

KESKKONNATEHNIKA

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

8/10
45 krooni

www.napal.ee



Ootame osalema
15. rahvusvahelisel
ehitusmessil

Eesti ehitab Est build 2011

6. - 9. aprillini 2011

Eesti Näituste
messikeskuses

Info ja registreerimine:

Eesti Näituste AS

Pirita tee 28

Tallinn

10127

tel 613 7335

faks 613 7437

e-post: epp@fair.ee

skype eppsultsmann

www.fair.ee/eestiehitab

XV RAHVUSVAHELINE EHITUSMESS EESTI EHITAB 2011 EESTI NÄITUSTE MESSIKESKUSES 6.-9. APRILL 2011



12



14



24



34

TOIMETUS

Postiaadress: Pk 2195, 10402 Tallinn

Väljaandja: OÜ Kalendrike

Tel 672 5900, ajakiri@keskkonnatehnika.ee, <http://www.keskkonnatehnika.ee>

Keskkonnatehnika ilmub alates 1996. aastast. Aastas ilmub kaheksa numbrit. Järgmine number ilmub veebruaris. Trükikoda: PRINTON.

Peatoimetaja:

Merike Noor, merike.noor@keskkonnatehnika.ee

Toimetajad:

Aleksander Maastik, (terminoloogia ja keel – A.M.),

Mallis Moora (keel)

Reklaam ja levi:

Marika Rebane, keskkonnatehnika@starline.ee

Margis Veevo, margis.veevo@starline.ee

Reklaamide kujundus: Raul Laugen

Küljendus: Mait Tooming



KESKKONNAINVESTEERINGUTE
KESKUS

ehitus, projekteerimine, planeeringud

- 15 Keskaegsed maakirikud on hävinemisohus. M. Kurotškin
- 22 Korterelamuid on vaja renoveerida komplekselt. K. Virkus
- 23 Kiire abi vanadele fassaadidele. Estbetox OÜ reklaamartikkel
- 34 Uus üleriigiline planeering Eesti 2030+ saab olla kokkulepe riigi arengu suunamiseks. K. Lass

energeetika, automaatika tööstus

- 6 AS Napal ehitab Ahtmesse katlamaja soojusvõimsusega 100MW. P. Pajumägi. AS Napal reklaamartikkel.
- 12 Tuuleenergeetika arengust maailmas ning uuringutest Tallinna Tehnikaülikoolis. I. Pertmann ja V. Selg
- 24 Bioplastid ja bioplasttööstus. J. Kers
- 28 Seal kus hakkur toime ei tule. A. Palatu

keskkond

- 31 Kas keskkonnamüra põhjustab tervisele parandamatuid tagajärgi? J. Adler
- 38 Looduskasutuse radikaalse täiustamise võimalus. H. Levald

raamatud

- 44 Ilmus Tallinna paeraamat. R. Einasto

vesi

- 9 Keskkonnaeksperti ja hüdrogeoloogi pilguga vaidlustest ehitusmaavarade kaevandamise keskkonnamõju üle. M. Metsur ja I. Tamm

- 42 Aastasisukord 2010
- 47 Summary

Keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seaduse muudatustest

Keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seaduse muudatused jõustusid 26. novembril. Seaduse muutmise eesmärk on tõhustada keskkonnamõju strateegilist hindamist (KSH) ja viia see kooskõlla Euroopa Liidu õigusega. Ühtlasi täpsustab seadus mõningaid keskkonnamõju hindamise (KMH) kohta käivaid sätteid. Näiteks sätestab muudatus kohustuse konsulteerida kõikide nende asutustega, keda strateegilise planeerimisdokumendi rakendamisega eeldatavalt kaasnev keskkonnamõju võib puudutada. Keskkonnaameti seisukoha küsimine on alati kohustuslik. Samuti täpsustatakse KSH aruande avalikustamise korda. Uue korra kohaselt peab KSH aruande avalik väljapanek kestma sama kaua kui strateegilise planeerimisdokumendi eelnõu avalik väljapanek, kuid mitte vähem kui 21 päeva. Samuti tuleb tagada, et aruande avalikustamisel on huvitatud osapooltel võimalus tutvuda ka strateegilise planeerimisdokumendi eelnõuga. Muutub ka asjaomastelt asutustelt KSH programmi osas seisukoha küsimise kord. Kui varem küsis seisukohta ainult KSH hindaja, siis nüüd on see tehtud KSH koostaja ülesandeks.

Ühtlasi täpsustab seadusemuudatus veekogude süvendamise ning nendesse tahkete ainete uputamise mahtusid. Eraldi tuuakse välja Peipsi järve, Lämmijärve ja Pihkva järve mahud, mille korral on KMH läbiviimine kohustuslik. Nimetatud järvede süvendamismahud ning neisse tahkete ainete uputamise mahud võrdsustati mahtudega, mis siiani olid sätestatud vaid mere puhul.

Lisaks muudeti seaduses nn topelthindamise sätet, mille kohaselt võib otsustaja jätta kavandatava tegevuse KMH algatamata, kui tal on tegevusloa andmiseks piisavalt teavet ja kavandatava tegevuse keskkonnamõju on juba asjakohaselt hinnatud. Seejuures kaotati ära nõue, mille kohaselt varem läbi viidud KMH aruande heakskiitmisest ei tohi olla möödunud rohkem kui neli aastat.

