

KESKKONNATEHNIKA

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

1/12
2,85 EUR



Tööstusautomaatika

rakendused toiduainete- ja keemiatööstustele,
veevarustuse ja energiaettevõtetele.

ÄF-Automaatika OÜ
Lesta 14, 13516 Tallinn
tel 671 8130

post@automaatika.ee
www.automaatika.ee
www.afconsult.com

Innovation by experience



Koostootmisjaamade rajamine ja hooldamine



Baltic Marine Group

Baltic Marine Group AS
Paljassaare tee 14, Tallinn 10313
Tel 683 3300
bm@bm.ee
www.mtu-online.com





10



12



32



34



38

Toimetused

Peatoimetaja: Merike Noor
merike.noor@keskkonnatehnika.ee

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

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

Väljaandja: OÜ Keskkonnameedia
Postiaadress: Pk 2195, 10402 Tallinn

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

Keskkonnatehnika ilmub alates 1996. aastast
2012. aastal ilmub 6 numbrit
Järgmine number ilmub märtsis
Trükikoda Printon AS



KESKKONNATEHNIKA

ehitus

- 38 George Washingtoni ripsild New Yorgis sai 80-aastaseks.
[J. Virola](#), [Eur Ing-FEANI](#)

energeetika, automaatika

- 10 Uuendused vähendavad põlevkiviõli tootmise keskkonnamõju.
- 12 Pariisis käivitus rendiautosüsteem *Autolib*. [M. Noor](#)
- 13 ABB päikeseelektrijaam on Eesti suurim ja moodsaim.
- 21 Ise toodetud energia annab kindlustunde. Amitec Project OÜ reklaamartikkel. [V. Põldmaa](#)
- 22 EcoGrid EU Bornholmi saarel – targa võrgu prototüüp.
[I. Palu](#), [K. Tuttelberg](#)
- 24 Elektri- ja soojusenergia väiketootmine gaasist muutub üha populaarsemaks. Teamwork Engineering OÜ reklaamartikkel. [M. Viisileht](#)
- 25 Kodumaatikasüsteemid X10 ja PLC-BUS. [A. Kanarbik](#)
- 26 Valgustusenergia säästmisvõimalustest olemasolevatel objektidel. [T. Tamm](#)
- 28 Olmejäätmete briketeerimine koos puidu- ja paberijäätmetega. [J. Kers](#)
- 32 Pinnas jutustab lugusid minevikust. [J. Laitinen](#), [M. Nõlvak](#)

keskkond

- 34 Ohuala suuruse ja ohutute kauguste määramine lõhketööl. [E. Reinsalu](#)
- 42 Vaadates kivi sisse. Lääne-Saaremaa Vesiku kihtide eripärasid uudistamas. [R. Einasto](#)

vesi

- 14 Türi linn saab uue veehaarde. [M. Salu](#)
- 17 Veekeskkonna kaitse Eestis – ohtlikud ained (III osa).
[O. Roots](#)

Elektriautode kiirlaadimisvõrgu ja operaatorteenuse hanke võitis AS ABB

Sihtasutuse KredEx poolt augusti keskel välja kuulutatud hankel elektriautode kiirlaadimisvõrgu ning selle operaatorteenuse ostuks osutus edukaks ABB AS-i esitatud pakkumus. ABB pakkumuse maksumus oli 6,6 mln eurot, millele lisandub käibemaks. Hanke eesmärk oli osta orienteerivalt 200 elektriautode kiirlaadijat koos nende paigalduse, hoolduse ja haldamiseks vajaliku operaatorteenusega viieks aastaks. Pakkumised hankel osalemiseks tegid ABB AS, Jaapani Hitachi Ltd, ühispakkujatena Prantsusmaa Citelum ja Jaapani Marubeni Corporation ning ühispakkujatena Ericsson Eesti AS ja Fortum Asiakaspalvelu Oy. Hankel osalemiseks ei kvalifitseerunud puudulikult esitatud dokumentide tõttu Hitachi Ltd. Hankega loodav laadimisvõrk valmib 2012. aasta jooksul.

Laadimistaristu projekti eesmärk on luua üleriigiline kiirlaadimispunktide võrk. Laadijad paigaldatakse kõrge liiklustihedusega maanteedel äärde ja kõikidesse enam kui 5000 elanikuga asulatesse. Kiirlaadimispunktide vahele jääv distants maanteedel on hinnanguliselt 40–60 km.

EUROOPA KOMISJON ALGATAS ARUTELU, KUIDAS KIIREMINI LAIENDADA LEEDLAMPIDE KASUTAMIST EUROOPAS

Euroopa Komisjon võttis 15. detsembril vastu rohelise raamatu ja käivitas avaliku arutelu leedvalgustuse tuleviku üle. Valgusdiodidel (*Light Emitting Diode*, LED) põhinev leedvalgustus on üks säästlikumaid ja paindlikumaid valgustusviise: sellega saab säästa kuni 70% energiat (ja ka raha), võrreldes muu valgustustehnoloogiaga. Leedlampide kiirem kasutuselevõtt tagaks Euroopa valgustustööstuse edu ja aitaks vähendada valgustusega seotud

energiakulu 2020. aastaks 20%.

Leedtehnoloogial on turuosa suurenemisega aga raskusi: ostuhind on kõrge, võimalikud ostjad ei ole selle tehnoloogiaga veel tuttavad ja puuduvad ka ühised standardid. Sellepärast algatas komisjon 29. veebruarini 2012 kestva arutelu, et saada tagasisidet oma mõtete kohta. Ökonoomse leedvalgustuse edendamine on Euroopa digitaalarengu tegevuskava üks peamisi eesmärke.

OHTLIKE AINETE SISALDUS PROBLEEMTOODETES

25. detsembril jõustusi keskkonnaministri määruse „Probleemtoodete kohta kehtestatud keeldude ja piirangute rakendamise tähtajad ning probleemtoodetes ohtlike ainete sisalduse piirnormid” muudatused. Muudatused põhinevad ELi direktiivi 2011/65/EL Eesti õigusesse ülevõtmisel. Probleemtoodete määrusega reguleeritakse teatud probleemtoodetes (elektrija elektroonikaseadmetes, patareides, akudes, mootorsõidukites) ohtlike ai-

nete sisalduse piirnorme, millest suurema sisalduse korral ei või neid tooteid turule tuua, määratakse erandid neist piirnormidest ning turuletoomise keelu rakendamise tähtajad. Alates 22. juulist 2014 lisanduvad määruse kohaldamisalasse meditsiiniseadmed ning seire- ja kontrollseadmed, alates 22. juulist 2016 *In vitro* diagnostikameditsiiniseadmed ning alates 22. juulist 2017 tööstuslikud seire- ja kontrollseadmed.



KOLMEKS

KOLMEKS OY Tallinna kontor • Ehitajate tee 110 • 12618 Tallinn

Tel. 600 20 15 • Fax 672 74 00 • Mob. 56 564 457

E-post: tl@kolmeks.ee • www.kolmeks.com

Sinu firma energiakulude 30%* vähenemine on alles algus

Kujutle, mida kõike veel võime aidata teha sinu ettevõttega

Keerukate töökeskkondade energiatõhus haldamine ei ole lihtne ülesanne. Kasvavate energiahindade ja karmistuvate keskkonnanõuete kontekstis on kõrge efektiivsuse saavutamine keerukam kui kunagi varem.

Lühiajalised lahendused ei võimalda säästa pikemas perspektiivis. Täna suudab vaid EcoStruxure™ energiahaldusplatvorm tagada kuni 30% enegiasäästu sinu ettevõttes. 30% sääst on hea algus, kuid tänu EcoStruxure platvormile on võimalik saavutada veel enam.



Tutvu ekspertide nõuannetega energiatõhusate lahenduste kohta!

Lae tasuta alla lisainfot EcoStruxure platvormi kohta.

Külasta www.SEreply.com Sisesta kood 15088p

Klienditeenindus 6 580 777

www.schneider-electric.com/ee

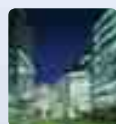
EcoStruxure

Active Energy Management
Architecture from Power Plant to Plug™



Tööstused

Avatud standardprotokollid võimaldavad kogu automatiseeritud protsesside haldust minimaalse katkestusaja, parema tootlikuse ja maksimaalse energiatõhususega.



Hooned

Integreeritud turva-, toite-, valgustus-, elektrijaotus-, tuleohutus-, ventilatsiooni- ja kliima-, IT- ning telekommunikatsioonilahendused võimaldavad vähendada väljaõppe-, tegevus-, hooldus- ning energikulusid.



IT andmekeskused

Räikikapist serveriruumini ning sealt kogu hooneni - nende omavahel ühendatud keskkondade energiakasutus ja -saadavus on täpselt jälgitavad ja seadistatavad reaalajas.

30%

Schneider
Electric



Foto: Wikimadia Commons

Elektrienergia tootmine taastuvatest energiaallikatest Euroopa Liidus

Euroopa Tuuleenergia Assotsiatsiooni (*European Wind Energy Association*, EWEA) EUROSTATi, EurObserver'i ja EURELECTRIC'u andmetel põhineva jaanuaris avaldatud analüüsi kohaselt täitis EL seatud eesmärgi – toota 2010. aastal 21 % elektrienergiast taastuvatest energiaallikatest. Taastuvatest energiaallikatest toodeti 665–673 TWh (teravatt-tundi) elektrienergiat (kogutarbimine oli 3115–3175 TWh). Kui taastuenergia kasutuselevõtt jätkub samas tempos kui aastatel 2005–2010 (kasv 13,6-lt 21,2 protsendini), siis EWEA hinnangul jõutakse 2020. aastal 36,4 ja 2030. aastal 51,6 protsendini. Kui aastatel 2005–2010 saadi suurem osa taastuenergiast maismaatuulikutelt, siis tulevikus hakkavad seda üha rohkem tootma avameretuulepargid. A.M.

ŠVEITSI ALPIDES TÖÖTAB SUUSATÕSTUK PÄIKESE JÕUL

Šveitsi Alpides, 110 elanikuga Tenna külas avati 17. detsembril 450 m pikkune, maailma teine päikese jõul töötav suusatõstuk. Tõstuki trossidel paiknevaid päikesepaneele on 82, igas paneelis kolm moodulit. Tenna suusatõstuk on selle poolest maailmas ainulaadne, et päikesepaneeleid muudavad oma asendit iga kümne minuti tagant nõnda, et nad oleksid päikesekiirte suhtes 30- kraadi nurga all. Tänu sellele toodavad Tenna suusatõstuki päikesepaneeleid

21 % rohkem elektrit kui samasugused hoone katusel. Aastas saadakse 90 000 kWh energiat, millest 22 000 kWh kulub tõstuki tööshoidmiseks, ülejääk müüakse võrku. Uus tõstuk, mis rajati vana, 41 aastat töös olnu asemele, sõidutab märke kuni 800 inimest tunnis. Maksma läks see 1,3 miljonit Šveitsi franki. Ka Austria Alpides on Brixenis 2008. aastast peale päikese jõul töötav suusatõstuk, ent seal paiknevad PV-paneelid suusakeskuse katusel. A.M.



Tenna suusatõstuk

Foto: www.solarskilift.ch

PUMBAD VENTIILID LAADIMISSEADMED



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



Perovo solaarpark

Foto: Activ Solar GmbH

UKRAINAS SAI VALMIS EUROOPA SUURIM SOLAARPARK

Detsembri lõpus sai Ukrainas, Krimmis valmis praegu Euroopa suurim 100 MW võimsusega Perovo solaarpark. Sellele jääb napilt alla praegu Saksamaal Brandenburg-Briest'i rajatav PV-park (91 MW, arendaja Q-Cells SE). Polükristalsest ränist päikesepaneelid on Perovos 440 000 tükki. Nad võtavad enda alla 200 ha suuruse maa-ala ning toodavad 132 500 MWh elektrienergiat aastas, millest piisab 340 000 elanikuga Simferopoli tippkoormuse katmiseks. Kui sama

energiakogus toodetaks soojuselektrijaamas, heidetaks õhku 105 000 t süsinikdioksiidi (CO₂) aastas. PV-pargi rajamine, mida finantseerisid Moskvast asuv VTB Bank OJSC ja Seberbank, läks maksma 300 mln eurot. Perovo solaarpark on Austria firma Activ Solar GmbH kolmas projekt Ukrainas. Oktoobris 2011 valmis Krimmis 80 MW-ne Ohotnikovo, mis oli käikuandmise ajal Kesk- ja Ida-Euroopa suurim, ning enne seda Rodnikovo PV-park (7,5 MW).

Itaalias läks käima riigi suurim PV-paneelitehas

Itaalias, Sitsiilias Catania linnas läks detsembris käima riigi suurim PV-paneelitehas, mis hakkab tootma õhukesekilelisi PV-mooduleid, esialgu koguvõimsusega 160 MW, tulevikus kuni 480 MW aastas. Tehase, mis annab tööd 280 inimesele, toodang on mõeldud müügiks Euroopa, Kesk-Aasia ja Aafrika turgudel. Catania PV-paneelitehas kuulub võrdsetes osades firmadele Enel Green Power, Sharp ja STMicroelectronics, kes asutasid tehase opereerimiseks ühisfirma 3Sun. Tehase rajamist finantseerisid selle omanikud, CIPE (Italian Joint Ministerial Committee for Economic Planning) ning investeerimispannad Banca IMI, Centrobanca ja Unicredit.

A.M.

Eesti kasvuhoone-gaaside jaotuskava sai ELi heakskiidu

5. detsembril kinnitas Euroopa Komisjon Eesti kasvuhoonegaaside lubatud heitkoguse jaotuskava aastateks 2008–2012. Sellega jõudis lõpule Eesti ja komisjoni viis aastat kestnud vaidlus. Jaotuskava mahuks on 13,3 miljonit lubatud heitkoguse ühikut aastas, mis eraldatakse kava kohaselt 47-le Eesti ettevõttele. Jaotuskava on nimekiri neist Eesti ettevõtetest, kes ületavad Euroopa Liidu kasvuhoonegaaside heitkogustega kauplemise süsteemi piirväärtusi erinevates tegevusvaldkondades ja seetõttu kuuluvad kauplemissüsteemi.

- programmeerimine
- projekteerimine
- paigaldamine
- hooldamine
- avariihooldus

kõik automaatikalahendused

Negele Messtechnik GmbH on enam kui 30 aastatiga tootmis- ja teenusteenuste andurite tootja.

AL Systems OÜ on NEGELE edasimüüja Eestis. Laki 9a, 10621 Tallinn • www.alsystems.ee • post@alsystems.ee

Keskkonnaministeerium: Eestis on 20 suure üleujutusriskiga piirkonda

Keskkonnaministeeriumis valmis jaanuaris üleujutusohuga seotud riskide esialgne hinnang, mis annab ülevaate senistest üleujutustest ning määrab riskipiirkonnad. Hinnang toob välja 20 riskipiirkonda, mille hulka kuuluvad nii Tallinn, Tartu kui ka Pärnu, samuti mitmed väiksemad paigad, nagu Häädemeeste, Hanila ja Haaslava vallad. Poolt neist aladest ohustab rannikumere veetaseme tõus, teiseks üleujutuste põhjustajaks on sademed ja lumesulavesi. Riskihinnangud on esimene samm, et üleujutuste tehtavat kahju tulevikus vähendada. Sel aastal alustas Keskkonnaministeerium riskipiirkondade põhjalikuma kaardistamisega, 2015. aastaks peavad valmis olema ohtude maandamiskavad ehk siis konkreetsed plaanid selle kohta, kuidas üleujutuste tehtud pahandusi ära hoida või vähemalt leevendada. Üleujutusohuga seotud riskide esialgne hinnang on avalikkusele kättesaadav Keskkonnaministeeriumi kodulehel aadressil: www.envir.ee/ujutus/hinnang. Hinnangus määratud oluliste riskipiirkondade kaardid on nähtaval Maa-ameti geoportaali kaardiserveris, kuhu pääseb samuti aadressi www.envir.ee/ujutus/hinnang kaudu.

ABB AS renoveeris Tartu Observatooriumi teleskoobi

ABB AS renoveeris Tartu Observatooriumi 1,5meetrise teleskoobi juhtimissüsteemi. Rohkem kui 35 aastat tagasi tollases Leningradis LOMO tehases valminud teleskoobi vana juhtimissüsteem oli ajale jalgu jäänud ja ebatäpne. ABB teostas renoveerimistööde käigus projekteerimistööd ning paigaldas uued mootorid, sagedusmuundurid, elektrikilbid, andurid, kontrollid ja kaabelduse. Teleskoobi juhtimissüsteemi moderniseerimine kestis üle poole aasta ning valmis Euroopa Liidu struktuuritoetuse teadus- ja arendusastutuste teadusaparatuuri ja seadmete kaasajastamise programmist saadud abi toel.

KredEx toetas korterelamute renoveerimist 26 miljoni euroga

Lõppenud aastal esitas KredExile taotluse rekonstrueerimistoetuse saamiseks 202 korterelamut, neist 193 said positiivse otsuse 5,82 miljoni euro ulatuses. Kokku investeerisid korterelamud möödunud aastal renoveerimisse KredExi rekonstrueerimistoetuse abil 26 miljonit eurot. Kõikide toetust saanud majade oodatav keskmine energiasääst on 40%.

KredExist saab taotleda rekonstrueerimistoetust 35%, 25% ja 15% ulatuses. Toetus on mõeldud eelkõige KredExi soodustintressiga pikaajalise korterelamute renoveerimislaenu juurde, et vähendada nõutud omafinantseeringu osakaalu, kuid toetust võib kombineerida ka omavahenditega.

Euroopa Komisjon soovib vähendada veereostuse ohtu

Eesmärgiga parandada jõgede, järvede ja rannikuvete kvaliteeti tegi Euroopa Komisjon 31. jaanuaril ettepaneku lisada 15 kemikaali loetellu, mis koosneb 33 saasteainest, mida ELi pinnavees jälgitakse ja kontrollitakse. Nimetatud 15 ainet hõlmavad nii tööstuskemikaale kui ka aineid, mida kasutatakse biotsiidides, ravimites ja taimekaitsevahendites.

Kemikaalide loetelu ajakohastatakse veekvaliteediga seonduvate prioriteetsete ainete direktiivi läbivaatamisega. Loetelu täiendamise ettepaneku aluseks on analüüs, mille käigus hinnati ligikaudu 2000 ainega seonduvaid ohte vastavalt nende tasemele pinnavees, nende ohtlikkusele, tootmisele ja kasutamisele. 15 uuest prioriteetsest aineist kuue puhul kavandatud klassifitseerimine nõuaks nende vettejuihtimise lõpetamist 20 aasta jooksul. Ettepanek hõlmab samuti rangeimate standardite kehtestamist nelja praegu kontrollitava aine suhtes ning nõuet lõpetada veel kahe, juba loetelus sisalduva aine vettejuihtimine.

Komisjon tegi ka ettepaneku parandada järelevalvet vees leiduvate keemiliste saasteainete üle, täiustada sellekohast aruandlust ning kehtestada mehhanism kvaliteetsema teabe saamiseks selliste saasteainete kontsentratsiooni kohta, mida võidakse tulevikus ELi tasandil kontrollida. Ettepanek esitatakse nõukogule ja parlamendile aruteluks ja vastuvõtmiseks.

Radiomeeter-dosimeeter DGM-1500

DGM-1500 on mikroprotsessori ja toitest sõltumatu mäluaga professionaali mõõteriist.

DGM-1500-le saab lisada õhu radoonisalduse määramise seadme Radon-Box 10.

DGM-1500 Beta registreerib ka beeta- ja madalaenergeetilist röntgenkiirgust.

DGM-1500 mõõtepiirkond on 0,01...100 000 mikroSv/h.

Koos võrguadapteri ja asünkroonse järjestiklidesega ühendatud arvutiga sobib DGM-1500 hästi keskkonnaseireks.

DGM-1500 sobib laborile, õppeasutusele, haiglatele, ametimehele ja kojugi.

DGM-1500 sai Eesti Standardlameti tüübikinnituse juba 29.01.1993.

DGM-1500 registreerib gamma- ja röntgenkiirguse ekvivalentdoosi ja doosikiirust energilavahemikus 35KeV kuni 1,25MeV.



Masterix OÜ, Sihi 7, 50411 Tartu. Telefon: 682 7757, e-post masterix1@yahoo.com

Nivus GmbH – vooluhulgamõõturid mistahes ristlõikega reoveejuhtmete ja voolusängide jaoks



Voolukiiruse mõõtmine 16 ristlõikepunktis tagab täpse tulemi

Erilahendused keerulisteks ja täpsust nõudvateks mõõtmisteks



Nivuse OCM Pro – mõõtesõlm (AS Tallinna Vesi)



Reovee vooluhulgamõõturikapp Viimsis (kunst on igal pool!)

Radiodetection Ltd – uued kompaktsed ja vastupidavad torukaamerasüsteemid



Hinnad alates 5 500 eurost (lisandub käibemaks)

◀ P340

- 50 mm kaamerasel jagub valgusvõimsust kuni 300 mm toru sisemuse filmimiseks
- Lae USB mälu pulgaga arvutisse ning töötle videot ja esita aruandeid lihtsa tarkvara Flexisight abil
- Määra kaamerasel asukoht ja sügavus maa pealt uue kaabli- ja toruotsimisega RD7000+ abil

P350 ▶

- Kompaktna ja portatiivne traktorkaamerasüsteem
- Sobib 100 kuni 1000 mm läbimõõduga torude sisemuse filmimiseks
- Kaks kaldeanduriga kaameratraktorit sobivad nii otsevaatava, pööratava kui ka suurendusega kaamerasel jaoks
- Kontrollkeskus P350 ühildub ka lükatava kaamerakomplektiga P340



Hinnad alates 16 000 eurost (lisandub käibemaks)

Küsi lisateavet!

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

Lisainfo:
www.lokaator.ee

Mala GeoScience - maapinnaradarid
www.malags.com

Radiodetection Ltd -
kaabliotsimisseadmed ja torukaamerad
www.radiodetection.com



UUENDUSED VÄHENDAVAD PÕLEVKIVIÕLI TOOTMISE KESKKONNAMÕJU

EESTI ENERGIA Tehnoloogiatööstus sai 2011. aasta lõpus valmis projekti, mille käigus vahetati välja Eesti Energia Õlitööstuse õlithase korsten ning paigaldati uus elektrifilter. Projekt hõlmas kõiki töid seadmete valmistamisest ja tarnimisest paigaldamiseni. Korstna ja elektrifiltri valmistas ja paigaldas Eesti Energia Tehnoloogiatööstus ise ning elektrifiltritehnoloogia tarnis Šveitsi firma *Elex AG*. Uuendus vähendab tootmise keskkonnamõju, suurendab tehase töökindlust ning võimaldab õlivaabrikut paindlikumalt käitada. Kokku investeeriti 3,6 miljonit eurot.

Õlitööstuse juhatuse esimehe Igor Kondi sõnul peab ettevõtte tööstuse arendamist ja selle keskkonnamõju minimeerimist niisama oluliseks kui tootmise laiendamist ja uue õlithase ehitamist. Uuenduse tulemus on juba praegu näha ning õlitootmisel õhku lenduvate heitmete hulk oluliselt väiksem. Uus lahendus võimaldab ka õlitööstust paindlikumalt käitada. Et varem oli kahel *Enefit140*-tootmiseladmel ühine korsten, tuli ühe seadme peatamisel ümber korraldada ka teise töö. Uue korstna puhul ei ole seda vaja teha ning seadmete seisakud hooldus- ja remonttöödeks on minimaalsed.

Aastas töötleb Eesti Energia Õlitööstus kahe tootmiseladme *Enefit140* abil ligikaudu 1,6 miljonit tonni põlevkivi ning valmistab sellest mitmesuguseid



Eesti Energia Õlitööstus 2011 aasta septembrikuus

Fotod: AS Eesti Energia

põlevkiviõli fraktsioone. Ligi 60 % toodangust eksporditakse. Eesti tarbijad kasutavad põlevkiviõli peamiselt katlamajades ja väikestes elektrijaamades soojuse ja elektri tootmiseks ning põlumajanduses ja teedehituses.

Möödunud aasta mais alustas ettevõtte uue *Enefit280*-õlithase ehitamist. Tehas valmib 2012. aasta veebruaris ning alustab tööd sama aasta augustis.

Enefit280-õlithas suurendab ettevõtte praegust tootmisvõimsust ligi kahe miljoni barreli põlevkiviõli ja 75 miljoni kuupmeetri uttegaasi võrra aastas.

