurte hoonete puhul läheb vaja eksperthinnanguid ja modelleerimist ning nõuded tulevast hoonet ja selle kasutusprofiili arvestavale analüüsile on kõrged.

Tabel 1. HOONETE AUTOMATISEERITUSE (BAC) KLASSID NING VASTAVAD ENERGIATÕHUSUSTEGURID

	SOOJUSENERGIATEGURID				ELEKTRIENERGIATEGURID			
	BAC-i KLASSID							
	D	C	B	A	D	C	B	A
KONTORID	1,51	1	0,80	0,70	1,10	1	0,93	0,87
KONVERENTSIKESKUSED	1,24	1	0,75	0,50	1,06	1	0,94	0,89
HARIDUS, KOOLID	1,20	1	0,88	0,80	1,07	1	0,93	0,86
TERVISHOID, HAIGLAD	1,31	1	0,91	0,86	1,05	1	0,98	0,96

BAC-i klassid: D – mittetõhus, C – standard, B – suurendatud tõhusus, A – kõrge tõhusus. BACS – *Building Automation and Control System*, hooneautomaatika- ja -juhtimissüsteem.

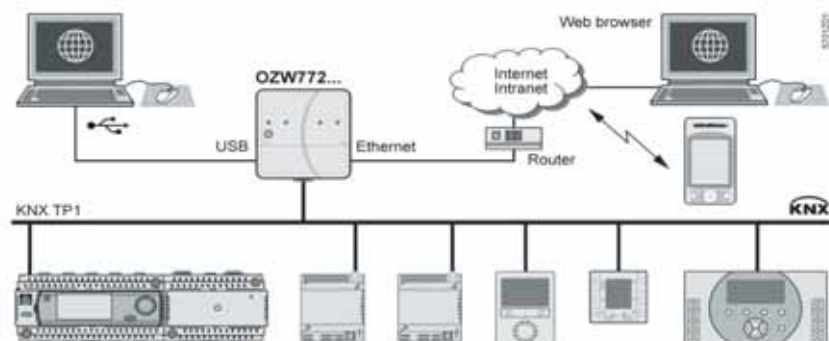
Alustame ülevahtlikust tabelist (vt tabel 1), mille puhul on tuginetud standardi lihtsustatud arvutusmeetodile.

Tabelist 1 on näha, et BAC-i energiatõhusustegurid on A- ja B-klassile vastava juhtimissüsteemiga hoones oluliselt paremad kui D-klassile vastavas ning soojusenergiat saab A- või B-klassi hoones kokku hoida (D-klassi

si hoonega võrreldes) pea kaks korda. Sisekliima kontrolli ja juhtimiseta on hoone säästlik energiatarbimine mõeldamatu. Standardis EN 15232:2007 toodud tabelitest saab ülevaate igale klassile sobivatest juhtimismeetoditest. Kommenteeritud ja detaile energiasäästu eestikeelse käsiraamatu leiab Siemensi koduleheküljelt: www.siemens.ee/automaatika > Hooneau-

Siemensi uus KNX veebiserver ühendab, juhib ja visualiseerib nüüd kuni 64 hooneautomaatika seadet

Synco™ ventilatsiooni, katla-soojussõlme ja ruumi- elik tsoonitemperatuuri ning õhu kvaliteedi regulaatorid. Suur valik regulaatoreid fancoilidele, VAV ja eri õhkkütte-seadmetele. KNX protokoll ja ETS3 failide olemasolu lubab ühildada teiste tootjate KNX seadmetega. Ühildub „Targa maja“ avatud süsteemi Synco Living™.



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

tomaatika >Energiaõhususe materjalid. Samas ka programm, millega saab leida paremale klassile üleminekule vastava investeeringu tasuvusaegu.

A- ja B-klassile vastava juhtimissüsteemiga eluruumideta hoonete võrdlus tasub end ära, sest nende puhul kulub küttele, ventilatsioonile ja jahutusele tavaliselt palju energiat. Seega on, mida säästa.

C-klassis piisab nn konstantsetest seadepunktidest iga ruumi kohta (nt ruumi kütte seade alati 21 °C ja ventilatsiooni sissepuhe stabiilselt 18 °C) ning tehnosüsteemi(de) ajakavadest ööpäeva ja nädala löikes. Kütte- ja ventilatsioonisüsteemi ajalise juhtimise puhul lähtutakse ruumi oletatavast kasutamisest ega arvestata tegelike vajadusi, töö tegelikku algust või lõppu, saali või muu ruumi tegelikku kasutamist. A- ja B-klassi puhul peavad automaatika ja juhtimissüsteemis üldjuhul olema elemendid, mis tagavad tagasiside ruumides tegelikult parajasti vajitava ja tarbitavaga. Läheb vaja ka ühtset juhtimiskeskust, mille kaudu saab süsteemide tööd ja ajakavasid sünkroniseerida. Standardis esitatud ruumide tüüpkasutuse variantide kohta võib leida ka detailsemat informatsiooni.

B-klassile vastava juhtimissüsteemi puhul ühtset juhtimiskeskust ei nõuta. Süsteemis võib kasutada ka mitut juhtimiskeskust. Ruumi või tsooni kütet ja jahutust reguleerib üldjuhul üks regulaator, tegelikku temperatuuri saab juhtida keskseadmest ning vajaduse korral saab haldur kasutaja muudetud parameetrid taastada. Ven-



Joonis 1. Tüüpilised B- ja A-klassi büroohoonete automaaticalahendused

tilatsiooni puhul ei jälgita õhukvaliteeti ruumides ega muudeta õhuhulka ruumis viibivate inimeste arvust lähtudes. Välistatud on aga kütte ja jahutuse üheaegne töö. Et selline süsteem saaks töötada, vajatakse ühist andmesidet ruumide regulaatorite ja tehnosüsteemide allkeskuste vahel. Kütet kompenseeritakse lisaks välistemperatuuri järgi. Samuti saab enamiku hooneautomaatika juhtimiskeskuste kaudu seadetemperatuure vajaduse järgi korrigeerida.

A-klassile vastava juhtimissüsteemi puhul läheb vaja ühist juhti-

miskeskust. Peale kliima ja valgustuse reguleerimise (vastavalt ruumide kasutamisele) eeldatakse täiendavate juhtimisfunktsioonide integreerimist süsteemi. Kui sissepääsusüsteem näitab, et mingil korrusel või tsoonis enam kedagi pole, ei lähe enam vaja ideaalset õhukvaliteeti ega valgustust. Võimalikud on mitmesugused kombinatsioonid tegelike kohalolekuandurite ja üldiste süsteemide olekute vahel, juhtimiskeskused seda enamasti ka toetavad. Lisandub valgustuse nn tark juhtimine nt DALI- või KNX-seadmete baasil.¹ Kasutatakse kohaloleku-

¹DALI (*Digital Addressable Lighting Interface*). Üks standarditest, millele vastavalt toodetakse üle maailma valgustusjuhtimise seadmeid.

KNX (varem EIB, *European Installation Bus*). Üle maailma levinud standard seadmete omavaheliseks suhtluseks, hõlmates valgustuse, kardinate, kliima, aga ka eriosade (nt alarmid, audio) omavahelise suhtluse, www.knx.org.

Saksa automaatika

Oleme Siemens AG ametlik tööstusautomaatika koostööpartner Eestis. Meie klientideks on tööstuse-, infrastruktuuri- ja energeetikaettevõtted.

