

KESKKONNATEHNIKA

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

6/13



Sulzer Pumps pakub
tõhusaid pumpamis- ja
segamisrakendusi

The Heart of Your Process



www.sulzer.com

SULZER

Maa- ja biogaasil koostootmisjaamade rajamine



mtu



Baltic Marine Group

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



Rolls-Royce





15



21



28



36



43

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

Trükikoda Printon AS



KESKKONNATEHNIKA

ehitus, planeeringud

- 36 Hiinas sai valmis suur Aizhai rippild. [J. Virola](#)
- 40 Taas on aeg süveneda kehtivatesse planeeringutesse. [K. Lass](#)

energeetika, automaatika

- 28 Päikeseelektrijaamad on meie tulevik. [K. Koppel](#)
- 30 Kas teate, kuhu elektrienergia kulub ja mis kvaliteediga ta tarbijani jõuab? [J. Joller](#), [I. Tukmann](#)
- 33 Tänapäevased võimalused turvalise ja veakindla automaatjuhtimissüsteemi ehitamiseks. [D. Saksa](#)

geoloogia

- 43 Vaadates kivi sisse. Selgase dolokivi muustritest üleilmse geosündmuseni. [R. Einasto](#), [A. Sarv](#)

keskkond

- 35 Mida on hea teada radoonist? [A. Polt](#)

vesi

- 9 Sillamäel avati annuspuhasti. [A. Laasik](#)
- 10 Nitrosoamiinid olmevees ja nende sisalduse määramine. [S. Luste](#), [E. Järvinen](#)
- 15 Vaakum-väliskanaliseerimine. [G. Sarap](#)
- 16 Reovee väike-omapuhastite võrdlev uuring. [M. Põldmaa](#), [O. Mikkor](#)
- 21 LIQUM LEW-100 – Innovaatiline vedelike kaugeiretehnoloogia. [M. Nõlvak](#)
- 22 Veearvestite mõõtmistäpsusest. [J. Säärekonno](#)

AJAKIRI KESKKONNATEHNIKA

A15



Merike Noor, Aleksander Maastik ja Marika Rebane Keskonnatehnika näituseboksis Tartu 2013. aasta ehitus- ja sisustusmessil

HEA LUGEJA!

HOIAD KÄES ajakirja Keskonnatehnika selle aasta viimast numbrit, mis jääb ka viimseks – järgmisel aastal ajakiri enam ei ilmu.

Tänu tehnika kiirele arengule liigub ja levib info tänapäeval väga kiiresti ning selle paber kandjal trükkimine ja levitamine ei tasu end sageli enam ei majanduslikult ega ka uudsuse mõttes ära. See ongi põhjus, miks otsustasime ajakirja Keskonnatehnika väljaandmise lõpetada.

Ajakirja lõi kaheksateist aastat tagasi Sulev Noor eesmärgiga vahendada keskkonnavalust teavet ning toote- ja tehnoloogiauudiseid asjatundjalt asjatundjatele. Autorite poolest Keskonnatehnika enamikust muudest Eestis väljaantavatest ajakirjadest erineski – meie ajakirjas ei kirjutanud ajakirjanikud, vaid oma ala asjatundjad, peamiselt ülikoolidest, erialaliitudest, ministeeriumitest ja keskkonnavalalaga seotud ettevõtetest.

Keskonnatehnika väljaandmisel on palju tööd teinud ja vaeva näinud mitu inimest. Suurt tänu väärrib Eesti Maaülikooli emeriitprofessori, tehnikateaduste doktori Aleksander Maastiku esimesest numbrist viimaseni kestnud töö enami ku reklaamide ja artiklite toimetajana. Tänu tema teadmiste pagasile, laiale silmaringile, mitme võõrkeele valdamisele, põhjalikkusele ja sellele, et ta peab väga oluliseks head eesti keelt, said Keskonnatehnikas ilmunud artiklid hästi ja põhjalikult toimetatud – ikka koostöös autoriga, kuni jõuti mõlemat osapoolt rahuldava tulemuseni.

Head keelenõu andis meile sageli Heido Ots ning autoamatikateemalisi artikleid aitas toimetada tehnikateaduste doktor Argo Rosin Tallinna Tehnikaülikoolist. Aastajagu tegi peatoimetaja tööd tehnikakandidaat Rein Veski. Keeletoimetajana löid kaasa Mailis Moora ja Piret Reidla ning küljendajate ja reklaamikujundajatena Mait Tooming, Raul Laugen ja Rein Urm. Selle nimel, et toimetuse töö laabuks ning artiklid ja reklaamid õigeks ajaks kohale jõuaksid, tegi esimesed kaheksa aastat tööd Luule Ummelas ning viimased kümme aastat energiline ja alati heatujuline Marika Rebane. Oma panuse ajakirja väljaandmisel andsid Lauri Aasalo, Margis Veevo, Vaike Peedoksaar ja Eela Tauts. Suur, suur tänu kõigile tehtud töö ja nähtud vaeva eest!

Suur tänu ka kõigile ajakirja tellijatele, autoritele, reklaami avaldajatele ja teistele koostööpartneritele aastatepikkuse meeldiva koostöö, usalduse ja kannatlikkuse eest. Ilma teieta ei oleks ajakiri Keskonnatehnika saanud ilmuda.

Keskonnatehnika kodulehekül www.keskonnatehnika.ee jääb internetis avatuks. Sealt saavad kõik huvilised pdf-failidena ajakirja aastate 2007–2013 numbreid alla laadida.

Parimate soovidega

Merike Noor
Peatoimetaja

KAKSKÜMMEND AASTAT EESTI VEEÜHINGUT

HEINO MÖLDER ja ARVO JÄRVET

EVÜ esimene ja praegune esimees

VEEMAJANDUS on lai veekeskkonna kaitsega seotud tegevusala. Soovitud tulemuste saamiseks on oluline spetsialistide omavaheline teabevahetus ja silmaringi laiendamine. Seda soodustavad vabatahtlikud erialaliidud, seltsid ning ühendused. Üks neist on 26. oktoobril 1993 asutatud Eesti Veeühing (EVÜ).

Tõuke veeühingu loomiseks andis HELCOM-is töötamise ajal prof Harald-Adam Velner, kellele Soome Veeühingu (*Suomen Vesiyhdistys r.y.*) juhid ja Euroopa Veeassotsiatsiooni (EWA) nõukogu liige Klaus E. Imhoff soovitasid Eestis luua veemajanduse asjatundjaid ühendav organisatsioon ning astuda sellega EWA liikmeks. EWA nõukogu 1993.a mais Münchenis toimunud aastakoosolekul, kus vaatlejana osales prof H. Mölder, võeti teave veeühingu loomisest Eestis ja selle võimalikust astumisest EWA liikmeks soojalt vastu. Kolmeliikmeline

initsiatiivgrupp, millesse kuulusid Heino Mölder Tallinna Tehnikaülikoolist, Jüri Kaljumäe Keskkonnaministeeriumist ja Aleksander Maastik Eesti Põllumajandusülikoolist (praegune Eesti Maaülikool) asusid veeühingu asutamiskoosoleku kokkukutsumist ette valmistama ning ühingu põhikirja koostama. Tallinnas, Keskkonnaministeeriumi saalis 26. oktoobril peetud asutamiskoosolekul valiti juhatuse esimeheks Heino Mölder, aseesimeheks Aleksander Maastik ning liikmeteks Aarne Eipre, Jüri Kaljumäe, Aare Kuusik, Ain Lääne, Astrid Saava ja Harald-Adam Velner. Juhatuse sekretär oli algaastail Indrek Salis. Heino Mölder oli ühingu esimees 2000. aastani, järgnesid Enn Kaar (2000–2002), Ain Lääne (2002–2006) ja Andres Marandi (2006–2008); 2008. aastast peale on esimees Arvo Järvet. Liikmeskond (asutajaliikmeid 77, praegu 105)

koosneb füüsilistest isikutest. Algul oli liikmete seas ka juriidilisi isikuid, ent hiljem koondusid nad oma huvide ja vajaduste kohaselt Eesti Vee-ettevõtete Liitu (EVEL) ja muudesse ühendustesse. Möödunud aastal sõlmiti kolmepoolne koostööleping Eesti Veeühingu, EVELi ning Veevarustus- ja Kanalisatsiooniinseneride Seltsi vahel, aktiivne on koostöö olnud ka Eesti Maaparandajate Seltsi ja Eesti Veskivaramuga. Aastate jooksul on ühing valinud seitse auliiget: Arnold Kõiv, Harald-Adam Velner, Aleksander Maastik, Heino Mölder, Tiiu Raia, Astrid Saava ja Jüri Kriis.

Eesti Veeühing korraldab regulaarselt mitmesuguseid üritusi: ÜRO ellu kutsutud rahvusvahelist veepäeva (22. märtsil) tähistavaid konverentse, seminare, ettekandekoosolekuid ja erialaekskursioone. Viimastel aastatel on koostöös muude asutustega (TTÜ keskkonnateh-



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 | Ventiliid | Pumbasüsteemid

nika instituudi, EMÜ veemajanduse osakonna, TLÜ ökoloogia instituudi, TÜ keemia instituudi, TÜ Pärnu kolledži, EMHI ja Keskkonnaministeeriumiga) peetud veepäevakonverentsi üle aasta vaheldumisi Tallinnas ja väljaspool pealinna. Suurt erialast huvi pakkusid paar aastat tagasi korraldatud sademevee käitlemisele pühendatud seminarid „Sademevesi – igavene probleem“. Hea ülevaade Eesti põhjavees esinevatest looduslikest radionukliididest ja sellest, kas põhjavee radioaktiivse saastumise hirm on põhjendatud, saadi 2009. aasta sügisel korraldatud seminaril „Radionukliidid põhjavees“.

Ühingu nimel on esitatud arvamusi ja ettepanekuid seaduseelnõude ning veemajanduskavade ja veemajanduse korraldamise kohta. Veeühing on organiseerinud ekspertrühmade tööd Eesti veemajanduskavade koostamisel ning koostöös Läti kolleegidega osalenud Koiva/Gauja rahvusvahelise vesikonna veemajanduskava koostamisel. Enne digiajastut anti regulaarselt välja infolehte (6–8 numbrit aastas), mis hiljem asendati maililisti ja veebilehega www.veeyhing.ee. Veeühing avaldas 2011.a trükise „Teejuht üksikmajapidamise reoveekäitlusviisi valimiseks hajaasutusalal“ (koostaja Arno Ilves, toimetaja Aleksander Maastik, 2 000 eksemplari), mis on pärvinud laialdast praktilist rakendamist.

Ühing on alates 1995. aastast EWA täisliige ning ühingu esimees on EWA nõukogu liige. Aktiivsemat osalemist EWAs takistavad rahalised raskused, sest selle ühenduse liikmed peavad ise kandma koosolekutel, konverentsidel või nõupidamistel osalemise kulud ning tasuma iga-aastaselt liikmemaksu. Algaastail kujunesid tihedad sidemed Soome Veeühinguga, kes aitas prof Pertti Seuna vahendusel saada EWA-lt mitmesugust abi meie tegevuse arendamisel, kellega koos peeti Eestis kahel korral ühiseid suvepäevi ning esineti veepäeväiritustel vastastikuste külalissetekannetega. Hiljem sai Eesti Veeühing



2012. aasta suveseminaril tutvuti Tallinna pinnaveehaardesüsteemiga, sh Jägala jõe Kaunissaare paisuga

juba ise abi anda, vahendades Leedu vastava ühingu astumist EWA liikmeks. Alates 1999. aastast osaleb Eesti Veeühing ülemaailmse veepartnerlusprogrammi (GWP) tegevuses, olles Kesk- ja Ida-Euroopa riikide ühenduse liige. GWP koordineerivas komitees esindab Eestit keskkonnaministeeriumi asekantsler Harry Liiv. GWP kaudu on ühing saanud olulist finantsabi, mida on kasutatud avalikkuse kaasamisel valglapõhise veemajanduse paremaks korraldamiseks ning rahvusvahelise koostöö edendamiseks. Valglapõhise tervikveemajanduse põhimõtete laiemaks tutvustamiseks on koostöös kohalike omavalitsustega (Lihula, Viru-Nigula, Muhu ja Kasepää vallas) korraldatud suveseminare.

Eesti Veeühing on oma tegevuses juhitud põhimõttest, et vee kasutamise ja kaitsega seotud probleemide lahendamisele on tarvis kaasa aidata, mitte üksnes neid tõstatada. A.M.

TERMOPILT

Energiasäästulahendused üle Eesti

- Termograafia
- Energiaauditid
- Energiamärgised ja -arvutused
- Hoonete õhutiheduse kontroll
- Küttesüsteemide häälestamine
- Energiatõhusate terviklahenduste projekteerimine

PÄRNU

TARTU

TALLINN

www.termopilt.ee

tel: 60 16 500

mob: 53489959

info@termopilt.ee

SAKU KALAPÄÄS SOODUSTAB LÕHELISTE KUDEMISRÄNNET

Saku mõisapargi tiigile rajati tänapäevane kalapääs ja pais, mille abil on võimalik veetasel paindlikult reguleerida. Tänu sellele saavad Vääna jõe rändeteena kasutada lõhelised takistusteta



Foto: KIK

kudemispaikadesse liikuda. Vaja läinud 272 165 eurot saadi SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse (KIK) vahendusel Euroopa Liidu Ühtekuuluvusfondist.

Varem oli veetase tiigis ebastabiilne ning sõltus peamiselt ilmastikuoludest. See takistas kalade rännet ning halvendas veekogu üldist seisundit. Saku Vallavalitsuse ehitus- ja planeerimisteenistuse juhi Maire Lauri sõnul paisutati tiigivett puitkilpidega ning kui varakevadeti vesi tõusis ja jõgi hakkas luhtasid üle ujutama, tuli veetaseme alandamiseks kilbid käsitsi eemaldada ja hiljem jälle tagasi panna, et mõisatiik veest tühjaks ei jookseks. Nüüd jälgivad veetasel andurid ja reguleerib automaatika. A.M.

SAKU VEE- JA KÜTTEPROJEKTIST SAAB KASU PEAAEGU IGA ELANIK

Saku mõisas lõpetati 4. oktoobril Saku ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni ning kaugküttesüsteemi rekonstrueerimisprojektid, mille raames uuendati 44,7 km ühisveevärgi- ja 41 km kanalisatsioonitorustikku, ehitati 17,8 km sademeveekanalisatsiooni ja 13,1 km kaugküttetorustikku, ehitati seitseteist uut ja rekonstrueeriti kaks reoveepumplat ning renoveeriti kolm joogiveepuhastit. Kolm aastat kestnud veeprojekti, mille kogumaksumus oli 18,61 mln eurot, toetas SA Keskkonnainvesteeringute Keskus Euroopa Ühtekuuluvusfondist 11 473 154 euro ning kütteprojekti rohelisest investeerimisskeemist 610 056 euroga. Suuremad töövõtjad olid AS Skanska ja AS Nordecon, ehitusjärelevalvet korraldasid AS Infragate Eesti ja OÜ P.P. Ehitusjärelevalve ning projektid viis ellu AS Saku Maja.

Ühisveevärgi- ja kanalisatsiooniprojekti raames ümber ehitatud või rajatud 2700st liitumispunkti saab kasu peaaegu iga Saku elanik. Kõik Saku reoveekogumisalal olevad kinnistud said liitumispunkti veevärgiga, mis tagab liituja-tele puhta joogivee, ning võimaluse reovett nõuetekohaselt ära juhtida. Kaugküttesüsteemi rekonstrueerimisel ühendati kaks eraldiseisvat võrgupiirkonda ning uuendati enamik nõukogudeaegsetest kaugküttetorustikest, vähendades sel moel soojuskadu. Et sooja peab vähem tootma, paisatakse aastast õhku 451 tonni vähem süsinikdioksiidi. A.M.

RAKVERET HAKATAKSE KÜTMA BOKÜTUSEGA

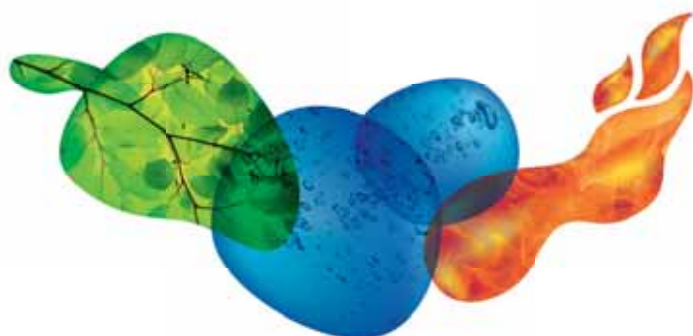
AS Adven Eesti avas 10. oktoobril Rakveres hakkpuidul töötava soojuse ja elektri koostootmisjaama esimese etapina valminud soojusenergiaploki. Koostootmisjaama kogumaksumus on üle nelja miljoni euro, millest 1,4 miljonit saadakse SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse (KIK) vahendusel Euroopa Liidu rohelisest investeerimisskeemist.

Koostootmisjaamas toodetavat soojust hakatakse koos teise KIKi toetatud koostootmisjaama – OÜ ES Bioenergia – toodetava soojusega kasutama Rakvere linna kaugküttevõrkudes. Kui mõlemad jaamad töötavad, saab Rakvere linn 80 % vajaminevast soojusenergiast taastuvatest allikatest.

Adven Eesti juhatuse esimehe Andrus Laumetsa sõnul odavneb soojuse tootmine kindlasti rohkem kui mõne protsendi võrra, ent lõpliku hinna tarbijale kinnitab siiski võrguettevõtte AS Rakvere Soojus.

Projekti teine etapp lõpeb 2014. aasta keskel, kui valmib jaama elektritootmisosa. Täiskoormusel töötades toodab siis koostootmisjaam 5,3 MW soojusenergiat ja ligi 1 MW elektrit tunnis.

Adven Eesti rajatav koostootmisjaam on Eestis teine, mis rakendab ORC-ringlust (*Organic Rankine Cycle*) – uudset tehnilist lahendust, kus soojus- ja elektrienergia ökonoomsemaks tootmiseks ringleb jaamas vee asemel spetsiaalne orgaaniline vedelik. Esimene sellise tehnoloogiaga jaam rajati KIKi toetusel käesoleva aasta kevadel Kuressaarde. A.M.



Tere tulemast keskkonnatehnoloogia tulevikku

5. – 9. mai 2014

Maailma juhtiv vee-, reovee-, jäätme- ja toorainemajanduse mess

Registreeri online alates jaanuarist 2014 ja säästa kuni 30% www.ifat.de/tickets/en

IFAT 2014 Münchenis tutvustab kogu keskkonnatehnoloogia ala. Tulge tutvuma uuenduslike toodete ja tulevikku suunatud strateegiatega. Saage osa messi eksklusiivsest raamprogrammist ja kasutage suurepärase võimaluse erialaseks rahvusvaheliseks suhtluseks.

IFAT messid mujal maailmas

IFExpo 20. – 22. mai 2014
中国环博会
presented by IFAT CHINA | EPITE | CWS www.ie-expo.com

IFAT 9. – 11. oktoober 2014
India www.ifat-india.com

Saksa-Balti Kaubanduskoda Eestis, Lätis, Leedus/AHK Service OÜ
Tel. 6276 940 | muenchen.ee@ahk-balt.org

www.ifat.de

LILLEORUS PANDI NURGAKIVI ÜHISRAHASTUSE JA TALGUTE TOEL KERKIVALE UNIKAALSELE HOONELE



Fotol (vasakult): AVATUD KESKUSE ehituse koordinaator Kaur Lass, Lilleoru asutaja Ingvar Villido ja Rae vallavanem Mart Võrklaev Foto: MTÜ Lilleoru

Hõimupäeval, 19.oktoobril, paigutati Lilleorus AVATUD KESKUSE alusmüüri nurgakivi. Sellesse müüriti kokkulepe, milles 75 inimest kinnitavad valmisolekut panustada oma aega ja muid ressursse uue maja valmimisse. Tegu on Eestis esimese nii suure objektiga, mis rajatakse kogukondliku ühisrahastuse põhimõtetel ning mille enamik töödest tehakse talgute korras.

Kunagisest Põhuteatrist kerkib Lilleorus õppe-, kultuuri-, kogukonna- ja ökomaja, kus saab edaspidi õppida enesemuutmise kunsti, ökoloogilist eluviisi ja põliskultuuritarkusi ning nende rakendamist igapäevaelus.

Nurgakivi panekul olid kohal Lilleoru MTÜ ja laiema sõprade ringi liikmed, Lilleoru asutaja Ingvar Villido ja Rae vallavanem Mart Võrklaev. Vallavanem on uhke selle üle, et selles Eestis ja ilmselt kogu Baltikumi mastaabis unikaalne hoone kerkib just Rae valda. Maja valmimisele on pannud vabatahtlikena öla alla Lilleorus praktiseeritavat eluviisi toetavad arhitektid, ettevõtjad, toetuste organisatsioonid, vabast ajast töid tegevad ehitajad ja paljud teised. Praegu ehitatakse talguliste abil vundamenti ning sellega loodetakse valmis saada veel enne lume tulekut.

Lilleoru uue peamaja arhitektid on Ain Padrik ja Sven Koppel. Ehitist planeeritakse loodusehitisena ja võimalikult palju soovitakse kasutada taaskasutatavaid materjale. Vaida külje all Aruvalla külas asuv Lilleoru keskus loodi 20 aastat tagasi selleks, et toetada inimese terviklikku ja igakülgset arengut.

A.M.

PÄRNU-JAAGUPI VEEMAJANDUSSE INVESTEERITI PEAAEGU VIIS MILJONIT EURO

Pärnu-Jaagupi alevis lõpetati 11. oktoobril pidulikult veemajandusprojekt, mille tulemusena paraneb nii joogivee kvaliteet kui ka keskkonna seisund. Projekti kogumaksumus oli 4,9 miljonit eurot, millest 3,9 miljonit kaeti SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse kaudu Euroopa Liidu Ühtekuuluvusfondist ning üle miljoni maksis Halinga vald. Vallavanema Ülle Vapperi sõnul on tegemist Halinga valla ajaloo suurima investeeringuga, millest võivad nii keskkond kui ka kohalikud inimesed.

Pärnu-Jaagupi senised veemajandusprobleemid olid tingitud lekkivatest vee- ja kanalisatsioonivõrkudest ning joogivee kvaliteet ega reoveepuhasti heitvesi ei vastanud kehtivatele nõuete-

le. Uus veetöötusjaam muudab senise fluoriidi- ja rauarohke joogivee tervisele ohutuks.

Projekti ellurakendamisel uuendati asula puurkaev-pumplad, ehitati uus reoveepuhasti ning ehitati juurde või uuendati enam kui 18 km torustikke. Selle tulemusena väheneb veetorudest lekkiva vee hulk ja sademevee imbumine kanalisatsiooni ning reovee pumpamiseks kulub vähem elektrienergiat.

Projekti vedas vallale kuuluv vee-ettevõtte AS Mako. Hinnanguliselt loob projekt liitumisvõimaluse ühisveevärgiga peaaegu sajale ja ühiskanalisatsiooniga 150-le kohalikule elanikule. Seni oli Pärnu-Jaagupi 1200 elanikust ligi kolmandik ilma ühisveevärgi ja -kanalisatsioonita.

A.M.

SAUE SAI VIIS MILJONIT EURO MAKSNUD TÄNAPÄEVASE ÜHISVEEVÄRGI

Sauel tähistati 9. oktoobril ligi kaks aastat väldanud ühisveevärgi- ja kanalisatsioonivõrgu laiendustööde lõpu. Nüüdsest on peaaegu kõigil kuuel tuhandel Saue linna elanikul võimalik liituda ühisveevärgi ja -kanalisatsiooniga ning tarbida puhtast joogivett. Tööde käigus rajati ligi 17 km joogivee- ja 14 km kanalisatsioonitorustikku ning loodi vee- ja kanalisatsiooniliitumispunktid 546 kinnistule. Korda tehti ka reoveetorustikud ning keskkonna reos-

tamise oht vähenes.

Projekti kogumaksumus oli 5 012 970 eurot, millest 4 104 368 eurot saadi sihtasutuse Keskkonnainvesteeringute Keskuse kaudu Euroopa Ühtekuuluvusfondist. Saue linna omaosalus oli 908 601 eurot. Ehitasid Terrat AS, Viimsi Keevitus AS, AS Esmar Ehitus, Lemminkäinen Eesti AS ja Lemminkäinen Infra OY, ehitusjärelevalvet korraldasid AS Infragate Eesti ja P.P. Ehitusjärelevalve ning projekti juhtis Keskkonnaprojekt OÜ.

A.M.

VILJANDIMAAL LÕPETATI 2,4 MILJONIT EURO MAKSNUD VEEPROJEKT

Veeprojekti raames uuendati Karksi-Nuia linna ning Karksi ja Polli külade ühisveevärgi ja -kanalisatsioon. Selle tulemusena sai 165 valla elanikku kvaliteetse joogivee ja liitumisvõimaluse veevõrguga ning 189 elanikku võimaluse liituda ühiskanalisatsiooniga. See, et oma krundil olevaid reoveekogumismahuteid jäi vähemaks, aitab kaasa pinna- ning põhjavee kvaliteedi paranemisele. Karksi vallas rajati juurde või uuendati 3,6 km kanalisatsiooni- ja 5,5 km veetorustikku

ning rekonstrueeriti kuus reoveepumplat ja kolm reoveepuhastit. Tänu reovee töhusamale puhastamisele väheneb asulate reostuskoormus. Vald sai ka ühe survepesuadme, selle vedamiseks traktori ning pressi reoveesette käitlemiseks.

Veeprojekti kogumaksumus oli 2,4 miljonit eurot, millest üle kahe miljoni euro saadi SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse kaudu Euroopa Ühtekuuluvusfondist ning osa kattis Karksi vald. Ehitustööd tegi Wesico Project OÜ.

A.M.