Tehasel on 35 MW-ne auruturbiin, mis toodab õlitootmisel tekkiva jääksoojuse jõul elektrit. Uues tehases saab tööd 80 inimest.

Aastaks 2016 plaanib Eesti Energia välja arendada põlevkivi vedelkütuste tootmiskompleksi, kus toodetud vedelkütused on seni toodetavast põlevkiviõlist kvaliteetsemad ning kasutatavad praegustele normidele vastava mootorikütusena. Selleks rajatakse veel kaks *Enefit280*- õlithast ja järeltööstustehas. Moodsas kompleksis saaks tööd ligi poolsada inimest.

A.M.

**RÕHU-, NIVOO- ja JÕUANDURID * DIFERENTSIAALRÕHU- ja VAAKUMLÜLITID
DIGITAALSED NÄIDUMOODULID * RÕHUMÕÕTJAD**



Huba Control

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


AS TERAMET



KOMMENTAAR

MIHHAİL TERENTJEV

Eesti Energia Elektrotehnika ja Automaatika* juhatuse liige

20. sajandil lähtusid tööstusettevõtted oma strateegiate koostamisel eeldusest, et ressursside hind jääb pikaks ajaks stabiilseks või isegi langeb, vaatamata lühiajalistele hinnašokkidele ja kõikumisperioodidele. Hinna määramisel arvestati ressursside kasutamise sotsiaalset ja keskkonnamõju vaid harva ja vähesel määral. Viimase 10–20 aastaga on olukord oluliselt muutunud.

Praegu on keskkonnanõuetel tööstusettevõtete tegevusele suur mõju, määrates tervete tööstusvaldkondade arengustrateegiaid ja tulevikuväljavaateid ning mõjutades ettevõtete investeerimisvajadusi.

Keskkonnanõuete pidev karmistumine põhjustab energeetikas ja majanduses suuri muutusi, ent loob ka nõudluse uute toodete ja teenuste järele ning innustab ettevõtteid keskkonnahoidu enam panustama. Kõik see tagab kokkuvõttes ka parema elukeskkonna.

Eestis kasutatakse energia tootmiseks suurel määral põlevkivi, mille põletamisel lendub atmosfääri muude kütustega võrreldes rohkem süsihappegaasi ning mille tuhasisaldus on suur – 45 kuni 47 protsenti. Seetõttu on põlevkivi töötlemise keskkonnamõju suur ning nõuab tootjalt erilist tähelepanu keskkonnanõuete täitmisel.

Pidevalt karmistuvaid keskkonnanõudeid pidas Eesti Energia Tehnoloogiatööstus silmas ka õlitööstuse lendheitmete püüdesüsteemide (elektrifiltrite) projekteerimisel. Paigaldatud filtrite tulemusnäitajad on paremad kui sellise võimsusega tehastelt praegu nõutakse. Tehtud investeering tagab konkurentsivõimelise põlevkivitootmise ka muutuv turuolukorras.

Projekti teostus oli Tehnoloogiatööstusele eriline selle poolest, et tegime seda esimest korda n-ö võtmed-kätte-põhimõttel, s.o vastutasime kogu tegevuse – vanade seadmete lammutamise, uute projekteerimise ja paigaldamise ning õlitehase töötajate koolitamise eest. Projektiga oli otseselt seotud ca 60 Eesti Energia Tehnoloogiatööstuse töötajat ning kaudselt üle saja inimese kogu Eesti Energia kontsernist. Elektrifiltri kere, tugikonstruktsioonid, korsten jms (kogumass üle 300 tonni) valmisid Narvas ja Jõhvis Eesti Energia Tehnoloogiatööstuse oma tehastes. Teraskonstruktsioonid paigaldas meie oma meeskond ning automaatika- ja elektritööd tegi Eesti Energia Elektrotehnika ja Automaatika koostöös tehnoloogiatarnija ELEX AG'ga.

A.M.

* Eesti Energia Elektrotehnika ja Automaatika on Eesti Energia Tehnoloogiatööstus AS-i tütarettevõtte.



www.ifat.de

Keskkonnatehnoloogia tulevik

INNOVATSIOON. VISIOON. INTERAKTSIOON



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

7.–11. MAI 2012 MÜNCHENIS

Väärtuslikud kontaktid, uued impulsid
ja mitmekülgsed turuülevaated

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

Külastajate online-registreerimine: www.ifat.de/tickets/en

Osalege ka messil IE expo (varem IFAT CHINA).
Rohkem infot www.ie-expo.com

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



A WORLD OF ENVIRONMENTAL SOLUTIONS

PARIISIS KÄIVITUS RENDIAUTOSÜSTEEM AUTOLIB

PARIISIS saab *Vélib*-rendijalgratta laenutada alates 2007. aasta juulist nii turist kui ka kohalik elanik. Ratta võib võtta ühest parklast ja jätta teise. Vargustele ja vandalismile vaatamata on Pariisi linnapea Bertrand Delanöe elukutsutud *Vélib*-projekt edukaks osutunud. Pärast selle projekti käivitamist käis Bertrand Delanöe välja uue idee – nii nagu jalgrattaid, peaks *Île-de-France*'is, sh Pariisis, saama rentida ka elektriautosid. Kuigi neid, kes sellesse ideesse skeptiliselt suhtusid, oli päris palju, on seegi projekt tänaseks ellu viidud. Möödunud aasta detsembrist saati saab Pariisis ja kogu *Île-de-France*'is kasutada peale rendijalgrataste *Autolib*-rendiautosid.

Ettevõtte omanik on *Syndicat mixte Autolib*, millesse kuuluvad *Île-de-France* 'i haldusüksused ja mitu selles piirkonnas tegutsevat organisatsiooni. *Autolib* erineb muudest autorentidest selle poolest, et elektriautod on mõeldud kasutamiseks lühikest aega ja väikeste vahemaade läbimiseks peamiselt neile, kes vajavad autot Pariisis või selle lähimbruses vaid korra või mõneks päevaks. Auto saab rentida ühest kohast ja jätta teise ning maksta tuleb ainult kasutusaja eest. Sõita tohib ainult *Île-de-France*'i piirkonnas. Kui juht sellest väljub, annab kontrollkeskus talle korralduse tagasi pöörduda. *Autolib* alustas detsembris 250 rendikoha ja -autoga. Sellest hoolimata, et ca 30–40 autodest langes peamiselt vandalismi tõttu üsna



Foto 1. Firma Bolloré elektriauto Bluecar Pariisi *Autolib*-rendikohas

Foto: Wikimedia

kiiresti rivist välja, läks rendisüsteem üle ootuste edukalt käima. Kasutajaks oli end juba detsembris registreerinud üle 6000 inimese – poole rohkem, kui oodata osati, seetõttu ei pruugi vaba auto leidmine esialgu kuigi lihtne olla. Rendiautode ja -kohtade arv kasvab aga iga kuuga ning käesoleva aasta juunikuuks peaks autosid olema juba 1700 ja rendikohti 1000 ning aasta lõpuks 3000 ja 6000.

Kõik *Autolib*-rendiautod on neljaist-

melised elektriautod Bluecar (foto 1). Autod ja nende akud on toodetud firmas Bolloré. Bluecar'i maksimumkiirus on 130 km/h ning ühe laadimiskorraga saab sõita kuni 250 km. Kõik autod on varustatud sinise hädaabinupuga, mida võib vaja olla näiteks avarii korral. Kui sellele nupule vajutada, käivitub kontrollkeskuses alarm ning auto juurde sõidab abimeeskond.

Rendipunktides – *Autolib*-parklate lähedal paiknevates ja kogu nädal ööpäev läbi avatud metallist ja klaasist varjualustes (foto 2) on automaat-registreesüsteem, ent kella kaheksast hommikul kuni kuueni õhtul on kohal ka firma töötaja. Vabade autode olemasolu rendikohtades näeb Internetist. *Autolib*-i kasutajaks registreerimiseks on vaja kehtivat juhiluba, ID-kaarti või passi ja krediitkaarti. Registreerunud kasutaja saab pileti, mis võimaldab autot parklast lahti lukustada ja pärast sõitmist uuesti lukku panna, ning kasutajakonto. Registreering üheks aastaks maksab 144, üheks nädalaks 15 ja 24 tunniks 10 eurot. Lisaks tuleb maksta 4–8 eurot iga kasutusaja poole tunni eest.

A.M.



Foto 2. Rendipunkt, kus saab *Autolib*i kasutajaks registreeruda

Foto: Syndicat Mixte Autolib

Merike Noor



Päikesepaneelid AS-i ABB madalpingeajamite tehase katusel

Foto: AS ABB

ABB PÄIKESEELEKTRIJAAM ON EESTI SUURIM JA MOODSAIM

Jüris, AS-i ABB madalpingeajamite tehase katusel möödunud aasta septembris avatud päikeseelektrijaam on suurim ja moodsaime omataoline Eestis.

Jaam toodab aastas umbes 20 000 kWh elektrienergiat, millega kaetakse kogu tehase arvutipargi ja osa valgustuse energiatarbest.

PÄIKESEENERGIA EESTIS

Taastuenergia, sealhulgas päikeseenergia kasutajaid on nii era- kui ka juriidiliste tarbijate seas Eestis veel vähe, peapõhjuseks ilmselt teadmatus ja ehk ka mõningane kartus. Mõistagi pole vähetähtis ka riigi jahe suhtumine päikeseenergia tootmise toetamisse.

Empiirilised uuringud ja analüüsid on näidanud, et päikeseenergia tasuvust hinnates tugineb eestlane talupojatarkusele: Eestis on külm ja pime, seega on ka päikeseenergia kasutamine ebatõhus. Õnneks ei pea see tarkus hästi paika. Esiteks ei ole õhutemperatuur ja päikeseenergia omavahel kuigi tihedalt seotud, sest solaarkonstant ehk Maa atmosfääri ülakihi risti langeva päikese kiirguse intensiivsus Maa keskmisel kaugusel Päikesest on igal pool ühesugune – umbes 1366 W/m².

Ka pilvisuse mõju hinnatakse sageli üle, sest isegi läbi õhema pilvekihi jõuab maale üsnagi arvestatav hulk päikese kiirgust. Aastane päikese kiirguse hulk Eestis on keskmiselt 950–1050 kWh/m², s.o vaid õige pisut alla Euroopa keskmise. Kiirgusnäitajad on Eestiga sarnased mitmes riigis, nt Iirimaa, Suurbritannias, Belgias, Hollandis, Saksamaal, Austrias, Taanis ja Rootsis, kus päikeseenergia kasutamine ei ole enam ammu mingi uudis.

KÕIK VAJALIK EESTIST

Päikeseenergia kasutamise suurenemist võib prognoosida ka meil – seda enam, et kõik vajalik on kohapeal saadaval. Kõik madalpingeajamite tehase päikeseelektrijaama osadki valmistati Eestis, sh päikesepaneelid Tänassilmas, ettevõtte Naps tehases.

Kokku paigutati tehase katusel 120 paneeli Naps Pallas 210G PBW (võimsus 210 W) koguvõimsusega üle 25 kW. Paneelide abil salvestatava päikeseenergia muundavad elektrienergiaks kolm ABB enda toodetud vaheldit PVS300-TL-8000W-2, millest igaühe võimsus on 8 kW. Päikeseenergiajaama käikuvõtmine oli imelihtne tänu vaheldite väga kasutajasõbralikule

liidesele.

ABB päikeseenergiavaheldi PVS300 (võimsus 3,3–8 kW) abil muundatakse päikesepaneelide abil saadav alalisvool (DC) vahelduvvooluks (AC). See seade, mis leiab kasutamist nii elamutes kui ka väikese ja keskmise suurusega äri- ja tööstushoonetes ning mida iseloomustab lihtne kasutajaliides, paigaldusmugavus ja kompaktsus, võimaldab osaliselt või täielikult katta kasutaja elektrivajaduse ja energiaülejäägi võrku suunata. Kõik-ühes-seadmesse on kaitsmed sisse ehitatud ning see vähendab vajadust kulukate ja ruuminõudvate väliskaitseseadmete järele. Uue ühefaasilise vaheldi juurde kuulub graafilise kasutajaliidesega varustatud juhtpult, mis võib olla kere sisse ehitatud, seinale või lauale paigutatav või traadita andmeside abil serveriga ühendatav.

ABB päikeseenergiavaheldi on praegu oma valdkonnas kõige täiuslikum seade. Et ABB on maailma suurim sagedusmuunduritootja, siis oli Jüris võimalik rakendada mitmeid ABB teadus-ja arendustegevuse tulemusi.

A.M.

Power and productivity
for a better world™



TÜRI LINN SAAB UUE VEEHAARDE

MATI SALU

AS Maves

EUROOPA LIIDU struktuuritoetuste fondi abiga ellu viidava Türi vee-majandusprojekti eesmärk on tagada elanikele võimalus liituda ühisvee- ja kanalisatsioonivõrguga ning vähendada joogivee fluoriidi- ja rauasisaldust. Projekt hõlmas ka 2010. ja 2011. aastal toimunud uue veehaarde asukoha otsingut. Põhjaveevarusid hinnati keskkonnaministri 2003. aasta määruse *Põhjaveevaru hindamise kord* kohaselt.

HÜDROGEOLOOGILISED OLUD

Türi linn asub Kõrvemaal, Türi voorestiku lõunaosas, kus pinnakatte setete paksus on valdavalt 5 m, voorte piirkonnas kuni 30 m. Raikküla lademe lubjakivides ja dolomiitides levib põh-

javesi moodustab siin Raikküla veekihi, mille paksus on Türil 45–55 m. Raikküla veekihtidest sügavamal paikneb alamsiluri Juuru ja ülem-ordoviitsiumi Porkuni ligi 40 m paksune suhteline veepide. Sellest allpool lamab Pingu-Rakvere veekiht, mille lamam on Türil umbes 200 m sügavusel. Selles veekihi paiknevad veerikkad lõhetsoonid hajusalt ja ebakorrapäraselt, veekihi ülaosas on neid rohkem. Veelgi allpool olevaid karbonaatseid kivimeid võib lugeda veepidemeks.

Lubjakivikihte läbivad arvukad kirde-edela- ja loode-kagu-suunalised tektoonilised rikked, mida tuntakse Paide rikkevööndi nime all. Riketes, mille laius on 50–100 m, on lubjakiviplokid üksteise suhtes 2–5 m ulatuses vertikaalselt nihkunud.

TÜRI PRAEGUSED VEEVARUSTUS-PUURKAEVUD

Ühisveevärgi jaoks 1999. aastal tehtud põhjaveeuuringute põhjal kinnitati Türi linna põhjaveevaru suuruseks Türi põhjaveemaardla S-O-veekihtides 2023. aasta lõpuni 1880 m³/d. Elanikele kuuluvaid madalaid erakaeve varude määramisel arvesse ei võetud, sest veevõtt neist on alla 5 m³/d (enamasti kuni 1 m³/d). Kinnitatud varud määrati kaheksale puurkaevule, millest neli kuuluvad Türi linna ühisveevärgile, kolm eri ettevõtetele ning üks on 200 m sügavune geoloogilise uuringu omanikuta puurauk. Kõik need kaevud rajati enne 1991. aastat, puurkaevud on 20–56 aasta vanused. Üldjuhul projekteeriti nad nõnda, et puurkaevu ümbritseks 50-



MATES
www.maves.ee

- keskkonnanäiditeerimine ja keskkonnamõju hindamine, keskkonnanäiditeerimissüsteemide juurutamine
- veemajanduskavade koostamine ja sanitaarkaitsealaprojektid
- jäätmekavade koostamine
- projektitaotluste ja arengukavade koostamine
- geoloogilised uuringud
- ehitusgeoloogilised uuringud
- keskkonnauuringud
- põhjavee- ja pinnasereostuse lokaliseerimine ja kõrvaldamine
- puuraukude ja puurkaevude rajamine
- juhend- ja koolitusmaterjalide koostamine

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



inteliVENT

Lihtne ja energiasäästlik ventilatsioonilahendus

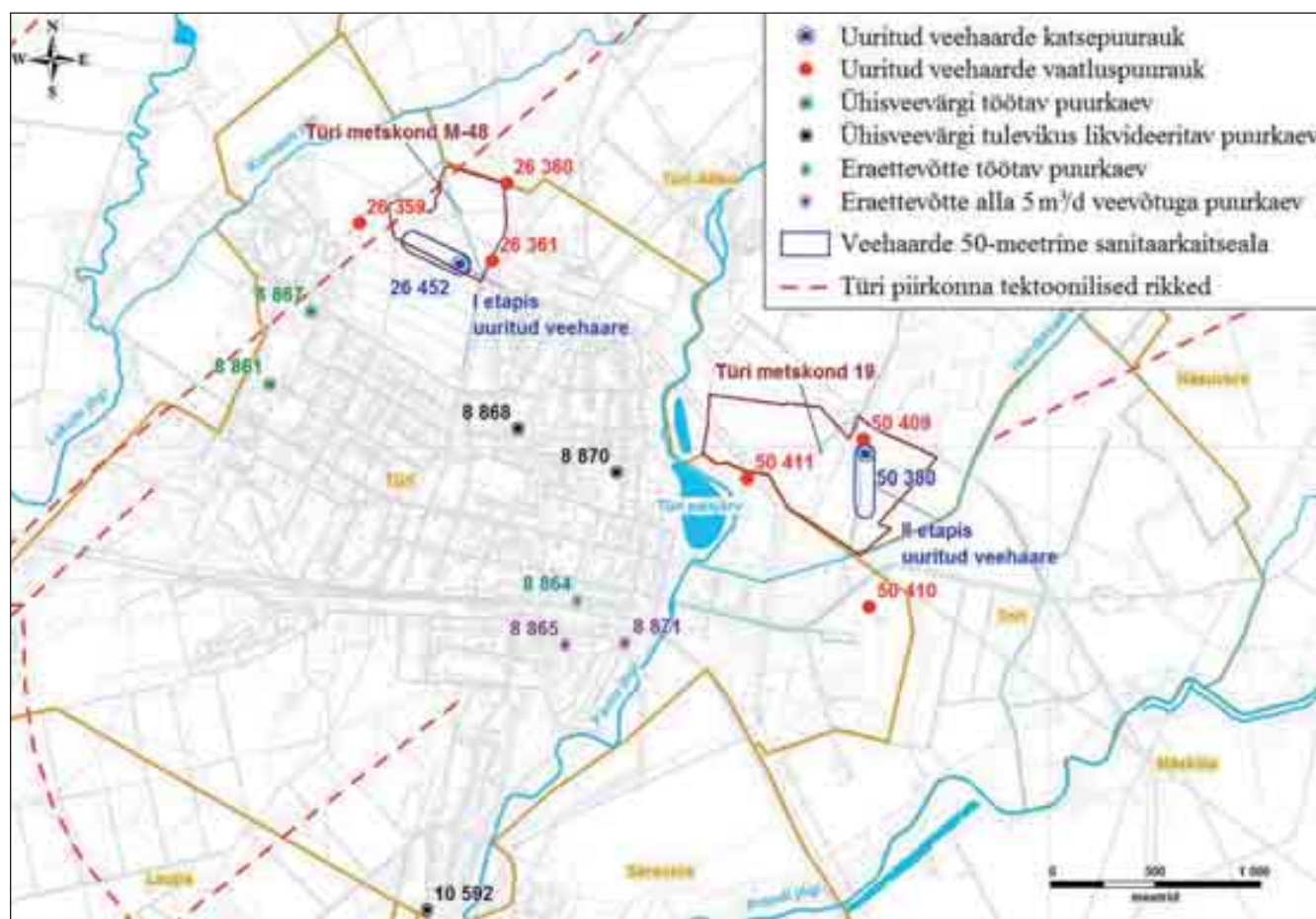
- säästab küttekulusid
- sobib erinevatele hoonetele
- lihtne paigaldada



OÜ InteliVENT
Tallinn, Kotkapeoja 2a-6
Tel: +372 6 840 937
www.intelivent.ee
info@intelivent.ee



inVENTer®
the easy way to save energy



Joonis 1. Türi veevarustus-puurkaevud ja uue veehaarde uuringute piirkonnad

meetrise raadiusega sanitaarkaitseala. Aastatega on see nõue tiheasustusalal aga unustatud või seda eiratud, mistõttu enamikul puurkaevudel nõuetekohast sanitaarkaitseala ei ole. Ühisveevärgi ja ettevõtete puurkaevude sügavus on 79–200 m ning nende 30–200 m sügavusel eri veekihtides paiknevad veevõtuosad avavad nii Juuru-Porkuni suhtelise vee- pideme peal kui ka all olevaid veekihte. Pinnakatte paksusest põhjavee kaitsmiseks reostuse eest ei piisa, seetõttu on kaheksa linna piires asuvat puurkaevu kindlustatud pikkade manteltorudega.

ÜHISVEEVÄRGI PUURKAEVUDE VEE KVALITEET

Üle saja meetri sügavuste puurkaevude vee fluoriidisaldus on joogivees lubatust (1,5 mg/l) suurem. Anaeroobse keskkonna tõttu on suurem ka raua-, nitriti- ja ammooniumisisaldus, mõnes kaevus on esinenud ka väävelvesinikku. Enne tarbijale suunamist on kõik need keemilised näitajad (peale fluoriidisalduse) vee töötlemisega (õhustamine, filtrimine) parendatavad. Fluoriidisalduse vähendamiseks on vaja kalleid pöördosmoosiseadmeid. Tuginedes 2008. aastal ettevõtte Europolis OÜ

koostatud teostatavusuuringule, milles muu hulgas käsitleti puurkaevude vee keemiliste näitajate mittevastavust joogivee kvaliteedile ning nõuetekohaste sanitaarkaitsealade puudumist, otsustas Türi vald enne kulutuste tegemist olemasoleva veehaarde põhjavee töötlemisele uurida uue veehaarde rajamise võimalust, mille põhjavee kvaliteet vastaks keemiliste kvaliteedinäitajate poolest töötlemist mittevajava joogiveeallika määru (sotsiaalministri määrus Joogivee tootmiseks kasutatava või kasutada kavandatava pinna- ja põhjavee kvaliteedi- ja kontrollinõuded) I kvaliteediklassi nõuetele ning kus veehaarde puurkaevude ümber oleks piisavalt ruumi 50-meetrise sanitaarkaitseala moodustamiseks. Uut veehaaret kavandati Türi linna põhjaossa, Türi metskonna maaüksusele M-48 (joonis 1).

Olemasolevate geoloogiliste uuringute aruannete ja Türi piirkonna alamsiluri veekihi puurkaevudest varem võetud veeproovide analüüsitulemuste põhjal otsustati valida uuringuteks alamsiluri Raikküla veekiht. Võrreldes kogu siluri-ordoviitsiumi veekihte avavate puurkaevude ja maapinnalähedase Raikküla veekihi (S_{rk}) puurkaevude pluse ja miinuseid, on viimastel mitu eelist:

- väiksem rajamiskulu;
- veerikaste tsoonide esinemise suurem tõenäosus (70–90 %);
- põhjavee varasemate uuringutega tõestatud väiksem fluoriidisaldus (0,15–0,53 mg/l).

Miinuseks on põhjavee halvem kaitsvus, mistõttu punkt- või hajureostusalikad võivad mõjutada vee kvaliteeti.

I ETAPI UURINGUD PÕHJAVEEHAARDE RAJAMISEKS TÜRI LINNA PÕHJAOSAS

Eelneva informatsiooni põhjal ei olnud andmeid S_{rk} -veekihi uuringupiirkonnas puurkaevude vee fluori-, baariumi-, boori- ega lämmastikühendite joogivee kvaliteedile lubatust suurema sisalduse kohta. Raskmetallide sisaldus oli olemasolevate andmete kohaselt joogiveele seatud piirväärtustest väiksem.

Veehaaret ümbritsevate vaatluspuuraukude vee analüüsimisel keskenduti eelkõige üldkeemiliste ja mikrobioloogiliste näitajate ning pestitsiidi-, fluori-, naftasaaduse-, aromaatsete ühendite (BTX), benzo(a)pireeni- ja fenoolisisalduse määramisele. Neist olid joogivee piirväärtustest suuremad vaid rauasisaldus ja hägusus. Samad näitajad

ja vee värvus olid suuremad ka katsepuuraugu vees, ent need veekvaliteedi näitajad on lihtsate ja suhteliselt odavate veetöötlusvõtetega parendatavad või kõrvaldatavad.