- Automaatikasüsteemid SIMATIC
- Protsessijuhtimissüsteemid PCS7
- Visualiseerimislahendused WinCC
- Tööstuskommunikatsioon SIMATIC NET
- Sagedusmuundurid SINAMICS
- Madalpingeseadmed SIRIUS
- Ehitusautomaatika KNX

- Automaaticalahendused eri tööstusharudesse
- Automaatikasüsteemide varuosad
- Automaatikasüsteemide uuendused
- Simatic S5-S7 migratsiooniprojektid
- Scada süsteemide migratsiooniprojektid

- Siemensi seadmete tehniline tugi
- Automaatikaalased koolitused

andureid ning seepärast pole ajakavad enam oletuslikud, vaid vastavad ruumide tegelikule kasutusele.

Eestis ehitatakse enamasti C- ja vähem B- klassi hooned. Tõenäoline on energiahindade tõus (isegi üle 60% aastaks 2016) ning sellega seoses vastutavad tänased arendajad selle eest, et hoonete ekspluatatsioonikulud jääksid tulevikus taluvuse piiridesse ja sisekliima vastaks normidele.

Enam-vähem kõikide mitteeluruumidega hoonete puhul on otstarbekas kasutada B-klassi juhtimissüsteemi. Tõhusam juhtimissüsteem on vajalik, sest ruumide otstarve ja kasutustingimused ning nende lõppkasutajate vajadused ja võimalused võivad muutuda. EN standardi tekstis ei ole otsest ühtse juhtimiskeskuse nõuet B-klassi hoonetele, nii et põhimõtteliselt võiksid juhtimiskeskused eraldi asja ära ajada. Siiski ei õnnestu ilma keskjuhtimissüsteemita paljusid B-klassi nõudeid tegelikult rakendada. Praegu pakutavate automaatikaseadmete ja -lahenduste puhul ei suurenda keskjuhtimisseadme lisamine (või selle lisamiseks võimaluse loomine) oluliselt ehitusmaksumust. Küll annab universaalsete lahenduste kasutamine "elukindlustuspoliisi" hoone energiatarbimise kontrolli all hoidmisele. Mis puutub järjest rohkem kasutusele võetavatesse eraldi seisvatesse üle veebi hallatavatesse juhtimissüsteemidesse (näiteks vaid ühe allkeskuse või ventilatsioonikeskuse juhtimine), siis tasub arvestada, et peale pisut odavama hinna on sellistes lahendustes alati vaja saavutada kompromisse selles, millised funktsioonid ja osad kogu süsteemist on üldse Interneti kaudu hallatavad.

Ehituspraktikas on tehnosüsteemid ja nende automaatika jaotatud mitme alltöövõtja hanke vahel ning sageli ei leia automaatika kohta mitte üheski projekteerimisstaadiumis sõnakestki. Kuna tootjad kasutavad infovahetuseks ja juhtimisfunktsioonide jaoks erinevaid sideprotokolle, siis niimoodi töödele lähenedes ei pruugi süsteemide ja seadmete ühitamine talutava hinna ja töökuluga olla alati võimalik.

Hooneautomaatikas on tänapäeval kasutusel enamasti BACnet, LonTalk, Ethernet/IP, KNX, M-bus ja MOD-bus. Kui projekteerimisstaadiumis kõiki hoone tehnosüsteeme (soojussõlm, ruumide kliima, ventilatsioonisüsteem, jahutus, valgustus, läbipääsu- ja valvesüsteem) ühtsena ei käsitleta, siis on üsna tõenäoline, et iga alltöövõtja saab paigaldada erinevaid protokolle kasutavaid seadmeid. Mis puutub lihtsamatesse regulaatoritesse ja ruumikontrolleeridesse, siis üldjuhul on need hõlpsasti ühte andmesidevõrku ühendatavad. Kuid loomulikult on eri protokollide muundurite ning võrgulüüsidega seotud lisakulud ning seadmete või süsteemide sidumine eeldab heade oskustega programmeerijaid. Olukord muutub, kui on vaja vahetada suuremaid infohulki nn allkeskuste vahel. Päril keeruliseks muutub ühiste stsenaariumite tarbeks ajakavade ning mitmesuguste juhtimisobjektide rühmitamine. Seda eriti siis, kui süsteeme (nt kliima- ja juurdepääsusüsteem) on vaja omavahel siduda. Tulevikus vajalikud ühendused on pealegi kõrgemate haldussüsteemidega (*Total Infrastructure management*), näiteks Eestis juba kasutatava ARCHIBUS-iga (Reminet OÜ). Firmed on loonud oma andmesideprotokollid, mis kasutavad küll standardset adresseerimist (nt LonTalk), kuid ei ole avatud ega teistele kasutatavad. Erand on siin spetsiaalselt hoonete haldamiseks loodud **BACnet – Building Automation Control and Network** (www.bacnet.org), mis ei sõltu konkreetsest arendavast firmast. Sama

võib väita ka **KNX** (www.knx.org) kohta.

BACnet on standardiseeritud ja avatud andmesidesüsteem hoone eri funktsioonide rakendustele. Eestis on mitme tootja BACnet-i seadmeid kasutavaid kompetentseid firmasid, neist Siemensi seadmete ja lahenduste baasil näiteks Klik AS.

Mõistliku aja ning hinnaga täna ehitatavate hoonete tehnosüsteemide avatuse, laiendatavuse ja tõhusamale energiakasutusele ülemineku tagavad:

- standardsete ja avatud protokollide kasutamine hoone kõikides tehnosüsteemides. Mida suurem on valmistajate ja kompetentsete kasutajate ring nii Eestis kui maailmas konkreetsel avatud protokolliga süsteemil, seda suurem on võimalus süsteemi tulevikus laiendada ja parendada, ka hoolduspartnerit valida. Spetsiifilised lahendused võivad esmapilgul olla hinnalt soodsamad, kuid seotud nende loojate tulevikuväljavaadete ja hindadega;
- projekteerimise lähteülesandes üheselt mõistetavalt kirjeldatud soovid, nt BACS-i klass ja andmeedastusprotokoll (BACnet/IP ja KNX on praegu ehk kõige universaalsamad eri mahtu tööde jaoks);
- kindel ehitaja ja ehitusjärelvalve, nii et alltöövõtjate pakutav on tehnosüsteemide juhtimissüsteemiga ühildatav ning optimaalne ka selle rakendamise hinda arvestades.

Kirjandus

Siemens AG EN 15232:2007 ingliskeelse väljaande autoriseerimata tõlge. The impact of building automation and control Functions on the energy efficiency of buildings CM110854en © 2008 Siemens Switzerland Ltd. EVS-EN 15232:2007.

Paindlikud ja nutikad

Kaugjuhtimis- ja -jälgimissüsteemid

Energiaarvestuse andmehõive

Andmesidelahendused

www.martem.eu
martem@martem.eu

MARTEM
 TELECONTROL SYSTEMS

ENERGIASÄÄSTLIK MAJA EI OLE MINGI KOSMOSETEADUS

MIKK MAIVEL

Kliima- ja Energiaagentuuri hoonete energiatõhususe projektijuht

ENERGIASÄÄSTLIKUS MAJAS kuulub tervisliku ja mugava sisekliima loomiseks tavalisest vähem energiat. Jutt on hoone summaarsest energiatarbest ruumide kütmiseks, tarbevee soojendamiseks, tehnosüsteemide tööshoidmiseks, ruumide valgustamiseks ja elektriseadmete kasutamiseks.

Kavandatava uue ning ka oluliselt renoveeritava hoone oodatav energiatarve arvutatakse Vabariigi Valitsuse määruse nr 258 „Energia-tõhususe miinimumnõuded“ arvutusmetoodikat kasutades. Arvutatud energiatõhususarv (ETA) sisaldab hoone summaarset energiatarbimist. Kõik energiakandjad korrutatakse läbi kaalumisteguritega, mis võtavad arvesse tarnitud energia tootmiseks vajalikku primaarenergiakasutust ja CO₂-heidet. Kaugkütte kaalumistegur on näiteks 0,9 ja elektril 1,5. ETA põhjal jagatakse mitmesuguse kasutusotstarbega hooned energiaklassidesse: A on kõige energiasäästlikum ning G kõige rohkem energiat tarbiv hoone, s.o hoone, mille käituskulud on suurimad.

