

KESKKONNATEHNIKA

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

1/13



ÅF-Automaatika OÜ on



PEPPERL+FUCHS

volitatud partner Eestis

Tööstusautomaatika

seadmed ja süsteemid toiduaine- ja keemiatööstusele,
veevarustus- ja energeetikaettevõtetele

Innovation by experience



ÅF-Automaatika
Lesta 14, 13516 Tallinn
Tel 671 8130
www.afconsult.com
www.automaatika.ee

Tartu kontor:
Tähe 114c, Tartu 51013

Narva kontor:
Joala 15, Narva 20103

AS Napal ²⁰ aastat soojusenergeetikas!

Eesti erakapitalil põhineva 1993. aastal loodud **ASi Napal** põhitegevusvaldkonda kuuluvad **soojustehnika** ja **tööstusautomaatika terviklahendused** – alates projekteerimisest ja ehitamisest kuni objekti käikuandmiseni. Pakume ka objektide regulaarset hooldamist ning 24-tunnist valmisolekut rikete kiireks kõrvaldamiseks. Hooldustöid teeb meie tütarfirma **Napal Service OÜ** meeskond.

AS Napal on Soome sagedusmuunduritootja **Vacon** ametlik esindaja Eestis. Sagedusmuundurite müügi, hoolduse ja remondiga tegeleme peale Eesti ka Lätis ja Leedus. Tänu sellele, et meil on **Vaconi** sagedusmuundurite ladu, saame klientidele pakkuda lühikesi tarneaegu.

Viimaste aastate projektidest väärivad esiletõstmist 100 MW-se võimsusega Ahtme katlamaja, veesoojenduskatla PTVM-100 renoveerimine ASi Tallinna Küte Mustamäe katlamajas ning 12–48 MW-ste „võti kätte“-termaalõlikatlamajade rajamine Paldiski, Muuga ja Sillamäe sadamate naftatooteterminalidele.

AS Napal tunnistati 2011. aastal Eesti kõige konkurentsivõimelisemaks ehitusettevõtteks.



AS Napal

Nõmme tee 95/Tüve 22a, Tallinn

Tel 6274 700,

e-post: napal@napal.ee

www.napal.ee



VKG Soojus ASi Ahtme 100 MW katlamaja



Vopak E.O.S ASi 48 MW termaalõli katlamaja



VKG Soojus ASi Ahtme 100 MW katlamaja



Tallinna Küte ASi Kadaka katlamaja võrgupump



9



12



24



30



34

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
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
2013. aastal ilmub 6 numbrit
Aastatellimus maksab 24 EUR
Järgmine number ilmub märtsis
Trükkikoda Printon AS



ehitus, planeeringud

- 34 Bayonne'i sild New Yorgis sai 80-aastaseks. [J. Virola](#)
- 40 Kommentaar Joonas Hiie artiklile Puittoodete kasutamisest passiivmajade ehitamisel. [J. Salla](#)

energeetika, automaatika

- 9 *ECOHOUSING* – energiatõhusatele ja keskkonnahoidlikele elamutele pühendatud projekt. [M. Hovi](#), [A. Menind](#), [M. Märss](#), [K. Hovi](#)
- 14 Kas Eestile on vaja tuumajaama? [H. Toomiste](#)
- 18 Nutimaja – terviklikult toimiv rätsepatöö. [N. Kärbo](#), [S. Kumpas](#)
- 21 Hooneautomaatikasüsteem *DynaTemp*. [I. Pärn](#)
- 24 Tabivere saab soojusenergiat biokütusest. [T. Laur](#)
- 25 Interneti ja vabavara kasutamine tehnosüsteemide kaughalduses. [N. Takis](#)
- 41 Kolm taastuenergiaülevaadet. [M. Noor](#)

keskkond

- 12 Naftareostusallikate identifitseerimine. [K. Mõts](#)
- 32 Pilvealune päikesekiirgus. [T. Tomson](#)
- 36 Vaadates kivi sisse. Vasalemma paas – meie vanim troopilise rifivööndi sete. [R. Einasto](#)

küte, ventilatsioon

- 28 Terviklikud ja energiasäästlikud ventilatsioonilahendused *Comfosystems*. [T. Kolk](#)
- 30 Passiivmajade küttesüsteemid. [M. Merevoo](#)

messid

- 43 Mida oli uut Lyonis peetud keskkonnamessil *Pollutec*. [M. Noor](#)

TÖÖSTUSHEITE SEADUSE EELNÕU SAI VALITSUSELT HEAKSKIIDU

Valitsuselt 13. detsembril heakskiidu saanud tööstusheite seadus seab eesmärgiks vähendada keskkonnasaastet ja selle kahjulikku mõju inimeste tervisele. Seadus sätestab tööstusvaldkondades tegutsevaile ettevõtetele nõuded, mis aitavad vähendada ja vältida nende tegevusega kaasnevat negatiivset mõju inimeste tervisele. Kõike, mis puudutab heidet õhku, vette ja pinnasesse, jäätmekäitlust ja energia tõhusat kasutamist, käsitletakse selles õigusaktis terviklikult. Tööstusettevõtted peavad kasutusele võtma parima võimaliku inimeste elu- ja looduskeskkonda kaitsva tehnoloogia.

Euroopa Keskkonnabüroo andmetel on Euroopas 52 000 suurt tööstusettevõtet, mille tegevus kahjustab peale keskkonna ka inimeste tervist. Eestis on selliseid ettevõtteid 256.

Tööstusheite seadus ei ole täiesti uus, vaid täiendab juba üle kümne aasta kehtinud saastuse kompleksse vältimise ja kontrollimise seadust. Keskkonnainspektsiooni järelevalve tööstusettevõtete keskkonnanõuete täitmise üle muutub senisest paremini kavandatuks, süsteemsemaks ja riske arvestavamaks. Üldsus saab suuremaid võimalusi osalemiseks komplekslubade andmises või muutmistes, sest peale Keskkonnaministeeriumi ja Keskkonnaameti kodulehtede saab nende kohta lisateavet kohalike omavalitsusüksuste kodulehtedelt ja ajalehtedest.

Seadus jõustub 1. mail 2013. aastal. Kui uued ettevõtted peavad selle nõudeid täitma jõustumispäevast peale, on olemasolevatele ette nähtud üleminekuaeg kuni 7. jaanuarini 2014.

A.M.

KIVIÕLI POOLKOKSIMÄGI ON OHUTU JA SULETUD

Kaks aastat kestnud Kiviõli tööstusjäätme- ja poolkoksiprügila sulgemine on edukalt lõpule jõudnud. Ligi 20 ha suuruse prügila-ala keskkonnanõuetele vastavusse viimiseks suleti õlitootmisjääkide pigijärved ning kujundati laugemaks jäätme mäe järsud nõlvad, mis soodustasid mäesiseste kuumenemiskollete tekkimist. Prügila kaeti veetiheda kattega ja haljastati. Varem Baltimaade kõrgeima inimtekkelise pinnavormina tuntud prügila kõrgus vähenes 30 meetri võrra ning nüüd on mäe kõrgus jalamilt arvates ligikaudu 85 meetrit. Kiviõli prügila sulgemise tellis Keskkonnaministeerium ning töövõtja Skanska EMV-ga sõlmiti leping 2009.aasta detsembris. Projekti, mille kogumaksumus oli ligikaudu 5,9 miljonit eurot, rahastati Euroopa Liidu Ühtekuuluvusfondist.

A.M.

EUROOPA ROHELINE PEALINN 2013 ON NANTES



Foto: Wikimedia Commons

Novembri lõpus Brüsselis toimunud tseremoonial võttis Euroopa roheline pealinna tiitli Hispaania linnalt Vitoria-Gasteiz üle Prantsusmaa suuruselt kuues linn, ligi 600 000 elanikuga Nantes. See sadama-

ja tööstuslinn, mille pindala on 534,9 km², asub 55 km kaugusel Atlandi ookeanist, Loire'i, Erdre'i ja Sèvre'i jõgede ühinemiskohal.

Rohelise pealinna tiitli andmisel hinnati Nantes'i rohealade rohkust

– 60 % pindalast on kas roheala või põllumajandusmaa. Linnas kasvab ca 100 000 puud ning elaniku kohta on 57 m² haljasala. Keegi ei ela rohealast kaugemal kui 300 meetrit. Linnal on neli Natura 2000 ala ja 33 taimestiku, loomastiku või ökoloogilise väärtuse poolest olulist looduslikku maa-ala. Viimase kahekümne aasta jooksul on pööratud erilist tähelepanu CO₂ heitkoguste vähendamisele. Eelmisel kümnendil on pidevalt arendatud ühistransporti, sh trammiliiklust, ning jalgrattateid. Kui praegu kasutab ühistransporti 15 % Nantes'i elanikest, siis 2025. aastaks on seatud eesmärgiks tõsta see protsent kolmekümneni. Jalakäijasõbralikus kesklinnas piiratakse autoliiklust.

Euroopa roheline pealinna tiitli on seni saanud neli linna, esimesena 2010. aastal Stockholm, järgmisel aastal Hamburg ning 2012. aastal Vitoria-Gasteiz. 2014. aastal annab Nantes tiitli üle Kopenhaagenile.

A.M.

EESTIS SUURENEB SAASTEKVOODI MÜÜGITULUST RENOVEERITAVATE HOONETE HULK

Jaauanuaris andis valitsus loa lisada riigi rohelise investeerimisskeemi raames *Marubeni Corporation*iga ja *Sumitomo Mitsui Banking Corporation*iga sõlmitud renoveeritavate hoonete nimistusse 27 hoonet. Võimalus lisada uusi objekte nimekirja tekkis tänu sellele, et ehitustööd on tänu edukatele riigihangetele kujunenud planeeritud odavamaks. Renoveerimistööde valmimise tähtaega pikendati 2013. aasta lõpuni.

Soojapidavamaks saavad Vana-Vigala tehnika- ja teeninduskooli katlamaja, Saaremaa muuseumi kantslei-fondihoidla, arhiivraamatukogu ja töökoda, Eesti Piimandusmuuseumi peahoone, Kohtla-Järve jäähall, Rapla ühisgümnaasiumi võimla, Sillamäe lasteaia Päikseke hoone, Aavere hooldekodu, Saare maavalitsuse hoone, Hiiumaa muuseumi peahoone, Põhja-Eesti regionaalhaigla Mustamäe B-korpus, Eesti Rahvusringhäälingu raadiomaja,

Sõmera hooldekodu, Lääne-Viru maavalitsuse hoone, Sillamäe Kodu, Kogula eakatekodu, Rannarootsi muuseum, Hiiumaa haigla, Rakvere teatrimaja, Kohtla-Järve kunstide kool, Kohtla-Järvel asuvad slaavi gümnaasiumi ning Ahtme gümnaasiumi hooned, Rakvere valla Lasila põhikooli hoone, Kihnu rahvamaja, Helme valla Ritsu spordihoone, Pärnu lasteaed Mai, Karksi-Nuia kultuurikeskuse ning Audru rahvamaja-hooldekodu hooned.

Eesti on seni eri riikide ja firmadega sõlminud 22 kokkulepet riigi lubatud heitkoguse ühikutega kauplemiseks. Koos nüüd lisandunud hoonetega renoveeritakse saastekvoodi müügist saadud rahaga 540 riigi ja kohalike omavalitsuste hoonet, millest 484 on juba valmis. Renoveerimist korraldab koos hoonete omanikega Riigi Kinnisvara Aktsiaselts ning projektide elluviimise eest vastutab Rahandusministeerium.

A.M.

ABB AS SÕLMIS JAANUARIS LEPINGU KOMPRESSORITE JA MOOTORITE TARNIMISEKS VIRU KEEMIA GRUPILE

Järgmise kahe ja poole aasta jooksul tarnib ABB Viru Keemia Grupile (VKG) rajatavate õlitehaste jaoks neli kompressorit ja neli elektrimootorit, mis maksavad ligi 3 mln eurot. Uued kompressorid ja mootorid hakkavad tehaseid varustama õli tootmisel vajaliku suruõhuga ning aitavad suurendada põlevkiviõli tootmismahut keskonnakoormust suurendamata.

ABB on ülemaailmne tehnoloogialiid erenergeetika ja automaatika valdkonnas ning VKG Eesti suurim põlevkivi ümbertöötamisettevõtte, mis annab tööd rohkem kui 2000 inimesele. VKG-le kuuluvad oma kaevandus, viis põlevkivi ümbertöötamistavabrikut ning transpordi-, montaaži- ja erenergeetikaettevõtted. Kontserni käive oli 2012. aastal üle 200 miljoni euro. Viimase kaheksa aasta jooksul on keskkonnahoidu investeeritud üle 64 miljoni euro. Maailmas on VKG oma põlevkivi töötlemismahu poolest Hiina Fushuni kompleksi järel teisel kohal. A.M.

www.kaeser.com
KAESER
KOMPRESSORID

Kompressorite heitsoojuse taaskasutamisega säästad raha ja keskkonda

Energiatõhususe optimeerimine heitsoojuse taaskasutamisega

Kuni 96% kompressori poolt tarbitud energiast muutub soojusenergiaks ja seda on võimalik taaskasutada. Ettevõtte, kes kasutavad sellist energia taaskasutuse lahendust mitte ainult ei saavuta täiendavat kulude kokkuhoidu, vaid aitavad kaasa ka ümbritseva keskkonna kaitsmisele. Sellisel viisil taaskasutatavat soojusenergiat on võimalik kasutada näiteks ruumide kütmiseks, luua sooja õhu kardinaid, toota sooja tarbevett, jne. Kasutuskohtade nimekirja on väga pikk.

Huvi korral küsi lisainformatsiooni!



KAESER KOMPRESSORID – Kesk tee 23 – Aaviku – Rae vald – 75301 Harjumaa – Eesti
Tel +372 6064290 – Faks +372 6064297 – E-post: info.estonia@kaeser.com – www.kaeser.com

ABB GRUPP SAI LÕUNA-AAFRIKA VABARIIGIST SUURTELLIMUSE

Möödunud aasta detsembris sai ABB Grupp Lõuna-Aafrika Vabariigist 225 miljoni dollarilise suurtellimuse kahe käivitusvalmis päikeseelektrijaamara-
jamiseks Limpopo provintsi. Tellijad on Core Energy ja Erika Energy, mille põhiaktsionär on maailma juhtiv päikeseenergiateenuste pakkuja SunEdison. Päikeseenergiajaamad

hakkavad paiknema Limpopo provintsi pealinna Polokwane'i lähedastes Witkopi ja Soutpani päikeseparkides. Jaamad, mille tootmisvõimsus on vastavalt 33 ja 31 MW, on esimesed Lõuna-Aafrika Vabariigi pikaajalise taastuvenergia programmi raames rajatavad päikeseenergiajaamad. Programmi eesmärk on vähendada elektritootmise



Foto: ABB AS

keskkonnamõju ja soodustada taastuvenergia kasutuselevõtmist. Jaamades toodetav elekter (130 GWh aastas) suunatakse uue kõrgepingealajaama kaudu kõrgepinge-ülekandevõrku. Puhast energiat saab 36 000 Lõuna-Aafrika majapidamist ning välditakse 130 000 tonni CO₂ õhkupaiskamist aastas.

A.M.

RANGEMAD REOVEE-PUHASTUSNÕUDED PARENDAVAD VEEKOGUDE SEISUNDIT

Keskkonnaminister Keit Pentus-Rosimannus esitas 14. novembril valitsusele heakskiitmiseks määruse, mis karmistab reoveepuhastusnõudeid ning tagab veekogudele parema kaitse. Rangemad nõuded vähendavad toitainete – fosfori ja lämmastiku jõudmist veekogudesse. Vähendatud on ka heitvee raskemetalli- ja muude ohtlike reoainete piirsisaldust. Määruse eelnõu tugineb Euroopa Liidu veepoliitika raamdirektiivile, mis seab eesmärgiks saavutada veekogude hea seisund 2015. aastaks. Peale asulareovee puhastamise direktiivi nõuete on määruses arvestatud ka Läänemere piirkonna merekeskkonna kaitset koordineeriva Helsingi Komisjoni (HELCOM) soovitusi.

A.M.

MÖÖDUNUD AASTA PARIMAD KESKKONNATEOD, KESKKONNATEOKESED JA KESKKONNASÕBRALIKUD ETTEVÕTTED

Keskkonnaminister Keit Pentus-Rosimannus andis möödunud aasta novembri lõpus üle auhinnad ja tänukirjad keskkonnavaldkonna parimatele, kes olid pühendunud laste ja noorte harimisele, ning ettevõtetele, mis olid silma paistnud säästlike ja uuenduslike lahendustega.

Aasta parimaks keskkonnateoks hinnati ning 1000 euro suuruse preemia pälvis MTÜ Eesti Ornithologiaühingu projekt „Linnuõpe loodusainete õpetajatele“ ning **Aasta Keskkonnateokeks** JCI GO Koda raamatu „Naksitrallid“ ainetel lavastatud vabaõhuetendus „Naksitrallide Metsakool“.

Aasta Keskkonnasõbraliku Ettevõtte tiitel anti välja kahes kategoorias. Keskkonnasõbraliku toote või teenuse kategoorias kuulutati võitjaks **Rexest Grupp OÜ**, kes esitatakse ka Euroopa keskkonnanauhinna konkursi kandidaadiks.

Rexest Grupp OÜ toodab plastpakendijäätmetest Plastrexi nimelist uudset ja kestvat ehitusmaterjali, mida saab töödelda niisama moodi kui puitu – saagida, freesida ja kruvidega ühendada. Materjal ei ole toksiline, ei mädane ega ima niiskust ning seda on lihtne puhastada.

Keskkonnasõbraliku protsessi kategoorias sai võidu **Aravete Biogaas OÜ**. Aravetel 2012.a suvel valminud biogaasijaamas, mille võimsus on 2,0 MW elektri- ja 2,0 MW soojusenergiat, toodetakse biogaasi peamiselt Aravete Agro veiselautadest pärit tahe- ja vedelsõnnikust. Peale sõnniku kääritatakse ka muid ümberkaudsetest põllumajandus- ja toiduainetööstusettevõtetest saadud biolagunevaid materjale. Biogaasi kasutatakse 2 MW elektrilise ja 2MW soojusliku võimsusega koostootmisjaamas. Elektrienergia suuna-

takse jaotusvõrku ning soojusenergia müüakse Aravete katlamajale, millest Aravete aleviku elanikud saavad alates möödunud aasta septembrist soojust. Investeeringu kogumaksumus oli ca 6 miljonit eurot. Koostootmisjaama rajamist finantseeris Keskkonnainvesteeringute Keskuse kaudu Euroopa Regionaalarengu Fond.

Tunnustati ka ettevõtet **Tallinna Vesi AS**, mis täiendas Tallinna reoveepuhastit heitvee nitraadisaldust oluliselt vähendava biofiltriga.

Keskkonnaministeerium on korraldanud Aasta Keskkonnateo konkurssi 2001. aastast peale, et tunnustada viimase 12 kuu tublimaid ning innustada nii üksikisikuid kui ka organisatsioone, asutusi ja ettevõtteid võtma eeskuju keskkonnahoiu, keskkonnakaitse, -teavituse ja -teadlikkuse alal tunnustust pälvinud tegudest.

A.M.

LIGI KÜMNENDIK KOGU MAAILMA ELEKTRIAUTODE KIIRLAADURITEST ASUB EESTIS

Kiirlaadimisstandardit toetava organisatsiooni CHAdeMO andmetel töötas jaanuaris maailmas üle 1900 kiirlaaduri, neist 521 väljaspool Jaapanit. Eestil on oma 163 kiirlaaduriga praegu suurim töötav kiirlaadimisvõrk Euroopas.

Euroopas on elektriautode laiemat kasutusele võtmist pidurdanud puudulik kiirlaadimistaristu. Eesti kiirlaadurivõrgu muudab ainulaadseks see, et ühe autoriseerimiskaardiga saab kasutada kõiki laadureid. Mitmes riigis toimib laadimiskaart vaid piiratud hulgas laadureis ning eri laadimisvõrkude vaheline rändlusteenus (ingl *roaming service*) ei tööta.

Euroopa Komisjon avaldas jaanuaris liikmesriikide kohustusi sätestava strateegia Euroopa elektriautotaristu

arendamiseks. Euroopas kasutab CHAdeMO-kiirlaadureid praegu üle 70 000 elektriauto ning lähiaastatel on oodata nende arvu märkimisväärset suurenemist. 2014. aastaks peaks saama Euroopa suurima kiirlaadurivõrguga riikideks Suurbritannia (278 laadurit), ja Prantsusmaa (181 laadurit). Eesti naabritest kavatseb Soome tänavu paigaldada 22, Rootsi 35 ning Venemaa 10 kiirlaadurit, Läti ega Leedu ei ole nende võrgu rajamise suhtes veel põhimõttelisi otsuseid langetanud.

Eesti kiirlaadimisvõrgus oli jaanuarikuuni autosid laetud enam kui 6500 korral ning üle kantud ligi 45 MWh energiat. Ühele laadimisele kulub keskmiselt 21 minutit.

KESK- JA IDA-EUROOPAS KASUTAB 2020. AASTAL TUULEENERGIAT 9 MILJONIT MAJAPIDAMIST

Euroopa Tuuleenergia Assotsiatsioon (*European Wind Energy Association, EWEA*) avaldas veebruaris raporti „*Eastern Winds*“, mille kohaselt saab Kesk- ja Ida-Euroopas ning Türgis 2020. aastaks tuuleenergiast oluline elektrienergiaallikas ning fossiilsete kütuste osakaal elektrienergia tootmisel järk-järgult väheneb. Euroopa Liidu kaksteist uut Kesk- ja Ida-Euroopa liikmesriiki plaanivad tõsta tuulikute koguvõimsuse 6,4 GW-lt (2012. aasta lõpus) 2020. aastaks 16 GW-ni, mis võrduks üheksa miljoni kodumajapidamise elektrienergiavajadusega. Türgi kavatseb suurendada elektrituulikute koguvõimsust 2023. aastaks praeguselt 2,3 GW-lt 20 GW-ni.

Tuuleenergeetika areneb praegu kiiresti Poolas ja Rumeenias, kus paigaldatud tuulikute koguvõimsus 2012. aasta jooksul kahekordistus. Poolas oli nende koguvõimsus 2012. a lõpus 2,5 GW ning Rumeenias 1,9 GW. Tuuleenergeetika kasvu ei prognoosita Tšehhis, Ungaris ega Bulgaarias, kus on küll olemas pikaajalised taastuvenergeetikakavad, ent puuduvad taastuvenergiaallikate kasutuselevõttu soodustavad seadused ning investorid ei ole seetõttu sellistest projektidest huvitatud.

A.M.

A.M.



KSB tehaseesindus nüüd ka Eestis

KSB on maailmas üks suuremaid ja vanemaid pumbasüsteemide tootjaid olles usaldusväärseks partneriks juba aastast 1871. Kogemused, teadmised ja pidev arendustöö võimaldavad valmistada tooteid, mis paistavad silma energiatõhususe ja vastupidavuse poolest. Need on laialdaselt kasutusel kodumajapidamistes, üldehituses, veevarustuses, tööstuses ja kaevandustes. Vaata lisaks www.ksb.com

KSB | Ehitajate tee 108, 12915 Tallinn | Tel: 60 10 167

www.ksb.com

Pumbad | Ventiilid | Pumbasüsteemid

Mõõtetehnika reovee vooluhulga ja taseme mõõtmiseks, andmeedastuseks ja kanalisatsioonisüsteemide juhtimiseks

Nivus GmbH uue anduri-süsteemiga **Mini** on võimalik reovee vooluhulka täpselt mõõta alates vee sügavusest torus 3 cm kuni 100 %-lise täitumiseni. **Mini** sobib kuni 500 mm läbimõõduga torudele.

nivus
www.nivus.com

1. Sobib kuni 3000 mm läbimõõduga torudele.
2. Sobib kuni 1000 mm läbimõõduga torudele.
3. Sobib kuni 500 mm läbimõõduga torudele.



ECOHOUSING – ENERGIATÕHUSATELE JA KESKKONNAHOIDLIKELE ELAMUTELE PÜHENDATUD PROJEKT

MART HOVI, ANDRES MENIND, MAIDO MÄRSS, KÜLLI HOVI

Eesti Maaülikooli tehnikainstituut

MEIE laiuskraadidel kulub kodumajas suur osa energiast kütmiseks. Tiheasustusaladel on levinud keskküte, ent lisasoojusallikate ja meeleoluloojana kasutatakse rohkesti ka ahje ja kaminaid. Kohtades, kus keskkütet pole, on ahiküte (tihti koos soojuspumpadega) ainuvõimalik lahendus.

Soome Töötõhususühingu (*Työtehoseura*, TTS) eestvedamisel käivitati 2011. aasta mais EÜ rahastatud INTERREG IVA-sarjas projekt *ECOHOUSING* (*Energy efficient and ecological housing*). Projektil on kaks põhieesmärki: uurida biomassi ja päikeseenergia kooskasutussüsteeme ja taastuvaid kütuseid ning tõhustada kodumajapidamiste energia-kasutust (alates kodumasinatest kuni hoonepiirete soojapidavuseni).

Projektis ECOHOUSING osalevad Soome, Eesti ja Läti peamiselt energee-

tika valdkonnaga tegelevad uurimis-asutused. Keskendutakse väiksematele üksustele, sh kodumajale, mitte suur-energeetikale. Projekti juhib ning osaleb kõigis töögruppides *Työtehoseura*, kes korraldab katseid biomassiga köetavate katelde ja ahjudega ning uurib biomassi ja päikeseenergiat kooskasutavaid kombikatlaid.

Riia Tehnikaülikooli energiasüsteemide ja keskkonnatehnika instituudi peamine ülesanne on biokütuseid kasutavate katelde ja väikemajade küttesüsteeme käsitleva tehnoloogilise teabekogumi levitamine, biomassi ja päikeseenergiat kooskasutavate kütteseadmete käitamiseks vajalike kogemuste hankimine ning selle tehnoloogia laialdane propageerimine. Koostöös Balti Keskkonnafoorumiga koostatakse õppematerjale katlapaigaldajate, nõus-

tajate ja seminaridel osalejate jaoks.

Veebipõhise õppe- ja nõustamismaterjali peamine arendaja on Tallinna Ülikooli informaatika instituut, kelle ülesanne on arendada kutsenõustamismudel, mis on suunatud neile, kes hakkavad tegelema projekti temaatikaga seotud säästva ja energiatõhusa majapidamisega.

Tallinna Tehnikaülikooli Tartu kolledž osaleb aktiivselt energia- ja keskkonnauuringutes, eriti taastuvate energiaallikate, energiatõhususe ja energia ratsionaalse kasutamise vallas. Nende tegevus on pühendatud peamiselt spetsialistidele ja energianõustajatele mõeldud koolitusmaterjalide arendamisele.

Kõigis projekti töörühmades osaleb vabaühendus Balti Keskkonnafoorum (*Baltic Environmental Forum*, BEF). Erilist tähelepanu pööratakse ajakohase



www.greenforce.ee




Greenforce OÜ, Gaasi 6a, 11415 Tallinn,
Tel: 602 54 61, faks: 602 54 60
info@greenforce.ee,

Plastmahutid ja -seadmed

teabe kogumisele ja eri taastuenergiaallikate võrdlemisele. BEFi ülesandeks jääb ka projekti temaatikat hõlmava kogumiku koostamine ja avaldamine.

Eesti Maaülikooli ülesanne on uurida ja katsetada taastuvkütuseid ja analüüsida nende sobivust väikekollates kasutamiseks ning sisustada katelseadmete õppelabor kursuste ja õppepäevade korraldamiseks. Peale selle varustame projekti kodulehte õppe- ja nõuandematerjalidega, osaleme pilootprojekti korras internetikeskkonnas toimiva energiatõhusat ja ökoloogilist majapidamist propageeriva nõustamisüsteemi käivitamises ning kogume ja valmistame ette materjale Balti Keskonnafoorumi Läti partnerite koostatava käsiraamatu jaoks. Projekti raames on maaülikoolis toodetud ja partnerite abil katsetatud biokütuse- ja jäätmebrikette. Katlalaoris on kavas korraldada avatud töötubasid ja kursuseid kõigile soovijatele. Turu-uuringust peaks selguma, missuguseid väikemajapidamistele sobivaid bioenergiat kasutavaid katlaid ja koldeid on Soomes, Eestis ja Lätis müügil ja kasutusel [1].

Projekti raames uuritakse muuhulgas ka ahjude ja soojust salvestavate kohtkütteseadmete omadusi. Peale Eesti Maaülikooli juhtimisel toimuva ahjuuuringu on kavas vaatluse alla võtta majapidamiste koguergiavarustus. Soome ja Läti katlalaorites katsetatakse lahendusi, milles teineteist täiendavad graanulküte ja päikesesoojus. Tallinna Ülikooli õlgadel on veebile ja muudele interaktiivsetele vahenditele tuginevate

koolitus- ja nõustamismaterjalide loomine. Aastavahetusel 2011/12 korraldati veebipõhine küsitlus, et saada ülevaadet elanike energiakasutustavadeist.

Kõigi töörühmade tegevuses osaleb EMÜ tehnikainstituut. Projektiga on tihedalt seotud tehnikainstituudi ainekursused soojusõpetus, katelseadmed ja energiavarustus, milles käsitletakse tehnoloogiliste lahenduste rakendamist soojatootmises ja taastuva energia propageerimist, ent ka biokütuste tootmise ja kasutamise majanduslikku ja sotsiaalset tagapõhja. Tehnikainstituudis on käsil ka mitu kohaliku tähtsusega projekti, mille eesmärk on edendada taastuenergeetikat ja selle valdkonna uusi tehnoloogiaid [2].