Keskkonnaministeerium

Keskkonnaministeerium ja Nabala piirkonna esindajad leppisid kokku täiendavate uurimistööde korraldamises

Keskkonnaminister Jaanus Tamkivi kohtus 16. novembril Kiili, Kose, Kohila ja Saku vallavanema ning Nabala Keskkonnakaitse Ühingu esindajaga, et arutada Nabala lubjakivimaardlas täiendavate uurimistööde korraldamist.

Täiendavate uurimistööde vajalikkust on rõhutanud nii Nabala piirkonna esindajad kui ka keskkonnaminister Jaanus Tamkivi. Senised üksikuuringud ei kata kogu piirkonda ega kajasta piisava detailsusega sealset keerulist põhjaveerežiimi. Tänavu suvel moodustas minister töögrupi eesmärgiga ette

valmistada kogu maardlat hõlmavate geoloogiliste uurimistööde lähteülesanne.

Suurim Nabala piirkonna valupunkt on keeruline põhjaveerežiim. Seepärast on kõige olulisem välja selgitada, kas ja millist mõju võib kaevandamine sellele avaldada. Uurimistööde peamise tulemusena peab valmima kogu piirkonna hüdrogeoloogiline mudel, mis võimaldab piisavalt täpselt ette näha kaevandamisega kaasnevat mõju.

Nabala piirkonna täiendavate geoloogiliste uurimistööde läbiviija leidmiseks korraldatakse rahvusvaheline riigihange. Uurimistööd on kavas teha 5-etapilisena. Kõikide etappide vahetuanded avalikustatakse ja antakse ekspertidele hinnata, kuid aruannete kohta saavad ettepanekuid teha ja arvamusi avaldada kõik soovijad.

Samaaegselt geoloogiliste tööde ettevalmistamisega on Keskkonnaamet algatanud Nabala piirkonnas leiduvate looduskoosluste, nende esinduslikkuse, väärtuste ja ohustatuse väljaselgitamise. Eesmärk on teha kindlaks, kas on põhjendatud MTÜ Looduskeskus esitatud ettepanek moodustada Nabala maastikukaitseala. Praegu on selles piirkonnas Rahaaugu hoiuala, Tammiku looduskaitseala ja Tuhala kaitseala, mis võtab riikliku kaitse alla ka Tuhala nõiakaevu.

Nabala lubjakivimaardla paikneb 8,6 ruutkilomeetri suurusel maaalal. Täiendavad geoloogilised uurimistööd on kavas läbi viia maardlast ligi 50 korda suuremal ehk 450-ruutkilomeetrilisel alal. Kuni geoloogiliste ja ka loodusväärtuste uurimistööde lõppemiseni on peatatud Nabala maardlas kaevandamislubade taotluste menetlemine. Maardla tulevik sõltub põhjalike uurimistööde tulemustest.

Uurimistööde lähteülesannet koostavasse tööühma kuuluvad Kose, Saku, Kohila ja Kiili valla esindajatena Tallinna Tehnikaülikooli geoloogia instituudi vanemteadurid Andres Marandi ja Leo Vallner ning Tallinna Tehnikakõrgkooli professor Rein Einasto. Keskkonnaministeeriumi esindavad lisaks maapõue osakonna juhatajale Tarmo Allile Tallinna Tehnikaülikooli emeriitprofessor Enn-Aavo Pirrus ja ministeeriumi nõunik Rein Raudsep.

Keskkonnaministeerium

Taastuvenergia osakaal kasvab kümne aastaga 25 protsendini

Valitsus kinnitas 25. novembril Eesti taastuvenergia tegevuskava aastani 2020, mille kohaselt suureneb taastuvenergia osakaal aastaks 2020 vähemalt 25 protsendini kogu siseriiklikust energiatarbimisest, et täita Eesti poolt Euroopa Liidus kokku lepitud kohustused.

Oluline ülesanne on taastuvate energiaallikate osakaalu suurendamine elektriturul. Kava kohaselt saavutab riik taastuvate energiaallikate abil toodetud elektri osaks tarbimises üle 15 protsendi.



Tegevuskava järgi on Eestis paigaldatud elektrituulikute koguvõimsus 2020. aastal 600 MW (praegu on see 150 MW). Suuremates linnades tuleb koostootmisjaamades kasutada elektri tootmiseks rohkem taastuvaid energiaallikaid. Hüdroenergia täiendav kasutuselevõtt on tagasihoidlikum.

Maismaatranspordis on eesmärk saavutada taastuenergia osakaaluks 10 protsenti kasutatud energiaallikatest. See tähendab, et aastal 2020 tuleks autotranspordis kasutada ligikaudu 90 000 tonni biokütuseid. Biokütuste osakaalu eesmärgi saavutamiseks tuleb edendada ka elektrisõidukite kasutuselevõttu.