Eestis on kehtestatud energiatõhususe miinimumnõuded, et vältida ülemäära energiat kulutavate hoonete ehitamist. Ehitusloa saamiseks tuleb tõendada hoone vastavust nendele nõuetele. Ometi ei tähenda nõuete täitmine veel seda, et maja on ener-

giasäästlik. Aasta 2011 kevadeks peaks Energiasäästlike hoonete (nt eramu, korterelamu, koolimaja, büroohoone) kavandamiseks ja projekteerimiseks valmima Kliima- ja Energiaagentuuri (KENA) koostatav juhend, milles võetakse arvesse määruses nr 258 toodud metoodika ja lähteandmeid ning Eesti kliima eripära.

Energiasäästliku hoone kontseptsioon on põhimõtelt lihtne – maja peab olema õhutihe, selle ventilatsioonisüsteem soojustagastusega, välispiirete soojusjuhtivus väike ning välispiiretes peab vältima külmasildu. Arhitektuursete lahenduste abil tuleb maksimaalselt ära kasutada päikese-soojust, ent nõnda, et ruumitemperatuur suvel nii kõrgeks ei tõuseks, et on vaja aktiivset jahutussüsteemi. Silmas peab pidama ka tehnosüsteemide tõhusat elektrikasutust. Oluline on, et hoone energiatarbe vähendamine ei tuleks sisekliima kvaliteedi arvelt.

Euroopas on viimastel aastakümnetel välja töötatud mitmeid energiasäästlike hoonete kontseptsioone ja sertifitseerimissüsteeme (*Minergie, 3-Liter Haus, FEBY Mini-energy house*, null-energiama ja ning mitu passiivmajakontseptsiooni), üleeuroopalist juhendit ega sertifitseerimissüsteemi aga ei ole. Kuigi mitmed standardid on vaid soovituslikud, on hoone ehitajal neist suur abi.

Eestis on viimastel aastatel pal-

ju kõneainet tekitanud Saksamaal ja Austrias populaarse passiivmaja kontseptsioon, mis on välja töötatud Darmstadti passiivmajainstituudis (*Passivhaus Institut*). Selles instituudis koostatud staatilise energia arvutamise programmi PHPP 2007 tohib meil kasutada era- ja kortermajade, mitte aga ühiskondlike hoonete energiaarvutuste tegemiseks. Peale selle programmi on olemas ka sertifitseerimissüsteem, ent sertifikaadi saamiseks peab kasutama instituudi poolt heaks kiidetud tavalistest mõnevõrra kallimaid materjale ja tehnoseadmeid. Passiivmajainstituudi juhendmaterjali järgi ehitatakse praegu Jõelähtmele elamumessi kontorit, millest saab pärast messi ühe pere kodu. KENA teeb ehituse käigust ka filmi, et juhtida tähelepanu probleemsetele ja olulistele aspektidele, mis tagavad nõutava tulemuse. Passiivmaja standardi kohaselt peab hoone vastama kolmele põhikriteeriumile:

- netoenergiavajadus kütmiseks $\leq 15 \text{ kWh/m}^2$;
- õhutihedus $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$;
- primaarenergiavajadus $\leq 120 \text{ kWh/m}^2$.

Loodetavasti ilmub peatselt meie oma energiasäästlike hoonete projekteerimise juhend, mis võtab arvesse Eesti kliimaolusid ja meil kehtivaid õigusakte. Huvi selliste hoonete vastu üha suureneb. A.M.

Tippkvaliteediga puhurid
ja vaakumpumbad



RÕHUME ÕHULE
KOMPRESSORIKESKUS

TALLINNAS:

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

TARTUS:

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

www.kompressorikeskus.ee

Ameerika firma **VERMEER** toodete lühitutvustus

Horisontaalpuur Vermeer D10x14

Toru de paigaldamiseks
kraavi kaevamata
Pikkus 503 cm
Laius 116 cm
Kõrgus 217 cm
Mass 3500 kg
Võimsus 35kW



Compost Turner CT670

Järelveetav komposti-
aunapöorel
Pikkus 540 cm
Laius 370 cm
Kõrgus 270 cm
Mass 3629 kg
Võimsus 36 kW



Puiduhakkur HG6000TX

Mitmesuguste puidu-
jäätmete purustamiseks
Pikkus 12,5 m
Laius 2,5 m
Kõrgus 3,5 m
Mass 30 390 kg
Võimsus 470 kW



Puiduhakkur BC600XL

Järelveetav
Pikkus 276 cm
Laius 155 cm
Kõrgus 193 cm
Mass 750 kg
Võimsus 19 kW



Kompaktlaadur S400TX

Mitmeks otstarbeks
kasutatav masin
Pikkus 249 cm
Laius 106 cm
Kõrgus 125 cm
Mass 885 kg
Võimsus 17 kW



Kännufrees SC252

Pikkus 292 cm
Laius 89 cm
Kõrgus 135 cm
Mass 472 kg
Võimsus 20 kW



Vaakumekskavaator V500

Tõhus abiline kaeve-
töödel oludes, kus ei
ole teada otsitava
(nt toru) asukoht
Paagi maht 400 kuni
4500 liitrit



Küsi lisateavet maaletoojalt:

Vermeer Technics Baltic OÜ
GSM: +372 5041 963
Tel: +372 6979 378
Katusepapi 13
11412, Tallinn

MILLIST PUIDUPEENESTIT VALIDA

ALAR PALATU

OÜ Hydroline

PUIDUPEENESTUSMASINAD jagunevad kolme põhirühma: ketashakkurid, trummelhakkurid ja puidupurustid. Ketashakkurid jagunevad omakorda amatöör- ning kutsetöök mõeldud hakkuriteks, trummelhakkurid segment- ja täisterahakkuriteks, purustid aga kiirekäigulisteks ja aeglasteks. Sellise jaotusega on kursis vaid üksikud ostjad.

Hakkurit ostes on paljud sisse kukkunud, enamasti seepärast, et juhitud hinnast ning masinat ei kasutata selleks, milleks tootjatehas on selle ette näinud. Odavad hakkurid ei ole mõeldud intensiivseks kasutamiseks ega kvaliteetse toodangu valmistamiseks.

Kõigepealt tuleb teha valik ühe või teise puidupeenestusmooduli kasuks. Mooduliks nimetatakse agregati, mis koosneb peenestuskettast või -trumlist, suletud kerest, söotelauast ja selle funktsioneerimiseks vajalikest ajamita koostisosadest. Mooduli peab saama monteerida haagisele, platvormile, traktorile, autoraamile või ekskavaatorile. Seepärast peab täpselt teadma, milline on lähtematerjal, kus hakkpuitu realiseeritakse ning, mis kõige tähtsam, millistele nõuetele peab vastama lõpptoodang. Kui hakkpuitu kavatakse müüa mitmele kokkuostjale, peab teadma nende kõikide nõudeid selle kvaliteedi kohta. Mõistagi peab olema ülevaade ka lähtematerjali

hulgast, mille järgi saab välja arvutada valmistatava toodangu päeva-, nädala- ja aastamahu. Ainult kõike seda teades saab teha õige valiku.