Projekti *ECOHOUSING* raames tegeldakse tehnikainstituudis peamiselt kolme teemaga:

- biomassist ja puidupõhistest tootmisjäädikdest pärit tahkekütuste uurimine;
- ahjude termograafiline vaatlemine, nende tehnilise seisundi ekspresshindamine ning klassikaliste soojustehniliste mõõtmiste rakendamine nende kasuteguri määramiseks;
- katelseadmete õppelabori sisseseadmine ja kasutuselevõtt.

KÜTUSTE UURIMINE

Projektis pööratakse erilist tähelepanu mitmesugustele puidupõhistele ja -laadsetele kütustele. 2011. aasta suvel valmistati katsepartii briketti „hobujõud“, mis koosnes tallides allapanuks

kasutatud sõnnikusegustest okaspuidulaastudest (joonis 1). Selle materjali, mida tekib nii Eesti kui ka põhjanaabrite hobusetallides üsna palju, käitlemisega on tõsisid raskusi [3]. Hinnanguliselt sisaldab ta 10 kg kuivainet hobuse kohta ning ta energeetiline ekvivalent on 3 liitrit vedelkütust. Proovipartiiga tehtud katsed näitasid, et saadud briketti on küll võimalik käsitsi köetavas halukatlas põletada, ent põlemise lõppfaasis hakkab suur tuhasisaldus (~5 %) tüli tegema. Lähiajal on kavas teha selle briketiga katseid tehnikainstituudi vastvalminud katlalaori pidevtoimelises automatiseeritud väikekatlas. Briketeerimiseks kulub elektrienergiat umbes 100 W·h/kg.

Korduvalt on proovitud briketeerida ka energiaheina ning saadud kompaktna ja kergesti käsitsetav biokütus [4]. 2012. aasta jaanuaris põletati TTS-i katlalaoritooriumi käsitsi köetavas halukatlas partii energiaheinabriketti. Põlemise algul oli kõik kena, ent lõpu- poole protsess tõenäoliselt suure tuhasisalduse tõttu pidurdus ja kütust oli vaja intensiivselt segada. Restkoldes põletati 10 kg luhahainast valmistatud briketti ning saadi 27 kW·h soojusenergiat. Kui briketi alumiseks kütteväärtuseks võtta 4,5 kW·h/kg, on kasutegur suhteliselt madal (60 %). Suurema tõhususe saavutamist takistas peamiselt suurest tuhasisaldusest põhjustatud mittetäielik põlemine ja suur soojuskadu suitsugaasidena kõrge liigõhuteguri tõttu.

Briketeerida võiks ka tselluloositootmise puidupõhist lühikesekiulist tootmisjääki ning sel moel täiendada kohaliku kütuse varu [5]. Võrreldes hobuseallapanust ja energiaheinast valmistatud briketiga tekib selle põletamisel vähem (~1,5 %) tuhka – peaaegu niisama palju kui puidust.

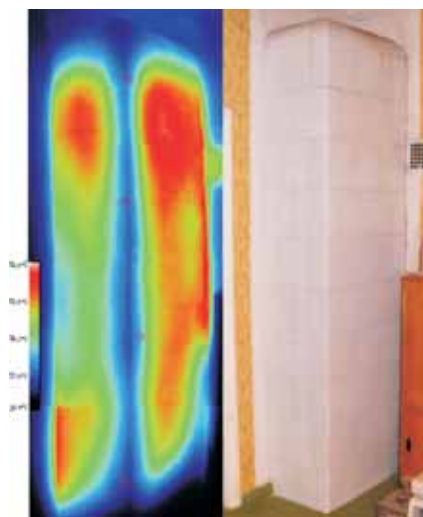
AHJUDE UURIMINE

Ahjude uurimine sai alguse vajadusest koostada juhend soojust salvestavate ahjude seisundi ekspresshindamiseks soojuspildistamise abil. Pinnatemperatuur ja selle ühtlus või ebaühtlus võivad anda märkimisväärset teavet ahju konstruktsiooni ja tehnilise seisundi kohta. Joonisel 2 kujutatud eelmise sajandi esimesel poolel ehitatud viie lõõri ja ahjukapiga pottkiviahi kütab kolme tuba. Mitte kunagi kapitaalselt remonditud ahju termofoto ülaosas paistab esimese lõõri lõpus enne pööret silma tugevasti kuumenenud ala. Võib arvata,



Joonis 1. Kütusepartii „Hobujõud 1“. Briketi pinnal on näha ebaühtlasest algmaterjalist põhjustatud defekte. Teise partii valmistamisel tooraine ühtlustati ning kvaliteet oli parem

Foto: Külli Hovi



Joonis 2. Selle Tartu Kingu tänava kortermaja viie lõõriga salvestava pottkiviahju ehitas 1940. aastal meister Hermann. Termofoto põhjal võib järeldada, et esimese lõõri ülaosa salvestuskiht on õhukeseks põlenud, mistõttu ahju pinnatemperatuur on lubamatult kõrge – kuni 90 °C. Et ahi on valget värvi, on tegelik pinnatemperatuur ca 10 °C kõrgem

Foto: Külli Hovi

et ahjusein on selles kohas aja jooksul õhemaks põlenud ning selle soojussalvestusvõime vähenenud.

Peale ahjude soojuspildistamise on mõõdetud kulunud kütuse kogust ja määratud selle omadusi – niiskust, halgude keskmisi mõõtmeid ja mahumassi. Kogu kütumiskorra vältel registreeriti distanttermomeetri ja ahjule kleebitud temperatuuriandurite abil ka ahju pinnatemperatuuri. Suitsugaasi analüüsimise tulemusena määrati kaudsel meetodil põlemise kasutegur. Visuaalselt hinnati ahju seisundit ja konstruktsiooni. Sooritatud katsete tulemused lubavad arvata, et lühemate lõõridega (nt kolmelõõriliste ja rõõplõõridega) ahjude suitsugaasitemperatuur on korstnasse sisenemisel liiga kõrge. See viitab mitterahuldavale konvektiivsele soojusvahetusele lõõristikus. Kuigi soojusvahetuspindala võib olla üsnagi suur, ei jõua salvestusosa kogu soojust vastu võtta. Töö tulemusena soovitati kõigile kütteseadmetele paigutada statsionaarne suitsugaasitermomeeter sellesse suitsukäigupunkti (nt sulgesiibri tagusse puhastusavasse), millest kaugemal suitsugaasisoojust enam kätte ei saa [1].

EMÜ KATELSEADMETE ÕPPELABOR

Seoses Eesti Maaülikooli tehnikains-



Joonis 3. EMÜ tehnikainstituudi katelseadmete õppelabor. Fotol on katlad võimsusega 50 kW ja 25 kW

Foto: Külli Hovi

tituudi õppekorpuse renoveerimisega tekkis võimalus realiseerida aastatetagune plaan luua väikekatelde õppe- ja katselabor. Sellele mõeldi juba 1995. aastal, kui kaitsti Eesti oludes energiaheinaga kütmise võimalusi vaagiv magistritöö [6]. Labori (joonis 3) sisustamine sai võimalikuks tänu aktiivsele koostööle katlatehasega Rapla Metall OÜ ning projekti *ECOHOUSING* toetusele.

Labori, mille soojusvõimsuseks kavandati 300 KW, tehnilise lahenduse projekteeris oma energiakasutuse eriala magistritöös Mairo Märs [6]. Peale katelseadmete on ruumi ka kahe suitsutõmbemagistraaliga ühendatava õppeotstarbelise ahju või muu tahkekütust põletava kohtkütteseadme paigaldamiseks. Laboris tekkiv soojusenergia juhitakse hoone küttesüsteemi. Koostöös firma *SIA Grundfos Pumps Baltic* Eesti filiaaliga eksponeeritakse laboris moodsaid ringluspumpasid.

Katelseadmete õppelabor hakkab toimima tehnikainstituudi soojustehniliste lahenduste teaduslaboratooriumi osana. Laborit on kavas kasutada peale energeetika eriala üliõpilaste praktikumide korraldamise ka kütuste, põletustehnoloogiate ja kütteseadmete uurimiseks.

A.M.

Viidatud allikad

1. Hovi, M., Menind, A., Hovi, K., Andreson, A., Ladva, A. 2012. Ahjude uuring projekti *Ecohousing* raames TEUK XIV: 58–67 – [\[gia_keskus/TEUK_XIV/TEUK-XIV_kogumik_web.pdf\]\(http://tek.emu.ee/userfiles/taastuvenergia_keskus/TEUK_XIV/TEUK-XIV_kogumik_web.pdf\).](http://tek.emu.ee/userfiles/taastuvener-</p>
</div>
<div data-bbox=)

2. Projekti *ECOHOUSING* koduleht – <http://www.ecohousing-project.eu/>.

3. Hovi, M., Menind, A., Hovi, K. 2011. Kompaktne biokütus hobuste okaspuualapanust TEUKXIII: 86–90 – http://tek.emu.ee/userfiles/taastuvenergia_keskus/TEUK%20XIII/TEUK-XIII_kogumik_web.pdf.

4. Hovi, M. 1995. Mitmeaastased rohttaimed energeetilise toormena Eesti Vabariigis. Magistritöö, EPMÜ – <http://www.eau.ee/~mhovi/Energiahein.pdf>.

5. Menind, A., Oper, L., Hovi, M., Kers, J., Tutt, M., Kikas, T. 2012. Pretreatment and usage of pulp and paper industry residues for fuel production and their energetic potential. *Agronomy Research*: 149–155 – <http://agronomy.emu.ee/vol10Spec1/p10s116.pdf>.

6. Märs, M. 2011. Tehnikainstituudi õppe- ja teadustöölabor katlatehnika soojustehnilisteks katsetusteks TEUK XIII: 138–142 – http://tek.emu.ee/userfiles/taastuvenergia_keskus/TEUK%20XIII/TEUK-XIII_kogumik_web.pdf.



EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
INVESTING IN YOUR FUTURE



Eesti Maaülikool
Estonian University of Life Sciences
Tehnikainstituut
Institute of Technology

www.emu.ee

NAFTAREOSTUSALLIKATE IDENTIFITSEERIMINE

KRISTA MÕTS

OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskuse analüütilise keemia labori juhataja

PRANTSUSMAAL toimus Brestis 24.–26. aprillil 2012 juba kuues rahvusvahelise *Bonn-Osineti* (*Oil Spill Identification Network*) koostöö raames korraldatud naftareostusallikate identifitseerimise ekspertgrupi kokkusaamine. Põhjamereäärseid riike hõlmavas Bonni lepingus osaleb vaatlejana peale Eesti mitu muud riiki, sh Hiina, Brasiilia, Austraalia ja USA. Kokku saadakse igal aastal, et arutada analüüsimeetodi CEN/TR15522-2 (*Oil spill identification – Waterborne petroleum and petroleum products – Part 2: Analytical methodology and interpretation of results based on GC-FID and GC-MS low resolution analyses*) parendamisega seonduvat, mida tehakse peamiselt *Round Robini* (laborivahealiste võrdluskatsete) põhjal. Osavõtjate arv sõltub laborite finantsilistest ja ajalistest ressurssidest, ent akrediteeritud meetodit rakendavad laborid osalevad igal aastal. 2011. aastal tegi võrdluskatseid 14 riigi 19 laborit ning neid korraldas Brestis asuv firma *Cedre* (*Centre of Documentation, Research and Experimentation on Accidental Water Pollution*). See ettevõtte loodi 1979. aastal pärast 16 märtsil 1978. aastal naftatankeril *Amoco Cadiz* Prantsusmaa vetes põhjustatud ulatuslikku reostusjuhtumit. Juhtimisrikke tagajärjel sõitis alus karile ning murdus pooleks. Tankeril oli 227 000 tonni toornaftat, mis kõik voolas merre ning reostas 360 km rannikut. *Cedre* uurib seda, kuidas keskkond mõjutab õli omadusi ja õli omakorda keskkonda, ning õpetab välja reostuse likvideerijaid.

OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus (EKUK) osaleb *Osineti* ekspertgrupis alates 2007. aastast, millal toimus selle grupi esimene laboritevaheline võrdluskatse. Tänapäeval on eri kütuseliikide ja keskkonnast eri moel mõjutatud proovidega tehtud võrdluskatsetega läbi mängitud õige mitut reostusjuhtumistsenaariumi.

Ekspertgrupi töös osalevad laborid on mitmesuguse taustaga, neid on nii

erasektorist kui ka riiklikke, nii naftatootjatele kui ka -töötajatele kuuluvaid ning keskkonna- ja politseilaboreid. On laboreid, mille igapäevatöö on seotud üksnes nafta omaduste ja naftareostuste uurimisega, ning neid, mille tuleb aastas analüüsida vaid üksikuid reoaineproove. EKUK-i analüütilise keemia labor kuulub viimaste hulka. Analüüsimeetodi CEN/TR15522-2 akrediteeringu hoidmine ja pädevate ekspertide koolitamine on suhteliselt kallid. Samas on selle meetodi kasutamisel ka muid väljundeid, nt Soome ja Rootsi politseilaborites uuritakse selle toel diislikütuse varastamis- ja muude kütusega seotud pettusjuhtumeid.

Viimastel aastatel ei ole EKUK-i laborisse toodud ühtki merereostusega seotud proovi, mida saaks sellel meetodil täies ulatuses analüüsida. Probleem võib olla selles, et proove võtavad ja analüüsivad eri asutused, süüdlase tabamise tõenäosus on väike ning kindlasti mängib rolli ka analüüsi hind. Belgiat esindaval laboril on nt sõlmitud proove võtva asutusega leping, mis kohustab seda aastas analüüsima tooma vähemalt viie reostusjuhtumi proovid. Siis ei ole karta, et nende analüüsimisega tegelev ekspert kaotaks oma pädevuse. Pilsivee juhuslik merrelaskmine peaks tänu selle tasuta vastuvõtmisele olema välistatud, ent väiksemaid reostusi siiski avastatakse. Kui avarii peaks juhtuma lastiga, tuleb maksta kõrget kahjutasu, mistõttu omanikul on odavam reostamisest teatamata jätta.

STANDARDMEETOD

Naftareostusallika identifitseerimise rahvusvahelist standardmeetodit CEN/TR15522-2 võib võrrelda kriminalistikas kasutatava sõrmejälgede tuvastamisega (inglise keeles oligi see varem *oil fingerprinting*). Erinevus seisneb selles, et naftasaadused on väliskeskkonnast mõjutatavad, mistõttu võib oluliseks osutada, kuidas ja kui kiiresti

proov reostuskohalt võetakse ning kui esinduslik see on. Analüüsiks piisab ka ühe milliliitrisest proovist, ent see peab iseloomustama kogu reostust. Proov tuleb võtta võimalikult kiiresti, et keskkonnamõju oleks võimalikult väike, ning kasutama peab õigeid proovivõtuvahendeid. Valesti võetud proov võib mõjutada oluliselt analüüsitulemusi, seetõttu korraldatakse igal aastal proovivõtjakoolitusi. Kuigi keemilisel analüüsil on tähtis osa reostusallika kindlakstegemisel, ei ole see ilma täiendava taustteabeta kaalukas asitõend, sest samast algallikast pärit naftasaadustel on sama kromatograafiline muster. Tuleb tõestada ka võimaliku reostaja seotust reostuskohaga reostamise hetkel.

Kasutatav naftareostusallika identifitseerimise meetod põhineb naftasaadustes olevate biomarkerite analüüsimisel. Biomarkerid esinevad toornaftas ja enamikus naftasaadustes, sh põlevkiviõlis, nad on stabiilsed polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud. Biomarkerid on keerulised nn molekulaarsed fossiilid, mis pärinevad kunagi elanud organismidelt ning kannavad endas informatsiooni organismide, nafta termilise küpsuse ja geokeemilise päritolu kohta. Eri piirkondade toornafta sisaldab konkreetsele piirkonnale omaseid keemilisi ühendeid. Biomarkerite spetsiifilisus, mitmekesisus ja keerulisus teevad nad väga kasulikuks naftasaaduste iseloomustamisel ja eristamisel. Meetod võimaldab biomarkerite sisalduse ja nende omavaheliste suhete kaudu identifitseerida toornaftat ning toornaftast toodetavaid saadusi ja segusid (kerge kütteõli, raske kütteõli, määrdeõli, jääkõli, pilsivesi jm). Kütuseliigi teadmine võib anda olulist teavet reostusallika tuvastamiseks. Naftasaadustes esinevate biomarkerite sisalduste suhete arvutamine võimaldab allikaproovi ja reostusproovi omavahel võrrelda ning teha kindlaks nende identsus või erinevus. Analüüsitulemuste hindamisel kasutatakse ka

ilmastikumõjugaafikuid, mis annavad olulist teavet proovide võimaliku muutumise kohta keskkonnas ning aitavad vältida keskkonnamõjust tulenevaid vigu. Viimaste aastate laboritevaheliste võrdluskatsete ajal on neid graafikud kontrollitud ning uuendatuna lisatud (2012) standardmeetodisse.

RAHVUSVAHELINE VÕRDLUSKATSE AASTAL 2011

Cedre valmistas võrdluskatseteks ette proovid, mis olid seotud 2001. aastal juhtunud õnnetusega: 200 meremiili kaugusel Prantsusmaa looderannikust purunes tormisel merel naftatanker *Erika* ning uppus. Merre sattus tuhandeid tonne naftasaadust, mis reostas tuhandeid kilomeetreid rannikualasid. Laevalastist võeti pärast õnnetust näidisproov ning järgnevatel kuudel rannikut puhastades rohkesti proove liivalt ja kividelt, et hinnata õnnetuse mõjupiirkonna ulatust. Kümne aasta pärast leiti samast piirkonnast varem märkamata jäänud naftasaadusejääke, millest võeti proovid võrdlevaks analüüsiks. Võrdluskatsel osalejatele saadeti seitse proovi, millest kaks olid katse jaoks kokku segatud tehisproovid, kaks 2001. aastal rannalt ja kividelt võetud ning kaks olnud kümme aastat looduskeskkonnas. Kui tehisproovide identifitseerimisega saadi võrdlemisi lihtsalt hakkama, siis kümme aastat looduskeskkonnas olnud proovide suhtes oldi eri meelt. Lõppkokkuvõttes jõeldati, et ei olnud võimalik olla kindel, et tegemist oli just selle õnnetuse põhjustatud reoainega ning et analüüsitulemused ei võimaldanud proovide identsust tõestada – kümme aastat looduskeskkonnas viibimine on liiga pikk aeg ning isegi biomarkerid võivad olla mõjutatud. Tegemist võis olla ka mõne varasema avastamata jäänud reostuse tagajärjega.

ANDMEBAAS COSIWEB

Dr Gerhard Dahlmann Saksamaalt, BSH (*Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie*) laborist tutvustas Bresti kokkusaamisel naftareostuste identifitseerimise parendatud veebipõhist andmebaasi COSIWEB (*Computerized Oil Spill Identification*) ja automaatseid võrdlusmudeleid, mida saavad nüüdsest kasutada kõik ühenduse liikmed. Dr Dahlmann on 30 aasta jooksul lisanud andmebaasi õlireostus- ja



Foto 1. EKUK-is kütuste biomarkerite analüüsimiseks kasutatav firma Agilent Technologies gaasikromatograaf-massispektromeeter GC/MS

Foto: EKUK

kütuseproove. EKUK-i labor on selle andmebaasi varasemat versiooni Eesti ja Saksa riigi kogemuste vahetamise projekti raames kasutanud juba 2008. aastast alates. Meie laboril, mis töötab Saksamaa, Hollandi ja Rootsi sama valdkonna eest vastutavate laboritega ühesugustel analüüsitingimustel on alati võimalik küsida arvamust teistelt ekspertidelt, ilma et proove peaks üle analüüsima või selle eest täiendavalt tasuma. Nii neil kui ka meie laboril on firma *Agilent Technologies* ühesugust tarkvara rakendavad gaasikromatograafid (foto 1).

PÕLEVKIVIÖLIDE NÄIDISED

Artikli autor tegi Brestis ettekande põlevkiviõlide identifitseerimisest biomarkerite analüüsimise põhjal. 2010. aastal sooritatud võrdluskatsete seeria sisaldas Hiina rannikumerest võetud tundmatut proovi, millele ühenduse liikmed ei osanud seletust anda. Proovil oli palju tunnused, mis lubasid oletada, et tegemist võiks olla põlevkiviõli ja raske kütteõli seguga. Teadaolevalt segatakse põlevkiviõli raske kütteõliga hangumistemperatuuri alandamiseks. Et eestimaise põlevkiviõliga saajaprotsendilist kattumist ei olnud, otsustati, et Hiina kolleegid peaksid hankima oma maa põlevkiviõli näidised, sest peale Eesti kuulub Hiina suuremate põlevkiviõli tootvate maade hulka. Enamikule ekspertgrupi kokkusaamisel osalejatele on põ-

levkiviõli täiesti tundmatu kütuseliik. Põlevkiviõlide analüüsimistulemused on nüüdseks lisatud ühiskasutatavasse andmebaasi.

RAHVUSVAHELINE VÕRDLUSKATSE AASTAL 2012

Suurbritannias asuva keskkonnakon-sultatsioonifirma *Fugro-ERT* ettevalmistatud proovid saadeti osalistele oktoobris ning analüüsitulemused tuli kolme kuu jooksul saata võrdluskatsete korraldajale. Seekordse reostusjuhtumi legendi kohaselt avastati 2011. aasta lõpus Nigeeria rannikumere naftatootmispiirkonnas suur kütusereostus, mida asuti kohe keemiliste pesuvahenditega töötlemale, et päästa rannikut reostamise eest. Keemiliselt töödeldud naftaproove võeti mitmest kohast ning võrdlusproove võeti ka kolme selles piirkonnas asuvalt naftaplatvormilt. Ka seekord oli tegemist reaalselt toimunud reostusjuhtumiga, mille täpsed asjaolud on seoses käimasoleva uurimisega osalistele salastatud.

Naftareostusallika identifitseerimise meetodit on Eestis edukalt rakendatud Ida-Virumaal juhtunud väiksemate keskkonna- ja veereostuste korral, sel moel tehti kindlaks ka ühte reoveepuhastisse juhitud naftasaaduse omanik. Võib-olla oleksid praegused oskused ja teadmised võimaldanud tuvastada ka Nõva ja Keibu lahe rannal 28. jaanuaril 2006. aastal aset leidnud naftareostuse allikat.

A.M.

KAS EESTILE ON VAJA TUUMAJAAMA?

HILLAR TOOMISTE

EMÜ põllumajandus- ja keskkonnainstituudi doktorant, hillar.toomiste@gmail.com

AUTORI arvates on Eestis head välja-vaated nii taastuv- kui ka tuumaenergeetika arendamiseks, ent kindlasti tuleb hoiduda tuumaenergeetika vananenud tehnoloogiate kasutamisest. Tuumaenergia tootmise uueks lootust-andvaks lahenduseks võib pidada tooriumkütusel töötavat sulasoolareaktori.

Eesti energiavarustuse võimalike stsenaariumide koostamisel on eelkõige vaja hinnata olemaolevaid ressursse (tabel 1) ja nende rakendamiseks vajalikke kulutusi. Stsenaariumide objektiivseks hindamiseks on oluline vaadelda elektri tootmist ja tarbimist komplekselt, pidades silmas:

- otseseid kulutusi (seadmete ja raja-

- tiste maksumust);
- kaudseid kulutusi (loodusvara kahjustamist);
- peidetud energiat (süsiniku jalajälge, materjalide ja seadmete valmistamiseks kuluva energia hulka);
- seadmete olemusiga.

HÜDROENERGIA

Eesti killustatud hüdroenergiaressurs on suhteliselt lameda pinnamoe tõttu suhteliselt tagasihoidlik – selle tehniliselt rakendatav potentsiaal on vaid 30–60 MW [3]. Probleeme tekitab ka maa üleujutamine ja kalarände takistamine. Väikeste jõujaamade elektri omahind on suhteliselt kõrge: uutes jaamades

5,5–11 ning taastatavates 3,8–9 senti/kW·h [2]. Tootmismaht oli 2011. aastal 30 GW·h [1]. Hüdroelektrijaamade hea omadus on see, et nende võimsust on võimalik kiiresti reguleerida ning et neid saab kasutada elektritarbimise tipukoormuse katteks ja stabiliseerimisjaamadena. Eestis on veel kasutamata üks oluline vee-energiaressurs – Omu-ti jõuste Narva jõel, mille võimsuseks on hinnatud 15–30 MW [3].

TUULEENERGIA

Eesti maismaal on tehniliselt rakenda-tava tuuleenergia potentsiaal 560 MW ja avamerel 3425 MW [4]. Täna on meil püstitatud tuulikuid koguvõimsu-

Tabel 1. EESTIS KASUTATAVAD ELEKTRIENERGIAALLIKAD* [1; 2]

	Vee-energia	Tuuleenergia	Päikeseenergia	Biomassenergia	Põlevkivenergia
Kasutatav aastaressurs	200 GW·h/a	1 280 GW·h/a	150–600 GW·h/a	5 720 GW·h/a	25 000 GW·h/a; (põlevkivi kasutatakse 10 Mt/a)
Potentsiaal	30–60 MW	Maal 560 MW Merel 3425 MW		Puidust 653 MW Heintaimedest 144 MW	Põlevkivi aktiivvaru 600 Mt
Installeeritud võimsus	4,5 MW	Maal 269,4 MW Merel 0 MW		356 MW	2 994 MW
Tootmismaht 2011 aastal	30 GW·h	368 GW·h		740 GW·h	11 376 GW·h
Arvuslik võimsus-ekvivalent	3,5 MW	42 MW		85 MW	1 300 MW
Otsesed rajamiskulud	975–6 050 €/kW	Maal 1125–1525 €/kW Merel 2450–3500 €/kW	2 950–4 790 €/kW	2 225–4 375 €/kW	2 167–4 333 €/kW
Hoolduskulu aastas	40 €/kW	Maal 35–45 €/kW Merel 90–120 €/kW	30–42 €/kW	84–176 €/kW	
Seadmete olemusiga	50 aastat	25 aastat	25 aastat	30 aastat	30 aastat
Kaudsed kulud	Maa üleujutamine ja rändkalade elupaikade hävinemine	Vaja pumpejõujaama, jaotusvõrk tuleb ümber ehitada	Vaja pumpejõujaama, põllumajandusmaa läheb kaduma	Raiutakse metsa ning põllumaad ei kasutata toidu tootmiseks	Suurel alal hävivad looduslikud kooslused, raisatakse põhjaveeressursi
Peidetud energiakulu	Seadmete ja betooni tootmiseks kulutatud energia	Ühe maatuuliku püstitamiseks kulub 2400 t raudbetooni	PV-elementi kõrge hind on tingitud suurest energiakulust selle materjalide valmistamisel	Biomassi kogumisel ja vedamisel kulutatakse fossiilkütuseid, biomassi on vaja kuivatada	Hüljatud kaevandustest tuleb vett välja pumbata, et põhjavee reostamine ei laieneks

* Võrdluseks: 2011 aastal toodeti Eestis 12 892 GW·h elektrienergiat [1]

sega 269,4 MW ning 2011. aastal toodeti 368 GW·h toetatavat tuuleenergiat. Sama hulga energiat oleks saanud toota 42 MW_{el} gaasigeneraatoriga. Tuulegeneraatorid suudavad toota vaid 30 % energiast, mida võimaldaks installitud võimsus. Tuuleenergia suurim miinus on energiatootmise eba- korrapärasus: tuulikud saavad töötada vaid tuulekiiruse vahemikus 5–22 m/s. Elektrivõrgu stabiliseerimiseks hoitakse praegu soojuselektrijaamu nn kuumas reservis. Selline soojuselektrijaam tarbib pidevalt kütust, selle jooksevkulud on püsivad, aga elektrit ta ei genereeri, seega tuleks kogu kuumas reservi kulutatud kütus ja emiteeritud CO₂-heide arvata tuulegeneraatorite käituskuludeks [5]. Järelikult ei ole õige väita, et tuulikute kasutamisega ei kaasne kasvuhoonegaasiheidet. Tuulikufarmide omanikelt tuleks nõuda kogu installitud võimsuse stabiliseerimiseks vajalike salvestuselektrijaamade väljaehitamist. 2000 MW-se koguvõimsusega tuulikute töö stabiliseerimiseks oleks vaja nt rajada 1200 MW-se võimsusega pumpejõujaam [6], siis oleks võimalik stabiilne elektritootmisvõimsus 600 MW.

PÄIKESEENERGIA

Eesti laiuskraadil võib arvestada parimaks energiatiheduseks 1 kW/m² (selge ilma korral, kui päikese kiired langevad nendega risti olevale tasapinnale). Energiatihedus tundub küll ahvatlevalt suurena, ent kahjuks on päikeseplatade kasutegur väike – vaid 9–13 %. Suur probleem on ka platade kõrge hind, mida põhjustab nende tootmiseks kuluv väga suur energiahulk – monokristalsest ränist elemendi tootmiseks kulub nt kuni 1,9 kW·h energiat ruutsentimeetri kohta [7]. Eesti laiuskraadil peaks selline element töötama 45 aastat, et toota tema valmistamiseks kulunud energiakogust. Paneeli olemiseaks arvestatakse aga vaid 25 aastat. Uued tehnoloogiad võivad muidugi mõningal määral vähendada PV-elementide valmistamise energiamahukust. Õhukeste kilede tehnoloogiaga valmistatud päikeseplatade peidetud energiamahukus on väiksem, seetõttu on nad ka odavamad. Paraku on nende kasutegur vaid 9 % ringis [8]. Elektrit on võimalik toota ka peeglitega päikesevalgust koondades ja saadud soojuse abil turbiini või stirlingmootorit käitades, aga need lahendused ei ole

oma tehnilise komplitseerituse tõttu kuigi levinud.