Euroopa Liidu seatud Eesti vahe-eesmärk aastaks 2011 on saavutada taastuenergia osakaaluks 19,4 protsenti. Prognooside kohaselt peaks Eestis taastuenergia osa selleks ajaks olema juba 21,5 protsenti

Majandusministeerium

Aasta Taaskasutaja auhindade jagamisel võidutsesid tootmisettevõtted

Konverentsil „Prügi vabariik või prügivaba riik?“ (5. novembril) jagati välja üleeestilise konkursi Aasta Taaskasutaja 2010 auhinnad. Aasta Taaskasutaja Suure auhinna pälvisid **AS Wendre, Interconnect Product Assembly AS (IPA)** ja **Ülemiste Center OÜ**. Aasta Taaskasutaja 2010 Väikese auhinna võitsid **Solaris Keskus AS, UPM-Kymmene Otepää AS** ja **Flexa Eesti AS**.

AS Wendre suunab taaskasutusse 93 % tekkivatest jäätmetest. Eraldi sortitakse papp ja paber, kile, puit, metall, pakendid ja ohtlikud jäätmed (õli, päeavalguslambid). Suurima mahuga jäätmeliik on metall – 65 %. Koostöös TTÜ-ga püüab ettevõtte leida väljundit polüesterkiule.

Interconnect Product Assembly AS (IPA) tegeleb kõrgtehnoloogiliste sõlmede koostamisega. Ettevõtte taaskasutusmäär on 86 %. Eraldi sortitakse paber, kartong, kile, plast, ohtlikud jäätmed (akud ja patareid), kaablijäägid, metall ja puit. Igas tootmisüksuses on jäätmete nõuetekohase sortimise eest vastutaja, arvestust peetakse jäätmete taaskasutusse suunamise üle.

Ülemiste Center OÜ jäätmete taaskasutusmäär on 95 %, eraldi sortitakse pakend, biojäätmek, papp, paber, metall, kile ja toiduõli. Suurim jäätmeliik (29 % koguhulgast) on plastist müügiapakend. Regulaarselt koolitatakse töötajaid ja rentnikke ning korraldatakse sotsiaalseid kampaaniaid (näiteks kilekoti vahetamine riidest koti vastu).

Solaris Keskus AS-is on jäätmete taaskasutusmäär 48 %, eraldi sortitakse klaas, kile, plast, paber ja kartong, toiduõli, ohtlikud jäätmed ja metall. Kõige rohkem tekib plastist müügiapakendeid – 27 %. Kõiki rentnikke on instrueeritud, kuidas jäätmeid koguda ja sortida.

UPM-Kymmene Otepää AS tegeleb vineeri tootmisega. Taaskasutusse suunatakse 94 % jäätmeid. Eraldi sortitakse paber ja papp, kile, puit, ohtlikud ja biolagunevad jäätmed. Puidu osakaal jäätmetes on 80 %.

Flexa Eesti AS tegeleb lastemööbli tootmisega. Jäätmete taaskasutusmäär on 98%, eraldi sortitakse ehituspraht, ohtlikud jäätmed (liimijäätmed), puit, papp ja paber ning metall. Jäätmetest on suurima osakaaluga puit – 89 %. Toodetes kasu-

tatakse kemikaalivabasid tekstiile “Öko-text”, mööbli värvimiseks ja lakkimiseks kasutatakse võimalikult loodussõbralikke lahendusi. Mööbli tootmiseks kasutatakse sertifitseeritud FSC puitu. Saepurust toodetakse pelletteid.

Aasta Taaskasutaja auhinda jagati tänava üheksandat korda. Auhinna eesmärk on tunnustada ettevõtteid, kes sordivad ja suunavad jäätmeid taaskasutusse. Konkurss on avalik ja osaleda võivad kõik ettevõtted ja organisatsioonid.

Ragn-Sells AS

Otepää linna elanikud said uuendatud veevärgi ja kanalisatsiooni

30. novembril toimus Euroopa Liidu Ühtekuuluvusfondi kaasrahastamisel valminud Otepää linna reoveekogumisala veeprojekti pidulik lõpetamine. Nüüd on kõigil Otepää elanikel võimalik liituda ühisveevärgi ja -kanalisatsiooniga ning juba aastakümneid käigus olnud torustikud ja pumplad on ajakohastatud. Projekti raames uuendati 1,96 km veetorustikke, 0,99 km kanalisatsioonitorustikke ning kaks linna veevarustuse stabiilsuse tagamiseks vajaminevat puurkaevpumplat, mis jäävad tööle reservpumplatena. Täielikult rekonstrueeriti Alajaama reoveepuhasti ning rajutati 2,14 km veetorustikku, 1,74 km isevoolset kanalisatsioonitorustikku, 1,29 km survekanalisatsioonitorustikku ja 6 reoveepumplat.

Projekti lõppmaksumuseks kujunes 23,95 miljonit krooni, sellest 18,7 miljonit oli EL Ühtekuuluvusfondi toetus ja 5,2 miljonit toetuse saaja AS Otepää Veevärk omafinantseering. Ehitustöid tegid AS Merko Ehitus ja AS Oma Ehitaja.

Keskkonnatehnika

Lufthansa võtab kasutusele biokütust tarbivad Airbusi lennukid

Lufthansa käivitab alates 2011. aasta aprillist esimesena maailmas biokütusel põhinevad reiseid, kasutades selleks IAE moortoritega Airbus A321 lennukeid.