HAKKPUIDU KVALITEEDIST

Enamikus Lääne-Euroopa riikides toimub hakkpuidu eest arveldamine energeetilise väärtuse alusel, Balti riikides aga esialgu peamiselt puistekuupmeetrites, arvestades fraktsioonide puhtust vaid väga vähesel määral. Lääne-Euroopas reguleerivad hakke kvaliteeti kavandatud kasutust arvestavad standardid, mis kehtestavad hakkpuidu tükisuuruse diapasoni, lubatud niiskuse ja muud näitajad. Meil selliseid standardeid esialgu veel pole ning ka hakke kvaliteedi puhul kohanevad tootjad lihtsalt konkreetse tellija, nt lähima katlamaja nõuetega. Meie katlamajad on aga väga erinevad – vanadest moodsateni. Erinevad ka nõuded hakkpuidu kvaliteedile, ent pöördvõrdeliselt: mida moodsam katlamaja, seda madalamat kvaliteeti hakkega – nii tükisuuruse kui niiskuse poolest – rahuldutakse.

Ostja jaoks on kvaliteedinäitaja hakkpuidu energeetiline väärtus, mis ei sõltu üksnes niiskusest, vaid ka peente frakt-

17. - 19. novembril

XVI Tallinna rahvusvaheline tootearenduse-, tootmistehnika, tööriista-, allhanke- ja tehnohooldusmess

16th International Fair for Production Engineering, Tooling and Subcontracting



INSTRUTECH 2010

VIII puidu- ja saetööstuse tehnoloogia, masinate, seadmete ja tööriistade mess.

8th Trade Fair for Woodworking and Sawmilling Technology, Machinery, Tools, Equipment, Fittings and Supplies



PUIDUTEHNOLOOGIA 2010 WOODTEC

17. novembril 10.00 - 18.00
18. novembril 10.00 - 18.00
19. novembril 10.00 - 17.00

Täiendav info:

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

Messi ametlik toetaja:

Eesti Masinatööstuse Liit

eml

EESTI NÄITUSED

sioonide osakaalust. Mida rohkem on hakkes laaste, lehti, okkaid, koort ja pinnasetükke, seda väiksem on selle energeetiline väärtus. Kui hakitakse värskelt raiutud oksa koos kahe sõrme jämeduse võraga, saadakse mitte millekski kõlbav roheline puder, milles puidukiu osakaal on kaduvväike.

Arusaadavalt pole võimalik toota absoluutselt ühtlast hakkpuitu – see sisaldab alati ka peeneid fraktsioone, mille hulk määrabki ta kvaliteedi. Kui hake sisaldab (mõistlikkuse piires) komposti, on ta kasutatav katlamajades ja koostootmisjaamades. Kui aga hakitakse küttepuitu, saadakse võrdlemisi puhas, nn tehniline hakkpuit, mis kõlbab ka laastude ja graanulite tootmiseks. Täiuslikuks küttehakkiks võib pidada fraktsiooni, mille jämedus on 20–40 mm. Sellist ühtlast ja võrdlemisi puhast hakkpuitu võib saada vaid väga hea, kutsetöökäsitluse seadmega ja eriti sobivast lähtematerjalist. Levinuim ning keskmiselt nõutuim, arvestades tootjate võimalusi ja ostjate nõudmisi, on hakkpuit tükisuurusega 0–70 mm. Selles sisalduvat 0–10 mm jämedust fraktsiooni võib pidada kompostiks või madala energeetilise väärtusega hakkeks. Komposti- ja jämedaima fraktsiooni osakaal hakkpuidus määravadki lõppsaaduse kvaliteedi. Materjali automaatteadega (enamasti tigukonveieri abil) katlamajades ei tohi hakke tükisuurus (enamasti) ületada 70 mm, vastasel korral võib etteandemehhanism kinni kiiluda.

Ajakohastes katlamajades, kus materjal söödetakse küttekoldesse hüdrauliliselt juhitava saha, võib kasutada isegi kuni 200 mm tükisuurusega hakke, kuid peenfraktsioon on äärmiselt ebasoovitav – tükisuurus ei tohiks olla väiksem kui 20 mm. Nendes katlamajades on nõuded hakkpuidu niiskuse suhtes minimaalsed, sest seal eelkuivatatakse hake enne koldesse viimist soovitava astmeni, kasutades selleks koldes toodetud soojust. Seda kõige moodsamat tehnoloogiat hakati lääneriikides kasutama alles hiljaaegu ja arvatavasti kuulub see ka Balti riikide katlamajade tulevikku.

Mida ebakvaliteetsem hakkur, seda rohkem on tootes laaste ja ülemõdulisi tükke. Ülemõdulisus on igal juhul ebakvaliteetsuse näitaja. Katlamajades laaste ei soovi, sest nende energeetiline väärtus on väike, kuid neid võtavad meelega vastu graanulitootjad. Aga siis peab fraktsioon olema „rohelisest massist“ puhas ning kindla maksimaalse niiskusega.

AMATÖÖRKlassi HAKKURID

Selle kategooria hakkurid pole ette nähtud kvaliteetse hakkpuidu saamiseks. Kui hakkpuitu soovitakse toota müügiks, ei tule odavad seadmed kõne allagi – nende jõudlus oleks lihtsalt liiga väike, hakke kvaliteet rahuldaks norme vaid erandjuhtudel ning seadme ressurss oleks tühine. Amatöörkategooria ketashakkurid on mõeldud oksamassi koristamiseks ning nende tootjad ei ole eriti pead murdnud selle üle, kui peeneks (laastudeks või pilbasteks) materjal hakitakse – hakkurid on kavandatud vaid massi vähendamiseks.

Lääneriikides ostavad selliseid hakkureid tavaliselt põllumehed ning kasutavad neid õunapuuokste peenestamiseks ja teeäärte võsast puhastamiseks, jättes hakke mullaväetiseks või mattes selle kompostihunnikusse. Teine kasutajagrupp on kommunaalmaajandusettevõtted, kelle ülesanne on ümbruse korrastamine, mitte kütuse tootmine. Odavaid hakkureid kasutatakse vaid episoodiliselt, mistõttu nende detailid on kerged ja mitte kuigi vastupidavad. Selliste hakkurite ressurss on võrdlemisi väike, sest neid on ette nähtud kasutada vaid paarsada tundi aastas.

Kui amatöörklassi hakkur panna oksahunniku kõrvale tööle terveteks päevadeks, siis kasutab ta ühe kuu jooksul ära kogu aastanormi ning kahe kuu pärast on ta ressurss peaaegu ammendatud. Kolmandal kuul hakkavad rivist välja langeva laagrid ja pragunema metall ning poole aasta pärast võib hakkuri vanarauaks viia. Odavaimad hakkurid maksavad vähemalt 4000 eurot ning kuna tavaliselt ostetakse nad järelmaksuga, on ostja kohustatud jätkama maksmist ka siis, kui masin enam töövõimeline ei ole. Müügil on ka õige „peeneid“ ja odavaid hakkureid, mida sobiks pigem porgandiriivideks nimetada.