BIOMASSIENERGIA

Eestis oleks võimalik puidu biomassist toota 5,72 TW·h ning rohtsest biomassist 1 TW·h elektrit aastas, tootmisvõimsused oleksid vastavalt 653 MW ja 144 MW [9]. Aastal 2011 toodeti biomassist 747 GW·h elektrienergiat, sellest tõhusa koostootmise režiimis ainult 147 GW·h. Tootmisvõimsuseks arvatult oleks see 85,3 MW_{el}. Biomassist toodetud elektri eest maksti tootjatele 40 miljoni eurot dotatsiooni. Euroopa keskmine koostootmisjaama kasutegur on elektri tootmisel 38,1 % ja soojuse tootmisel 47,7 %.

Ülo Kase arvutuste kohaselt [9] kulutati 2005. aastal 7,5 gigatonnis fossiilkütuses sisalduva süsiniku põletamiseks 50 teratonni muistset fütomassi. See on võrdväärne 500 aasta jooksul tekkiva biomassi hulga ehk 105 gigatonni süsinikuga aastas. Inimkond on igal aastal kasutanud fossiilset fütomassi koguses, mis on võrdne kogu planeedi praeguse fütomassi 80–100-kordse varuga, s.o 500–600 gigatonni süsinikuga. Järelikult on lootus, et biomassi põletamisega on võimalik rahuldada kogu inimkonna energiavajadust, utoopiline.

PÕLEVKIVIENERGIA

Põlvkivi on Eestis kaevandatud 1916. aastast peale. Selle aja jooksul on maapõuest välja toodud umbes miljard tonni põlvkivi ning kaevandatud ala suurus on ligikaudu 430 km². Elektrienergia tootmine põlvkivist on Eestis praegu suhteliselt ebatõhus – eri allikate järgi on põlvkivi elektrienergiaks muundamise tõhusus kõigest 15–32 %. Põlvkivielektrijaamade installitud võimsus oli 2011. aastal 2994 MW ja kasutusvõimsus 2931 MW, põlvkivist toodeti 11 376 GW·h elektrienergiat [1].

Põlvkivi kaevandamise ja kasutamise kohta on kogutud väga palju andmeid. Küsimus pole seega andmepuuduses, vaid selles, et põlvkivienergeetika on osa rahvuslikust energiajulgeolekust ning see pärsib tähelepanu pööramist keskkonnakaitsele. Põlvkivist oleks mõistlikum toota õli ja gaasi, siis saaks sellest ka muid keemiatööstusele vajalikke ühendeid ning arendada põlvkivikeemiat. Saadud gaasi

ja õli oleks võimalik kasutada Eestis hajusalt paiknevates soojuse ja elektri koostootmisjaamades. Niimoodi saaks elektrienergia tootmist hajutada ning ära kasutada praegu kaotsi mineva soojuse.

TUUMAENERGIA

Tuumaanergeetika on valdkond, mille arengule pandi väga suuri lootusi, ent toimunud avariide ja radioaktiivse reostuse pikaajalise iseloomu tõttu on ühiskonnas tekkinud sellele emotsionaalne vastuseis. Ometi on tuumaenergeetika praegu ainus energeetika-haru, mis fossiilsete kütuste lõppemise korral suudab tagada ilmastikuoludest sõltumatu ööpäevaringse elektrivarustuse. Tähtis osa elektri tootmises tuumaenergia abil on ka kaassaaduse-na saadaval soojusel, mis võimaldaks meie linnasid kütta.

Tuumaanergiatoormena on siiani kasutatud uraani, mida arvatakse olevat maakeral 5,3–6,4 miljonit tonni. See on väga suur ressurss, sest ühe kilogrammi loodusliku uraani lõhustumisel saadakse 123 000 kW·h energiat [10]. Võrdluseks: ühe kilo kivisöe põletamisel saadakse 9 kW·h ja põlvkivi puhul 1,3–3,1 kW·h energiat.

Tänapäeval kasutusel olevad **kergvee-tuumareaktorid** on tehnoloogilises mõistes kehvemad kui omaaegsed aurumasinad. Põhjus on selles, et need reaktorid suudavad kasutada tuumareaktsioonil energiat eraldava kütusena üksnes isotoopi U₂₃₅, mida on looduslikus uraanis vaid 0,71 %. Tuumareaktoris kasutamiseks peab kütuses seda isotoopi olema aga vähemalt 3 %. Rikastamine on keeruline ja ohtlik. Järele jäänud „vaesestatud“ uraani energeetikas enam ei kasutata, see visatakse nagu ära, kasutades seda nt plii asendajana lahingumoonakuulides. Loodusliku uraani kasutamise ebatõhusust võiks võrrelda sellega, et ahju köetakse kasehalgudelt kooritud tohuga, halud aga visatakse minema. Nagu kasetohu mittetäielikul põlemisel koldesse ja korstnasse tekkiv pigigi on kergvee-tuumareaktori kütusejäägid ohtlikud, pealegi kestab nende lagunemine väga pikka aega.

Kõik praegused tuumareaktorid kasutavad kütusevarrastesse paigutatud tahket tuumakütust. Tuumalõhustumisel vabanev soojusenergia tuleb varrastest kiiresti eemale juhtida, muidu võivad nad sulada. Varraste sulamine

ongi tuumareaktorile kõige suurem oht, sest väikseimgi jahutussüsteemi tõrge võib viia katastroofini. Seetõttu on jahutussüsteemid kuni neljakordselt dubleeritud.

Kui aga sulatada tuumakütus kohe üles ja juhtida tuumareaktsiooni vedelikukeskkonnas? Selline lahendus on ajaloos olemas. Tuumafüüsik A. M. Weinberg (1915–2006), kes asus 1945. aastal juhtima Ameerika kuulsaimat tuumalaborit *Oak Ridge National Laboratory* ning kes patenteeris 1945. aastal ka tänapäeval kasutatavad kergveereaktorid, jõudis uurimistööd jätkates uude lahenduseni – sulatatud soola keskkonnas toimiva tuumareaktorini. 1965. aastal tööd alustanud 7,4 MW-ne katsereaktor töötas edukalt 1969. aastani, ent USA valitsuse nõudmisel projekt suleti ja külmutati. Sulasoola-reaktoril oli muude reaktoritüüpidega võrreldes mitu eelist, ent oli ka üks omadus, mis ilmselt sai otsustavaks – selle reaktoriga ei olnud võimalik toota tuumarelva valmistamiseks vajalikku

materjali. Tänapäeval on see omadus pigem voores kui puudus.

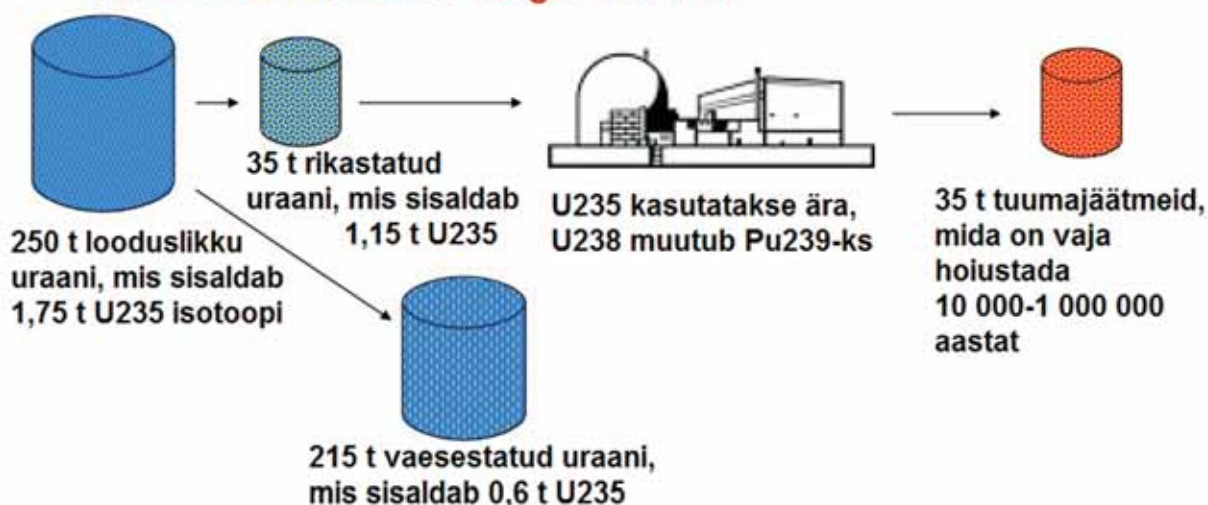
Sulasoolareaktori töökeskkond on sulatatud sool (LiF , BeF_2), milles on lahustatud lõhustatav aktiivaine – uraan, plutoonium või toorium. Erilist huvi pakub just tooriumi kasutamise võimalus. Toorium (Th_{232}) on kergelt radioaktiivne metall, mille poolestusaeg on 14 miljardit aastat. Toorium neelab hästi neutroneid ja muutub uraaniks U_{233} , mille lõhustumisenergia on ligilähedane U_{235} omale (24 000 000 kWh/kg). Tooriumi aktiivseid varusid on maailmas neli korda rohkem kui looduslikku uraani ning tähelepanuväärne on see, et üle 99 % looduslikust tooriumist on isotoobina Th_{232} (uraanis isotoopi U_{235} vaid 0,71 %). Järelikult on looduslikust tooriumist võimalik saada 200 korda rohkem energiat kui looduslikust uraanist.

Sulasoolareaktori töötemperatuur on 700 °C ning see töötab normaalarõhul. Võrreldes kergveereaktoritega, mille töötemperatuur on 285–315 °C

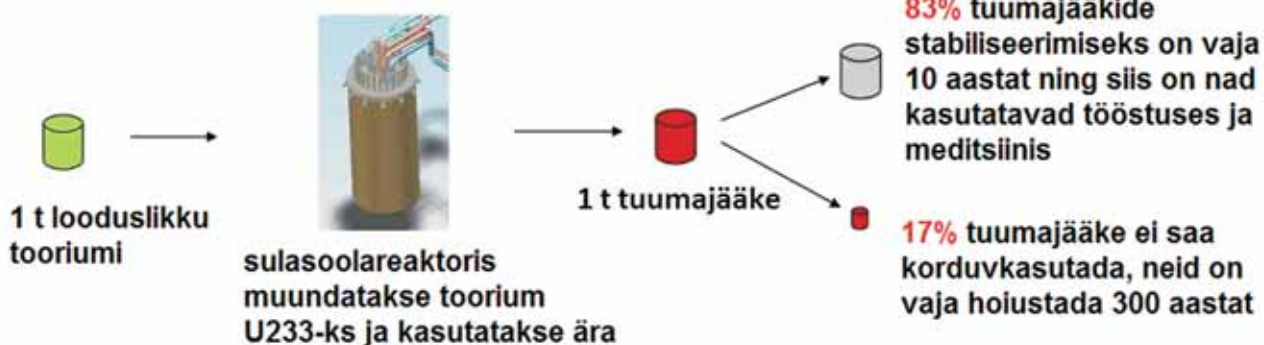
ja töörõhk 75–158 baari, on sulasoola-reaktori töötamine normaalarõhul suure eelis – tehnilisest rikkest tingitud avariioht on oluliselt väiksem. Kõrgema temperatuuri puhul on avariolukorras kergem tagada ka reaktori jahutust. Jahutid võivad olla passiivsed ning siis ei ole vaja neid dubleerida, sest passiivjahuti töötab igal juhul. Sulasoolareaktori hea omadus on veel negatiivne temperatuuritegur – reaktori kuumenedes sool paisub ja tõrjub osa kütusest reaktori aktiivalast välja ning reaktor hakkab taas jahtuma. Tänu neile omadustele saab sulasoolareaktori ehitada väga kompaktselt, töökindla ja kergesti juhitavana. Reaktor maksab ca 2000 \$/kW, seega oleks 100 MW_{el} võimsusega reaktoris vaja investeerida ca 200 miljonit dollarit. Tänu kompaktsusele saab sellist reaktorit tehases valmis teha ning ühes tükis kohale vedada. Reaktori olemuseks prognoositakse 40 aastat. [11]

Tähtis on ka lõhustumisjääkide kogus ja poolestusaeg (joonis 1). Sulasoo-

Tahkekütusel töötav kergveereaktor



Tooriumkütusel töötav sulasoolareaktor



Joonis 1. 1000 MW-se kergveereaktori ja tooriumkütusel töötava sulasoolareaktori aastase tooraine-vajaduse ja jäätme hulga võrdlus [12]

lareaktoris tekib jääksaadusi palju (206 korda!) vähem kui loodusliku uraani lõhustamisel ning tekkinud jääkidest saab 83 % tööstuses ja meditsiinis taaskasutada. Selleks on vaja neid vaid kümme aastat hoida stabiliseerimiskambris. Ülejäänud 17 % jääkide poolestusaeg on keskmiselt 30 aastat ning kui neid jääke hoida kümme poolestusaega ehk 300 aastat, on nende ohutustase juba selline, et neid on lihtne ladustada või loodusesse hajutada.

Sulasoolareaktoril on veel üks hea omadus – isestabiliseerimisvõime. Reaktor on turvaline, sest:

- temperatuuri liigse tõusmise korral hakkab toorium paremini neutroneid neelama ning ahelreaktsiooni kiirus pidurdub;
- temperatuuri tõusmisel soolalahus paisub ja surub osa lõhustuvast materjalist reaktori aktiivsoonist välja;
- soojusülekanvedelik on keemiliselt stabiilne – sulatatud fluoriidid ei põle, ei plahvata ning ei lagune isegi väga kõrgel temperatuuril ja tugevas radiatsioonikeskkonnas;
- reaktoriruum on madalsurveline – reaktor võib töötada atmosfääri rõhul või kuni kuuebaarise rõhu all (kergveereaktori töö rõhk on vahemikus 75–158 baari);
- reaktor on lekke- ja plahvatuskindel – madala rõhu tõttu on materjali väsimise tõenäosus väike;
- lõhustumisjääke saab kergesti ja kiiresti reaktorist eemaldada;
- tuumakütuse hulk on aktiivsoonis väike – reaktor on kergemini juhitav ja ohutum;
- võimalik on kasutada passiivset jahutussüsteemi ning seda pole vaja dubleerida;
- aktiivsoonil on „avariilase“ – aktiivsooni avariipaakidega ühendavat toruosa jahutatakse õhuventilaatoriga. Kui elekter mingil põhjusel kaob ja torule külma õhku peale ei puhuta, sulab torus olev sool üles ja

voolab koos tuumakütusega avariipaakidesse;

- jäätmetes pole pika poolestusajaga osiseid, kõik kütusejäägid stabiliseeruvad 300 aastaga;
 - sulasoolareaktoris saab „põletada“ ka kergveereaktori tuumajäätmelid;
 - sulasoolareaktorit ei saa kasutada tuumapommi tootmiseks.
- Sulasoolareaktorit iseloomustab ka mitu soodsat majanduslikku aspekti:
- toorainet Th_{232} on maailmas niisama palju kui pliid. Tooriumikilo maksis 2011 aastal 30 \$;
 - tooriumi kulub vähe, sest 99 % looduslikust tooriumist on tuumakütuseks sobiv isotoop;
 - sulasoolareaktori ehitamiseks pole vaja haruldasi metalle ega mineraale;
 - reaktori termodünaamiline kasutegur on kõrge – koos gaasiturbiiniga 45 % (auruturbiinil vaid 33 %);
 - 83 % läbitöötanud kütusest on võimalik tööstuses ja meditsiinis taaskasutada;
 - kütuse lisamine ja heitmete kõrvaldamine toimub reaktori töö ajal ning selleks ei ole vaja reaktorit seisma jätta;
 - hea võimsusdiapasoon – 10 kuni 1000 MW;
 - sulasoolareaktorit saab ka õhkjahutada, seega ei pea läheduses olema suurt veekogu.

Viimasel ajal on sulasoolareaktoritega seotud arendustööd tugevasti hoo-gustunud. Seda tüüpi reaktorite loomisest on teatanud Inglismaa, Hiina, India, Prantsusmaa, Austraalia, Tšehhi, Jaapan, Venemaa ja USA.

Kokkuvõtteks võib tõdeda, et kuigi taastuvenergeetika osakaalu suure-nimine on olnud kiire, ei ole fossiilkütuste kasutamine kuigi oluliselt ka-hanenud. Taastuvate energiaressursside kasutuselevõtt nõuab suuri investee-ringuid ja sellega kaasnev tegevus koormab keskkonda. Vaja on ka stabi-

liseerimisvõimsusi. Uute tuumaener-giatehnoloogiate kasutamine võimal-daks oluliselt suurendada energeetilist julgeolekut. Tuumaelektri tootmisega kaasneb suur hulk jääksoojust, mida oleks võimalik kasutada linnade küt-miseks. Eesti poliitikutele võiks soovi-tada panustada tuumaenergeetikasse, ent mitte mingil juhul ühineda Leedu projektiga, sest Ignalina tuumajaama kavandatakse vananenud tehnoloogial toimivat ja kõrge saasteainetootlusega reaktorit. Pigem tasuks ühineda mõne sulasoolareaktorite evitamise-ga aktiiv-selt tegeleva konsortsiumiga. A.M.

Viidatud allikad

1. Riigikontrolli ülevaade Riigikogule. 2012. Elektritootmise võimalikud valikud, Tallinn.
2. D. de Jager, C. Klessmann, E. Stricker, T. Winkel, M. Ragwitz, A. Held, G. Resch, S. Busch, C. Panzer, A. Gazzo, T. Rouleau, P. Gousseland, M. Henriët, A. Bouillé. 2011. Financing renewable energy in the European energy market. Final report.
3. Raesaar, P. 2004. Hüdroenergia ressursist ja kasutamisest Eestis. Tallinn.
4. Aarna, I. 2002. Taastuvenergia ja koostootmise potentsiaal Eestis. Ettekanne.
5. Leonhard, W. 2002. Balancing fluctuating wind energy with fossil power stations.
6. Rummel, L. 2008. Taastuvatest allika-test elektri tootmise võimalused Eestis. Tallinn.
7. <http://www.lowtechmagazine.com/2009/06/embodied-energy-of-digital-technology.html>.
8. http://en.wikipedia.org/wiki/Thin_film_solar_cell.
9. Kask, Ü. 2009. Biomassi kasutuse arengusuunad. Ettekanne. Tallinn.
10. Morgan, J. 2010. Energy density and waste comparison of energy production.
11. <http://blogs.forbes.com/kirksorensen>.
12. http://en.wikipedia.org/wiki/Liquid_fluoride_thorium_reactor.



www.rentacar-estonia.eu

AUTORENT

Tel 5625 0951



NUTIMAJA – TERVIKLIKULT TOIMIV RÄTSEPATÖÖ

NEEME KÄRBO ja SIIM KUMPAS

Tartu Teaduspark

RÄÄKIDES majadest, mis on varustatud kõrgetasemelise tehnoloogiaga, kasutatakse läbisegi erinevaid mõisteid. Levinuimad on ehk nutimaja, tark maja ja intelligentne maja. Rakvere Targa Maja Kompetentsikeskuse esindaja ja Võrguvara AS juhatuse esimehe Jüri Reitsaka sõnul ei tasu end lasta sellest segadusse ajada – tegemist on sisuliselt sünonüümidega.

Uusi lähenemisi viise ning nendega kaasnevat terminid tekib Euroopas ja ka mujal maailmas pidevalt. Nende tutvustamine siinsel maastikul on Tartu Teaduspargi ning teiste sarnaste teadus- ja tehnoloogiaparkide üks peamisi eesmärgi. Alates 2010. aastast osaleb Tartu Teaduspark programmist „Intelligent Energy Europe” toetatud projektis „EmPowerment of SME to Network for Intelligent Energy” (lühidalt EmPower), mille raames tutvustatakse intelligentseid energiasüsteeme, nagu seda on nutimajaga seonduv, valdkonnaga seotud erialainimestele.

Nutimaja planeerides võetakse ideaalis arvesse tervet komplekti erinevaid tegureid. Näiteks tuleb määrata, kuidas maja ilmakaarte suhtes paikneb kasutamaks maksimaalselt ära looduse poolt pakutavat energiat. Samuti on oluline hoone asukoht, see ei tohiks jääda kättesaamatusse kaugusesse ühistranspordivõrgustikust ja avalike teenuste pakkujatest. Tähelepanu pööratakse ka ruumide paiknemisele ja ehitusmaterjalide valikule. Nimekirja võiks jätkata pikalt, kuid see pole käesoleva artikli eesmärk.

Alljärgnevalt tuleb eelkõige juttu nutimaja tehnoloogilistest lahendustest. Kuidas defineerida nutimaja tehnoloogilisest terminoloogiast lähtuvalt? Liikumisanduri paigaldamine hoone valgusallikatele üksi ei tee ühest majast veel nutimaja. Samuti mitte ka tänapäevase automatiseeritud ning rohkete lisavõimalustega turvasüsteemi kasutamine. Nutikaks võib ühte maja nimetada juhul, kui selle detailid omavahel sobituvad ning suudavad koostööd teha. Mida parem on koostöö hoone

tehnosüsteemide vahel, seda nutikamaks hoonet lugeda võib.

ENERGIATÕHUSUS, MUGAVUS JA TURVALISUS

Nutimaja on kui rätseparõivas – see võib olla tõhus töövorm, soe hommikumantel, kaitsev raudrüü või kõike eelnimetatut korraga. Milliseks selle omadused kujunevad, sõltub omaniku eelistustest. Sellele vaatamata võib välja tuua kolm märksõna, mis nutimaja kõige paremini iseloomustama sobivad. Nendeks on energiatõhusus, mugavus ja turvalisus.

Inimeste rahakotile ning keskkonnale mõeldes on kaalukaim neist esimene – energia kokkuhoid. Nimetatud aspekt on nii kohalikul kui rahvusvahelisel tasandil hetkel kõige aktuaalsem. Projekt EmPower, millest oli põgusalt juttu sissejuhatuses, ilmestab selgelt teema päevakajalisust ja rahvusvahelist mõõdet. Projekti peamine eemärk on aidata läbi teiseste kasutajate kaasa turul kättesaadavate uudsete energialahenduste ja -tehnoloogiate levikule. Koolitustel ja seminaridel täiendatakse arhitektide, inseneride, ehitajate jt spetsialistide ning ametnike teadmisi selleks, et nemad saaksid omandatud infot omakorda lõppkasutajatele edasi anda. Kuna projektis osalevad partnerid Saksaamaalt, Hispaaniast ja Kreekast, on üheks oluliseks väljundiks partnerregioonide praktiliste kogemuste tutvustamine ning asjakohaste ärikontaktide vahendamine siinsetele osapooltele.

Erinevalt kokkuhoitud energiast, on mugavusest tulenev elukvaliteedi tõus rahalises vääringus hindamatu. Kuna kõik ei tõlgenda mugavuse mõistet ühtmoodi, saab kohe selgeks, et kahte identset nutimaja on keeruline, et mitte öelda võimatu ette kujutada. Paigaldatavate süsteemide lõplik kombinatsioon ja nende seadistus sõltub elaniku vajadustest ja soovidest. Näiteks võib inimene hoone ruumidele luua erinevad profiilid vastavalt sellele, mida ta ühes või teises kohas teeb. „Kui ma tahan

televisorit vaadata, siis keerab süsteem laelambi võimsuse 10 % peale, tõmbab kardinad ette, lülitab teleri sisse ning valib mu lemmikkanali,” illustreerib Reitsakas.

Klassikalise valvesüsteemiga käsi käes võib nutimaja anda turvalisusele uue mõõtme. Teades, et turvasüsteem kogub toimuva kohta üpris palju infot, saab selle koos teiste süsteemidega enda kasuks veelgi tõhusamalt tööle panna. Jüri Reitsakas toob siinkohal lihtsa näite kodumajapidamisest: „Oletame, et inimene lahkub kodust ning paneb maja valve alla. Sellisel juhul võetakse kõigilt seinakontaktidelt, kuhu ei ole ühendatud pidevalt töötavaid seadmeid, vool tagant ära.” See välistab olukorra, kus inimene unustab näiteks triikraua või pliidiraua sisse. Teemal pikemalt peatumata võib olulisemate märksõnadena välja tuua veel ka biomeetrilised lukusüsteemid ning turvakaamerate pildi jälgimise nutiseadmete abil.

KUST PIHTA HAKATA?

Juhul kui on soov mis tahes tüüpi hoone nutikaks muuta, tasub esmalt pöörduda asjatundja poole, kes teemat valdab. Tegemist ei pea olema kütte- ja ventilatsioonisüsteemi või turvalahenduste spetsialistiga. Oluline on, et valitud ettevõtte oskab leida viisi, kuidas olemasolevad süsteemid omavahel ühendada, need üksteisele arusaadavas keeles suhtlema panna. Üks kohtadest, kuhu sellises olukorras suunduda võib, on Rakvere Targa Maja Kompetentsikeskus. Nende tähelepanu on suunatud targa maja tehnoloogiatele, mille abil on võimalik tõhustada kodu- ja kontoriseadmete, hoone tehnosüsteemide ning hoone kui terviku toimimist ja haldamist.

Reitsakas nendib, et suur hulk hoonetes kasutatavatest seadmetest on siiani n-ö umbkeelsed. See tähendab, et lihtsate vahenditega neid omavahel „kõnelema” panna ei saa. Eriti teravalt annab see tema sõnul tunda odavama hinnaklassi seadmete puhul. See aga

ei tähenda veel, et olukord tingimata lootusetu oleks. „Osade seadmete puhul aitab tehast kaasa tulnud juht-kontrolleri vahetamine uue vastu, mis süsteemiga ühildub,” kommenteerib Reitsakas. See tähendab, et valdav osa endisest süsteemist jääb siiski alles ning suurt rahakulu ei kaasne. „Igas mõttes oleks aga parim, kui inimene tuleb vastava sooviga välja juba projekteerimis- või hiljemalt ehitusetaapis,” lisab Reitsakas.

INTEGREERITUS TÄHENDAB EFEKTIIVSUST

Näiteid majades lokaalset ebaefektiivsusest on palju. Reitsakas meenutab, et on kohanud hoonet, kus turvasüsteemi ning valgustuse liikumisandurid asusid kõrvuti ühes ja samas nurgas. Mõistmaks, et selline olukord on absurdne, pole tarvis erialaseid teadmisi. On ju mõlema anduri ülesandeks jälgida liikumise olemasolu või puudumist ruumis ning vastavalt toimuvale saata endaga ühenduses olevale seadmele tarvilikke käsklusi.

„Paljude eramajades kasutatavate tehnosüsteemide maaletoojate ja paigal-

dajate seas on siiani levinud arusaam, et nende tooted on üksi nii targad, et neid pole tarvis teistega integreerida,” sõnab Reitsakas. Ühest küljest võib nende ettevõtetega nõustuda, sest meie kaubandusvõrgus on müügil vägagi kõrgel tehnoloogilisel tasemel kütte- ja ventilatsioonisüsteeme. Suuremat pilti vaadates tuleb aga mõõnda, et selline mõtteviis on üpriski tagurlik. „Kui soovitakse, et ruumis oleks 22 kraadi soojas, siis peab seda ütlema nii jahutusele kui soojussõlmele, vastasel juhul töötavad need teineteise vastu,” selgitab ta. Nutimajas, kus need kaks süsteemi omavahel integreeritud on, sellist probleemi ei teki.

Kujutame ette veel ühte levinud olukorda. Soojal suvepäeval, kui toas paljaks kipub, on inimestel kombeks aknaid lahti hoida. Kui samal ajal püüab jahutussüsteem temperatuuri alandada, raisatakse asjatult energiat, sest jahutus ei suuda väljast tulevat palavust piisavalt leevendada ja töötab seega täistuuridel. Reitsaka sõnul on sellise situatsiooni vältimiseks mõistlik kasutada aknaandureid, mis saadavad akende avanedes jahutussüsteemile käsu töö lõpetada. „Kõige lihtsam on seda teha

turvasüsteemi abil, sest akende kohta käivat infot läheb vaja ka signalisatsioonil,” sõnab ta.

Valvesüsteemi kasu ei piirdu akende jälgimisega, lisaks jõuab selleni info inimeste liikumise, uste seisundi ning valvesoleku staatuse kohta. Loomulikult ei saa mainimata jätta selle põhilist funktsiooni, milleks on inimeste ja maja enda turvalisuse tagamine. Paraku ei anna turvasüsteem etteulatult infot selle kohta, kui kauaks ajaks maja valve alla pannakse. „See teave on oluline näiteks küttesüsteemile, sest kui inimene lahkub vaid pooleks päevaks, pole mõtet põrandakütet välja lülitama hakata, selle inerts on lihtsalt liiga pikk,” illustreerib Reitsakas.

Siinkohal tasub pöörata pilk nutiseadmetele, mille kaudu saab vastavat infot majale edastada, kas siis konkreetse rakenduse või turvaliselt kaitsitud veebilehe vahendusel. Mobiilsete lahenduste loomise hõlbustamiseks ning arenduses olevate rakenduste katsetamiseks avas Tartu Teaduspark möödunud kevadel oma ruumides mobiilirakenduste Demokeskuse, kuhu on oodatud kõik huvilised eesotsas alustavate väikeettevõtete ja tudengitega.