Igapäevaselt Hamburgi ja Frankfurti vahel ühendust pidama hakkavad lennukid kasutada biokütuste segu, mis koosneb 50 % ulatuses hüdrogeenitud ehk vesinikuga töödeldud taimeõlist. Esialgu on lennukid plaanitud kuueks kuuks osana tehnoloogiuuringute programmist “Burn Fair”, et teha kindlaks, milline on biokütuste pikaajaline mõju lennukite sooritusel. Airbusi ülesanne on pakkuda tehnilist abi ning jälgida kütuse “käitumist”. Biokütust toodab Lufthansale Neste. Airbus teeb biokütuse kasutuse vallas koostööd ka teiste lennuliinidega. Nii toimus 22. novembril esimene biokütuse jõul sooritatud lend Ladina-Ameerikas.

Keskkonnatehnika

Ilmus käsiraamat „Betooni pinnad”

Eesti Betooniühing esitles 30. novembril Ehituskeskuses oma uut raamatut „BÜ4: Betooni pinnad”. See on esimene eestikeelne ülevaatluk juhendmaterjal, kus tutvustatakse põhjalikult betooni pindade omadusi ja kasutamist, andes selgeid juhiseid nende klas-sifitseerimiseks ning kvaliteedi hindamiseks. Rikkalikult illustreeritud raamat on mõeldud arhitektidele, ehitajatele, projekteerijatele, samuti kõrgkoolide õppejõududele ja üli-õpilastele.

„BÜ4: Betooni pinnad” valmimisse andsid oma panuse Eesti betooniala tunnustatud eksperdid Mart Arro (AS E-Betoonement), Toomas Laur (Tallinna Tehnikaülikool), Mati Laurson (OÜ Savekate), Heiki Meos (OÜ EstKONSULT), Viktor Mõisja (AS Merko Ehitus), Riho Oras (OÜ Conviso), Kaspar Parkja (AS Tartu Maja Betoontooted), Kalev Ramjalg (OÜ Roxor Ehitus), Enno Rebane (Eesti Ehitusmaterjalide Tootjate Liit), Tanel Tuisk (Tallinna Tehnikaülikool).

Keskkonnatehnika

Valitsus kiitis heaks ruumiandmete seaduse eelnõu

2. detsembril kiitis Vabariigi Valitsus heaks seaduse eelnõu, mis reguleerib Eesti avalikus halduses täiesti uut andmete kategooriat – ruumiandmeid. Ruumiandmed on sellised andmed, mis otseselt või kaudselt osutavad konkreetsele asukohale või geograafilisele alale. Nende hulka kuuluvad ka andmekogudes hallatavad andmed, mis kirjeldavad ruumi-objektide asukohta, omadusi ja kuju geograafilises ruumis.

Eelnõu sätestab avaliku võimu kandjate kohustused nii enda kogutud ruumiandmete haldamisel ja jagamisel teiste avaliku võimu kandjatega ning EL institutsioonidega kui ka nende kättesaadavaks tegemisel avalikustamise kaudu.

Seaduse jõustumisel antakse riiklikule geoinformaatikale õiguslik ja riigihalduslik sisu ning selle rakendamise olulised põhimõtted. Nii on näiteks seaduse eelnõus sätestatud põhimõte, et ruumiandmete otsimine ja vaatamine peab olema kõigile võimalik tasuta.

Ruumiandmete seadus loob ka alused ja eeldused riigi ruumiandmete erasektorile kasutusse andmiseks ning ruumiandmeteenuste väljaarendamiseks ettevõtjate poolt.

Eelnõu väljatöötamise ajendiks on vastavasisulise EL INSPIRE-direktiivi Eesti õigusesse toomine, sisuliseks põhjuseks aga vajadus kasutada igapäevases otsustusprotsessis õigeid ja kvaliteetseid ruumiandmeid ning pakkuda neid nii Eesti kui ka EL poliitikate kujundamisel.

Eelnõu planeeritakse seadusena jõustada 2011. a 1. jaanuarist.

Keskkonnaministeerium

Caterpillar ostab mootoritootja MWM

Caterpillar, maailma juhtivaid mootori- ja generaatoritootjaid, ostab ära säästlike alternatiivkütusel töötavate mootorite juhtiva tootja MWM, suurendades seeläbi pakutavaid lahendusi säästva energia tootmiseks. Kogu tehingu väärtus on hinnanguliselt 580 mln €.

MWMi omandamisega laiendab Caterpillar oluliselt oma tootevalikut säästvate energiatootmislahenduste valdkonnas. Fimal MWM ehk Motoren-Werke Mannheim (<http://www.mwm.net>) on rohkem kui 135-aastane kogemust maagaasi, erigaaside (nt biogaas) ja diisliga töötavate sisepõlemismootorite arendamisel ja optimeerimisel.

Wihuri AS

ABB investeerib taastuvenergia ettevõttesse 13 miljonit dollarit

Juhtivenergeetika- ja automaatika-tehnoloogia kontsern ABB Group teatas novembris 13 miljoni dollari suurusest investeeringust Šoti ettevõttesse Aquamarine Power, kes on välja töötanud tehnoloogia rannikulähedaste lainete abil elektri tootmiseks. Investeering avab ABB-le ukse arenevale laineenergiatehnikale, kus ABB energiasüsteemide, jõuelektroonika ja keskpingeajamite müük võib üsnagi edukaks osutuda.