SILLAMÄEL AVATI ANNUSPUHASTI

AIMELI LAASIK

ASi Sillamäe-Veevõrk projektijuht

SILLAMÄEL avati 9. oktoobril pidulikult linna uus reoveepuhasti, mis ei tähenda veel ASi Sillamäe-Veevõrk veemajandusprojekti lõppu, ent on selle väga oluline etapp. Puhasti ehitushankel ei seatud hindamiskriteeriumiks madalam hind, vaid käituskulud, ning ehitajaks valiti Skanska AS. Projekti koostas Aqua Consult Baltic OÜ ja omanikujärelevalvet teostas AS InfraGate Eesti.

Eestis on ülekaalus läbivoolupuhastid, kus bioloogilise puhastuse etapid toimuvad eri mahutites. Sillamäe vana läbivoolupuhasti lammutati ja ehitati annuspuhasti, kus protsessi eri etapid (täitmine, õhustamine, settimine, tühjenemine) toimuvad annusekaupa samas mahutis. See võimaldab paremini varieerida etappide kestust ja saada paremat puhastustulemust. Üks tsüklil kestab umbes kaheksa tundi ning selle kestel muutub mahutis oleva vee maht 20–25 %. Annuspuhasti on läbivoolupuhastist selle poolest ökonoomsem, et on vaja vähem pumpasid, mistõttu elektrikulu on väiksem. Puhasti juurde kuuluvad veel vooluhulga ja reostuskoormuse kõikumise leevendamiseks vajalikud akumulatsioonimahutid, millesse tippkoormuse ajal kogutakse osa reoveest ning sel moel ühtlustatakse annuspuhasti koormust. Uus reoveepuhasti võimaldab lahutada olme- ja tööstusreovee – kui tööstusest pääseb kanalisatsiooni mingit bioloogilist puhastust ohustavat ainet, juhitakse vesi avariimahutitesse. Kogu puhastusprotsess on arvuti vahendusel jälgitav ja seadistatav. Jääkmuda kompostitakse aunades ning valmiskompost kõlbab oma koostise poolest kasutamiseks haljastuses, heakorratöödel või rekultiveerimisel.

Eraldi väärib märkimist puhastatud vett Soome lahte juhtiva süvamerelaskme kordategemine. Ehitustööde käigus avastasid tuukrid, et 360 m kaugusel kaldast on toru poole läbimõõdu ulatuses katkenud, selle merepoolne osa 20 cm eemale nihkunud ning katkemiskohast viie meetri kaugusel mere-



Linti lõikavad (vasakult): Keskkonnaministeeriumi välisfinantseerimise osakonna peaspetsialist Hannes Aarma, ASi Sillamäe-Veevõrk juhatuse liige Viktor Rodkin, Sillamäe linnaapea Jelena Koržunova ja Skanska AS juhatuse liige Tiit Kerem

Foto: Lidia Tolmacheva

põhja kadunud. Et seda ei õnnestunud 200 meetrini kadumiskohast leida, tuli rajada uus 1,3 km pikkune süvamerelase, pidades seejuures silmas Sillamäe sadama laiendustöid.

Sillamäe reoveepuhasti rajamisel arvestati linna elanike arvu ja arenevat tööstust, kusjuures suurt rõhku pandi säästlikkusele. Tehnoloogilise omatarbeveena (nt võrepesuks) kasutatakse puhastatud reovett. Tehnilise abihooone, milles paiknevad eelpuhastus- ja settetahendusseadmed, õhukompressorid, elektrikilp, töökoda, labor ning dispetšerjuhtimis- ja olmeruumid, kütmiseks ja sooja vee saamiseks kasutatakse reovee soojust. Suuremate külmade puhul on toeks kaugküte. Sillamäe uue puhasti jõudlus on 20 000 inimekvivalenti, ööpäevakeskmise vooluhulk 4 000 m³/d ning maksimaalne vastuvõtuvõime 1 200 m³/h. Keskmise puhastustulemus on väga hea: heljumisisaldus väheneb üle 95 %, keemiline hapnikutarve üle 96 % ning biokeemiline hapnikutarve üle 95 %.

Reoveepuhasti rajamine läks maksma üle 4 miljoni euro. Projekti „Sillamäe linna veevarustus- ja kanalisat-

sioonisüsteemide rekonstrueerimine“ kogumaksumus on 18 512 954 eurot, millest Euroopa Ühtekuuluvusfondist saadakse SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse (KIK) vahendusel 13 457 436 eurot toetust (abikõlblik periood kestab 31. augustini 2015). Projekti raames on Sillamäe linnas peale puhasti rekonstrueeritud kaks survetõstepumplat koos mahutitega, kaks reoveepumplat, 11 puurkaevu, 10,9 km vee- ja 14,5 km kanalisatsioonitorustikku ning ostetud veemajandusobjektide hooldamiseks vajalikke masinaid. Käimasoleva projekti raames rekonstrueeritakse teist sama palju vee- ja kanalisatsioonitorustikke ja kaks puurkaevu ning otse võrku pumpavasse puurkaevu PK8 ja survetõstepumplatasse paigaldatakse vett desinfitseerivad UV-seadmed.

Projekti elluviimine vähendab lekkeid veevõrgust ja võõrvee pääsemist ühiskanalisatsiooni ning suurendab kvaliteedinõuetele vastava võrguvee osakaalu. Sillamäe linna veevarustussüsteemi töökindlus ja ökonoomsus suurenevad ning Soome lahe reostamine väheneb.

A.M.

NITROSOAMIINID OLMEVEES JA NENDE SISALDUSE MÄÄRAMINE

SARI LUSTE ja EERIK JÄRVINEN

Ramboll Finland Oy

NITROSOAMIINID IGAPÄEVASES OLMEVEES

NITROSOAMIINID on ühendirühm, millest 90 % (umbes 300 ühendit) on kantserogeensed e vähki tekitavad. Tuvastatud on ka nende ühendite mutageenne ja loodet kahjustav toime. Nitrosoamiine esineb väga laialdaselt ning osa neist on kantserogeensed väga väikesteski kogustes, neid on leitud ka keemiliselt töödeldud olmevees. On kindlaks tehtud, et nitrosoamiinid moodustuvad klooriühendite ja amiinide koosmõjul ka reovee desinfitseerimisel. Kuigi selle ühendirühma kahjulik toime avastati juba 1950ndatel aastatel, ei ole nt Soomes olmevee nitrosoamiinisalduse piirnorme seni seatud. USA-s on keskkonnaamet (EPA) mõne nitrosoamiini suhtes seda juba teinud, nt N-nitrosodietüülamiini lubatud maksimumsisaldus on 2 ng/l.

Nitrosoamiine esineb ka toiduainetes, kosmeetikatoodetes, tubakas ja tubakasuitsus ning isegi joogiveses ja lutipudelite kummiosades (lubatud piirnormide kohta leidub teavet Soome kaubandus- ja tööstusministeeriumi otsuses 903/1994). Neid leidub ka looduslikes veekogudes ja pinnases. Nitrosoamiinide mitmetahulistest tekemehhanismidest ei ole veel täielikult aru saadud ning nende ühendite moodustumise suhtes lähevad asjatundjate arvamused lahku.

NITROSOAMIINID JA NITRITID TOIDUAINETES

Õlles sisalduvatele nitrosoamiinidele on kõikjal maailmas palju tähelepanu pööratud. Alkohoolsetest jookidest on neid kõige rohkem just õlles, milles on tuvastatud koguni µg/l tasemel olevat sisaldust. Nitrosoamiinid moodustuvad peamiselt linnaste kuivatamisel ja kasutamisel. Mõnes riigis on õlle



Fotod: Ramboll

nitrosoamiinisaldusele seatud piir – USA-s nt 5 µg/kg ja Itaalias, Šveitsis ja Saksamaal 0,5 µg/kg.

Soomes on nitrosoamiinidele toiduainetes osutatud tähelepanu peamiselt seetõttu, et nad võivad tekkida maos nitritite reageerimisel aminohapetega (proteiinidega). See on üks põhjuseid, miks soovitatakse piirata nitriteid või nitraate sisaldavate toiduainete andmist väikelastele (nitraat muundub organismis nitritiks). Nitrosoamiine võib moodustuda keemiliste reaktsioonide ja/või bakteriaalse tegevuse tulemusena. On täheldatud, et nitrosoamiinid moodustuvad sekundaarsete või tertsiaarsete amiinide ja nitritite reageerivate algaainete koosmõju tagajärjel, kui keskkond on reaktsioonide ja/või bioloogiliste protsesside kulgemiseks soodne. Nitrosoamiinide moodustumist soodustavad kõrge temperatuur (nt toidu praadimine) ja happeline keskkond (nt maohape). Toiduainetest leidub nitriteid peamiselt valmislihatoodetes ning nitraate teatud aedviljades. On täheldatud, et aedviljades sisalduv C-vitamiin ja muud anti-

oksidandid pärsvad nitrosoamiinide moodustumist organismis.

NITROSOAMIINIDE MOODUSTUMINE OLMEVEE TÖÖTLEMISEL

On tuvastatud, et olmevee desinfitseerimiseks kasutatavad klooriühendid suurendavad vee nitrosoamiinisaldust, kui selles leidub lahustunud lämmastikuühendeid – eelkõige sekundaarseid amiine. Klooriühendite toimet nitrosoamiinide tekkimisele ning nende omadustele ja hulgale mõjutavad keskkonnatingimused, nt pH. Kui kloori sisaldavas vees leidub amiine, võib nitrosoamiinide moodustumisele kaasa aidata ka päikese UV-kiirgus. Seda on täheldatud välisujumisebasseinides, kus inimestelt pärinevad aminoühendid on vette sattudes nitrosoamiinideks muutunud.

On täheldatud, et nitrosoamiine moodustub eriti olme- ja tööstusreoveepuhastites, kus kasutatakse suurtes kogustes kemikaale. Reoveepuhastites tekkinud ja sealt edasi lii-

kunud nitrosoamiinid ongi pinnavee potentsiaalsed nitrosoamiiniallikad. Koos (puhastatud või puhastamata) reoveega võib veekogudesse sattuda märkimisväärses kogustes ka muid lahustunud lämmastikuühendeid, mis võivad olmevee puhastamisel olla nitrosoamiinide lähteaineiks. Kui kasutatud olmevesi jõuab tagasi loodusesse, võib see isegi puhastatuna olla algsest halvema kvaliteediga ning viia veekogudesse lämmastikku.

OLMEVEE NITROSOAMIINID

Olmevees esinevad nitrosoamiinid võivad pärineda toorveest või tekkida vee töötlemisel. Vee desinfitseerimiseks kasutatavatest klooriühenditest on kõige enam tähelepanu pälvinud kloroamiin, mille desinfitseeriv toime jätkub ka veevõrgus. On täheldatud ka seda, et klooriga töötlemisel soodustavad nitrosoamiinide moodustumist ka vees leiduvad ammooniumioonid. On vägagi tõenäoline, et looduslikes veekogudes leiduvate ammooniumiooni reageerimisel klooriga moodustub kloroamiin, mille reageerimisel vees leiduvate amiinidega tekivad nitrosoamiinid. On täheldatud ka seda, et vee nitrosoamiinisisaldus suureneb kaugusega töötlemisjaamast, millest võib järeldada, et nitrosoamiine moodustub ka veevõrgus.

Soomes on olmeveeks töödeldav vesi juba looduses kvaliteetne, eriti võrreldes riikidega, kus tuleb veepuuduse tõttu leppida vee taaskasutamisega. Tänu sellele on Soomes vaja kasutada

märksa vähem kemikaale ning desinfitseerimisel tekib ka vähem kõrvalsaadusi. Sellele vaatamata võib kõne all olevaid kahjulikke aineid olmevette sattuda, kui loodusest ammutatav vesi sisaldab juba algusest peale nitrosoamiiniühendeid või nende lähteainetena toimivaid amiine. Nitrosoamiinide lähteaineid leidub pigem pinna- kui põhjavees.

Olmevee desinfitseerimisel tekib kõrvalsaadusena hulk orgaanilisi ühendeid, millest paljusid veel ei tunta. On tuvastatud, et desinfitseeritud vee toksilisust mõjutavad halogeenorgaanilised ühendid, mida, tõsi küll, on nende hulgas vaid murdosa. Desinfitseeritud vee toksilisuse põhjustajateks peetakse ikkagi nitrosoamiine.

NITROSOAMIINIDE MÄÄRAMINE

Nitrosoamiinide mõju ja esinemist on uuritud juba aastakümneid. Sellele vaatamata tuleb suure hulga ühendite omadusi ja tekkemehhanisme veel palju uurida. Analüüsimetodite areng on viimastel aastatel võimaldanud analüüsida ja uurida vett, sh joogivett, mis sisaldab väga vähe nitrosoamiiniühendeid. Üks näiteid mahukast uurimistööst on Põhja-Ameerikas käivitatud, peamiselt Veeuurimisfondi (*Water Research Foundation*) finantseeritud ning *American Water*, *Metropolitan Water District of Southern California* ja Alberta Ülikooli koostööna sooritatav uuring joogivees sisalduvate nitrosoamiinide määramiseks. Projekti raames uuritakse joogiveepuhastusjaamades,

kuidas minimeerida mitmetes traditsioonilistes ja moodsamates veetöötlusprotsessides tekkivaid nitrosoamiinikoguseid.

Üksikute nitrosoamiiniühendite uurimine on vajalik siis, kui soovitakse kontrollida ühe või mitme tuntud ühendi sisaldust. Nt Ameerika Ühendriikides uuritakse, kui palju on joogivees seitsset peamist nitrosoamiini. Üksikute nitrosoamiinide määramiseks on välja töötatud erilised analüüsimetodid, mis võimaldavad saada suhteliselt põhjaliku ülevaate nitrosoamiinide kogusisalduse kohta.

Kuna nitrosoamiinide rühma kuulub väga palju ühendeid, tasub analüüsides keskenduda ühendirühmadele. Huvitav rakendus nitrosoamiinide rühmakaupa analüüsimiseks on *TONO*-meetod (*total N-nitrosoamine*), mis võimaldab nitrosoamiinirühma kogusisaldust täpselt ja usaldusväärselt määrata. *TONO*-meetodit on testitud muuhulgas nitrosoamiini sisaldava tootmisvee analüüsimisel ning saadud tulemused on vastanud üksikute ühendite kogusisaldusele. Meetod on end nitrosoamiinide kogusisalduse mõõtmisel tõestanud ning sobib suurepäraselt veeproovide analüüsimiseks. *TONO*-meetodi muudab eriti tõhusaks see, et muud vees leiduvad ühendid analüüsimist väidetavalt ei mõjuta, tänu millele on võimalik analüüsida ka reo- ja tootmisvett. Võti nitrosoamiinide sisalduse määramiseks on seega juba olemas.

Üks puuduliku teabe põhjuseid vee nitrosoamiinisisalduse kohta on selle rühma ühendite keemiliste omaduste muutlikkus ja analüüsimise keerukus. *Ramboll Analytics* on aastaid arendanud nitrosoamiinide analüüsimise meetodeid ning saanud akrediteeringu kõige enam esinevate ühendite analüüsimismeetodile. *Ramboll Analytics* on arendanud ja kasutusele võtnud ka ülalkäsitletud summeerimismeetodi *TONO*, mis võimaldab mõõta nitrosoamiiniühendeid nende nitrosogruppide põhjal. *Ramboll Analytics* arendatud meetod lubab testida ka väga keerulisi proovimatrikseid (nt lahusteid ja reovett).

A.M.



www.ramboll-analytics.fi
www.ramboll.ee
analytics@ramboll.fi, info@ramboll.ee



Sulzer Pumps pakub tõhusaid pumpamis- ja segamisrakendusi

Tootjad kogu maailmas eelistavad ettevõtet Sulzer Pumps, sest selle suur pumpade, lahenduste ja teenuste valik on loodud spetsiaalselt tööstuse vajadusi silmas pidades. Meie pumbasari AHLSTAR on tuntud erakordselt tõhusana mitmesuguste segude ning eriti suure gaasisaldusega vedelike pumpamisel.

Pumbasüsteem MCE™ ühendab endas suurepärased töönäitajad ja energiasäästu. Meie paberimassi-survemahuti toitepumbad ZPP ja Z22 on konstrueeritud spetsiaalselt kiirete paberimasinate jaoks ning mitmeastmelised pumbad MBN sobivad mitmesugusteks kõrgsurve-pumpamistöödeks. Meie uuenduslikud segurid SALOMIX® ja Scaba tagavad optimaalse segamistulemuse ning meie TMS-süsteem (Tower Management System) väldib kanalite teket säilitustornides.



Tootesari AHLSTAR

Pumbasari AHLSTAR on konstrueeritud nõnda, et pumbad oleksid töökindlad, suure kasuteguriga ning et nende käituskulud oleksid väikesed. AHLSTAR- pumbad säästavad energiat, sulgvett ja keskkonda. Kõik pumbad vastavad töökindlusstandardi EN ISO 5199 ning ka standardile EN 22858 (ISO 2858) nõuetele.

Tootesari AHLSTAR hõlmab pumpasid igasuguste õhku ja gaase sisaldavate vedelike ning tselluloosimassi pumpamiseks (A), ummistumisevabu (N) ja kulumiskindlaid (W) pumpasid. Neid pumpasid kasutatakse mitmesuguste õhku või gaasi sisaldavate ainesegude (võõrisesisaldus kuni 8 %), nt jääkleeliste, seepide, vahutavate vedelike ja püdelike pumpamiseks ning olukordades, kui vedelikutase on mahutis madal. Nad sobivad ka vedelikele, mis sisaldavad kuni 40 % vaba õhku või gaasi.

Kaksiktsentrifugaalpumbad ZPP ja Z22

Üheastmelisi telgsümmeetrilisi kaksiktsentrifugaalpumpasid ZPP ja Z22 kasutatakse nõudlikes ning suurt jõudlust nõudvates tööstuslikes rakendustes, et protsess oleks töökindel, kasutegur suur ja käituskulud väikesed. Tänu meie enda valukoja täppisvalutoodetele vastavad pumbad nõuetele vähese rõhukõikumise kohta. Kvaliteetne pinnaviimistlus hoiab ära kiudude haakumise ja sette kogunemise.



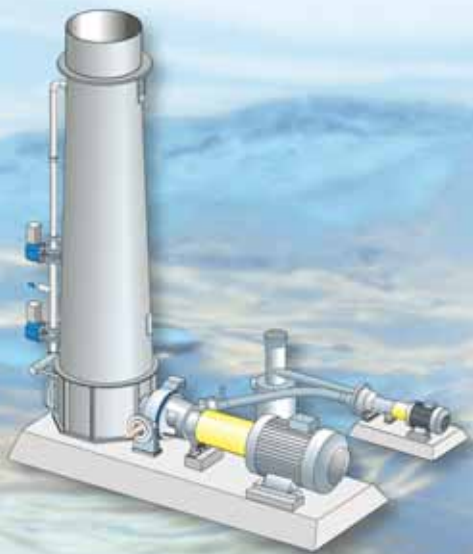


Mitmeastmelised sektsioonpumbad MBN

Mitmeastmeline sektsioonpump MBN on mõeldud puhaste või vähe võõraste sisaldavate vedelike (sademevesi, tihendusvesi, boilerite toitevesi jms) pumpamiseks, kui on vaja suurt rõhku või tõstekõrgust. Mitmesugused otsakuasendid võimaldavad paindlikku paigaldamist ning lihtsustavad pumba ühendamist torustikuga. Aksiaallaagrit ja völitihendit on lihtne vahetada pumbakere imipoolt lahti võtmata.

Segurid SALOMIX® ja Scaba

Sulzeri segamistehnoloogia SALOMIX® ja Scaba hõlmab laia valikut tööstuslikeks rakendusteks mõeldud tooteid. Küljelt-ühendatavad rõht- ja pealtühendatavad püstsegurid, dünaamilised kemikaalisegistid ning tornide ja mahutite vooluhulga reguleerimiseks mõeldud tooted tagavad tõhusa segamise. Saadaval on ka segurid tselluloosi- ja paberitehaste reovee käitlemiseks. Koaguleerimise, helvestamise ja muude segamistoimingute sooritamiseks reoveepuhastites pakub Sulzer Pumps vähe energiat kulutavaid suure kasuteguriga segureid.



MC®-tooted

Sulzeri MC®-sarjas (Medium Consistency) on suur valik töökindlaid tooteid keskmise konsistentsiga (kuni 18 % kuivainet) kiuliste segude käitlemiseks: patenteeritud Fluider™-tehnoloogia kohaseid pumpasüsteeme MCE™, KCE™ ja LCE™, MC®-tühjenduskraape, MC®-tühjendeid ja dünaamilisi kemikaalisegistid SX. Pumpasüsteem MCE™ on kõrgetasemeline patenteeritud MC®-pumpamistehnoloogia igasuguste tselluloosi- ja paberitehaserakenduste jaoks.

Sulzer Pumps

ABS Pumps & Services OÜ

Kopli 25C

10412, Tallinn, Eesti

Tel. +372 6 117 040

Faks +372 6 117 045

info@abspumps.ee

www.sulzer.com

See how Sulzer Pumps can help you win more opportunities.

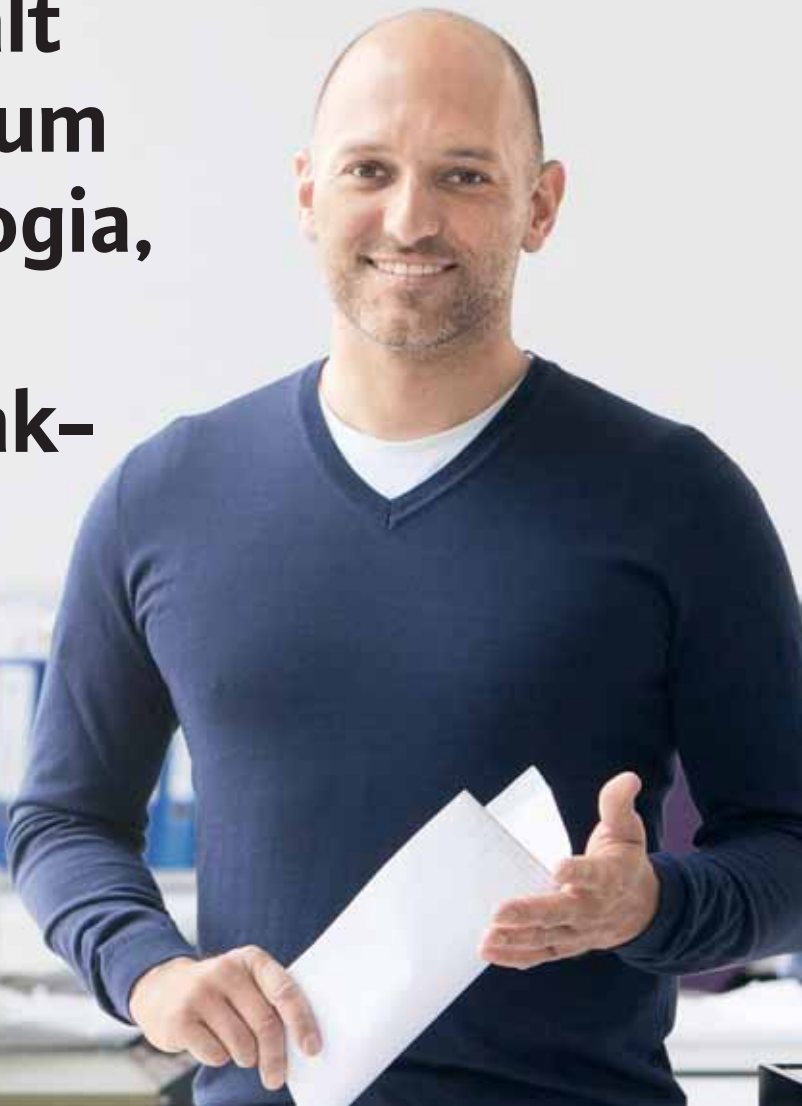
SULZER



„See pole lihtsalt energiasäästlikum pumbatehnoloogia, vaid ka ohtralt lisavõimalusi pakuv tootesari.“

Eelised, mis on ainuomased ainult Wilo uue põlvkonna märgrootor ringluspumpadele:

- Wilo-pistikuga elektriühendus
- LC- või LED-kuvar info ja seadistuse kuvamiseks
- Rootorist õhualdamise funktsioon (PICO seeria)
- Rootori mustusosakeste filter, mis tagab töökindluse
- Veateated annavad kiiresti ja täpse info probleemidest
- Vedelike temperatuurivahemik alates -20°C — $+110^{\circ}\text{C}$
- Stratos seeriale pakutavad lisamoodulid
- Energiatõhusus, mis vastab juba hetkel 2020. aastal kehtima hakkavatele ErP-nõuetele



Wilo-Yonos MAXO



Wilo-Yonos PICO



Wilo-Stratos PICO &
Wilo-Stratos

T +372 6 509 780

info@wilo.ee

www.wilo.ee

Pioneering for You

wilo

VAAKUM-VÄLISKANALISATSIOON

GEORG SARAP

Flovac Nordic OÜ juhatuse liige

LIGIKAUDU 95 % Eesti asulate reoveekanaliseerimisest on isevooline, st et reovesi voolab mööda torustikku raskusjõu toimel maapinna kõige madalamas kohas asuvasse pumplasse, kust ta pumbatakse survetorustikku pidi järgmise reoveekogumisa isevoolutorustikku ning nõnda edasi reoveepuhastini. Uute isevoolsete reoveekanaliseerimisvõrkude nõrkused on suur infiltratsioonivee hulk ning täielikult puuduv ülevaade võrgu hetkeolukorrast. Tasase reljeefiga piirkondades tuleb torustikud rajada sügavale ning ehitada rohkesti reoveepumplaid.

Alternatiivse lahenduse pakub vaakumkanaliseerimine, milles reovesi liigub vaakumpumpade tekitatud alarõhu (–50 kuni –70 kPa) toimel. Ühel kuni neljal majapidamisel on oma kogumiskamber, millesse reovesi voolab isevoolu teel. Kui vaakumkaevu kogumiskamber (maht 38–40 liitrit) täis saab, avaneb õhu- ja alarõhu vahe toimel vaakumklapp, reovesi imetakse vaakumkaevust torustikku ning liigub seda mööda vaakumpumplasse.

Enamasti (90 % juhtudest) piisab ühest vaakumpumplast, millest reovesi pumbatakse reoveepuhastisse või ühiskanalisatsiooni.