AMATÖÖRKlassi KETASHAKKURID

On tootjaid, kes valmistavad üksnes amatöörklassi või ainult kutsetöökäsitluse seadmeid, teised (nt Itaalia firma PEZZOLATO) aga mõlemad. PEZZOLATO PZ-sarja amatöörklassi hakkur suudab mudelist sõltuvalt hakkida 10–25 cm-se läbimõõduga materjali. Võib tunduda, et kui hakkur saab hakkama 25 cm jämeduse palgiga, pole ta mingi mänguasi, vaid kõlbab ka kutsetöökäsitluseks. See arvamus on aga ekslik – sellist palki töötleb PZ-sarja hakkur väga aeglaselt ja tõrgetega ning kui masinat niimoodi vahetpidamata koorjata, ammenduks selle ressurss nädala jooksul. Asi on selles, et amatöörklassi hakkurid on ette nähtud okste, mitte palkide hakkimiseks, ning läbimõõt näitab, kui jämedat oksakimpu võib hakkurisse sööta. PEZZOLATO hakkurite baasmooduleid saab komplekteerida mitmes variatsioonis ja nende jaoks on mitmesugust lisavarustust. PEZZOLATO baasmooduli võib näiteks paigutada traktori kolme tugipunktiga liisaalusele, käitada kardaanülekanedega ning materjal sellesse käsitsi sisse sööta. Mooduli võib monteerida ka haagisele või



Pezzolato PZ-sarja hakkur



Pezzolato PZ-sarja hakkur koos konteineriga

varustada roomikutega, käitada autonoomse ajamiga ning materjali sisse sööta manipulaatori abil. Amatöörkategorია odavaimate ketashakkurite moodulite hinnad algavad 4000 eurost, võimsamad agregaadid võivad maksta isegi kuni 10 000 eurot.

KUTSETÖÖ-KETASHAKKURID

Selle kategooria hakkurite ehitus ja osad on eespool kirjeldatute omadest märgatavalt vastupidavamad, järelkult on ka



Pezzolato H-sarja hakkur ja selle noad

nende ressursid tunduvalt suurem. Kutsetööklassi ketashakkurid on mõeldud kvaliteetse, ühtlase jämedusega hakkpuidu tootmiseks. Peab kohe mõnema, et toodangu kvaliteet ja kvantiteet jäävad trummelhakkurite omast siiski maha.

Hea ketashakkuriga on heast lähtematerjalist võimalik valmistada kuni 95–97 % kvaliteetset hakkpuitu. Eri tootjate seadmetel suuri erinevusi pole, kuid on ka olulisi täiendusi, mis on patenteeritud ning mille poolest tooted üksteisest erinevad. PEZZOLATO H-seeria moodulitega on võimalik toota kõrgeimat kvaliteeti hakkpuidu tänu materjali sissesöötmisele 45-kraadise nurga all, löiketerade vastaspool olevaltel lisateradele ja fraktsioonide peenestamissõeltele. Mainida tuleb ka nõrgemat külge – iga lisavarustus ei kergita üksnes kutsetöö-ketashakkuri maksumust, vaid ka hakkpuidu omahinda. Põhjalikum hakkimine vähendab seadme jõudlust, mis võib olla isegi väiksem sama suure amatöörklassi seadme omast. Järelkult nõuab lõppsaaduse kõrgem kvaliteet lisainvesteeringuid.

Ainult kutsetöökõks mõeldud ketashakkureid, millest sööteava suurus on kuni 40 cm, toodab Belgia firma VANDAELE. Nendes seadmete peamine konkurentsieelis on patenteeritud, ritta seatud fragmentidest koosnevad löike- ja vastasnoad. Nugade otstesse keevitatud kõvasulamist terad võimaldavad nuge vahetada vaid 2–3 kuu tagant. Selliseid nuge konkurentide juurest otsida ei tasu, sest VANDAELE on nad patenteerinud. Tavaliselt tuleb hakkurinuge vahetada iga 4–8 töötunni järel, muidu seadme jõudlus väheneb ja hakkpuidu kvaliteet halveneb tunduvalt. Kui soetada VANDAELE hakkur, tasub hinnavahe end kuhjaga ära juba teisel aastal, aidates kokku hoida aega ja vahendeid, mida ei pea kulutama nugade sagedasele vahetamisele.

Enam-vähem kutsetöökõks sobivate ketashakkurimoodulite hinna alampiir kõigub 14 000–20 000 euro vahel, kõrget klassi kutsetöökõks maksab aga vähemalt 40 000 eurot.

TRUMMELHAKKURID

Kui töömaht on vähemalt mõneks aastaks piisavalt suur, oleks kasulik mõelda trummelhakkuri muretsemisele. Kuigi müügil on üsna erineva kvaliteedi ja jõudlusega trummelhakkureid, võib neid kõiki pidada kutsetöökõkslikuks (kommunaalteenuste osutajail või talumajapidamistel pole mingil juhul mõtet neid osta). Neid hakkureid eristab kutsetöökõksklassi ketashakkuritest tunduvalt suurem ressurss, suurem jõudlus ja kvaliteetsem hakkpuit. Väiksemate trummelhakkurimoodulite abil hakitava tüve suurim läbimõõt on vähemalt 30 cm, suurematel üle meetri. Trummelhakkurite eelised tulenevad nende ehitusest – põhimõtteliselt on nad kõik varustatud aktiivse söötelaua, all ühe või kahe sissetõmberulli ja ülal liikuva rulliga. Trummelhakkuri vastaspool on sõel, mis tagab hakkpuidu vajaliku jämeduse – sõela vahetamisega (sõelasilmad on neil eri suurusega) on võimalik reguleerida valmistoodangu tükisuurust. Mõned tootjad saavad hakka sõelata, kuid see ei tähenda, et hakke tükisuurust üldse reguleerida ei saaks.

Mis tahes hakkuri toimimiseks on vaja, et selle löikemehhanism pöörleks teatud kiirusega. Kui pöörlemissagedus väheneb suure koormuse korral teatud piirväärtusest allapoole, siis hakkimine lakkab. Lihtsama varustusega moodulid katkestavad materjalide sööte, ajakohased aga lülitavad automaatselt sisse söötereversi ning kui trumli pöörlemissagedus taastub, taastub automaatselt ka materjali sööde. Trummel



Trummelhakkur AHWI EC950

on kettast tunduvalt raskem, mistõttu trummelhakkuri inert-sijõud on ketashakkuri omast oluliselt suurem. Seetõttu tuleb hakkimiskatkestusi ette palju harvemini kui ketashakkuritega töötades.

Mida suurem on trummelhakkuri läbimõõt ning võimsam jõuülekanne, seda tõhusam on ta töö. Tulemuseks on ka suurem jõudlus ja vähem töötõrkeid. Mootori väiksema pöörlemissagedusega kaasneb väiksem kütusekulu. Muidugi on ka lõpptulemus parem – hakkpuidu omahind on madalam. Seda tüüpi hakkurite baasmoodulid maksavad 30 000 kuni mitusada tuhat eurot. Väiksem hind käib nn kerge konstruktsiooniga trummelhakkurite (nt *Eschlböck*, *AMD Maxim*, *Mus-Max*, *Schröder*, *Heizomat*) kohta, mille ressurss on muidugi väiksem selle haru lipulaevade omast. Turul kehtib kirjutamata seadus: mida kallim seade, seda suurem on selle jõudlus ning madalam hakkpuidu omahind. Kui hakitavat lähtematerjali on piisavas koguses, tasub see ära – suuremad investeeringud teenivad end tasa iga toodetud hakkekuupmeetriga.

Lääneriikides on umbes kakskümmend trummelhakkuri-tootjat. Hakkurinuude poolest võib nad jagada kahte rühma. Ühe rühma hakkurinoad on ühes tükis ning paiknevad vastaspooltel kogu trumli laiuses (trummel on tavaliselt ühest tükist), teise noad on jagatud segmentideks ning paiknevad trumlil vaheldumisi (siis koosneb trummel järjestikustest omavahel ühendatud ketastest). Umbes pooled tootjatest (nt *AHWI*, *KOMPTECH*, *JENZ*, *FORESTERI*) pakuvad mitmes tükis nuge. Noad võivad koosneda fragmentidest (umbes 200 x 200 x 10 mm), mida võib teritada isegi kuni 40 korda, või plaadikestest (umbes 100 x 50 x 5 mm paksused), mis on ette nähtud ühekordseks kasutamiseks ning vahetatakse pärast oma aja ärateenimist uute vastu.