HOONET HAKKAB KÜTMA BIOREAKTORFASSAAD



Hamburgis Elbe jõe saarel asuvas Wilhelmsburgi linnaosas ehitatakse viiekorruselise 1600 m² brutopinnaga elamut BIQ, mida hakkavad soojus-energiaga varustama kaks päikese- poolset bioreaktorfassaadi. Fassaadi katvates klaasmoodulites elavad 3–5 mikroni suurused vetikad, kes paljunevad päikesevalguses süsinikdioksiidi ja sobivate toitainete (lämmastiku ja fosfori) olemasolu korral väga kiiresti. Vetikamassist toodetakse bioreaktoris metaani, mida kasutatakse hoonet kütmiseks. Maja, mille ehitamist

alustati Otto Wulff Bauunternehmung eestvedamisel projekti *Internationalen Bauausstellung IBA Hamburg* raames 2011. aasta alguses ning valmib 2013. aasta märtsis, peaks andma ettekujutuse sellest, kuidas hakkavad inimesed 21. sajandil elama ja töötama. A.M.

Fotod ja lisateave:
<http://www.biq-wilhelmsburg.de>.



MAAILMA SUURIM KLAASPUDELITEST MAJA ASUB LAS VEGASES

Las Vegases avati 2012. aastal 10 000 m² suurune tööstushoone *Tomorrow Royal Pavilion*, mille ehitamiseks kulus üle 500 000 õllepudeli. Las Vegases hotellidest kokku kogutud pudelid purustati, segati kivisööelektrijaama lendtuhaga ning saadud komposiitmaterjalist *GreenStone* valmistatud ehituskividest ehitati hoone välisseinad. Hoone projekteeris Las Vegases ettevõtja, firma *Realm of Design* asutaja Scott McCombs. Tehas hakkab tootma *GreenStone*ist ehituskive, põrandaplaate, kaminaid, sambaid, püskkaeve ja mitmesuguseid muid tooteid. A.M.

Foto ja lisateave:
www.realmofdesign.com.

Turuliidrilt uus kontrollriseeria



Tööstusautomaatikaseadmete turu liider Siemens tõi turule uue kontrollriseeria. Simatic S7-1500 on Siemensi soosituima, nõudlike automaatikarakenduste jaoks välja töötatud tööstuslahenduste kontrolleri uus mudel. Seni on vastavad lahendused teostatud Simatic S7-300 ja S7-400 seeria toodete baasil. Need tooted jäävad kontrollrite valikusse veel aastakümne lõpuni.

Uus kontrollriseeria on mõeldud kasutamiseks erinevates valdkondades, alates masinapõhistest projektidest kuni tehaseid hõlmavate, vajadusel pidevalt kasvavate juhtimissüsteemideni. Näiteks on kontrolleri süsteemiarhitektuur teostatud nii, et süsteemi jõudlust võib protsessi käigus suurendada täitmaks kõiki tulevikuvajadusi. Süsteemi eeldatav elutsükl on seetõttu tõeliselt pikk, täpsustab Siemens Osakeyhtiö tootejuht Ruslan Hamzin.

Kontrollriseeriasse on integreeritud palju funktsioone, mida varem tuli ise programmeerida või lisapaketinga osta. Näiteks on Simatic S7-1500 seerial valmiskujul olemas automaatselt häälestuv PID-regulaator. Kontrolleri positsioneerimise ja kiiruse juhtimise moodulite abil on väga lihtne teostada lihtsamaid liikumiskontrolli rakendusi.

Uuel kontrollriseerial on CPU-le integreeritud värviekraan. Ekraanilt võib lisaks tööparameetritele lugeda ka süsteemi integreeritud diagnostikaandmeid. Juhtimissüsteemi vea korral on ekraanilt kiiresti võimalik tuvastada, mis võiks seadmestikus viga olla.

Varasema tava kohaselt pidi aparatuuri ja protsessi turvafunktsionaalsust arvestama juba raudvara projekteerimisel. Nüüd on eri võimsusega CPU-dele olemas järelevalveametite poolt esitatud turvanõuete (Safety) täitmiseks vastavad versioonid. Kuna turvafunktsioonid on integreeritud igasse kontrollriseerisse, vähendab see omakorda varuosade hulka ja andmesiini paigalduste vajadust ning lihtsustab programmeerimist. Sellele lisaks on näiteks väga põhjalikult arvesse võetud ka andmeturbe funktsioone.

Simatic S7-1500 kontrollriseeriat programmeeritakse keskkonnas Siemens TIA Portal. Sama kasutajaliidesega saab tervikliku süsteemina programmeerida nii kontrollereid, sagedusmuundureid kui ka kasutajaliideseid.

Simatic S7-1500 toodete tarned algavad 2013. aasta esimeses pooles

Uut juhtimisloogika seeriat esitleti ametlikult Saksamaal messil „SPS 2012“. Eestis esitletakse uut toodet eri paigus toimuva seminariseeria „Siemens Innovation Tour“ raames 2013. aasta kevadel, ütles Siemens Osakeyhtiö tootejuht Ruslan Hamzin.

HOONEAUTOMAAFIKASÜSTEEM

DynaTemp

IVAR PÄRN

Oventropi tehniline esindaja Eestis

NII UUTES kui ka remonditavates hoonetes muutuvad üha olulisemaks automaatikasüsteemid, mis võimaldavad jälgida, kontrollida, reguleerida ja optimeerida siseolusid, muutes hooned sel moel mugavaks, energiasäästlikuks ja ökonoomseks ning hõlbustades nende haldamist.

Oventrop pakub ventiile ja kontrolle, mida kombineerides on võimalik hoone siseolude reguleerimist automatiseerida. Saadaval on nii hoonete automaatikasüsteemidega ühendatavad kahe- ja kolmeastmelised ajamid kui ka seadmed KNX/EIB ja LON andmesideks. Peale standardsete ventiilide ja ajamite pakub Oventrop ka oma firma moodulsüsteemi DynaTemp, mida saab kasutada eraldi ruumide temperatuuri juhtimiseks, tarbeveeringide kontrollimiseks, kütteringide hüdrauliliseks tasakaalustamiseks ning katlamajas paiknevate sõlmede juhtimiseks. Oventropi tooteid on võimalik ühendada ka teiste tootjate seadmetega ja süsteemidega.

Hoone sisesüsteemide automatiseerimise võib jagada kolmeks tasemeks: andmehalduse, seadmete juhtimise ja seire ning andur-täiturseadmete tase (joonis 1).

Andmehalduse tasemele koguneb kõigist automatiseerimissüsteemi osadest tulev info. Seal tehakse seadmete juhtimisse puutuvaid otsuseid ning sinna kogunevad kõik registreeritavad andmed. Otsuseid võivad mõjutada nii tarkvarasse kirjutatud näitajad kui ka mõõdikunäidud.

Seadmete juhtimise ja seire tasemel määratakse hoonest koguneva info kasutamisejärjekord, võrreldes juhtimistasemelt tulevaid andmeid sensoritelt ja ajamitelt saadavatega.

Andur-täiturseadmete tasemel reguleerivad ventiilide ajamid sensoritelt saadud andmete põhjal näitajaid nõnda, et need vastaksid sisestatud väärtustele. Oventrop ventiilide abil saab juhtida kütte-, jahutus- ja tarbeveesüsteemide toimimist.



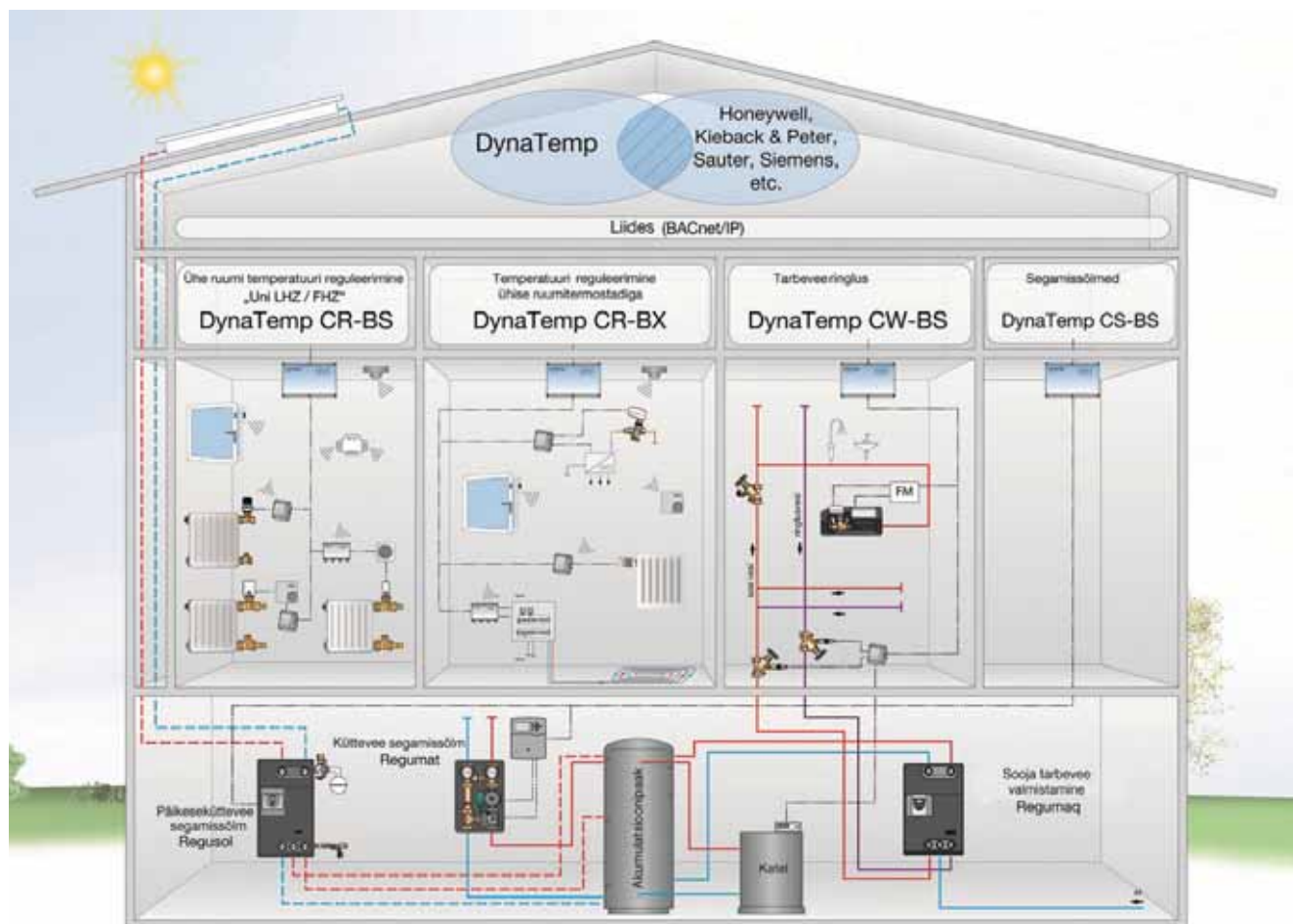
Joonis 1. Hoonesüsteemide automatiseerimistasemed

Joonisel 2 kujutatud DynaTemp on terviksüsteem, mis ühendab kütteeve tekitamise, jaotamise ja ülekandmise automaatikat jahutus-, ventilatsiooni- ja kanalisatsiooniseadmetega.

Andur-täiturseadmete tasemel olevad Oventropi sensorid ja ajamid ühendatakse DynaTempi kontrollseadmetega. Keskjuhtimissüsteemiga hoonetes võimaldavad automaatikakeskused bus-juhitavate seadmete kaudu automatiseerida mitmesuguseid toiminguid. Energia säästmisel ja tarbijale suurema mugavuse loomisega on DynaTempi reguleerimisajamitel väga oluline roll. Keskjuhtimissüsteemiga hoonetes võimaldavad standardsed kasutajaliidesed luua mitmesuguseid lisareguleerimisvõimalusi. BACnetIP võimaldab kontrollseadmeid ühendada ka juba olemasolevasse hoone

juhtimissüsteemi. Automatiseeritud lisaseadmete järelevalve sünnib keskjuh- timispuldist. Süsteemiga hõlmata- vaid näitajaid on võimalik vaadata ja muuta otse arvutist. Kui süsteem ühendada LAN-võrku, on seda võimalik teha ka interneti kaudu. Kontrollseadmed ja nende tarkvara on programmeeritud spetsiaalselt kütte-, jahutus- ja kanali- satsioonisüsteemide jaoks.

Kontrollisüsteemi DynaTemp CR-BS ja DynaTemp CR-BX kasutatakse koos ruumi temperatuuri kontrollivate bus-tehnoloogial põhinevate seadme- tega. Kui DynaTemp CR-BS saab oma tööks vajalikud andmed radiaatoritelt, siis DynaTemp CR-BX võtab nad auto- maatjuhtimiskeskusest. Süsteemi Dy- naTemp CW-BS kasutatakse tarbevee seiramiseks ja kontrollimiseks süsteemi desinfitseerimise ajal ning taastu-



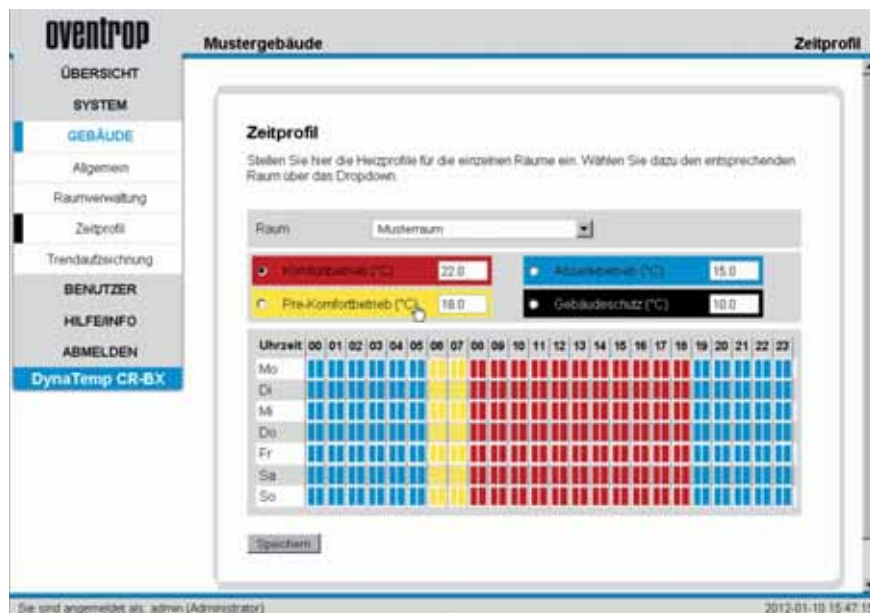
Joonis 2. Kontrollsüsteemid DynaTemp

vatest allikatest saadud soojusenergia tõhusa salvestamise ja jaotamise kontrollimiseks.

Nendel kontrollsüsteemidel on mitu positiivset omadust:

- nad on ulatuslikud kontrollsüsteemid hoone kütte, tarbevee ja jahutuse juhtimiseks;
- neid on lihtne kasutada;
- nad koosnevad moodulitest, mida on võimalik ka iseseisvana kasutada;
- üksikute juhtimise ja juhitavate seadmete taseme töö on tagatud ka hoone keskjuhtimissüsteemi rikke korral;
- üksikmooduleid saab ühtsesse võrku sobitada;
- nad kasutavad vaba võrgu standardeid (nt BACnet, Web menu, TCP/IP);
- nad registreerivad süsteemi töötamisajal kõiki näitajaid;
- neid on võimalik ühendada standardesse LAN-võrku;
- neid on võimalik ühildada teiste tootjate juhtimissüsteemidega.

Kõigi tootenimega varustatud kontrollseadmete liidesed vastavad *open bus*-standarditele ning võimaldavad näha kõiki süsteemis olevaid andmeid,



Joonis 3. Kuvapilt ühest küttekavast DynaTemp CR-BS, millel on näha, kuidas on näidisruumi temperatuur seadistatud nädalapäevade ja kellaaja kaupa

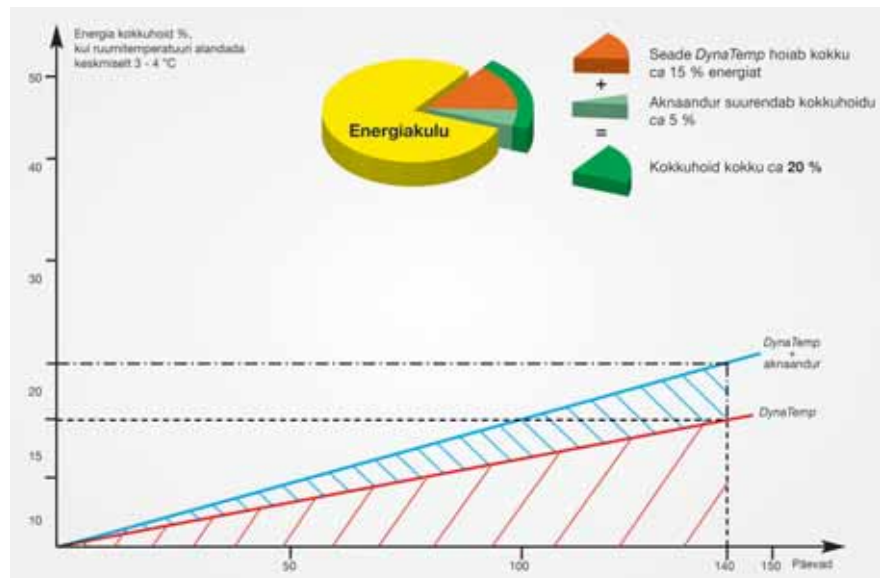
nendega arvutusi teha ja tagasisidet saada. Süsteemil on eelinstalleeritud tarkvara, mis võimaldab ruumi C-bus- moodulite kaudu kontrollida ruumitemperatuuri välismõjutajaid. Sisesehitatud veebiserveri abil saab süsteemi juhtida ka PC ja veebibrauseri (interneti) kaudu. Üksikruumi tempe-

ratuuri reguleeritakse radiaatoritel olevate sensortehnoloogiaga varustatud standardsete termostaatide *Uni LHZ* või *Uni FHZ* või ruumitermostaadi abil. Olenevalt vajalikust seadistusest või kütteperioodist on võimalik kontrollida üksikruumide temperatuuri keskseadmega *DDC CR-BS*. Ruumi-

või radiaatoritermostaadid *Uni LHZ* või *Uni FHZ* ühendatakse ruumimoodulitega ning *C-bus*-kaabli kaudu keskseadmega. Ruumimoodulid on saadaval nii juhtmega kui ka juhtmeta vastuvõtjaga, mõlemaga saab ühendada aknakontaktidega. Juhtmeta ruumimoodul sobib firma *HOPPE AG* aknalinkidega *SecuSignal* või päikeseenergiaal töötavate raadiotehnoloogial *EnOcean* põhinevate aknakontaktidega. Termostaatide ühendamiseks on saadaval ühe ja kaheksa kanaliga ruumimoodulid.

Kontrollsüsteemi *DynaTemp CR-BX* ajamid ühendatakse kontrollseadmega ruumimooduli ja *C-bus* kaudu. *EnOcean* juhtmeta saatjate ja vastuvõtjatega ruumimoodulite ja ruumitermostaatide vaheline infovahetus toimub raadiosaatjate abil. Süsteemi *DynaTemp CR-BX* on võimalik ühendada ka juhtmeta aknakontaktide *EnOcean*-saatjatega. Võimalik on paigaldada ka juhtmeta sensoreid ja juhitavaid seadmeid, mis võimaldavad ruume soovikohaselt kütta ning sel moel energiat säästa.

Keskseade *DynaTemp* on varustatud arvutivõrguga ühendamist võimaldava tarkvaraga, mille saab kätte interneti brauseri kaudu, kui sisestada süsteemi



Joonis 4. Arukate automatikaseadmete rakendamine võimaldab energiat säästa

mis oleva seadme IP-aadress. Menüüde kasutamine on lihtne ning seda võib võrrelda liikumisega tavalisel internetilehel. Näitajaid saab sisestada ja seada hiireklõpsuga (joonis 3).

Saksamaal korraldati katse, milles ruumitemperatuuri alandati 140-päevase kütteperioodi kestel 3–4 °C. *DynaTemp*-süsteemi rakendamine vähendas energiaakulu umbes 15 % ning kui lisati aknaandur *SecuSignal*, suurenes ener-

giäsääst 20 %-ni (joonis 4).

A.M.

Lisateave firma Oventrop toodete kohta:

Ivar Pärn

Peatskivi küla, Alatskivi vald

Tartu maakond 60216

Tel.: +372 5108662

Faks: +372 53070722

E-mail: ivar@abterm.ee

Internetiaadress: www.ventrop.com

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

Veebruar

- 26.02.2013 Fassaadilahendused Weberi ja Isoveriga (osavõtt tasuta)
28.02.2013 TIMMITUD EHITUS – loo väärtust, vähenda raiskamist

Märts

- 12.03.2013 Kergete kiviseinte projekteerimine. Fibo vaheseina terviklahendus (osavõtt tasuta)
19.03.2013 ISOVERi energiatõhususpäev 2013 (osavõtt tasuta)
20.03.2013 Metal-Disain toodete koolitus (osavõtt tasuta)
21.03.2013 Energia- ja loodussäästlik müüri lahendus, uudised soojustuses, kvaliteetne fassaadilahendus (Roclite, Paroc ja Caparol toodete seminar, osavõtt tasuta)
26.03.2013 Ruukki kandvate profiilplekkide dimensioonimis-programmi Poimu kasutajakoolitus (osavõtt tasuta)

TABIVERE SAAB SOOJUSENERGIAT BIOKÜTUSEST

TOOMAS LAUR

Efipa AS

EESTIS laieneb biokütuse kasutamine kaugkütte- ja koostootmisjaamades iga aastaga. Nii poliitikud kui ka soojust müüvad ettevõtted on mõistnud kohaliku kütuse eeliseid võrreldes maagaasi või vedelkütusega ning loodud on süsteem biokütusele ülemineku soodustamiseks. Koostootmisjaamade rajamiseks on võimalik saada investeeringutoetust ning müüdüd elektrienergia eest makstakse osalist taastuvenergiatasu. Ettevõtted, kes müüvad üksnes soojust, saavad ainult investeeringutoetust.

Aastal 2012 rekonstrueeriti põhjalikult kogu Tabivere aleviku kaugküttesüsteem. Vahetati välja amortiseerunud soojustorustikud ning gaasikatelde kõrvale paigaldati 1 MW-ne hakkpuidukatel. Projekt sai rahalist tuge Keskkonnainvesteeringute Keskuselt. Torustikud rekonstrueeris ning katlamaja ehitas firma Efipa AS.



Hakkpuidukatel ja ökonomaisier

Leedu firma Kalvis UAB biokütusekatel on kompaktne seade, mille liikuvate restidega põlemiskolde peal paikneb leektoru-soojusvaheti. Põlemisrežiimi reguleerib kontrollerr, mis juhib kolme primaarõhu- ja kaht sekundaarõhuventilaatorit, suitsuimurit ning kütusetoitetusid. Sagedusmuunduritega ventilaatorid ja suitsuimur võimaldavad põlemisrežiimi täpselt reguleerida. Tuha eemaldab katlast automaatne tuhatigu.

Katla leektorusid puhastatakse kuni 8-baarise suruõhuga, mis lööb tahma ja muud põlemisjäätid surveimpulsiga lahti. Puhastamine pikendab katla hooldusvälpa.

Gaasikatlakaskaadi sisse- ja väljalülitumist, vee temperatuuri soojustorustikus olenevalt välisõhu temperatuurist ning varuelektrigeneraatori käivitumist ja seiskumist juhib kontrollerr *Unitronics*. Juhtimine ja seadistamine käib automaatikakilbist puutetundlikku ekraani abil, millel on kuvatud kogu protsess. Kontrollerr on ühendatud ka internetiga ning kõiki katlamaja näitajaid saab jälgida ning arvuti abil



Tabivere renoveeritud katlamaja

kaugjuhtida.

Katla leektoru-soojusvaheti on varustatud turbulisaatoritega, mis võimaldavad suitsugaase maksimaalselt jahutada. Lisajahutuse tagab ka multitsükloni tagune ökonomaisier. Katlamaja kogukasutegur on üle 85 %.

Uus katel paigaldati olemasolevasse katlamajahoonesse. Selleks tõsteti osa hoone katusest kõrgemale. Juurde ehitati kütuseladu. Katlamajas olnud gaasikatlad ja katlamajasisene soojustorustik seati ümber. Kogu katlamaja sai uue ja värske välisilme.

Kütuselao liikuva põranda pindala on 45 m² ning kütusekihi paksus laos kuni 2,5 m. Lattu mahtuvast kütusehulgast piisab rohkem kui kaheks ööpäevaks.

Kaugküttesüsteemi uuendamise eesmärk – torustiku soojuskao vähendamine ning odavama soojusenergia tootmine biokütusest – on Tabiveres täidetud. Odavam kütus võimaldas alandada aleviku elanikele müüdava soojusenergia hinda ning vähendada kütmist maagaasiga. Soojustorustiku soojuskadu vähenes üle 10 %. Oluline on ka see, et maakonnas saavad tööd hakkpuidu tootjad.

A.M.

Efipa AS pakub:

- Biokütuse-, gaasi- ja õlikatlamajade ehitamist
- Soojussõlmede valmistamist ja paigaldamist
- Soojus- ja hooneautomaatikalahendusi
- Päikesepaneele
- Soojuspumpasid
- Energeetikaseadmete projekteerimist, paigaldamist ja hooldamist



Kontakt:

Tartu mnt 171/1, Peetri küla
Rae vald, 75312 Harjumaa
Tel 601 2795
E-post: efipa@efipa.ee
www.efipa.ee

INTERNETI JA VABAVARA KASUTAMINE TEHNOSÜSTEEMIDE KAUGHALDUSES

NEEME TAKIS

Uniflex Systems OÜ juhataja

KAUGMONITOORITAVAD ja -haldavad tehnosüsteemid on kuni viimase ajani olnud keerukad ja kallid, põhjuseks traditsioonilised, tänaseks juba aegunud tehnoloogiat kasutavad SCADA-lahendused (ehk *Supervisory Control And Data Acquisition*). Viimastel aastatel võib täheldada internetipõhiste, sealhulgas vaba tarkvara kasutavate lahenduste hoogsat levikut, mis on kaugjälgimis- ja halduslahenduste keskmist hinda juba oluliselt alandanud.

Esimesed SCADA-lahendused töötati välja ammu enne Interneti levima hakkamist. Kõik, mis puudutas sidet, eriti aga kaugjuhtimist, tundus sel ajal pisut salapärane ja väga keeruline. Keerulised ja kallid need internetiajastu-eelsed privaatsed sidesüsteemid tõesti ka olid, sest pidevaks kasutuseks sobiva jagatud taristu puudumise tõttu tuli iga viimase kui sidekanali loomisel investeerida sidelahenduse kõikidesse komponentidesse ning arvestada nende edaspidise hooldusega.

Kuna sidevõrgud olid privaatsed, siis ei olnud vajadust jagada sidekanalite ressursse teiste kasutajatega. Seetõttu ei pööratud ka sideprotokollide loomisel erilist tähelepanu edastatava info kogusele (ei üritatud sidemahtudes kokku hoida). Pigem oli minevikus oluline jälgitava objektile paigaldatava tehnika keerukus ja hind minimaalsel tasemel hoida, sest tänapäevaste programmeeritavate automaatikakontrollerite väärilisi seadmeid siis ei olnud. Tulemuseks olid lahendused, kus keskne server saatis pidevalt päringuid kõigi tema hoole alla antud objektide kõikide parameetrite raporteerimiseks, kuigi objektile võis olukord pikka aega muutumatu olla ning seega olid

järjestikused vastused samalt objektilt pea alati ühesugused. Objekti intelligentsuse taseme tõstmine tasemele, kus objekt ise saaks serveriga suhtluses juhtiva rolli haarata ning sideaansse vaid vajaduse korral ehk olukorra muutudes käivitada, ei olnud kasvavate kogukulude tõttu otstarbekas.

Kuna igasugused seadmed ja sidelahendused olid kallid, võis kallis olla ka tarkvara: SCADA-lahenduste litsentsitasud võisid vabalt moodustada isegi poole kaughallatavate objektide automaatikaosa väljaehitamise ja kasutuselevõtu kogukulust. Kopsakale alginvesteeringule järgnes edasine hoolduskulu, mis kipub aga ikka olema seda suurem, mida suurem oli alginvesteering.

Traditsioonilised SCADA-lahendused olid kasutatavad ainult teatud kindlaksmääratud töökohtadelt. Seetõttu olid olulisi objekte haldavad firmad sunnitud sisse seadma ööpäevase mehitatud valve paari tähtsa monitori ees. Kui interneti levima hakates mõni traditsiooniline SCADA-lahendus vastava tootearenduse tulemusena ka globaalse arvutivõrguga seostati, toimus see enamasti kohmakalt ja vahel ka ebaturvaliselt.

Infotehnoloogia üldine areng ja interneti hoogne levik on valikuvõimalusi tehniliste süsteemide kaugseires ja kaughalduses radikaalselt laiendanud. Esiteks on olemas jagatud ressursina üldkasutatav sidetaristu ehk internet, mis tagab töökindla ja odava side praktiliselt igaks otstarbeks. Teiseks on kasvanud elektroonikaseadmete võimekus, samas kui nende mõõtmed ja hind on vähenenud. Kolmandaks on nüüd kättesaadavad nn pilveteenused, mis on muutnud mõttetuks eraldiseis-

vate füüsiliste serverite hankimise ja ülalpidamise. Neljandaks on internet täis rohkem või vähem suurepäraselt vabavaralist tarkvara, mida kasutatakse praktiliselt iga uue tarkvaralahenduse loomisel – kas üksikute komponentidena või lausa konkreetsetele vajadustele kohandatavate valmislahendustena. Viimane asjaolu on märkimisväärselt vähendanud tarkvaraarendajate vajadust kehtestada oma toodangule litsentsitasusid, kuna kogu tarkvaraarenduse protsess on muutunud palju odavamaks ja kiiremaks. Samas ei tähenda vabavara kasutus igasuguste piirangute puudumust – ka vabavara kasutamisel kehtivad teatud reeglid ja kitsendused. Kitsendusi on vähem, kui vabavaralisi komponente sisaldavat tarkvara kliendile üle ei anta – just selline olukord ongi tavaline veebipõhiseid rendi- või pilveteenuseid kasutades.