Aquamarine'i laineenergia kogumisseade Oyster koosneb ranniku lähedal asuvasse merepõhja kinnitatud mehaanilisest liigenditega klapist, mis juhib kõrgsurve veejoa kaldal asuvasse elektrit tootvasse turbiini. Süsteemi on lihtsam paigaldada ja hooldada kui teisi laineenergia kogumissüsteeme ning see on saanud taastuvenergia uuenduste eest mitu auhinda.

Novembris 2009 hakkas esimene täismööduline näidis-Oyster tootma elektrit Šotimaal Orkney saartel asuvas Euroopa mereenergia keskuses. Turule tulles võib Oysteri laineenergia kogumisseadet kasutada laineenergiarajatistes, mis toodavad üle 100 megavati energiat.

Allikas: ABB AS



Euroopa Komisjon kuulutas välja keskkonnajuhtimise auhinna võitjad

Euroopa keskkonnajuhtimis- ja keskkonnanäidatavimissüsteemi (EMAS) auhinna võitjad kuulutati välja 25. novembril Brüsselis toimunud auhinnatseremoonial. Komisjoni igaaastasi keskkonnanäidatavimissüsteemi silmapaistvate keskkonnanäidatavimissüsteemide alates 2000. aastast. Sel aastal keskenduti ressursitõhususele, võttes arvesse vee ja energia tarbimist, jäätmeteket ja CO₂-heidet. Auhinnale kandideeris 42 organisatsiooni 15 Euroopa riigist. Žürii, kuhu kuulusid kuus keskkonnajuhtimise ja ressursitõhususe eksperti, valis välja kuus võitjat.

Mikroettevõtetest võitis Itaalias (Napolis) asuv heategevusorganisatsioon Soc. Coop. Dog Park a r.l, mis pakub peavarju, igapäevast hooldust ja arstiabi hulkuvatele ja kodust ära jooksnud koertele. Žürii tunnustas organisatsiooni tegevust ressursitõhususe saavutamisel. Näiteks on 30% vähendatud veetarbimist igapäevategevustes (nt koerte puhastamine ja kuutide pesemine). Kuutides kasutatakse allapanuks paberihundist läbi käinud kontoripaberit.

Väikeettevõtetest võitis Eesti trükikoda Ecoprint AS, kes pakub Rohelise trükise keskkonnasõbralikku trükiteenust. Märkimisväärsete saavutustena võib nimetada sademevee kasutamist trükikojas niisutussüsteemis, mis vähendab veetarbimist hinnanguliselt isegi 60%, kontoripaberi kasutamise 44% vähendamist 2009. aastal ning energiasäästu tänu tuulegeneraatorite ja päikesepaneelide kasutamisele.

Keskmise suurusega ettevõtetest võitis Belgia firma Oxfam-Solidarité, kes toetab oma toidu- ja käsitööpoodide tuludest enam kui 25 riiki. Korduskasutuse ja ringlussevõtu abil pikendab organisatsioon vanade arvutite eluiga. Enam kui 40% nende kogutud arvutitest parandatakse ning müüakse maha kasutatud kaupade poodides. Arvutid, mida parandada ei saa, lammutatakse, mõned osad võetakse korduskasutusse ning ülejäänud saadetakse ringlussevõttu. Oxfam-Solidarité on kahe aasta jooksul vähendanud oma paberikasutust 20% ning transpordist tingitud CO₂-heidet tänu missioonide paremale planeerimisele ja marsruudi kavandamisele 10%.

Suurettevõtetest võitis Hispaania õlletehas Mahou S.A., kelle moto on „Kasvame suuremaks keskkonnamõju kasvatamata“. Mahou-San Miguel Group, kes toodab 80% teistesse riikidesse eksporditud Hispaania õlest, on tänu sortimisele vähendanud oma jäätmete prügilasse ladestamist enam kui 90%. Viimase kümne aasta jooksul on ettevõtte suutnud vähendada oma CO₂-heidet enam kui 45% tänu energijuhtimissüsteemile, mis on vähendanud soojusenergia vajadusi, ning biogaasi kasutamisele alternatiivse kütuseallikana.

Avalik-õiguslikest organisatsioonidest võitis väikeorganisatsioonide kategoorias Eberswalde rakendusteaduste ülikool (Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Saksa-maa), kes on pühendunud maapiirkondade säästvale arengule. Ülikooli tunnustati keskkonnasäästliku infotehnoloogia kasutamise eest: arvuteid ja servereid valitakse selle järgi, milline on nende energiatarbimine ning kui hästi saab neid lahti võtta ja ringlusse saata. Märkimisväärsete saavutustena võib nimetada keskkonnasõbralikku kontoritarvete ja -seadmete

hankeprotseduuri, puidugraanulitel töötavat küttesüsteemi ning rohelise elektri ja päikesepaneelide kasutamist. Üliõpilastele antakse teadmisi ka säästva arengu teemadel.