Vaakumkaev

millega reovesi pumbatakse reoveepuhastisse või ühiskanalisatsiooni. Vaakumkaevust ühtki elektriühendust ei ole, kõik töötab vaakumi toimel.

Vaakumkanalisatsioonil on mitu eelist:

- et vaakumtorustiku kogupikkus võib olla kuni 5 km, on võimalik loobuda mitmest reoveepumplast ning käituskulud, elektriliitumistasud ja elektritasu vähenevad;
- isevoolukanalisatsiooni kohati väga sügavale rajatavat torustikku asendab veetorustikuga samal sügavusel paiknev vaakumtorustik, mille rajamissügavus sõltub üksnes külmumispäästest;
- vaakumkanalisatsiooni automaatikasüsteem võimaldab koguda teavet kõige võrgus toimuva kohta (alarõhk, temperatuur, klappitsükliid, reovee tase vaakumkaevus, avariid vaakumkaevudes või torustikus;
- suure läbimõõduga isevoolutorustikke asendavad tunduvalt peenemad vaakumtorustikud;
- vaakumkanalisatsiooni torud on hermeetilised, seega puudub nii infiltratsioon kui ka eksfiltratsioon;

- vaakumtorustikku (torud PE100 SDR17 PN10) saab paigaldada nii lahtisel kui ka kinnisel meetodil;
- elektriühendust on vaja ainult vaakumpumplale.

Eesti esimene vaakum-väliskanalisatsioon sai selle aasta esimesel poolel valmis Viimsi valla Leppneeme külas. Kutsume kõiki huvilisi sellega tutvuma.

A.M.

FLOVAC

Georg Sarap
Tel: 521 0438
georg@flovac.ee
www.flovac.ee
www.flovac.com



Vaakumpumpla reoveepumbad



Vaakumpumpla vaakumpumbad



Vaakumpumpla mahuti

REOVEE VÄIKE-OMAPUHAŠTITE VÖRDLEV UURING

MAIT PÖLDEMAA ja OLEV MIKKOR

AS Fixtec

REOVETT saab puhastada mitmel moel ja mitmesuguste tehniliste võtete-ga. Sobiva tehnoloogia ja seadmetiku valik oleneb omakorda paljudest asja-oludest, sh reovee päritolust ja iseloo-must, nõutavast puhastustõhususest, energiasäästlikkusest ja hoolduskulu-dest. Olulist osa mängib kindlasti ka puhastustehnoloogia või -seadmete tuntus. Maailmas arendatakse pidevalt nii tehnoloogiad kui ka seadmeid, et muuta reoveepuhastid tõhusamaks, lihtsamaks, töökindlamaks ja odava-maks. Eestis on nii väikestel, keskmistel kui ka suurtel objektidel levinud aktiiv-mudapuhastid.

AS Fixtec on viimased kaheksa aastat tegelnud sukeltäidisega biokilereaktori-tega (ingl *fixed film bioreactor*), milles reovesi puhastatakse täidisega aerotan-ki põhimõttel toimivas mahutis. Kui aktiivmudaseadmes koonduvad orgaani-list ainet lagundavad mikroorganismid vees heljuvatesse aktiivmudahelvestesse, siis sukeltäidisega biokilepuhastis kin-nituvad nad vees heljuvatele või paikse-tele suure eripinnaga ($200\text{--}600\text{ m}^2/\text{m}^3$) plastelementidele (biokilekandjatele). Biokilepuhasti on seetõttu mikroor-ganismidega tihedamalt asustatud kui aktiivmudapuhasti ning see võimaldab oluliselt vähendada puhasti õhustus-kambrite mahtu, õhuvajadust ja ener-giatarvet. Tihti on biokilereaktorid mit-meastmelised, tänu millele eri astmetes tekib isesugune biokooslus (bakteritest algloomadeni), mis tervikuna suurendab puhastustõhusust ning tõhustab ka oluliselt orgaanilise aine mineralisee-rumist. Seetõttu tekib biokilepuhastis mitu korda vähem jääksetet kui aktiiv-mudapuhastis – suurem osa orgaani-kast mineraliseerub lõpuni.

AS Fixtec on üks vähestest Eesti et-tevõtetest, kes on biokiletehnoloogiat põhjalikult uurinud, katsetanud ja selle töö tulemusena konstrueerinud oma

puhastisarja BioFix, lasknud puhastid Soomes EL standardiseerimiskeskuses testida ning saanud neile CE-tootemär-gi [1]. Pärast seda on arendustöö pide-valt jätkunud.

Arendustöös on parim viis teadmi-si hankida tehes uuringuid toimivatel puhastitel. Veelgi parem on, kui saab oma puhastit võrrelda mõnda muud tehnoloogiat rakendava seadmega. Tä-navu paigaldasime juunikuus Raasiku asula reoveepuhasti juurde kaks era-mule mõeldud väike-omapuhastit (5 ie, $0,75\text{ m}^3/\text{d}$, $0,3\text{ kgBHT}_5/\text{d}$) – biokile-reaktori BioFix-1K ja sama jõudlusega omakonstrueeritud aktiivmudapuhasti BioFix-1AP (joonis 1). Kuna oleme biokiletehnoloogiat varem päris põhja-likult uurinud ning meil on selles vallas praktilisi kogemusi, ei seatud peami-seks uuringusuunaks tehnoloogiate endi uurimist ja nende puhastusvõime tõestamist, vaid nende puhastustõhu-sus, sh lämmastikuärastus, ülekoor-muse korral. Oluline suund oli ka kahe puhastustehnoloogia ja -seadme võrdlev uuring. Meie katsetused ei ole akadeemilist laadi teadusuuring, vaid

praktiliste insenertehniliste lahenduste uurimine ja võrdlemine. Esimese, ok-toobris lõppenud katseperioodi põhi-suunad olid järgmised:

- biokilereaktori ja aktiivmudapuhasti töö ning tehniliste erinevuste võrdlev analüüs;
- puhastite tööle hakkamiskiiruse võrd-lemine;
- puhastite toimevõime ja selle muutu-mine ülekoormuse korral;
- käitamise eeskirjad;
- ühepereelamu väike-omapuhasti maksimumjõudluse kindlakstegemi-ne;
- jääksettekoguste võrdlemine;
- lämmastikuärastustõhususe võrdle-mine.

KATSETATUD PUHAŠTID BIOFIX-1K JA BIOFIX-1AP

Mõlemal puhastil on PEHD-plast-kere, mille läbimõõt on BioFix-1K-l $1\,400\text{ mm}$ ja BioFix-1AP-l $1\,600\text{ mm}$. Puhastite kõrgus on $2\,200\text{ mm}$ ning vee sügavus nendes $2\,000\text{ mm}$. Mõlemal on eelsetiti, 1K-l ruumalaga $0,9\text{ m}^3$ ja



Joonis 1. Katsetatud puhastid BioFix-1AP (tagaplaanil) ja BioFix-1K Raasiku asula konteinerreoveepuhasti BioFix Biocon kõrval

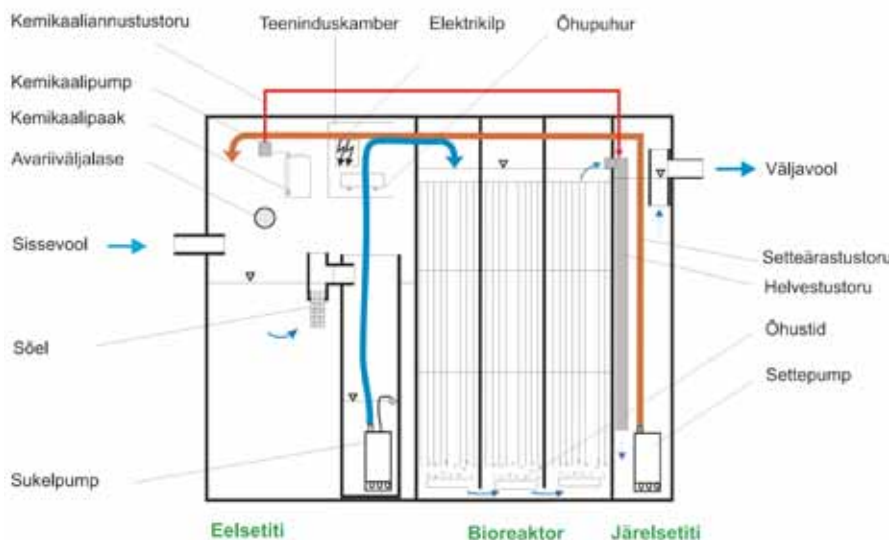
1AP-l 1,1 m³, ning järelsetiti – 1AP-l aktiivmuda lahutamiseks väljavooluveest ja fosforisademe jaoks ning 1K-l fosfori keemilisel sadestamisel tekkiva sette jaoks. Korralikult töötava biokilereaktori täidisel irdub väga vähe biokilet ning selle kinnipüüdmiseks poleks järelsetitit vajagi (heljumi väljakanne vaid 15–30 mg/l) ent et fosforit sadestati keemiliselt, oli puhastil ka väike järelsetiti. Kuna sellise suurusega puhasteil bioloogilisel ja keemilisel puhastamisel tekkiva jääksette jaoks eraldi sektsiooni ei ole, pumbati see eelsetitisse.

Katsepuhastid erinesid peamiselt õhustuskambri suuruse poolest. Aktiivmudapuhasti õhustuskambri maht sõltub peamiselt vee viibeajast, s.o puhasti koormusest. Et väikeobjekti, sh eramu reovee hulk ja reostuskoormus kõiguvad väga suurtes piirides, valiti katsetamiseks suhteliselt madalal koormusel töötav aerotank – 1AP õhustuskambri ruumala oli 1,5 m³ ning reovee viibe-aeg biopuhastusastmes kaks ööpäeva. Suurem õhustuskamber annab aktiivmudapuhastile suurema puhverduvõime ja töökindluse ning võimaldab vähendada jääkmuda hulka. Biokilereaktori BioFix-1K õhustusploki (joonis 2) ruumala on 0,46 m³ – üle kolme korra väiksem kui aktiivmudapuhastil BioFix-1AP (joonis 3). Õhustusploki on kolm järjestikust õhustuskambrit à 0,153 m³ ning täidismaterjali eripindala on 200 m²/m³.

Mõlemas puhastis õhustati reovett membraanpuhuri (jõudlus 60 l/min) abil ning õhk pihustati vette peenmullõhustite kaudu. Kuigi biokilereaktoris on vaja märksa vähem õhku kui aktiivmudapuhastis (õhustuskamber ligi kolm korda väiksem) kasutati ühesuguseid õhupuhureid seetõttu, et biokilereaktori jaoks piisavalt väikese (sobiva) jõudlusega töökindlaid ja tehniliselt sobivaid puhureid ei ole saada. Ega olnuks küll mõtet üle pingutada, sest 60-vatise puhuri elektrienergiatarve on väike.

KATSEPUHASTITE KOORMAMINE JA PUHASTUSTULEMUSED

Mõlema puhasti nimikoormus oli 0,75 m³/d ja 0,3 kg BHT₇/d ning neisse pumbati ühesuguste pumpade abil ühesugusel hulgal reovett. Bioprotsessi kiiremaks käivitamiseks koormati puhasteid pärast töölepanemist (25.06.2013) ühe nädala jooksul nimijõudlusest poole väiksema koormusega, tänu mil-



Joonis 2. Biokilereaktori BioFix-1K tehnoloogiaskeem



Joonis 3. Katsepuhasti BioFix-1AP õhustuskamber

lele läks bioloogiline protsess juba nädala lõpuks käima. Pärast seda tõsteti hüdrautiline koormus nimisuuruseni 0,75 m³/d. Esimesed kontrollanalüüsid (12.07. mõõdeti BHT₇ ja HA) näitasid, et mõlemad puhastid olid hästi tööle hakanud: 1AP väljavooluvee BHT₇ oli 7 mg/l ja HA oli 4 mg/l ning puhastil 1K vastavalt 16 mg/l ja 15 mg/l. Aktiivmudapuhastus läks veidi kiiremini käima ning selle tulemused olid veidi paremad, ent mõlema puhasti puhastustõhusus oli väga hea, BHT₇ vähenes nt vastavalt 99 % ja 97 %.

Kahe nädala pärast (26.07.) tõstisime mõlema puhasti hüdrautilise koormuse 1,12 kuupmeetri ööpäevas, s.o tekitasime 33 % ülekoormuse. Kontrollimiseks analüüsisime ka sisenevat reovett. Raasiku asula reoveepuhastisse, millega oleme tegelnud ligi kaks aastat, on varasemate mõõtmistulemuste järgi alati voolanud tavapärane olmereovesi. Üllatuslikult osutusid aga katsepuhas-

titesse pumbatud reovee reostusnäitajad väga kõrgeks: BHT₇ = 580 mg/l, HA = 960 mg/l, N_{uld} = 77 mg/l ja P_{uld} = 31,3 mg/l. Vesi oli seega tavaolmereoveest üle kahe korra kangem, mida põhjustas asulapuhasti jääksettemahuti avariiväljavoolu kaudu reovette pääsenud jääksete. Nõnda osutusid meie katseseadmed vähemalt kahekordselt ülekoormatuks. Ometi oli neist väljuv vesi kirgas ja lõhnatu, st et puhastid töötasid ülekoormusele vaatamata hästi. Sellele võis kaasa aidata päikese käes olevates seadmetes oleva reovee suhteliselt kõrge temperatuur (mõõtmispäeval 18,6 °C). Tõenäoliselt peabki paika erialakirjanduses öeldu, et reovee temperatuuri tõusmine üle +16 °C suurendab järsult biopuhastuse jõudlust ja tõhusust.

Kui 02.08. mõõdeti puhastite väljavooluvee orgaanika- ja lämmastikusisaldust, selgus, et ülekoormus ei olnud nende puhastusvõimet mõjutanud:

1AP väljavooluvee $BHT_7 = 5,1 \text{ mg/l}$ ja $N_{\text{uld}} = 60 \text{ mg/l}$ ning 1K oma $3,4 \text{ mg/l}$ ja 46 mg/l . Mõlema puhasti tõhusus oli väga hea, eriti aga biokilereaktori 1K oma. Kui võtta aluseks nädal varem mõõdetud sissevooluvee näitajad, vähenes reovee BHT_7 biokilereaktoris 99,5 % ja aktiivmudapuhastis 98,9 %. Ka lämmastikuärastus oli biokilereaktoris parem kui aktiivmudapuhastis: vastavalt 40 % ja 28 %. Kummaski puhastis selleks mingeid tehnilisi lisavõtteid ei rakendatud, kontrolliti vaid orgaanikaärastusega paralleelselt toimuvat lämmastikuärastust. Saime veel kord kinnitust, et biokilereaktoris ei ole mõõdukaks (40–50 %) lämmastikuärastuseks vaja rakendada lisameetmeid ega tehnoloogilisi võtteid, kui puhastatud vee BHT_7 suudetakse väiksenä hoida. Aktiivmudapuhasti lämmastikuärastus oli veidi tagasihoidlikum.

Fosforit ärastati mõlemas puhastis järelsadestamise teel – kemikaal (raudiIIIisulfaat) annustati järelsetiti ees olevasse helvestustorusse ning fosfor sadestus setitisse. Fosforiärastus on lihtne protsess, mis sõltub peaaesjalikult kemikaali õigest annustamisest ning helveste moodustumisest ja settimisest. Mõlema puhasti väljavooluvee fosforisisaldus, mida mõõdeti portatiivse mõõteseadme abil (kord ka laboris) oli pidevalt vahemikus $0,2\text{--}2 \text{ mg/l}$.

Mõlema puhasti hüdraulilist koormust suurendati 13.09. näitajani $1,68 \text{ m}^3/\text{d}$, mis ületab nimijõudlust üle kahe korra. Ülekoormust suurendas ka juurdevooluvee ebatavaline kangus: samal päeval võetud kontrollanalüüsi järgi oli selle $BHT_7 = 926 \text{ mg/l}$, $HA = 900 \text{ mg/l}$, $N_{\text{uld}} = 140 \text{ mg/l}$ ja $P_{\text{uld}} = 31,5 \text{ mg/l}$ – reovesi oli tavaolmereeveest kolm korda kangem. Põhjus oli sama, mis eelmise mõõtmise ajal. Ja ikka jäi

mõlema katsepuhasti väljavooluvee kvaliteet heaks: puhastil 1AP oli selle $BHT_7 = 27 \text{ mg/l}$, $HA = 15 \text{ mg/l}$, $N_{\text{uld}} = 53 \text{ mg/l}$ ja $P_{\text{uld}} = 8,3 \text{ mg/l}$ (fosforiärastus ei toiminud, sest ei pandud tähele, et kemikaalimahuti on tühi) ning puhastil 1K $BHT_7 = 11 \text{ mg/l}$, $HA = 17 \text{ mg/l}$, $N_{\text{uld}} = 52 \text{ mg/l}$ ja $P_{\text{uld}} = 0,9 \text{ mg/l}$. Arvestades kunstlikult tekitatud hüdraulilist ülekoormust ja sissevooluvee ebatavalist kangust võib mõlema puhasti orgaanikaärastustõhusust (aktiivmudapuhastil 97 % ja biokilereaktori 99,9 %) üliheaks lugeda. Samas andsid mõõtmistulemused esimesi märke aktiivmudapuhasti toimevõime lae saavutamisest – väljavooluvee BHT_7 oli 27 mg/l . Proovivõtu ajal oli vee temperatuur $13,3^\circ\text{C}$.

Pidevalt jälgisime ka õhustuskambrite vee lahustunud hapniku sisaldust. Kuna orgaanikaärastus oli mõlemas puhastis tõhus, oli see püsivalt suur (kuni 6 mg/l). Et biokilereaktori õhustusplokk jaguneb kolmeks järjestikuseks õhustuskambriks, on hapnikurežiim ja vee lahustunud hapniku sisaldus neis aktiivmudapuhasti omast erinev. Kõige vähem ($1\text{--}2 \text{ mg/l}$) oli lahustunud hapnikku esimeses kambris, tõusis aga viimases kambris $6\text{--}8 \text{ mg/l}$ -ni. Hapnikurežiim kujuneb selliseks biokilet asustava biokoosluse toimel ilma õhustust reguleerimata.

Üks tänavuste uuringute eesmäärke oli kindlaks teha piir, kus puhastusprotsess n-õ murdub, s.o puhastustulemused märgatavalt halvenevad. Aktiivmudapuhasti näitas esimesi puhastusjõudluse vähenemise märke pärast hüdraulilise koormuse teist suurendamist (20.09. tõstisime selle mõlemas puhastis $2,24$ kuupmeetritni ööpäevas, st nimijõudlusest kolm korda suuremaks). See osutuski mõlemale puhastile ülejäoukäävaks. Esmajoones oli oodata

väljavooluvee heljumisisalduse tõusu, sest järelsetiteid koormati liiga suure vooluhulgaga. Aktiivmudapuhasti 1AP väljavooluvee heljumisisaldus oligi 39 mg/l ja biokilereaktori 1K 38 mg/l . Ka orgaanika- ja lämmastikuärastuse tõhusus vähenes, küll mitte veel hülust. Ometi tehti üheselt kindlaks, et mõlema puhasti puhul oli määrav tegur järelsetiti toimimist pärssiv hüdrauliline koormus (suurenes muidugi ka reostuskoormus).

Kahjuks ei õnnestunud katsetamise käigus simuleerida hüdraulilise ja reostuskoormuse ööpäeasiseist ebaühtlust. Erilist tähtsust sellel küll poleks olnud, sest puhastid olid kange sissevooluvee tõttu niikuinii tugevasti ülekoormatud. Et BioFix-1K koormuse kõikumist hääti talub, tõestas ülalviidatud CE-märgi saamiseks korraldatud testimine.

JÄÄKSETTE HULK

Kuna mõlemasse puhastisse pumbati täpselt ühepalju ühesugust reovett, siis eelsetiteisse koguneva sette hulk on võrreldav. Pärast neljakuulist toimimist oli biokilereaktori eelsetiti täitunud 65 % ja aktiivmudapuhasti oma 70 % ulatuses, setet oli neisse kogunenud umbes $0,6$ ja $0,8 \text{ m}^3$. Erinevus on seletatav sellega, et biokilereaktori biopuhastusastmes tekib väga vähe setet – korralikult töötavas puhastis mineraliseerub biokile lõpuni. Aktiivmudapuhastis tuleb aga osa aktiivmudast õhustuskambrist eemaldada ning see suurendab jääksette üldkogust.

Ühe selle artikli autori maakodus on biokilereaktor BioFix 1 toiminud alates 2007. aastast. Kuigi koormus on olnud ebaühtlane (esineb nii üle- kui ka ala-koormust), on puhasti toiminud väga hästi. Väljavooluvesi on peaaegu alati

RÕHUME ÕHULE

KOMPRESSORIKESKUS



Suruõhu- ja vaakumtehnika

terviklahendused

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

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

VIRUMAAL:
 Tel 50 79 758

www.kompressorikeskus.ee

olnud kirkas ja läbipaistev ning analüüsinahtajad head. Puhasti eelsetitina toimib kahekambriline septik mahuga 1 m³, mida on seni olnud vaja tühjendada ainult kolm korda – tänu septikuvette aegajalt lisatud kontsentreeritud bakterkultuurile, mis suure osa orgaanikast ära lagundab.

TEHNILISED TOIMINGUD JA HOOLDAMINE

Puhastid toimisid hästi ka seepärast, et nad olid pideva vaatluse all, st et tagatud oli pidev ja asjatundlik hooldus. Oluline toiming on fosforiärastuskemikaali korrapärane annustamine. Katsete ajal sai ühes puhastis sadestuskemikaal kord otsa ning kord ütles üles ühe puhasti järelsetiti pumba voolurelee. Kinnitus veendumus, et hooldust mittevajavaid puhasteid pole olemas.

Mõlemad puhastid läksid hästi käima, samas võib kindlalt öelda, et biokilereaktorit ei olnud pärast elektritoite sisselülitamist vaja seadistada. Tegemist on „lollikindla“ puhastiga – keerad nupust ja toimib. Jälgida ja reguleerida tuleb ainult kemikaaliannustust. Ega olnud ka aktiivmudapuhastiga erilisi probleeme, küll aga oli vaja häälestada ja sageli kontrollida mudaringlust ning liigmuda eemaldamist.

Mida rohkem on puhastil seadmeid ja süsteeme, seda haavatavam ta on. Katsetamise eesmärk ei olnud tehnoloogiate võrdlemine, vaid soov teada saada, kummas puhastis on puhastusprotsess stabiilsem ning kumb vajab vähem hooldust. Väike-omapuhastite puhul on need omadused eriti olulised, sest asjatundlikku hoolduspersonali ju pole. Paremaks osutus biokilereaktor.

JÄRELDUSED

- Katsetamisel läks aktiivmudapuhasti veidi kiiremini käima kui biokile-

reaktor, samas oli see juba ette veidi ülemõõtmestatud, st et jõudlusvaru oli veidi suurem. Mõlemad puhastid toimisid kogu katseperioodi vältel hästi. Orgaanikat ärastas biokilereaktor mõnevõrra paremini: väljavooluvee BHT7 oli isegi 3,4 mg/l (puhas-tustõhusus 99,9 %).

- Mõlemad puhastid talusid üllatavalt hästi ülekoormust, biokilereaktor ka sellist, mille puhul aktiivmudapuhasti hakkas juba „murduma“. See, et biokilereaktori õhustusplokk oli aktiivmudapuhasti omast kolm korda väiksem, puhastustulemused aga mitmel korral veidi paremad, annab mõtlemissainet puhastustehnoloogiat valivatele projekteerijatele ja otsustajatele ka suuremate puhastite korral.
- Ilma lisavõtteid kasutamata kulges lämmastikuärastus biokilereaktoris stabiilselt ja paremini kui aktiivmudapuhastis.
- Fosforit on lihtne keemilisel ärastada ning see protsess kulges mõlemas puhastis korralikult. Parim tulemus (0,2 mg/l) mõõdeti biokilereaktoris, ent see võis olla juhuslik.
- Heljumiärastus oli veidi parem aktiivmudapuhastis (parim tulemus 4 mg/l), sest aktiivmudahelbed sadestuvad suhteliselt kiiresti. Mõlema katseseadme väljavooluvesi oli kogu katseperioodi kestel kirkas ja läbipaistev ning selle heljumisisaldust polnud mõtet pidevalt mõõta. Mõõdetud heljumisisaldus oli lubatavast alati väiksem.
- Maksimuse poolest on biokilereaktor aktiivmudapuhastist veidi odavam, kuna ta on väiksem. Väike-omapuhasti kõige kallim osa on kere. Kuna biokilereaktori õhustusplokk on aktiivmudapuhasti omast tublisti väiksem, on veidi väiksem ja odavam ka ta kere, kuigi selle ehitus on natuke keerukam. Kui aga kasutada uusimaid, väga suure eripindalaga

täidiseid, saaks õhustusploki mahtu veelgi vähendada.

- Jäaksetet tekib aktiivmudapuhastis rohkem kui biokilereaktoris.
- Biokilereaktorit on veidi lihtsam ja kindlam käitada, sest bioloogilist protsessi ei ole vaja pidevalt jälgida ega reguleerida.
- Ei ole olemas reoveepuhastit, mis vett üldse ei puhasta. Peale puhastustehnoloogias mõjutavad seadme tööd kõige enam koormuse õigsus ja hooldus.

Väike-omapuhastites ei saa tulevikus määravaks mitte tehnoloogiad ega nende nüansid, vaid võidab see, kes suudab kliendile anda odavaima puhasti. See on osutunud tõeks eriti seal (nt Soomes), kus väike-omapuhasti soetamine on eramajale kohustuslik. Sellest on mõneti kahju, sest tähelepanu keskmest kaob puhasti töövoime ja toimekindlus. Tavainimese jaoks on aga oluline, et puhasti oleks lihtne ja toimekindel ning selle toimimine arusaadav.

Järgmisel aastal on kavas katsetada biopuhastust ja lämmastikuärastust eriti suure eripinnaga (3 000 m²/m³) täidismaterjaliga biokilereaktoris. Ühtaegu proovime tehnilisi täiustusi, mis aitaksid meie puhasteid töökindlamaks ja odavamaks muuta.