Katsepuuraugu vees oli kolme proovi keskmisena lubatust (10 µg/l) rohkem pliid (Pb) – 22 µg/l. Tegemist on Eestis väga harva esineva anomaaliaga, mida oli raske ette näha. Plii leviku kontrollimisel selgus, et pliisisaldus oli ülenormatiivne veel ühes veehaarde piirkonna kolmest vaatluspuuraugust. Plii päritolu võib olla looduslik või põhjustatud inimtegevusest. Türi piirkonnas on lubjakivide kompleks läbitud arvukatest tektoonilistest rikestest. Geoloogiliste rikestega võib olla seotud mineraal galeniit (PbS), mida Eestis leidub ohtralt Võhma ümbruse alam-siluri dolomiitides, kus polümetalne maagistumine on seotud tektooniliste lõhedega. Inimtegevusest võib plii pärineda bensiinist, millele on pliid lisatud oktaanarvu tõstmiseks, ja pliiakudest. Veehaarde võimalik pliiallikas on sellest lääne pool paiknev endise naftabaasi territoorium. Siiski võib kõiki asjaolusid kaaludes arvata, et kõrgeenenud pliisisaldust põhjustab rikkevööndis esinev looduslik galeniit. Et rikete piirkonnas on maagistumise ulatus ettearvamatult, tuli

veehaarde rajamisest esimeses valitud kohas loobuda ning otsida sellele uus asukoht.

II ETAPI UURINGUD TÜRI-ALLIKU KÜLAS

Uueks veehaardeuuringute piirkonnaks valiti Türi-Alliku küla lähedal asuv Türi metskonna maaüksus nr 19. Eelnevalt kontrolliti ümbruskonna elanikele kuuluvate madalate puurkaevude vee pliisisaldust, mis jäi vahemikku 0,14–3,5 µg/l. Seejärel rajati veehaarde võimalike reostusallikate suunas kolm vaatluspuurauku, mille veest võeti kõik vajalikud proovid. Kõik keemilised näitajad, välja arvatud üldrauisisaldus, hõigus ja värvus ning ühes puuraugus mangaanisaldus, vastasid joogiveealika I kvaliteediklassi nõuetele. Neid nõudeid, v.a üldrauisisaldus, hõigus ja värvus, rahuldasi ka katsepuuraugust võetud veeproovid. Katsepuuraugu tootlikkus (620 m³/d) oli Türi linna veevajadusest suurem.

Veehaardele koostati sanitaarkaitseala projekt, mis näeb ette veekaitsekit-sendusi kuni 200 m kaugusele ümber veehaarde ulatuval sanitaarkaitsealal. Lisaks olemasolevatele vaatluspuuraukudele rajatakse põhjavee kvaliteedi ja

taseme jälgimiseks kuni neli seirepuurauku.

Põhjaveevarude uuringu tulemuse-na kinnitati Türi linnale Türi-Alliku piirkonnas aastani 2038 alamsiluri Raikküla veekihi uus põhjaveevaru (700 m³/d). Rajatakse uus veehaare, kuhu tuleb veel puurida kaks puurkaevu, ning ehitatakse linna viivad veetorustikud. Lahendatakse ka veetöötlus, mis ei kujune väga kulukaks, kui võrrelda fluori ärastamisega. Ühes veehaardes on toorvee käitlemist lihtsam korraldada kui linna eri osades paiknevate üksikpuurkaevude juures.

Tehti ettepanek vähendada siluri-ordoviitsiumi veekihi Türi linna piires kinnitatud põhjaveevaru, sest veevajadus on vähenenud ning osa linna piires olevaist veevõtuks kõlblikest puurkaevudest langeb välja. Pärast uue veehaarde valmimist jäävad kasutamiskõlblikud kaevud reservi, ülearused on soovitatav nõuetekohaselt sulgeda.

Türi uue veehaarde uuringul kogetu kinnitab, et uue veehaarde kavandamiseks ja uurimiseks tuleb varuda piisavalt aega (soovitatavalt kaks aastat). Ka hästiuuritud Eestis võib põhjavee koostises ilmuda üllatavaid anomaaliaid, mis võivad veehaarde asukoha valimist tugevasti mõjutada.

A.M.

Lõppes Viimsi veekorraldusprojekt

8. detsembril toimus Viimsi Rannarahva Muuseumis tõukefondide programmiperioodi 2004–2006 viimase projekti «Viimsi veekorraldus» lõpetamine. Projekti tulemusena rajati Viimsi valda ligi 88,1 km vee- ja 89,1 km reoveetorustike ning 32 reoveepumplat. Nüüd on ligi 5400 Viimsi elanikul võimalus kasutada ühisveevärki ja kanalisatsiooni. Projekti kogumaksumus oli ca 14,1 miljonit eurot, millest ligi 75% oli ELi ühtekuuluvusfondi toetus. Projekti lõpuleviimist toetas Eesti Vabariik läbi SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse.

Järva-Jaani alevi elanikud said puhta joogivee ning võimaluse liituda ühiskanalisatsiooniga

9. jaanuaril lõppes Ühtekuuluvusfondist (ÜF) kaasrahastatud Järva-Jaani veemajandusprojekt. Projekti raames uuendati Järva-Jaani reoveepuhasti (jõudlus 12 000 ie) koos pumpla-ga ning laiendati Järva-Jaani alevi ühisveevärki ja -kanalisatsiooni elamupiirkondadesse, kus see seni puudus. Rajatud ja renoveeritud torustiku kogupikkus on 17,3 km. Projekti tulemusel saab enam kui 220 majapidamist liituda ühisveevärgiga ja rohkem kui 270 kanalisatsiooniga, halvas seisukor-

ras olnud vanade veetorustike uuendamise järel paranes iga kolmanda alevielaniku joogivee kvaliteet. Nüüd on kõikidele Järva-Jaani alevi elanikele tagatud puhas joogivesi ning võimalus liituda ajakohase kanalisatsioonivõrguga.

Järva-Jaani alevi vee- ja kanalisatsioonivõrgu projekteeris OÜ Veeprojekt. Torustike ehituse töövõtja oli AS Merko Ehitus ning reoveepuhasti uuendas AS Terrat. Projekti juhtis OÜ Europolis, FIDIC inseneri- ja omanikujärelevalve teenust osutas OÜ Vetepere. Projekti kogumaksumus oli 2,8 miljonit eurot, millest 78,5% oli EL ühtekuuluvusfondi toetus. Projekti omaosalust rahastas Järva-Jaani vald.

Sweco Projekt teeb Nissi energia-säästliku reoveepuhasti projekti

Projekteerimisfirma Sweco Projekt teeb Nissi Soojuse tellimisel Nissi valla Riisipere ja Lehetu reoveepuhastite projekti ning projekteerib ka uue vee- ja kanalisatsioonitorustiku. Reoveepuhasti mahutist tulev soojus kavatsetakse ära kasutada reservuaaride kohale ehitatava puhasti tehnoloogia kütmiseks ja ventilatsiooniõhu soojendamiseks. Projekti maksumus on ligi 5,1 miljonit eurot, sellest 3,53 miljonit eurot on EL ühtekuuluvusfondi finantseering. Projekti omaosalust rahastavad Nissi Soojus ja Nissi vald Euroopa Investeeringuspanga kaasabil. Projekt valmib 2012. aasta sügisel.

VEEKESKKONNA KAITSE EESTIS – OHTLIKUD AINED (III OSA)

OTT ROOTS

Keemiakandidaat, Eesti Keskkonnauuringute Instituut (Eesti Keskkonnauuringute Keskuse OÜ koosseisus)

PÄRAST KÄESOLEVA artiklisarja I ja II osa [1, 2] avaldamist on minu poole pöördunud mitme küsimusega:

- milliseid proovimaatrikseid on soovitatav kasutada, et veekeskkonna seisundit (ohtu inimeste tervisele) õigesti hinnata;
- kas on ülevaadet seni Eesti vees või veekeskkonnas määratud ohtlikest ainetest;
- millistest avaldatud allikatest saab teavet seni sooritatud ohtlike ainete seire tulemustest (vastus: vt viidatud allikad).

MILLISEID PROOVIMAATRIKSEID ON SOOVITATAV KASUTADA

Enamik vee raamdirektiivi (Euroopa Parlamendi ja Nõukogu 23. oktoobri 2000. aasta direktiiv 2000/60/EÜ) nõuetest ohtlike ainete kohta on viidud Eesti õigusaktidesse.

Proovivõtumaatriksite valimisel, s.o milliseid vees, setetes või vee-elustikus sisalduvaid ohtlikke aineid on otstarbekas määrata, lähtuti kolmest keemilisest põhinäitajast: aine või ühendi lahustuvusest vees, biokontsentratsioonitegurist ja aine püsivusest keskkonnas [2].

Vaatluse alla on soovitatav võtta prioriteetsed ohtlikud ained, mis on kirjas keskkonnaministri 21. juuli 2010. a määruses nr 32 *Veekeskkonnale ohtlike ainete ja ainerühmade nimistud 1 ja 2 ning prioriteetsete ainete, prioriteetsete ohtlike ainete ja nende ainete rühmade nimekirjad*. Kui analüüsida üksnes veeproovide prioriteetsete ohtlike ainete sisaldust, võib saada „valed tulemused“ – eriti nende ainete puhul, mida soovitakse määrata setetes või elustikus (nt kalades või molluskites). Elusolendites bioakumuleeruvad prioriteetsed ohtlikud ained on seetõttu

olulised, et nad ohutavad inimeste tervist.

Proovimaatriksite valimisel oleme võtnud aluseks Euroopa Liidu aruande [3], milles antakse soovitusi selle kohta, milliste ainete puhul seirata vee ning milliste puhul setete või vee-elustiku ohtlike saasteainete sisaldust. Toome välja kolm maatriksit: eelistatud/parim maatriks (*preferred matrix*), vabalt valitud maatriks (*optional matrix*) ja mittesoovitav maatriks (*not recommended matrix*), kusjuures nende valik on soovituslik, mitte kohustuslik.

Maatriksi valik oleneb prioriteetsetest ohtlikust aineist:

- antratseen (eelistus puudub – maatriksiks võib valida nii vee, sette kui ka elustiku);
- bromodifenüüleeter (eelistatud/parim maatriks kas sete või elustik, vett ei soovitata);
- kloroalkaanid (lühikese ahelaga C10–13; eelistatud/parim maatriks kas sete või elustik, vett ei soovitata);
- endosulfaan (vabalt valitud maatriks – nii vesi, sete kui ka elustik);
- heksaklorobenseen (eelistatud/parim maatriks kas sete või elustik, vett ei soovitata);
- heksaklorobutadien (eelistatud/parim maatriks elustik);
- heksaklorotsükloheksaan (eelistatud/parim maatriks elustik);
- elavhõbe ja selle ühendid (mõeldakse ainult metüüelavhõbedat; eelistatud/parim maatriks elustik, vett ei soovitata);
- nonüülfenool (eelistatud/parim maatriks kas vesi või sete);
- pentaklorobenseen (eelistatud/parim maatriks sete, vett ei soovitata);
- polüaromaatsed süsivesinikud (mõeldakse benso(b)fluoranteeni,

benso(g,h,i)perü-leeni, benso(k)fluoranteeni, indeno(1,2,3-cd)püreeni; eelistatud/parim maatriks sete ja elustik, vett ei soovitata);

Meie sadamate piirkonnast avastatud tributüültina puhul eelistatakse proovimaatriksina setet või elustikku [6].

ÜLEVAADE OHTLIKEST AINETEST, MILDA ON SENI EESTI VEES VÕI VEEKESKKONNAS MÄÄRATUD

Ühendid, mille seiretulemuste ja sõeluuringu kohta on Eestis andmeid, on võetud kokku tabelis 1.

A.M.

Viidatud allikad

1. Roots, O. Veekeskkonna kaitse Eestis – ohtlikud ained (I osa). Keskkonnatehnika, 2011, 3. 12–17.
2. Roots, O. Veekeskkonna kaitse Eestis – ohtlikud ained (II osa). Keskkonnatehnika, 2011, 4. 30–34.
3. Guidance on chemical monitoring of sediment and biota under the Water Framework Directive. Common implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance document No. 25. European Union, 2010. 11–12.
4. Keskkonnateabe Keskus. Riiklik Keskkonnaseire programm: <http://eelis.ic.envir.ee:88/seireveeb/>.
5. Kõrgmaa, V., Laht, M., Põllumäe, A., Volkov, E., Huhtala, S.M., Munne, P., Nakari, T., Nuutinen, J., Perkola, N., Schultz, E., Zielonka, U., 7. National Report. COHIBA – Control of Hazardous Substances in the

Tabel 1. EESTIS RIIKLIKU PINNAVEE-, HEITVEE- JA ETTEVÕTTESEIRE, SÕELUURINGU NING ELUSTIKUSEIRE TULEMUSENA MÄÄRATUD OHTLIKUD AINED [4–12]

Ohtlikud ained	RKSP* kuni 2004	2005–2010	2010–2011
Raskmetallid	X	X	X
Fenoolid:			
– 1-aluselised	X	X	X
– 2-aluselised	X	X	X
Lenduvad orgaanilised ühendid	X	X	X
Kloororgaanilised pestitsiidid	X	X	X
Polüaromaatsed süsivesinikud	X	X	X
Polüklooritud bifenüülid	X	X	X
Alküülfenoolid ja nende etoksülaadid	–	X**	X
Tinaorgaanilised ühendid	–		X
Ftalaadid	–	X**	X
Polübroomitud difenüülid, difenüüleetrid ja polübroomitud orgaanilised ühendid	–	X***	X
Lühi- ja keskmise ahelaga klooritud parafiinid		–	X
Perfloroühendid	–	X	X
Taimekaitsevahendid (välja arvatud kloororgaanilised pestitsiidid)	–	X**	X
Pentaklorofenool	–	–	X
Naatriumtripolüfosfaat	–	–	X
Tsüaniidid	X	X	X
Naftasaadused (süsivesinikud C10–C40)	X	X	X
Polüklooritud dibenzo-p-dioksiinid, (PCDD), polüklooritud dibensofuraanid (PCDF) ja dioksiinilaadsed polüklooritud bifenüülid (DL-PCB)	X*****	X*****	X**** X*****

* Riiklik keskkonnaseire programm. Seirearuanded (alates 1994. aastast) on kättesaadavad inisteeriumi ja tema valitsemisalas olevate allasutuste kodulehtedelt [4]

** Määratud ainult osaliselt:

- alküülfenoolid ja nende etoksülaadid (määrati ainult 4-tert-oktüülfenool, 4-n-nonüülfenool ja iso-nonüülfenool [8];
- taimekaitsevahendid (määrati AMPA, glüfosaat, mekoprop, trifuraliin, kloorfenfifoss, atrasiin, duiron, simasiin, isoproturoon [7]);
- ftalaadid (määrati di-2-etüülheksüülftaalat) [8]

*** Määratud Läänemere kalades ja toidus [9]

**** PCDD, PCDF, DL-PCB [5]

***** PCDD,PCDF,DL-PCB [10–12]

Baltic Sea Region, Estonian Environmental Research Centre Ltd. Tallinn, 2011. 108 p.: <http://www.cohiba-project.net/publications>.

6. Roots, O., Nõmmsalu, H. (koostajad), Viisimaa, M. (toimetaja). Aruanne veekeskkonnale ohtlike ainete sõeluuringu tulemustest Eestis (Project LIFE 07 ENV/EE/000122-Baltic Actions for Reduction of Pollution of the Baltic Sea from Priority Hazardous Substances – BaltAct-Haz). Koostajad Roots, O., Nõmmsalu, H. Tallinn, 2011, 95 lk.

7. Loos, R., Gawlik, B.M., Locoro, G., Rimaviciute, E., Contini, S., Bidoglio, G. EU wide monitoring survey of polar persistent pollutants in European river wa-

ters. JRC Scientific and Technical Reports EUR 23568 EN, JRC 48459. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2008, 51p.

8. Tamm, I. (koostaja). Euroopa Parlamendi ja Nõukogu 6. detsembri 2008 direktiivi 2008/105/EÜ nõuete täitmiseks prioriteetsete ainete inventuur ning seirekorralduse Analüüs. Tallinn, MAVES, töö nr 10028, 2010. 24 lk: http://www.envir.ee/.../Direktiivi+2008_105_EÜ+prioriteetsete+ainete+inventuur.pdf.

9. Roots, O., Zitko, V., Kiviranta, H., Rantakokko, P., Ruokojärvi, P. Polybrominated diphenyl ethers in Baltic herring from Estonian waters, 2006–2008. Russian Journal of General Chemistry (English Trans-

lation of Экологическая химия), 2010, 80, 13. 2721–2730.

10. Roots, O., Kiviranta, H., Pitsi, T., Rantakokko, P., Ruokojärvi, P., Simm, M., Vokk, R., Järv, L. Monitoring of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans and polychlorinated biphenyls in Estonian food. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 2011, 60, 3. 193–200.

11. Põllumajandusministeerium. Toiduohutus-uuringud. Dioksiinide seire 2002–2009: <http://www.agri.ee/uuringud-statistika>.

12. Veterinaar- ja Toiduamet. Dioksiinide seire 2007–2010. <http://www.vet.agri.ee/?op=body&id=821>.

OOTAME TEID 16. RAHVUSVAHELISELE EHITUSMESSILE

Eesti ehitab
Est build
2 0 1 2

11. - 14. aprillini 2012

**Eesti Näituste
messikeskuses**

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

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

TOUR2012EUROPE

Saving Energy · Saving Money · Saving Climate

You have the opportunity to be an exhibition partner
in the largest green technology TOUR2012EUROPE



Supported by:



Climate Action
Commissioner
Connie
Hedegaard



Minister of
European
Affairs Nicolai
Wammen



KPMG's Special
Global Advisor,
Climate Change
& Sustainability
Yvo de Boer



TOUR2012 EUROPE

–is the largest green technology tour that
will visit 14 EU countries from June to Novem-
ber 2012. Presenting climate related communica-
tions and activities for local citizens, business-to-
business and business-to-government.

Our true commitment are to activate, inspire, and edu-
cate citizens, institutions, business communities, and
other stakeholders to take initiatives in order to reduce
the CO2 emissions.

You can be a part of all this by buying a pavilion at
TOUR2012EUROPE.

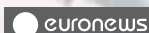
Why is EC-Power partner in the TOUR2012EUROPE project?



"EC Power A/S is a Danish Clean Tech
company with 60 employees and 99%
of our production is export. We are
already a leading supplier within mi-
cro (CHP) plants 10-50 kWe on sev-
eral European markets. When we were presented for
TOUR2012EUROPE we made a decision – The alter-
native approach, the exposure and the contact op-
portunities are unique and we will not be able to
get the same impact to such a competitive
price."

Bjarne Bogner
Managing Director

TOUR2012EUROPE
Mediapartners:



For more
information
scan QR

www.tour2012europe.eu

eu2012.dk

Danish Presidency of
the Council of the
European Union 2012



Supported by Climate
Action Commissioner
Connie Hedegaard

MINISTRY OF FOREIGN
AFFAIRS OF DENMARK



Supported by Minister
of European Affairs
Nicolai Wammen

ISE TOODETUD ENERGIA ANNAB KINDLUSTUNDE

VITALI PÖLDMAA

Amitec Project OÜ energiaprojektide juht



KOOSTOOTMINE on energiatööstuse kiiremini arenevaid suundi. *Capstone Turbine Corporation* on üha suurenevate energiakulude taustal välja töötatud mikroturbiinidel põhineva keskkonnasõbraliku elektri jaama selliste kohtade jaoks, kus on läheduses maa- või biogaasivõrk. Mikroturbiinidega koostootmisjaama elektrivõimsus jääb vahemikku 30 kW kuni 1 MW, millele lisandub arvestatav soojusvõimsus.

Vabanevat soojust kasutatakse ka suurtes elektri jaamades, ent probleemiks on see, et soojusenergia kadu on transportimisel palju suurem kui elektrienergia puhul. Konteineripõhiste ja müravabade mikroturbiinijaamadega saab keskkonnasõbralikku elektri-, soojus- ja jahutusenergiat toota just seal, kus seda parasjagu vaja läheb – tööstusettevõttes, hotellis, haiglas, kaubanduskeskuses, haridusasutuses vm. Moodulitest koosnevat kompaktselt jaama on lihtne ja odav paigaldada. Mikroturbiinijaama kasutegurit suurendab elektrienergia tootmisel tekkiv soojus, mis vabastab kasutaja osaliselt või täielikult kütte- ja jahutuskuludest. Mikroturbii-

nijaama põhiline energiasääst tulenebki suurest kasutegurist: ligikaudu 29 % kütuseenergiast saadakse elektrienergiana ning 53 % soojusena, mis teeb süsteemi kogukasuteguriks ligikaudu 82 %.

Töökindel ja vähenõudlik mikroturbiinijaam on arvuti kaudu kaughallatav ja kergesti üldisesse elektrivõrku lülitatav. *Capstone Turbine Corporation* on neid tootnud ja paigaldanud üle viie tuhande, Soomes on neid ligi kolmkümmend. Vaasa linnas paiknev *Sarlin OY* tarnitud kahe turbiiniga mikroturbiinijaam (väljundvõimsus 2 x 65 kW elektrit ja 2 x 120 kW soojust), mis kasutab lähedal asuva suletud prügilas tekkivat biogaasi, katab ligikaudu 150 majapidamise aastase energijavajaduse.

Soomega võrreldes on Balti riikide eeliseks maagaasivõrgu olemasolu, tänu millele saab riiklikust elektrivõrgust sõltumata keskkonnasõbralikult, s.o vähe lämmastikoksiidi (NO_x) atmosfääri heites, toota elektri- ja soojusenergiat igal pool, kuhu maagaasivõrk ulatub.

Koostootmisjaamade eelised ilmnevad veelgi selgemalt, kui elektrienergia hind vabaturu avanedes tõuseb. Juhul kui toodetavat elektrienergiat ja soojust üle jääb, on väga kasulik need vabaturul maha müüa.

Koostootmisjaamade laiem kasutuselevõtt soodustab biogaasi tootmist ning see omakorda suurendab taastuvenergia osakaalu. Praegu kasutatakse vaid väikest osa biogaasi, mille toormeks võib olla loomasõnnik, haljasmass, biojäätmad vms, tootmisvõimalustest. Peamiselt metaanist ja süsihappegaasist koosnevat biogaasi saab kasutada õige mitmeks otstarbeks, sh mootorikütuseks. Eestis on kavas seda teha Tartus, kus osa busse sõidab juba praegu gaasil, sedapuhku veel maagaasil.

Ehkki Eestis on väike-koostootmistehnoloogia veel vähe levinud, pakuvad mikroturbiinijaamad selle arendamiseks soodsaid võimalusi, muutes energiatootmise soodsamaks, tõhusamaks ja keskkonnasõbralikumaks.

A.M.

Mikroturbiinidel põhinevaid koostootmisjaamu müüb ja toodab 2011. aastast peale Baltikumi turule Amitec Project OÜ www.amitecproject.ee



Kõige otstarbekam on paigutada mikroturbiinijaam konteinerisse, millesse mahuvad nii gaasipuhastusseade, mikroturbiinid kui ka juhtimisüsteem

EcoGrid EU BORNHOLMI SAAREL – TARGA VÕRGU PROTOTÜÜP

IVO PALU ja KAUR TUTTELBERG

TTÜ elektroenergeetika instituut

TTÜ energeetikateaduskond osaleb projektis, mille eesmärk on leida lahendus olukorrale, kus energiasüsteemis võib taastuvenergiast põhineva tootmisvõimsuse osakaal olla üle poole kasutatavast võimsusest. Süsteemi katsetatakse Bornholmi saarel, kus nii kohalikud elektrienergiatootjad kui ka tarbijad hakkavad aktiivselt osalema reaalaaja elektriturul. See tähendab, et Bornholmi saarel võib elektri hind hakata muutuma iga viie minuti tagant. Viie minuti hinnamuutust põhjustab peamiselt see, et taastuvenergiaallikate, nii elektrituulikute kui ka päikesepatareide puhul on tootmine üsna juhuslik ning ühe tunni jooksul võib olukord suuresti muutuda.

Eesti kodutarbijatel on praegu võimalik valida kahetariifne elektrihind ning Eesti suuremad ettevõtted saavad elektriturult osta elektrit tunnihinna alusel.

VÄIKE TAANI SAAR BORNHOLM

Bornholm on väike Taanile kuuluv saar Läänemeres. Saare elektrivõrk on ühenduses Rootsi võrguga ning kuulub Taani elektriturule DK2 koosseisu.

Saarel on umbes 28 000 elektritarbijat, tippkoormus on 55 MW. Traditsiooniliste tootmis- ja seadmete kõrval on süsteemis veel mitu vähe CO₂ heitvat tootmisüksust: elektrituulikuid (koguvõimsus 36 MW), koostootmisjaam (16 MW), päikesepaneelid (2 MW) ja bio-gaasielektri- ja -gaasi (2 MW). Need tootmisüksused on võimelised katma kogu saare energiavajaduse ning tulema toime ka ilma kaabelühenduseta, seda on ka korduvalt proovitud. Kui 2009. aastal oli taastuvenergia osakaal 40 %, siis kogukonna eesmärk on jõuda selleni, et see protsent tõuseks sajani.