Suurorganisatsioonide kategoorias võitis Ühendkuningriigis West Midlandsi piirkonnas West Bromwichis asuv sotsiaalkorteritega tegelev organisatsioon Sandwell Homes, kes pakub hoonete halduse, remondi- ja hooldustööde teenuseid ligi 30 000 omavalitsuse valduses olevale eluruumile. Organisatsioon vähendab oma hallatavates hoonetes energiatarbimist ja toorme kasutamist ning kasutab oma energia tootmiseks päikesepaneelide. Projekti „Keskkonnasõber“ kaudu innustatakse osalema ka elanikke ning keskkonnateemalised veebilehed jagatakse näpunäiteid heade tavade kohta.

Keskkonnatehnika

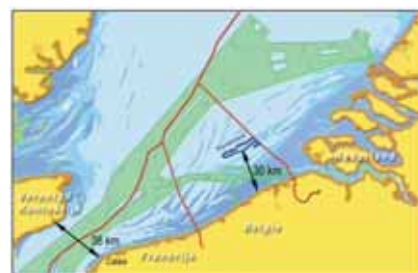
ABB Group sai Belgiast 125 miljoni dollarilise tellimuse avamere tuulepargi ühenduse rajamiseks

30 kilomeetri kaugusel rannikust asuv tuulepark toodab rajatava ülekandeliini kaudu Mandri-Euroopa võrku 325 megavatti (MW) rohelist energiat. Ülekandeliin on osa Thornton Banki tuulepargi laiendusest. Esmesest etapis rajatakse kuus tuuleturbiini koguvõimsusega 30 MW ning ühendatakse mandriga ABB ülekandeliini

kaudu. Projekti teises ja kolmandas etapis lisandub tuuleparki veel 48 tuuleturbiini, mis ühendatakse samuti maismaaga.

ABB vastutab merel asuva tuulepargi alajaama ning nii vee alla kui maismaale paigaldatava ülekandekaablite süsteemi inseneritöö, projekteerimise, tarnete ja käikuandmise eest. Tuuleturbiinid on ühendatud veealuste keskpingeakaablite kaudu merel asuva transformaatorijaamaga, kus pinget saab tõsta kuni 150 kilovoldini (kV), ja mandril asuva võrguga. Elektrienergia edastatakse jaotusvõrku Bredenes asuva Slijkens kõrgepingealajaama kaudu. 2013. aastal tööle hakkav tuulepark aitab vähendada CO₂-heidet 450 000 tonni võrra aastas. Tuulepargi planeeritud võimsus on 1000 gigavatt-tundi elektrienergiat aastas, mis võrdub 600 000 inimese iga-aastase tarbimisega Belgias.

Allikas: ABB AS



AS NAPAL EHITAB AHTMESSE KATLAMAJA SOOJUSVÕIMSUSEGA 100 MW

vt fotot esikaanel

PEETER PAJUMÄGI

ASi Napal projektijuht

AS NAPAL ja Nordecon International AS sõlmisid 2009. aasta suvel Kohtla-Järve Soojus AS-ga lepingu reserv- ja tippkoormuskatlamaja ehitamiseks Ahtmesse. Uus katlamaja hakkab andma Kohtla-Järve Ahtme linnaosale ja Jõhvi linnale soojust 2011. aasta jaanuaris. Tehnoloogilise osa ehitab AS Napal ning üldehitustööd teeb Nordecon International AS. Tegemist on viimase kahekümne aasta suurima keskküttekatlamaja ehitamisega Eestis. Esimese katla proovikäivitamine toimus 23. novembril 2010 – vaid aasta pärast nurgakivi panemist.

Katlamajas on kolm Taani firma Danstoker ASi veekatelt võimsusega 27 MW ning üks Saksamaa firma Loos GmbH 10 MW-ne veekatel ja üks sama firma 15 t/h aurukatel.

Veekatlad on konstruktsioonilt leeksuutsutorukatlad, mille töörohk on kuni 16 baari ning töötemperatuur 150 °C. Katlad on kahe koldega ning nad on varustatud kahe Weishaupt GmbH LowNO_x-põletiga. Kaht Danstoker 27 MW-st katelt köetakse maagaasiga ning üks Danstoker 27 MW-ne katel on varustatud Weishaupt'i kahekütusepõletiga, mis võimaldab põletada nii maagaasi kui ka rasket kütteõli. Loos GmbH 10 MW-ne veekatel ja sama firma 15 t/h aurukatel on varustatud Saksamaa firma Saacke GmbH kahekütusepõletitega, mis võimaldavad samuti põletada nii maagaasi kui ka rasket kütteõli. Raskest kütteõli kasutatakse avariikütusena.

Suurema kasuteguri saavutamiseks on kõikidele kateldele paigaldatud ökonamaisrid, milles korstnasse minevad suitsugaasid soojendavad katlasse juhitavat vett siis, kui katelt köetakse maagaasiga. Kui põletatakse rasket kütteõli või põlevkiviõli, juhatakse suitsugaasid ökonamaisritest mööda.

Kõik veekatlad on komplekteeritud katla omaringluspumpadega, mis tagavad tagastusvee minimaalse lubatava temperatuuri. Sellega välistatakse



Mustamäe katlamaja veekatla PTVM 100 põletid nr 2, 4 ja 6

suitsugaaside kondenseerumist katelde suitsukäikudes ning pikendatakse kateldele tööiga. Veekatlad on varustatud ka seisukütte-kontuuriga, mis võimaldab reservis olevaid katlaid ühtlasel temperatuuril soojas hoida.