AS Fixtec tänab Raasiku asula vee-ettevõtet Raven OÜ ja selle juhti Tiit Reederit, kes lubavad meil asula reoveepuhasti juures toimetada, oma katsed tänavu lõpuni viia ning järgmisel aastal jätkata. Kõik katsetamisega seotud kulud kandis AS Fixtec.

A.M.

Viidatud allikas

1. Põldemaa, M. 2007. Reovee puhastamine hajaasustusaladel. *BioFix* – Eesti esimene CE-märgiga reoveepuhasti. – Keskkonnatehnika 8/07: 8–10.



www.rentacar-estonia.eu

AUTORENT

Tel 5625 0951



ENERGIASÄÄST KÄEULATUSES

GRUNDFOS targad ringluspumbad annavad Sinu kodus 90% energiasäästu võrreldes traditsiooniliste ringluspumpadega. Vaata lähemalt ee.grundfos.com



be
think
innovate

GRUNDFOS 

LIQUM LEW-100 – INNOVAATILINE VEDELIKE KAUGSEIRETEHNOLOOGIA

MARGUS NÕLVAK

Doranova Baltic OÜ

VEDELIKEL, mis on tootmises sageli peakomponent ning mõjutab otseselt kogu tootmisprotsessi, on meie igapäevaelus tähtis roll, seepärast on oluline omada selget ülevaadet nende kvaliteedi kohta. Doranova Baltic OÜ on Eestis praegu ainus ettevõtte, mis pakub oma klientidele vedelike kaugseiretehnooloogiat.

Liqum Oy on maailma juhtivaid puhta vee ja vedelike kvaliteedi reaalaaja-seirelahenduste tarnija tööstusprotsesside, veemajandussektori ja looduskeskkonna jaoks. Ettevõtte asutas 1999. aastal rühm elektrookeemikuid, insenere ja teadlasi. Algul pidevalt toimivate tööstusprotsesside jaoks mõeldud reaalaaja-seiresüsteem on aja jooksul leidnud ka märkimisväärseid mittetööstuslike rakendusi.



Liqumi varajase hoiatamise tehnoloogia (ingl *Liqum Early Warning*) LEW-100 tuvastab vedeliku kvaliteedi reostamisest, häiretest või kuni saja kemikaali põhjustatud muutused vedeliku elektrookeemilises profiilis. Soovitav kvaliteedist kõrvalekaldumisest teavitatakse otsekohe operaatorit, andes talle piisavalt aega vastumeetmete rakendamiseks. Seire on pidev, täpne ja usaldusväärne.



LEW-100 on lihtsasti paigaldatav ning töötab kõikjal

LIQUM LEW-100 TÖÖPÕHIMÕTE

LEW-100 töö põhineb vee või vedeliku elektrookeemilise profiili – kvaliteedi üldtunnuse – muutumise tuvastamisel ning selle reaalaajas kuvamisel turvalise Internetühenduse kaudu kasutaja ekraanil. Süsteemi on võimalik varustada häiresignaali, nii et vastutav personal saab e-posti või SMS-sõnumina häireteate kohe, kui etteantud reostumislävi ületatakse. Kõrvalekallete tuvastamiseks kasutatakse eri tüüpi elektroode, mis reageerivad vedeliku keemilise koostise muutumisele.

Rakendust *Liqum LEW-100 Service* on väga lihtne kasutada. Andmed kuvatakse ekraanile kõige selgemas võimalikus vormingus ning et süsteem töötab internetile toetudes, on võimalik neid jälgida mitte üksnes juhtimisruumist või kontorist, vaid ka operaatori nutitelefonil või sülearvutil. Süsteemi sisseseadmine on kiire, puhas ja vähe tüli tegev töö.

LIQUM LEW-100 ERIOMADUSED

Kui tavaliste seiretehnooloogiatega jälgitakse vaid üksikuid näitajaid, siis *Liqumi* puhul on asi teisiti. *Liqum* reageerib kohe, kui vedeliku üldine kvaliteediprofiil muutub. See võimaldab õigel ajal rakendada vastumeetmeid, muudab proovivõturutiini otstarbekamaks ning aitab paremini aru saada keemiliste põhjuste ja tagajärgede keerulisest vahekorra.

LIQUM LEW-100 SERVICE'I RAKENDUSALAD

Liqum LEW-100 Service võimaldab seirata mistahes voolava vedeliku (puhas vesi, piim, kütus, tehnoloogiavesi, reovesi) kvaliteeti, seetõttu kasutatakse seda juba praegu väga mitmesugustes sektorites, sh tselluloosi- ja paberitööstuses, kaevandustes ja mineraalitööstuses, joogivee töötlemisel ning olmereovee puhastamisel.

KUIDAS AITAB REAALAJA-VEDELIKUSEIRE TOOTMIST TÕHUSTADA?

- Annab operatiivse ülevaate vedelike kvaliteedist ning kõrvalekallete puhul saab protsessi kohe sekkuda.
- Kemikaalikasutust on lihtne ja kiire optimeerida.
- Tootmisviiside ja -kvaliteedi suurendamine annab ettevõttele üldiselt säästu.

DORANOVA

Doranova Baltic OÜ on *Liqum OY* ametlik ainuesindaja Eestis.

Võtke meiega ühendust ning arutagem, kuidas võiks *Liqum LEW-100 Service* teie ettevõttele kasu tuua.

Lisainfo: Mati Fjodorov, müügijuht
mati.fjodorov@doranova.com
www.doranova.ee

VEEARVESTITE MÕÕTMISTÄPSUSEST

JÜRI SÄÄREKONNO

E-mail: jyri.saarekonno@mail.ee

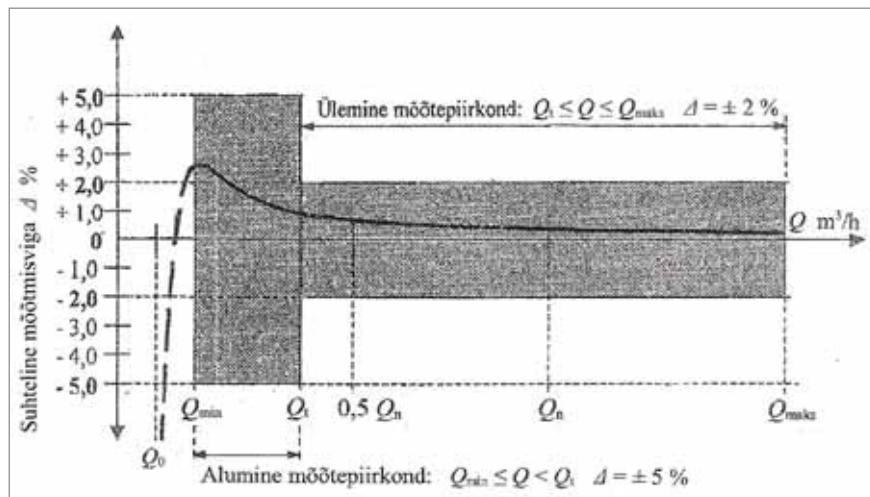
AEGAJALT tekib korteriühistute ja vee-ettevõtete vahel diskussioon, miks elamute peaveearvestid näitavad tihti rohkem kui korterite veearvestite näitade summa. Sel põhjusel kannavad hoone- ja korteriühistud suuremat või väiksemat kahju, sest maksavad vee-ettevõttele hoone peaveearvesti järgi, elanikega arveldavad aga korterite arvestinäitude alusel. Avalikkuses on seda seletatud mitut moodi. Probleemis selgusele jõudmiseks alustas TTÜ veetehnika õppetool 2004. aastal autori ettevõtmisel veearvestite karakteristike ja mõõtmisvea põhjalikumaid uurimuid.

Juba eelmise sajandi 70-ndail uuriti tollases TPI sanitaartehnika kateedris veearvestite käitumist [1,2,3]. Vaatluse all olid täiesti uued, kuni aasta kasutusel olnud ning arvestid, millel oli tehtud esimene pisiremont. Tuvastati, et kõigi arvestite karakteristikud $Q_N = f(Q_T)$ olid ühesugused (Q_N on vooluhulk arvesti näidu järgi ning Q_T – tegelik, mahuliselt mõõdetud vooluhulk) ning et nad käitusid ühtemoodi – suuremate vooluhulkade puhul näitasid tegelikust rohkem (positiivne veapiirkond), väiksemate korral aga vähem (negatiivne veapiirkond). Järelikult oleneb arvesti näit sellest, milline tarbimispiirkond on mõõtmise ajal ülekaalus. Näidu õigsus tagatakse parandusteguriga $k = Q_T/Q_N$. Juba tol ajal tehti kindlaks, et arvesti suhteline viga

$$\Delta = 100 [(Q_N - Q_T)/Q_T] \% \quad (1)$$

sõltub seadme ehitusest, läbimõõdust ja kasutusajast.

Eelöeldu kehtis nn nõukogudeaegsete veearvestite kohta. Kuigi pärast taasiseseisvumist tulid Eestis kasutusele EL standarditele vastavad veearvestid, hakkas press nende mõõtmistulemusi kritiseerima. Peamiseks probleemiks peeti seda, et elamute peaveearvestid näitavad suuremat tarbimist kui korteriarvestinäitude summa [4...10]. Nähtust on seletatud mitmeti [11], ent poleemika jätkub.



Joonis 1. Veearvesti lubatud veapiirid ja tüüp-veakõver: Q_0 on üleminekuvooluhulk, mil lubatav suhteline mõõtmisviga $\Delta = 2 - 5 \%$, Q_0 arvesti tundlikkuslävi e vooluhulk, mis arvesti liikuma paneb, Q_N nominaalvooluhulk, s.o suurim vooluhulk, mille puhul arvesti võib pidevalt töötada, Q_{min} väikseim vooluhulk, mille puhul mõõtmisviga veel normeeritakse ($\Delta \leq \pm 5 \%$), Q_{max} suurim vooluhulk, mille korral arvesti tohib lühikest aega töötada ning Q mõõtmisaegne vooluhulk

TTÜ veetehnika õppetoolis võeti uurimise alla laialdaselt kasutatavad Saksa firma *Elster Messtechnik GmbH* B-täpsusklassi külmavee-tiivikarvestid, seades eesmärgiks hinnata nende käitumist kogu tööaja kestel kuni füüsilise kulumiseni. Veearvesti lubatud veapiirid koos tüüp-veakõveraga on kujutatud joonisel 1.

Uuritavad arvestid paigaldati Öismäe viiekorruselisse 89 korteriga suurpaneel-elamusse, et mõõta selle üldvee (arvesti läbimõõt DN 40) ja soojaveetarbimist (DN 25). Veemõõtesõlmed projekteeris ja ehitas AS Tepso vee-mõõtelabor. Veetarbimist registreeris firma *Sensus Metering Systems GmbH* kahekanaline logger. Tarkvara *CDL Win 3.46.006T* võimaldas teha mitmekülseid veemajandusanalüüse [12]. Veearvestite käitumist uuriti katsesüklite kaupa (seni on seitsme ja veerandi aasta jooksul neid tehtud üksteist). Iga katsesükli lõpus koostati AS Tepso laboris veearvestite karakteristikud ($Q_N = f(Q_T)$) ja nende põhjal veakõverad $\Delta = f(Q_T)$ – joonis 2. Määrati ka arvesti tundlikkuslävi Q_0 . Siis järgnes arvesti standardne pesu koos pesujärgse vea-

kõvera ja tundlikkusläve määramisega. See lävi jäi järgmises katses veearvesti algseisundi näitajaks. Karakteristikud määrati alati kindlate vooluhulkade puhul: DN 25-le $Q_T = 0,15; 0,25; 0,5; 1,0; 2,5; 6,0$ ja $10,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ning DN 40-le $Q_T = 0,25; 0,5; 1,0; 2,5; 6,0; 12,0$ ja $16,0 \text{ m}^3/\text{h}$. Iga vooluhulga jaoks arvutati suhteline mõõtmisviga Δ .

KATSETULEMUSTE ANALÜÜS

Kuna katsed jätkuvad, käsitletakse käesolevas artiklis seniseid katsetulemusi. Neid interpreteeriti MS Word'i graafikaprogrammi šablooniga „sujuv kõver läbi katsepunktide“ (Lagrange'i interpolatsioon-polünoomi analoog), mis võimaldab üsna hästi jälgida katsepunktide mõtteliste keskvaartusjoonte (lähendusfunktsioonide) trende.

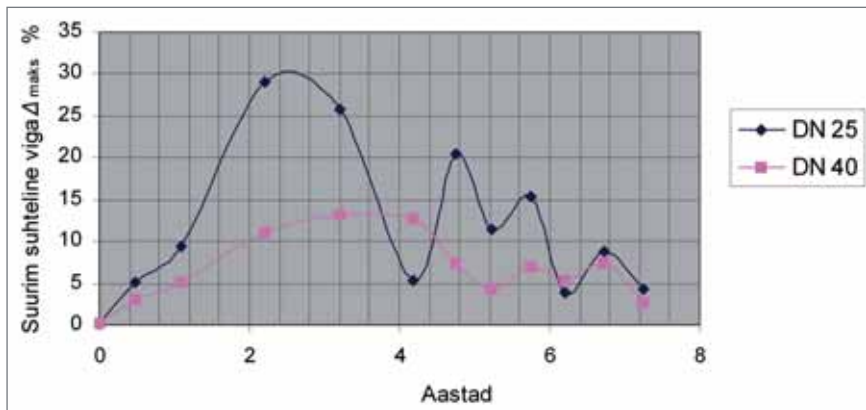
VEEARVESTITE MÕÕTMISVIGA JA SELLE MUUTUMINE AJAS

Kuna uurimuse põhieesmärk on hinnata veearvestite mõõtmistäpsust, siis tehti seda veakõverate analüüsimise kaudu. Joonisel 2 on kujutatud arvesti-

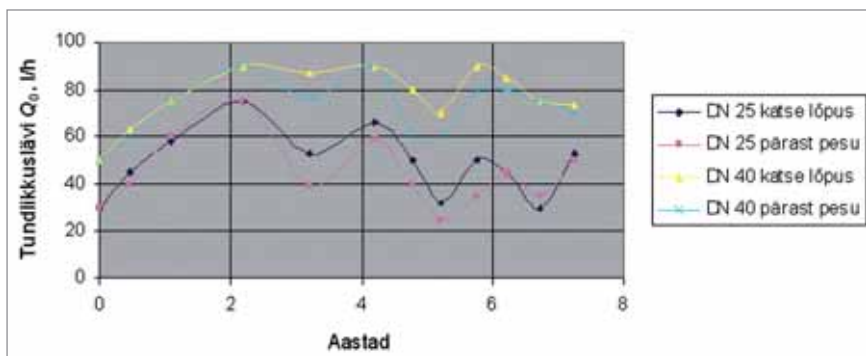
te DN 25 ja DN 40 kõigi üheteistkümneme katsetsükli ajal saadud veakõverate suurima suhtelise mõõtmisvea Δ_{maks} muutumine ajas. Algul (DN 25 korral kolme esimese, 2,2 aastat kestnud katsetsükli jooksul, ning DN 40 puhul 3,2 aastat kestnud nelja esimese katse ajal) mõõtmisviga katsest-katsesse kasvas, hakkas aga arvestite edasisel käitamisel vähenema.

Veakõverate analüüsimise tulemuse- na võib veearvestite kasutusaja jagada kaheks iseloomulikuks etapiks:

- esimene etapp, mil veearvestinäidu positiivne suhteline viga monotoon- selt kasvab, jõudes mingil ajal mak- simumväärtuseni. Selgus, et mida väiksem on arvesti läbimõõt, seda suurem on katse lõpus mõõtmisvi- ga ning vastupidi. Veearvesti DN 40 suurim suhteline viga Δ_{maks} oli kogu uuringu (7,25 aasta) kestel + 13 %, arvestil DN 25 aga + 29 %. Joonise 3 põhjal võib *Elster*-tüüpi tiivikarves- tite DN 25 esimese kasutusperioodi kestuseks lugeda 2,5 aastat, DN 40 korral aga 3,75 aastat. Seda kasutus- perioodi võiks nimetada suhteliselt uute veearvestite tööetapiks;
- teine etapp oleks juba pikema eel- nenud kasutusajaga arvestite tööpe- rioid, mil Δ_{maks} hakkab aja jooksul rahutult vähenema. Seejuures on suurima vea vähenemine palju kiirem väiksema läbimõõduga veearvesti- te korral (arvestil DN 25 keskmiselt 5,6 % ning arvestil DN 40 keskmiselt 3 % aastas). Siit ka võimalik seletus majahühistu veeprobleemidega tege- leva vanahärra artiklis [4] avalda- tud imestusele, et „viimane arvesti on varasematest täpsem, ehkki näeb vanem ja kulunud välja“. Esimesel kasutusperioodil oleks arvestitel vaa- tamata igakordsele läbipesule kat- setsükli lõpus nagu teatav mälu oma



Joonis 2. Katsetatud veearvestite suurima suhtelise mõõtmisvea muutumine üheteistkümneme katsetsükli jooksul



Joonis 3. Katsetatud veearvestite katselõpu- ja pesujärgse tundlikkuslätte muutumine üheteistkümneme katsetsükli jooksul

eelneva käitusaja (lääbivoolu) suhtes. See asjaolu paneb mõõtmisvea igal järgneval käitusperioodil üha kiirene- valt kasvama (tööperioodi lõpuks üha suurema suhtelise vea), kuni jõutakse teise kasutusperioodini, mil viga hak- kab vähenema. Kuna aga läbipesemine iga katsetsükli lõpus pöörab suhtelise mõõtmisvea kogu arvesti mõõtepiir- konna ulatuses tagasi peaaegu veear- vestite lubatava piirvea raamesse, võib arvata, et veearvestid aja jooksul mingil määral mustuvad, mis võib olla tingitud mõõdetava vee füüsikalise-keemilistest omadustest. Kindlasti on seda vaja uu- rida ning sellest saab täpsemalt rääkida

pärast autori alustatud võrdluskatsete (Tallinna pinnavesi *versus* Mähe asumi kambriumi-vendi põhjavesi) tulemuste analüüsimist.

VEEARVESTITE TUNDLIKKUSLÄVE (TUNDLIKKUSE) MUUTUMINE AJAS

Mõlema katsetatud arvesti tundlikkus- lävi Q_0 kasvas esimese kasutusperioo- di kestel monotoonselt, st et arvestite tundlikkus aja jooksul vähenes, kusjuu- res suurema arvesti Q_0 kasvas kiiremini. Teist kasutusaega kajastavad kõverad hakkavad rahutult võnkuma ning suh-

ELEKTRIAJAMID SIIBRITELE JA VENTIILIDELE



DREHMO
VALVE ACTUATORS

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



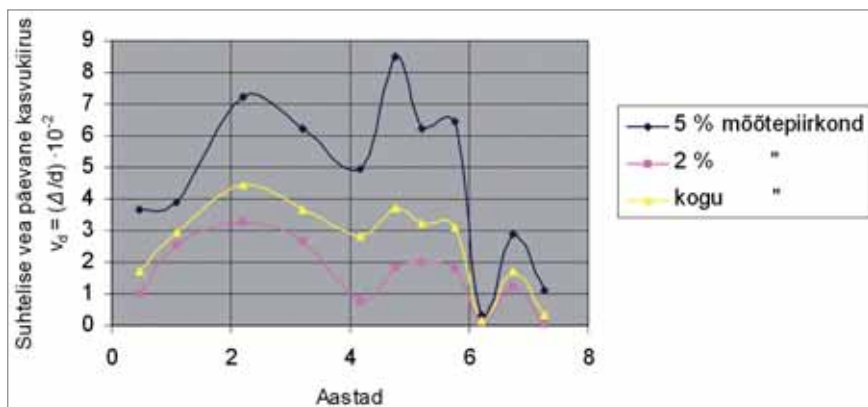
teline viga väheneb pöördvõrdeliselt arvesti läbimõõduga (joonis 4, kus hetkel $T = 0$ on uue DN 25-arvesti tundlikkuslavi 30 l/h ja DN 40 oma 50 l/h). Kui esimesel kasutusajal läbipesu arvestite tundlikkust peaaegu ei mõjutanud, siis kestvama kasutamise korral (teisel tööperioodil) suurendas pesu nende tundlikkust ning Q_0 vähenes.

SUHELISE MÕÖTMISVEA KESKMIINE PÄEVANE KASVUKIIRUS NING VEEARVESTI LUBATAV TÖÖIGA

Teades veearvesti iga katsetsüklielset ja -järgset veakõverat, saab iga vooluhulga jaoks määrata mõõtmisvea kasvu katse jooksul (tabelis 1 on arvutused DN 25 esimese katsetsükli kohta).

Tabeli kaks esimest rida näitavad vea kasvu arvesti 5 %-lise vea piirkonnas, kus $Q_T < Q_t = 0,48 \text{ m}^3/\text{h}$, ülejäänud read aga 2 %-lise vea piirkonnas, sest siis $Q_T > Q_t$. Tabeli allosas on esitatud tulpade keskmised väärtused eri veapiirkondade kaupa. Teades katse kestust päevades, on võimalik tabeli tulba 4 alusel arvutada veakõvera igale vooluhulgale vastava mõõtmisvea keskmise päevase kasvukiiruse $v_d = (\Delta/d) \cdot 10^{-2}$. Kui tabeli 1 eeskujul teha arvutused mõlema veearvesti kõigile ülejäänud katsetsüklikele, saab kindlaks teha arvesti mõõtmisvea kasvukiiruse muutumise kogu katseperioodi, s.o 7,25 aasta jooksul (joonis 4).

Mõõtmisvea keskmine päevane kasvukiirus v_d võimaldab arvutada arvesti



Joonis 4. Arvesti DN 25 mõõtmisvea keskmise päevase kasvukiiruse muutumine üheteistkümneme katsetsükli kestel

orienteeriva lubatava kasutusaja $T_{\max}$ nii, et arvesti kasutusaja lõpuks mõõtmisvea ei ületaks etteantud väärtust Δ_{lub} :

$$T_{\max} = \Delta_{\text{lub}} / v_d \text{ päeva.} \quad (2)$$

Näiteks oleks arvesti lubatava +2 %-se vea korral tabeli 1 tulba 5 allosa keskmiste väärtuste põhjal DN 25 lubatav kasutusaeg arvesti töötamisel 5 %-lise vea piirkonnas $T_{\max} = 2/0,0366 = 55$ päeva, töötamisel 2 %-lise vea piirkonnas 202 ning arvesti töötamise kestel kogu mõõtepiirkonnas 114 päeva. Veearvestite DN 25 ja DN 40 üheteistkümneme katsetsükli mõõtmisvea keskmise päevase kasvukiiruse alusel koostati graafikud, mis võimaldavad hinnata teadaoleva eelnenud kasutusajaga *Elster*-tüüpi tiivikarvestite DN 25 ja DN 40 ühe või teise mõõtmistsükli orienteerivat kestust, mille jooksul et-

teantud +2 %-st mõõtmisvea ei ületa (joonis 5).

KOKKUVÕTTEKS

Juba möödunud sajandi 70-ndail teati, et veearvesti näit ei ole midagi püsivat, vaid sõltub arvesti ehitusest, läbimõõdust ja eelnenud käitumisajast.

Sõltuvalt veearvesti mõõdetavast vooluhulgast on suhteline mõõtmisvea kas negatiivne või positiivne ning näitu on vaja korrigeerida parandusteguriga k .

Uute *Elster*-tüüpi veearvestite DN 25 ja DN 40 karakteristikud paiknevad negatiivse vea tsoonis, mistõttu nad näitavad tegelikust väiksemat veetarbimist. Juba paarikuulise kasutamise järel muutub mõõtmisvea aga positiivseks.

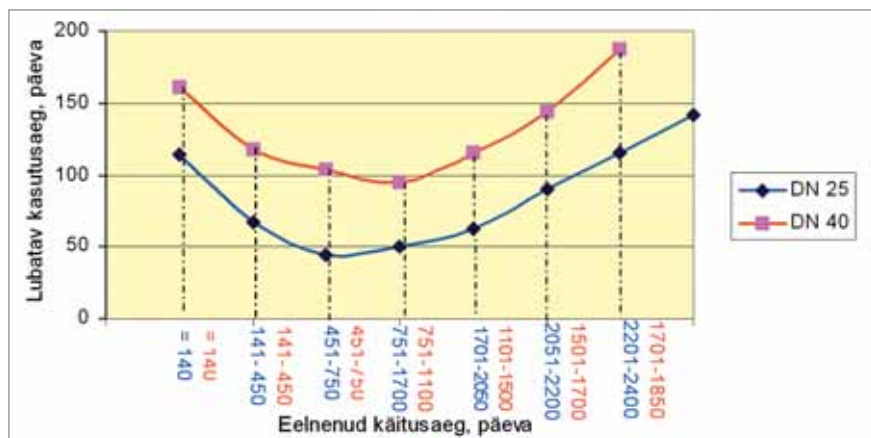
Uurimistöö tulemusena (11 katsetsükli kestusega 7,25 aastat) võib veearvestite tööaja jagada kaheks etapiks:

- esimesel etapil veearvestite positiivne mõõtmisvea kasvab monotoonset ning on seda suurem, mida väiksem on arvesti läbimõõt. Joonisel 3 on näha, et *Elster* DN 25 esimene kasutusperiood kestab 2,5 ning DN 40-l 3,75 aastat;
- teisel kasutusperioodil hakkab mõõtmisvea ajas vähenema pöördvõrdeliselt arvesti läbimõõduga. Esimest kasutusetappi võiks nimetada suhteliselt uute arvestite tööperioodiks, kus mõõtmisvea ajas kasvab, teist etappi aga füüsiliselt vananevate arvestite kasutusetapiks, mille jooksul mõõtmisvea väheneb. Esimesel kasutusperioodil oleks veearvestitel, vaatamata regulaarsele läbipesule, teatav mälu oma eelneva läbivoolu suhtes, ning see paneb mõõtmisvea igal järgneval tööperioodil üha kiiremini kasvama.