Rahvusvaheline püüdlus vähendada CO₂-heidet on märkimisväärselt suurendanud taastuvate energiaallikate kasutamist. Euroopas on piirkondi, kus elektrituulikud suudavad katta märkimisväärselt osa tarbimiskoores, nt Taanis on tuulikute tootmisvõimsus teatud hetkedel kogutarbimisest suurem. Kui praegu võib see juhtuda vaid väikese tarbimise ajal, siis taastuvenergia osakaalu jätkuval suurenemisel võidakse jõuda kogutarbimise katmiseni (joonis 1). Praegu

kompanseerivad elektrituulikute ebaühtlast toodangut muud süsteemid, peamiselt tänu Norra hästi reguleeritavatele hüdroenergiaressurssidele.

EcoGrid EU

EL 7 RP projekt Ecogrid-EU on kuueteistkümne organisatsiooni ja kümne riigi projekt, mille kutsus ellu Taani elektrivõrgu süsteemioperaator Energinet.dk ning mida juhib Norra uurimisasutus SINTEF. Tuntud rahvusvahelistest ettevõtetest osalevad ka IBM ja Siemens. Projekti partner on TTÜ energeetikateaduskond ning huvi saadavate tulemuste kasutamise vastu on üles näidanud nii Eesti võrguettevõtte kui ka üks tuulepargiarendajaist.

Projekti EcoGrid EU eesmärk on arenda-

da ja demonstreerida reaalaajas toimiva elektrituru rakendatavust väikestes elektrivõrkudes, milles on suur osakaal taastuvatel energiaallikatel ja tarbijate kaasamisel. Idee põhineb väikeste ja keskmise suurusega hajatootmisüksuste ning tarbimise paindlikul reageerimisel reaalaajas muutuva hinnale.

EcoGrid EU-lahenduste laiemalt kasutatavaks muutmiseks kujundatakse väiketurgu nõnda, et see sobiks olemasolevate elektriturgudega.

Kuna neid lahendusi proovitakse esimest korda Bornholmil, töötab sealne turg Põhjamaade elektriturule osana, aga tulevikus on nad kohaldatavad ka muude süsteemide ja turgude jaoks.

Turu idee seisneb reaalaajalises lähenemises, mis lubab hajatootjatel ja tarbijatel reageerida muutuva energiahinnale. Kui SPOT-turul¹ selgub järgmise päeva elektrihind, edastatakse see tarbijatele, kes saavad seda lugeda hinnaprognostiks ning selle alusel kavandada järgmise päeva tarbimist. Päeva jooksul muutub hind iga viie minuti tagant, nii et see osutab üles- või allareguleerimise vajadusele, kui võimsusbilanss pole tagatud. Kui tootmine ja tarbimine on tasakaalus, vastab hind SPOT-turu hinnale. Hinna pidev uuendamine



¹ SPOT-turul ostetakse ja müüakse elektrienergiat ühe pakkumisevooriga järgmise ööpäeva 24 tunniks.

võimaldab paindlikumalt tarbida ja hajatootmist paremini ära kasutada.

Reaalajahinna määrab energiaturu operaator vastavalt üles- või allareguleerimise vajadusele ja ülekandesüsteemis esineda võivatele kitsaskohtadele. Hinna pidev kohandamine on seotud turuosaliste ennustatud hinnapaindlikkusega. Hinda uuendatakse iga viie minuti tagant, et muutuva tarbimise potentsiaali võimalikult hästi ära kasutada. Seega ei kujune hind pakkumisi- ja nõudluskõvera löikepunktis ning turuosalistel ei olegi vajadust pakkumisi teha. Praegusel turul tehakse pakkumisi teatud koguste ostmiseks, kavandata- val reaalajaturul pannakse aga paika hind, mis määrab koguse. Põhjamaade süsteemis on reguleerimisvõimsuste turg, millel tootjad ja suurtarbijad teevad pakkumisi ning mida süsteemioperaator vajadusel võimsusbilansi tagamiseks vastu võtab. Bornholmi reaalajaturg muutub täiendavaks reguleerimisvõimsuseks, mida süsteemioperaator saab praeguse lahendusega paralleelselt kasutada.

Tekib olukord, kus tugeva tuule korral on tuulikute toodetav elektrienergia turul odav, nii et see motiveerib turuosalisi tarbima. Tuulevaiksel ajal on elektri hind kõrgem ning siis on kasulik tarbimist vähendada. Hinna muutumine aitab süsteemi tasakaalus hoida.

TARBIMISKÄITUMISE MUUTUMINE

Tarbija vaatepunktist on EcoGrid EU põhimõte lihtne. Minigil hetkel on tarbijal konkreetne elektrienergia hind, mida ta teab ja millele vastavalt ta võib tegutseda, näiteks seadmeid välja lülitada. Kui hind võib iga viie minuti tagant muutuda, hakkavad nn targad kontrollid (lülitid) tarbimist juhtima, nii et see vastaks tarbija eelistustele. Üheks näiteks on elektrilise soojaveeboileri hetkeline väljalülitamine, mis ei pruugi tähendada tarbijale väga suurt mugavuse kaotust, ent võib olla abiks üldtarbimise vähendamisel. Tarbijad saavad teavet elektrienergia tootmise, tarbimise ja hindade kohta, mis kokkuvõttes suurendab nende teadlikkust. Väiketuulikute ja päikesepaneelide laiem leviku ja elektritarbimise juhtimisega tekivad ka uut tüüpi tarbijad, keda iseloomustab ingliskeelne termin *prosumer*, mis on tuletatud sõnadest *producer* (tootja) ja *consumer* (tarbija). Tarbijad, kes on võimelised ka tootma, saavad turul aktiivsemalt osaleda ja sellest suuremat kasu lõigata – toota ja tarbida endale sobival ajal ja endale sobiva hinnaga.

Selliste projektide puhul on väga oluline tarbijate kaasamine, et nad mõistaksid, milles tark võrk seisneb ning kuidas see töötab. Pidevalt muutuvat hinda pakutakse ainult nendele tarbijatele, kes seda soovivad ja kellega sõlmitakse vastav leping. Teiste jaoks on, nagu praegugi, eri pakujatel suur valik hinnapakette.

Bornholmi projektist EcoGrid EU võtab osa 2000 klienti, kes jagunevad viide kategooriasse ning osalevad eri rollides ning kelle tarbimist ja turul osalemist uuritakse ning võrreldakse.

1. Taustgrupp – 200 kaugloetava mõõdikuga majapidamist.
2. Iseseisvad – 500 majapidamist targa mõõdikuga, mis annab neile teavet elektrituru kohta. Peavad oma tarbimist vastavalt hindadele ise juhtima.
3. Pool-edasijõudnud – 700 targa mõõdikuga pooleldi automatiseeritud majapidamist. Kasutatakse üht-kaht kodumasinat, mille tööd juhitakse vastavalt elektrihinnale. Maju köetakse soojuspumpade või elektriga.



Joonis 1. Lääne-Taani realsed ja prognoositavad koormus- ning elektrituulikute võimsusgraafikud

4. Edasijõudnud – 500 targa mõõdikuga automatiseeritud majapidamist. Suurem osa seadmetest on vastavalt hinnasignaali juhitavad.
5. Targad ettevõtted – 100 targa mõõdikuga avaliku või era-sektori asutust. Keskmiselt nelja seadme elektritarbimist juhitakse vastavalt hinnale.

OODATAVAD TULEMUSED

Näidisprojekti tulemusi on oodata 2015. aasta kevadeks. Selgub, kuidas saab energiasüsteem toimida ja tarbijaid kvaliteetse elektriga varustada, kui suurem osa elektrienergiast toodetakse taastuvatest ressurssidest. Lisaks sellele saab Bornholmi näitel tundma õppida reaalajas muutuva hinnaga elektriturgu, tarka võrku haldavat infosüsteemi, tarkade mõõdikute toimimist, tarbijate käitumist pidevalt muutuva elektrihinna korral ning energiasüsteemi ja ülekandevõimsuste reguleerimist hinnaga juhtimise abil. Näidisprojekt EcoGrid EU annab võimaluse näha, milliseks võiks kujuneda tuleviku elektrivõrk ja kuidas võiksid muutuda selle osaliste tarbimisharjumused.

Kas selliseks muutub ka Eesti elektrisüsteem, näitab aeg, ent raskesti prognoositavate energiatootjate jätkuval lisandumisel ja juhitavate (peamiselt fossiilsetel kütustel põhinevate) võimsuste osakaalu vähendamisel peame meiegi olema valmis oma tarbimiskäitumist muutma.

A.M.

ELEKTRI- JA SOOJUSENERGIA VÄIKETOOTMINE GAASIST MUUTUB ÜHA POPULAARSEMAKS

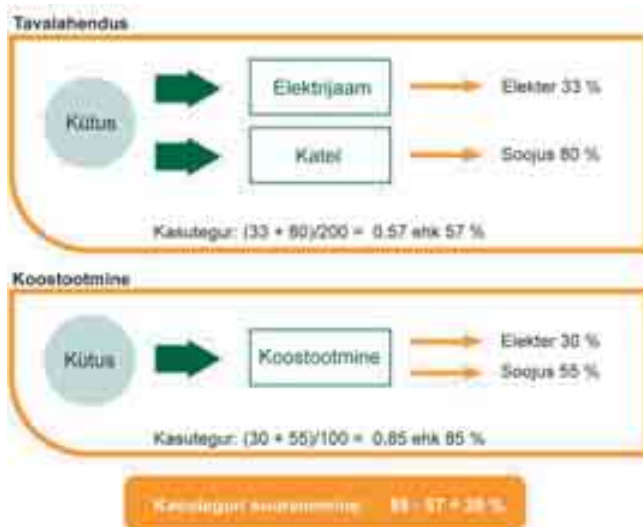
MEELIS VIISILEHT

ÜHA KALLINEVA elektri taustal mõeldakse aina enam alternatiivsetele energiatootmisvõimalustele. Allpool tutvustatavad elektri ja soojuse koostootmisseedmed leiavad laialdast kasutust igal pool maailmas.

CAPSTONE-MIKROTURBIINID

Nende mikroturbiinide abil saab maa- või biogaasist toota nii elektrit kui ka soojust. Turbiinide elektrivõimsus on 30 kuni 200 kW, standardse lahendusega saadava mitme turbiini rööpühenduse korral kuni 1 MW.

Gaasi energial töötavate mikroturbiinide eelisteks on väga väike kahjulike ainete heide õhku ning see, et nendel on ainult üks liikuv osa (hoolduskulu seega väike). Patenteeritud õhklaagreid ei ole vaja määrada ega jahutada. Moodulistest koosnevaid väikseid mikroturbiinijaamu on lihtne ja odav paigaldada. Madal müra- ja vibratsioonitase võimaldab neid pidevalt töötava või tagavara-



Kasutegur elektri ja soojuse tava- ja koostootmisel

MWMI GAASIMOOTORID

MWM GmbH on üks maailma juhtivaid töhusate ja keskkonnasõbralike energiatootmisseedmete tarnijaid. Ettevõtte üle 135 aastane kogemus maagaasi, erigaaside (biogaas, tööstusgaas jms) ja diiselmootori jõul töötavate sisepõlemismootorite tootjana räägib enda eest.

MWM-gaasimootoreid, mille elektritootmisvõimsus on 400 kuni 4300 kW, kasutatakse tööstusettevõtetes, haiglates, ujulates, lennujaamades, kaevandustes ja mujal nii elektri, soojuse kui ka külma tootmisel. Need mootorid on levinud ka kasvuhoonetes sooja ja valguse saamiseks, kusjuures heitgaasis sisalduv CO₂ kasutatakse taimede fotosünteesi, s.o kasvu kiirendamiseks.

Esimene, kõige suurem MWM-gaasimootor alustab Eestis tööd käesoleval aastal, tootes võrku antavat elektrienergiat ja tehase vajaduste rahuldamiseks auru ning absorberi abil külma.



Mikroturbiin Capstone C65

energiaallikana paigaldada ka kontorihoonesse, haiglasse, hotelli, spaasse või muusse sellisesse kohta. Mikroturbiinide töö on kaugjalgitav ja -kontrollitav.

Koostootmisel kulub sama elektri- ja soojushulga tootmiseks 15–40 % vähem kütust kui elektri ja soojuse eraldi tootmise korral ning kahjulike ainete (eriti lämmastikuoksiidide – NO_x) heide on oluliselt väiksem. Kui süsteemi lisada absorptsioonjahuti, on võimalik toodetavat soojust kasutada jahutusenergia saamiseks.

Mikroturbiinijaamu koetakse maagaasi või biogaasi, sh prügilagaasiga. Soomes on mikroturbiinid kasutusel enamikus väikeprügilates. Mikroturbiin on seal ka reoveepuhastitel, tööstusettevõtetel, haiglatel, kontoritel, spaadel, lennujaamadel jm.



TCG 2032

MWM-gaasimootor (4300 kWel)



Masinaehituslik projekteerimine, tööstuste projektijuhtimine ja gaasienergialahendused.

Teamwork Engineering OÜ, Ehitajate tee 108, 12915 Tallinn
www.twe.ee, info@twe.ee, tel 511 0916

KODUMAATIKASÜSTEEMID X10 JA PLC-BUS

ANDRUS KANARBIK

TTÜ doktorant

KODUDE automatiseerimine kogub järjest enam populaarsust. Hoonete tehnosüsteemide parema juhtimise, jälgimise ja kohandamise võimaldamine aitab kodu muuta tunduvalt elamisväärsemaks kohaks. Neid võimalusi saavad pakkuda nii üksikud elukeskkonda lisatud automaatikafunktsioonid kui ka terviklikud täisautomatiseeritud süsteemid. Selline koduautomaatika aitab kohandada kodu täpsemalt erinevate kasutajate vajaduste järgi. Kohandamine tähendab siin seadmete juhtliidese paremat kättesaadavust, mitmesugused rutiinsete toimingute automatiseerimist või võimalust luua igale kasutajale täiesti personaalne elukeskkonna profiil. Vanematele ja erivajadustega inimestele võivad mitmesugused koduautomaatika rakendused osutada lausa hädavajalikeks.

Koduautomaatika süsteemi planeerimisel tuleks eelkõige lähtuda kasutajate reaalsest vajadusest. Seejärel tuleks hinnata hoone tehnosüsteemide ja koduautomaatika standardi pakutavaid võimalusi. Millised oleksid võimalused muuta kodu tervikuna või järkjärgult turvalisemaks, säästlikumaks ja mugavamaks juba täna ning mis oleksid samas ka lihtsad ja taskukohased paigaldada? Järgnevalt tutvustan kahte enamlevinud koduautomaatikasüsteemi, X10-t ja PLC-BUS-i.

X10

X10 on *de facto* automaatika tööstusstandard, kõige laiemalt kasutatav süsteem üle maailma. Paljude elektroonikaseadmete tootjate tootevalikus on seadmeid, mis on kohe valmis töötama X10-ga, sh. turva- ja multimeediasüsteemid, kaugjuhtimispuldid, telefonid, valgustid jm. Levinud on näiteks turvasüsteemid, millega integreeritud X10 automaatika võimaldab erinevate olekute korral erinevaid seadmeid sisse või välja lülitada või häire korral kogu maja valgustuse vilkuma panna. X10 standardil põhinevate toodete valik on väga rikalik, sobivaid mudeleid leidub igale maitsele ja rahakotile. On olemas seadmeid

isepaigaldajatele, aga ka elukutselistele elektrikele.

X10 eelised, mida teised süsteemid ei paku: seadmed on soodsad; paigaldatav ka juba valmis ehitatud hoonetesse; signaalid liigutavad mööda olemasolevaid elektrikaableid, mistõttu pole vaja eraldi nõrkvoolu kaableid vedada; saab kasutusele võtta järkjärgult ehk süsteem



X10 Commander – X10 kasutajaliides telefonil iPhone

on hõlpsalt laiendatav; paigaldamine ja hooldamine ei vaja eriteadmisi; paralleelselt on kasutusel protokoll, mis võimaldab andmeid vahetada ka raadioside teel. Seadmeid saab juhtida ka kaugjuhtimispultidega ning seinale kleebitavate seinalülititega, muutes süsteemi kasutatavaks praktiliselt igast kohast hoone sees.

Raadioprotokoll on olemas nii krüpteerimata kui ka krüpteeritud andmesidega, vastavalt automaatikalahenduse turvanõuetele. Paljusid tooteid võib kasutaja ise paigaldada, need on lihtsasti arusaadavad ja hõlpsalt seadistatavad. X10 ei vaja tööks kesket kontrolleri, seega on kogu süsteem töökindlam. X10-ga saab juhtida valgustuse vekselsüsteemi: ühte

valgustit võib korraga lülitada paljudest lülititest. Saadaval on suur valik tarkvara nii erinevate operatsioonisüsteemide kui ka seadmete, sh kõigi nutifonide jaoks. X10 seadmetega on hõlbus lisada üksikuid automaatikafunktsioone juba valmis ehitatud hoonetesse. Peamised rakendusala on valgustuse, kardinat, pistikupesade, kütte- ja ventilatsiooni-süsteemide juhtimine.

PLC-BUS

on suhteliselt uus automaatikastandard, mille loomisel on silmas peetud eeskätt võimalust, et sellest tuleb täieõiguslik X10 järglane. PLC-BUS ja X10 on põhi-olemuselt sarnased: andmeid liigutatakse mööda elektrijuhtmeid, süsteem on hõlpsalt laiendatav ning puudub vajadus lisakaableid vedada. Kui X10 süsteem on mõeldud peamiselt eluruumidesse, siis PLC-BUS-i saab kasutada ka suuremates äriruumides, koolides, hotellides, marketites, tervetes korrusmajades või lausa elurajoonides. PLC-BUS-i loomisega on püütud kõrvaldada mitmeid X10 puudusi, mis eeskätt on seotud andmeside kiirusega, aadressiruumi ulatusega ja signaali edastamise töökindlusega. Kuna signaal liigub mööda elektrijuhtmeid, siis X10 korral võib andmete edastamisel tekkida vigu, mis võivad olla põhjustatud teiste samas elektrisüsteemis olevate elektriseadmete poolt. Vigu saab X10 süsteemis kõrvaldada filtrite ja signaalikordajatega. PLC-BUS-i süsteemis sellist probleemi ei eksisteeri. Lahendatud on ka signaali edastamise kinnitus ja pörkeprobleem.

PLC-BUS-i süsteemi kasutavate seadmete valik on väiksem, kui see on X10-l. PLC-BUS ühildub täielikult X10 süsteemiga, see tähendab, et kõik X10 seadmed töötavad piiranguteta ka PLC-BUS-i süsteemis.

Nii X10 kui ka PLC-BUS on Eestis enim paigaldatud koduautomaatikasüsteemid. Laia valikut tooteid pakutakse Eestis kohapeal.

Täpsem info: www.tarkmaja.ee

VALGUSTUSENERGIA SÄÄSTMISVÕIMALUSTEST OLEMASOLEVATEL OBJEKTIDEL

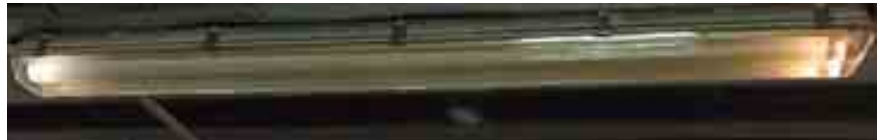
TIIU TAMM

Tiiu Tamm Inseneribüroo OÜ

ENERGIA SÄÄSTMISE vajadus on muutunud tähtsamaks kui kunagi varem. Tõusvad energiahinnad ja Euroopa Liidu direktiivid sunnivad uute objektide kavandamisel järgima energiakulude vähendamiseks parimaid lahendusi. Paraku on enamik Eesti vastava ala spetsialiste alles beebimähkmetes ega oska lahendada projekte, pidades silmas energiasäästu tervikuna. Kui tellija suudabki kokku panna kõrgetasemelise projektülesande, nullitakse head plaanid kas projekteerimise käigus mingil etapil oskuste puudumise tõttu või ehitushanke korraldamisel, kus konkurentsi tingimustes püüab iga ehitaja objekti endale võita hinda alla lüües, teadmata, mida projektülesandes tegelikult nõutud on. Nii juhtubki, et püstitatud nõue, et hoone vastaks energiamärgisele A, muutub tavapäraseks F- või G-energiamärgiseks, kui seda üldse arvutataksegi.

Kuidas saaks energiat säästa juba teatud objektidel, mis on tavapärast energiat raiskav? Meie kliimas kulutab enim energiat hoone kütmine. Kuid märkimisväärselt kulutajateks on ka konditsioneerisüsteemid ning valgustus. Valgustusenergia on soojusenergia, mis pole suunatud ruumi endasse, vaid lae alla, kust see konditsioneerisüsteemi abil eemaldatakse ja osaliselt küttagastusena hoonesse juhitakse. Mida suurem on hoone valgustusenergia kulu, seda rohkem tuleb kulutada energiat ka konditsioneerisüsteemide tööhoidmiseks. Hoone küttesüsteemi juhitava valgustusenergia soojuse edastamine kujutab endast samuti energiakulu. Seega oleks mõistlik alustada energiasäästumeetmeid valgustusenergia vähendamisega.

Valgustustehnilises valdkonnas erudeeritud inimesed teavad, et valgustusenergiat säästavad enim juhitud anduritel töötavad valgustid, nii et üleliigne valgustus hämardatakse valgusel ajal eelhäälestatud või -programmeeritud hoitavale valgustustasemele



Vigased lambid kõrgsagedusmuunduriga valgustis, mida liiteseadis ei oska välja lülitada. Valgusti energiakulu on vähemalt võrdne töötava valgustiga

ning valgustus lülitatakse välja, kui kedagi ruumis ei ole. Paraku visatakse ehitushangete käigus esimesena projektist välja valgustuse juhtimine väitega, et selleks puudub raha. Vahel jäetakse küll andurid projektidesse sisse, kuid mitte valgustustaseme konstantsena hoidmiseks, vaid valgustite sisse- ja väljalülitamiseks. Nii hoitakse kokku juhtimiseadiste ja valgustite arvelt, sest mittejuhitavad valgustid on odavamad. Ka andurid valitakse (madala) hinna järgi ning sageli on tulemus selline, et valgustuse seeshoidmiseks peavad töötajad aeg-ajalt kätega vehkima. Kui koridorid on klaasseintega, tekitab valgustuse sagedane sisse- ja väljalülitamine töötajates stressi, mis kajastub nii töö kvaliteedis kui ka tervise halvenemises. Siseruumides kasutatavate andurite valik on väga lai, nende töö- ja paigalduspõhimõtted erinevad. See tähendab, et andurite valik ei saa olla juhuslik ja hinnapõhine, vaid tuleb hoolikalt läbi mõelda, milline konkreetne andur oma tehniliste parameetrite tõttu konkretsesse ruumi sobib ja millise sagedusega see tuleb paigaldada.

Mida siis ikkagi teha, kui kallilt ehitatud hoone osutub energiasäästu poolest pettumuseks ning on soov selle energiavajadust lihtsate ja jõukohaste lahendustega ilma suuremate investeeringuteta vähendada? Rusikareegleid ei ole võimalik anda, sest iga hoone on unikaalne, kuid allpool on toodud mõned võimalused, mis võivad osutuda valgustusenergia säästmisel päästerõngaks.

Esmalt tuleb üle vaadata valgustites olevad lambid. Kui mõnes pidevalt ka-

sutatavas ruumis on T26 madalrõhuluminofoorlampidega valgustites ikka veel nn standardlampe, mille väike värviesitusindeks $Ra < 80$ ei sobi ruumi otstarbega ning mis võeti nägemisstressi põhjustamise ning suure energiakulu tõttu 2010. aastal Euroopa maades tootmisest maha, tuleks need esmalt välja vahetada tõhusamate trifosforlampide vastu, mille värviesitusindeks on üle 80. Eestis on kampaania korras mitmel pool vahetatud T26 lampe nn ökonoomsete lampide vastu, teadmata, et need lambid ei sobi konditsioneerisüsteemiga ruumidesse ning et nende lampide kasutamisel väheneb energiakulu vähem kui valgusvoog. Viimane tähendab, et kui valgustustase enne lampide vahetust oli piiripealne või isegi ettenähtust madalam, halvenevad töötingimused veelgi. Need lambid töötati välja asendamaks tootmisest maha võetud madala värviesitusindeksiga standardlampe induktiivdrosseliga valgustites, et suur hulk ettevõtteid, kus need veel kasutusel on, ei peaks kohe hakkama oma valgustuspaigaldist kallilt renoveerima.