Katlamajal on 60 m kõrge korsten. Iga katla jaoks on eraldi lõõr ning peale nende on korstnas ka teenindusredel ja vaheplatvormid, mida mööda saab ohutult korstna tippu tõusta. Korstnast väljuvate suitsugaaside koostist mõeldakse analüsaatoritega ning pidev seire võimaldab jälgida põlemise tõhusust ja atmosfääri paisatavate heitmete koostist.

Vesi ringleb kaugküttevõrgus kolme katlamajas paikneva pumba (jõudlus 2 800 m³/h ja tõstekõrgus 95 m) toimet.

Küttevõrgu täitmiseks lisaveega ning soojuspaisumise kompenseerimiseks on paigaldatud 100 m³ suurune püstmahuti, mille ülaosa täidetakse 0,2 baarise rõhu all oleva auruga, et vältida mahutis oleva vee rikastumist hapnikuga. Järvest võetava lisavee etteval-

mistusseadmed suudavad selitada ja filtreerida kuni 100 m³ vett tunnis. Veepehmenusfiltrite maksimaalne jõudlus on 70 m³ vett tunnis.

ASi Napal põhitegevusvaldkonda kuuluvad soojustehnika ja tööstusautomaatika terviklahendused alates projekteerimisest ja ehitamisest kuni objekti käivitamiseni. Pakume ka objektide regulaarset hooldust ning 24-tunnist valmisolekut rikete kiireks kõrvaldamiseks (hooldustööd teeb Napal Service OÜ meeskond). Hooldatavaid katlamaju ning muid soojustehnilisi objekte on meil tänaseks kogunenud juba üle saja.

AS Napal on seni käiku andnud uusi katlamaju koguvõimsusega üle 800 MW ning renoveerinud katlamaju koguvõimsusega üle 1000 MW. 2010. aasta töödest väärrib peale Ahtme katlamaja esiletõstmist ka ASi Tallinna Küte Mustamäe katlamaja veekatla PTVM-100 renoveerimine (neljas analoogiline projekt, mille AS Napal on teostanud). Katlal vahetati välja kolde ekraantorud ning paigaldati uued, firma Hamworthy LowNO_x-kahekütusepõletid. Esimeste katsetuste tulemused maagaasiga töötades on väga head: põlemisgaaside mõõdetud NO_x-sisaldus jäi alla 100 mg/nm³, mis on normist (120 mg/nm³) oluliselt väiksem. See näitab veenvalt, et ka nõukogude ajal toodetud normaalse soojusliku erikoormusega energeetilisi katlaid on mõnikord mõistlik lammutamise asemel renoveerida.

A.M.