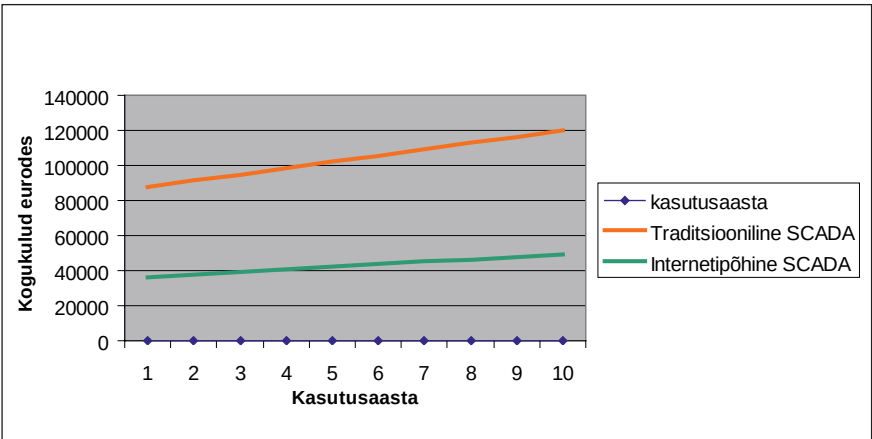
Kirjeldatud arengu tulemusena on praegu kättesaadavad veebipõhised seire- ja kaughalduslahendused, millele on ligipääs tagatud nii nagu internetipangalegi – kõikjalt üle interneti, nii arvutist kui nutitelefoniga vahendusel. Jagatud sideressurssi saab säästvalt kasutada, andes keskse serveriga sideaansside algatamise õiguse üle varasemast targemale objektile. Interneti kaudu on tekkinud võimalus tuua vajadusel iga olulise seadme juhtpaneel kasutaja taskusse, asugu kasutaja sellest seadmest kui tahes kaugel.

Vähetähtis pole ka interneti vahendusel lihtsalt ja loomulikult toimiv tehnosüsteemi keskserveri suhtlus väliste infoallikatega. Näiteks elektroonilisest ilmatest või internetis paiknevast ruumikasutuse või läbipääsuõiguste kalendrist võib olla kasu väga mit-

mesuguste tehnosüsteemide paremal, aina vähem kasutajate või hooldajate sekkumist nõudval juhtimisel.

Veebipõhiste lahenduste puhul on tavaline, et tellija tasub vaid objektide vajaliku tehnika ja tarkvaraga varustamise kulud, litsentsitasusid ei lisandu. Hoopiski jäävad aga ära keskse serveri ja selle tarkvaraga seotud suuremahulised investeeringud! Edasine kuutasu (mida üldjuhul arvestatakse iga eraldi seisva objekti eest kasutajate arvu pii ramata) sisaldab kõike vajalikku keskse serveri toimimiseks (amortisatsioon, hooldus, side). Autorile teadaolevalt jääb veebipõhise seire kuutasu vahemikku 7–12 eurot kuus objekti kohta, sisaldades teatud juhtudel mobiilseks andmesideks vajaliku SIM-kaardi kulusid.

Veebipõhiste lahenduste puhul võib eristada kahte suunda. Esimesel juhul ei sekku seiresüsteem objekti juhtimisse, mis tuleb lahendada eraldi seisva objekti juhtkontrolleri abil. Seiresüsteem saab vajaliku info kätte täiendava seadme kaudu, mis jälgib neidsamu signaale nagu kohalikku juhtimist teostav automaatikakontroller. Seda lahendust tuleb kasutada siis, kui veebipõhise seirega tahetakse haarata juba olemasolevaid objekte, mida



Joonis: Juhtimis- ja seirelahendusega seotud kogukulude võrdlus 10 reoveepumplaga süsteemis 10 aasta jooksul

ei soovita olulisel määral ringi ehitada. Puuduseks on sel juhul aga asjaolu, et objekti käitumist (näiteks juhtimise seadistusparameetrite muutmise teel) ei saa otse seiresüsteemi vahendusel mõjutada. Mõeldav on vaid üksikute väliste juhtsignaalide sissetoomine juhtimisse, näiteks olemasoleva juhtpaigaldise töörežiimi valikuks.

Täiuslikuma tulemuse annavad sellised tehnosüsteemide automaatika paigaldised, kus nii kohaliku juhtimise kui ka seire ja kaughaldusega tegeleb objektil üks ja seesama automaatika kontroller. Sel juhul on võimalik ob

jekti käitumist juba kaugelt igakülgset mõjutada. Vajadusel saab seiresüsteemi vahendusel vahetada täielikult objekti juhtimistarkvara.

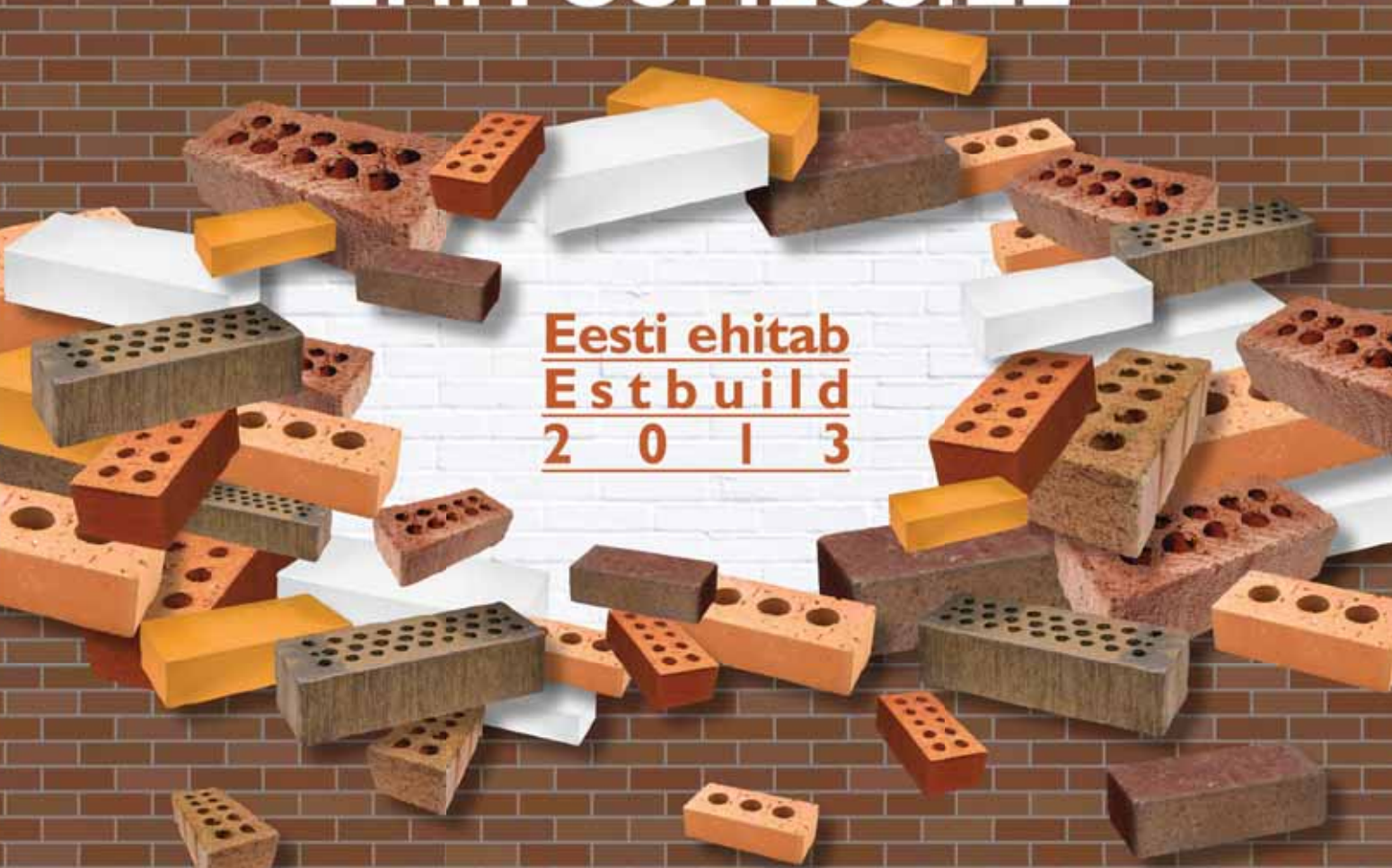
Lisatud tabelis ja joonisel on toodud tüüpiliste kaughallatavate väikeobjektide (nagu näiteks reoveepumplate) juhtimisosa rajamiseks ja haldamiseks vajalike ligikaudsete kulude võrdlus 10 objekti jaoks 10 aasta jooksul nii traditsioonilise SCADA-lahenduse korral kui kõiki tänapäevaseid võimalusi kasutava internetipõhise kaughalduse (konkreetselt Uniflex Systems toote UniSCADA) kasutamisel.

LIGIKAUDNE KULUDE VÕRDLUS EURODES KÄIBEMAKSUTA 10 OBJEKTI JAOKS 10 AASTA JOOKSUL

Kululiik	Traditsiooniline SCADA	Internetipõhine SCADA
Ühekordsed kulud		
Keskse serveri riistvara	2000	0
Keske serveri SCADA-litsents	10000	0
Keskse serveri installeerimine ja tarkvara seadistamine	2000	0
Objekti juhtkontrolleri ja sideseadme riistvara	1500	1000
Objekti juhtimis-ja jälgimistarkvara väljatöötamine	2000	2000
Objekti seadistamine ja testimine	500	500
Objekti SCADA-kliendi litsents	3000	0
Ühekordne kulu ühe objekti jaoks kokku	7000	3500
Ühekordne kulu (serveri ja 10 objekti jaoks) kokku	84000	35000
...sellest litsentsidega seotud kulud	40000	0
Igakuised kulud		
Hooldustasu objekti kohta	10	7
Sidekulu objekti kohta	10	5
Keskse serveri ja tarkvara side- ja hoolduskulu	100	0
Igakuine kulu kokku 10 objekti kohta	300	120
10 aasta kogukulu	120000	49400

Märkused:
1) kulude hinnang tugineb autori poolt kogutud infole
2) objekti riistvarakuludes pole arvestatud seirelahendusest sõltumatuid seadmeid (andurid, täiturid, toide).

OOTAME TEID 17. RAHVUSVAHELISELE EHITUSMESSILE



Eesti ehitab
Est build
2 0 1 3

3. - 6. aprillini 2013

Eesti Näituste
messikeskuses

3. APRILLIL 11-18

5. APRILLIL 10-18

4. APRILLIL 10-18

6. APRILLIL 10-17

SUURIM EHITUSMESS EESTIS!

Eesti Näituste A5 Pirita tee 28 Tallinn 10127 tel 613 7335 e-post: estbuild@fair.ee skype: [eppsultsmann](https://www.skype.com/en/contacts/eppsultsmann) www.fair.ee/eestiehitab

TERVIKLIKUD JA ENERGIASÄÄSTLIKUD VENTILATSIOONILAHENDUSED COMFOSYSTEMS

TOOMAS KOLK

IntelIVENT OÜ juhataja, Zehnder Comfosystems ametlik esindaja Eestis
www.intelivent.ee

ŠVEITSI päritolu *Zehnder Grupp* on omanäoliste disainradiaatorite tootjana päris hästi tuntud ka Eesti turul. Seda, et see ettevõtte pakub ka kõrge kvaliteediga terviklikke ja energiasäästlikke ventilatsioonilahendusi *Comfosystems*, mille plaatsoojusvahetiga ventilatsiooniagregaadid *ComfoAir* tagastavad 80–90 % väljatõmbeõhus sisalduvast soojusenergiast, teatakse mõnevõrra vähem.

Lahendusi *Comfosystems* iseloomustavad soodsad elektri erikulunäitajaid –

agregaatide väike elektriline erivõimsus (ingl *specific fan power*) $SFP < 1,5$ on saavutatud tänu tõhusatele alalisvoolul töötavate ventilaatorite kasutamisele ja seadmete kõrgele koostekvaliteedile. *Zehnderi* eramuklassi *ComfoAir*-agregaatidel on rahvusvaheliselt maineka *Passive Haus Institute*'i sertifikaat. Käesoleva aasta kevadeks on seatud eesmärgiks jõuda selleni, et niisugune sertifikaat on kõigil seadmetel õhuvahetusjõudlusega kuni 6000 m³/h.

ComfoAir-agregaatide loomisel pan-

di põhirõhk energiasäästule, et saavutada hoonete kvaliteetne õhuvahetus võimalikult väikese energiakuluga. Tõhusad plaatsoojusvahetid võimaldavad sissepuhkeõhku ainuüksi energiatagastuse arvel sellisel määral soojendada, et *ComfoAir*-seadmekomplektis võib järelsoojendist loobuda. Sissepuhkeõhu temperatuuri üsna väike erinevus ruumiõhu omast kompenseeritakse hoone küttesüsteemiga ning ühelgi ajamomendil ei tunne ruumides viibijad ebamugavust. Võimalik on valida ka



Ventilatsioonisüsteemiga *Comfosystems* elamu

nn entalpia-soojusvaheti, mis peale soojusenergia tagastamise võimaldab tagastada ka osa väljatõmbeõhus sisalduvast veeaurust. Kuivõrd meie kliimavööndis on talvel hästiventileeritud ruumide suur probleem õhu ülemäärane kuivus, parendab selline lahendus oluliselt sisekliimat. Et sissepuhkeõhku niisutatakse soojusvahetis veeauru, mitte veepiiskadega, nagu tavalistes lisaniisutites, ei kulutata vee aurustamiseks lisaenergiat. Ehkki sellise soojusvaheti ilmse soojuse tagastus on pisut väiksem (75–80 %), suurendab koguenergiatagastust varjatud soojuse (veeauru) kuni 60–70 %-ne tagastamine. See lahendus on muidugi kasutatav vaid siis, kui ruumiõhk on mõõdukalt niiske (nt elamutes), mitte seal, kus üks ventileerimise põhieesmärke on siseõhu niiskuse vähendamine.

Peale sisekliima parendamise on entalpia-soojusvahetil ka see pluss, et heitõhk muutub soojusvahetis kuivemaks ning soojusvaheti jäätumisoht väheneb. Kui tavalise plaatsoojusvaheti puhul tekib see oht kohe, kui välistemperatuur langeb alla 0 °C, siis entalpia-soojusvaheti korral alles alates välistemperatuurist ca –5 °C. Kui aga välistemperatuur langeb veelgi madalamale, tuleb soojusvaheti jäätumise vältimiseks midagi ette võtta. Lihtne, ent energaetiliselt vähemtõhus lahendus on soojendada soojusvahetisse võetavat külma välisõhku elektrilise lisaküttekehaga. *Comfosystems* pakub alternatiivina pinnas-eelsoojendit *ComoFond-L*, mis ühendatakse maa-aluse torustikuga, milles ringleb vee ja glükooli segu – nõnda nagu maasoojuspumpas. Et pinnase temperatuur on aasta ringi välisõhu omast märksa ühtlasem (Eesti oludes 6–7 °C), siis on võimalik hoonesse antavat õhku maasoojuse abil talvel eelsoojendada. Õuest võetava värse õhu temperatuuri tõstmiseks kuni kümnekonna kraadi võrra on soojusvahetile vaja vaid paarikümnevatist ringluspumpa. Samamoodi saab suvel, kui ilm on väga kuum, majja antavat õhku jahutada – küll mitte täiesti asendada jahutussüsteemi, ent siiski ruumide kasutusmugavust oluliselt suurendada.

Eestis võib välistemperatuur muutuda vahemikus miinus 30 kuni pluss 30 kraadi. Ventilatsioonisüsteemi juhtimisautomaatika peab olema suuteline hoone sisekliimat reguleerima kõigis ilmaoludes – kord võib soojustagastus olla vajalik, kord aga sootuks vastunäidustatud. Et igas olukorras toime tulla, on *ComfoAir*-kompaktseadmetel aktiivne möödaviiguklapp, mis võimaldab soojustagastit vastavalt olukorrale automaatselt sisse või välja lülitada, nii et mugav sisekliima oleks tagatud minimaalse energiakuluga.

Järgnevalt vaadelgem, kuidas toimib eramu ventilatsiooniasgregaat, mis on varustatud nii entalpia-soojusvaheti, pinnas-eelsoojendi kui ka möödaviiguklapiga. Välistemperatuurivahemikus null kuni miinus 15 kraadi töötab agregaat täiesti tavapäraselt, sest *ComoFond-L* soojendab väljast võetud õhu vähemalt temperatuurini –5 °C ning selle õhu võib jäätumist kartmata suunata soojustagastisse, kus õhk soojeneb umbes 17 kraadini. Pärast ventilaatori ja jaotuskanalite läbimist tõuseb sissepuhkeõhu temperatuur veel 1–2 kraadi ning ruumidesse puhutav õhk on ilma lisa-soojendamiseta vähemalt 18–19 kraadi soe. Kui ventilatsioonisüsteem on korralikult läbi mõeldud ja õhujaotite asukohad õigesti valitud, siis on selline sisetemperatuur ruumis viibivatele inimestele piisavalt mugav. Suhteline õhuniiskus püsib tasemel 30–40 %.

Kui välistemperatuur langeb alla miinus 15 kraadi, siis hakkab soojustagastisse jõudma liiga külm õhk ning soojusvaheti võib jäätuda. Võimalik on valida, kas sellisteks (Eesti



OÜ InteliVENT

Tallinn, Kotkapoja 2a-6

Tel: +372 6 840 937

www.intelivent.ee

Intelligentsed ventilatsioonilahendused



inVENTer®
the easy way
to save energy



Lihtsaimast kvaliteetseimani



zehnder

always
around you

keskmisel talvel suhteliselt lühiajaliselt esinevateks) ekstreemumiteks näha ette elektriline eelsoojendi või lubada ventilatsiooniasgregaadil automaatselt vähendada õhuhulka, et soojusvaheti jäätumist kontrolli all hoida. Kas maksta pisut rohkem eelsoojendi ja selle energiakulu eest või leppida mõnel kõige külmemal talvisel päeval veidi umbsema ruumiõhuga. Kui välistemperatuur tõuseb plussi, ei ole kuigi otsustav kasutada *ComoFond-L*-seadet, sest õhu ja pinnase temperatuurid on üsna ühesugused, ning pinnas-eelsoojendi ringluspump lülitub välja. Ruumidesse puhutava õhu temperatuur on siis umbes 20 °C, eraldi järelkütet pole vaja.

Kui välistemperatuur muutub võrdseks siseruumide õhutemperatuuriga, lülitab möödaviiguklapp soojusvaheti välja, ning kui ilm väljas veelgi soojemaks läheb, lülitub taas tööle *ComoFond-L*-seade, mis hakkab sissepuhkeõhku jahutama (ruumis viibijate ebamugavuse vältimiseks ei tohiks selle seadeväärtus olla alla 16 °C). Kui *ComoFond-L* ei suuda väga kuumas ilmaga sissepuhkeõhku piisavalt jahutada, ent väljatõmbeõhu temperatuur seda võimaldab, lülitab möödaviiguklapp automaatselt soojustagasti taas tööle selleks, et väljatõmbeõhk jahutaks sissepuhkeõhku. See on eriti otstarbekas siis, kui hoones on ka eraldiseisvad jahutusseadmed.

Kirjeldatu näitab, kuidas tehniliselt nutikas terviklik ventilatsioonisüsteem suudab ka keerulises kliimas tagada tõhusa õhuvahetuse, ilma selleks oluliselt lisaenergiat kasutamata.

Peale tõhusate ja mitmekülgsete ventilatsiooniasgregaatide pakub tootesari *Comfosystems* ka paindlike installatsioonivõimalustega õhujaotussüsteemi *ComfoTube* ja selle meeldivate disainkatetega lõppelemente: mürasummuteid, õhukanaleid, õhujaotureid jm.

A.M.

PASSIIVMAJADE KÜTTESÜSTEEMID

MARKO MEREVOO

Savenergy OÜ

KUIGI sageli arvatakse, et passiivmaja pole üldse vaja kütta, tuleb selle ruumide soojendamiseks siiski lisada vabasoojusele 15 kWh/m² soojusenergiat aastas. Passiivmajade e liginullenergiahoonete kütmiseks on mitu lahendust, millest võiksid Eesti oludesse sobida alljärgnevad.

Kompaktseade (CHPU – *compact heat pump unit* – joonis 1), mis kütab ja ventileerib ruume ning soojendab tarbevett, koosneb:

- EC-mootoriga sissepuhke- ja väljatõmbeventilaatorite ning filtritega F7, G4 varustatud vastuvoolu-plaatsoojustagastiga ventilatsiooniseadmetest;
- järelsoojenduskalorifeerist;
- umbes 200-liitrisest akupaagist;
- 1–1,5 kW-sest soojuspumbast ning
- juhtimiskeskest.

Kompaktseadme soojustagastisse sise-

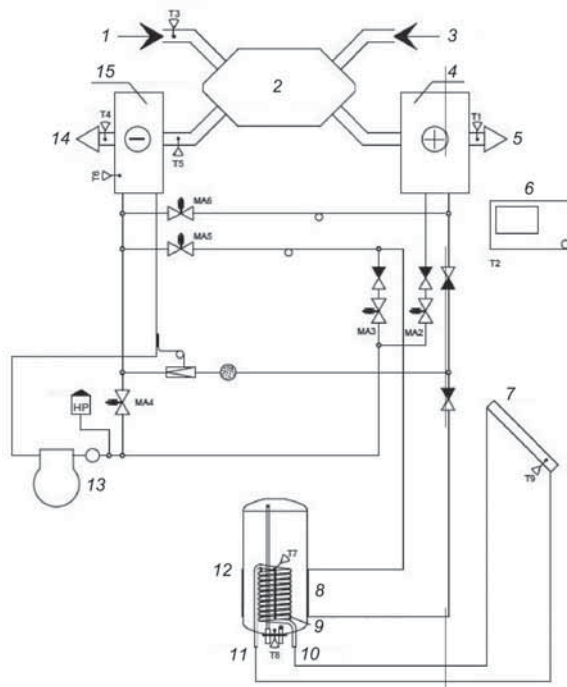
justagastisse, mille temperatuurikasutegur on tavaliselt 75–90 %. Soojustagastist väljunud heitõhust võetud soojuse saadab väike (1–1,5 kW) soojuspump akupaaki. Akupaaki talletatud soojust kasutatakse tarbevee soojendamiseks ja ruumide kütmiseks. Akupaagi, mis on varustatud 1 kW-se elektriküttekehaga (nt *Genvex Combi 185 L*), võib soovi korral ühendada päikesekollektoriga. Ruumide köetakse järelküttekalorifeeris + 41 °C-ni soojendatud sissepuhkeõhuga.

Kompaktseadmete küttevõimsus on 0,5–2,7 kW (kui soojendatakse ainult ventilatsiooniõhku ning välisõhu temperatuur on –7 °C) ja sissepuhkeõhu temperatuur ei ületa tavaliselt + 41 °C. Üle + 52 °C ei tohiks temperatuur tõusta, sest siis võib siseõhk liiga kuivaks muutuda ning ventilatsioonikanalites olev tolm kõrbema minna.

Suurima vabasoojusega, s.o päikese, inimeste, seadmete ja valgustite poolt soojendatud ruumi (nt elutuppa) tuleb paigaldada temperatuuriandur.

Kütmisel on soojusteguri COP (ingl *coefficient of performance*) väärtus 2,28 ning tarbevee soojendamisel 2,31 (kui välisõhu tem-

peratuur on –7 °C ning kasutatakse nt kompaktseadet *Stiebel Eltron LWZ 304 Sol*). Ventilatsioonisüsteemi erivõimsus on sõltuvalt tootjast vahemikus 0,29–0,43 Wh/m³. Maksimaalne ventilatsiooniõhuhulk 370 m³/h (kompakt-



Joonis 2. Kompaktseadme Genvex Combi 185 L põhimõtteskeem:

1 on välisõhk, 2 vastuvoolu-plaatsoojustagasti, 3 väljatõmbeõhk, 4 kondensaator, 5 sissepuhkeõhk, 6 juhtimiskeskus, 7 päikesekollektor, 8 boileriväline kondensaator, 9 elektriline küttekeha, 10 külm vesi, 11 soe vesi, 12 soojavee boiler, 13 kompressor, 14 heitõhk, 15 aurusti

seade *Genvex Combi 185 L*) võimaldab 300 m² hoones õhuvahetuskordsust 0,5. Kompaktseadmetega varustatud hoonete primaarenergiavajadus on väike – $PE_{total} \leq 55 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$.

Tuleb tunnistada, et passiivmajadele mõeldud kompaktseadmete küttevõimsusest Eesti kliimas ei piisa ning nad on pigem mõeldud kasutamiseks Kesk-Euroopas. Nt kompaktseade *Stiebel Eltron LWZ 304 Sol 2,7 kW* suudab Kesk-Euroopas sooja tarbeveega varustada ja kütta kuni 200 m², Eestis aga vaid kuni 100 m² köetava pinnaga ühepereelamut. Meil on 150–200 m² väikeelamu kütmiseks vaja sissepuhkeõhukanalisse lisada 1–2 kW-ne elektrikalorifeer või peavad ruumides olema küttekaminad või elektriradiaatorid.



Joonis 1. Kompaktseade

nev välisõhk eelsoojendatakse (soovitavalt maa-õhk- või maa-glükool-tüüpi soojusvahetis) plus temperatuurini, et vältida soojustagasti (nt *Genvex Combi 185 L* + 4 °C – joonis 2) jäätumist. Edasi liigub õhk vastuvoolu-plaatsoo-

Välispiirded peavad pidama väga hästi sooja, nii et hoone soojuskadu ei ületaks 10 W/m^2 . Et hoone ehitusmaksumus oleks mõistlik ning investering passiivmajasse end ära tasuks, võib Eesti kliimas siiski pidada reaalseks soojuskaoks 20 W/m^2 .

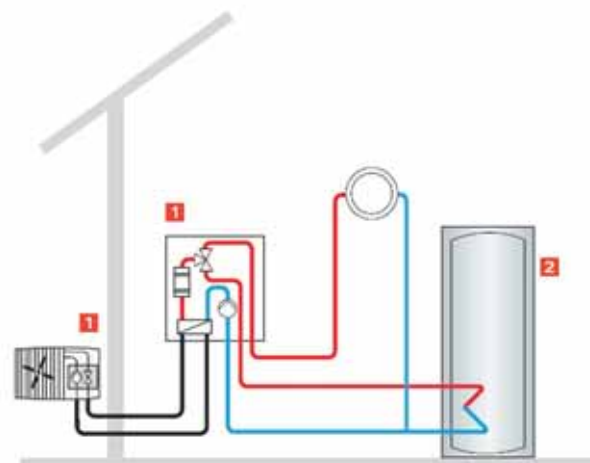
Kompaktseadme eelis on see, et lahendus on „kõik ühes“ – ruume kütab ja ventileerib ning tarbevett soojendab üks ja sama seade. Seade ei võta palju ruumi ning selle võib paigutada nt majandusruumi pesumasina kõrvale. Paigaldamine on lihtne, seadmesse sisse ehitatud automaatika tagab eri osade hea koostöö ning seadme kasutamisel tekkiva süsiniku jalajälgi on väike.

Eesti kliimas sobiks passiivmajadesse pigem keskse akupaagiga süsteem, millesse kuuluvad õli-, gaasi-, pelleti- või halupuukatel (või soojuspump), päikesekollektorid ja tarvevee-soojusvaheti. Põrandaküttesüsteemile on soovitatav eelistada radiaatoreid, sest need reageerivad kiiremini ruumides tekkivale vabasoojusele.

Pelleti-, puidu- või gaasikatla (piisab võimsusest 3–5 kW) või **kamina-ga süsteemis** kontrollitakse katla tööd ruumitemperatuuri-, mitte välisõhutemperatuurianduri järgi. Pelletikaminat kasutamisel tuleb hoolitseda selle eest, et ruume üle ei kooletaks. Kiirgussoojuse ja küttesüsteemi mineva soojuse suhe ei tohiks olla üle 20/80. Põlemisõhk tuleb kaminatesse ja kateldesse võtta väljast, mitte ruumist, sest passiivmajad on väga õhutihedad. Kui õhuhulgad tasakaalust välja lähevad (nt kui midagi juhtub sissepuhkeventilatoriga), peavad katel või kamin ja ventilatsioonisüsteem automaatselt välja lülituma. Kaminat ja katelde ukseid ja luugid olgu õhutihedad. Pelletikami-

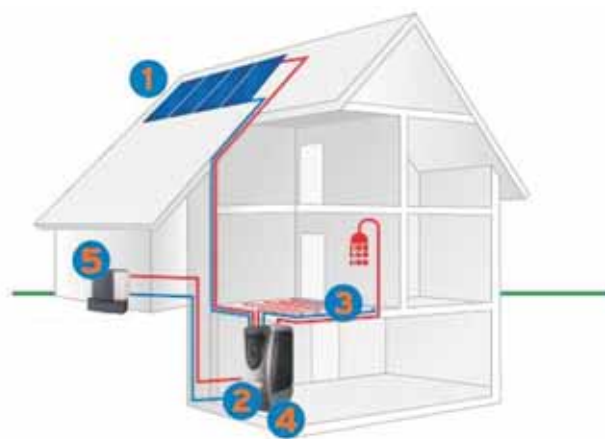
nale (8 kW) sobib 300–500-liitrine ning halupuukaminale ca 1000-liitrine akupaak. Tuleb hoiduda kamina sagedasest sisse- ja väljalülitamisest – see suurendab elektrienergiakulu. Tarvevee soojendamiseks on otsustavaks süsteemi ühendada päikesekollektorid. Hea lahendus on **kihtsalvesti** (ingl *stratified storage tank*, nt *Sonnenkraft Comfort E* – joonis 3), mis võimaldab võtta paagi ülaosast kuumemat vett tarvevee soojendamiseks ning alaosast külmemat ruumide kütmiseks. Tarbevett soojendatakse soojusvaheti abil, et legionella-bakterid ei saaks tarbevees paljuneda. Passiivmajas kulub ainult 1,5 l kütteõli või $1,5 \text{ m}^3$ maagaasi kütava pinna ruutmeetri kohta aastas.