Konditsioneerisüsteemiga hoonetes, kus valgustites on ikka veel induktiivdrosselid, kuid valgustustase on kunagise vana projekteerimistava tõttu igaks juhaks üledimensioneeritud, ja soovitakse rohkem energiat säästa, võib proovida asendada madalrõhuluminofoorlampid T26 leed- ehk valgusdiodlampidega. Lambid ise on küll märgatavalt kallimad, kuid sobivad vahetuseks ka magnetballastiga valgustit ümber ehitamata. Kui ettevõttel on olemas elektrik, oleks mõistlik mag-

netballast valgustist siiski eemaldada, sest ehkki olemasoleva magnetballastiga valgusti kasutamisel väheneb valgusti energiakulu, langeb samas võimsustegur. Drosseli skeemist eemaldamisega saavutatakse palju suurem energiasääst. Mitteametlikul katsetusel kulutas tüüpilise magnetballastiga varustatud moodulvalgusti 4 x 18 W, mille võimsustegur $\cos \varphi = 0,95$, energiat 90 W. Kui samast valgustist eemaldati magnetballast ja T26 lambid asendati 8 W leedlampidega, oli tulemuseks valgusti võimsus 35,5 W ja võimsustegur $\cos \varphi = 0,9$. Kuigi ilma drosselita skeemis langes energiakulu 61%, langes valgustist saadav valgusvoog keskmiselt 32%. Katse viisime läbi leedlampidega, mis ei erinevad vältimusest luminofoorlampidest, kuid valmistatakse ka kirkaid 10 W leedlampe, mis sobiva valgustiehituse korral võivad osutada efektiivsemaks, kuigi suurema võimsuse tõttu kasvab veidi ka energiakulu. Eespool toodud protsente ei tohi automaatselt kõikidele lahendustele laiendada, sest igal valgustil on omad tehnilised parameetrid ning katse oli mõeldud pigem uudishimu rahuldamiseks ja võimaluste selgitamiseks. Leedlampide valmistamise tehnoloogia areneb ja täiustub väga kiiresti ning selles valdkonnas võib jätkuvalt põnevaid uudiseid oodata.

Pikemat aega tühja ruumi valgustamine kulutab kõige rohkem valgustusenergiat. Sellisteks ruumideks on tavaliselt koridorid, tualettruumid, aga sageli ka väikesed kabinetid, riiuladude riiulite vahed, kus käiakse harva, jne. Võib kaaluda, kas sellistesse kohtadesse oleks otstarbekas väljaehitatud süsteemile andureid lisada. Tuleb teada, et anduritega ei saa iga valgustit sisse või välja lülitada. Näiteks ei sobi anduripõhine lahendus magnetballastidega varustatud valgustitele, sest lampide tööiga väheneb kordades. Ka ei ole viikumisega



T26 valgusdiodlampidega valgusti. Erineva värvsüsteemiga lambid demonstreerivad võimalusi

tööle hakkav valgustus sugugi meeldib. Piisava viiteajaga liikumisandurid sobivad näiteks tualettruumidesse, kus on kasutusel kõrgsagedusmuunduritega valgustid või energiakulud haldavate halogeenlampvalgustid. Need on väikesed ruumid, mille võimsusele sobivaid liikumisandureid leiab erinevate tootjate valikust. Liikumisandurid on ideaalsed trepikodades. Neis trepikodades, kus on olemas aknad, sobivad paremini andurid, mis piisaval päevalguse olemasolul ei lülita liikumise peale valgustust sisse. Lisades valgusküllastesse tööruumidesse päevalgusfunktsiooniga kohalolekuanduri, lülitab andur valgustid välja, kui valgustustase on pikemat aega kõrgem kui anduriga ette nähtud piirväärtus või kui inimene on ruumist lahkunud. Riiuladudes, kus mõnes riiulivahe käiakse harva ning laes on kõrgsagedusmuunduritega luminofoorlampvalgustid, võib anduri valida ja paigaldada selliselt, et üldkori-

doris liikuv töötaja ei jääks anduri vaatevälja enne, kui riiulivahele lähenedes. Enne selliste meetmete rakendamist tuleb põhjalikult uurida andureid ja nende tehnilisi parameetreid. Tüüpiline tõlgendusviga projektides tuleneb sellest, et spetsifikatsiooni pannakse andur ilma tüübitähtsuse ja tehnilise kirjelduseta. Näiteks 360kraadne andur tähendab ainult seda, et kui andur on paigaldatud lakke, siis selle märkamisala on vertikaalsest keskteljest 360 kraadi ulatuses tekkiv koonuseline ala. Mitte vähem oluline informatsioon on märkamisala ulatus. Väliskeskkonnas kasutatavad andurid on palju tuumemad ega sobi üldjuhul siseruumidesse. Pikade koridoride puhul võib osutada otstarbekaks valgustussüsteemi ümberehitamine selliselt, et valgustid ei lülituks liikumise puudumisel lõplikult välja, vaid jääksid mingile madalale valgustustasemele, et lülitada liikumise märkamise korral kohe täisvalgusele. Tootjad pakuvad energiatõhusaid, sh EnOceani protokollil põhinevaid lahendusi, milles keskkonnaenergia muundatakse elektrienergiaks ja edasi EnOceani protokolliks ning mille andurite ühendamiseks ei vajata sageli juhtmestust.

Igas ettevõttes on olemas ruume, mille energiakulu saab vähendada. Pisasjadest saab alguse suur kokkuhoid. Kui oma valdustes ringi käies veidi mõelda ning vajadusel spetsialiste kaasata, leiab iga ettevõtte energeetika tema jaoks sobiva valgustusenergia kokkuhoiuvähi.



Laes on kaks 360kraadist liikumisandurit. Viirutatud ala on märkamisala

OLMEJÄÄTMETE BRIKETEERIMINE KOOS PUIDU- JA PABERIJÄÄTMETEGA

JAAN KERS

Tallinna Tehnikaülikool

EESTISSE viimastel aastatel ehitatud energia ja soojuse koostootmisjaamades (Väo, Fortum jt) kasutatakse laialdaselt looduslikul biomassil põhinevaid puitkütuseid ja turvast. Algselt pöörati peatähelepanu tahketele jäätmekütustele (ingl *refuse derived fuel*), mille energiakasutusega lubati vähendada prügilasse ladestatavaid jäätmekoguseid, ent hiljem otsustati mitmesugustel põhjustel nendest loobuda ning eelistada taastuvaid energiaressursse. Jäätmekütustest võidi loobuda mitmel põhjusel: kas ei suudetud jäätmeid katelde häireteta tööks

piisavas koguses koguda ja kütuseks töödelda või kõikusid jäätmekütuste omadused (keemiline koostis, niiskus, kütteväärtus) suuremates piirides kui biokütustel ning see võis põletamisel põhjustada tehnoloogilisi probleeme. Praegu kasutab Eestis jäätmekütust (peenestatud pakendijäätmed) AS Kunda Nordic Cement pöördahjude kütmiseks.

Raskesti ümbertöötatavate olmejäätmete energiakasutusel tekkivate tehnoloogiliste probleemide lahendamiseks on Bratislavas asuv Slovakkia Tehnikaülikool ja Tallinna Tehnika-

ülikool ühise teadustööna arendanud mooduse eelpeenestatud olmejäätmete briketeerimiseks. Briketid on kasutatavad katlakütusena.

BIOMASSIL PÕHINEVAD KÜTUSED

Puidupõhiseid kütuseid loetakse taastuvateks ning nende põletamisel lenduvat süsinikdioksiidi (CO_2) rahvusvahelise kokkuleppe kohaselt kasvuhoonegaasiks ei loeta. Teisiti on lood aeglaselt taastuva turbaga, mille põletamisel tekkiva CO_2 üle peab eral-

12.märtsil 2012
toimub
Tallinna
Tehnikaülikoolis

www.esis.org.ee

50
automaatikapäev

Esis
SISU

di arvestust pidama. Soojuse ja energia koostootmisel põletatakse samas katlas turvast ja hakkpuitu vaheldumisi või koos, mis nõuab nende olulisemate näitajate (keemiline koostis, niiskus, tihedus, tuha- ja võõrisesisaldus ning tuhasulamiskarakteristikud) hoolikat jälgimist.

Puitkütuseid liigitatakse väärindamatuteks ja väärindatuteks. Väärindamata puitkütus (halupuit, hakkpuit, puidu- ja puidutöötlemisjäätmel – saepuru ja laastud) on küll tükeldatud või peenestatud ja pakitud, ent nende mehaanilised omadused on jäänud muutmata. Väärindatud puitkütuste (puidubrikett, -pelletid ja -tolm) valmistamisel puidu mehaanilised omadused muutuvad [1].

Kui loodus- või energiametsast saadavaid kütuseid võib päritolu järgi pidada loodussõbralikuks, siis taaskasutuspuuit (immutatud, värvitud, võib sisaldada metalli, klaasi, plasti jm) seda kindlasti ei ole. Selle peenestamiseks tuleb hakkurite asemel kasutada purusteid ning peab arvestama ka seda, et kolded peavad sobima selle põletamiseks [1].

Energia saamiseks olmejäätmest rakendatakse otsepõletamist (ingl *direct combustion*), pürolüüsi ja gaasis-

tamist. Otsepõletamine sobib selliste jäätmete puhul, mida enne põletamist ei sordita ega ole võimalik ümber töötada. Saadav kõrgsurveaur muudetakse turbiini ja generaatori abil elektri. Pürolüüs seisneb jäätmete termokeemilises töötlemises õhuta keskkonnas, mille tulemusena saadavat nn süngaasi (sünteesilist gaasi) saab kasutada energia tootmiseks. Süngaasi saab toota ka jäätmete gaasistamisega, s.o nende kuumutamisel kõrgel temperatuuril ($> 700\text{ }^{\circ}\text{C}$) reguleeritud hapnikuhulga juuresolekul.

Olmejäätmest saadud kütuste kasutamine fossiilsete asemel on nii majanduslikust kui ka ökoloogilisest vaatepunktist väga kasulik. Põhiline ökoloogiline põhjus, mis räägib jäätmete prügilasse ladestamise vastu, on see, et orgaaniliste jäätmete biolagunemisel tekkivas biogaasis sisalduv metaan on kasvuhooneefekti poolest 23 korda kahjulikum kui süsinikdioksiid.

BRIKETEERIMINE

Briketeerimine on tuntuim ja levinuim viis materjalide tihendamiseks. Kõige sagedamini briketeeritakse biomassi – saepuru, hõõvlilaaste, puukoort,

põhku, puuvilla ja paberit. Biomassi seob briketiks materjali rakustruktuuridest suure surve ja temperatuuri mõjul eralduv ligniin. Brikette ei toodeta üksnes biomassist, vaid ka olme- ja muudest põlevjäätmetest (paber, plast jms) [2].

Et alternatiivkütused on rohelise energia valdkonnas populaarseks muutunud, on hakatud arendama mitmesuguseid briketeerimis- ja eriseadmed [3, 4]. Olmeprügi koosneb eri suuruse ja koostisega materjalidest, mistõttu ta tuleb enne briketeerimist rootorpurustis või desintegraatorveskis peenestada. Peenestamiseks kasutatakse enamasti järjestikuseid ühe- ja kaherootorilisi purusteid, milles ühtlase tükisuuruse tagab rootorite all paikneva sõela avasuurus. Väiksemaid tükke on parem kuivatada ja segada ning brikettide kvaliteet saab parem. Purustatud plastijäätmest segamine bioloogilist päritolu materjalidega (saepuru, paber jm) soodustab pressimist ja suurendab briketi kütteväärtust. Enne briketeerimist tuleb materjali niiskust kuivatamisega vähendada (joonis 1), sest väiksema niiskusega toormest saab valmistada tihedamaid ja suurema mehaanilise tugevusega tooteid [5].



Metalli- ja masinatööstuse messid



17.–19. 4. 2012

Helsingi messikeskuses

Tere tulemast aasta parimale erialamessile!

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






Külastajate registreerimine on avatud
www.finntec.fi www.tooltec.fi

Avatud: T–K 17.–18.4. kell 9–17 ja N 19.4. kell 9–16
Samal ajal erialamessid: SeaTec Helsinki ja Pind www.seatechelsinki.fi, www.pintafair.fi, ICTexpo, Protssess ja Analüüs, www.easyfairs.com

Info, kutsed, messikülastuspaketid
 Profexpo OÜ, Soome Messide esindaja Eestis
 Tel 626 1347, info@profexpo.ee www.profexpo.ee/soomemessid

www.finntec.fi www.tooltec.fi

Koostöös:



Teknologia teollisuus





Joonis 1. Brikettide valmistamine olmejäätmetest paberi ja puidutolmu lisamisega [5]

Enne briketeerimist tuleb olmejäätmed peenestada, lisada neile sideainet ning vähendada nende veesisaldust. Kvaliteetsete brikettide saamiseks on toormest sõltumata olulised näitajad niiskus, tükisuurus, pressimisrõhk ja -temperatuur. Tükisuurus on briketeerimisel väga oluline – mida ebaühtlasema suurusega on tükid, seda suuremat rõhku on vaja nende kokkupressimisel rakendada. Mida suuremad tükid, seda väiksemad on materjalisisesed siduvad jõud, briketi homogeensus ja stabiilsus ning brikett põleb kiiremini, mis ei ole soovitatav. Väike tükisuurus soodustab kuivatamist – materjal kuivab kiiremini ja kuivusaste saab kõrgem. Kui materjali on väga niiske, lõhub liigse vee aurustumine briketi laiali. Kui niiskus on aga liiga väike, peab briketeerimisrõhk olema suurem ning ka tootmiskulud on suuremad. Pärast mõnepäevast õhkkuivatamist väheneb segaolmejäätmete niiskus 40 massiprotsenti.

Briketeerimisel surutakse materjal

kokku suure rõhu ja kõrge temperatuuriga pressimiskambris. Olmejäätmeid ei ole nii lihtne briketiks pressida kui biomassi, sest neis on palju sellist materjali (plast, paber, tekstiil), mis looduslikku sideainet – ligniini – ei sisalda. Seetõttu peavad briketeerimisrõhk ja -temperatuur kõrgemad olema kui biomassi puhul.

Vahel ei ole briketeeritava materjalil või materjalisegul sobilikke liimimis- või sideomadusi. Siis tuleb purustatud jäätmematerjali hulka lisada sideaineid. Sideaineks sobivad odavad jäätmematerjalid – papp, saepuru ja puidutolmu ning tsement. Mida enam sideainet, seda tihedam brikett. Briketi tihedus ei sõltu üksnes pressitavast toormest, vaid ka pressi tüübist. Mehaanilise pressiga saab tihedamaid brikette kui hüdraulilisega. Katlakolde põletamiseks ei ole tihedus küll eriti oluline. Tavakütustega võrreldes on briketi eelised selle hoidmise ja sellega kütmise lihtsus ning väiksemad veokulud [5].

Slovakkia Tehnikaülikooli katselaboris valmistati TTÜ soojustehnikainstituudi laboris sooritatavate põletamiskatsete jaoks mitmesuguse koostisega jäätmekütusebrikette. Et jäätmekäitlusettevõttest toodud olmejäätmete veesisaldus oli suur ja nende koostis heterogeenne, nad kuivati ning neist võeti välja metallsed materjalid. Järgnes kaheastmeline purustamine – jäme- ja peenepurustamine ja lõppjahvatus ühevõllilise rootorpurustiga. Seejärel segati peenestatud mass lisainetega. Briketeeriti viit jäätmekütusesegu (tabel 1), kasutades selleks nii mehaanilist (MP) kui ka hüdraulilist pressi (HP), pressimisrõhk oli 150 MPa. Brikettide kütteväärtuse ja koostise määramiseks tehtud põletamiskatsete tulemused on tabelis 2.

Eri seeriade brikettide põlemiskarakteristikud ja keemiliste elementide sisaldus olid üsna erinevad. Kõige niiskemad olid 6. seeria briketid, mille toore sisaldas 50 massiprotsenti hügrokoopset ja tuharikast kartongi ja

Tabel 1. KATSEBRIKETTIDE (VT JOONIST 2) KOOSTIS [5]

Katseseeria	Briketi koostis	Tähis
1	RDF* segajäätmeist: 38 % okaspuidulaaste, 45 % purustatud papijäätmeid, 11 % purustatud PET-pudeleid, 6 % tekstiilijäätmeid	MMW
2	RDF olmejäätmeist, lisandiks 20 % purustatud kartongi- ja paberijäätmeid	(80/20 – MP**)
3	RDF olmejäätmeist, lisandiks 4 % tsementi	(4 C)
4	RDF olmejäätmeist, lisandiks 20 % puidutolmu	(20 WS)
5	RDF olmejäätmeist, lisanditeta	(RDF – MP*)
6	RDF olmejäätmeist, lisandiks 50 % purustatud kartongi- ja paberijäätmeid	(50/50 – HP***)
7	RDF olmejäätmeist, lisanditeta	(RDF – HP*)

* RDF (refuse derived fuel) – jäätmekütus; ** MP – mehaaniline press; *** HP – hüdrauliline press

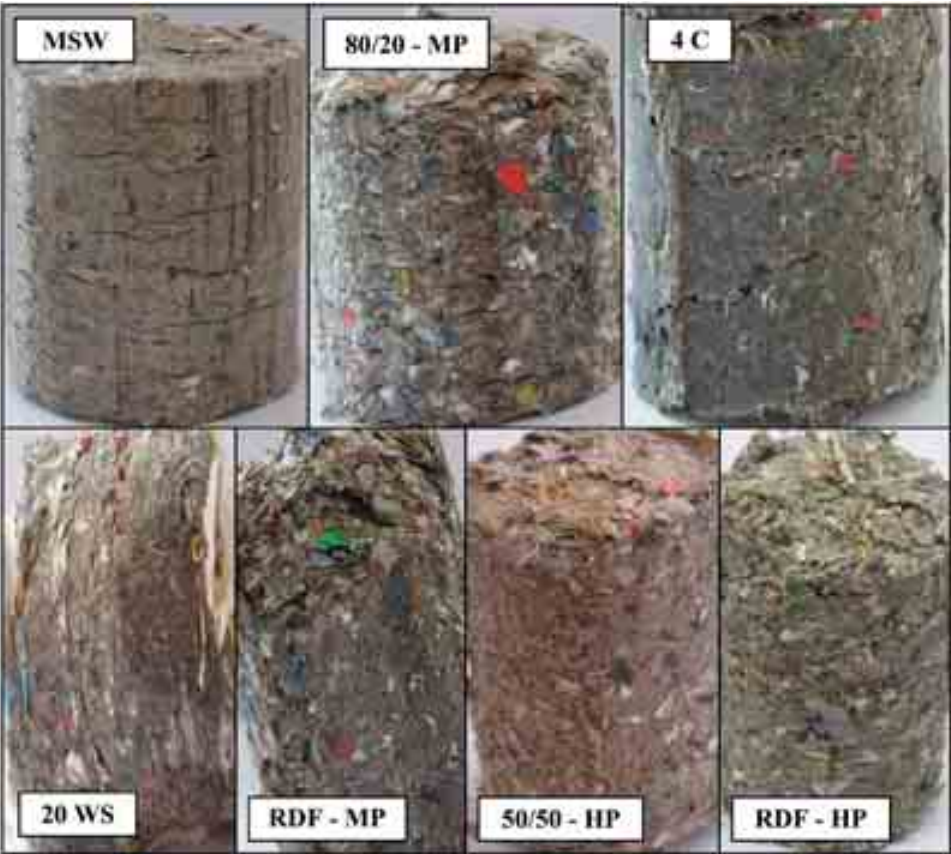
paberit (tuhasisaldus suurenes ligi 36 %). Tingituna suuremast vee- ja tuhasisaldusest olid nii brikketide kuivaine ülemine kui ka vett sisaldavate brikketide alumine kütteväärtus oluliselt väiksemad kui 5. seeria lisanditeta jäätmekütusebrikketidel. 6. seeria brikketid olid huvitavad ka selle poolest, et nad sisaldasid kahe teise seeria omadega võrreldes 2–3 korda vähem küttekollet korrodeerivat väävlit ja kloori. Seetõttu lendub nende põletamisel vähem vääveloksiidi, mille heite eest tuleb maksta saastetasu. Selle seeria brikketide puuduseks võib pidada tuharohkust, mille koristamine suurendab kulusid ja muudab põletamise tehniliselt keerukamaks.

KOKKUVÕTTEKS

Eeltöödeldud (kuivatatud ja purustatud) olmejäätmeid on võimalik brikketeerida. Brikketi kvaliteeti (tihedust ja tugevust) mõjutab suuresti toorme koostis, seetõttu on väga soovitatav olmejäätmeile lisada orgaanilist sideainet (paberit, puitu, saepuru). Kvaliteetsemat (tugevamat ja tihedamat) brikketti saab mehaanilise pressiga. Paberi ja kartongi lisamine jäätmekütusele vähendab nii põlemisel eralduva ja katelde küttepindu kahjustava väävli ja kloori kogust kui ka brikketi kütteväärtust. A.M.

Viidatud allikad

1. Vares, V., Kask, Ü., Muiste, P., Pihu, T.,



Joonis 2. Katsebrikketid [5]

Soosaar, S. Biokütuste kasutaja käsiraamat. TTÜ, 2005. 172 lk.

2. Yaman, S., Sahan, M., Haykiri-acma, H., Sesen, K., Kücükbayrak, S. Production of fuel briquettes from olive refuse and paper mill waste. Fuel Processing Technology, 2000, 68. 23–31.

3. Singh, R. N., Bhoi, P. R., Patel, S. R. Modification of commercial briquetting machine to produce 35mm diameter briquettes suitable for gasification and combustion. Renewable Energy, 2007, 32. 474–479.

4. Paist, A., Kask U., Kask L., Vragar, A., Muiste, P., Padari, A., Pärn, L. Potential of biomass fuels to substitute for oil shale in energy balance in Estonian energy sector. Oil Shale, 2005, 22, 4. 369–379.

5. Križan, P., Matúš, M., Šooš, L., Kers, J., Peetsalu, P., Kask, Ü., Menind, A. Briquetting of municipal wastes by different technologies for quality and properties evaluation. Agronomy research, 2011, Vol 9. Special issue 1. 115–123.

Tabel 2. PÕLETAMISKATSETE TULEMUSED

Näitaja	5. seeria (RDF-brikketid)	6. seeria (50 % paberit + 50 % RDF)	2. seeria (80 % RDF + 20 % papijäätmeid)	Standard
Veesisaldus	3,2 %	6,9 %	3,4 %	CEN/TS 15414
Tuhka (kuivaines)	8,3 %	11,3 %	9,5 %	CEN/TS 15403
Väävlit (kuivaines)	0,14 %	< 0,05 %	< 0,05 %	CEN/TS 15407
Kloori (kuivaines)	0,40 %	0,14 %	0,46 %	CEN/TS 15408
Lämmastikku (kuivaines)	0,25 %	0,07 %	0,28 %	CEN/TS 15407
Brikketi kuivaine ülemine kütteväärtus*	28,90 MJ/kg	17,34 MJ/kg	26,79 MJ/kg	CEN/TS 15400
	8,03 MWh/t	4,82 MWh/t	7,44 MWh/t	
Brikketi alumine kütteväärtus**	26,14 MJ/kg	14,72 MJ/kg	24,08 MJ/kg	CEN/TS 15400
	7,26 MWh/t	4,09 MWh/kg	6,69 MWh/t	

* Saadakse 105 °C juures kuivatatud (veesisaldus nullilähedane) jäätmekütuse põletamisel

** Saadakse eelkuivatamata brikketi põletamisel. On ülemisest väiksem, sest osa soojusest kulub vee aurustamiseks

PINNAS JUTUSTAB LUGUSID MINEVIKUST

JARNO LAITINEN MSC

Doranova OY

MARGUS NÕLVAK

Doranova Baltic OÜ

ARENENUD RIIKIDES, sh Eestis, on üks peamisi pinnast ohustavaid tegureid tööstus- ja ühiskondlik tegevus. Inimene on aastate jooksul viinud looduslikke ja tehiseühendeid keskkonda, kuhu need ei kuulu. Hea näide on autokütus, millena maakoore sügavustest pärit nafta pääseb pinnast saastama. Tänapäeval on naftasüivesinikud levinuimaid keskkonda kahjustavaid saasteaineid. Keskkonda saastavad ka halogeenitud orgaanilised ühendid, polüaromaatsed süivesinikud, mitmesugused püsivad orgaanilised ühendid, kahjuritõrjevahendid ja raskmetallid.