Veearvestite esimesel kasutusperioodil (suhteliselt uued arvestid) arvestite

Tabel 1. VEEARVESTI *Elster* DN 25 MÕÖTMISVEA DÜNAAMIKA ESIMISE 175-PÄEVASE KATSETSÜKLI KEstel (MÕÕDETUD VEEHULK OLI 1 350 m³)

	Suhteline mõõtmisvea Δ %		Mõõtmisvea kasv katse kestel %	Vea päevane kasvukiirus $v_d = (\Delta/d) \cdot 10^{-2}$
	katse algul (uus arvesti)	katse lõpus		
1	2	3	4	5
0,15	-3,52	5,06	8,58	4,90
0,25	-0,25	3,97	4,22	2,41
0,5	0,12	3,16	3,04	1,74
1,0	-0,7	2,22	2,92	1,67
2,5	-0,57	0,8	1,77	1,01
6,0	-0,1	0,22	0,32	0,18
10,0	-0,55	0,05	0,60	0,34
Arvesti keskmine mõõtmisvea eri veapiirkondades %				
5 %	-1,88	4,52	6,4	3,66
2 %	-0,36	1,29	1,73	0,99
Mõlemas veapiirkonnas kokku	-0,80	2,21	3,06	1,75



Joonis 5. Veearvestite Elster DN 25 ja DN 40 orienteeriv lubatud kasutusae (päevades) sõltuvalt arvesti eelnenud käitusajast, kui lubatud mõõtmisviga on +2 %

tundlikkuslavi Q_0 kasvab ajas võrdeliselt arvesti läbimõõduga, teisel kasutusperioodil aga sellega pöördvõrdeliselt (joonis 4).

Mõõtmisvea keskmiste päevaste kasvukiiruste alusel koostati valem (2) uuritud veearvestite järjekordse tööperioodi orienteeriva kestuse arvutamiseks ning graafik (joonis 5), mis võimaldab hinnata arvesti lubatava mõõteperioodi kestust sõltuvalt selle eelnenud kasutusajast ja etteantud lubatavast mõõtmisveast. Õeldu kehtib ennekõike Elster-tüüpi arvestite kohta, mis mõõdavad Tallinna ühisveevärgi

või sellega sarnaste omadustega vett.

AJM.

Viidatud allikad

1. Исследование потерь воды при использовании водосчетчиков большого диаметра в жилых домах г. Таллина. 1971. ТПИ, отчет хоздог. работы № 057, отв. исп. доц. Х. Тибар. Таллин.
2. Исследование фактического режима водопотребления населением в городах Эстонской ССР. Отчет научной работы ÜKB-216. ТПИ,

каф. санитарной техники, отв. исп. доц. Х. Тибар. Таллин 1974.

3. X. A. Тибар. 1977. Неучтенные расходы воды в зависимости от малой чувствительности водосчетчика. Таллин, Тр. ТПИ, № 420: 57–62..

4. Askur Alas. Vanahärra võitleb Tallinna Vee ebatäpsete mõõdikutega. Eesti Päevaleht nr. 23, 04. veebr. 2004.

5. Salapärase veekadu Punase uulitsa ehitajate majas. Veeleht nr. 2, aprill 2004.

6. Tallinna Vee mõõdik vassib veekulu liiga suureks. Eesti Päevaleht nr. 121, 27. mai 2009.

7. Tallinna veemonopol paigaldab mõõtureid, mis petavad. Eesti Päevalehe majandusleht Ärioleht, 27. mai 2009.

8. Andres Reimer. Veearvestid valetavad Tallinna Vee kasuks. Eesti Päevalehe majandusleht Ärioleht, 27. mai 2009.

9. Tuuli Aug ja Agnes Ojala. Tarbija jääb valetava veemõõtja vastu sõides kindlalt kaotajaks. Eesti Päevaleht nr. 22, 28. mai 2009.

10. Andres Reimer. Tallinna Vesi eksimiskahtlusega arvestite katsetamisega hädas. Eesti Päevalehe majandusleht Ärioleht, 17. juuni 2009.

11. Märt Kõrgema. Probleemid veearvestitega: www.tepso.ee.

12. CDL Win Instruction Manual: <http://www.sensus.com>.

Uued portatiivsed prügilagaasi- ja biogaasianalüsaatorid Geotech'ilt

GA5000 - portatiivne prügilagaasianalüsaator, mis võimaldab mõõta nii CH_4 , CO_2 , O_2 kui ka H_2S ja CO .
GEM5000 - portatiivne gaasianalüsaator, mis võimaldab mõõta CH_4 , CO_2 , O_2 , H_2S ja CO ning gaasi kütteväärtust.
BIOGAS5000 - portatiivne biogaasianalüsaator, mis võimaldab mõõta CH_4 , CO_2 ja O_2 .

Omadused

- *Tulemusi kerge lugeda
- *Lihtne kasutada ja kalibreerida
- *Lihtne andmevahetus
- *Mitme gaasi üheaegne kuvamine
- *Tõestatud töökindlus
- *Kalibreeritud standardi UKAS ISO17025 järgi
- *ATEX-, IECEx-, MCERTS- ja CSA-sertifikaadid
- *Standardis kolm kuni viis gaasi, võimalus gaase lisada
- *Metaanisalduse haripunkti salvestamine
- *Mõõtekoha ja ID salvestamine
- *Sõltuvalt mudelist kuni 4000 mõõtmise ja 2000 ID mälu
- *Sündmuste logi
- *Lisavarustuses GPS

Kiired ja usaldusväärsed mõõteriistad biogaasi tootmisel ja prügilates.

Kasutusvaldkonnad

- *Prügilad
- *Biogaasi tootmine
- *Anaeroobsete protsesside seire (nt farmides, toidu töötlemisel, reovee käitlemisel, metaani kogumisel)

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

Portatiivsed gaasidetektorid



1. Indikaatortorud Dräger Tubes

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

Pumbad õhuproovi võtmiseks 2. Dräger Detector Pumps for Dräger Tubes

Käsi- või automaatselt pumpa: mudelid Accuro, Accuro 2000, Accuro Constant, Polymeter, Quantimeter 1000.

Indikaatortorukassetid

3. Dräger CMS New Chip Measurement System

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



4. Dräger X-am 1100, 1700 ja 2000

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



5. Dräger Multi-IMS on kaasas-kantav ionomobiilne spektromeeter keemiliste sõjagaaside ja toksiliste tööstusgaaside kiireks avastamiseks õhus. Sobib kasutamiseks kodanikukaitses, sõjaväes, politseis, piirivalves ja tööstusettevõtetes.



6. Fotoionisatsioonidetektor Multi PID

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



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



8. Uued hooldusvabad gaasi-alarmiseadmed

CO/H₂S/O₂ mõõtmiseks. Mudelid Pac 1000, Pac 3000 ja Pac 5000. Personaalsed gaasi-alarmiseadmed kasutamiseks töökohal gaasikontsentratsiooni jälgimiseks.



9. Alkomeeter Alcotest 6510.

Professionaalne mõõteriist alkoholijoobe mõõtmiseks väljahingatavast õhust.



10. Dräger X-am 3000.

Mõõdab üheaegselt kas 3 või 4 gaasi (H₂S, O₂, CO ja põlevad gaasid). Pidev tööaeg kuni 25 tundi, sissehingatav andmesalvesti (dataloger) ja võimas pump.



11. Dräger X-am 7000.

Mõõdab üheaegselt kuni 5 gaasi. Valida saab rohkem kui 20 elektrokeemilise-, 3 infrapuna- ja 2 katalüütilise anduri vahel. Tolmu- ja veekindel.

Statsionaarsed gaasidetektorid



Dräger Polytron 7000

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



Dräger IR EX

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



Dräger Polytron 3000

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



Dräger PEX3000

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



Dräger Polytron IR

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



Dräger Polytron 2XP EX ja TOX

Plahvatusohtlike ja toksiliste gaaside leegikindel detektor. Ühildub elektrokeemiliste, katalüütiliste ja infrapunasensoritega. Releeväljundid võimaldavad toime tulla ilma eraldi kontrolleriita.



Dräger PIR 3000

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



Dräger Polytron Pulsar 2

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



KONTROLLPANEELID

Dräger Regard 1

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



Dräger Regard 2400

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



Dräger Regard 3900

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

Portatiivne gaasi- analüsaator Gasmet DX4030

Gasmet™
Advanced Solutions for Gas Monitoring.

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

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

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

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

Nüüd on saadaval ka uus mudel **Gasmet DX4040**, mis on kaalult kergem ja mida on lihtsam kasutada. Olulisim uuendus seisneb seadme võimes ühe nupulevajutusega identifitseerida mõõtmispaigas tundmatuid gaase, kasutades Windowsi tahvelarvutit tarkvara Calcmeter uut versiooni.

KASUTUSVALDKONNAD

Tööstushügieen

- Töökoha õhu lenduvate orgaaniliste ühendite sisalduse mõõtmine õhukvaliteedi kontrollimisel.

Lekete avastamine

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

Haiglad

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

Veosekteinid

- Gaasmürkide ja lenduvate orgaaniliste ühendite avastamine.

Pinnasegaaside mõõtmine

Klooritud süsivesinike ja benseeni, tolueni, etüülbensoeni, ksüleeni seire jäätmekäitluses.



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



Päästeamet ja kiirreageerimisrühmad

Tootuskemikaalide ja sõjagaaside identifitseerimine ja kvantifitseerimine.

Component	Amount	Unit
Water vapor H2O	0.52	vol %
Carbon dioxide CO2	0.07	vol %
Oxygen oxygen O2	0.00	vol %
Nitrogen gas N2	1.00	vol %
Acetylene C2H2	0.00	vol %
Ethylene C2H4	0.00	vol %
Ethanol C2H5OH	0.00	vol %
Isobutane C4H10	0.00	vol %
Propane C3H8	0.00	vol %
Butane C4H10	0.00	vol %
Hexane C6H14	0.00	vol %
Heptane C7H16	0.00	vol %
Octane C8H18	0.00	vol %
Nonane C9H20	0.00	vol %
Decane C10H22	0.00	vol %

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



PÄIKESEELEKTRIJAAMAD ON MEIE TULEVIK

KALEV KOPPEL

Elektroskandia Baltics OÜ

MIS ON PÄIKESEELEKTRIPANEEL?

PÄIKESEELEKTRIPANEELID (ingl *solar panels, photovoltaic panels, PV-panels*), mis muundavad Päikese valguskiirguse alalispingeks, mille inverter muundab elektriseadmetele sobivaks vahelduvpingeks, töötavad tänu Prantsuse füüsiku Alexandre-Edmond Becquerel'i 1839. aastal avastatud fotoelektrilisele efektile – mõned materjalid on suutelised valguse toimel andma nõrka elektrivoolu. Esimese päikesepaneeli patenteerimiseni kulus aga veel 50 aastat.

Põhimõtteliselt eristatakse nelja põlvkonda PV-paneeli. Praegu kasutusel olevatest paneelidest on üle 70 % esimese põlvkonna omad, s.o ränibasiilised. Kasutusel on ka teise põlvkonna õhukestel pooljuhtkildedel põhinevaid paneeli. Üle maailma töötavad teadlased selle nimel, et leida tehnoloogiaid, mis võimaldaksid toota kõrge kasuteguriga PV-paneeli võimalikult odavalt. Nt arendab ettevõtte *Crystalsol*, mille labor on Tallinnas ja tootmine Viinis, täiesti uut tüüpi hoonetesse sissehitatavaid painduvaid päikesepaneeeli.

Praegu on enamlevinud 60-st elemen-



Fotod: Elektroskandia

dist koosnevad 250 W-sed jadaühenduses polükristallilised PV-paneelid. Kõigi PV-paneelide elektrilised andmed antakse standardtingimuste jaoks: 1000 W/m^2 valguskiirgust + 25°C juures. Paneelid on umbes 1 m laiad, 1,7 m pikad ning 30–50 mm paksud, mass on vahemikus 17–25 kg. Tähtsad näitajad on veel välimise klaasi vastupidavus, sest meie laiuskraadil esineb nii väga

tugevat rahet kui ka paksu lund, ning elementide temperatuurisõltuvus. Paneelile, mille pindala on $1,7 \text{ m}^2$, annab jääkuse alumiiniumraam.

KAS EESTIS TASUB PV-PANEELI KASUTADA, PÄIKEST JU VÄHE?

Üldiselt meeldib meil Eestit võrrelda muu Euroopaga. Kõigile on teada, et Kesk-Euroopas on päikest hulga rohkem ning et nt Kesk-Saksamaal peaks aasta kokkuvõttes paneelide abil sama oluliselt rohkem elektrienergiat kui meil. Aga võta näpust! Vahe on tegelikult väike ja seda tänu sellele, et meil on aasta keskmine temperatuur madalam ning et päikesepaneeli põhielemendi ränni-pooljuhi jõudlus sõltub temperatuurist – mida soojem on paneel, seda vähem ta toodab. Tänu sellele suudab nt 250 W-se nimivõimsusega paneel päikeselisel talvapäeval anda 25-kraadise külmaga võimsust kuni 300 W! Eestis annab 1 kW optimaalselt suunatud PV-paneeli keskmiselt 800–900 kWh elektrienergiat aastas.

KUIDAS PV-PANEELIDE TOOTETUD ELEKTRIT KASUTADA?

PV-paneelide tootetud elektrienergiat





saab kasutada kas elektrivõrku ühendamata või võrku ühendatuna.

Võrgühenduseta e off-grid-süsteem koosneb PV-paneelidest, laadimiskontrollerist, akudest ja inverterist. Paneelide toodetud alalispinget saab kas otse tarbida või akusse laadida ning sealt hiljem inverteriga sobival ajal vahelduvpingeks muundada. Sellist süsteemi võib kasutada kohtades, kuhu elektrivõrk ei ulatu, või kui soovitakse olla elektrimüüjast sõltumatu.

Elektrivõrku ühendatud e on-grid-süsteem koosneb PV-paneelidest ja võrguinverterist. Paneelidega toodetud alalispinge muundatakse võrguinverteri abil vahelduvpingeks, mida tarbija

saab kasutada oma elektrisüsteemis. Inverter on ühendatud elektrisüsteemi. Tänu mikrotootja võrguga liitumise lihtsusele on võimalik tarbimisest üle jääv elektrienergia maha müüa.

Loomulikult on oluline, et mõlema süsteemi paneelide paigaldustarvikud oleksid väga kvaliteetsed. Praktika näitab seda, et üle 50 % päikeseelektrijaamade tõrgetest on põhjustatud paneelide paigaldamisvigadest – paigaldustarvikud kas on valesti valitud või oskamatult paigaldatud. Paigalduskvaliteet on väga oluline, sest päikeseelektrijaam on mõeldud töötama üle 30 aasta.

PÄIKESEELEKTRIJAAAMA PLUSSID

Päikeseelektrijaamal on õige mitu head omadust:

- päike paistab tasuta;
- päikesevalgus ei kalline;
- töötab ka ilma otsese päikeseapaisteta, valguskiirgus jõuab paneelideni läbi pilvede;
- ei tekita müra ega heitgaase;
- päikesepaneeli saab paigaldada erisugustele katustele, fassaadidele või avamaale;
- süsteemi on lihtne laiendada;
- ei ole liikuvaid osi, mis võivad kuluda

ja puruneda;

- juba 2 kW-ne päikesejaam vähendab CO₂ aastast heitkogust 650 kg võrra;
- tänapäevased PV-seadmed on mõeldud töötama üle 30 aasta.

Et päikeseelektrijaam toodab elektrit päeval, sobib see kõige paremini sinna, kus elektrienergia päevane tarbimine on suur – nt büroodele, kaubanduskustele ja tootmishoonetele.

Investeering päikeseelektrijaama aitab vähendada igakuiseid kulutusi elektrile ning vähendada elektrienergia kallinemisega seotud riski.

Päikeseelektrijaama tootlikkus sõltub suurel määral selle koostisosade valikust, süsteemi kujundusest ja paigalduskvaliteedist!

A.M.

Küsi nõu, meie aitame!

Elektroskandia Baltics OÜ pakub ettevõtetele mitmesuguseid energiasäästulahendusi:

- päikeseelektrisüsteeme;
- valgustuse arukat uuendamist;
- reaktiivenergia kompenseerimist;
- elektrimootorite uuendamist;
- sagedusmuundureid ja sujuvkaiviteid elektrimootoritele.

www.kaeser.com

KAESER
KOMPRESSORID

Kompressorite heitsoojuse taaskasutamise säästad raha ja keskkonda

Energiatõhususe optimeerimine heitsoojuse taaskasutamise

Kuni 96% kompressori poolt tarbitud energiat 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 nimekiri on vägagi 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

**Küllastage meie
väljapanekut messil
Instrutec 2013
13.-15.11.2013,
Hallis C, stand C-19**



KAS TEATE, KUHU ELEKTRIENERGIA KULUB JA MIS KVALITEEDIGA TA TARBIJANI JÕUAB?

JÜRI JOLLER ja INDREK TUKMANN

Energiatehnika OÜ

ETTEVÕTETE, hoonete ja tootmis-komplekside elektrijuhtmistikud on Energiatehnika OÜ kogemuste järgi sageli üpris segased ning neist ei ole selget ülevaadet ega õigeid skeeme. Tarbijate energiatarvet on enamasti mingil määral vähendatud, ent juhtmistikud on sageli kehvast seisust. Mõnel pool on neis energiakadu ülekoormuse tõttu suur ning probleeme on pinge kvaliteediga. Artiklis tutvustatakse võimalusi elektrienergia kao vähendamiseks juhtmistikes ja seadmetes ning pinge kvaliteedi kontrolli alla saamiseks tänapäevaste mõõte- ja järelevalveseadmete

abil.

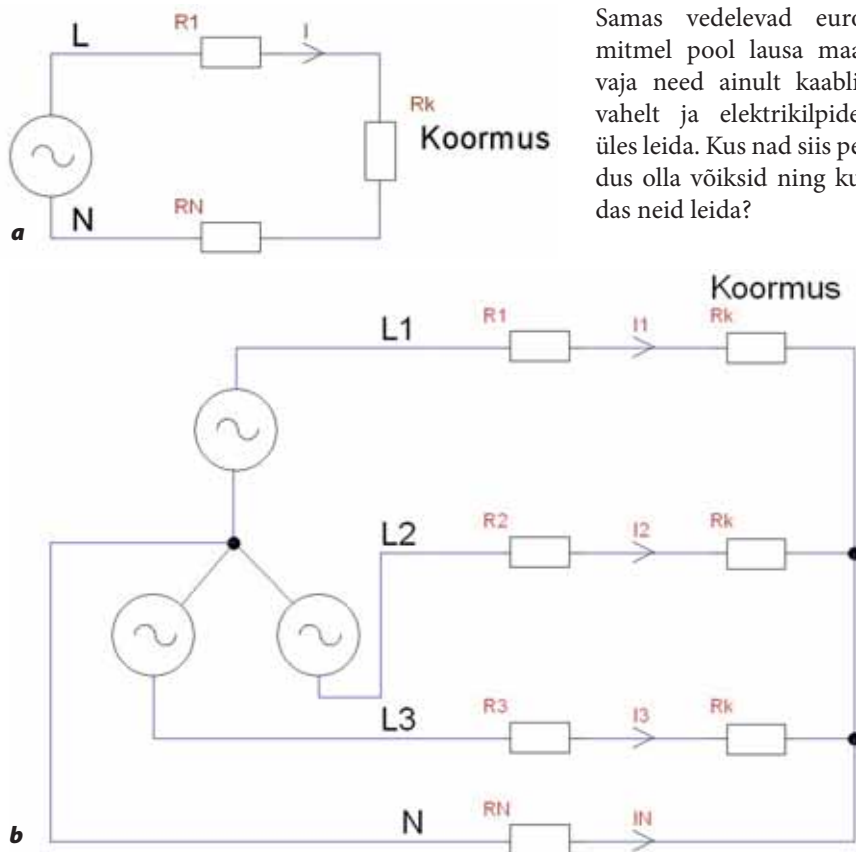
Elektri hind kerkib väsimatult ning on hulk muidki põhjuseid, miks energiat säästma peab. Kvaliteetne ja töökindel varustatus elektrienergiaga on eluliselt vajalik igale ettevõttele ja asutusele. Eri aegadel eri firmade rajatud elektrijuhtmistikud on sageli ka eri kvaliteediga. Täieliku ülevaate saamine juhtmistikest ning nende korrastamine on sageli pikk ja aeganõudev töö, mille tasuvust on keeruline hinnata, sest koormusedki muutuvad ning täpset ülevaadet neist enamasti pole. Peamine näitaja on elektrienergiaarvesti näit, mille järgi tuleb maksta elektriarveid. Samas vedelevad eurod mitmel pool lausa maas, vaja need ainult kaablite vahelt ja elektrikilpidest üles leida. Kus nad siis peidus olla võiksid ning kuidas neid leida?

KAOD ELEKTRIJUHTMESTIKUS

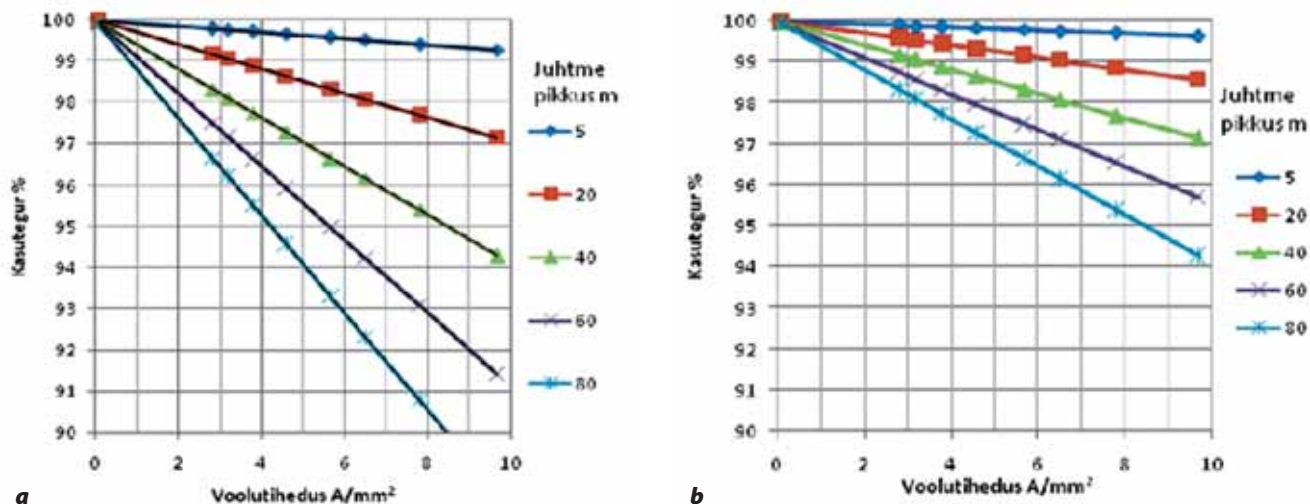
Juhtmete ristlõiked valitakse projekteerimisel üldiselt nii, et teatavat tüüpi juhtme ja paigaldusviisi korral ei ületaks kestvalt lubatud voolu ning et projektvõimsuse korral pingelang liitumispunkti lõpptarbijani ei oleks suurem kui 4 % paigaldise nimipingest. See aga tähendab, et nimivõimsusel kaobki paigaldise juhtmetes umbes 4 % tarbitud elektrienergiast. Tegelik olukord pole enamasti teada ning kadu võib olla suuremgi, sest koormusi võib olla lisatud, kuna juhe ju seda voolu talub.

Elektrikud teavad, et juhtmistiku peamine kaovõimsus on juhtmete elektrilise takistuse ja voolu ruudu korrutis, s.o pingelang korda vool. Juba keskkoolifüüsikas õpetatakse, et juhtme takistus võrdub materjali elektrijuhtivuse ja juhtme pikkuse korrutisega, jagatuna juhtme ristlõikepindalaga. Meenutagem sedagi vana tõde, et kao erinevus ühe- ja kolmefaasilise süsteemi juhtmistikus (joonis 1) on sama võimsuse korral mitmekordne.

Kolmefaasilise süsteemi faasivoolude summa ehk neutraalivool läheb nullile, kui faaside koormused on sümmeetrilised. Kuna võimsus jaguneb kolme faasi vahel, siis on iga faasi vool kuni kolm korda väiksem kui ühefaasilises süsteemis. Lisaks läheb ühefaasilises süsteemis juhtmetakistus kaovõimsuse arvutusse kahekordselt. Kuna kaovõimsus sõltub voolu ruudust, siis kokkuvõttes on ühefaasilise süsteemi juhtme kaovõimsus sama juhtmeristlõike korral kuni 18 korda suurem kui kolmefaasilises. Viimasel ajal on tendents üha võimsamate ühefaasiliste tarbijate ja peenemate juhtmete kasutamise suunas. Ka taastuvenergeetikas kasutatavad muundurid on enamasti ühefaasilised. Kas ei pane mõtlema?



Joonis 1. Ühefaasilises süsteemis (a) on koormuse sama võimsuse ja faasipinge juures koormusvool kolm korda suurem ja juhtme takistuse mõju kaks korda suurem kui kolmefaasilises süsteemis (b)



Joonis 2. Ühefaasilise (a) ja kolmefaasilise (b) toiteahela kasutegur aktiivkoormusel eri voolutiheduste ja juhtmepikkuste korral, kui arvestada üksnes juhtme aktiivtakistust toatemperatuuril

Vähegi võimsamad seadmed tuleks seega alati ühendada kolmefaasiliselt ning süsteem tasakaalustada. Täiendav kaovõimsus juhtmestikust tekib ka reaktiivenergia tõttu, mida siinkohal pole arvestatud.

Tasub mõelda ka juhtmete nn **ökonoomse voolutiheduse** peale, mille kohta võib leida teavet mõnest käsiraamatust ja standardist (nt IEC 60287-3-2) ning mida väljendatakse amprites ruutmillimeetri kohta (A/mm²). Joonisel 2 on näha, et ökonoomne voolutihedus on kolmefaasilises süsteemis ühefaasilisega võrreldes oluliselt suurem.

Vaadakem, mida juhtmestiku optimeerimine võiks rahaliselt tähendada, kui õnnestub vähendada kadu juhtmestikust 3 % võrra (tabel 1).

Tabelis näidatud aastasäästu alusel ei ole kuigi keeruline arvutada investeeringu tasuvusaega. Kui on tegu vähegi olulise võimsusega, tasub juhtmestiku optimeerimine tõenäoliselt ära suhteliselt lühikese aja.