Soojuspumbaga süsteemis võib kasutada õhk-vee- või maasoojuspumpasid, nt õhk-vee-**soojuspump** *Viessmann Vitocal 200-S* (joonis 4) (**COP kuni 4,6**) või päikeseküttega kombineeritud soojuspumpasid (nt seeriast *Sonnenkraft Solar Compleet* – joonis 5). Kütava pinnaga $150\text{--}300 \text{ m}^2$



Joonis 4. Õhk-vee-soojuspumbaga süsteem Viessmann Vitocal 200-S: 1 on pumba välisosa, 2 akupaak ja 3 pumba siseosa

passiivmaja jaoks piisab 3–6 kW-st õhk-vee-soojuspumbast, mille eelis on väike investeerimismaksumus. Tavalise hoonega võrreldes on passiivmaja maasoojuspumba maakontuuri jaoks vaja vähem maad ning süsteem on seetõttu odavam. Soojuspump peab olema õige suurusega, sest liiga suure või väikese võimsusega soojuspump suurendab elektrienergiakulu ja sellega ka hoone primaarenergiavajadust.



Joonis 5. Süsteemi Sonnenkraft Solar Compleet skeem: 1 on päikesekollektorid, 2 akupaak, 3 kütte- ja sooja tarvevee süsteem, 4 õhk-vee-soojuspumba siseosa ning 5 soojuspumba välisosa

Passiivmaja küttesüsteemi valimisel on vaja arvestada mitut tegurit, sealhulgas hoone orientatsiooni ilmakaarte suhtes, kütava pinna suurust, välispiirete soojusläbivust, krundi suurust, ehituseelarvet ja kasutusmugavust. Otsest elekterkütet on soovitatav vältida, sest see suurendab hoone primaarenergiavajadust.

A.M.

Lisateave

Passive House Institute; www.genvex.dk; www.viessmann.ee; www.sonnenkraft.com.



Joonis 3. Gaasi- või õlikatla, päikesekollektori ja kihtsalvestiga süsteem Sonnenkraft Comfort E: 1 on päikesekollektor, 2 gaasi- või õlikatel, 3 ringluspump, 4 kihtsalvesti, 5 küttekontuur, 6 sooja tarvevee moodul, 7 külm vesi, 8 soe vesi

PILVEALUNE PÄIKESEKIIRGUS

TEOLAN TOMSON

TTÜ Materjaliteaduse instituudi vanemteadur, tehnikadoktor

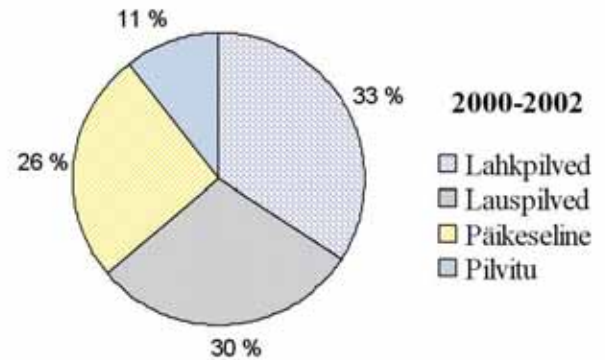
TEHNILISELT on energia saamiseks kasutatav nii otsene (varju heitev) kui ka hajukiirgus (mis varju ei heida). Hajukiirgus on alati olemas, ainult et päikesepaiste korral on selle väärtus vaid 10–15 % kogukiirguse omast. Seevastu pilve varjus (laus- või lahkpilvede puhul) ongi 100 % päikesekiirgusest just hajukiirgus. Hajukiirguse osatähtsus on suur – Eestis umbes 50 % aasta kiirgusenergiast [1]. Veel tuleb pöörata tähelepanu eri tüüpi madalatele pilvedele, sest kaldpinnad (tehnilised seadmed on kaldu) omastavad hajukiirgust eri moodi. EMHI Tõravere Aktinomeetriajaama) 2000.–2002. aasta suviste 1-minutiliste mõõtmisandemete põhjal koostatud joonisel 1 on kujutatud päevade jaotus (ülekaalus olevate) pilvetüüpide kaupa.

Eestis on pilves 2/3 suvepäevadest, kusjuures lauspilvi (*Stratocumulus per-lucidus*, *Stratus nebulosus*) ja lahkpilvi (*Cumulus humilis*, *Cumulus mediocris*, *Cumulus fractus*) on üsna võrdselt. Laus- ja lahkpilvede näiteid on joonisel 2 ja 3.

Need fotod on tehtud Pääsküla suletud prügimäel, mida autor on mitme aasta vältel kasutanud mõõtepolügoonina. Viimaste mõõtmiste eesmärk oli kontrollida hajukiirguse aproksimat-

sioonimudelit, mida kasutatakse statistiliselt kogutud (ja horisontaalpinnal mõõdetud) hajukiirguse andmeridade ümberarvutamisel kaldpindadele. Need arvutused on vajalikud energiatoodangu prognoosimiseks ja (simuleeritud) tehniliste lahenduste võrdlemiseks. Hajukiirguse jaotuse mõõtmiseks kasutati joonisel 4 kujutatud stendi, millele oli monteeritud viis eri kalde all (vahemikus $0^\circ < \beta < 90^\circ$ 22,5° võrra nihutatud) andurit. Mõõtmisi sooritati nii positiivsesse (päikese poole) ja negatiivsesse (päikesest eemale) suunda pööratud anduritega kui ka siis, kui andurid pöörati nende suundadega risti. Nõnda saadi hajukiirguse jaotus päikest jälgiva kollektori jaoks. Lõuna-põhja ja idalääne teljel mõõdetu kirjeldab hajukiirguse jaotust lõunasse suunatud fikseeritud kollektoril.

Joonis 5 võtab kokku uurimuse olulisemad tulemused. Suhtelise hajukiirguse $G_{dT}^* = G_{dT} / G_{d0}$, s.o pinnale kaldenurgaga β ja horisontaalpinnale toimiva hajukiirguse suhte kohta, on olemas pikaajalised statistilised andmed. Dia-



Joonis 1. Eestis on pilviste ilmade osakaal suur

grammi joontel on järgmine tähendus:

- joon A – kumer kõver maksimumiga siis, kui pind on horisontaalne, on suhtelise hajukiirguse keskmine jaotuskõver lauspilvede korral. Ühtlaselt mõlemas suunas langev jaotus kehtib lahkpilvede puhul ka päikese-ga risti oleva suuna kohta. Üksikute mõõtmiste hajuvus keskmise ümber on väike;
- joon B on hajukiirguse jaotuse aproksimatsioon tuntud isotroopse mudeli järgi ning lauspilvedele sobib see hästi, väike viga ilmneb ainult vertikaalpinnal;
- joon C on suhtelise hajukiirguse jaotuskõver lahkpilvede korral. Kumera kõvera maksimum on suurem hajukiirguse väärtusest horisontaalpinnal. Päikese vastassuunas on kõver pigem



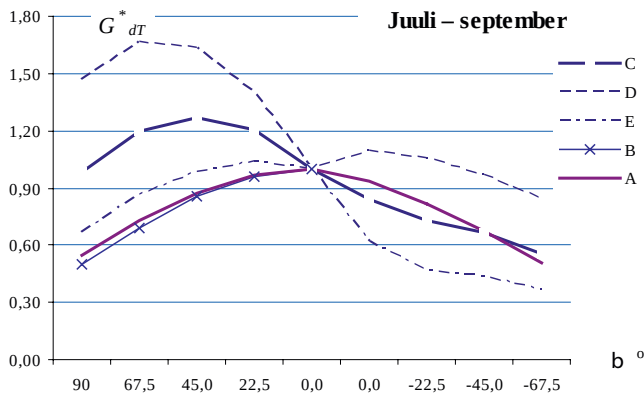
Joonis 2. lauspilved (*Stratus nebulosus*)



Joonis 3. lahkpilved (*Cumulus humilis*)



Joonis 4. Stend hajukiirguse mõõtmiseks kiirgust vastu võtvatel kaldpindadel

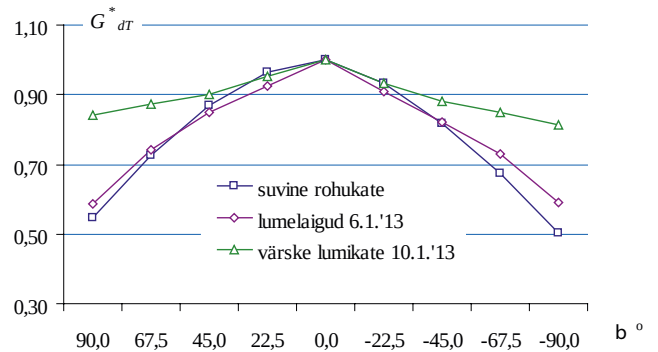


Joonis 5. Suhtelise hajukiirguse G_{dT}^* sõltuvus pinna kaldenurgast β

nõgus, ent ilma kohtmiinimumita. Üksikute mõõtmiste hajuvus on väga suur. Tuntud isotroopse hajukiirguse mudel ei ole lahkpilvede puhul pädev. Sobiv aproksimatsioon on keerukam ja avaldatakse erialakirjanduses;

- joon D jälgib üksikute mõõtmistel näidatud nurga korral leitud G_{dT}^* suurimaid ning joon E – G_{dT}^* vähimaid väärtusi.

Hajukiirguse jaotus päikese suunast suvaliselt kõrva-le pööratud pinnal ei ole lauspilvede korral suunatundlik. Lahkpilvede puhul on see suund oluline – mida suurem on kõrvalepöörde päikese suunast, seda lamedam on kõver, mis ristisuunas kõõb kõveraks A. Laus- ja lahkpilved on erinevad ka G_{dT}^* stabiilsuse mõttes: lauspilvede puhul oleneb see ainult pinna kaldenurgast ning ei olene horisontaalpinnal mõõdetud hajukiirguse väärtusest, mis võib pilvekihi paksusest olenevalt muutuda mitu korda. Lahkpilvede korral on ta



Joonis 6. Ümbruse albeedo mõju hajukiirguse jaotusele lauspilvede all

ebastabiilne: G_{dT}^* hajumine mõnekümne minuti jooksul on samas suurusjärgus hajukiirguse väärtuse hajumisega horisontaalpinnal. Hajukiirguse väärtus kaldpindadel (ja vertikaalpinnal eriti) sõltub ümbruse pinna albeedost (peegeldusvõimest). See on näha joonisel 6, millel on võrreldud samast paigast päikese suunal tehtud mõõtmisi.

Lõpetuseks tuleb märkida, et uurimus ei hõlma hajukiirgust (suhteliselt) läbipaistvate kõrgpilvede all, mille puhul otse- ja hajukiirgus pole eristatavad. Hajukiirguse omadused kaldpindadel on laus- ja lahkpilvituse puhul oluliselt erinevad. Ilma täiendava uurimiseta ei saa väita, kui palju see isotroopse mudeli kasutamist väärib (kui üldse, sest lahkpilvede varjud kestavad enamasti lühikest aega).

A.M.

Viidatud allikas

1. Eesti kiirguskliima teatmik. 2003. Toim. H.Tooming. EMHI.

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

BAYONNE'I SILD NEW YORGIS SAI 80-AASTASEKS

JUHANI VIROLA, Eur Ing-**FEANI**

Helsingi, Soome

STATEN ISLAND asub New York City kagunurgas, Brooklynist idas, Bayonne'i linn aga New Jersey osariigis põhja pool Staten Island'it. Bayonne'i ja Staten Island'i vahele ehitati 1920/1930ndatel üle Kill van Kull'i väina suureavaline teraskaarsild [1–3], mille peaava on 503,56 m pikk [2].

Kuni Bayonne'i silla valmimiseni oli kõige suurema sildega (ca 298 m) teraskaarsild New Yorgis 1917. aastal liiklusele avatud *Hell Gate Bridge* [3; 4]. Neliteist aastat hiljem, 1931. aastal valminud Bayonne'i silla peaava oli sellest ligi 206 m pikem ning 64 cm pikem kui 1932.a liiklusele avatud maailmakuulsa Sydney sadamasilla (*Sydney Harbour Bridge*) oma (502,92 m) [3; 5].

Bayonne'i silla ümmarguselt 504-meetrise peaava kummaski otsas on pealesõidusillad, millega koos on silla kogupikkus umbes 1,7 km. Sillatekk on 25,5 m laiune, s.o veidi enam kui pool Sydney sadamasilla teki laiusest (48,8 m) [5]. Silda, mille teki 12,2 m laiusesse keskossa mahub neli sõidurada, kaks kummaski suunas [2], ületab päevas ligikaudu 20 000 sõidukit.

Silla sõidutee kummassegi serva jäeti ruumi metrooraudtee jaoks. Et metroo sillale ei jõudnudki, hoitakse rongiradu lisanduda võivate autoradade tarvis. Sillal on vaid üks kitsas (1,8 m) kõnnitee, mis paikneb konsoolina silla



Bayonne'i silla üldvaade, tagaplaanil Staten Island

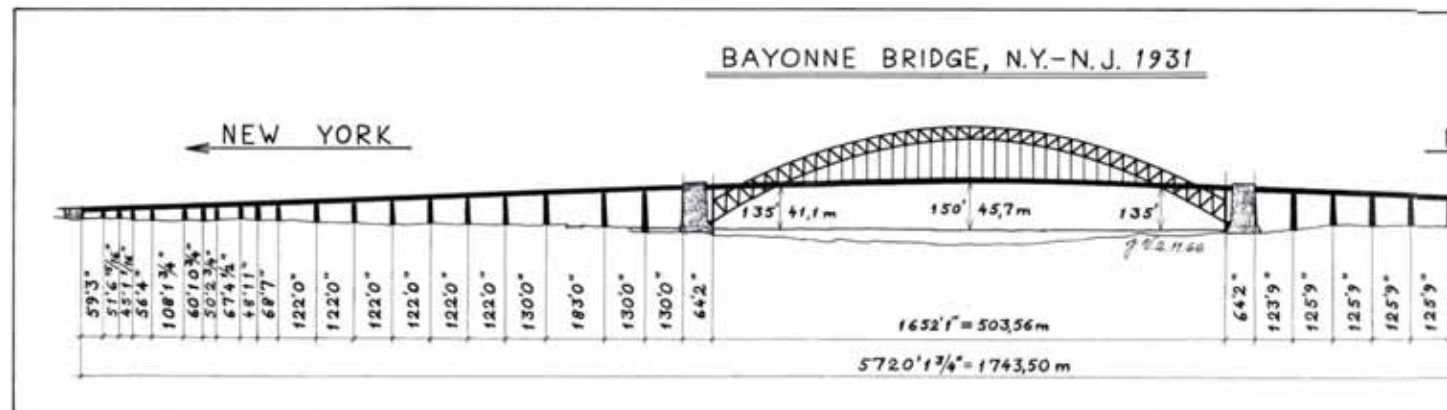
Joonis: Port Authority of New York and New Jersey

lääneküljel. Kuna tee on väga kitsas, ei tohi jalgrattaga sellel sõita, ratast peab käekõrval lükkama.

Sillaava kõrgus veepinnast on praegu 46 meetrit, ent selleks, et suured, läänepoolsetesse sadamatesse (Howland Hook Staten Island'il, Newark ja Elizabeth New Jersey's) suunduvad laevad mahuksid silla alt läbi, on lähiaastail kavas uurida võimalust suu-

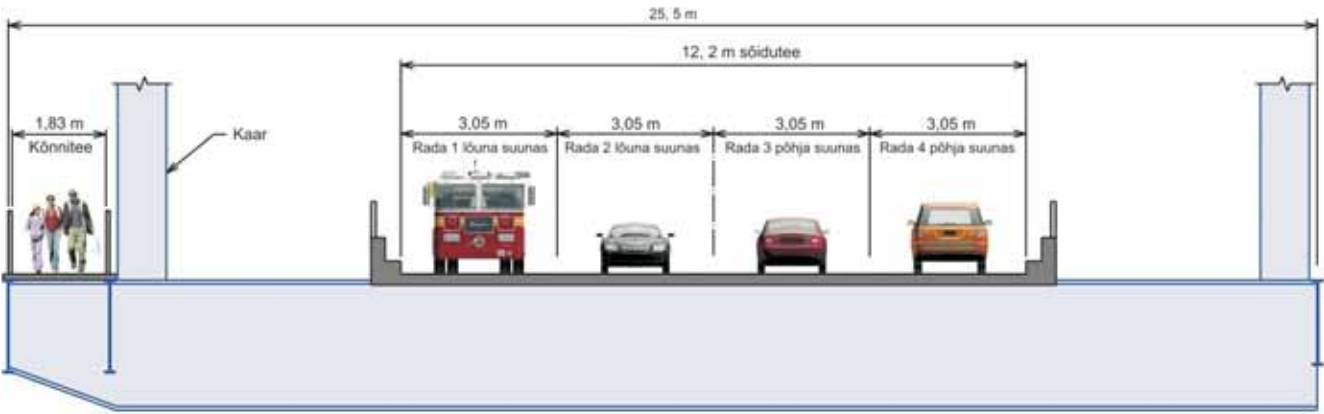
rendada seda 65 meetrini [2]. Üks võimalusi on asendada üks osa peaavast tõstetava sillaga. Kaalutud on ka muid lahendusi, nt asendada praegune sild teist tüüpi silla või tunneliga [6].

Silla ehitamist alustati 18. septembril 1928 [7] ning juba kolme aasta pärast, 14. novembril, toimus silla pidulik avamine ning päev hiljem, 15. novembril, avati sild liiklusele [8]. Esialgu anti



Silla pikiprofil

Joonis: Juhani Virola



Silla peava ristlõige [1]

SUUREAVALISTE TERASKAARSILDADE ESIKÜMME [11]

Nr	Sild	Ava	Asukoht	Valmimisaasta
1	Chaotianmen	552 m	Chongqing, Hiina	2009
2	Lupu	550 m	Shanghai, Hiina	2003
3	New River Gorge	518 m	Fayetteville, WV, USA	1977
4	Bayonne	504 m	New York, NY, USA	1931
5	Sydney Harbour	503 m	Sydney, Austraalia	1932
6	Hejiang	500 m	Sichuan, Hiina	2012
7	Chenab	467 m	Katra, India	2015
8	Wushan	460 m	Chongqing, Hiina	2005
9	Yongjiang	450 m	Ningbo, Hiina	2011
10	Zhijinghe	430 m	Hubei, Hiina	2009

sillale nimeks Kill van Kull Bridge, hiljem nimetati aga Bayonne'i sillaks. Silda haldas algul Port of New York Authority ning hiljem Port Authority of New York and New Jersey.

Silla peaprojekteerija oli Šveitsis sündinud kuulus sillainsener Othmar H. Ammann, kes on projekteerinud ka teisi silmapaistvaid sildu, nt kaks ripp-silda New York City's: Georg Washington Bridge (ava 1067 m; 1931.a) [9] ja Verrazano-Narrows Bridge (1298 m; 1964.a) [10]. Mõlemad olid omal ajal maailma kõigi sillatüüpide seas kõige suurema sildega sillad.

Nii Bayonne'i kui ka Sydney sadamasild, mis mõlemad ehitati aastail 1920/1930, olid kuni 1977. aastani kaks maailma suurima sildega teraskaarsilda. Isegi praegu on nad suureavaliste teraskaarsildade esikümnes. Tabelist on näha, et enamik (kuus kümnest) suureavalistest teraskaarsildadest asub Hiinas, kõige pikema sildega (552 m) on neist Chaotianmeni sild (2009) [12].

Viidatud allikad

1. Virola, J. 2011. New Yorkin Bayonne Bridge – teraskaarisilta täytti 80 vuotta. – Tierakennusmestari TIRA 4: 30–32.

2. Information and illustrations kindly given by the Port of New York Authority and the Port Authority of New York and New Jersey.

3. Virola, J. 1971/72. The world's greatest steel arch bridges. – International Civil Engineering 2 (5): 209–224.

4. Hell Gate Bridge, New York. – The Engineer 1915-11-26: 495–497.

5. Virola, J. 2007. Maailmankuulu Sydneyn satamasilta täytti 75 vuotta. – Tierakennusmestari TIRA, 2: 48–49.

6. News in brief. – Bridge Update. October 2010: 3.

7. The Kill van Kull Bridge, New York. – The Engineer 1931-06-12: 647–650.

8. Kill van Kull Bridge in New York opens to traffic on November 15th. – Engineering News-Record 1931-11-12: 785.

9. Virola, J. 2011. New Yorkin George Washington-riippusilta täyttää 80 vuotta. – Tierakennusmestari TIRA 3: 38–41.

10. Virola, J. 1967. New Yorkin suursiltoja. – Tiemies 4: 9–14 & 5–6: 21–25.

11. Bridge tables of the Helsinki University of Technology. – www.bridge.aalto.fi/en/longspan.html.

12. Duan Xuawei, Virola, J., Ding Dajun. 2007. The Chaotianmen Bridge – world's longest-span steel arch. – Rakennusinsinööri ja -arkkitehti RIA 1: 60–67.

VAADATES KIVI SISSE

VASALEMMA PAAS – MEIE VANIM TROOPILISE RIFIVÖÖNDI SETE

REIN EINASTO

KÜLLAP on kivi sisse vaatamise seerias peale Tallinna, Saaremaa ja Vormsi pae (Einasto, Justi 2011; Einasto, Koldits 2011; Einasto 2012) aeg käsitleda ka teisi Eesti ehitusloos enim kasutatud kivimitüüpe, eeskätt paljandites. Ehkki neid kivimitüüpe on väga värvikalt esitlenud Helle Perens raamatutes „Paekivi Eesti ehitistes” I–IV (2003–2010) ja „Looduskivi Eesti ehitistes” (2012), pöörame siin põhitähelepanu esinemisele looduses ja tekkekeskkonnale. Üks eripärasemaid nende paetüüpide seas on kindlasti Vasalemma paas, mitte „marmor”, nagu vanad Euroopast tulnud kivimeistrid seda heade marmorilähedaste ehitusomaduste tõttu keskajal nimetasid (Einasto, Matve 1989).

Esmakordselt on Vasalemma paekiivi kirjanduses käsitlenud E. Eichwald (1854), nimetades seda *Hemicosmitenkalk*. Nimes sisaldub selle omapärase kivimitüübi olemus – kivimi moodustajaks on troopika madalmeres elanud, lülilise varrega põhjale kinnitunud **loomade – mereliiliate** –, valdavalt **tsüstiidide** (perekond *Hemicosmites*) varrelülid ja nende ning päiste killud, mis on tsementeeritud puhta läbi paistva jämedakristallilise kaltsiidiga (joonis 1). Lembit Pölma (1982) mikroskoopilised uuringud on veenvalt põhjendanud, et kivimist moodustab üle 80% biodeitrit, kus alati tugevalt valdavad tsüstiidide skeletiosised. Teistest faunagruppidest tõusevad kivimi moodustajaks üksnes vahekihi (eriti settimistsüklite basaalkihtides, joonis 2) väikesed okslikud sammalloomad (*bryozoa*), harva kuni 40% kivimist. Ülejäänud gruppide skeletse materjali osakaal kivimis tõuseb harva üle 1–2%. (Pölma ja Hints 1984, Pölma jt 1988, Hints 1990, joon. 26).

Tera suuruse alusel on Vasalemma kivi valdavalt jämedetritne ja keskmiselt sorditud, peenematerialistes erimites ka hästisorditud kivistunud **biokruus**, mis kujunes troopikamere kaldalähedases püsiva murdlainetuse vööndis. Vasalemma tsüstiidlubjakivi lasund (Vasalemma kihistu Keila ja Oandu lademes) on meie paeläbilõike vanim troopilises kliimavöötmes kujunenud settekeha, kinnitades paleogeograafilisi rekonstruktsioone Baltika paleokontinendi triivist (Torsvik, *et al* 1992) ja ulatuslikust ookeanipinna alanemisest (eustaatilisest regressioo-



Joonis 1. Tsüstiidlubjakivi ristlõikes



Joonis 2. Tsüstiidlubjakivi horisontaallõige

nist) Keila ja Oandu ea piiril (Einasto 1995, Nestor, Einasto 1997, Ainsaar 2001).

Vasalemma tüüpi paekivi levik piirub vaid Oandu lademe avamusega Loode-Eestis Padise – Vasalemma vahemikus, ulatudes läände Paekülani ja itta Tuulani, ligi 40 km pikkuse vööndi kujul, mille laius piirub 2–5

kilomeetriga (Männil 1960, Pölma ja Hints 1984). Lõuna poole väheneb lasundi paksus kiiresti – kogu tsüstiidlubjakivi lasund kiildub välja (Munalaskme puursüdamikus vaid 11 cm, Männil 1960) ja ulatuslikul alal Kesk-Eestis esineb regionaalne lünk (Männil 1966, Ainsaar 2001). Eraldi läätsestena avastati Vasalemma tüüpi paas

puurimistel Kärkla meteoriidikraatri nõlvadel samal Keila-Oandu lademe stratigraafilisel tasemel (Suuroja 2002).

Vasalemma pae paljanduvus on tänu arvukatele vanadele paemurdudele ja kahele hiidkarjäärile, mida hoolikalt on dokumenteerinud Arvo Rõõmusoks (1970) ja Lembit Põlma (Põlma jt 1988) erakordselt hea. Rummu ja Vasalemma asulasisest väikekarjäärides on küll kaevadamine lõpetatud ja süvised põhjavee tasemeni veega täitunud, aga rifikehade ja ümbriskivimi – tsüstiidlubjakivi – ruumilised vahekorrad avanevad paeseinte veepealsetes osadeski selgelt (Männil 1960). Need veega täitunud karjäärid männimetsas ja lagedal ootavad kaldakujunduse kaudu kauniks selgeveeliste järvedega puhkemaastikuks kujundamist, kus kindel koht saab olema ka geoturismil.

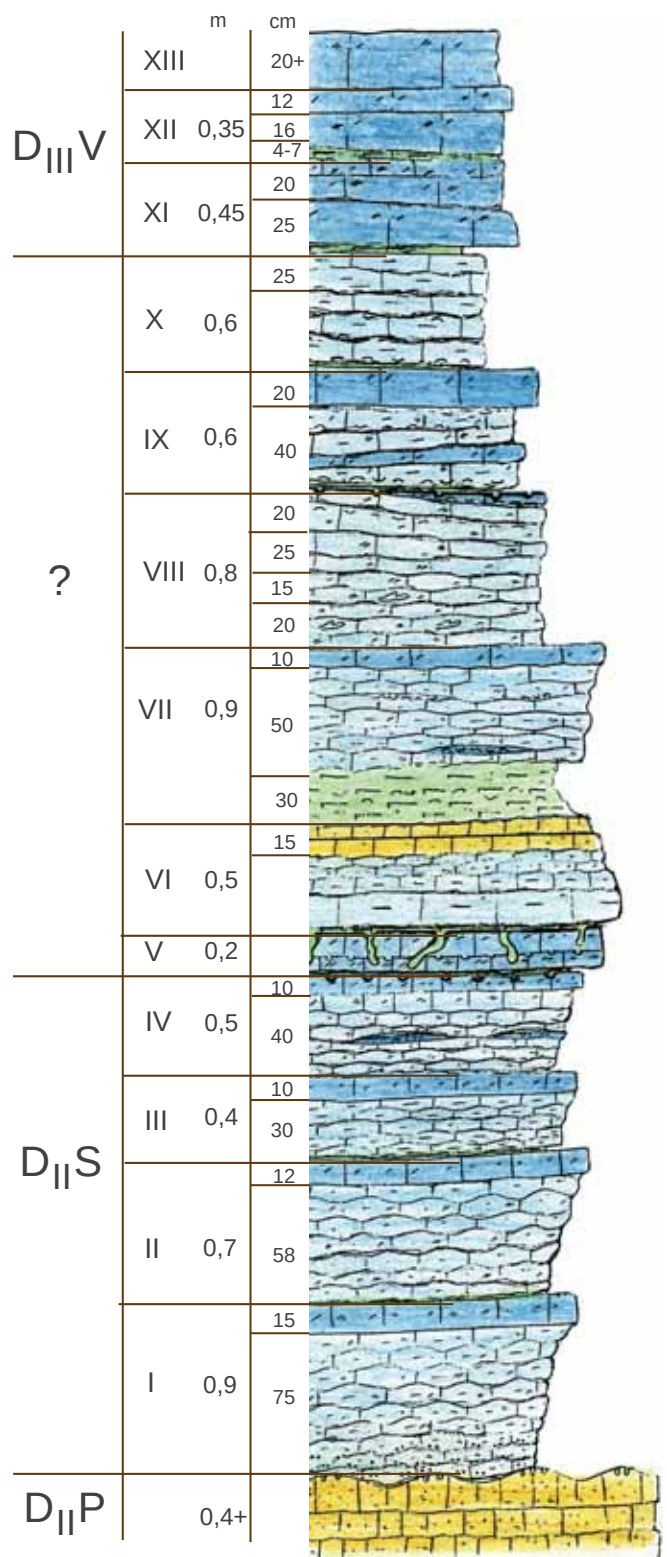
Raudteest idapoolses karjääris kaevandamine kestab ja selle lisanditest puhta lubjakivi eksport tehnoloogilise toormena toimub Paldiski lõunasadama kaudu Rootsi. Nimetatud karjääris, ühes Eesti suurimas kunstlikus paepaljandis, on geoloogile, geoturistile ja kivisõbrast paehuvilisele palju unikaalset vaatamis- ja uurimisväärsust. Karjääri üle 1,5 km pikkusel, 6–11 m kõrgusega idaseinal on avatud ristlõike omapärasest madalikulisest rifibarjäärist koos üleminekuvööndiga põhja pool esinevasse rifitagusesse varjatud šelfi vööndisse. Vasalemmas ei esine üldtuntud korallriffe. Madalikulise barjääri moodustab põimjaskihiliste läätsjate kihinditena lasuv tsüstiidlubjakivi, milles näilise korrapärase paiknevad vanaaegkonnas laialt levinud „mudapangad” – peitkristallilisest puhtast massiivsest lubjakivist koosnevad teravalt piiritletud muutliku kujuga kivimkehad (biohermid), mille tekkeviis jäi kauaks ebaselgeks. Praeguseks on kindlaks tehtud, et liikuvaveelistes tingimustes on „mudapüüdjaiks” pehmekoelised *Stromatactis*-tüüpi vetikad, mis fossiilsena ei säili (Tucker ja Wright 1990).