KUIDAS SAASTUNUD PINNAST ÄRA TUNDA?

Saastunud pinnase äratundmiseks tuleb esmalt teha kindlaks võimalikud ohuallikad ja objektipõhiselt otsustada, kas pinnase saastatust hinnata või mitte. Kui objekti ajaloo või muu põhjal saab eeldada, et pinnases võib olla saastaval määral kahjulikke aineid, tuleb maa-ala pinnast põhjalikult uurida. Nii saastuse suurus kui ka levik tehakse kindlaks kaevandist või puuraugust võetud pinnaseproovide alusel. Proovid analüüsitakse akrediteeritud laboris. Kui proovides leitakse saasteaineid, tuleb nende sisaldust võrrelda keskkonnaministri 2004. a määruses nr 12 Pinnases ja põhjavees ohtlike ainete sisalduse piirnormid antud piirarvudega. Kui ohtliku aine sisaldus on piirarvust suurem, loetakse pinnas reostunuks ning inimestele ja keskkonnale ohtlikuks.

Saasteohu allikad

- kütuse laialivedu
- mootorsõidukite remont
- metalli- ja masinatööstus
- keemiatööstus
- jäätmekäitlus
- saeveskid ja puiduimmutustöökojad
- sõjandus
- istandused ja puukoolid

SAASTUNUD PINNASE TERVENDAMINE

Tavaliselt tuleb saastunud pinnasega tegemist teha ehitustööde raames. Enamasti kaevatakse saastunud pinnas välja ning käideldakse kas kohapeal (*on-site*) või kusagil mujal (*off-site*). See on aga üks kalleimaid ja vähem ökoloogilisemaid tervendamismeetodeid, sest hulk väärtuslikku pinnast läheb raisku ning veokulud on suured. Kui saasteallikas on teada enne tervendusvajaduse tekkimist, on võimalik valida mitme tervendusmeetodi vahel. Siis saab töid ette planeerida, säästes nii kulusid, muutes tegevuse ökoloogilisemaks, tervenduse

Tervendusvõtteid

In situ

- Bioloogiline korrastamine
- Keemiline oksüdeerimine
- Elektrokineetika
- Mullaõhugaaside töötlemine
- Põhjavee puhastamine
- Põhjavee *Pump & Treat*-puhastus
- Seiratav loomulik tervendumine
- *Land Farming*
- Stabiliseerimine

On site

- Füüsiline eemaldamine
- Pinnasepesu
- Termotöötlus
- Fütoprotseduurid

Off site

- Massivahetus
- Kompostimine

lõpptulemuse paremaks ning vähendades võimalikke tulevase ohte.

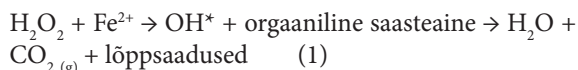
Saastunud pinnase tervendusmeetodeid ja -tehnikaid liigitatakse tegevuskoha ja töötlemisviisi järgi. Tegevuskoha järgi jagunevad nad kolme rühma: *in situ*-, *on-site*- ja *off-site*-meetodeiks. Need terminid märgivad vastavalt maa sees, kohapeal ja objektist eemal toimuvaid tervendustöid. Tervendustehnikad ise jagunevad füüsikalisteks, bioloogilisteks ja keemilisteks. Füüsikaliste protsesside eesmärk on muuta saasteainete faasi ja võimaldada neid sel moel kokku koguda ja ümber töötada. Bioloogilised protsessid kulgevad mikroorganismide abil, kes tänu oma ainevahetuse mitmekülgsele suudavad lagundada saasteaineid ohututeks ühenditeks, nt süsivesinikke veeks ja süsihappegaasiks. Keemilistes protsessides rakendatakse oksüdatsiooni ja elektronide ümberpaigutamist. Üsna sageli kasutatakse ühekorraga mitut meetodit, et pinnase eri osades sisalduvate erisuguste ainete puhastamine oleks tõhusam.

NÄITEID SAASTUNUD PINNASE TERVENDAMISE KOHTA

Maailmas leidub rohkesti näiteid pinnase tervendamise kohta. Põhjamaistes tingimustes on selles valdkonnas juba 1990. aastatest peale olnud teenäitajaks Soome ettevõtte Doranova Oy (vt alljärgnevaid näiteid).

KEEMILINE IN SITU-OXSÜDEERIMINE

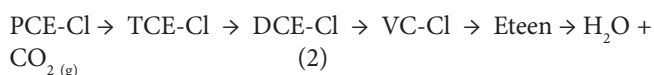
Tervendusobjektiks oli saeveski vana töökoda, kus oli ladustatud kütteõli. Liivane pinnas ja põhjavesi olid saastunud 2000 m² suurusel alal viie meetri sügavuseni, sisaldades üle 25 000 mg/kg naftasüsesivesinikke. Objektile rajati horisontaalne oksüdant-loputusüsteem ning paigaldati elektrokineetiline seadmestik. Oksüdandina kasutati vesinikülihapiendit, mille ülesanne oli Fentoni reaktsiooni käigus eemaldada orgaanilised saasteained (valem 1). Elektrokineetikat rakendati oksüdandi tõhusamaks levitamiseks.



Pinnase korrastamine kestis 18 kuud, mille kestel viidi maasse 17 000 kg oksüdanti. Selle aja jooksul suudeti kogu sügavuses vähendada pinnase saasteainesaldust 88 % – see alanes 1000 mg/kg-ni, mis oli samaväärne 20 000 kg mineraalõli kõrvaldamisega.

ANAEROOBNE IN SITU-BIOTERVENDUS

Tervendusobjektiks oli endise metalli- ja masinatehase hooned (joonis 1), kus otse kaljupinnasele ehitatud hoidlates oli säilitatud pesulahuseid. Lahused (peamiselt triklooreteen) olid umbes 4 km² suurusel alal jõudnud kümnete meetrite sügavuseni. Pärast üle aasta kestnud uurimustööd valiti tervendamiseks 20 000 m² suurune ala. Biotervendus põhines anaeroobsel dehalogeenimisel, milles anaeroobsed mikroorganismid asendavad halogeenitud ühendite klooriaatomid vesinikuga, muutes nad looduses kiiresti lagunevateks ohutuks orgaanilisteks eteenideks (valem 2).



Tervendamist alustati 2005. aastal ning jätkub praegugi. Objektist lähtuv oht laiemale ümbrusele on juba kõrvaldatud ning töö keskendub tehtu viimistlemisele. Maa-ala ulatusest ja olulisusest lähtudes jätkub selle seire tõenäoliselt ka



Joonis 1. Biotervendus masinatehase hoones

tulevikus.

ON-SITE-PINNASEPESU

Korrastusobjektiks oli vanal jaama-alal asuv krunt, kus varem olid paiknenud romula ja autoremonditöökoda. Piirkonda oli kavas ehitada uuselamurajoon ning eeluuringute käigus leidis arendaja pinnasest naftasüsesivesinikke, polüaromaatseid süsivesinikke ja raskmetalle. Tervendusmeetodiks valiti pinnasepesu, mida oli ehitustööde raames mugav teha. Doranova Oy paigaldas objektile pinnasepesuseadmed, mis sortisid välja-kaevatud pinnase kolme fraktsiooni (< 4 mm, 4–20 mm, > 20 mm) ning pesid nad kohapeal läbi.

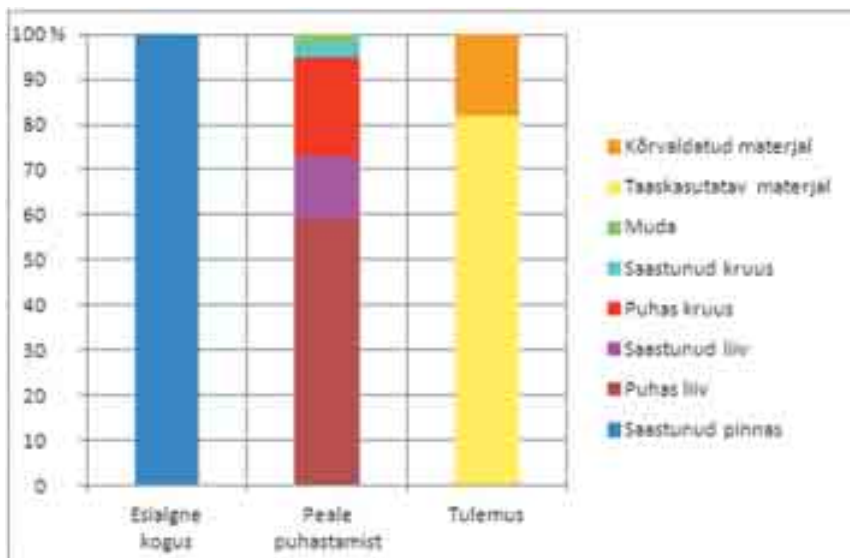
Tervendamise ajal töödeldi 16 000 tonni pinnast, millest üle 80 % (kruus ja liiv) kasutati ära ehitustööl (joonis 2). Tänu on-site-meetodi rakendamisele hoiti ära kuni 800 autokoorma pinnase vedu, säästeti väärtuslikku pinnast ning vähendati selle mahalaadimisruumi. Praegu on tervendatud maa-alal mugav elurajoon.

PINNASETERVENDUSE ARENGUSUUNAD

Viimastel aastatel on pinnase kvaliteedi halvenemine äratanud tähelepanu kogu maailmas. Põhja-Ameerika, Lääne-Euroopa ja Põhjamaad on saastunud maa-alade tervendamisel nii seaduste, objektiiuringute kui ka tervendusmeetodite vallas jõudnud juba üsna kaugele, Balti riikides on see valdkond alles arengujärgus.

Üks oluline pinnasekasutust reguleerivatele õigusaktidele, uurimistöole ja pinnase tervendamisele pühendatud üritus – avalik seminar korraldatakse Tallinnas 29. veebruaril 2012. Seminar toob kokku riigi, kohalike omavalitsuste, teadusasutuste ja ettevõtete esindajad ning jagab värskemaid infot valdkonna arengute kohta. Lisateavet seminari kohta saab veebruari algusest peale selle korraldaja kodulehelt aadressil www.doranova.ee või on seda võimalik e-posti kaudu nõutada aadressil dorinovabaltic@doranova.com.

A.M.



Joonis 2. Pinnasepesu tulemused

OHUALA SUURUSE JA OHUTUTE KAUGUSTE MÄÄRAMINE LÕHKETÖÖL

ENNO REINSALU

TTÜ emeriitprofessor

MIS TAHES lõhketöö, nii kivimite lõhkamise kui ka hoonete ja rajatiste õhkimisega kaasneb keskkonnamõju. Ometi tuleb seda tööd teha ja lubada ning selle eelduseks on mõju hoidmine talutavates piirides. Lõhketööde, nagu muudegi keskkonnamõjurite toimet, võib iseloomustada kuueastmelise skaalaga:

- 0 - mõju puudub;
- 1 - nõrk tajutav mõju;
- 2 - talutav häiriv mõju;
- 3 - keskmine mõju, tekitab kahju olmes, äris ja looduses;
- 4 - tugev elusolenditele, rajatistele ja seadmetele ohtlik mõju;
- 5 - purustav mõju.

See skaala ei ole lineaarne, vaid pigem logaritmiline ning maavõnkumiste suhtes sarnaneb ta mingil määral maavärinate hindamisskaalaga.

Lõhketööde mõju sõltub sellest, kui kaugel plahvatustest ollakse. Vastavalt sellele projekteeritaksegi kaitse- ja hoidemeetmed, mille peamised mõisted on ohuala ja ohutu kaugus. **Ohuala** on ruum, mille piires lõhketöö mõju on üle keskmise, ning **ohutu kaugus** vahemaa, millest eemal on lõhketöö mõju talutav. Kogemus näitab, et need mõisted vajavad selgitamist.

Esiteks – ohuala ja ohutu kaugus on ruumimõõtmelised. Ei ole õige mõõta mõju ainult tasapinnaliselt, s.o maad mööda. Mõju levib ka maa alla, pinnavette ja õhku. Teiseks – keskkonnamõju on suuresti määramatu, juhusliku iseloomuga, tõenäosuslik. Ohuala sees on kahjustuste tõenäosus suur, väljaspool ohuala ja ohutust kaugusest eemal aga väike¹. Vajab selgitamist, et ohuala ja ohutu kauguse määramine, neist kinni pidamine ja nende piires tegutsemine ei vabasta töö tegijat vastutusest ohtlike

sündmuste eest, mida ta põhjustab väljaspool ohuala ja ohutuid kaugusi. Selle tihti vaidlusi tekitanud asjaolu mõistmiseks olgu toodud järgnev paralleel: jalakäija jaoks on kõnnitee ohutu ning sõidutee ohtlik ala. Kui auto halbade asjaolude sunnil sööstab sõiduteelt kõnniteele ja kahjustab jalakäijat, ei võta see auto juhilt vastutust.

Kui ohuala ja ohutud kaugused on teada, siis lõhketööde tegijal tuleb lahendada pöördülesanne – arvutada, kui suur võib olla **ohutu laeng**, s.o kuni 50 ms vältel plahvatava lõhkeaine kogus (netomass), mis väljaspool ohuala ega ohutuid kaugusi kahjustusi ei tekita.

Ohuala, ohutu kauguse ja ohutu laengu arvutamise ühine nimetaja on ohutusarvutus. Arvutusmetoodika valik sõltub eelkõige ohtu kartvast objektist, selle tundlikkusest ja mõju tasemest. Seepärast täpsustataksegi eeltoodud mõisteid tunnussõnadega – näiteks: inimesele ohtlik ala, seismiliselt ohutu kaugus, veefaunale (kaladele) ohutu laeng jms. Arvutused tehakse objektist tulenevaid tingimusi arvestades. Ohutusarvutustes lähtutakse kas talutava, keskmise või tugeva (vastavalt 2-, 3- ja 4-pallise) mõju ohjamisest. Lõhketöö eesmärk on purustav (5-palline) mõju, seepärast irrutatud või kobestud kivimi massi ja mahu arvutamine ohutusarvutuste alla ei kuulu.

Lõhketööde mõju, mida inimene võiks taluda, on kirjeldatav sõnadega: mürts, tärin, võbin. Esimene on kaugelt kostev plahvatus, teine lühiviitlõhkamisele iseloomulik plahvatusejada, kolmas plahvatuse nõrk seismiline toime. Selliste nähtuste suhtes ohutusarvutusi ei tehta, kuid hea tava kohaselt tegutsev lõhkaja annab alati teada oma tööde aja ja koha. Nõudlikuma keskkonna

puhul arvestab lõhketöö tegija ka tuule suunda ja muidki lainelevi mõjutavaid atmosfäärinähtusi ning teeb oma tööd vaid sobiva ilmaga.

Keskmise ja tugeva mõju kõige sagedasem ilming on maa võnkumine ehk seismiline efekt. Kui maa kui hoonete alus võngub, võivad vundamentidesse, kiviseintesse, korstnatesse, ahjudesse, soemuüridesse jm tekkida praod. Enamasti on neis juba varem olnud lõhed, mis lõhkelainete toimel silmnähtavalt avanuvad – pragudeks muutuvad. Tugevama võnkumise puhul võivad ehitiste osad laguneda ja kui hoonetes on vibratsioonitundlikke seadmeid, võivad need kahjustuda. Veekeskkonnas levib surveaine², mis võib olla ohtlik nii veefaunale (kaladele, vähekidele), vees olevatele inimestele (suplejad, tuukrid, dessantväelased) kui ka vee peal ja all olevatele veesõidukitele. Õhus leviv surveaine on ohtlik inimestele ning võib purustada aknaid ja muid ehitise

¹ Vaikimisi loetakse inimesele ohtliku sündmuse esinemistõenäosuseks 1:10 000, mis on ligilähedane tänavaliikluse ohutusmääraga. Lennukiga reisides on ohtliku sündmuse tõenäosus sada korda väiksem ($< 10^{-6}$).

² Meie juhendid nimetavad seda ekslikult hüdroloögiks, see on siiski torustikus liikuva vedeliku inert.



Maja õhkimine Tapal Üleviste tänaval 2010.09.10., kell 15:00, kohas 6570000; 611400.

Lõhkamiste ja õhkimiste aja ning koordinaatide fikseerimine ning nende edastamine Eesti Geoloogiakeskuse seismoloogiateenistusele on hea tava, millest kõik lõhkajad peaksid kinni pidama. Teave on vajalik selleks, et paremini eristada maavärinaid ja maa tehnogeenseid võnkumisi. Pildil nähtav maja varises osaliselt, sest laengud olid naabermajade ohutuse huvides aladimensioneeritud. Seda kinnitab asjaolu, et lähimatest laengutest 30 m kaugusel asuva naabermaja tundlikku kohta kinnitatud vibromeeter tuvastas nõrga, ohutust tasemest palju väiksema võnkekiiruse

õrnemaid osi, nagu uksi ja seinu. Omaette nähtus on ahtasse ruumi (lindlasse, kalasumpa) suletud elusolendide paanika, mida põhjustab mööda maad ja vett leviv plahvatusmüra.

Enamasti arvutatakse ohutu laeng ja/ või ohutu kaugus juhendite alusel. Praegu (jaanuar 2012) juhendatakse normatiivdokumendi *Lõhketöö projektile esitatavad nõuded* lisast *Ohuala ja ohutute laengute määramine* [1]. Analoogiline ohutusarvutuste meetodika – *Kaitseväe lõhketööde ohutuseeskiri* on leitav Internetis [2].

Ohutusarvutuse reeglid on lihtsad: ohutu laeng on seda väiksem, mida tundlikum on objekt ja mida lähemal see on lõhkamispaigale. Valemite näitajate – ehitistele lubatud võnkekiiruse, veeorganismide tundlikkuse, lõhkamiskauguse, laengute suuruse jt mõju intensiivsust ohjavad eri astmenäita-

jad. Arvutuse tulemust saab reguleerida lähteandmete valikuga. Neid – objektile lubatavat võnkekiirust, ehitise aluspinnase olekut, kahjustustegurit, veeorganismi tundlikkust jt saab valida juhendite tabelitest. Nii tegutsedes võib kogenud arvutaja üsna lihtsalt saada tulemuse, mis suure tõenäosusega näib ja enamasti ongi piisavalt ohutu.

Peale selle nn reglementeeritud määramatuse võib meil kehtiva juhendi puuduseks pidada seda, et see tugineb Põhjamaade praktikale [3]. Seetõttu ei kajastu selles Eesti settekiivimite horisontaalne lasumine. Valemite kordajad on küll määratud Eestis tehtud mõõtmiste alusel, kuid meie lõhkamised pole kunagi toimunud sügavamal kui 70 m [4]. Juhendi puudus on seegi, et vees toimuva lõhketöö ohutusarvutusvalemid ei arvesta surveaine levimise erisust õhukeses veekihi ega suletud

basseinis [5, 6]. Kehtiv juhend ei käsitlenud ega saagi anda soovitusi, kuidas ohjata kitsasse ruumi (lindlasse, kalasumpa) suletud elusolendide paanikat. Seepärast on ootuspärane, et vähegi keerukate projektide puhul ja tundlike objektide jaoks tehakse ekspertiis, mis tugineb maa võnkumise, müra ja tolmu mõõtmisele ning plahvatuste modelleerimisele. Enamgi – soovitatav oleks teha katselõhkamisi. Õeldu valguses ei kõlba kehtiv juhend nt Maardu allmaahüdroelektrijaama rajamisel tehtavate allmaa-lõhketööde mõju hindamiseks. Seal toimuks lõhketöö palju sügavamal paksude, lõhkelainet summutavate ja varjestavate kivimikihtide varjus.

Ekspertiise tehes ja lõhkamise mõju modelleerimisel tuleb kindlasti olla põhjalikum kui kehtiv ohutusarvutusjuhend ette näeb. Eelkõige tuleks ette anda ohutuse tagamise tõenäosus, ohutuse

Tabel 1. VALEMI (1) OHUTUSTEGURI JA ASTMENÄITAJATE VÄÄRTUSED KESKMISE GARANTIIGA OHUTU LAENGU ARVUTAMISEKS

Objekti aluspinnas	Ohutustegur C*		Astmenäitajad	
	suurim	vähim	n	k
Veevaene kaljupinnas paksusega kuni 15 m	3150	1400		
Keskmise veesisaldusega liiva- või savipinnas paksusega >15 m	1399	620	2	2,7
Veega küllastunud kobe pinnas, vesiliiv	619	350		

* Ohutusteguri vähimat väärtust kasutatakse vihmade ja suurvee ajal, suurimat suvisel kuival perioodil

garantii, nagu seda tehti Salmistu juhtumi puhul, kui 2008.a Erna retke dessandi järel leiti kahe kilomeetri kaugusel kalasumbast hulk surnud kalu. Arvutused ja matemaatiline modelleerimine näitasid, et tõenäosus, nagu oleks kalu tapnud dessandi ajal kaldavees õhitud lõhkelaugutest sumbani jõudnud surveaine, oli tühiselt väike [5, 6]. Märksa suurema tõenäosusega võis kalu tappa paanika, mille tekitas vees levinud müra või kuritahtlikult sumba lähedasse vette heidetud lõhkekeha. Seismilise mõju hindamisel võiks kaaluda, kas arvutada ohutu laengu mass kõrge (ohu tõenäosus väiksem kui 5 %) või keskmise ohutusgarantiiga (ohu tõenäosus väiksem kui 50 %). Tõepoolest, kui ehitise kahjustamisega ei kaasne ohtu inimesele ning kui ehitisel ei ole ajaloolist, kultuurilist või erilist rahalist väärtust, miks peakski ohutusel olema kõrge garantii?

Kehtiv juhendmaterjal ja enamik käsiraamatutest ei ole eriti sobiv alus lõhketööde mõju modelleerimiseks. Mudelarvutusteks sobivad seosed peavad olema paremini formaliseeritud, vähem tuginema tabelimaterjalile ning peaksid vältima verbaalseid kriteeriume. Eelkõige modelleerimise jaoks olengi välja töötanud alljärgnevad suhteliselt lihtsad seosed.

Kõrge garantiiga seismiliselt ohutu laeng arvutatakse valemiga, mis üldistab kehtivate juhendite nõudeid ning arvestab lõhkelainete levimise erisusi kihilistes kivimites [7, 8]:

$$Q_{max} = C \times v_{max}^n \times r^k \text{ kg}, \tag{1}$$

kus C on ohutustegur, v_{max} objektile lubatud suurim võnkekiirus cm/s, r vähim kaugus lõhkamiskohast objektini km, n astmenäitaja, mis arvestab objekti tundlikkuse vähenemist sügavalt tulevate lainete suhtes, k astmenäitaja, mis arvestab lainete energia ruumilist hajumist, sumbumist ja peegeldumist keskkonnas (kõrge garantiiga ohutuse arvutamisel k = 2).

Ohutustegur C kasvab lõhkamiskoha (laengute) sügavuse suurenedes ja selle arvutamiseks sobib valem:

$$C = 4,2 H, \tag{2}$$

kus H on laengu sügavus maapinnast meetrites.

Objekti tundlikkust mõõtev astmenäitaja n väheneb seda mõjutava laengu sügavuse suurenedes ning on arvutatav valemiga:

$$n = 1,68 e^{-0,0089 H}. \tag{3}$$

Objektile lubatud võnkekiiruse v_{max} leidmisel on määramatus suur. Juhenditest võib leida lubatud võnkekiiruse algväärtuse v_1 , mis sõltub objekti (ehitise) kaugusest ja aluspinnasest. Algväärtust tuleb korrutada kaudselt hinnatava parandusteguriga $F = 0,5-2$, mis sõltub sellest, kas rajatis on massiivne või kergesti lagunev, on tal kultuuriväärtus või on ta mõni muu tavaobjekt. Praktika näitab, et mõnigi endisaegne betoonist militaarobjekt võib osutada võnketundlikumaks kui keskaegne kirik. Üldiselt peaks objekti omanik, valdaja või projekteerija teadma ja lõhketööde tegijale teada andma, milline on tema objekti võnketundlikkus. Kahjuks meil kui seismiliselt ohutus piirkonnas seda teavet rajatiste omanikel ega ehitajatel ei ole. Seepärast võib objektile, mis on lõhkamiskohast kaugemal kui 10 m, arvutada lubatud suurima võnkekiiruse valemiga:

$$v_{max} = a r^{-b} F \text{ cm/s}. \tag{4}$$

Valemi (4) kordaja a = 3–16 ja astmenäitaja b = 0,24–0,37 sõltuvad aluspinnasest (liiv, savi, kruus, lubjakivi). Negatiivne astmenäitaja võtab arvesse, et lõhkamiskoha ja kaitstava objekti vahelise kauguse suurenedes seismiliste lainete sagedus väheneb – lained muutuvad pikemaks ning nende kahjustav toime on suurem. Parandustegur

F = 0,5–2 tuleks määrata objekti vaatluse ja mõõdistamise alusel, mitte juhindudes üksnes eeskirjadest.