Osa tootjaist (nt *BRUKS*, *ERJO*, *HEINOLA*, *SILVARO*, *PEZZOLATO*, *JENSEN*) pakub täisnuge. Nende hulka tuleks arvata ka firma *PEZZOLATO* juurutatud uuendus – neile, kes eelistavad kasutada plaadikesetüüpi nuge, pakutakse samalaadi segmentnugadega terviknuga, säilitades trummelhakkuri ühes tükis trumli.

Jagatud nugadega agregaatid kasutavad seal, kus tuleb peenestada väga suure läbimõõduga puhtaid tüvesid, sest seda tüüpi trummel kaotab suure koormuse mõjul pöörlemisinerksi suhteliselt aeglaselt. Terviknugadega hakkurid suudavad aga toota kvaliteetset haket ka peenest materjalist (nt okstest, põõsastest, mittelikviidist puidust). Terviknuga lõikab oksakimbu läbi ühekorruga ning ei lase sellel end sisetõmberulli ja lõikekoha vahel risti keerata.

Muidugi võib ka jagatud nugadega trummelhakkuritega



Pezzolato PTH-seeria hakkur töös



Pezzolato PTH-seeria trummelhakkuri trumli noad ja võre



saada peenest lähtematerjalist kvaliteetset lõppsaadust, selleks on vaja lisada peenfraktsiooni lahutav sõel. See suurendab küll lõppsaaduse omahinda, sest hakkur kulutab lisajõudu materjali „jahvatamiseks“ läbi peene sõela ning seejuures tekib rohkesti ebasoovitavat fraktsiooni – laaste. Peensõela miinus on kiire kulumine, seetõttu ei pääse kulutustest uue sõela muretsemiseks. Jagatud nuge tootev Austria kompanii *KOMPTECH* leevendab seda probleemi patenteeritud söötemehhanismi – kahe vertikaalselt paigutatud külgrulli abil, millega söödetav materjal surutakse tihedamalt kokku. Ülemine rull on omakorda asendatud kahe väiksema läbimõõduga rulliga, mis lühendavad sööte- ja lõikekoha vahekaugust. Üksikud tootjad on teinud ettepaneku asendada fraktsioone välja viiv ventilaator transportöörlindiga või ventilaatorit sellega täiendada. Selleks läheb vaja märkimisväärseid lisavahendeid, kuid siiski saab selle võimsuse, mida puhur oleks kulutanud, suunata hakketrumlisse, suurendades nõnda selle jõudlust. Transportöörlindi käituskulud on väiksemad ja sellel on üks müüja jaoks hea omadus – materjal ei tihene koormas nii tihedaks kui puhuri kasutamise korral. Järelikult tekib võimalus müüa veidi rohkem kuupmeetrit.

Trummelhakkuri mooduleid on võimalik paigutada mitmele poole – forvarderile, erimasinale, traktori- või autohaa-

gisele, poolhaagisele või veoautole, kusjuures moodulit võib käitada autonoomne ajam või auto enda mootor. Hakkurit saab paigutada ka roomikekskavaatori alusele või käitada statsionaarsena (sh elektrimootori jõul). Saakaatrites varustatakse kutsetööhakkurid peale elektrimootori ka vibrosõtelaua ja metallidetektoriga.

RAIDMEHAKE

Selleks et toota raiejätmetest hakkpuitu võimalikult väikese omahinnaga, on kõige kasulikum teha seda raiesmikul trummelhakkuri abil. Selleks on mitu võimalust. Võib kasutada forvarderit, millele on paigaldatud autonoomse jõumasina ja tühjakallutatava kontaineriga hakkurist koosnev „kassett“, või spetsiaalselt selliste tööde tegemiseks konstrueeritud



Metsaväljaveomasinale paigaldatud Pezzolato trummelhakkur koos kontaineriga

traktorit (nt *SILVARO CS 440*).

Meie tingimustes ei paku need traktorid alati just kõige paremat lahendust, sest väga niisket ja rohkesti rohelist massi sisaldavat (mis värskelt raiutud oksid hakkides paratamatult moodustub) raidmehaket Balti riikides praegu kuigi rohkesti ei osteta. Meie oludele sobiv tehnoloogia on vedada raiejätmed metsa või tee äärde hunnikutesse, lasta neil seal 3–6 kuud kuivada ja alles siis hakkida.

Baltimaade teelusid arvestades pole alati võimalik raidmehaket vedada poolhaagises, kõige kasulikum on seda teha kontaineriga varustatud veoautodega. Eriti tõhus oleks kasutada kuut kontainerit – kaks on pidevalt teel, kaht täidetakse hakkpuiduga ning kaht hoitakse reservis, et hakkur lakkamatult töötada saaks. Raidmehakke vedamine kontainerites on otstarbekas mitmest vaatevinklist – kontainerit on maal kerge täita ning auto ei pea kaua metsa ääres seisma (vahetatavate kontaineritega on ta alati sõidus või, nagu öeldakse, täidab oma põhiülesannet). Siis ei ole ka nõuded juurdepääsutee kvaliteedi suhtes kuigi ranged.

PEAMINE PROBLEEM ON LOGISTIKA

Väikeste hakkpuidukoguste tootmine pole rentaabel – kuupmeeter haket on kasulikum maha puistata, selmet seda kolme kilomeetri kaugusel asuvasse katlamajja vedada. Väikese jõudlusega peenestusseade tooks tulu siis, kui logistikakulusid miinimumini vähendada. Väikese hakkekoguse (vähemalt 20 puistekuupmeetrit – pm^3) tootmine tasub end ära vaid siis, kui seda saab realiseerida sõna otseses mõttes nurga taga. Sellise koguse vedu kaugemale kui 20 km muudab äri ebarentaablikuks.

Logistikaga seotu on suurim hakkpuidutootmise äriprobleem. Suurte koguste tootjad (ka lääneriikides) arvavad, et kasumiga töötamiseks ei tohi veokaugus ühes suunas ületada 100 km (tingimusel, et veetakse vähemalt 70 pm^3). Seda muret Baltimaadel ei oleks, kui kümme aastat tagasi poleks kõikidesse suundadesse rajatud gaasitorustikke. Oma valitsused oleksid pidanud riiklike subsidiumide toel oma katlamajad ümber ehitama ning seadistama nõnda, et oleks võimalik kütta keskkonnasõbraliku energiasseansi – puiduga. See pakkunuks meile ilusa elu – täieliku energiasõltumatusena ja tervisliku õhu.

A.M.

järgneb Keskkonnatehnikas 8/2010



Veoautole paigaldatud Austria firma Komptech trummelhakkur



Veoautole paigaldatud trummelhakkur AHWI EC1400



Veoautole paigaldatud Pezzolato PTH-seeria trummelhakkur

SÜGISLEHED TASUTA KOMPOSTIKS

Fotod: Rein Einasto

REIN EINASTO

Loodusesõber



Mil määral võib linnas loomulikust loodusest võõranduda? Kas meie pillav eluviis jätab meid oma esivanemate tarkusest peagi päris ilma? Need küsimused mõlguvad mõttes, vaadeldes sügislehtede kulda, mis kokku riisutakse, musta kilekotti topitakse ja raske raha eest prügimäele saadetakse. Kas me ei oska või ei soovigi nendega midagi targemat ette võtta?

Küllap mäletavad paljud veel seda aega, kui sügisel käidi pargis või metsa all lehti riisumas, et need siis kodusse viia ja hiljem haljasväetisena peenramaale või õunapuude alla kaevata. Tänapäevalgi peaksid linnu ümbritsema aiandid, kes linnale juur- ja puuvilja kasvatades hoolitseksid selle eest, et linnas hunnikutesse riisutud lehed kokku kogutaks ja väetiseks kompostitaks, ilma selle eest raha küsimata. Need lehed on ju ilma saadud. Linna püsihaljastuski vajab suurtes kogustes kompostimulda, et üha kasvavas reostuses ellu jääda. Kus on nüüd meie rohelised? Sellised ökoloogilise tasakaalu alusküsimused

on vaja võimukandjatele lahendamiseks esitada.