ELEKTRI KVALITEETI ON VAJA JÄLGIDA

Elektri kvaliteedi probleemid suurenevad, sest kasutatakse üha enam impulstoiteplokkide, sagedusmuundureid, UPS-e, päikesepatareid ja elektritoolide inverteereid. Elektri kvaliteedist sõltub aga seadmete töökindlus, tööiga, kasutegur, stabiilsus ja vaeleoperatsioonide võimalikkus. Toitekatkestused, pinged kõikumine ja liigpinged võivad vähendada toodangut, põhjustada praaki ning elektriseadmeid rikkuda või täielikult hävitada. Elektri kehv kvaliteet põhjustab ülekandekadu ja probleeme kompenseerimisega.

Tabel 1. SÄÄST JUHTMESTIKU OPTIMEERIMISEST

Juhtmestik	Võimsus kW	Kadu kW	Kaovõimsus kW	Tööaeg aastas, h			
Vana	100	5 %	5	1000	3000	6000	8760
				5000	15000	30000	43800
Optimeeritud	100	2 %	2	2000	6000	12000	17520
Vahe	0	3 %	3	3000	9000	18000	26280
Aastasääst, €¹				330	990	1980	2890,8

¹ Elektrienergia hind 0,11 €/kWh

metes.

Probleeme toitevõrgus, mida põhjustab elektri halb kvaliteet, kogevad nii elektrienergia tarnijad kui ka lõppkasutajad. Ei ole lihtne kindlaks teha, kas probleemi põhjustab tarnija võrk või lõppkasutaja süsteem. Sellises olukorras aitab elektri kvaliteedi tunnustatud rahvusvaheliste standardite kohane mõõtmine, mis aitab mõista halva kvaliteedi põhjuseid ning rakendada vastumeetmeid. Kõik elektroonikaseadmed on tundlikud toitepinge häiringutele, ent on ka ise häiringuallikad.

Formaalselt on elektri kvaliteet elektrienergia parameetrite vastavus sellekohastes standardites sätestatule ja elektrivarustuse katkematus. Praktilise äritegevuse seisukohalt on esmatähtis, et elektrivarustuse tõttu ei oleks tootmishäireid või neid oleks võimalikult vähe, mitte niivõrd elektriparameetrite numbrilised väärtused.

Finantsaspektist põhjustab elektriparameetrite normist kõrvalekaldu mine mitteaimatavaid lisakulusid ning elektri kvaliteedi parendamise meetmed on mõnikord väga tulusad. Investeeringud pinged kvaliteedi tõstmiseks on eriti põhjendatud seal, kus halb kvaliteet

võib põhjustada toodangu praaki ja hävinemist. Tarbijatel on mõistlik investeerida elektri kvaliteeti tõstvatesse seadmetesse, eriti kui nende seadmed ise põhjustavad elektri kvaliteediprobleeme.

Elektri kvaliteedi probleemide lahendamine toimub järgmiste etappide kaupa:

- probleemi tuvastamine ja andmete kogumine;
- probleemi iseloomustamine ja analüüsimine;
- lahenduste piiritlemine ja meetmete võtmine elektri kvaliteedi parandamiseks;
- lahenduste tehniline ja majanduslik hindamine ning tulemuste kontrollimine.

SALVESTAGE PINGE JA VOOLU SUURUSED TOITESISENDIS

Pinge ja voolu käitumisest saab teada, kas pingelohu on põhjustanud elektri tarnija või tarbija. Tarnijapoolse katkestuse vältimiseks tuleb kasutada reservtoiteallikaid, leida ohustatud seadmed ja need kaitsta. Tarbijapoolsete probleemide korral on vaja leida lahendus

probleemsetele kohtadele (kasutada sagedusmuundureid, vältida seadmete kooskäivitumist vms).

JÄLGIGE KOORMUSE MUUTUMIST

Sageli põhjustab probleeme seadme ülekoormamine. Teades võimsuse suundumust, on lihtne selgeks teha, missugused seadmed probleeme põhjustavad.

TEHKE KINDLAKS, MILLAL SÜNDMUS TOIMUS

Sündmuse (nt pingelohu, kaitselüliti rakendumise) aja täpse tuvastamisega on võimalik kindlaks teha, millised seadmed probleemi põhjustavad või probleemi tekkekoht. Tootmise käivitamisel saab protsessietappide järjekorda muuta, lisada viiteaga, rakendada sagedusjuhtimist vms.

KONTROLLIGE ÜLEKUUMENENUD SEADMEID

Ülekuumenenud serverid, mootorid, trafod ja kaablid on ülekoormuse või harmoonikute peamised tunnused.

ELEKTRI KVALITEEDI PARAMEETRID JA SÜNDMUSED

Kui elektri kvaliteediga on probleeme, tuleb esmalt põhitähelepanu pöörata jälgimisele ja analüüsile. Elektriparameetreid mõõtes saate aru, mis toimub elektri kvaliteediga teie hallatavas paigaldises.

Elektri kvaliteedi analüsaatoris (joonis 3) on kvaliteediparameetrite piirväärtused ette antud. Kui analüsaator avastab elektri kvaliteedi parameetrite „vale väärtuse“, „vale lainekuju“ või piirmäära ületamise, näitab ta, kus on selle põhjus.

PINGEMUHUD (PINGETÕUSUD)

Hetkeline pingemuhk tekib välglöögist, toite lülitamisest, kondensaatori lülitusest, maalühisest või suure koormuse väljalülitamisest. Seda võib põhjustada ka uue energiaallika (tuulegeneraatori, päikesepaneeli) võrku lülitamine. Järsud pingetõusud võivad seadmeid kahjustada või taaskäivitada.

TRANSIENTLIIGPINGE

Transientliigpinge, s.o kiire pinge-

muutuse võib põhjustada välglööök, kontaktiprobleem, kaitselüliti või kontaktori lülitamine. Seadmete kahjustusi ja taaskäivitusi esineb toitesisendite lähedal. Kahjustada saab sageli isolatsioon, eriti kui liigpinged korduvad.

FLIKKER

Flikker ehk väreus on perioodiliselt korduv pingekoikumine, mis võib olla tingitud kaarahjust, keevitusseadmest või türistormuundurist. Flikker võib põhjustada tulede virvendamist ja IT-seadmerikkeid. Kui väreus on suur, tunneb enamik tehisvalguses töötavaid inimesi end ebamugavalt (peavalu).

PINGELOHUD

Enamik pingelohkudest on põhjustatud äikesest ja välgust, maalühisega kaasnevast toite katkestamisest või suure mootori käivitusvoolust. See väljendub hetkelises pingelanguses, mis võib põhjustada tööstuskontrollerite ja IT-seadmete seiskumise või taaskäivitumise, valgustuse väljalülitumise, mootorite pöörlemissageduse muutumise või peatumise ning sünkroonmootorite või generaatorite sünkroonsusest väljalangemise.

HARMOONIKUD

Harmoonikuteks nimetatakse moonutatud kujuga pinget ja voolu. Neid põhjustab pooljuhtseadmete koormuse mittelineaarsus. Kui harmoonikute komponent on suur, põhjustab see mootorite või trafode ülekuumenemist ja reaktiivenergiakompensatorite, reaktorite ja kondensaatorite läbipõlemist.

PINGE ASÜMMEETRIA

Pinge asümmeetriat võib põhjustada ühefaasilise koormuse suurenemine või vähenemine, seadmete osaline töötamine, ping- või voolulaine kuju moonumine, pingelangus vms. Asümmeetria võib põhjustada mootorite ülekuumenemist ja vähendada pöördemomenti,



Joonis 3. Firma Janitza statsionaarsed pingekvaliteedianalüsaatorid UMG 96, UMG 604 ja UMG 510

kaitselülite rakendumist, trafode ülekuumenemist või kadude suurenemist kondensaatorfiltrites.

KÄIVITUSVOOL

See hetkeline suur vool tekib seadmete sisselülitamisel. Eriti mahtuvuslikud koormused võivad põhjustada väga suure sisselülitusimpulsi, kui nad pole korralikult summutatud. Löökvool võib rikkuda releesid, rakendada kaitselüliteid, mõjutada alaldeid, häirida toitepinget ja/või seadmeid rikkuda või taaskäivitada.

KOKKUVÕTTEKS

Elektri kvaliteedi tervikliku automaatse jälgimissüsteemiga saab eri paigus olevaid osakondi tsentraalselt jälgida ja võrrelda. Vastav tarkvara võimaldab Interneti kaudu andmeid vaadata ja koostada aruandeid elektri kvaliteedi kohta. Elektri kvaliteedi täiemahuline juhtimissüsteem suurendab süsteemi läbipaistvust, võimaldab tuvastada võimalikke „patuseid“, teha kindlaks ebatõhusaid protsesse ning aitab kaasa elektri kvaliteedi parandamisele suunatud ettevõtmistele. Tänapäeval on saadaval ka aktiivsed elektrienergiafiltrid. Paljusid elektri kvaliteedi parandamise ja selle kadude vähendamise meetmeid on võimalik rakendada väikese rahalise investeeringuga.

A.M.

TÄNAPÄEVASED VÕIMALUSED TURVALISE JA VEAKindLA AUTOMAATJUHTIMISSÜSTEEMI EHITAMISEKS

DENISS SAKSA

ÅF-Automaatika OÜ

MIKS EHITADA TURVALINE JA VEAKindEL AUTOMAATJUHTIMISSÜSTEEM?

Peapõhjuseks on süsteemides riskide minimeerimine, et tagada inimese elu ja tervis, vähendada tööseisakuid ja välistada tootmiskahjusid. Veakindla automaatjuhtimissüsteemi ülesanne on avastada süsteemis ohutegureid, anda hinnang ning ohjeldada ohutegureid kaitsemeetmetega.

Veakindla automaatjuhtimissüsteemi ehitamiseks on kasutusel kaks meetodit. Esimene on n-ö klassikaline, kus ohutuse tagamiseks jälgitakse kriitilisi signaale diskreetsete turvareleede abil. PLC (*Programmable Logic Controller*, e k programmeeritav loogikakontroller) – kontroller on sellistes süsteemides vajalik ainult protsessi juhtimiseks. Turvareleega garanteeritakse, et õnnetuse korral on täiturmehhanism deaktiveeritud isegi juhul kui PLC-kontroller ei ole töökorras.

Teine võimalus ohutu ja veakindla automaatjuhtimissüsteemi ehitamiseks on veakindla (*fail-safe*) PLC-kontrolleri ja I/O-mooduli (sisend-/väljundmooduli) kasutamine. Sellises süsteemis on ohutus tagatud nii programmiga (mille kirjutamisel kasutatakse sertifitseeritud funktsioone) kui spetsiaalsete riistvarakomponentidega I/O-moodulites. Sellised moodulid on võimelised ohutult töötama ka PLC rikke korral. Kõik selle süsteemi komponendid peavad olema sertifitseeritud vastavalt IEC standarditele.

VEAVABA FAIL-SAFE-KONTROLLER

Süsteemi ajuks on spetsiaalne veavaba kontroller (PLC). Kontrollerisse on ehitatud mitmed kaitsemehhanismid, näiteks erinevad sisemised testid, mida PLC operatsioonisüsteem viib läbi kon-

figureeritud ajavahemikuga. Testimise käigus kontrollitakse, kas kõik riist- ja tarkvarakomponendid töötavad korrektselt. Vea avastamisel tekib nn F-Stop – PLC programm seiskub ja väljundite juhtimine jääb eelkonfigureeritud turvalisse asendisse.

Turvakontrolleri programm on alati kaitstud parooliga, mis on veel üks samm ohutu ja veavaba süsteemi tagamiseks. Parool sisestatakse programmi kompileerimisel ja laadimisel, seega on sanktsioneerimata programmimuudatused võimatud. Iga programmi kompileerimisel genereeritakse selle jaoks unikaalne signatuur, mis annab võimaluse võrrelda programmi versioone PLC mälus ja programmeerija arvutis. SAT-testi (Site Acceptance Test) käigus registreeritakse signatuur ja alates sellest hetkest nõuab iga muudatus vastava volitatud organisatsiooniga kooskõlastamist. Samuti on turvakontrolleri programmeerimisel kasutatavad funktsioonid spetsiaalselt koostatud ning veavabades süsteemides kasutamiseks sertifitseeritud.

Kuigi *fail-safe*-kontroller on võimeli-

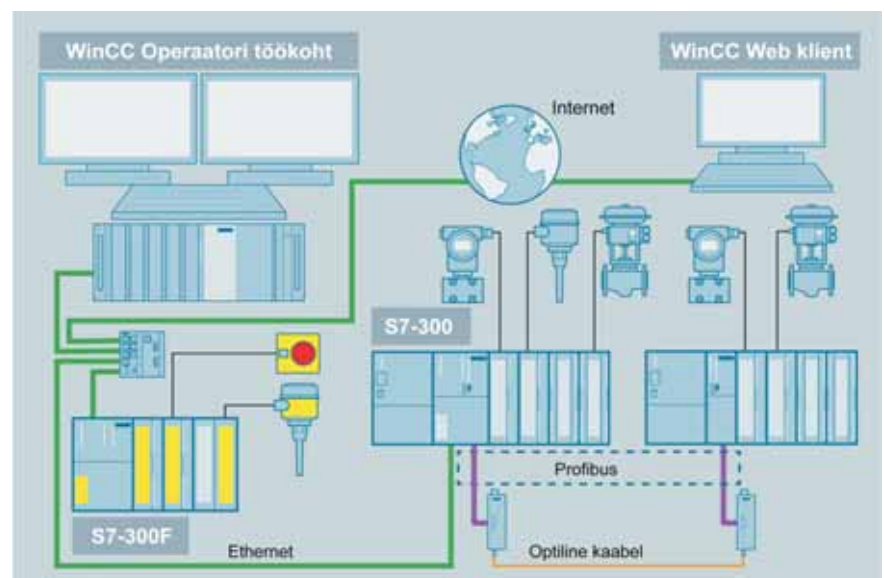
ne väljaspool turvaprogrammi töötama ka tavaliste I/O-moodulitega, jagatakse tihti protsessi juhtimine ja hädaolukorra loogikad erinevatesse kontrolleritesse. Üks näide sellisest lahendusest on asja renoveeritud katel.

Katla protsessijuhtimine on realiseeritud Simatic S7-317 PLC baasil, turvasüsteemi signaalid ja blokeeringud on S7-315F fail-safe-kontrolleris. Kontrollerid suhtlevad nii omavahel kui ka hajatutud I/O-kappide ja SCADA-arvutiga andmesidevõrkude Profibus ja Ethernet kaudu. Protsessi juhtimiseks, jälgimiseks ja andmete arhiveerimiseks SQL-andmebaasi on kasutatud tarkvara Simatic WinCC SCADA.

KÕRGENDATUD TÕÖKINDLUSEGA PLC-SÜSTEEM

PLC-süsteemi töökindlust saab tõsta dubleerimisega (*redundancy*). Dubleerimine võib toimuda mitmel tasandil:

- Dubleeritud kommunikatsioonikanalid. Võrgu topoloogia muutmine ringtopoloogiaks võimaldab süsteemil



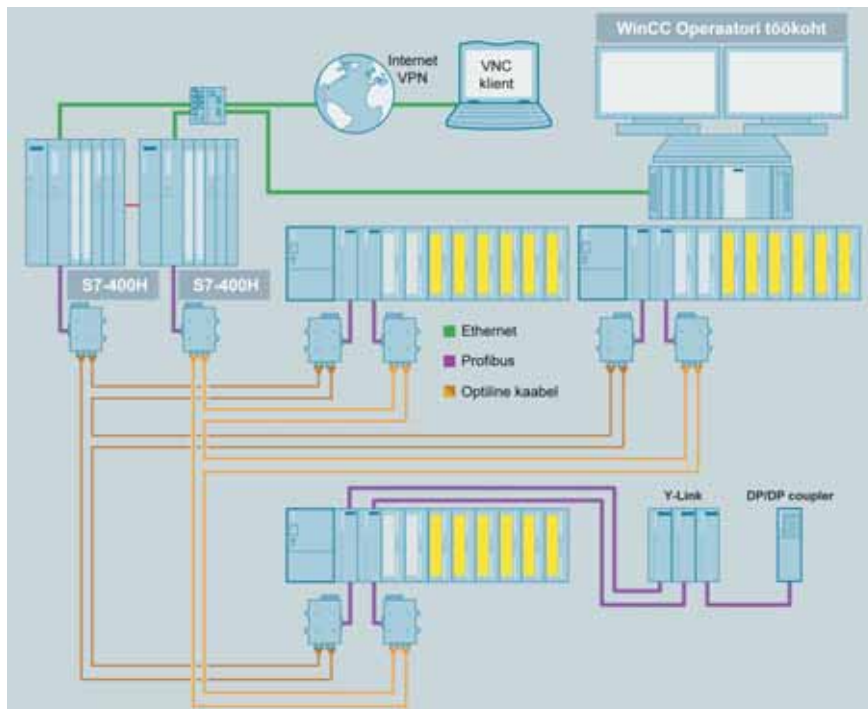
Soojuselektrijaama katla automaatjuhtimis- ja kaitsesüsteem

tööd jätkata ringi ühe osa katkestuse korral, sest kõik seadmed on kättesaadavad ringi teise osa kaudu. Sellisest dubleerimisest ei ole kasu kontrolleri või I/O-moodulite rikke korral.

- Dubleeritud PLC. Süsteemi lisatakse veel üks kontrolleri ja igale I/O-rack'le veel üks kommunikatsioonimoodul. See variant võimaldab välistada nii kommunikatsioonihäiret kui ka PLC-protssori ja kommunikatsioonimooduli rikke mõju süsteemi töökorras olekule.
- Kõikide komponentide dubleerimine. Lisaks PLC dubleerimisele paigaldatakse topelt I/O-rack'id, et kaitsta süsteemi ka I/O-mooduli või terve I/O-rack'i rikke korral.

Esimese ja teise variandi kombinatsioon on leidnud kasutust uue Simatic PCS7 baasil projekteeritud põlevkivi jaotussüsteemi ehitamisel. Turva- ja protsessijuhtimisloogika on mõlemas S7-400H kontrolleri. Iga I/O-rack sisaldab nii turva- kui ka tava-I/O-mooduleid, mis kokku teevad süsteemi kompaksemaks ja lihtsamaks. Andmevahetus teiste süsteemidega toimub Profibus võrgus. Kuna sidekanalid on dubleeritud, on paigaldatud ka Y-Link.

Dubleeritud S7-400H kontrolleriid ja ringtopoloogiaga võrk võimaldavad



Põlevkivijaotuse automaatjuhtimissüsteem

süsteemil tööd jätkata järgmiste rikete korral:

- Kommunikatsioonikaabli katkestus
 - PLC protssori rike
 - Kommunikatsioonimooduli rike
- Antud skeem ei kaitse aga süsteemi I/O-mooduli või I/O-rack'i rikke korral. OÜ ÄF-Automaatika on alati valmis

pakkuma oma klientidele turvalist ja töökindlat automaatjuhtimissüsteemi.

Lisateave:

ÄF-Automaatika OÜ
Lesta 14,
Tallinn 13516
www.automaatika.ee



Ootame Teid messile! 13. - 15. novembril

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

19th International Fair for Production Engineering, Tooling and Subcontracting



INSTRUTECH 2013

13. novembril	10.00 - 18.00
14. novembril	10.00 - 18.00
15. novembril	10.00 - 17.00

Messi ametlik toetaja:
Eesti Masinatööstuse Liit

eml

EESTI NÄITUSED

Täiendav info:

Eesti Näituste AS Pirita tee 28, Tallinn 10127 tel: 613 7335
e-post: instrutec@fair.ee www.fair.ee/instrutec

MIDA ON HEA TEADA RADOONIST?

ALAR POLT

Keskkonnaameti kiirgusosakonna kiirgusseire büroo peaspetsialist

RADOON on teatavasti keemiliselt väheaktiivne vääriskaas, mis tekib maakoos sisalduva uraani radioaktiivse lagunemise tulemusena. Mitte küll otse uraanist, aga ühe vaheastmena pikemas lagunemisreas.

Radoon ei jää maapinda püsima, vaid tungib sealt välja, satub atmosfääri ja seguneb õhu muude koostisosadega. Seega on õhus, mida me iga päev hingame, alati ka mingi kogus radooni. Paraku on radoon ka ise radioaktiivne ning jätkab lagunemist, tekitades ioniseerivat alfakiirgust. Radooni poolestusaeg, s.o aeg, mille jooksul pool ainehulgast laguneb, on 3,82 ööpäeva. Kopsudes olevad radooniaatomid annavad lagunemise ajal sisemise kiiritusdoosi.

On teada, et üle maailma saab inimene radooniga umbes poole loodusliku kiirituse aastadoosist. Eestis on see protsent peamiselt Põhja-Eesti klindivööndi pinnase keskmisest suurema uraanisisalduse tõttu isegi suurem.

Välisõhus on radooni radioaktiivsuse kontsentratsioon väike – tavaliselt 5–20 bekrelli (radioaktiivsuse mõõtühik SI-süsteemis: 1 Bq = üks tuumalagunemine sekundis) kuupmeetris. Maja sees, eriti keldrita hoonete esimese korruse ruumides, võib õhu radoonisisaldus isegi sadu kordi suuremaks kujuneda, sõltuvalt pinnasest väljuva radooni hulgast ja ruumiõhu vahetuskiirusest. Välisõhu radoonist saadav aastadoosiosa on niivõrd väike, et praktiliselt pool kogu looduslikust kiirgusdoosist saadakse siseõhust. Siseruumiõhu radoonisisalduse alandamiseks on kaks võimalust: tõkestada radooni pääs majja või suurendada õhuvahtetust. Viimane on Eestis aga vastuolus vajadusega ehitada hooned küttekulude vähendamiseks võimalikult soojapidavaks ja seetõttu õhutihedaks.

Kui vaadelda aastaajalisi muutusi, siis on radoonil talvel raskem külmunud pinnasest välja pääseda. Kuna köetava hoone alune pinnas ei külmu ning soojakao vältimiseks tuulutatakse ruume vähem, kujuneb siseruumide õhu radoonisisaldus talvel suuremaks kui suvel. Siseõhu radoonisisaldusest rääkides peetakse tavaliselt silmas aasta keskmist. Eesti standard EVS 840:2009 *Radooniohutu hoone projekteerimine* sätestab, et hoonete elu-, puhke- ja tööruumides peab õhu aasta keskmine radoonisisaldus olema väiksem kui 200 Bq/m³. Standard ütleb ka seda, et kuna reaalsetl on mõõtmisi ebaotstarbekas läbi viia aasta läbi, peab ruumiõhu radoonisisaldus vähemalt kahe kuu kestel olema väiksem kui 200 Bq/m³ eeldusel, et mõõtmine toimub kütteperioodil.

Pangem tähele, et siseõhus olev radoon on kiirgusallikas. Nagu mistahes kiirgusallika korral, sõltub inimese saadav kiirgusdoos ajast, mille kestel inimene allika mõju all viib. Seetõttu ei ole oluline õhu radoonisisaldus ruumides, kus inimene viibib vaid lühikest aega. Väärtus 200 Bq/m³ põhineb Rahvusvahelise Kiirguskaitsekomisjoni soovitusel, mille puhul on ruumis viibimise ajaks arvestatud 7 000 tun-

di aastas [1]. Võrdluseks: kui töönädala pikkus on 40 tundi ja aastas töötatakse 50 nädalat, koguneb töötundide arvuks vaid 2 000.

Maaailma Terviseorganisatsiooni WHO andmetel [2] on epidemioloogilised uuringud näidanud, et siseruumiõhus olev radoon suurendab inimese kopsuvähki haigestumise riski, muud terviseriskid tõendamist ei ole leidnud. Hinnanguliselt põhjustab radoon 3–14 % kopsuvähijuhtumitest ning on suitsetamise järel tähtsusest teisel kohal, kusjuures suitsetajate kopsuvähiriski suurendab radoon märksa rohkem kui mitesuitsetajatel.

Allolev tabel näitab, kui suur on suitsetaja ja eluaegse mitesuitsetaja risk surra seitsmekümne viiendaks eluaastaks kopsuvähki, olenevalt eluruumi õhu radoonisisaldusest:

	0 Bq/m ³	100 Bq/m ³	800 Bq/m ³
Mitesuitsetaja	0,4 %	0,5 %	1 %
Suitsetaja	10 %	12 %	22 %

Pangem tähele, et:

- olenemata õhu radoonisisaldusest on suitsetaja risk kopsuvähki surra paarkümmend korda suurem kui mitesuitsetaja oma;
- kopsuvähiriski suurenemine on täheldatav ka juba siis, kui õhus on 100 Bq/m³ radooni;
- riski suhteline suurenemine on mitesuitsetaja ja suitsetaja jaoks umbes ühesuurune.

Statistikaameti surmapõhjuste andmebaasi [3] kohaselt sureb Eestis kopsuvähki keskmiselt 700 inimest aastas. WHO hinnangulisest vahemikust 3–14 % lähtudes võib hinnata, et 20–100 nendest haigestus radooni toimel. Võrdluseks väljavõte Statistikaameti 2012. aasta surmapõhjuste andmebaasist: sõidukiõnnetused – 89, kukkumine – 101, uppumine – 48, tuleõnnetused – 50, külmumine – 74, alkoholimürgistus – 143, enesetapp – 235, rünne – 63. A.M.

Viidatud allikad

1. ICRP. 1994. Protection against radon-222 at home and at work. ICRP Publication 65.
2. WHO. 2009. WHO handbook on indoor radon: http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241547673_eng.pdf.
3. Statistikaamet. Rahvastiku interaktiivne andmebaas RV56: <http://pub.stat.ee/px-web.2001/Database/Rahvastik/03Rahvastikusundmused/10Surmad/10Surmad.asp>

HIINAS SAI VALMIS SUUR AIZHAI RIPPSILD

JUHANI VIROLA, Eur Ing-FEANI

Helsingi, Soome

HIINAS avati 2012. aastal liiklusele suur ja kõrge Aizhai rippsild [1]. Silde pikkuse poolest on see maailma kõige suuremate rippsildade hulka kuuluv sild ka maailma kõrgemaid.