Keskmise garantiiga seismiliselt ohutu laengu võib arvutada samuti valemiga (1), kuid ohutusteguri C ja astmenäitajate n ning k väärtusi ei arvutata, vaid võetakse tabelist 1. Arvutus kehtib ainult avamaalõhkamiste puhul.

Ohutu laengu arvutamisel tuleb silmas pidada, et lühiviitlõhkamisel loetakse korraga plahvatavaks (üheks) laenguks kõik ühe viitegrupi laengud, kuid seda vaid siis, kui grupivaheline viide on pikem kui 50 ms. Kui viide on lühem, seismiline mõju suureneb, seepärast tuleb valemi (1) abil leitud seismiliselt ohutut laengut (viitegrupi kogulaengut) vähendada, jagades seda parandusteguriga

$$c_1 = 0,7 + 6,632 (t - 10)^{-0,762}, \tag{5}$$

kus t > 10 ms on viite samm.

Parandustegur arvestab väga lühikese viite puhul tekkivat lainete interferentsi, mis põhjustab suurema sagedusega lõhkelaineid. Kuna interferentsinähtus sõltub lõhkelaine levimiskiirusest, mis on eri kivimitel erinev, ning et lõhkelaine kõrgsageduslik komponent ei levi kaugele, on suuremate ja vastutusrikaste projektide puhul soovitatav see küsimus lahendada mõõdistamisega.

OHUTUD LAENGUD JA KAUGUSED VEES LÕHKAMISEL

Vees olevate elusolendite jaoks määratakse ohutu laengu mass valemiga, mis loodi eelmainitud Salmistu juhtumi [6] ekspertiisi käigus:

$$Q_{max} = C_1 E^n r^k H^{-1} \text{ kg}. \tag{6}$$

Kui vees olevate objektide kaugus lõhkamiskohast on umbmäärane, määratakse ohutu kaugus pöördvalemiga:

$$r = C_2 Q^k E^n H^l \text{ m}. \tag{7}$$

Selle valemi abil määratakse ka veesõidukitele ohutu kaugus.

Valemite (6) ja (7) näitajatel on analoogiline toime, ent eeltoodustest erinevad väärtused:

C_1 ja C_2 on ohutustegurid, E surveaine energia ohutu voog J/m^2 , r vähim kaugus löhkamiskohast (laengust, laengugrupist) objektini m , H vee sügavus löhkamiskohas laengu juures m , n astmenäitaja, mis arvestab objekti tundlikkuse vähenemist veekogu põhjast lähtuvate lainete suhtes, k astmenäitaja, mis arvestab lainete energia hajumist, sumbumist ja osalist peegeldumist veekeskonnas ning l astmenäitaja, mis arvestab laenguenergia neeldumist veekogu põhjas. Valemite peamiste tegurite ja astmenäitajate arv väärtused on tabelites 2 ja 3. Survelaine energia ohutu voo E arv väärtused veefauna eri liikide jaoks, kuigi need on toodud juhendites, on soovitatav nõutada eriteadlastelt.

Kirjeldatud arvutusmetoodika on katsetamisjärgus. Autor on tänulik kõigi märkuste ja soovitude eest, mis tuleksid kasuks lõhkeohutuse hindamisele ja parandamisele.

Artikkel on kirjutatud teadusprojekti ETF 9018 *Kirde-Eesti kaevandusvarin-gud – tuvastamine, identifitseerimine ja põhjused* raames.

Viidatud allikad

1. Lõhketöö projektile esitatavad nõuded / Vastu võetud majandus- ja kommunikatsiooniministri 1.06.2005. a määrusega nr 64 (RTL 2005, 63, 910), jõustunud 13.06.2005. Muudetud määrusega: 7.05.2008 nr 34 (RTL 2008, 38, 542) 19.05.2008: <https://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=12962191>

2. Kaitseväe lõhketööde eeskiri, kinnitatud

Tabel 2. VALEMI (6) TEGURID VEEFAUNALE OHUTU LAENGU MÄÄRAMISEKS

Lõhkamine toimub	Laeng on	Ohutustegur C_1	l	Astmenäitajad n	k
avavees					2
madalas vees, kalda lähedal	süvistamata*	21.10 ⁻⁶	0	1	1...2
piiratud keskkonnas (basseinis, kanalis)					1
avavees	süvistatud*	244.10 ⁻⁶	-0,75	0,75	3

* Süvistamata lõhkelaeng on vahetus kontaktis veega, süvistatud laeng aga puuritud või kaevatud augus ning kaetud liiva või muu põhjasettega

Tabel 3. VALEMI (7) TEGURID OHUTU KAUGUSE MÄÄRAMISEKS VEES OLEVATE ELUSOLENDITE JA VEE SÕIDUKITE SUHTES

Lõhkamine toimub	Laeng on	Ohutustegur C_2	l	Astmenäitaja n	k
Veefauna puhul					
avavees					0,5
madalas vees, kalda lähedal	süvistamata	220	0	-0,5	0,5...1
piiratud keskkonnas (basseinis, kanalis)					1
avavees	süvistatud	16	0,25	-0,25	0,33
Inimesed: tuukrid, ujujad					
avavees	süvistamata	306			
	süvistatud	52	0	0	0,33
	kumulatiivne	28			
Veesõidukid, kui sõiduki omanik või valdaja pole seadnud oma tingimusi					
avavees	süvistamata	32			
	süvistatud	9,5	0	0	0,33
	kumulatiivne	3,6			

Kaitseväe juhataja 20.07.2001. akäskkirjaga nr 627, Tallinn, 2001: <http://www.mil.ee/files/ohutus/OTE5.3%28Lohketood%29.pdf>.

3. Vuolio, R. Räjätystytö. Suomen Maanrakentajien Keskusliitto r.y. 1991. 318 s.

4. Toomik, A. Lõhketöödest põhjustatud maavõnked. Kogumik Keskkond ja põlevkivi kaevandamine Kirde-Eestis. TLÜ ökoloogia instituudi publikatsioonid 9/2005, Tallinn, 2005. 25–30, 134–159.

5. Reinsalu, E. Lõhkelainete levi kihilises keskkonnas. Keskkonnatehnika, 2009, 7. 17–19.

6. Reinsalu, E. Ekspertiis 6. augustil 2008. a Salmistu lahes läbiviidud imitatsioo-

nilaengute tagajärjel tekkinud hüdroloogi mõjuala ja hüdroloogist OÕÜ Poseidon kalasumpades tekkinud rõhu tugevuse väljaselgitamiseks. Koostatud Tallinna Halduskohtu 20 juuli 2009 määruse alusel. Haldusasi 3-09-5. 2009.

7. Бреховских, Л. М. Волны в слоистых средах. АН СССР. Москва, Недра, 1957.

8. Рейнсалу, Э. Исследование процесса разрушения разнородных слоистых пород действием взрыва с целью повышения качества горючего сланца на шахтах Эстонского месторождения. Ленинградский горный институт. Дисс. к.т.н., 1967.

GEORGE WASHINGTONI RIPPSILD NEW YORGIS SAI 80-AASTASEKS

JUHANI VIROLA, Eur Ing-FEANI

Helsingi, Soome

NEW YORGIS asuv George Washingtoni nimeline ripsild (*Georg Washington Bridge*) sai 2011. aasta oktoobris 80-aastaseks [1, 2]. Sild sai valmis 1931. aastal ning oli maailmas esimene, mille peaava (1067 m) oli pikem kui 1000 m [3] ning ligi kaks korda suurem kui endisel rekordiomanikul, Detroidis 1929. aastal valminud ripsillal (*Ambassador International*, peaava 564 m) [4].



***Georg Washington Bridge* öhtuvalguses**

Foto: Port of New York Authority



Umbes 55 000 autot ootas sillalepääsu päeval, kui sild 1931. aastal avati liikluseks [8] Foto: Port of New York Authority

New York jaguneb viieks piirkonnaks, millest tuntuim on lääneosas paiknev Manhattani saar. Suuri sildu on New Yorgis mitu [3], neist suurimad ripp sillad *George Washington* ja *Verrazano-Narrows* (sille 1298 m, valmis 1964), kumbki neist omal ajal silde pikkuse poolest maailma esime-

sed [4].
Manhattani põhjaossa rajatud *George Washingtoni* silda mööda pääseb üle Manhattani ja vastaskaldal asuva New Jersey osariigi vahel voolava Hudsoni jõe 179. tänava juurest. *Verrazano* sild asub Manhattani lõunaküljel, *George Washingtoni* sillast umbes

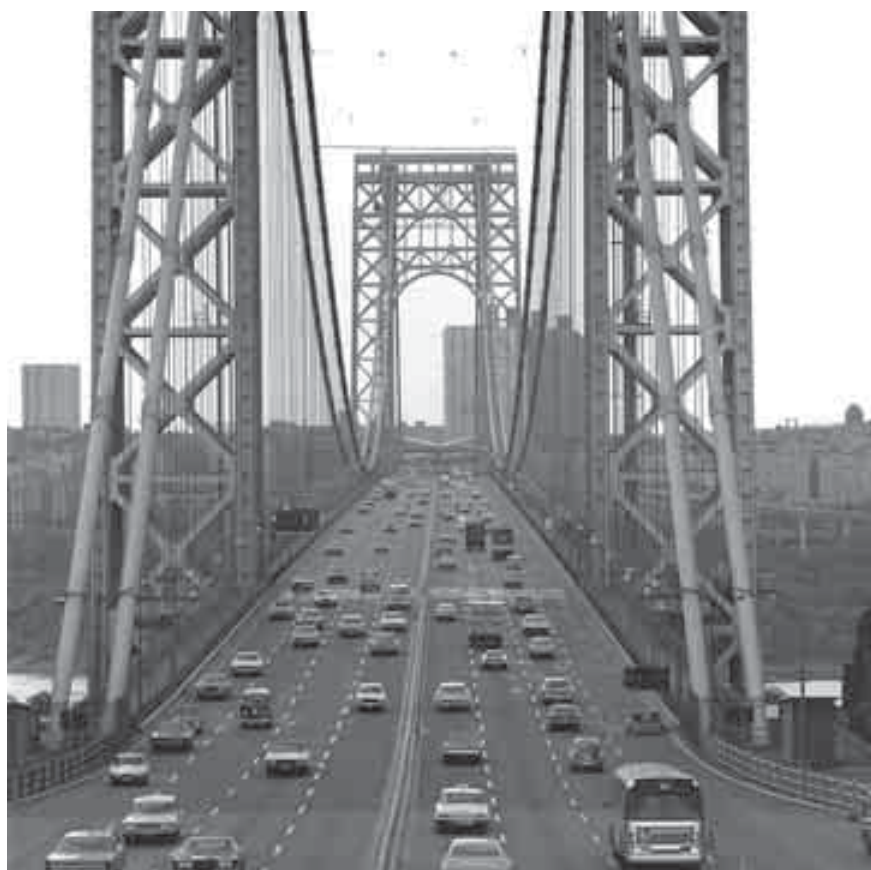
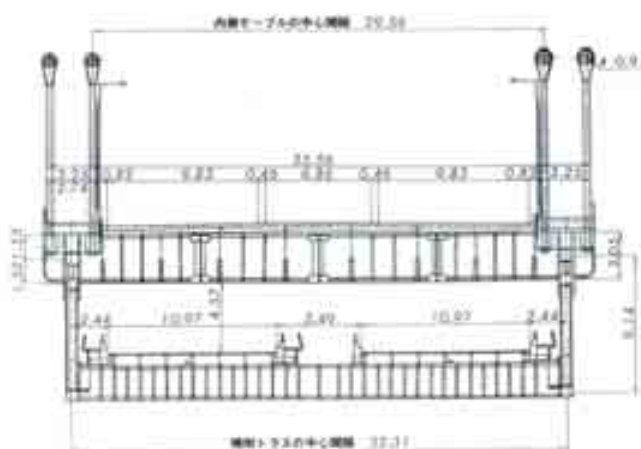
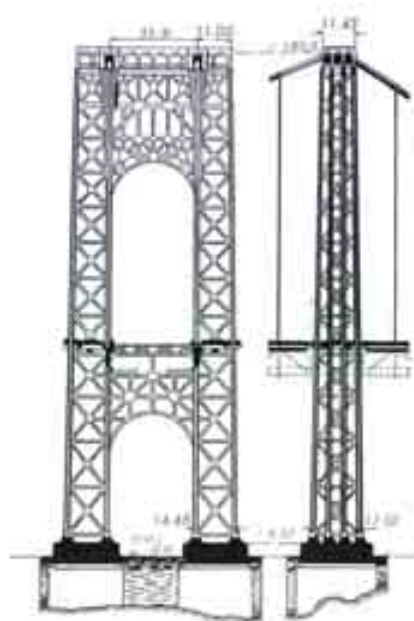
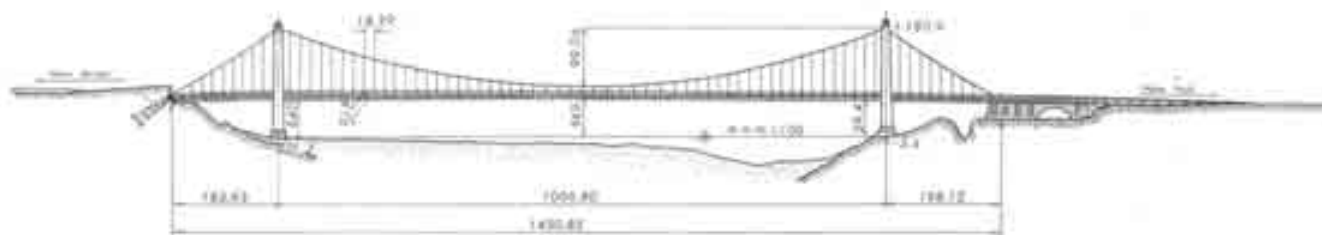
30 km lõuna pool. See sild ühendab Brooklini State Islandil paikneva New Yorgi sadamaga üle *Narrowsi* nimelise väina, mille järgi ta sai teise poole oma nimest. Manhattani saare ja New Yorgi muude linnaosade vahel on veel mitu tähelepanu väärivat silda [3, 5].

KÜMME SUUREAVALIST SILDA, MIS ON EHITATUD ENNE 1931. AASTAT [9]

Nr	Sild	Suurim sille (m)	Asukoht	Aasta
1	George Washington (1)	1067	New York, NY, USA	1931
2	Ambassador International (1)	564	Detroit, MI, USA	1929
3	Pont de Québec (2)	549	St. Lawrence'i jõgi, Kanada	1917
4	Benjamin Franklin (1)	533	Philadelphia, PA, USA	1926
5	Firth of Forth (2)	2 x 521	Edinburgh, Suurbritannia	1890
6	Bayonne (3)	504	New York, NY, USA	1931
7	Bear Mountain (1)	497	Peekskill, NY, USA	1924
8	Williamsburg (1)	488	New York, NY, USA	1903
9	Brooklyn (1)	486	New York, NY, USA	1883
10	Mid-Hudson (1)	457	Poughkeepsie, NY, USA	1930

Silla tüüp: (1) ripp sild, (2) terastalasild, (3) teraskaarsild

Tabelist on näha, et suurem osa (8/10) maailma suureavalistest sildadest asus 1931. aastal USA-s.



▲ Silla pikiprofil, pülooni eest- ja külvaade ning sõidutee ristlõike, kui 1960ndatel lisati alumine sõidutee. Ülemisel sõiduteel on 4+4 sõidurada ja kummaski servas, kahe ripprossi vahel, kergliiklustee. Alumisel sõiduteel on 3+3 sõidurada [7]

◀ **Silla 4+4 sõidurada ülemisel sõiduteel vaatega Manhattani poole, kergliiklusteed on ülemise sõidutee servades**

Foto: Port of New York Authority

New Yorgi ja New Jersey osariigi vahele kavandati silda üle Hudsoni jõe juba 19. ja 20. sajandi vahetusel, ühe projekti järgi oleks sinna ehitatud hiiglaslik kett-riipsild silde pikkusega 988 m [6]. Seda projekti ellu ei viidud ning maailma suurimaks kett-riipsillaks sai Brasiiliasse Florianópolis linna 1926. aastal ehitatud *Ponte Hercílio Luz* (sille 339 m).

Kümnendivahetusel 1920/1930 ehitatud *George Washington* on tavaline riipsild, mida kannavad trossid. Kolmeavalise silla peaava on 1067 m, läänepoolne külgava 186 m ja idapoolne 198 m pikk ning avade kogupikkus 1451 m. Sild kõrgub 65 m üle veepinna [7]. Alates 1962. aastast on sillal 14 sõiduteed – enam kui mis tahes maailma muul suurel sillal.

Silda, mis läks maksma 59 mln dollarit, hakati ehitama 1927. aasta septembris ning sai valmis nelja aasta pärast, oktoobris 1931. Nimevariante oli esialgu mitu, ent lõpuks anti sillale USA esimese presidendi auks *George Washingtoni* nimi. Sild õnnistati sisse 24. oktoobril 1931 ning avati liikluseks järgmisel päeval [2]. Sillale pääsemist ootas tookord ligi 55 000 autot [8]. Silla peakonstruktor oli tuntud Šveitsi sillainsener Othmar H. Ammann, kes on projekteerinud ka mitu muud tähelepanu väärivat silda, sh *Verrazano-Narrows*.

George Washingtoni silla pülooni on 181 m kõrgused terrassrestikud, mille laius on tipus sillaga ristsuunas 54,4 m. Pülooni kaht terasposti ühendavad sõidutee all ja pülooni tipus terasristtalad [7]. Algul kavatseti pülooniid katta betoon- ja graniitplaatidega, ent sellest mõttest loobuti [2]. Kuna päike räsib teraspülooniid hõbedast värvikihti, tuleb nad aeg-ajalt üle värvida.

Silda kannab neli paarikaupa silla sõidutee servas paiknevat 0,91 m läbimõõduga trossi. Iga tross koosneb 26 474 samasuunalisest 0,5 mm läbimõõduga galvaanitud terastraadist tõmbetugevusega (vanas mõõtühikus) 155 kp/mm² [7]. Trosside jaoks ehitati New Jersey poolsele läänerannale tunnelankur, New Yorgi poolele aga massiivne betoonankur.

Esialgu ehitati sillale ühetasandiline 36,1 m laiune ja vaid kolme meetri kõrgune sõidutee, kus oli kuus sõidu-



Juhani ja Leena Virola New Jersey-poolse läänepülooni tipus

Foto: Port Authority of New York and New Jersey

rada, kolm kummaski suunas, ning silla kummassegi serva ripptrosside kohale kolme meetri laiune kergliiklustee [7]. Sõiduteed risttaladega ei tugevdatud ning 30 aasta pärast oli ta üsna palju läbi paindunud. 1946. aastal lisati kaks sõidurada ning sellest ajast alates on esimesel sõidutasandil olnud kaheksa sõidurada, neli kummaski suunas, ja kaks kergliiklusteed. Sillale juba projekteerimise ajal ette nähtud alumine sõidutee ehitati valmis alles 1960ndate alguses ning avati liiklusele 1962. aastal. Alumisel sõiduteel on kuus sõidurada, kolm kummaski suunas, kergliiklusteid seal pole. Alumise sõidutee laius on 32,3 m, mis ühtib ripptrosside vahekaugusega. Pärast teise sõidutee ehitamist kasvas silla sõiduosa kõrgus 9,1 meetrini [7] ning sõiduteede välimistele servadele ehitatud terasristtalastik suurendas märkimisväärselt silla jäikust.

Algul haldas silda *Port of New York Authority*, alates 1972. aastast *Port Authority of New York and New Jersey*. Esimesel aastal (1932) ületas silla 5,5 miljonit autot, 75 aastat hiljem (2007) juba 108 miljonit [2]. Kui silla sõiduteid 1978. aastal remonditi, asendati betoonkate kergema ortotroopse terastarindiga, mida omakorda remonditi 2011. aastal. Järgmise 10–15 aasta jooksul on kavas uuendada silla ripptrosside ja sõidutee vahelised ripputid, ripptrosside ümber mähitud kaitsevõrk ning ülemise sõidukorruse kergliiklusteed [8].

Viidatud allikad

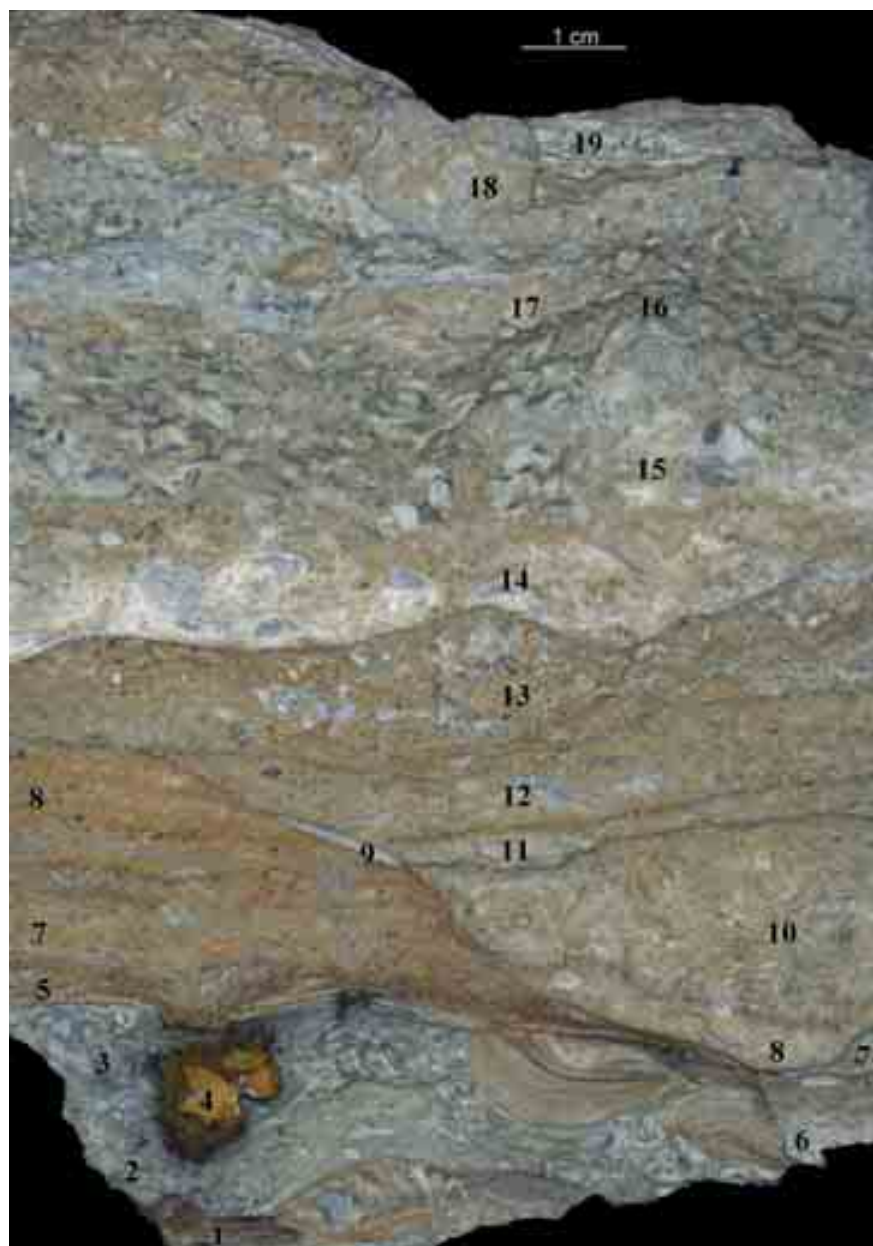
1. Juhani Virola. New Yorkin *George Washington Bridge* -riippusilta täytti 80 vuotta. *Tierakennusmestari*, 2011:3, s. 38–41.
2. Michael Aaron Rockland. *The George Washington Bridge – Poetry in Steel*. Rutgers University Press, 2008, 184 p.
3. Juhani Virola. New Yorkin suursiltoja. *Tiemies*, 1967:4, s. 9–14 & 1967:5–6, s. 21–25.
4. Teknillisen korkeakoulun siltataulukot: www.bridge.aalto.fi/en/longspan.html
5. Juhani Virola. New Yorkin Bronx-White-stone -silta täytti 70 vuotta. *Tierakennusmestari*, 2010:1, s. 32–34.
6. The proposed Hudson River Bridge at New York. *The Engineer*, 1921-09-23, pp. 138–139.
7. Ichiro Konishi. Sekai chodai tsuribashino sekkei shogen (Design criteria of long-span suspension bridges in the world). Publication of the Research Section of the City of Kobe, Japan, January 1966, 96 p.
8. Information and illustration kindly given by The Port of New York authority and by The Port Authority of New York and New Jersey.
9. D. B. Steinman. The world's most notable bridges. *Engineering News-Record*, 1948-12-09, pp. 92–94.