Miks lasti linnalähedased aiandid laguneda? Kuhu jõuame looduslikku tasakaalu pidevalt rikkudes, hinnalise orgaanilise aine loomuvastasel ringlusest välja viies? Need küsimused, kui neile läheneda ökosotsiaalselt, kerkivad iga linnakodaniku ette, kuid linnaplaneerimisega tegelejate päevakorda pole need veel kerkinud. Või kui ongi, siis lahendusteni pole veel jõutud. Ometi on see ökosotsiaalse turumajanduse üks väljundeid. Tallinna kui rohelise kultuuripealinna aastal võiks lehekulla ühe kohaliku väeringuna kasutusele võtta.

KÜMMME EUROOPA KESKKONNAPRESSI KESKKONNAAUHIINNA *EFP-AWARD* 2010 NOMINENTI

Euroopa keskkonnaajakirju ühendav organisatsioon Euroopa Keskkonnapress (*European Environmental Press*, EEP, www.eep.org) annab koostöös Prantsusmaa juhtiva keskkonnamessiga *Pollutec* (www.pollutec.com) ja Euroopa Keskkonnaasjatundjate Ühenduste Liiduga (*European Federation of Associations of Environmental Professionals*, EFAEP, www.efaep.org) igal aastal välja keskkonnaauhinna *EFP-Award*. Praegu on EEP liikmed seitsmeteistkümne Euroopa riigi juhtivad keskkonnaajakirjad, Eestit esindab Keskkonnatehnika. Auhinnataotlejate hulgest valis žürii septembris välja kümme nominenti, keda alljärgnevalt tutvustatakse. Kuld-, hõbe- ja pronksauhinna saajad, kes saavad tasuta messiboksi Pariisis toimul keskkonnamessil *Pollutec*, tehakse teatavaks detsembri alguses.



Belgia firma *Biorem Engineering* on koostöös mitme Euroopa teadusasutusega töötanud välja bioloogilise meetodi *Biofloat* polüklooritud bifenoolide (PCB-de) kõrvaldamiseks veekogude põhjasetetest, kuhu nad on sattunud tööstusettevõtete reoveest. PCB-d on tugevad kantserogeenid ja mutageenid, mis võivad kahjustada veeorganisme ning pääseda kaladega ka inimeste söögilauale. Kuna neid ei ole õnnestunud varem kohapeal lagundada, siis on seniajani olnud ainus võimalus sete kulkalt eemaldada ja käitlemiseks mujale vedada. *Biofloat*-tehnoloogia seisneb biopolümeerisegu viimises settesse. Üks polümeeridest toimib PCB-de bioloogilisel lagundamisel katalüsaatorina ning teine tagab protsessi toimimiseks vajaliku hapniku olemasolu. Tehnoloogiat kasutati esimest korda 2009. aastal hüdroelektrijaama paisjärve puhastamisel.

Euroopa riikides kulutatakse üha enam energiat siseõhu jahutamisele. **Prantsuse firma *Deprofundis SARL*** on pöördunud tagasi vana idee juurde – kasutada ruumide jahutamiseks veekogude sügavamatest kihtidest võetud jahedat vett. Merevett on varem imetud kaldal asuvatesse soojusvahetitesse ning lastud isevoolselt tagasi, seetõttu on seadmetes tihti tekkinud alarõhust põhjustatud kavitatsioon ja ookeanivesi on neid korrodeerinud, mistõttu nende tööiga on olnud lühike. *Deprofundis SARL*i väljatöötatud skeemi kohaselt paikneb soojusvaheti veekogu põhjas ning jahutusvedelik ringleb. Lahendus on välja töötatud kuuma kliima (Prantsuse Polüneesia) jaoks ning aitab seal tunduvalt vähendada hotellide energia-



Foto: Biorem Engineering



Foto: Deprofundis SARL

tarvet.

Šveitsi firma **Eneftch** on konstrueerinud seadme, mis võimaldab toota elektrit tööstusettevõtete või liiklusvahendite heitgaasi jääksoojusest või taastuvatest energiaallikatest (biomass, päikese- ja geotermiaenergia). Kompaktsesse seadmesse saab juhtida kas tööstuslikus protsessis üle jäävat soojust või suvalise sisepõlemismootori heitgaase.



Foto: Eneftch

Hollandi firma **Evodos B.V.** arendatud meetod võimaldab vedelikust eraldada väga peent heljumit ja seda tahendada. Meetodit saab kasutada biokütuse tootmiseks energiavetika-



Foto: Evodos B.V.

European Environmental Press

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



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

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

test, palmiõlist või muudest bioloogilistest allikatest. Vedelik pumbatakse püstanumasse, mille pöörlemissagedus on 4200 min^{-1} , ning väljub sellest läbi kahe settepuüde-segmeni, milles voolamine on laminaarne. Seade sobib ideaalselt energiatootmiseks kasutatavate mikrovetikate lahutamiseks veest –neist püütakse kinni kuni 90 % ning saagise kuivainesisaldus on üle 31 %.

Prantsuse firma Innovert töötas välja hoone passiivse jahutussüsteemi. Hoonet ümbritsevasse pinnasesse, mille temperatuur ei tõuse 60 cm sügavusel üle $15 \text{ }^\circ\text{C}$, paigaldatakse torustik, milles jahtunud vedelik pumbatakse väikese pumba (20 W) jõul hoone seintes või laes olevasse torustikku. Ruume jahutavad suured pinnad ning konditsioneerimisele omast ebameeldivat õhuliikumist ei teki.

Portugali firma ISA-Intelligent Sensing Anywhere arendas kodumajapidamiste jaoks lihtsa süsteemi, mis võimaldab eemalt jälgida ning kaugjuhtimisega reguleerida maagaasi või elektrit tarbivate seadmete tööd. Seadmete tööd optimeerides saab iga kodumajapidamine vähendada oma ökoloogilist jalajälge ja seeläbi ka kulutusi.

Hollandi firma Plastinum Polymers Technologies BV on loonud tehnoloogia uue plasti tootmiseks segaplastijäätmetest. Praegu kasutatavad tehnoloogiad nõuavad plastijäätmete eelnevat sortimist, osa neist taaskasutamiseks ei kõlba ja põletatakse. Väljatöötatud tehnoloogia võimaldab valmistada segatermoplastidest (PE, PET, PP ja ABC) uut homogeenset polümeeri INFINYMERS.

Prantsuse firma lombriTec éco innovation on olme- ja põllumajandusettevõtete reovee, sealäga ning orgaaniliste jäätmete käitlemiseks või kompostimiseks välja



Fotod: Innovert

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
- Koolituseminarid
- Ehitalane kirjandus

November

18.11.2010

Detailplaneeringute praktiline korraldus ja uus rajatiste projekteerimise standard

Seminari kava

- Detailplaneeringu koostamine ja menetlemine vastavalt muutunud planeerimiseseadusele. Näiteid ja soovitusi praktikast. *Kaur Lass, OÜ Head*
- Koostöö ja suhtlemine planeeringute koostamisel. Omavalitsuse ja planeeringu koostaja ning huvitatud isiku roll. *Kaur Lass, OÜ Head*
- Tallinna arengusuunad kehtestatud ja töös olevate planeeringute valguses. *Martti Preem, Tallinna Linna-planeerimise Amet*
- EVS 907:2010 Rajatise ehitusprojekt. *Malle Ütt ja Liina Lipre, K-Projekt AS*

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

töötanud uued seadmed Lumbri-plant ja Lumbricompost-plant, milles orgaanilise aine lagundamiseks rakendatakse vihmausse. Eelis võrreldes tavalise reoveekäitlusega on tehnoloogia lihtsus ja vähene setteteke. Lumbri-plant on mõeldud reoveekoormusele 1000 kuni 5000 inimekvivalenti ning Lumbricompost-plant 2000 kuni 20 000 elaniku orgaaniliste jäätmete vihmausskompostimiseks.