Vasalemma on kogu Eesti paeläbilõikes ainus paik, kus saab madalikult pärineva teralise biosette (detriidi) järkjärgulist vähenemist ning savi- ja mudalise lubimaterjali suurenemist kivimis jälgida kihiti pidevalt sadade meetrite ulatuses ning tunnetada detailides lateraalsete fatsiaalsete (settimiskeskonna) üleminekute reaalselt pilti otse paeseinas: kuidas lausteraline tsüstiidlubjakivi järkjärgult muutub hajusa detriidiga mudaliseks savikaks lubjakiviks (Saue kihistik). Samas on väga hea võimalus jälgida läbilõike vertikaalset tsüklilist ehitust (joonis 3).

Tsüstiidlubjakivi lasundi alumine piir lamava Keila lademe Pääsküla kihistiku peitkristallilise poolmugulja lubjakiviga on karjääri põhjas ulatuslikult paljandunud ja kõikjal terav nõrgalt püriidistunud katkestuspind, mis laial alal kulgeb mööda kivistunud lainete virgmärke (Hints ja Miidel 2008). Virgmärkide mattumine ja kiire kivistumine ning settelünga ajal kulutusest puutumatuna säilimine on tõeline geoloogiline haruldus, mis vajaks looduskaitset. Kogu karjääri idasein vääriks näidisseinaks kujundamist ja vaba juurdepääsu geoloogiahuviilistele, kus samm-sammult oleks haruldane võimalus jälgida nii lateraalseid fatsiaalseid kui vertikaalseid tsüklilisi muutusi kivimkehades. Vasalemma oleks üks rahvusvahelise geoturismi püsiva külastuse paigaks Eestis.

Kasutatud kirjandus

Ainsaar, L. (2001). The Middle Caradoc facies and faunal turnover in the Late Ordovician Baltoscandian palaeobasin: sedi-



Joonis 3. Vasalemma karjääri põhjaosa lääneseina läbilõike fatsiaalses üleminekuvööndis, ca 300 m rifibarjäärist põhja pool. Rooma numbritega on tähistatud merkivi vahekihtide või kelmetega (roheline) eralduvad kihidid – minitsükliidid. Nende alumise, valdava osa, moodustab poolmuguljas sortimata-detritas savikas lubjakivi (madalikubarjääri tagune varjatud šelfi mudalise põhimassiga sete, helesinine); ülemise, õhema osa moodustab hästi sortitud tsüstiidlubjakivi (madalikult sissekantud teraline sete, tumesinine). Lamam ja VI tsüklidi ülaosa – peitkristalliline mudaline kuni tombuline puhas lubjakivi (kollane). DII P – Keila lademe Pääsküla kihistik; DII S – Keila lademe Saue kihistik; DIII V – Oandu lademe Vasalemma kihistu

mentological and karbon isotope aspects. – Dissertationes Geologicae Universitatis Tartuensis 12, tellimus nr 560. Tartu: TÜ Kirjastus

Eichwald, E. (1854). Die Grauwackenschichten von Liv- und Ehstland. Bull. Soc. Nat. Moscou, 27, 1.

Einasto, R. (1995). „Liivi keele” omapärasest Baltika arenguloos. – Liivimaa geoloogia / Toim. Meidla, T., Jõelet, A., Kalm, V. & Kirs, J. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus, Tartu, lk 23–32.

Einasto, R. (2012). Vaadates kivi sisse. Lääne-Saaremaa Vesiku kihtide eripärasid uudistamas. – Keskkonnatehnika nr 1, lk 42–45.

Einasto, R. (2012). Saxby rannikupaljandis Vormsil. – Keskkonnatehnika nr 6, lk 41–43.

Einasto, R., Justi, J.-L. (2011). Vaadates kivi sisse. Pilguheit paesse: Hall arssin (kiht 38) Lasnamäe ehituspaestus. – Keskkonnatehnika nr 1, lk 40–41.

Einasto, R., Koldits, M. (2011). Vaadates kivi sisse. Kaugatumaal kivististega kihipindu imetlemas. – Keskkonnatehnika nr 5, lk 40–41.

Einasto, R., Matve, H. (1989). Paekivi kasutamise ja rakendusuuringute ajaloo Eestis. – Teaduse ajaloo lehekülgi Eestist, VII. ENSV TA Geol. Inst, lk 57–75.

Hints, L. (1990). Vasalemma quarry. – Field Meeting Estonia 1990. An Excursion Guidebook / Eds. Kaljo, D. & Nestor, H. Tallinn: Estonian Acad. Sci, pp. 131–133.

Hints, L. & Miidel, A. (2008). Ripplemarks as indicators of Late Ordovician sedimentary environments in Northwest Estonia. – Estonian Journ. Earth Sciences, 57, 1, pp. 11–22.

Männil, R. (1960). | Мянний Р.М. (1960). Стратиграфия оандуского („вазалемааского”) горизонта. Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, 5, с 89–122.

Männil, R. (1966). | Мянний Р.М. (1966). История развития Балтийского бассейна в ордовике. Таллин: Валгус.

Perens, H. (2003). Paekivi Eesti ehitistes I. Tallinn: EGK.

Perens, H. (2004). Paekivi Eesti ehitistes II. Tallinn: EGK.

Perens, H. (2006). Paekivi Eesti ehitistes III. Tallinn: EGK.

Perens, H. (2010). Paekivi Eesti ehitistes IV. Tallinn: EGK.

Perens, H. (2012). Looduskivi Eesti ehitistes. Tallinn: EGK.

Põlma, L. (1982). | Пылма Л. 1982. Сравнительная литология карбонатных пород ордовика Северной и Средней Прибалтики. Таллин: Валгус.

Põlma, L. & Hints, L. (1984). Stop 4:2. Vasalemma. – Guidebook. Intern. Geol. Congress XXVII session. ESSR. Excursions: 027, 028. / Eds. Kaljo, D., Mustjõgi, E. & Zecker, I. Tallinn: Estonian Acad. Sci., 55–57.

Põlma, L., Sarv, L. & Hints, L. (1988). | Пылма Л., Сарв Л., Хинтс Л. 1988. Литология и фауна типовых разрезов карадокского яруса в Северной Эстонии. Таллин.

Rõõmusoks, A. 1970. | Рыымусокс А.К. 1970. Стратиграфия вируской и харьюской серий (ордовик) Северной Эстонии, I. Валгус, Таллин.

Suuroja, K. (2002). Natural Resources of the Kärđla Impact-Structure, Hiiu Island, Estonia. – Impacts in precambrian Shields. Springer-Verlag. / Eds. J. Plado & L. Pesonen. Berlin, Heidelberg: Impact Studies, pp. 295–306.

Torsvik, T. H., Smethurst, M. A., van der Voo, R., Trench, A., Abrahamsen, N. & Halvorsen, E. (1992). Baltica. A synopsis of Vendian-Permian palaeomagnetic data and their palaeotectonic implications. – Earth-Science Reviews, 33, pp. 133–152.

Tucker, M. & Wright, P. (1990). Carbonate sedimentology. Oxford: Blackwell Sci Publ.

In memoriam HARALD-ADAM VELNER

15.12.1923 – 25.12.2012

Kümmekond päeva pärast 90. eluaasta algust lahkus igavikuteele teenekas veeteadlane, nüüdisaegse Eesti veemajanduse *grand old man* ja Eesti veekaitse rajaja Tallinna Tehnikaülikooli emeritprofessor Harald-Adam Velner.

Harald Velner sündis Narvas teedeinsener August Velneri, äsjaloodud Sisevete Uurimise Büroo juhataja perekonnas. Büroo viidi peagi üle Tallinna ning kuna August Velner asus tööle ka Tallinna Kõrgema Tehnikumi hüdraulika ja hüdroloogia õppejõuna, sai väikesest Haraldist tallinlane. Haraldil koolitee algas 1931. aastal Tallinna Prantsuse Lütseumis ning 1942. a kevadel lõpetas ta Jakob Westholmi nimelise gümnaasiumi. Samal aastal astus ta Tartu Ülikooli õigusteaduskonda, kus peale juriidika huvitasid teda matemaatika, geograafia ja klimatoloogia. Õppimise Tartus katkestasid Eestit raputanud keerulised ajad.

Alates 1945. aastast olid H. Velneri õpingud ja töö kuni 1997. aastal professori ametikohalt emeriteerumiseni seotud Tallinna Polütehnilise Instituudiga (praegu Tallinna Tehnikaülikool), mille ta hüdrotehnikainserina 1951. aastal kiitusega lõpetas. Järgnes aspirantuur Leningradi polütehnilises instituudis, kus ta 1954. a kaitses hüdroturbiinidele pühendatud kandidaadiväitekirja. Tagasi Eestis, alustas ta aastakümneid kestnud tööd TPI (TTÜ) õppejõuna, koolitades hüdrotehnikat, sanitaartechnikat ja keskkonnatehnikat eriala üliõpilasi. H. Velner oli paljude vanema põlve TPI (TTÜ) diplomiga veeinseneridele õpetaja ja juhendaja. Lektorina oskas ta materjali hästi arusaadavalt ja huvitavalt ette kanda, eksamineerijana oli nõudlik, ent sõbralik ja heatahtlik. H. Velneril oli sünnipärane oskus lahendada probleeme diplomaatiliselt ja tasakaalukalt, ilma emotsioonideta. Kuulas ära kaasvestleja jutu, leidis selle sageli keerulistest ja segastest mõttekäikudest iva ning formuleeris selle selgelt ja arusaadavalt.

Pärast Leningradist naasmist tegeles Harald Velner peamiselt hüdroloogiaga, ent keskendus alates 1950ndate teisest poolest veekaitsele. Tema initsiatiivil loodi 1962. aastal TPI sanitaartechnika probleemlaboratoorium, kus uuriti veekogude isepuhastust ning töötati välja arvutusmudelid väikejõgede veekaitseabinõude kavandamiseks. Peale ehitus- ja veeinseneride osalesid H. Velneri koordineeritud uurimistöös hüdroloogid, keemikud, bioloogid ja hügieenikud. Probleemlaborist kujunes uurimiskeskus, mida ei teatud tuntud üksnes Nõukogude Liidus, vaid ka mujal Euroopas. Aastail 1967–1990 korraldati TPI-s üheksa veekogude isepuhastusele ja heitvee segunemisele pühendatud üleliidulist sümposiumi. Sümposiumimaterjalid ning teadusajakirjades ja kogumikes avaldatud artiklid lubasid pidada Tallinna Moskva ja Leningradi järel tähtsuselt kolmandaks tollase



Nõukogude Liidu veekaitse-uurimis-keskuseks. Probleemlaboratoorium sai ka baasiks, kus alustati veetehnika-alase teaduskaadri ettevalmistamist – avati aspirantuur ning 1971. aastal sai TPI kandidaadikraadi andmise õiguse veevarustuse ja kanalisatsiooni erialal. H. Velner juhendas mitme väitekirja koostajat ning oli kümme aastat kaitsmisnõukogu esimees. Jõgede isepuhastusvõime ja nende vee kvaliteedi kujunemise teooria edasiarendaja H. Velner sai kahel korral koos kolleegidega Nõukogude Eesti teaduspreemia, mis oli tol ajal suur tunnustus.

1968. aastal kaitses Harald Velner Leningradis tehnikadoktori väitekirja teemal „Veekogude kompleksne kasutamine ja kaitse“. Doktoritöös võttis ta kokku Eesti veemajanduse generaalskeemi 1961. aastal alanud koostamisega seotud TPI veekaitselaboris sooritatud uurimistööde tulemused. Algul oli 1965. aastal valmis saanud skeemi koostamisel põhirõhk linnade ja tööstuse veega varustamisel. Tallinna kasvava „janu“ leevendamiseks tuli appi võtta peale Pirita ka mitme teise jõe veevaru. Selgus aga, et Jägala, Vääna

(Tõdva), Keila jt jõgede vee juhtimine Tallinna veevarustussüsteemi põhjustab jõevee kvaliteedi halvenemist – eriti veevaesel ajal, mil veetarbimine on kõige suurem. Siit kerkiski vajadus tegelda jõgede veekvaliteedi ja reostuskoormuse uurimisega ning seda mitte üksnes Tallinna ümbruses, vaid ka mujal Eestis. Tollane generaalskeem oli üsna sarnane praegu Euroopa Liidu vee raamdirektiivi nõuete kohaselt koostatavate valglopõhiste veemajanduskavadega.

Harald Velneril oli juhtiv roll 1960ndate aastate keskpaigas alanud Eesti ja Soome veeteadlaste otsekontaktide loomisel. Suurepärased erialateadmised, mitme võõrkeele oskus (ta valdas vabalt kuut keelt) ja diplomaatilisemad aitasid tal korraldada Eesti ja Soome veeteadlaste ja praktikute koostööd, mis päädis rahvusvahelise koostööga Soome lahe vee kaitsmisel. 1968. aastal sõlmiti Nõukogude Liidu ja Soome vaheline kokkulepe Soome lahe ja selle vesikonna kaitseks ning samal aastal asutati NSVL–Soome teaduslik-tehnilise koostöö raames Soome lahe vee kaitse töörühm, mil-

le nõukogudepoolseks esimeheks sai professor Velner. 1970. aastal sõlmiti keskkonnakaitsealane kokkulepe ka NL ja Rootsi vahel ning neli aastat hiljem Soome ja Rootsi ning NL kahepoolsetele kokkulepetele tuginev, seitset Läänemeriiki hõlmav Läänemere kaitse konventsioon. 1980. aastal konventsioon ratifitseeriti ning loodi Helsingis paiknev alaline büroo – HELCOM. Helsingi komisjoni esimeseks peasekretäriks sai Soome tuntud veeteadlane Aarno Voipio, neli aastat hiljem valiti peasekretäriks Harald Velner. Aastail 1990–1992 oli ta HELCOM-i esimees.

Oma elutööga jätkas H. Velner isa alustatud. August Vellner oli 1921. aastal asutatud Eesti Inseneride Ühenduse eesotsas kuni 1940. aastani ning kui nõukogude võimu suletud ühendus 1988. aastal Eesti Inseneride Liiduna taastati, valiti selle presidendiks Harald Velner, kes oli sellel kohal kuus aastat. Harald Velneri algatusel asutati 1993. aastal Eesti Veeühing.

Vähesed on suutnud nii palju teha Eesti veekaitse arendamiseks kui Harald-Adam Velner. Väljapaistva pedagoogi, teadlase ja organisatori tööd on tunnustatud arvukate nii Eesti kui ka rahvusvaheliste aukirjade, preemiate ja ordenitega: 1988. aastal austati teda Soome Valge Roosi I klassi rüütlimärgiga, nõukogude ajal sai ta Tööpunalipu ordeni.

Ka pensionipõlves osales Harald Velner aktiivselt veemajanduse korraldamises nii Eesti Veeühingu, mille auliige ta oli, kui ka Eesti Veskivaramu ja muidugi oma TTÜ keskkonnatehnika instituudi tegemistes. Ta oli nende seas, kes 1990ndatel asutasid ASi Eesti Veejõud, et taas tegelda meie jõgede hüdroenergia kasutamise. Tema toimetatud raamatuis käsitletakse veekaitse ajalugu Eestis, kalapääse, vesikeskeid jm.

Haraldi abikaasa Laine kodutalu uksest Paistu kirikumäe jalamil, mitte kaugel Põrguorust ja Loodi looduspargist, olid alati valla neile, kes huvitusid Eestimaa vetest ning nende mõistlikust kasutamisest ja mõtestatud veekaitsest.

Harald Velnerit jäävad mälestama tema õpilased ning töö- ja aatekaaslased Eestis, Soomes ja mitmel muul maal.

A.M.

Arvo Järvet
Heino Mölder

KOMMENTAAR JOONAS HIE ARTIKLILE PUITTOODETE KASUTAMISEST PASSIIVMAJADE EHITAMISEL

JAANUS SALLA

JS Inseneribüroo OÜ, Eesti Metsa- ja Puidutööstuse Liidu ja Puuinfo liige

KESKKONNATEHNIKA möödunud aasta viimases numbris ilmunud TTÜ polümeerimaterjalide instituudi magistrandi Joonas Hiie artiklis on lugejat eksitavaid väiteid. Vajalik on teadmistel põhinev allikakriitilisus – kõike, mida internetist leida võib, ei tohiks võtta puhta kullana.

Ristkiht-puitplaatide kohta on artiklis öeldud, et nad hingatavad, ent järgmises lauses väidetakse, et nende õhutihedusest ei piisa ning veelgi õhutihedamaks muutmiseks tuleb nendest tehtud seina sisekülg katta teibitud liitekohtadega OSB-plaatidega. Seda ei ole küll vaja teha – milleks katta ilus naturaalne puidupind (joonis 1) kinni? Ristkihtpuit CLT (ingl *cross laminated timber*) on väga õhutihe materjal – õhuhulk läbi plaadi oli *Holzforchung Austria* korraldatud EN 12114:2000 kohasel katsetamisel mõõtmislävest väiksem [www.clt.info]. Loomulikult tuleb hoolikalt teipida või tihendada plaatide ühenduskohad ja läbiviigud. Paksemast ristkihtpuidust on võimalik valmistada suuri ja kandvaid seinaelemente (joonis 2). Põlvas ehitatakse praegu passiivmaja, mille kiiresti monteeritavad seinaelemendid on seda tüüpi materjalist. Sagedasti esitatav väide puidu „hingavuse“ kohta ei tähenda õhuvoolu läbi puidu, vaid pigem puidu pinnakihi võimet siduda ja vabastada mõningal määral õhus olevat veeauru. Vanade heade „hingavate“ puitmajade seinad on lihtsalt hõredad. Neid läbiv konvektiivne õhuvool suurendab järsult energiakulu ja ohtu, et seest välja liikuv õhus sisalduv veeaur kondenseerub seina sees.

Eestis OSB-plaate ei toodeta, küll aga valmistatakse kuni 80 mm paksusi ristkihtplaate (Dold Puidutööstuses), puitlaast- ja puitkiudplaate ning vineeri. Laastplaatide toormeks ei kasutata kindlasti mitte palke, vaid väiksema läbimõõduga ja odavamat paberi- ja küttepuidu klassi tooret.

Tselluvilla käsitlevas osas on autor ilmselt segi ajanud õhu suhtelise niiskuse ja materjali niiskuse (tasakaaluniiskuse). Autor väidab et enamiku soojustusmaterjalide toimivus väheneb oluliselt juba kümneprotsendilise õhuniiskuse korral,



Joonis 1. Ristkiht-puitplaatidest eluruumi sisepinnad on ilusad

Foto: Storaenso

tselluvilla soojusjuhtivus aga ei suurene isegi siis, kui õhu suhteline niiskus tõuseb 40 %-ni. Selle väite hindamiseks on hea teada, et inimesele sobiva elukeskkonna suhtelise niiskuse vahemik on 40–60 % ning et Eesti kliimas on õhuniiskus sageli 70–90 %. Puidupõhiste materjalide eelis on hoopis võime siduda vett rakuseintesse – nt 90 %-se suhtelise õhuniiskuse korral on puidu tasakaaluniiskus ca 22 %. Õhus oleva veeauru kondenseerumise korral suudab puit (ka puidupõhine soojustusmaterjal) absorbeerida mingi määral vett, kaotades seejuures ise märgumata vaid osa oma soojustusvõimest.

Artiklis on öeldud, et passiivmaja seina U-väärtuse saavutamiseks piisab, kui seinakonstruktsioonis on üle 60 kg/m³ tselluvilla. Autor ei ole ilmselt kasutatud allikas öeldust õigesti aru saanud (jutt oli soojustusmaterjali mahumassist). Mainimata on jäetud, kui paks peaks soojustuskiht olema, et passiivmaja seina U-väärtus oleks 0,6 W/(m²·K).

J. Hiie üleskutse valmistada passiivmaja tarindid loodus-sõbralikust puidust on kindlasti toetamist väärt. Seejuures peab kindlasti tuginema headele inseneriteadmistele ja asjatundlikele projekterijatele.

Kes tunneb huvi passiivmajade ja puidu kasutamise kohta nende ehitamisel, leiab usaldusväärset teavet erialaliitude, teadusasutuste ja mainekate tootjate kodulehekülgedelt. Abiks võivad olla ka Märt Riistopi alati heal tasemel artiklid Tehnikamaailma Kodu ja Ehituse numbrites. Võin soovitada järgmisi teabeallikaid:

- passiivmajade kohta: www.sense.ee (ka Eesti esimese sertifitseeritud passiivmaja ehitusetaapid Põlvas), www.passiivmajaliit.ee ja www.passiivi.info;
- puitmaterjalide kohta: www.puuinfo.ee, www.puuinfo.fi, www.clt.info (põhjalik kataloog CLT ehitusfüüsikaliste omaduste ja tüüpsõlmede kohta), www.dataholz.com, www.dold-estonia.com, www.polvaliimpuit.ee ja www.peetripuit.ee.

A.M.



Joonis 2. Ristkihtpuidust kandvate seintega elamu ehitamine

Foto: Storaenso

KOLM TAASTUVENERGIAÜLEVAADET

Eurobserv'ER avaldas möödunud aasta detsembris ülevaated selle kohta, kui palju toodeti 2011. aastal Euroopa Liidus elektrit ja soojust tahketest biokütustest (*Solid Biomass Barometer*), biogaasist (*Biogas Barometer*) ning olmejäätmetest (*Renewable Municipal Waste Barometer*). Alljärgnevat lühikokkuvõtete lähtetekste on võimalik alla laadida *Eurobserv'ER*'i koduleheküljelt <http://www.eurobserv-er.org/>.

TAHKED BIOKÜTUSED

Põhja-Euroopas oli 2011. aasta talv pehme, mistõttu nõudlus tahkete biokütuste (puit ja puidujäätmed, taimne ja loomne biomass) järele oli väike. Neist kütustest saadud primaarenergia toodang (78,8 Mtoe) vähenes Euroopa Liidus 2011. aastal 2010. aastaga võrreldes 2,9 %, soojusenergiat tarbiti 64,9 Mtoe. Tänu uute koostootmisjaamade rajamisele kasvas elektri tootmine tahkest biomassist 2,6 % ning 57,9 % toodetud 72,8 TWh-st pärines koostootmisjaamadest.

Primaarenergia toodangu poolt oli 2011. aastal esikohal Saksamaa (11,690 Mtoe), järgnesid Prantsusmaa (9,223 Mtoe), Rootsi (8,165 Mtoe) ja Soome (7,476 Mtoe). Läti (1,748 Mtoe) oli kolmeteistkümnendal, Leedu (0,983 Mtoe) üheksateistkümnendal ja Eesti (0,863 Mtoe) kahekümne esimesel kohal. Kui tahketest biokütustest saadud primaarenergia toodangut arvestada ühe elaniku kohta, siis oli 2011. aastal esimene Soome (1,391 toe), teine Rootsi (0,867 toe), kolmas Läti (0,784 toe) ja nel-

jas Eesti (0,644 toe).

Üks väheseid Euroopa Liidu riike, kus primaarenergiatoodang tahketest biokütustest 2011. aastal elektrienergia-toodangu arvel suurenes, oli Suurbritannia (aastane juurdekasv 16,9 %). Poola koostootmisjaamades suurenes tahkete biokütuste (suurem osa neist imporditi) kasutamine ajavahemikus 2006–2011 1,7 mln tonnilt 5,2 mln tonnini, sh 2011. aastal põletati seda viiekümne ühes koostootmisjaamas ca miljon tonni rohkem kui eelmisel aastal. Poola majandusministri hinnangul on tahke biokütuse kasutamise riiklikud toetused liiga suured ning võivad põhjustada nende ebasäästlikku kasutamist, seetõttu kavatakse toetusi vähendada hakata.

Soojusenergiat toodeti tahketest biokütustest kõige rohkem Saksamaal (8,738 Mtoe), Prantsusmaal (8,717 Mtoe), Rootsis (6,716 Mtoe) ja Soomes (5,978 Mtoe). Läti (1,049 Mtoe) oli 13., Leedu (0,865 Mtoe) 16. ning Eesti (0,604 Mtoe) 20. kohal. Elektrienergia tootmise poolest oli esikohal Saksamaa (11,539 TWh), järgnesid Soome (9,968 TWh) ja Rootsi (9,641 TWh). Eesti (0,730 TWh) jäi 16., Leedu (0,121 TWh) 20. ja Läti (0,013 TWh) 23. kohale.

Maailma suurim tahkel biokütusel töötav elektrijaam (750 MWe) anti 2012. aastal käiku Tilbury's (Suurbritannia). Aastas kavatakse seal põletada 2,3 mln tonni pelletteid. Varem kivisöel töötanud jaama ümberehitamine ei läinud vipe-rusteta – kuu aega enne uue elektrijaama avamist puhkes seal tulekahju, mille põhjustas pelletitolmu süttimine kütuse-

punkri täitmise ajal. Euroopa suurimad (üle 100 MWe) tahkel biokütusel töötavad elektri- ja koostootmisjaamad on tabelis 1.

BIOGAAS

Biogaasi põletamine Euroopa Liidus nii soojuse kui ka elektri tootmiseks 2011. aastal suurenes: soojust toodeti 10,1 Mtoe (kasv 2010. aastaga võrreldes 16 %) ja elektrienergiat 35,9 TWh (kasv 18,2 %). Biogaasi toodetakse peamiselt põllumajandusjäätmetest (EL-s 2011. aastal 56,7 %), lisandub prügilagaas (31,3 %) ja reoveesette käärimisgaas (12 %). Suurbritannias, Prantsusmaal, Itaalias ja Hispaanias saadakse biogaasi peamiselt prügilatest, Saksamaal, Hollandis, Tšehhis, Austrias, Belgias, Taanis, Luxembourgis ja mitmel pool Ida-Euroopas aga peamiselt põllumajandusjäätmetest. Enamik toodetud soojusenergiast kasutatakse ära kohapeal hoonete kütmiseks, biogaasi-reaktorite soojendamiseks või reoveesetete kuivatamiseks.

Biogaasist toodeti 2011. aastal primaarenergiat kõige rohkem Saksamaal (5067 ktoe, ca pool EL kogutoodangust), järgnesid Suurbritannia (1764,8 ktoe), Itaalia (1095,7 ktoe) ja Prantsusmaa (349,6 ktoe). Soome oli 17. (42,0 ktoe), Läti 20. (22,0 ktoe), Leedu 22. (11,1 ktoe) ning Eesti (3,3 ktoe) 23. kohal. Ka elektrienergiat toodeti kõige enam Saksamaal (19 426 GWh), järgnesid Suurbritannia (5735,0 GWh), Itaalia (3404,7 GWh) ja Prantsusmaa (1117,0 GWh), Läti oli 19. (105,3 GWh), Soome 20. (93 GWh),

Tabel 1. EUROOPA LIIDUS TAHKETEL BIOKÜTUSTEL TÖÖTAVAD ELEKTRI- JA KOOSTOOTMISJAAMAD VÕIMSUSEGA ÜLE 100 MWE

Allikas: Eurobserv'ER 2012

Jaama nimi	Riik	Kütus	Operaator	Elektriline võimsus MW	Töötab aastast
Tilbury	Suurbritannia	Pelletid (koostootmisjaam)	nPower (RWE)	750	2012
Alholmens	Soome	Süsi, turvas, biomass (koostootmisjaam)	Metso	240	1996
Polaniec	Poola	Hakkpuut, põllumajandusjäätmed	GDF Suez	205	2012
Rodenhuize	Belgia	Pelletid	Electrabel / GDF Suez	180	2011
Wisapower	Soome	Must leelis	Pohjolan Voima Oy	150	2004
Vaasa	Soome	Biomassi gaasistamine	Metso	140	2012
Kauvo	Soome	Puit, turvas (koostootmisjaam)	Kaukaan Voima Oy	125	2010
Arneburg	Saksamaa	Puidujäätmed, must leelis	Zellstoff Stendal GmbH	100	2004

Leedu 22. (37 GWh) ning Eesti 25. kohal (17 GWh).