VAADATES KIVI SISSE

LÄÄNE-SAAREMAA VESIKU KIHTIDE ERIPÄRASID UUDISTAMAS

REIN EINASTO

Paevana



Fotode seletus. Numbritega on tähistatud erivanuselised eri tüüpi paeerimid.

Foto 1. Kipi puursüdamik, sügavus 37,83-37,94 m, lihv, Tombulis-detriitse (kihid 6-14) ja ussikirjalise savika dolomiitse mudalubjakivi (kihid 1-3 ja 15-19 vaheldumine arvukate sile-lainjate kulutuspindadega kihtide (3-14) vahel. Arvukad karbikaantele kasvanud *onkoliidid* ja püriidi porsunud kristallid (4) 3.kihis. Ainsa püriitse kp kühmul on kühmulis-koorikuline *stromatoliit* kulutatud pealispinnaga, mattunud halli lubimudasse, mille kulutusest järel vaid õhuke lääts (9)

GEOLOOGILISED haruldused Lääne-Saaremaa paekihtides on üks ammendamatu valdkond Eesti geoloogias. Õpetlik on jälgida ligi 200 aastat kestnud teadusliku mõtte arengut läbi vaatluste ja uuringute, suures osas **kivististe maailma haruldusi** – ürgvähiliste ja kalade kivistunud jäänu-seid käsitledes (Engelhardt, Ulprecht, 1830; Eichwald, 1854; Schrenk, 1854; Pander, 1856; Nieszkowski, 1859, Schmidt, 1866; Rohon, 1892-1893; Patten, 1931; Hoppe, 1931; Robertson, 1945; Bölau, 1949; Mark-Kurik, 1969; Märss, 1986, 2011, Einasto, 2010 jmt). Tunnistagem, kihtidesse peidetud **kivimilised eripärad** on sama tõsiselt tähelepanu vääriavad. Selle **erandliku paleo-keskkonna** olulisteks tunnusteks on: õhukesekihiline kuni läätsjas eritekkeliste paetüüpide vaheldumine, kulutusjälgedega põimjas mikrokihilisus esmaselt dolomiitse koostisega domekivis (*Eurypterus*-dolokivi), ooid-lubjakivi vahekihid, kuivuslõhed, katkestuspinnad, eripärane kivististe kooslus, skeletita organismide elutegevuse mitmekesised jäljed, settimise mitmeastmelise tsüklilisuse selged ilmingud jm (Luha, 1930, 1934; Аалое, 1963; Эйнасто, 1964, 1968, 1970; Эйнасто, Аалое, 1970; Kõrts jt 1990 jt) Nendele eripäradele võib tänaseni igast selle kandi paljandist ja puursüdamikust huvipakkuvat lisa leida. Nagu eelmises loos (Einasto, 2011) lubatud, vaatleme järgnevalt Vesiku kihtidesse peidetud tekkekeskkonna omapära põhiliselt selle piirkonna esimese terviklabiloike – Kipi puursüdamiku proovide alusel. See uurimispuurauk rajati 1958 aastal ja avas Rootsiküla (ka Jaagarahu) lademe paekihi Lääne-Saaremaal esmakordselt täispaksuses. Selles läbilõikes avaneb Eesti kesk-siluri eripärase

settimiskeskkonna muutuste ajaline järgnevus kõige paremini nii puur-
augu fatsiaalse asendi kui hilisdolo-
miidistumise piiratuse tõttu. Lade
on autori poolt nelikümmend aastat
tagasi liigestatud kihtideks settimise
tsüklilisuse alusel, kus Vesiku kihid
moodustavad ühe kõige selgepiirilise-
ma *mesotsükliidi* (keskmise suurusega
kivimkeha tsükli piiride vahel) vahe-
mikus 29,1- 38,3 m (Эйнасто, 1970, vt
lademe geoloogiline tulp).

Selle Vesiku nime kandva meso-
tsükliidi alumisel piiril on tugevalt
püriidistunud katkestuspind (kp),
millega kaasneb selge kivimi muutus
(vt Einasto, 2006, foto1); lamam on
mudaline nõrgalt savikas kiridoloki-
vi, lasum – peenekiuline *Eurypterus*-
dolokivi sagedaste purrulis-detriitjate
vahekihtidega, lamava dolokivi pürii-
distunud terade ja väikeste veeristega.
Kõrgemal järgneb pooleteise meetri
paksune valdavalt lausteraline sage-
daste kp-ga puhta lubjakivi *kihind*
(selgepiiriline kompleks-kiht), mis
tähistab uut mere pealetungi pärast
kestvat lünka. Selles basaalses kihin-
dis vahelduvad õhukeste kihtidena
madaliku murdlainetuse vööndis ku-
junenud mitmekesised paed, milles
mitmel tasemel esinevad haruldus-
tena vetik-tekkelised *stromatoliidid*
ja *onkoliidid* (fotod 1, 4, 5) ning
ooliidid - lainetuses liikuvaile kaane-
liiva teradele üleküllastunud lahusest
kontsentriliste kiledena väljasettiva
kaltsiumkarbonaadi „kuulikesed“,
läbimõõduga 0,5-1,5 mm, mis tera-
lise settena kuhjades moodustavad
tsementeerudes kivimi nimetusega
ooliit. Kõige selgemalt väljakujune-
nud ooididega ooliit esineb vaheki-
hina Vesiku kihtide keskel lasuva
madalamat järku - *minitsükliidi* – ba-
saalkihis (Kipi puursüdamikus vahe-
mik 33,8-34,5 m), kus karpvähiliste
(ostrakoodide) kuhjumil lasub lünga-
ga vaid kuni 2 cm paksune ooidlub-
jakivi vahekiht mattunud virgmärki-
dega pealispinnal (foto 3). Täpsemad
selgitused fotode allkirjades.

Onkoliitide massilised kuhju-
mid kivimimoodustaja on tuntud
siibulpaena ja esinevad väljapeetud
kihtidena ainult mesotsükliitide ba-
saalkihtides Jaagarahu lademe Maasi
kihtides, Rootsiküla lademe Vesiku
kihtides ja Paadla lademe Uduvere
kihtides. Stromatoliidid ja ooidid on
levinud samas stratigraafilises vahe-
mikus. Karpide ja tigude kodade esi-



Foto 2. Kipi puursüdamik, sügavus 37,32-37,44 m, lihv: Vesiku mesotsükliidi basaalkihindi tüüpiline kivimkoosus: 1. ja 5. kiht - peitkristalne muda-lubjakivi, naaberkihtide settega segunenud organismide kaevumisteggevuse (bioturbatsiooni) tulemusel; 2. kiht - tombuline lubjakivi, mis läätkena esineb ka 1., 5. ja 6.kihis, veeristena 8., 9. ja 10. kihis; 3., 7. ja 9.- *Eurypterus*-dolokivi, bioturbatsiooni tõttu katkendlikud; 4., 6. ja 8. kiht - peitkristalse põhimassiga karplubjakivi; 10. kiht - lapikutest veeristest koosnev konglomeraat, veeristes valdab tombuline ja muda-lubjakivi

nemine kihiti kivimimoodustajana, korallide, kihtpoorsete, trilobiitide pea täielik puudumine samades kihtides on viide lähelise madalmere mõningale magestumisele lahte suubuva suure jõe olemasolust, mille allikad paiknesid kerkivais Kaledoniidides Baltika ja Laurentia (P-Ameerika) ürgse kontinendi kokkupörke tagajärjel (Эйнасто, 1968).

Vesiku kihtide põhiosa paekivi eri-pärasid uudistame edaspidi.

Tänu TTÜ Geoloogia Instituui-

di peavarahoidja *Ursula Toomile*, fotograaf *Gennadi Baranovile* Kipi puursüdamiku proovide lihvitud pindade töötlemise ja skaneerimise eest, Tallinna Tehnikakõrgkooli haridus-tehnoloogide *Egle Kampusele* ja *Kristiina Baumeisterile* skaneeritud piltide fototöötlemise eest.

Kirjandus

1. Börlau, E. 1949. Über die Verbreitung der Ostrakodermen in der Kaarmastufe (K1)



Foto 3. Kipi puursüdamik, sügavus 34,42-34,44 m, lihv ja foto: Veeristega ostrakoodlubjakivi ja ooidlubjakivi kihid läbilõikes (ülal) ja ebasümmeetriliste vooluviredega, üksiku suure karpvähilise kaanega pealtvaates (all). Raskeltjälgitav on hambuline impregnatsioonita kp kiht 2 ja 4 vahel



Foto 4. Kipi puursüdamik, sügavus 34.05-34,15 m, lihv: Katkestuspinnale (1) kuhjunud tombulis-detriitsest kihist on järel vaid jäänuk *stromatoliidi* all, mis on kasvanud jäänukile üheaegselt ussikirjalise savika dolomiitse lubimuda (kihid 3-6) moodusumisega, mattunud lauspeen-detriitse kaaneliiva (7) kihi alla, mille ülaosas (8) selged kaevumiskäigud ja ussikirjalise savika dolmiitse lubimuda vahekihikesed; hele lubimuda käigutäide (9) pärineb lasuvast kihist

- von Saaremaa (Ösel). Apophoreta Tartuenssis, Stockholm
2. Eichwald, E.1854. Die Grauwackenschichten von Liv- und Estland. Bull. Soc. Nat. Mosvou, 27,1. 111 S.
3. Engelhardt, M., Ulprecht, E. 1830. Bemerkungen über das geognostische Gemälde von Ehstland und Livland. Arch. Miner. (Karsten), 2, S94-112
4. Einasto, R. 2006. Põlevkivilasundi settimistsüklite piirikihid teaduses ja ehituspraktikas. Keskkonnatehnika, 7/06, lk 50-51.
5. Einasto, R. 2010. Kallid kivistised. Loodusesõber, 5/10, lk 12-13.
6. Einasto, R. 2011. Vaadates kivi sisse. Vesiku kihtide paljandis Elda poolsaare läänerannal Saaremaal. Keskkonnatehnika, 8/2011, lk 39-41.
7. Hoppe, K.-H.1931. Die Coelolepiden und Acanthodier des Obersilurs der Insel Ösel. Palaeontographica, 76, 38-94.
8. Kõrts, A., Einasto, R., Männil, R. Radionova, E.1990. Calcareous algae. In: Kaljo, D., Nestor, H.(eds) Field Meeting Estonia 1990. Guidebook. Est. Acad. Sci., Tallinn, p 97-100.
9. Luha, A.1930. Über Ergebnisse stratigraphischer Untersuchungen im Gebiete der Saaremaa –(Ösel-)Schichten in Eesti (Unterösel und Eurypterusschichten). Acta et comm. Univ. Tartuensis, A 18, 6, 1-18.
10. Luha, A.1934. Saaremaa pinnaehitus ja aluspõhi. Rmt.: Eesti. Saaremaa. Eesti Kirjanduse Selts, Tartu, lk 4-22.
11. Mark-Kurik, E.1969. Distribution of vertebrates on the Silurian of Estonia. Lethaia 2 No 2
12. Märss, T. 1986. Silurian vertebrates of Esonia and West Latvia. Fossilia Baltica. Valgus, Tallinn, 104 p.
13. Märss, T. 2011. Ühe väljasurnud kala lugu Saaremaalt. Loodusesõber, 3/11, lk 20-23.
14. Nieszkowski, 1859. Der Eurypterus remipes aus den obersilurischen Schichten der Insel Oesel. Naturk. Liv-, Ehst- und Kurl., Ser 1, Bd. 2, Lf. 2.
15. Pander, C.H. 1856. Monographie der fossilen Fische des silurischen Systems des Russisch – Baltischen Gouvernements. St.-Petersburg, 91 S.
16. Patten, W. 1931. New Ostracoderms from Oesel. Science, vol. 73
17. Põlma, L. 1982. Põhja- ja Kesk-Baltikumi Ordoviitsiumi karbonaatkivimite võrdlev litoloogia. Tallinn, Valgus, 164 lk (vene keeles)
18. Robertson, 1945. Cephalaspids from the Upper Silurian of Oesel, with a discussion of Cephalaspid genera. Am. J. Sci., vol 243.

19. Rohon, J. 1892-1893. Die obersilurische Fische von Oesel. Mem. Acad. Sci. St.Petersb., ser. 7, 38, 13, 1-88; ser 7, 41, 5, 1-124.

20. Schmidt, F.1866. Ueber Thyestes verrucosus Eichw. und Cephalaspis Schrenckii Pand., nebst einer Einleitung über das Vorkommen Silurischer Fischreste auf der Insel Oesel. Verh. Russ. Min. Ges., Ser. 2, Bd.1.

21. Schrenk, A.1854. Übersicht des oberen silurischen schichtensystems Liv- und Ehstlands, vornämlich ihrer Inselgruppe. Arch.Naturk.Liv-, Ehst- und Kurland, ser. 1, I,112 S.

22. Аалое А.О. 1963. О стратиграфическом положении и условиях образования слоев с Tremataspis mamillata. Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, 13, 83-90.

23. Эйнасто, Р. 1964. К вопросу о классификации и формировании поверхностей перерыва. Литология палеозойских отложений Эстонии / Инст геол АН Эст. ССР. - Tallinn, lk. 123-130.

24. Эйнасто, Р.1968. Фациальные и палеогеографические условия образования эвриптеровых доломитов (силур Прибалтики).



Foto 5. Elda lääneranna paelasundi keskmisest kihist lihv proovist: Harvade ooididega ja rohkete purdsete teradega tombulis-detriitse lubjakivi (kihid 2, 2a) lõhenenud pinnale on kasvanud kühmulis-koorikuline *stromatoliit* üheaegselt ussikirjalise savika dolomiitse lubimuda (kiht 6) moodustumisega, analoogiliselt fotol 4 kujutatuga ja sellega ilmselt üheaegne

Междунар. геол. конгр. XXIII сесс. Докл. сов. геологов пробл. 8, с 68-74.

25. Эйнасто, Р. 1970. Роотсикулаский горизонт. Д. Кальо (ред) Силур Эстонии. Инст. Геол. А. наук Эст.

ССР; - Tallinn: Valgus, lk 264-276.

26. Эйнасто, Р; Аалое, А. 1970. Зернистые известняки: [Глава 2. Литология: Известняки]. Д. Кальо (ред) Силур Эстонии. Инст. Геол. АН Эст. ССР; - Tallinn: Valgus, lk 19-33.

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) ★
- ★ Przegląd Komunalny (Poland) ★
- ★ Residuos (Spain) ★
- ★ UmweltJournal (Austria) ★
- ★ UmweltMagazin (Germany) ★
- ★ Umwelt Perspektiven (Switzerland) ★
- ★ Uusioutiset (Finland) ★



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

Euroopa Keskkonnapressi auhind EEP Award 2012 “Environmental Innovation for Europe”

Euroopa keskkonnaajakirju ühendav organisatsioon Euroopa Keskkonnapress (EEP, *European Environmental Press*) annab koos Prantsusmaa juhtiva keskkonnamessiga *Pollutec* (www.pollutec.com), sel aastal kaheksandat korda välja keskkonnanauhinna, sedapuhku *EEP Award 2012*.

Eesmärk on tunnustada nende Euroopa firmade jõupingutusi, kelle uuenduslik keskkonnatehnika aitab parendada elukvaliteeti. Võitjate valimisel lähtutakse uuenduslikkusest, arvesse võetakse keskkonnaprobleemi tähtsust ja mõju Euroopas. Tootmistehnoloogiat peavad saama kasutada ka teised, tähtis on usaldusväärsus, kvaliteet ja tõhusus. Tehnoloogia ei tohi olla olnud kasutuses enne **1. jaanuari 2010**.

Auhinnad

Välja antakse kuld-, hõbe- ja pronksauhind. Võitjad saavad tasuta stendi sel aastal novembri lõpus Lyonis toimuval messil *Pollutec*.

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



Foto: Reed Expositions France

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

Materjalide saatmise tähtaeg on 5. mai



EHITUSKESKUS



INFO KVALITEETSEST EHITAMISEST

Rävala pst 8, 10143 Tallinn
Tel 660 4555

Avatud E-R 9-17

ehituskeskus@ehituskeskus.ee
www.ehituskeskus.ee

- Alaline ehitusnäitus
- Koolitusseminarid
- Ehitusalane kirjandus

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

Märts

01.03.2012

Betoonkonstruktsioonide rekonstrueerimine ja hooldamine

06.03.2012

Energiaühuse hoone projekteerimine. AEROC terviklahendus. Seminar toimub Tartus Eesti Maaülikoolis. **Osavõtt tasuta**

13.03.2012

Ehitusalase veebikartoteegi ETF-Net koolitus. **Osavõtt tasuta**

15.03.2012

EHITA TERASELT. Ruukki tarkvarad konstruktorile dimensioneerimiseks ja kujundamiseks. Tehniline tugl. **Osavõtt tasuta**
Fassaadide erilahendused. Uus käsiraamat TarindiRYL 2010

29.03.2012

Aprill

17.04.2012

PUIDUPÄEV. Seminar toimub koostöös Eesti Metsa- ja Puidutööstuse Liidu puit-ehituse klastriaga. **Osavõtt tasuta**

MESSID EESTIS JA MUJAL MAAILMAS

TUBE 2012, WIRE 2012

Düsseldorfs toimub 26.–30. märtsini kaks suurt messi – *Tube* ja *Wire*. *Tube* on kõige suurem mess maailmas, kus eksponeeritakse ainult torusid ning nende tootmiseks vajalikke masinaid ja seadmeid, torumaterjale, mõõte- ja kontrollseadmeid ning muud torudega seonduvat. Messil *Wire* eksponeeritakse nt kaablite ja juhtmete tootmiseks vajaminevaid masinaid ja seadmeid, vedrutootmiseseadmeid, mõõte- ja kontrollseadmeid. Lisateavet vt www.tube.de ja www.wire.de

EESTI EHITAB 2012

Eesti suurim ehitusmess toimub sel aastal 11.–14. aprillini Eesti Näituste messikeskuses Tallinnas. Messil eksponeeritakse uuenduslikke tehnoloogiad, ehituskonstruksioone ja -materjale, -masinaid, -seadmeid ja -tööriistu. Internetis: www.fair.ee

RESTA 2012

Vilniuses toimub 12.–15. aprillini Baltimaade suurim ehitusmess, kus peale ehitustemaatika eksponeeritakse ka kütte ja ventilatsiooni, veetötluse, taastuvenergeetika ning energiatõhusa ehitusega seonduvat. Internetis: www.litexpo.lt

HANNOVER MESSE 2012

Maailma üks suuremaid tööstus- ja energeetikamesse HANNOVER MESSE toimub seekord 23.–27. aprillini. Sel aastal on messi partnerriik Hiina. Põhitähelepanu on tööstuse automatiseerimisel, uuenduslikel tehnoloogiatel ja energiatehnoloogiatel, korraldatakse mitu erinäitust ja energeetikafoorumit. Internetis: www.hannovermesse.de

DRUPA 2012

Düsseldorfs 3.–16. maini kestev trükimeediamess *Drupa* on oma valdkonnas maailma suurim. Mess toimub iga nelja aasta tagant. *Drupal* on kohal kõik trüki- ja meediatööstuse liidrid, kuid ka väikesed innovatiivsed ettevõtted. Näha saab kõike trükistööstusse puutuvat – trükimaterjalidest ja masinatest lõpptöödeldud toodeteni. Lisateave: www.drupa.com

IFAT ENTSORGA 2012

Maailma üks suurem keskkonnamess IFAT ENTSORGA toimub 7.–11. maini Münchens. Peamised teemad messil on jäätmekäitlus, veetötlus ja reoveekäitlus, torustikud, vihmavee kogumine ja ülejutusohje, torustike renoveerimine, hooldus ja kontroll ning analüüsi- ja mõteseadmed. Internetis: www.ifat.de/en

Helsinki Chemicals Forum 2012

Helsingis 24.–25. maini toimival keemiafoorumil käsitletakse keemiatööstust puudutavaid õigusakte, ohutust, säästlikkust, keemiatööstuse ja tarbija suhteid, konkurentsivõimet ja innovatilisust. Internetis: <http://finnexpo.multiedition.fi/wwwcem/cem>

World Bioenergy 2012

Rahvusvaheline bioenergiamesse ja -konverents World Bioenergy toimub 29.–31. maini Jönköpingis. Teistest omalaadsetest erineb Jönköpingis korraldatav arvukate ekskursioonide poolest, mida korraldatakse bioenergiat

kasutatavatesse ettevõtetesse ja asutustesse, et osalejad saaksid oma silmaga näha, kuidas ja kus moodsaid bioenergiatehnoloogiasid Rootsis kasutatakse. Messiga samal ajal korraldatakse erinäitus World Pellets 2012. Mess toimub Rootsi messikorraldaja *Elmia* ja Rootsi Bioenergia Assotsiatsiooni (*The Swedish Bioenergy Association*, SVEBIO) koostöös.

CARBON EXPO 2012

Üheksas rahvusvaheline heitmekaubandusmess ja -konverents on sel aastal 30. maist kuni 1. juunini Kölnis. Internetis: www.carbonexpo.com

REW 2012

Istanbulis toimub 7.–10. juunini 8. rahvusvaheline jäätmekäitluse ja keskkonnatehnikamesse, kus peateemad on jäätmed, vesi, energeetika, mõõte- ja analüüsitehnika, õhk ja müra. REW on oluline keskkonnaäritus Musta mere piirkonnas ja Balkani maades, Lähis-Idas ja Kesk-Aasias. Internetis: www.rewistanbul.com

Intersolar Europe 2012

Münchenis toimub 13.–15. juunini rahvusvaheline mess ja 11.–14. juunini kongress *Intersolar Europe*. Tegemist on maailma suurima solaartechnoloogiamessiga, mis varem toimus nime all *Intersolar*. Internetis: www.intersolar.de

HUSUM WindEnergy 2012

Rahvusvaheline tuuleenergiamesse *HUSUM WindEnergy* on 18.–22. septembrini Põhja-Saksamaal Husumis. Osalevad juhtivad tuuleturbiinotootjad, tuulikukomponentide valmistajad ja teenusepakkujad. Internetis: www.husumwindenergy.com

FinnBuild 2012

Helsingis korraldatakse 9.–12. oktoobrini rahvusvaheline ehitus- ja ehitusteenuste mess *FinnBuild*, kus eksponeeritakse ehituse ja renoveerimistega seonduvat, disainiteenuseid, ehitusplatsi masinaid ja seadmeid, pinnase käitlemise masinaid ja tarvikuid, kinnisvarahoolduse seadmeid, vundamendi-, ehituskarkassi- ja fassaaditooteid, täiendavad ehitustooteid, viimistlustooteid, mööblit ja sisseseadet, ehitusteenuseid, transpordimasinaid, muid ehitusala tooteid ja teenuseid. Internetis: www.finnbuild.fi

CHILLVENTA 2012

Nürnbergis on 9.–11. oktoobrini 2012 külmustustehnikale, õhu konditsioneerimisele, ventilatsioonile ja soojuspumpadele pühendatud rahvusvaheline mess. Internetis: <http://www.chillventa.de>

POLLUTEC 2012

27.–30. novembrini toimub Lyonis Prantsusmaa suurim keskkonnamess. Internetis: www.pollutec.com

SEMINARID EESTIS

29. veebruaril toimub Tallinnas pinnasekasutust reguleerivatele õigusaktidele, uurimistöole ja pinnase tervendamisele pühendatud avalik seminar, mis toob kokku riigi, kohalike omavalitsuste, teadusasutuste ja ettevõtete esindajad ning jagab värskeimat infot valdkonna arengute kohta. Lisateavet seminari kohta saab selle korraldaja Doranova Baltic OÜ kodulehelt aadressil www.doranova.ee.



Näe rohkem,



uue LOGO!ga see on võimalik!

LAHENDUSED TÖÖSTUSELE

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

SIEMENS

Uuri täpsemalt:
www.siemens.com/logo