Aizhai sild asub Hunani provintsis asuva Jishou linna, mis jääb Shanghaist linnulennult umbes 1200 km kaugusele, ja Chadongi linna ühendava kiirtee ääres. Sillast on olemas mõned pildid ja joonised [2], ent tehnilist teavet leidub selle kohta vähe.

Jishou linnast ligi 20 km loodesse jääva üle Dehangi jõe kanjoni ehitatud üheavalise, kahe pülooni vahelise silla silde pikkus on 1176 m ning kõrgus 336 m. Silla mõlemas otsas jätkub sõidutee kaljusse rajatud tunnelis.

Silla pülooniid on betoonist. Vaid 50 meetrise lõunapülooni kõrgus võib tunduda üsna väike, ent silla pikiprofiililt on näha, et pülooni kõrgust suurendab selle alune kalju.

Kumbki kandetross, mis koosneb

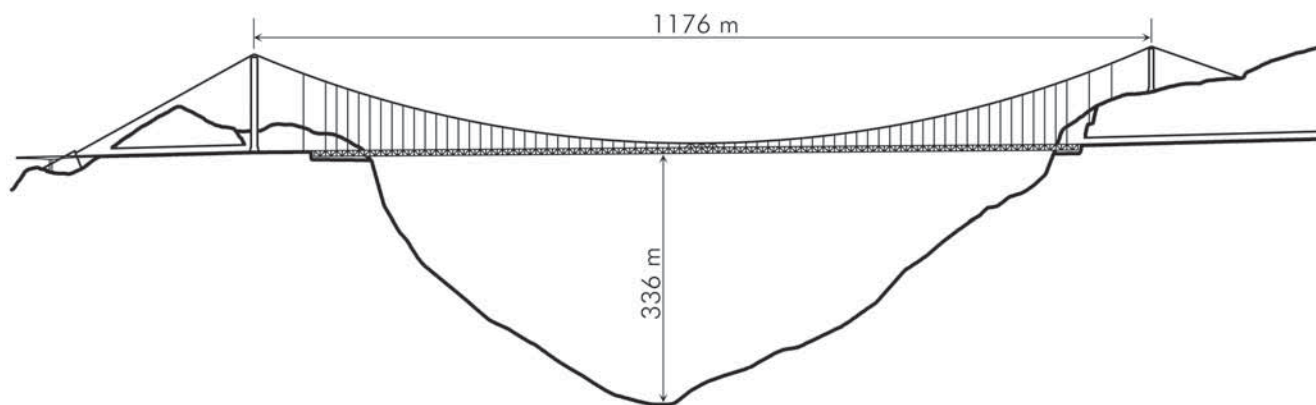
169-st kuusnurkse ristlõikega osatrossist ja need omakorda 127-st 5,25 mm läbimõõduga tsingitud ülitugevast terastraadist, on ümberringi mähitud terastraatidega ning ümmarguseks kokku pressitud.

Silla 27 m laiune ja 7,5 m kõrgune tekk on terassõrestiktarind. Silla sõiduteel on kummaski suunas kaks sõidurada ning mõlemas servas kitsad, vaid 1,25 m laiused hooldusteed. Lubatud sõidukiirus on 80 km/h.

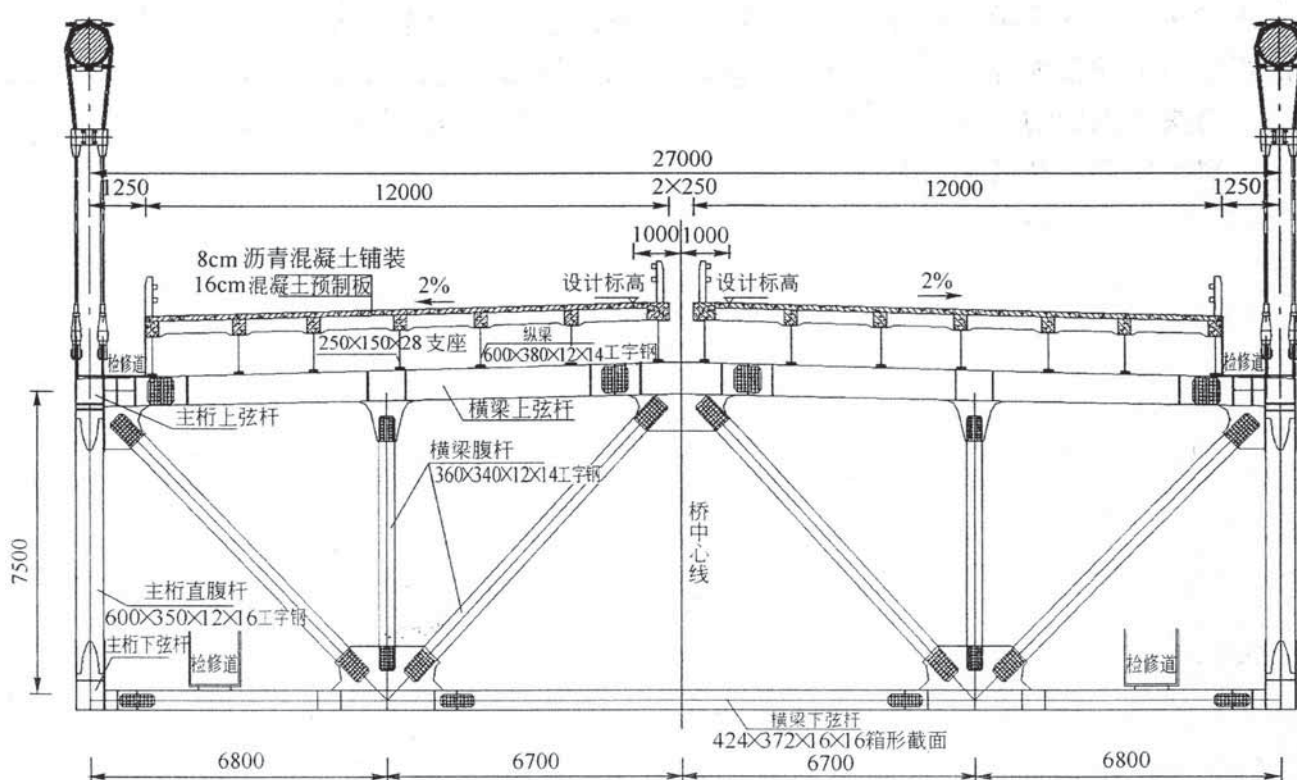


Aizhai silla üldvaade, madalam püloon on vasakul [2]

Fotod: Eric Sakowski



Silla pikiprofil, millel on näha kanjoni kuju, silla peamised mõõtmed ja tunnelisuudmed [2]



Sillateki ristlõige [2]

Silla tellis Hunan Road & Bridge Construction Group Corporation, projekteeris Hunan Provincial Communications Planning Survey & Design Institute, allkonsultant oli China Zhongtie Major Bridge Engineering Group Co. Ltd. Bridge Consultant Filiale ning töövõtja Hunan Road Bridge Construction Corp. Chanjiang Filiale.

Tabelist on näha, et kõrguse poolest on Aizhai sild kümne maailma kõige kõrgema silla seas. Enamik (kümnest kaheksa) maailma kõrgeimatest sildadest asub Hiinas, neist kõige kõrgem (496 m) on Siduhe sild [3]. Ava pikkuse poolest kuulub Aizhai sild maailma suureavaliste sildade esikahekümnesse [4].



Kandetrossi osatrossid on kuusnurksed, et neid saaks tihedamalt kokku suruda [2]



Ankurdustunnelite ehitamine silla põhjapoolses otsas [2]

Viidatud allikad

- 1. Juhani Virola. Aizhai Bridge – suuri riippusilta rakennettu Kiinassa. Tierakennusmestari TIRA 2012, 3: 54–57.
- 2. Teave ja illustratsioonid andis lahkesti Eric Sakowski: www.highestbridges.com.
- 3. Juhani Virola. The Siduhe Bridge – world’s highest bridge built in China. Suara Perunding ACEM 2011, 4: 20–21.
- 4. Bridge Tables of the Helsinki University of Technology: www.bridge.aalto.fi/en/longspan.html.

A.M.



Teki punaseks värvitud terasörestik [2]

Tabel. MAAILMA KÕIGE KÕRGEMATE SILDADE ESIKÜMME [2]

Nr	Sild (peaava sille)	Kõrgus ⁽¹⁾	Asukoht	Aasta
1	Siduhe (900 m)	496 m ⁽²⁾	Yesanguanzhen, Hiina	2009
2	Hegigio (470 m)	393 m ⁽³⁾	Otoma, Paapua Uus-Guinea	2005
3	Baluarte (520 m)	390 m ⁽⁴⁾	El Palmito, Mehhiko	2013
4	Balinghe (1088 m)	370 m ⁽²⁾	Guanling, Hiina	2009
5	Beipanjiaang2003 (388 m)	366 m ⁽²⁾	Xingbeizhen, Hiina	2003
6	Dimuhe (538 m)	360 m ⁽²⁾	Liupanshui, Hiina	2015
7	Puli (628 m)	340 m ⁽²⁾	Pulixiang, Hiina	2015
8	Aizhai (1176 m)	336 m ⁽²⁾	Jishou, Hiina	2012
9	Liuchonghe (438 m)	336 m ⁽⁴⁾	Zhilin, Hiina	2013
10	Lishuihe (856 m)	330 m ⁽²⁾	Zhangjiajie, Hiina	2013

⁽¹⁾ Silla sõidutee kõrgus veepinnast või kanjoni põhjast, ⁽²⁾ rippsild, ⁽³⁾ torurippsild, ⁽⁴⁾ vantsild.



Madala lõunapoolse pülooni ehitamine [2]



Silla terassõrestikte ehitamine, taamal paistab põhjapoolne kõrge püloon [2]

TAAS ON AEG SÜVENEDA KEHTIVATESSE PLANEERINGUTESSE

KAUR LASS

OÜ Head, kaur.lass@headandlead.com

PLANEERINGUTE kasutatavuse ja elluviimise võimalikkuse tagamiseks ja planeeritud keskkonna kvaliteedi tagamiseks kohustab planeerimisseadus kohalikke omavalitsusi kehtestatud üldplaneeringuid üle vaatama. Seda tuleb teha hiljemalt kuue kuu jooksul pärast kohalike omavalitsuste volikogude korralisi valimisi. Vald või linn peab seejärel teavitama planeeringute ülevaatamise tulemustest maavanemat ja avalikkust. Taas on valimised möödas ja ülevaatamine vajalik.

Kehtestatud üldplaneeringute ülevaatamise kohustus on seatud, et selgitada:

- 1) planeeringukohase arengu tulemusel ja planeeringu edasise elluviimise võimalused;
- 2) uue(uute) planeeringu(te) koostamise vajadus või detailplaneeringu(te) kehtetuks tunnistamise vajalikkus;
- 3) planeeringu elluviimisel ilmnunud olulised mõjud majanduslikule, sotsiaalsele, kultuurilisele ja looduskeskkonnale ning oluliste negatiivsete mõjude vähendamise tingimused (juhuks kui need on ilmnunud kehtiva(te) planeeringu(te) elluviimisel);
- 4) muud planeeringu elluviimisega seotud küsimused.

Kehtiv üldplaneering peab olema sisuline ja toimima ühe omavalitsuse igapäevaste juhtimisotsuste langetamise alusdokumendina (koos arenguka-

va ja sektorarengukavadega). Siit peab saama vastuse, mis on valla või linna arengu siht, ruumilise planeerimise põhimõtted ja nõuded detailplaneeringute koostamiseks. Seega on üldplaneering otseseks aluseks, et otsustada, millised detailplaneeringud on mõistlik kehtima jätta ja millised mitte (nt kui need on aegunud ega vii ellu omavalitsuse strateegilisi eesmärke). Kehtima peaks jääma kindlasti kõik need detailplaneeringud, mis viivad valla või linna lähemale oma eesmärkide realiseerimisele. Kui aga eesmärgid ja strateegia on muutunud, tuleb üle vaadata, kas mõni kehtiv detailplaneering võib olla takistuseks uute eesmärkide saavutamisel.

Omavalitsuste senine tulubaas (seda mõjutavad peamiselt üksikisiku tulumaks ja maamaks) soosib sotsiaalse ja tehnilise infrastruktuuri vaba ressursi olemasolul elanike arvu kasvatamist. Seda siiski vaid seni, kuni sotsiaalse ja tehnilise infrastruktuuri taluvuspiire ei ületata. Samas on tegelikkus selline, et enamikus valdades ja linnades elanikkond väheneb. Üks vähenemise põhjuseid on kindlasti ettevõtluse ja ettevõtlike inimeste tähtsuse alahindamine. Fakt on, et rahulolematuse korral kolib esimesena ära ettevõtlik nooremapoolne inimene. Koolide sulgemine ja väljaränne on ehk palju enam seotud just sellega kui muuga. Kui kusagil teha

ettevõtlusega tegelemine keerukaks (nt asjaajamise keerukus, otsustamatus, kadedus, vaenulikkus) ja samal ajal muutub inimese igapäevaelu raskeks (kool suletakse, teenindust kaotatakse, sõiduajad pikenevad), tekibki olukord, kus inimene kolib mujale. Kui kolijaks on ettevõtja, siis kaovad sageli ka koos temaga olemasolevad töökohad või potentsiaal nende loomiseks. Kui ettevõtlike inimeste järel lähevad kehva elukvaliteediga kohast ära ka aktiivsed ja kohusetundlikud töötajad (nad on alati oodatud sinna, kus on ettevõtjad), on omavalitsus juba kaotanud maksumaksjate parima osa. Seega vastupidiselt sellele, mida maksud soosivad – elanik on kasulik ja ettevõtte ebavajalik, sest ettevõtte tulumaks ei laeku kohaliku omavalitsuse eelarvesse –, peaks Eesti omavalitsused vaatama kriitiliselt üle, kuidas nende piirkonnas on ühildatud ettevõtja huvid ja arengutega arvestamine, kohaliku kogukonna toimimine ning elanikkonna püsimine. Siin on oluline seoste nägemine ja erinevate huvidel vahel tasakaalu tagamine. Kui kehtivad planeeringud ja arengukavad midagi ettevõtluse toetamiseks ette ei näe, siis ehk on selleks ülim aeg?

Kuigi detailplaneeringuid saab kehtetuks tunnistada, on mõistlikum kahjunõuete riski minimeerimiseks koostada nendele aladele, kus maakasutus

telefon 50 83 906, e-post: kaur.lass@headandlead.com

Juhtimine on lihtne. Planeerimine on kasulik.

www.headandlead.com





Näide põllule tehtud detailplaneeringust, kuhu on rajatud teed ja torustikud. Kui aga ei ole ei teid, torustikke ega ostjaid ja arendajal ei ole ka raha ega huvi, tasub ka detailplaneeringu puhul selle kehtetuks tunnistamise altarantiivi arutada. Võibolla on põllumaa põllumaaks jätmise üle lõpuks kõik õnnelikud? Arendaja võib nii pääseda asjatutest kuludest ja kõrgemast maa-maksust. Jõumeetodile tasub aga omavalitsusel alati eelistada võimalike alternatiivide arendajaga koos läbiarutamist

Fotod: Kaur Lass

ei vasta enam valla või linna eesmärkidele, uus planeering. Uue planeeringu koostamine võimaldab näiteks luua kvaliteetsema elukeskkonna suuremate kruntidega, seada rangemad või leebemad arhitektuuritingimused, lihtsustada projekteerimise ja asjaajamise põhimõtteid vms. Siiski ei tasu unustada, et korralike lepingute korral, kus arendajal lasub kohustus rajada infrastruktuur, võib detailplaneeringu tühistamine olla vahel ka päästerõngas arendajale. Kui arendajal on kohustus kohta, kus nõudlus puudub, rajada kehtiva detailplaneeringu alusel teed ja tehnovõrgud, võib planeeringu tühistamine võtta temalt tülika ja mittetasuva nõude matta oma raha killustikku, liiva, torudesse, asfalti jms. Buumiajal perspektiivikana tundunud põllukülas ei ole täna, homme ega ka lähiaastatel ostjaid kusagil näha ja ei saa ka olema, kuni Eesti elanikkond väheneb.

Planeeringute ülevaatamisel tuleb tähelepanu pöörata ka kehtiva(te) planeeringu(te) kvaliteedile. Hetkel on veel hea võimalus planeeringuid uuendada, sest Eestis tervikuna ületab kruntide pakkumine pigem nõudlust. Võib-olla aitab planeeringute ülevaatamise käigus arendajaga algatatud diskussioon leida uusi lahendusi? Kui mitte, siis on vald või linn vähemalt loonud ettevõtjaga taas kontakti ja on teadlik, mis kehtivast planeeringust võiks saada. Suhtlus omavalitsuse ja arendaja vahel tuleb alati kasuks. Meie riiki ju ettevõt-

lus- ja tööjõumaksudeta üleval pidada ei saaks. Kohaliku ettevõtja püsimine ja jätkusuutlikkus peaks olema valla ja linna huvi samavõrd kui ettevõtja enda huvi. Sel juhul on nii riigil kui vallal piisavalt tulu, et hoida üleval koole, lasteaedu, raamatukogusid, sotsiaalhoolekannet kui ka muud.

Kvaliteetne elu- ja looduskeskkond on väärtused, mis koos toimiva ettevõtluskeskkonnaga tõmbavad ligi ja hoiavad kohapeal elamas hea sissetulekuga maksumaksjaid, kes hoolivad oma kodukohast ja tahavad sellega siduda oma tuleviku. Iga inimene tahab oma elu arenguperspektiivi nägemiseks teada, mis suunas areneb kogukond ja omavalitsus. Kas igas Eestimaa nurgas on see täiesti selge? Kui ei ole, siis miks me imestame, et inimesed suunduvad sinna, kus nad näevad oma tuleviku jaoks võimalusi? Väljarände peatamiseks on vaja, et inimeste kodukoha väärtused oleksid märgatavad. Vaja on, et ettevõtlik inimene näeks kusagil piirkonnas toimetamises perspektiivi. Kas need on sinu (kui lugeja) kodukohas märgatavad? Kas su valla või linna üldplaneering toob need esile? Kas sul on huvi elada edasi seal, kus sa praegu elad? Kas näed seal töökohti oma perele ja naabritele? Kas seal on ettevõtjaid, kes on valmis hoidma või looma töökohti? Need on kõik olulised küsimused.

Üldise planeerimisloogika järgi on omavalitsuse eesmärgid ja arengustrateegia nii üldplaneeringu kui ka aren-

gukava ja muude sektorarengukavade (näiteks ühisveevärgi ja kanalisatsiooni arengukava, turismi arengukava vms) aluseks. Sealhulgas seisneb üldplaneeringu võlu selles, et see on kolmandatele osapooltele maakasutuse ja ehitamise alusel juriidiliselt siduv dokument. Seega on kohaliku omavalitsuse tasandil just üldplaneeringu süstemaatiline uuendamine ja teadlik elluviimine arengukavade, detailplaneeringute, projektide, rahataotluste, koostöölepingute ning omavalitsuse eelarve kaudu eesmärkide reaalsuseks saamise eelduseks.

Kui omavalitsuse eesmärgid ja sellest tulenevad ruumilise arengu põhimõtted ja regulatsioon vajavad muutmist, tuleb kogu vallale koostada uus üldplaneering. Alternatiivina saab üldplaneeringusse mingi teema kohta muudatusi sisse viia ka teemaplaneeringu või valla või linna osa üldplaneeringu kaudu. Seega on iga omavalitsuse olukord planeeringute aktuaalsuse tagamises uniikaalne ehk lähtub kohalikest oludest. Seniste planeeringute korrigeerimiseks või muutmiseks kasutatava planeeringu liigi valimisel tuleb otsustada sellist tüüpi planeeringu kasuks, mis on odavaim, lihtsaim ja kiireim tee valla või linna eesmärkide elluviimise tagamiseks.

Toome siinkohal välja peamised küsimused, mis vääriskid vastust planeeringute ülevaatamisel:

- 1) Kas kehtiv planeering võimaldab realiseerida omavalitsuse eesmäärke?
- 2) Kas kehtivad planeeringud tagavad soovitud strateegilise arengu ja kas neist piisab maakasutuse ja ehitustegevuse suunamiseks?
- 3) Kas kehtivad planeeringud on muutunud seaduste ja tänaste teadmiste kontekstis korrektsed? Kas need arvestavad valla- või linnavalitsuse ning volikogu huve?
- 4) Kas kehtiva planeeringu alusel on lihtne keelduda mittesoovitud arengust? Kas selle alusel on lihtne tagasi lükata nende detailplaneeringute või projekteerimistingimuste väljastamise taotlusi, mis ei täida valla või linna eesmärgi?
- 5) Kas üldplaneeringus ettenähtu järele on tulevikus vajadus? Kas üldplaneeringus on midagi puudu, mille järele on vajadus praegu? Kas üldplaneeringu täiendamiseks on parim uus üldplaneering, valla või linna osa üldplaneering või teemaplaneering? Või sobib selleks väikse lokaalse muutuse tõttu hoopis detailplaneering? Miks just üks neist nimetatutest?



Üks tööstusettevõtte võib luua eelduse terve piirkonna arenguks. Valmose tehase rajamisega sai Audru vallas terves piirkonnas lahendatud kanaliseerimise teema ja sinna tekkis nii mitmeid uusi ettevõtteid

- 6) Kas kõikide kehtivate planeeringute kontekstis on tagatud tasakaalustatud areng (nt paljude uute elumualade detailplaneeringute kehtimisel piisavalt kooli- ja lasteaiakohti, vaba tööjõu korral leidub alasid, kus arendada ettevõtlust vms).
- 7) Kas kehtivad planeeringud on end

õigustanud igapäevase asjaajamise alusdokumentidena? Kui ei, siis miks mitte ja mida neis tuleb muuta? Kas selleks võib olla üks võimalus mõni konkreetne detailplaneering kehtetuks tunnistada või üldplaneeringut või mõnda detailplaneeringut uue planeeringu koostamise teel muuta?

- 8) Kas kehtivad planeeringud on piisavalt motiveeritud ja korrektset menetletud, et kaitsta omavalitsuse huve võimalike vaidluste korral?

Saadud vastused võimaldavad otsustada, kuidas edasi talitada. Kui kehtivad planeeringud viivad ellu valla soov ja vald suudab neid hallata, on see hea. Siis saab planeeringu alusel teha kiireid teadlikke valikuid ja nii soosida ka valla eesmärkide realiseerumist ja majanduse elavnemist. Seega ei ole planeeringute ülevaatamine formaalne tegevus, vaid sisuline. Selleks et seda sisuliselt teha, tuleb ka kehtivatesse planeeringutesse ja nende tegelikku toimimisse süveneda. Aega on selleks loetud kuud.

Seekordne planeeringute ülevaatamine on unikaalne ka selles kontekstis, et tulenevalt üleriigilisest planeeringust „Eesti 2030+” on asutud või lähiajal asutakse koostama uusi maakonnaplaneeringuid. Planeeringute sisuline ülevaatamine võimaldab valdadel ja linnadel seega ka endale selgeks teha seisukohad, mida nad peaksid kaitsma ja esitama uute maakonnaplaneeringute koostamisel. Seekord on omavalitsustel sisulisest tööst seega topelt kasu!

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

VAADATES KIVI SISSE

SELGASE DOLOKIVI MUSTRITEST ÜLEILMSE GEOSÜND MUSENI

REIN EINASTO, AAT SARV

Tallinna Tehnikakõrgkool

1960ndate aastate keskel lõpetati Tallinnas suurtööstusliku paneelmajade massehitusviisi surve traditsioonilise ehituspae-kivi tootmine. Paekivitoodete tehas asus paest ainult killustikku tootma. Paekivist trepiastme- ja seinakatteplaatide valmistamine jätkus ainult Saaremaal Kaarma ja Tagavere kivitöökodades, kuhu dolokivi toormeplokke veeti ka mujalt: Mustjala lähedalt Selgase karjäärast mustrilist dolokivi, Tuiust karpdolokivi ja Ohtjalt sibulpaasi. Tagavere kulumiskindlamat kirjalist dolokivi kasutati valdavalt trepiastmeplaatide valmistamiseks. Põhitoodang rändas Saaremaalt Moskva ja Leningradi metroojaamade seintesse ning isegi Uljanovskisse Volga äärde. Saaremaal valmistatud katteplaate kasutati unikaalehitiste välisvoodriks sageli ka Eestis. Uuskasutuse väljapaistvad näited dolopaest hoonete kujul on Saaremaal: Külustuskeskus Kaalis ja Pärandkultuuri Keskus Angla Tuulikumäel Alver Saguri entusiastlikus teostuses, kus Selgase dolokivi on kasutatud nii välis- kui sisekujunduses sihiteadliku valiku ja imetlusväärse mitmekesisusega. Esmakordselt on enam kui sajandipikkuse vahe järel taas kasutatud monoliitseid sambaid hoone fassaadi suurejooneliseks kujunduseks (foto 1), [1, fototahvel VI].