Saksamaal anti 2011.a käiku 1310 uut biogaasijaama (kokku on neid seal 7215 ning nende koguvõimsus 2904 MW). Biogaasijaamadest saadi 19,4 TWh, s.o 3 % riigi 2011. aasta elektrienegiatarbimisest. Biogaasijaamade rajamise buum on tingitud riiklikest soodustustest. Kahaksa Euroopa Liidu kõige suuremast kümnest müüjast on Saksa firmad (tabel 2), neist esikohal olev **MT-Energie** müüs 2011. aastal 135 biogaasijaama (kokku on ettevõtte neid müünud 500). Konsolideeritud müügitulu (198,9 mln eurot, kasv 2010. aastaga võrreldes 38,6 %) ja ärirentaabluse (8,8 %) poolest oli **MT-Energie** 2011. aastal üks kõige edukamaid biogaasijaamade müüjaid Euroopa Liidus. Teisel kohal olev **EnviTec Biogas** (2011.a müügikäive 243,9 mln eurot, tegevuskasum 10,8 mln eurot) üksnes ei müü biogaasijaamu, vaid on ka nende operaator.

Edetabelis kolmandal kohal olev **Biogas Nordic** on, nagu **MT-Energie**gi, rohkem orienteeritud biogaasijaamade ekspordile, lootes selle osakaalu suurendada 50 %-ni (kuni 2011. aastani andis eksport 10–15 % müügitulust). **Biogas Nordic**u konsolideeritud müügitulu oli 2011. aastal 79 mln eurot (kasv 2010. aastaga võrreldes 46,2 %) ning kasum 1,8 mln eurot.

Enamikul Euroopa Liidu liikmetest oleks otstarbekas soodustada biogaasijaamade rajamist. Selles suhtes peetakse lootusandvamateks Prantsusmaad, Itaalia

liat, Hispaania, Poolat, Tšehhit ja Ungarit, ent ka Taanit, Soomet, Hollandit, Eestit ja Rumeeniat.

OLMEJÄÄTMETE ENERGIAKASUTUS

Euroopas on põletatavad jäätmekogused aasta-aastalt suurenenud. Kui 2001. aastal põletati neid Euroopa Liidus, Norras ja Šveitsis 51 mln tonni, siis 2010.a juba 73 mln ning Euroopa jäätmepõletusjaamade konföderatsiooni (*Confederation of European Waste-to-Energy Plants*) hinnangul 2012. aastal 76 mln tonni. 2016. aastal suureneb põletusmaht tõenäoliselt 85 ning 2020. aastal 94 miljoni tonni (peamiselt Kesk-Euroopas, Itaalia ja Suurbritannia arvel).

Euroopa Liidus suurenes olmejäätmete põletamine energia saamiseks 2011. aastal 2010. aastaga võrreldes 209,3 ktoe võrra ehk 2,6 %. Primaarenergiat toodeti olmejäätmetest 8,2 Mtoe ning elektrienegiast 18,2 TWh.

Jäätmete taaskasutamise ja põletamise poolest erinevad Euroopa Liidu liikmesriigid üksteisest üsna märkimisväärselt. Esimesena keelas põletamiskõlblike jäätmete prügilatesse ladestamise 1997. aastal Taani. Pärast Taanit võtsid sama otsuse vastu Saksamaa, Rootsi, Holland ja Belgia ning 2011. aastal Itaalia. Kui neist esimesed viis on juba lõpetanud jäätmete prügilatesse ladestamise või ladestavad neid väga vähe, siis enamikus Euroopa Liidu riikides on ladestamine paraku veel

levinuin jäätmekäitlusviis. Jäätmetest toodeti 2011. aastal kõige rohkem primaarenergiat Saksamaal (2404,5 ktoe), Prantsusmaal (1252,0 ktoe), Hollandis (894,1 ktoe), Itaalias (740,4 ktoe) ja Rootsis (713,5 ktoe). Soome oli 11. (145,7 ktoe) ning Läti (2,0 ktoe) 19. kohal. Soojust toodeti kõige enam Saksamaal (578,5 ktoe), Rootsis (456,2 ktoe) ja Taanis (317 ktoe), Soome (53,0 ktoe) oli 8. kohal. Ka elektrit saadi olmejäätmetest kõige enam Saksamaal (4755 GWh), järgnesid Itaalia (2217,8 GWh), Prantsusmaa (2213 GWh), Holland (2003 GWh) ja Rootsi (1860 GWh), Soome (627 GWh) oli kümnnes.

Üks innukamaid olmejäätmete põletamise pooldajaid on Holland, kus jäätmete põletamine suurenes 2011. aastal eelmise aastaga võrreldes 9,4 %. Viimastel aastatel on seal rajatud mitu ülimoodsat jäätmepõletusjaama. Praegu on Hollandis kaksteist jaama, kus võiks aastas põletada 7,5 mln tonni jäätmeid. Paraku tikub jäätmeid kõigi jaamade varustamiseks puudu jääma. Jäätme hulka on vähendanud ka majanduskriis. Hollandi jäätmekäitlejate ühingu (*Vereniging Afvalbedrijven*) hinnangul töötavad jaamad 10 %-se alakoormusega. Puuduvat osa püütakse Suurbritannias ja Itaalias sisse vedada. Selline lahendus on aga ajutine, sest need maad kavatsevad ise uusi jaamu rajada.

Suurbritannias on praegu pooleli 20,5 MW võimsusega (rahuldab ca 30 000 inimese energiavajaduse) jäätmepõletusjaama ehitamine Põhja-Inglismaale Haverton Hilli. 2014. aastal valmivas jaamas hakatakse põletama kuni 256 000 t jäätmeid aastas. Runcorni on kavas kahes etapis rajada Euroopa suurimaid jäätmepõletusettevõtteid, mille esimene osa valmib juba käesoleval aastal. Põletatakse kuni 275 000 t jäätmeid aastas. Kui 2015. aastal valmib teine osa, kasvab põletatavate jäätmete kogus 375 000 tonni võrra. Runcorni tehase koguvõimsuseks on kavandatud 70 MV soojus- ja 51 MW elektrienegiast.

Rootsi kolmekümnes jäätmepõletusjaamas põletatakse pool riigis tekkivatest olmejäätmetest, ülejäänud taaskasutatakse. Saadud soojust kasutatakse üha enam kaugkütteks.

Poolas kavatsetakse lähiaastail rajada umbes tosin jäätmepõletusjaama. Leedusse tuleb neid viis, Eestisse kaks ning Lätisse üks.

Tabel 2. EUROOPA BIOGAASISEKTORI PEAMISED ESINDAJAD 2011. AASTAL
Allikas: Eurobserv'ER 2012

Firma	Riik	Müüdud jaamade arv	Elektriline koguvõimsus MWe	Töötajate arv
MT-Energie	Saksamaa	500	142	500
Envitec Biogas AG*	Saksamaa	450	331	470
Biogas Nordic AG	Saksamaa	369	131	180
Schmack Biogas (Viessmann Group)	Saksamaa	335	165	454
PlanET Biogastechnik	Saksamaa	280	112	200
Biogas Weser-Ems	Saksamaa	250	140	100
WELtec BioPower GmbH	Saksamaa	250	47	80
UTS Biogastechnik	Saksamaa	176	350	125
BTS Italia	Itaalia	104	80	87
Agri. capital	Luxembourg	79	69	andmed puuduvad
Sebigas*	Itaalia	58	53	20
Malmberg Water	Rootsi	54	100	145
Xergi	Taani	41	43	andmed puuduvad

* ehitusjärgus olevad ja kavandatavad biogaasijaamad kaasa arvatud

Merike Noor
Keskkonnatehnika

MIDA OLİ UUT LYONIS PEETUD KESKKONNAMESSIL POLLUTEC

EELMISE AASTA lõpus (27.–30. novembrini) toimus Lyonis 25. korda Prantsusmaa suurim keskkonnamess *Pollutec*. Seekord osales 2318 ekspONENTI 39-st riigist, kõige rohkem välis-eksponente oli Saksamaalt (145), Itaaliast (101) ja Belgiast (75). Soomest oli neid kuus, Rootsist viis ning Balti riikidest polnud ühtki. Ekspositsioonipinda oli 99 267 m² ning külastajaid 105-st riigist 62 868.

Messi peateemad olid seekord kestlik ja nutikas linn (*Sustainable and Smart City*) ning kestlik tööstus (*Sustainable Industry*). Teemal *Sustainable City Solutions* korraldati konverents ja mitu ümarlauda. Kõige suurema messiala hõlmasid veele ja reoveele (ca 30 % ekspositsioonipinnast, 687 ekspONENTI) ning jäätmeäitlusele (samuti ca 30%, 684 ekspONENTI) pühendatud väljapanekud. Nagu ikka, esitleti messil arvukalt uudistooteid, alljärgnev on väike valik messil nähtust.

USA firma Agilyx tutvustas patenteeritud tehnoloogiat, mis võimaldab toota jahvatatud plastijäätmetest sünteesnaftat. Kõigepealt plastijäätmed kuumutatakse ja viiakse vedelasse olekusse ning seejärel gaasistatakse. Gaas juhitakse kondensatsioonisüsteemi, jahutatakse ja kondenseeritakse rafineerimistehastele müüdavaks sünteesnaftaks. Seade võimaldab töödelda ca 10 tonni plastijäätmeid päevas ning toota neist ligi 60 barrelit sünteesnaftat.



Hollandi ettevõtte Goudsmit tutvustas messil 36 poolusepaariga magnetopöörisevoolseparaatorit, mis võimaldab jäätmevoost eraldada kuni 0,5 mm suurusi metalliosakesi, nt peenikesi vaskjuhtmeid, mille väljasortimine vanema põlvkonna masinatega ei olnud võimalik ega majanduslikult tasuv.

Itaalia firma Molinari Officina Meccanica SRL esitles uut energiatõhusat,

200 kW võimsusega kummipurustit *Helyos*, mis suudab peenestada alla 4 mm suurusteks tükkideks kuni kaks tonni kummit tunnis. Masinaga saab peenestada ka kuni 1,2 m läbimõõduga sõidu- ja veoautorehve ning rehvipurust lahutada metall- ja tekstiilkoorti.



Prantsuse ettevõtte Nantet Locabennes on välja töötanud meetodi kipsplaadijäätmete ümbertöötamiseks. Ettevõtte töötleb oma 2011. aastal avatud tehases, mille jõudlus on 20 tonni tunnis, ka selliseid kipsplaate, mille küljes on soojusmaterjali. Plaadid purustatakse ning plaadipurust sõelutakse välja kips (85 % töödeldavast materjalist), paber (10 %) ja taaskasutuskõlbmatud jäätmed (5 %). Kips müüakse kipsplaatitootjatele, kes segavad selle hulka kuni 15 % uut, karjäärist kaevandatud kipsi, ning kasutavad segu uute plaatide valmistamiseks.



Prantsuse firma Canibal on täiustanud joogipakendiautomaati, mis sordib juba tarbimiskohas (nt kiirtoitlustuskohas) lahku metallpakendid, kuni 1,5-liitrised plastpudelid, plasttopsides ning ka pabertopsides. Automaat töötab varasemast mudelist kiiremini ning suudab sissesöödetavaid pakendeid senise 25–30 sekundi asemel „alla neelata“ kümne sekundiga. Selline töötlemiskiirus on eriti oluline rahvarohketes kohtades – lennu- ja raudteejaamades, tanklates ja isegi lõbustusparkides. Kokkupressitud plasttopsides kuumutatakse kõrge

temperatuuri juures, sulamassile lisatakse mineraale ning vormitakse sellest mitmeks otstarbeks kasutatavaid plaate *Caniplac*. Plaatide valmistamisega kaasnev CO₂-heide on viis korda väiksem kui vineer- või puitlaastplaatide tootmisel.



Plastpudeleist toodetakse uusi pudeleid ning metallpakendeist saadakse taaskasutatavat alumiiniumi ja terast.

Prantsuse ettevõtte Ciel & Terre on välja töötanud solaarsüsteemi, mis võimaldab tavalisi päikesepaneelid panna veekogu pinnale ujuma. Selline lahendus sobib hästi ettevõtetele, millel on vähe maad. Tänu vee jahutavale toimele toodavad ujuvad päikesepaneelid maa-pealsetest rohkem energiat. Nad varjavad ka veepinda päikesekiirguse eest ning vähendavad sel moel aurumist.



Prantsuse ettevõtte Manjot Hydro esitles kitsastele vanalinnatänavatele ning linnade ajaloolistele ja mägistele piirkondadele sobivat prügiveokit, mis on tänu veoki katusel paiknevale kraanale tavalisest prügiveokist 1,2 meetrit lühem. Veokeid on kahesuguseid – üks sobib pooleldi maa sees olevate ja teine maa-aluste konteinerite tühjendamiseks.





Freiburgi ülikool (Saksamaa) on koostöös **Lorraine'i ülikooliga** (Prantsusmaa) välja töötanud tulekindla soojustusmaterjali **BIOFOAM**, mille tootmiseks kasu-



tatakse saeveskites ning tselluloosi- ja paberi- tööstuses tekkivat suure tanniinisaldusega männikoorepuru. Tanniin polümeriseeritakse koos põllumajanduse jääksaaduse furfuriüldal- koholiga. Eksotermilises protsessis segu vahustub ja tär- dub. Soojustusomaduste poolest vahtpolüuretaaniga võrreldava **BIOFOAMi** soojusjuhtivus- tegur on 0,027–0,033 W/(m·K) ja survetugevus 0,15–0,20 MPa (kui mahumass on 0,04 g/cm³).

Prantsuse École polytechnique tü- taretevõtte **Maggie Polymers** on välja töötanud tehnoloogia siirdemetallide selektiivseks eraldamiseks tööstusreoveest. Polümeeride abil filtritakse veest välja nii toksilisi (plii, kaadmium, anti- mon, elavhõbe, koobalt, vask, uraani) kui ka väärismetalle (kuld, hõbe, pal- laadium, plaatina, roodium, indium, gallium, ütrium, tseerium, nioobium). Pärast töötlemist jääb vette metalle vä- hem kui 1 mg/m³.

Prantsuse firma PVI pakub linnade ja nende lähipiirkondade prügiveoks või

tänavapuhastamiseks mõeldud elekt- riveokit. Uue põlvkonna veokil on liitium-ioonaku, täiselektriline šassii ja robotiseeritud käigukast, mistõttu kiirendus ja sõidukiirus on suurem kui sisepõlemismootoriga veokil. Ka aas- tane CO₂-heide on ca 100 tonni väik- sem.



Itaalia ettevõtte Vomm Impianti e Processi SPA, mida tuntakse reoveese- tte tahendusseadmete valmistajana, on töötanud välja tehnoloogia biogaa- sireaktorite käärimisjäagi (digestaadi) ja mehaanilis-bioloogiliselt töödeldud orgaaniliste jäätmete kuivatamiseks, et neist saada suure kütteväärtusega väga vähe vett sisaldavat jäätmekütust. Kogu protsess kulgeb suletud ruumis, mistõttu välisõhku midagi ei heideta. Uut seadet on kaks aastat katsetatud ettevõttes, kus kääritatakse 210 000 tonni biolagunevaid olmejäätmeid aastas.



Jäätmekütus enne ja pärast kuivatamist

Kummi- ja plasttooteid tootev **prant- suse firma PLYMOUTH Française SA** esitles messil devulkaniseeri- mistehnoloogiat, mis võimaldab taaskasutada kummitoodete val- mistamisel tekkivaid jäätmeid.



Sama firma tutvustas messil ka **Plyval-** süsteemi, mille abil saab väga täpselt määrata maa-aluste torude ja kaab- lite asukohta. Torustikele pannakse rajamisel ajal piki torusid kulgev jäik lapik pael, mille asukohta saab kind- laks teha mistahes elektromagnetilise detektoriga.



Prantsuse ettevõtte Cleansails esitles teeninduslaeva O3, mis on mõeldud laevade tühendamiseks ja laevaprügi äravedamiseks ning randade, sadama- akvatooriumide, jõgede vm veekogude puhastamiseks taimedest ja ujukõnt- sast. Laeva saab varustada kõrgsur- ve-hüdropuldi, muudetava suunaga pumpamissüsteemiga, konteinerite, rooniiduki, lintkonveieri vm seadme- tega.



Rootsi firma SiralTrans AB on välja töötanud seadme *Orgasep* toiduainetööstuse ja toidukaupluste riknenud või tähtaja ületanud pakendatud toodete lahtipakkimiseks. Sisu pakendist lahutav seade on kasutatav nii kaubandus- ja toiduainetööstusettevõtetes kui ka biogaasi- ja kompostimisjaamades.



Saksa ettevõtte Sensus GmbH pakub kodudesse mehaaniliste veearvestite



asemele kaugjälgitavad elektromagnetilisi arvesteid *iPerl*, mis võimaldavad saada ülevaadet vee tarbimisest reaalajas. Arvestilt saadavate andmete usaldusväärsus ei olene vee kvaliteedist, rõhust võrgus ega sellest, kus arvesti paikneb. Kaugjälgimise teel saadud andmed võimaldavad vee-ettevõtetel teha olulisi veevõrgu arendamisse puutuvaid otsuseid.

Vaheldumisi Pariisis ja Lyonis peetav mess *Pollutec* toimub sel aastal 3. kuni 6. detsembrini Pariisis.

A.M.

Merike Noor
Ajakiri Keskkonnatehnika

LYONIS KUULUTATI VÄLJA EUROOPA KESKKONNAPRESSI KESKKONNAAUHIINNA EEP-AWARD 2012 VÕITJAD



Euroopa keskkonnaajakirju ühendav organisatsioon Euroopa Keskkonnapress (*European Environmental Press*, EEP, www.eep.org) annab koostöös Prantsusmaa juhtiva keskkonnamessiga *Pollutec* (www.pollutec.com) ja Euroopa Keskkonnaasjatundjate Ühenduste Liiduga (*European Federation of Associations of Environmental Professionals*, EFAEP, www.efaep.org) igal aastal välja keskkonnaauhindu *EEP-Award*. 2012. aasta võitjad kuulutati välja eelmise aasta lõpus (27.–30. novembrini) Lyonis toimunud keskkonnamessil *Pollutec*.

2012. aasta võitjad kuulutati välja eelmise aasta lõpus (27.–30. novembrini) Lyonis toimunud keskkonnamessil *Pollutec*.



Kuldauhinna sai **Austria ettevõtte Cree GmbH**, kes töötas koostöös *Rhomberg Group*iga välja uudse puit-elementidest hoone rajamise kontseptsiooni *Life Cycle Tower* (LCT).

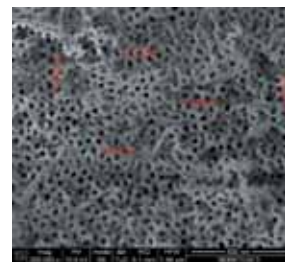
Kuni 30-korruselised hooned ehitatakse tehases valmistatud moodulitest, milles taastuval materjalil – puidul on kandva tarindi roll, ning mis vastavad kõigile tuleohutusnõuetele. Tänu puidu elastsusele on võimalik selliseid hooneid püstitada ka maavärinaohtlikes piirkondades. LCT-hoone korruseid saab vabalt kujundada. Esimese sellise 8-korruselise passiivmaja nõuetele vastava kontorihoone *LCT ONE*, mida ehitatakse praegu Austrias, Dornbirnis, valmimist on võimalik vaadata ning lisateavet saada aadressil www.cree.at.



flotatsioonikambriga. Tänu sellel võtab puhasti vähe ruumi (võib paigutada kas või 30. korrusele) ning sete eraldub väga hästi väljavooluveest. Lisainfo: www.hydroswiss.com.

Pronksauhinna sai **Portugali firma ION-Environment and Business Consulting**, kes lõi fosfori ärastamiseks veest

nanostruktuurse membraani *Saphir*, mille töö põhineb nanostruktuurse alumiiniumhüdrosiidi võimes fosforit siduda. Sellised membraanid on rakendatavad nii loodulikes veekogudes kui ka reovee puhastamisel. Tavalisest sadestamistehnoloogiast eristab meetodit see, et sette maht ei suurene. Membraanid on regenereeritavad ja seega korduskasutatavad. Kinni peetud fosfaate on kasutatavad väetisena. Lisainfo: www.ion.pt.



Ajakiri Keskkonnatehnika

Hõbeauhinna sai **Šveitsi ettevõtte Hydroswiss SA**, kes on loonud kompaktse reovee väikepuhasti koor-musele kuni 2000 ie, mille järelsetiti on asendatud

MÄRTS

Maja I 2013

Läti suurim ehitusmess toimub 14.–17. märtsini Riias. 2011. aastal osales messil 347 eksponenti, messi külastas ca 40 600 inimest.

APRILL

Eesti Ehitab 2013

Tallinnas toimub 3.–6. aprillini Eesti suurim ehitusmess. Messil eksponeeritakse uuenduslikke tehnoloogiaid, ehituskonstruksioone, -materjale, -masinaid ja -seadmeid ning -tööriistu. Möödunud aastal osales messil 237 eksponenti.

HANNOVER MESSE 2013

Maailma üks suuremaid tööstus- ja energeetikamesse HANNOVERMESSE toimub 8.–12. aprillini. Eelmisel aastal osales ca 5000 eksponenti 69-st riigist, ekspositsioonipinda oli 172 000 m², messi külastas 165 000 inimest. Internetis: www.hannovermesse.de

BAUMA 3013

Münchenis toimub 15.–21. aprillini maailma suurim ehitus- ja kaevandusmasinate mess. Eelmisel messil 2010. aastal osales 3256 eksponenti 53-st riigist, näitusepinda oli 550 000 m², messi külastas 420 000 inimest rohkem kui 200-st riigist. Rohkem teavet: www.bauma.de.

Wasser Berlin

Berliinis toimub 24.–26. aprillini rahvusvaheline veemess ja kongress. Internetis: www.wasser-berlin.de/en/

RESTA 2012

Vilniuses toimub 24.–27. aprillini Baltimaade suurim ehitusmess, kus peale ehitustemaatika eksponeeritakse ka kütte ja ventilatsiooni, veetötluse, taastuvenergeetika ning energiatõhusa ehitusega seonduvat. Eelmisel aastal osales messil 510 eksponenti 12-st riigist, ekspositsioonipinda oli 30 000 m². Internetis: www.litexpo.lt

MAI

Helsinki Chemicals Forum 2012

Helsingis 18.–19. maini toimuval keemiafoorumil käsitletakse keemiatööstust puudutavaid õigusakte, ohutust, säästlikkust, keemiatööstuse ja tarbija suhteid, konkurentsivõimet ja innovaativilist. Internetis: www.helsinkicf.eu

BALTTECHNIKA 2013

Leedu tööstusmess toimub 21.–23. maini Vilniuses. Messil osalevad peamiselt automaatika-, elektroonika-, energeetika-, kütte- ja ventilatsioonifirmad ning masinaehitusettevõtted. Eelmisel aastal osales messil 140 eksponenti, messipinda oli 6500 m², külastajaid käis ca 9000. Internetis: www.litexpo.lt

World Bioenergy 2013

Rahvusvaheline bioenergiamesse ja -konverents toimub 27.–29. maini Jönköpingis. Teistest omalaadsetest erineb mess arvukate ekskursioonide poolest, mida korraldatakse bioenergiat kasutavatesse ettevõtetesse ja asutustesse, et osalejad saaksid oma silmaga näha, kuidas ja kus moodsaid bioenergiatehnoloogiaid Rootsis kasutatakse.

CARBON EXPO 2013

Kümnes rahvusvaheline heitmekaubandusmess ja -konverents toimub sel aastal 29.–31. maini Barcelonas. 2012. aastal osales messil Kölnis 200 eksponenti 95 -st. Messi külastas 2600 inimest 110-st riigist. Internetis: www.carbonexpo.com

JUUNI

REW 2013

Istanbulis toimub 13.–16. juunini üheksas 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. Eelmisel aastal osales 329 eksponenti, messi külastas 11 700 inimest 47-st riigist. Internetis: www.rewistanbul.com

Intersolar Europe 2013

Münchenis toimub 19.–21. juunini rahvusvaheline mess ja 17.–20. juunini kongress *Intersolar Europe*. Tegemist on maailma suurima solaartehnoloogiamessiga. Eelmisel aastal osales messil 1909 eksponenti 49-st riigist ja messi külastas 66 000 inimest 160-st riigist. Eksponeentide käsutuses oli 168 000 m² näitusepinda. Internetis: www.intersolar.de

OKTOOBER

UrbanTec 2013

23.–25. oktoobrini toimub Kölnis linnajandusele pühendatud mess ja kongress.

NOVEMBER

POLEKO 2013

Poola suurim keskkonnamesse toimub 7.–10. novembrini Poznanis. Eelmisel aastal osales messil 550 eksponenti 19-st riigist. Näitusepinda oli ca 17 000 m², külastajaid oli ca 21 600. Internetis: poleko.mtp.pl/en

ECOMONDO 2013

Itaalia suurim keskkonnamesse toimub 6.–9. novembrini Riminis. Eelmisel messil osales 1200 eksponenti, messi külastas 84 350 inimest, neist peaaegu pooled olid mujalt kui Itaaliast. Internetis: www.ecomondo.com

Instrutec 2013

Eesti Näituste messikeskuses toimub 20.–22. novembrini 19. Tallinna rahvusvaheline tootearendus-, tootmistehnika-, tööriista-, allhanke- ja tehnohooldusmess *Instrutec 2013*. Eelmisel aastal osales messil 80 firmat 6-st riigist, messi külastas ca 6000 inimest. Internetis: www.fair.ee

DETSEMBER

POLLUTEC 2013

Prantsusmaa suurimat keskkonnamesse *Pollutec* peetakse sel aastal 3.–6. detsembrini Pariisis. 2011. aastal osales Pariisis 1327 eksponenti, messipinda oli 42 105 m², messi külastas ca 29 700 inimest. Internetis: www.pollutec.com

EESTI GEOLOOGIAKESKUSE XXI APRILLIKONVERENTS

“RAKENDUSGEOLOOGILISTEST UURINGUTEST EESTIS – OLEVİK JA TULEVIK”



Toimub 5. aprillil 2013 algusega kell 10.00 TTÜ Küberneetika majas, Akadeemia tee 21.

Kõik huvilised on oodatud kuulama!

Konverentsipäeva lõpus on Eesti Geoloogiakeskuses (Kadaka tee 82) peetaval koosviibimisel võimalik tutvuda Eesti vanima ja suurima rakendusgeoloogiliste uuringutega tegeleva ettevõtte tööde ja tegemistega, kohata vanu sõpru ja sõlmida uusi tutvusi.

Ettekannete laiendatud teesid koos illustratsioonidega avaldatakse konverentsile pühendatud kogumikus ja avalikustatakse Eesti Geoloogiakeskuse kodulehel aadressil <http://www.egk.ee/>.

OHTLIKE JÄÄTMETE KÄITLEJA PÄDEVUSKOOLITUS



Eesti Jäätmekäitlejate Liit korraldab 12.–14.03.2013 ohtlike jäätmete käitleja pädevuskoolituse, mis toimub Eesti Jäätmekäitlejate Liidu kontoris Peterburi tee 47.

Koolituse viivad läbi oma ala asjatundjad, kes igapäevaselt puutuvad kokku ohtlike jäätmete praktilise käitluse ja aruandlusega. Koolitus lõpeb testiga ja selle edukalt läbinutele väljastab liit tunnistuse.

Koolitusele on võimalik registreeruda kas telefonil 55 71 855 või e-kirja teel ejkl@ejkl.ee.

25.-26. APRILLINI TOIMUB STOCKHOLMIS KONVERENTS „SUSTAINABLE AND INNOVATIVE MATERIAL MANAGEMENT FOR THE CONSTRUCTION”

Konverentsi korraldamisel osalevad mitmed institutsioonid Rootsist, Soomest, Norrast ja Eestist ja selle korraldamist toetab *Nordic Innovation Fund*. Projekti üks võtmepartner on Eesti Jäätmekäitlejate Liit.

Eestist teevad ettekande Kunda Nordic Tsement AS keskkonnajuht Kalle Kikas (*General overview of the aggregate industry in Estonia. Use of recovered fuels in cement industry*) ja Tallinna Tehnikaülikooli teedlabori juhataja Ott Talvik (*Possibilities to use recycled aggregates in road construction works*).

Konverentsi kodulehelt <http://simmccities.com/> leiab lisateavet nii päevakava, esinejate kui toimumiskoha kohta.



ChemBio

FINLAND

20.–21.3.2013

Kutsume keemia-ala ja biovaldkonna tipp-sündmusele Soomes!

Tule täiendama ja uuendama oma teadmisi tasuta seminaridel, tutvuma eksponentidega ja looma sidemeid eriala esindajatega.

Seminaride kavas on muuhulgas

- loodusvarad • nanotehnoloogia • toidukeemia
- keskkond • sisekliima • isiklik meditsiin
- bio-ravimid jm.

Save the World – sümpoosionil räägitakse uuestist keemiatööstuse ja biotööstuse ärivaldkonna arendustes Soome ettevõtetes. Teemad: jätkusuutlik areng, biokütused, vee hindamine jm.

Tutvu kogu programmiga ja registreeri tasuta osalejaks:

www.chembiofinland.fi

Helsingi messikeskus

Avatud: K 9–17 ja N 9–16.

Info, kutsed, messikülastuspaketid:

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

SAVE THE WORLD
by Finnish Industry



Kemian Päivät - Kemidagarna
Finnish Chemical Congress

KEMIA
Kemi



Suomen Messut

SIEMENS

+efficiency

+power



SIMATIC CPU S7-1500

Uus kontrolleriseeria

Industrial Automation & Drive Technologies



[siemens.com/s7-1500](https://www.siemens.com/s7-1500)

LAHENDUSED TÖÖSTUSELE

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