Norra firma *Norsk Biogass AS* konstrueeris seadme *Bio-Sep* biojätmete vabastamiseks veopakenditest ning kompostimiseks kõlmatute võõriste lahutamiseks enne laadimist biogaasireaktorisse. Seade võimaldab suurendada kompostimiskõlblike biojätmete kogust – kõrvaldatud materjali sekka jääb neid alla kahe protsendi.



Prantsuse firma *Société des Eaux de Marseille* töötas välja uude pilsivee käitlusseadme *KLEARSEP*, mis põhineb uudsel keraamilisi membraane kasutaval tehnoloogial. Vesi juhitakse kõigepealt flotaatorisse ning seejärel ultrafiltratsiooniseadmesse. Kompaktse seadme saab paigaldada igasugusele laevale ning puhastatud vee võib merre juhtida. I.A.M.



POLLUTEC 2010

Prantsusmaa suurim keskkonnamess *Pollutec* toimub sel aastal 30. novembrist 3. detsembrini Lyonis. Osalema oodatakse umbes 2400 eksponenti ning külastajaid arvatakse tulevat 75 000. Mess on rahvusvaheline, eksponente on enam kui 40 riigist ning 30 % neist tuleb väljastpoolt Prantsusmaad. Teemad on veetöötus, jäätmekäitlus, jäätmete energiakasutus, õhupuhastus, analüüsi- ja mõõteseadmed, siseõhu kvaliteet, energia ja kliima, energiatõhusus ja taastuvenergeetika, pinnase tervendamine, riski ohjamine, säästev areng ning eetiline kaubandus. Esimest korda on Lyonis väljapanek, mis hõlmab kogu puidutööstusvaldkonda, ning neljandat aastat on *Pollutec*il eraldi messiala pühendatud eetilisele kaubandusele (*Buy&Care*).

NB! Keskkonnatehnika lugeja saab e-posti teel tellida tasuta messipileti. Selleks tuleb minna messi koduleheküljele http://www.pollutec.com/site/GB/Info_center/Visitor_Badge,C6021,I5202.htm ja sisestada parool EP. Kui vajalikud lahtrid on täidetud, saadetakse pilet e-postiga. Messilt ostes maksab pilet 50 eurot.

SUMMARY

SMALL WASTEWATER TREATMENT PLANTS IN COMPETITION

Mait Pöldemaa

AS Fixtec

In Finland, biological-chemical wastewater treatment is required even of small installations: before discharging the water into environment, 90 % of the organic matter, 85 % of phosphor and 40 % of nitrogen should be removed. By the year 2014, private houses and cottages in Finland should also meet these requirements; but the houses and cottages being under construction should acquire a treatment plant already now. For this reason, there is a real race going on in the market among different small wastewater treatment plants and their manufacturers. But from the viewpoint of the buyers, it is complicated to make up one's mind as to which appliance and from which manufacturer to buy in the jumble of sales campaigns.

To bring at least some clarity to the issue, the sister magazine *Rakennusmaailma* of the Finnish magazine *TM (Tekniikan Maailma)* representing the construction related share of the latter took the matter in hand in 2009 when it decided to make the small sewage treatment plants available in the Finnish market compete with one another. The aim of the testing was to find out the advantages and drawbacks of the available treatment plants and their treatment capacity in real life conditions. In addition to their treatment efficiency, the distinctive features, design, energy consumption, consumption of chemicals and treatment technology, maintenance simplicity or complicacy, ability to be restored after malfunctions as well as the amount and the treatment of resi-

dual sludge of treatment plants were also assessed. The opportunities for common people to meet the requirements of the Water Act with the help of these treatment plants were studied as well. The article presents an overview of the results of the performed tests.

Pg. 10

EUROSUN-2010 GRAZIS

Teolan Tomson

Tallinn University of Technology

During the eighth scientific conference Eurosun-2010 of the European section of ISES (*International Solar Energy Society*), solar heating, solar cooling and solar buildings were focused upon. The author gives an overview of the conference that was held and of the issues and trends related to the application of solar energy in the world.

Pg. 23

ON THE OPPORTUNITIES OF SMART DUST APPLICATION

Jürgo Preden and Raili Somelar

Defendec

A smart dust mote is a small computer that is fitted with an autonomous source of energy and a wireless communication interface. This computer is able to communicate with others like itself and to work independently. Using smart dust motes, it is possible to compose so-called sensor networks where lots of miniature computers (smart dust motes) placed in an environment monitor the environment and process the collected data.

The research in the field of smart dust originated from military applications. The development of mote applications in the civil sector is comparatively in its initial phase; and, therefore, the applications of smart dust are not yet very common in everyday life. In everyday life, it is possible to apply sensor networks in

many fields where a large quantity of monitoring points is needed but connecting these with wires is either expensive or impossible (e.g. for creating a smart environment, for monitoring production systems or environmental conditions, in logistics). Smart dust motes help to collect very detailed information in the environment, but at the same time influence the environment minimally due to their small size and the ease of their installation. The article introduces the research made in this field by the scientific laboratory for the research of proactive technologies (ProLab) of the Tallinn University of Technology and by the company Defendec operating in the Tallinn science and business park Tehnopol.

Pg. 26

WHICH WOOD CHIPPING MACHINE TO CHOOSE

Alar Palatu

OÜ Hydroline

Wood chipping machines can be divided into three main groups: disc chippers, drum chippers and wood shredders. Disc chippers, in their turn, can be divided into the chippers meant for consumer grade users and professional users; drum chippers, into segment and full blade chippers; and grinders, into high speed and slow speed ones. Rather few buyers are aware of such a division. When purchasing a chipper, many people have failed mainly because they had decided judging by the price and have not used the machine for the purpose the manufacturer had designed it for. Cheap chippers are not intended for intensive use and for yielding quality production.

The article introduces different types of chippers, their places of use and opportunities.

Pg. 37



Keskkonna ja keskkonnaõiguse uudised.

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

Keskkonnaalaste tegevuste info ja kuulutused

www.keskkonnaveeb.ee



Meie kogemused keskkonnakaitse
ja veemajanduse alal ulatuvad
1992. aastasse!



Pakume:

- Automaatselt toimivaid tarbeveefiltreid raua- ja mangaaniärastuseks ning vee pehendamiseks eramajades, suvilates, väikeasulates ja tööstusettevõtetes. Uued ja ajakohased mudelid soodsa hinnaga!
- Esimest kodumaist CE-märgiga reovee väikepuhastit BioFix eramutele, suvilatele ja paarismajadele (5–10 inimese jaoks).
- Tehases täielikult komplekteeritud paigaldamisvalmis kompakt- ja konteiner-reoveepuhasteid väikeobjektidele (majagrupid, väikeasulatele ja tööstusettevõtetetele).
- Seadmeid reovee- ja tarbeveepuhastusjaamade jaoks (võred, liivapüüdurid, settetahendid, õhustusseadmed, filtritaidised jm).



AS Fixtec

Noole 4-6B
10415 Tallinn
Tel 6466 305
Faks 6466 306
e-post: fixtec@fixtec.ee
www.fixtec.ee