Tallinna südalinnas, kunagise Eesti Energia hoone soklikorruse seintes Estonia puiestee 3 ja Balti jaama uuenenud hoone välisseintes, varem ka EKP keskkomitee (praegu välisministeeriumi) hoone välisvoodri kiridolokivi plaatide pindadel on avanenud mitmed kivi siseehituse detailid, mis motiveerisid neid pildistama ja selle eripärase pae mustrite tekkeviisi üle arutlema. Kihipindade ruumilised eripärad – katkestuspindade „taskud“, mudasööjate kaevumiskäigud, kuivuslõhed jt mikroreljeefi ebataasused – avalduvad selgesti vaid juhul, kui neid on võimalus jälgida nii vertikaalses kui ka horisontaal-


Foto 1. Selgase dolokivist Pärandkultuuri keskuse hoone Angla Tuulikumäel

Fotod: Rein Einasto


Foto 2. Selgase dolokivi iseloomulik tekstuur horisontaallõikes lasundi pealmisest porsumisvööst. Esialgne sinakashall püriidikiri on oksüdeerumisel roostepruuniks muutunud. Ussikäigud on heledamad; laiema käigu keskel on peenemad käigud tumedama täitega. Tumepruunid sirged katkendlikud kriipsud võivad tähendada algastme kuivuslõhesid

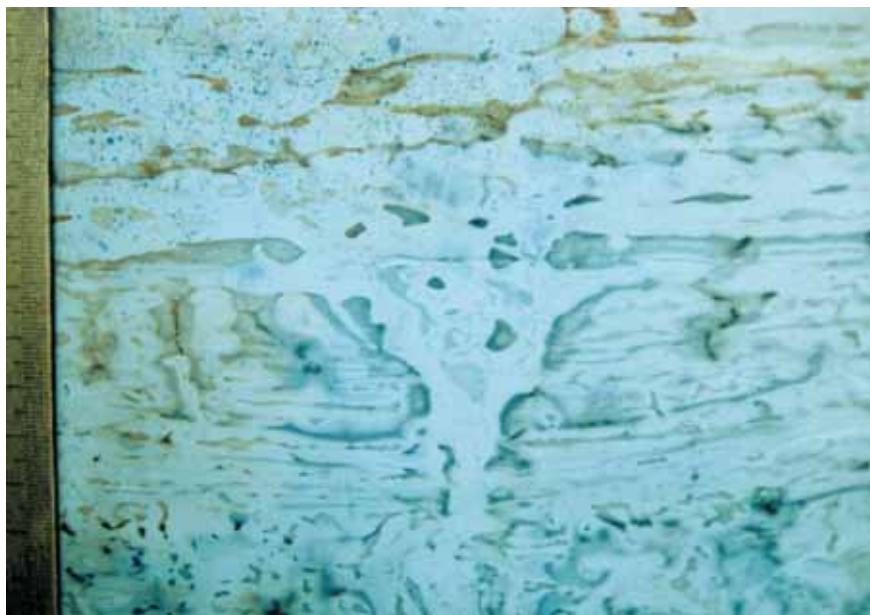


Foto 3. Selgase dolokivi iseloomulik tekstuur vertikaallõikes lasundi alumisest, valdavalt porsumata püriidikirjalisest osast. Keskkel lehtrikujuline laienenud servadega sügav kuivuslõhe

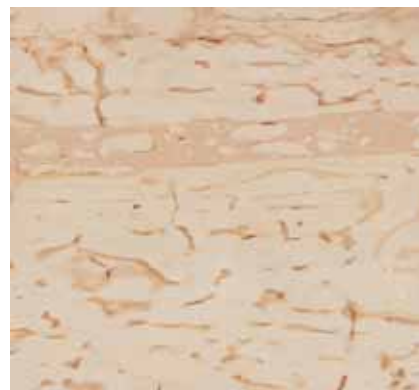


Foto 4. Tormitekkeline bretša vahekiht Selgase dolokivi lasundi pealmises porsunud osas

ses lõikes.

Selgase-tüüpi dolokivi on omanäolise „ussikirjalise” või korrapärase mustri- ga paksukihiline kuni massiivne savi-

kas, lausmudalise mikrokristallilise struktuuriga paas. Kivimi põhitunnused kõnelevad ühemõtteliselt nende mustrite settimisjärgsest päritolust mudasööjate organismide aktiivse elutegevuse (bioturbatsiooni) tagajärjel pehmes kõvastumata põhjamudas [2, 3]. Bioturbatsioon pehmes settes on tugevalt rikkunud settimisaegset rõhtsat kihilisust. Mudasööjate kaevumiskäikude kontuure markeerivad peenpihustunud püriidi (FeS_2) lisandist tulenevalt tumehallid viirud, mis lasundi ülaosa porsumisvöös on limoniidistunud ja seetõttu roostekollased kuni kastanpruunid ([1], fotod 2, 3). Sujuvkaarja kontuuriga käikude- ja roomamisjälgede-sisene kivim on heledam, sest hajutatud orgaanilise aine sisaldus käike täitvas settes on elutegevuse tulemusel vähenenud. Selgase-tüüpi kiridolokiviga analoogne kivim esineb Jaagarahu lademe avamuse idaosas Virtsu lähedal (Kurevere karjäär) ka rifivööndi taga ja biohermide vahel [4].

Laiad (ristlõikes kuni 4–5 cm) käigud moodustavad mõnedel kihipindadel suuremõõtmelise *polügonaalse võrgustiku*, mille „silma” läbimõõt ulatub üle poole meetri (foto 2). Ristlõikes on sellise võrgustikku moodustava süvise kuju mõnel kihipinnal lähedane servadelt ümaraks kulutatud *kuivuslõhedega* (foto 3), mille esinemine laguunitekkelises settelasundis on igati ootuspärane (2, 3). Samas on neid lõhesid täitev muda korduvalt mudasööjate poolt läbi uuristatud, eri generatsioonide täitematerjal mõneti erineb (foto 2). Selline vesiroti maapinnalähedasi käike meenutav võrgustik on mõõdetelt ja siseehituse poolest üsna sarnane Uhaku ja Kukruse lademe kukersiit-põlevkivi kihtkon-na paekihtides levivaile ovaalse ristlõikega käikudele Virumaal. Kas sellises sarnasuses peitub ka paleoökoloogiline sisu, jääb süsteemse võrdlusuuringuta küll lahtiseks, aga teritab tähelepanu ajalisel kaugete seoste võimalikkusele. Tasub meenutada, et kõige nooremad kukersiinirikkad merkivi vahekihid Eesti paelasumis on kindlaks tehtud just Jaagarahu lademe Maasi kihtidest, seega vahetult Selgase kihistiku lamamist Pangamäe, Oiu (552), Selja (512), Kaarmise (719) jt puursüdamikest, kokku 16 erineval lähedasel stratigraafilisel tasemel [5]. Selgase kihistiku alumises osas esineb selgete piiridega tormisetteline bretša vahekiht (foto 4). Samasuguse ehitusega selgepiirilised bretša vahekihid esinevad ka kihistiku ülemisest piirist vahetult kõrgemal.

Selgase põhikivimi plaatide kõrval äratavad tähelepanu hoopis erineva tekstuuriga lõikepinnad, milles esinevad kontsentriilise ehitusega vetikmoodustised – *onkoliidid* – ja mitmesuunalised, kuivuslõhesid meenutavad sirged isoleeritud „sooned”.



Foto 5. Dolomiidistunud sibulpaas kuivuslõhedega, mis täitunud tumedama lauspuurde settega. Ohtja karjäär, Rootsiküla lade, Vesiku kihid. Paeplaat seinas, Tallinn, Estonia puiestee 3



Foto 6. Selge ebatasane kulumisjälgedega ning kõrgendikel karstunud ja puurivate organismide „puretud” kaksikkatkestuspind Selgase kihistiku ussikirjalise dolokivi ülemisel piiril, mis selles piirkonnas markerib Jaagarahu ja Rootsiküla lademe piiri

Kivim on tumedam, porihall, lausteralise struktuuriga, rohke jämedama purdmaterjali lisandiga, viidates kujunemisele madaliku liikuvus püsiva lainetuse võõndis. Need plaadid pärinevad teisest, Helle Perensi kinnitusel Ohtja karjäärist, kus paljanduvat Rootsiküla lademe Vesiku kihitena tuntud mesotsükliidi basaalse osa sibulpaas (foto 5).

Selgase kihistiku ülemine piir on mitmeti probleemne, sest langeb avamuspiirkonnas kokku Jaagarahu ja Rootsiküla lademe piiriga, millega kaasneb märkimisväärne stratigraafiline lünk: Selgase kihistikul lasuvad vahetult Viita kihid, seega Jaagarahu lademe noorim, Sõrve kihistu, ja Rootsiküla lademe vanim, Iida kihistik, on Saaremaa loodeosas välja kiildunud [6, 7, 8, 9]. Kas sellest võib järeldada, et Selgase paekarjääris paljanduv Jaagarahu ja Rootsiküla lademe piir, intensiivse impregnatsioonivööga ebatasane, sile, kulutuse jälgedega katkestuspind (foto 6), mida seni pole trükisõnas iseloomustatud, peidab kestmavat stratigraafilist lünka? Kas see eeldanuks tugevat karstumist, intensiivse kulutuse jälgi, basaalkonglomeraadi esinemist jt kestva lünga tunnuseid? Samas on D. Nalivkin (1974) lünkadega seotud probleeme käsitledes rõhutanud, et sageli me küll näeme lünga tunnuseid, aga ei mõista neid mõtestada: ka kümneid miljoneid aastaid kestvad lüngad võivad olla varjatud, homogeenses kivimis märkamatud, geoloogiliselt hetkelised tormide kulutuslüngad ja vastavad setted (tempestitidid)

avalduvad läbilõikes selgelt [10]. Selgase karjääris on piirist kõrgemal arvukalt selgeid katkestuspindu, mille sidumine lõunapoolsete stratigraafiliselt täielikumat läbilõigetega võimaldab paremini mõista nimetatud ulatusliku stratigraafilise väljakiildumisega kaasnevaid fatsiaal-seid üleminekuid, mis on seotud avamere planktoonse eluviisiga graptoliitide ühe suurima väljasuremise järgi nime saanud *lundgreni*-sündmuse ilminguga Eesti siluri läbilõikes [11]. Ookeani pind oli selle sündmuse käigus alanenud üle 100 m ja kaldalähedased madalveelised merealad kontinentide ümber kuivaks jäänud.

Lääne-Saaremaa siluri geoloogilise läbilõike süvauuringud on tänu paelasumi terviklikkusele, fossiilirikkusele, puursüdamike rea olemasolule ainulaadne võimalus üleilmsete paleoökoloogiliste protsesside mõistmiseks. Selgase karjääri läbilõige pakub seetõttu rohket stratigraafilist ja fatsiaalset probleemistikku, eeldab maateadusliku loodushariduse vajadusteks esindusliku näidisseina kujundamist, praeguste dolokivi jääkide kõrvaldamist ja killustikuks töötlemist, kogu karjääri heakorrastamist, geoturismile avanemisel järkjärgulist rekultiveerimist. Nende kaevandamisega seotud keskkonnakultuuri püsiprobleemidega karjääri valdaja kinnitusest koostöös geoloogidega lähiaastail ka tegeletakse. Selgase kiridolokivi on vaieldamatult üks Eesti kõige omanäolisemaid ilmastikukindla dekoratiivpae erimeid ja väärib senisest oluliselt laiemat rakendust rahvuslikus ehituskunstis.

Kirjandus

- Einasto, R. (2013). Eesti rahvuskivi dekoratiivsusest III. Murenemise tähendusest loodusliku ehituspakivi värvitoonide kujunemises. – TTK Toimetised 15, lk 66–79.
- Einasto, R. (1970). | Эйнасто Р. 1970. Первичные доломиты. – Силур Эстонии. / Ред. Д. Л. Кальо. Таллин: Валгус, с. 46–55.
- Mikulaš, R., Dronov, A. (2006). | Микулаш, Р., Дронов, А. 2006. Палеоихнология. Прага.
- Einasto, R.; Sarv, A. & Suuroja, K. (2013). Laelatu ümbruse geoloogiline ehitus. – Estonia Maritima nr 9, lk 5–14 ja 252–259.
- Kõrts, A., Männil, R., Põlma, L. & Einasto, R. (1991). | Кыртс А. Л., Мянниль Р. М., Пылма Л. Я., Эйнасто Р. Э. 1991. Этапы и обстановки накопления кукурситовой (водорослевой) органики в ордовике и силуре Эстонии. – Важнейшие биотические события в истории Земли. Тр. 32 сессии Всес. палеонт. Общ. / Ред. Д. Л. Кальо, Т. Л. Модзалевская, Т. Н. Богданова. Таллинн, с. 87–95.
- Nestor, V. & Nestor, H. (1991). Dating of the Wenlock carbonate sequences in Estonia and stratigraphic breaks. – Proc. Estonian Acad. Sci. Geol., 40, 2, pp 50–60.
- Einasto, R. (1995). „Liivi keele” omapärast Baltika arenguloos // Liivimaa geoloogia, Tartu: Tartu Ülikool; Eesti Geoloogia Selts, lk 23–32.
- Kiipli, T., Einasto, R., Kallaste, T., Nestor, V., Perens, H. & Siir, S. (2011). Geochemistry and correlation of volcanic ash beds from the Rootsiküla Stage (Wenlock-Ludlow in the eastern Baltic). – Est. Journ. Earth Sciences, 60, 4, pp. 207–219.
- Nestor, H.; Einasto, R. (1997). Development of Ordovician and Silurian carbonate sedimentation basin // Geology and mineral resources of Estonia. / Institute of Geology; compiled and edited by Anto Raukas and Aada Teedumäe – Tallinn: Estonian Academy Publishers, pp. 192–204.
- Nalivkin, D. (1974). | Наливкин, Д. В. 1974. Проблемы перерывов. – Этюды по стратиграфии. / Ред А. Яншин. Наука, с. 10–21.
- Kaljo, D., Boucot, A. J., Corfield, R. M., Le Herisse, A., Koren, T. N., Kriz, J., Männik, P., Märss, T., Nestor, V., Shaver, R. H., Siveter, D. J., Viira, V. (1995). Silurian Bio-Events. – Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic. / Ed. O. H. Walliser. Springer, pp. 173–224.

2013. AASTAL ILMUNUD ARTIKLID

EHITUS, PLANEERINGUD

Keskkonnatehnika	Aidu saab maailmatasemel veespordikeskuse.	5/lk 38
Virola, J.	Bayonne'i sild New Yorgis sai 80-aastaseks.	1/lk 34
Virola, J.	El Puente Baluarte – kõrge vantsild Mehhikos.	2/lk 25
Virola, J.	Hiinas sai valmis suur Aizhai ripsild.	6/lk 36
Virola, J.	Incheon Grand Bridge – võimas vantsild Koreas.	4/lk 26
Einasto, R., Sillamäe, S.	Keskkonnakultuurist kultuurikeskkonnas. Paekivitoodete tehas – eeskuju tootmiskultuuris ja kõrgtehnoloogias.	4/lk 42
Salla, J.	Kommentaari Joonas Hiie artiklile Puittoodete kasutamisest passiivmajade ehitamisel.	1/lk 40
Kriipsalu, M., Koppel, L.	Kudjape prügimäe uus elu.	5/lk 36
Saar, M.	Kuidas ehitada radoonikindlat maja.	2/lk 18
Unga, E.	Mis on poorbeton?	5/lk 32
Reinson, R.	Radooniohust ja selle ennetamisest kergkruusa abil.	2/lk 20
	Ruukki tõi turule maailma esimese päike- seenergiat kasutava termokatause.	3/lk 29
Keskkonnatehnika	Sõpruse puistetele ehitatakse rohelist büroohoonet.	5/lk 26
Lass, K.	Taas on aeg süveneda kehtivatesse planeeringutesse.	6/lk 40
Saal, K., Timusk, M.	Tark klaas.	2/lk 12
Sasi, P.	Tartu tunnistas maaülikooli tehnikamaja 2012. aasta parima energialahendusega ehitiseks.	3/lk 21
Antsov, H.	Uudistoodete ehituses – klaasplastsarrus.	5/lk 18

ENERGEETIKA, AUTOMAATIKA

Gregor, I., Hirtentreu, A.	AS Konesko toodab tuulegeneraatoreid TUGE® 10 ja TUGE® 20.	4/lk 10
Hovi, M. jt	ECOHOUSING – energiatõhusate ja keskkonnahoidlike elamutele pühendatud projekt.	1/lk 9
Sigur, A.	Energiavaiad avardavad maakütte võimalusi.	5/lk 24
Takis, N.	Hoone tervise jälgimist saab automatiseerida.	5/lk 28
Pärn, I.	Hooneautomaatikasüsteem DynaTemp.	1/lk 21
Takis, N.	Interneti ja vabavara kasutamine tehnosüsteemide kaughalduses.	1/lk 25
Toomiste, H.	Kas Eestile on vaja tuumajaama?	1/lk 14
Joller, J., Tukmann, I.	Kas teate, kuhu elektrienergia kulub ja mis kvaliteediga ta tarbijani jõuab?	6/lk 30
Lotamõis, L.	Koduautomaatika – juhtmevabalt!	3/lk 30
Noor, M.	Kolm taastuvenergiaülevaadet.	1/lk 41
Hein, A.	Koostootmisel XRGi hoolitseb puhtama keskkonna eest ja hoiab kokku raha.	3/lk 18
Kärbo, N., Kumpas, S.	Nutimaja – terviklikult toimiv rätsepatöö.	1/lk 18
Ipsberg, H.	PHOTON-L – peeruvalgusest raketitehnoloogiani.	5/lk 34
Noor, M.	Päikeseelektri tootmine ja PV-paneelide müük 2012. aastal.	4/lk 36
Koppel, K.	Päikeseelektrijaamad on meie tulevik.	6/lk 28
Umbleja, S.	Seitsmel Eesti linnal on peagi uudsed tänavavalgustid.	5/lk 19

Laur, T.	Tabivere saab soojusenergiat biokütusest.	1/lk 24
Noor, M.	Tuuleenergeetika areng maailmas 2012. aastal ning prognoos aastani 2017.	4/lk 33
Saksa, D.	Tänapäevased võimalused turvalise ja veakindla automaatjuhtimissüsteemi ehitamiseks.	6/lk 33
Kelder, I.	Väiketuulikud <i>my!Wind</i> .	4/lk 6

GEOLOOGIA

Einasto, R.	Keskkonnakultuurist kultuurikeskkonnas. Looduskaitse pilguga Taevaskoja Emaläte varingust. Kuidas edasi?	4/lk 44
Pirrus, E. A.	Mõjutusi lähikõhmoosest.	4/lk 40
Suuroja, K., Kaljuläte, K.	Nabala needus ja geoloogiline kaardistamine.	2/lk 29
Suuroja, K., Suuroja, S., Ploom, K., Kask, A.	Unistus Helsingi-Tallinna tunnelist elab edasi.	3/lk 12
Einasto, R.	Vaadates kivi sisse. Püstakute dolomiidistumist Tallinna paes.	2/lk 42
Einasto, R., Sarv, A.	Vaadates kivi sisse. Selgase dolokivi must-ritest ülemise geosündmuseni.	6/lk 43
Einasto, R. jt	Üllatusi Pandivere paariigis. Kas ordoviitsiumi-siluri piirikihid ka Inju astangul?	5/lk 40

JÄÄTMED

Kirss, I.	Jäätmekogumisvahendid muudetakse taaskasutatavaks.	4/lk 19
Rüütelmann, M.	Taaskasutamine Jaapani moodi.	4/lk 16

KESKKOND

Gornischeff, P.	Eesti Kaubandus-Tööstuskoda aitab suurendada ettevõtete keskkonnateadlikkust ja selle läbi konkurentsivõimet!	2/lk 44
Kanarbik, L. jt	Eesti põlevkivikütetööstuste võimalik keskkonnamõju.	4/lk 28
Reinik, M.	Elu- ja töökesekkonna uuringud terviseameti laborites.	2/lk 24
Künnis-Beres, K. jt	Glüfosaadipõhiste herbitsiidide üledoseerimise või juhureostuse võimalik keskkonnamõju.	3/lk 40
Sadam, A., Indermitte, E.	Hallitusseened kui hoonete bioloogilised ohutegurid.	3/lk 26
Pilt, K., Noldt, U.	Hoonetes puitu kahjustavad putukad.	4/lk 20
Lahtvee, V.	Kasvuhoonegaasihoidet aitab vähendada nii investeerimine keskkonnasäästlikku tehnoloogiasse kui ka jalgrattaga töölõõitmine.	4/lk 31
Einasto, R.	Keskkonnakultuurist kultuurikeskkonnas. Leigo järvestu ja kõrgkultuuri kaitseks.	5/lk 44
Roots, O.	Kolmkümmend aastat Genfi konventsiooni jõustumisest.	2/lk 28
Polt, A.	Mida on hea teada radoonist?	6/lk 35
Mõts, K.	Naftareostusallikate identifitseerimine.	1/lk 12
Kisand, V.	Nanoosakesed meie ümber.	3/lk 9
Tomson, T.	Pilvealune päikesekiirgus.	1/lk 32
Pilt, K., Teder, M.	Sisekliima vastakaid probleeme.	2/lk 26
Põldeas, K.	Soojuspumbad tekitavad müra.	2/lk 23
Roots, O.	Stockholmi konventsiooni püsivate ohtlike orgaaniliste saasteainete loetelu pikenes.	4/lk 38
Moldov, R.	Tooteetiketidel muutub kemikaalide ohumärgistus.	2/lk 8

Einasto, R.	Vaadates kivi sisse. Vasalemma paas – meie vanim tropilise rifivööndi sete.	1/lk 36
Einasto, R.	Ökosotsiaalne kaevandamine, kas ka Eestis juba lähitulevikus?	3/lk 43

KÜTE, VENTILATSIOON

Kolk, T.	ComfoTube'i õhujaotuslahendused.	3/lk 32
Kaasik, H.	Eramaja kestlik kütmine.	2/lk 22
Pärn, I.	Hea sisekliima on võimalik saavutada ilma oluliste investeeringuteta.	5/k 22
Ida, L.	Interneti kaudu juhitud hoonete keskne soojustagastusega ventilatsioonisüsteem.	5/lk 30
Pärn, I.	Kütte- ja jahutussüsteemide dünaamiline hüdrauliline tasakaalustamine.	3/lk 24
Merevoo, M.	Passiivmajade küttesüsteemid.	1/lk 30
Kolk, T.	Terviklikud ja energiasäästlikud ventilatsioonilahendused <i>Comfosystems</i> .	1/lk 28

MAJANDUS

Lään, M.	Kaitsetollid ohustavad Euroopa ja Eesti päikeseenergeetikat.	3/lk 44
----------	--	---------

MESSID

Keskonnatehnika	DACH+HOLZ International.	5/lk 46
Pender, A-M.	Mess ChemBio 2013.	3/lk 46
Noor, M.	Mida oli uut Lyonis peetud keskkonnamessil <i>Pollutec</i> .	1/lk 43
Noor, M.	Plasti- ja kummitööstuse mess K2013.	4/lk 46

PUMBAD

Paara, T.	Pumpade uus ajajärk.	2/lk 15
-----------	----------------------	---------

Soo, H.	Roheline pumbatehnoloogia on edaspidi kohustuslik kogu Euroopa Liidus.	2/lk 16
---------	--	---------

TORUD

Matt, T.	PRO-moodulkaevud tagavad kanalisatsiooni tõrgeteta töö.	3/lk 38
----------	---	---------

VESI

Reinolt, M.	Anaeroobse biofiltriga septik.	2/lk 21
	Hansgrohe vihmadušid – võtad dušši säästlikult, ent mõnuga.	5/lk 27
Kasemägi, K., Reisner, R.	Inimtegevuse põhjustatud pinnaveekorrumus Eestis.	5/lk 16
Nõlvak, M.	<i>LIQUM LEW-100</i> – Innovaatiline vedelike kaugeiretehnoloogia.	6/lk 21
Laanearu, J.	Mere- ja jõevee koostoime dünaamikast Pärnu jõe suudmealal.	5/lk 10
Luste, S., Järvinen, E.	Nitrosoamiinid olmevees ja nende sisalduse määramine.	6/lk 10
Põldemaa, M., Mikkor, O.	Reovee väike-omapuhastite võrdlev uuring.	6/lk 16
Niglas, I., Artma, T.	Reoveepuhastites tekkiva settega on probleeme.	4/lk 13
Osjamets, M.	Salajõe vee kvaliteet ning selle mõju ümbruskonna kaevudele.	3/lk 35
Kaska, K.	SFA mini-lõikurpumpla – lahendus, mis avarab võimalusi.	5/lk 8
Laasik, A.	Sillamäel avati annuspuhasti.	6/lk 9
Sarap, G.	Vaakum-väliskanalisatsioon.	6/lk 15
Säärekõnno, J.	Veearvestite mõõtmistäpsusest.	6/lk 22
Tarkmees, V.	Vee-ettevõtjad toetavad reoveesette käitlemise regionaalsusprintsipi.	2/lk 10
Mäsak, K.	Veekasutuse majandusanalüüs.	5/lk 14
Poll, M.	Veekogusid aitab korda teha OÜ VKHT.	5/lk 13

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

NOVEMBER

- 12. 11. 2013** Hoonete energiatõhususe võimalused kaasaegsete tehniliste lahendustega. Seminar toimub Energia-säästunädala raames. Osavõtt tasuta
- 26. 11. 2013** Soojustuslahendused meie põhjamaises kliimas. Seminari viib läbi Paroc AS. Osavõtt tasuta
- 29. 11. 2013** Ehitusterminate ja ehitustehnoloogia uued digitaalsed veebiteenused. DigiEduET projekti seminar. Osavõtt tasuta

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

Õige aeg soetada *Radiodetection Ltd* traktorkaamerasüsteem P350!



P342

60-meetrine kaabel-tõukefiber
ratastega raamil

50-mm kaamerapea

Täisdigitaalne aruandlustarkvaraga
salvestus- ja vaatluskeskus.

Hind* 6293 € + km
(tavahind 8990 € + km)

* komplekti hind kehtib kuni laokaupa jätkub!

Info: Andres Minn, tel 503 0275, andres@lokaator.ee



P350

Kompaktne ratastel traktorkaamerasüsteem

Sobib 100 kuni 1000 mm läbimõõduga
torude sisemuse filmimiseks

Kaks kaldeanduriga kaameratraktorit sobivad
nii otsevaatava, pööratava kui ka suurendava
kaamerapea jaoks.

Saksa tootja *TROTEC-i* uued tööstuses kasutatavad energiasäästlikud õhukuivatid

TTK125S

Imab õhust 32 l vett ööpäevas

Võimsus 0.56 kW

Müratase 52 dB

Mõõtmed (p/l/k) 375/375/603

Mass 24 kg

Hind 912 €

TTK175S

Imab õhust 40 l vett ööpäevas

Võimsus 0.75 kW

Müratase 52 dB

Mõõtmed (p/l/k) 445/500/645

Mass 35 kg

Hind 1260 €

Info: Daini Toomik,
telefon 683 1904, daini@lokaator.ee



Lisainfo:
www.lokaator.ee

Mala GeoScience - maapinnaradarid
www.malags.com

Radiodetection Ltd -
kaabliotsimiseadmed ja torukaamerad
www.radiodetection.com