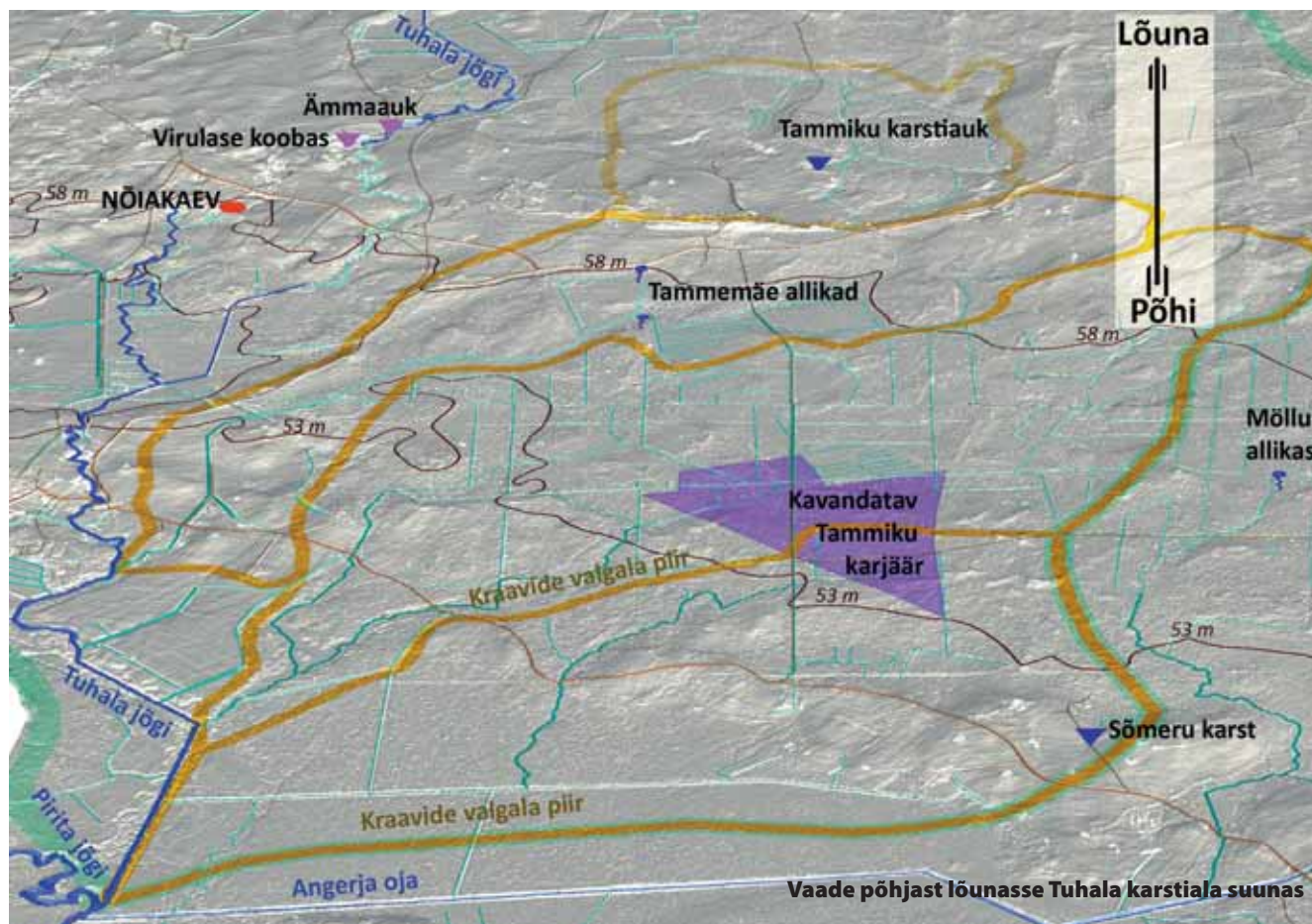
AS NAPAL

Nõmme tee 95/Tüve 22a, Tallinn

Tel 6274 700, faks 6274 710

e-post: napal@napal.ee

www.napal.ee



KESKKONNAEKSPERDI JA HÜDROGEOLOOGI PILGUGA VAIDLUSTEST EHTUSMAAVARADE KAEVANDAMISE KESKKONNAMÕJU ÜLE

MADIS METSUR ja INDREK TAMM

AS Maves

IGASUGUNE inimtegevus põhjustab keskkonnas muutusi, mis ei pruugi kõigile meeldida. Viimastel aastatel on üldsuse tähelepanu all uute lubjakivikarjääride kasutuselevõtu ettevalmistamine Harjumaal ja mujal Eestis. Kaevandamisloa saamiseks tuleb üldjuhul hinnata keskkonnamõju. Selle raames ja väljaspool seda käivad tulised vaidlused, et mida kõike ja kui suures ulatuses tuleks keskkonnamõju hindamisel uurida ja selgitada. Tavaline on ka kurtmine, et KMH aruanne on

pealiskaudne ning aruande koostanud ekspert pole erapooletu.

MÕNED LEVINUMAD TÄPSEMAT SELGITUST VAJAVAD ASJAOLUD KESKKONNAMÕJU HINDAMISEL

- Tegevusloa saamiseks vajalikul keskkonnamõju hindamisel tuleb uurida kõikvõimalikke muid võimalusi Eestis ja kogu Euroopa Liidus. Keskkonnamõju hindamisel ei ole

enam õige aeg ega võimalik lahendada planeerimise, karjääri asukoha valiku ja keskkonnamõju strateegilise hindamise ulatusega küsimusi.

Planeerimistegevuse üleriigiline korraldamine ja järelevalve on Siseministeriumi ning maakonnas maavalitsuse pädevuses. Maardlate ja maavaravaru kaevandamisest mõjutatud alade kasutustingimuste määramine on planeerimisseaduse kohaselt maakonna-planeeringu ülesanne. Samas ruumilist planeerimist planeerimisseaduse tä-

henduses karjääride rajamisel praktikas ei toimu [1].

• **KMH viib valdavalt keskkonnanloa väljaandmisele.**

See ongi tegevusloa KMH ülesanne. Keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seaduse (§ 2, lõige 1) alusel on keskkonnamõju hindamise eesmärk:

- 1) teha kavandatava tegevuse keskkonnamõju hindamise tulemuste alusel ettepanek kavandata tegevuseks sobivaima lahendusvariandi valimiseks, millega on võimalik vältida või minimeerida keskkonnaseisundi kahjustumist;
- 2) anda tegevusloa andjale teavet kavandatava tegevuse ja selle reaalsete alternatiivsete võimalustega kaasneva keskkonnamõju ning negatiivse keskkonnamõju vältimise või minimeerimise võimaluste kohta;
- 3) võimaldada keskkonnamõju hindamise tulemusi arvestada tegevusloa andmise menetluses.

Kavandatavat tegevust käsitletakse tegevusloa menetluse avamisel määratud asukohas ning asukohast lähitult hinnatakse ka keskkonnamõju. Tegevuslubadesse saab kirjutada keskkonnala puudutavate asjakohaste õigusaktide nõudeid ning lisameetmed keskkonnahäiringute vähendamiseks peavad olema selgelt põhjendatud, muidu võidakse neid protestida.

• **Keskkonnamõju hindamisel peab hindama igasugust keskkonnamõju.**

Keskkonnamõju hindamisel tuleb keskenduda eelkõige olulise keskkonnamõju väljaselgitamisele ja keskkonnanloa sellest tulenevate keskkonnanõuete määratlemisele. Keskkonnamõju on oluline, kui see võib eeldatavalt ületada tegevuskoha keskkonnataluvust, põhjustada keskkonnas pöördumatuid muutusi või seada ohtu inimese tervise

ja heaolu, kultuuripärandi või vara.

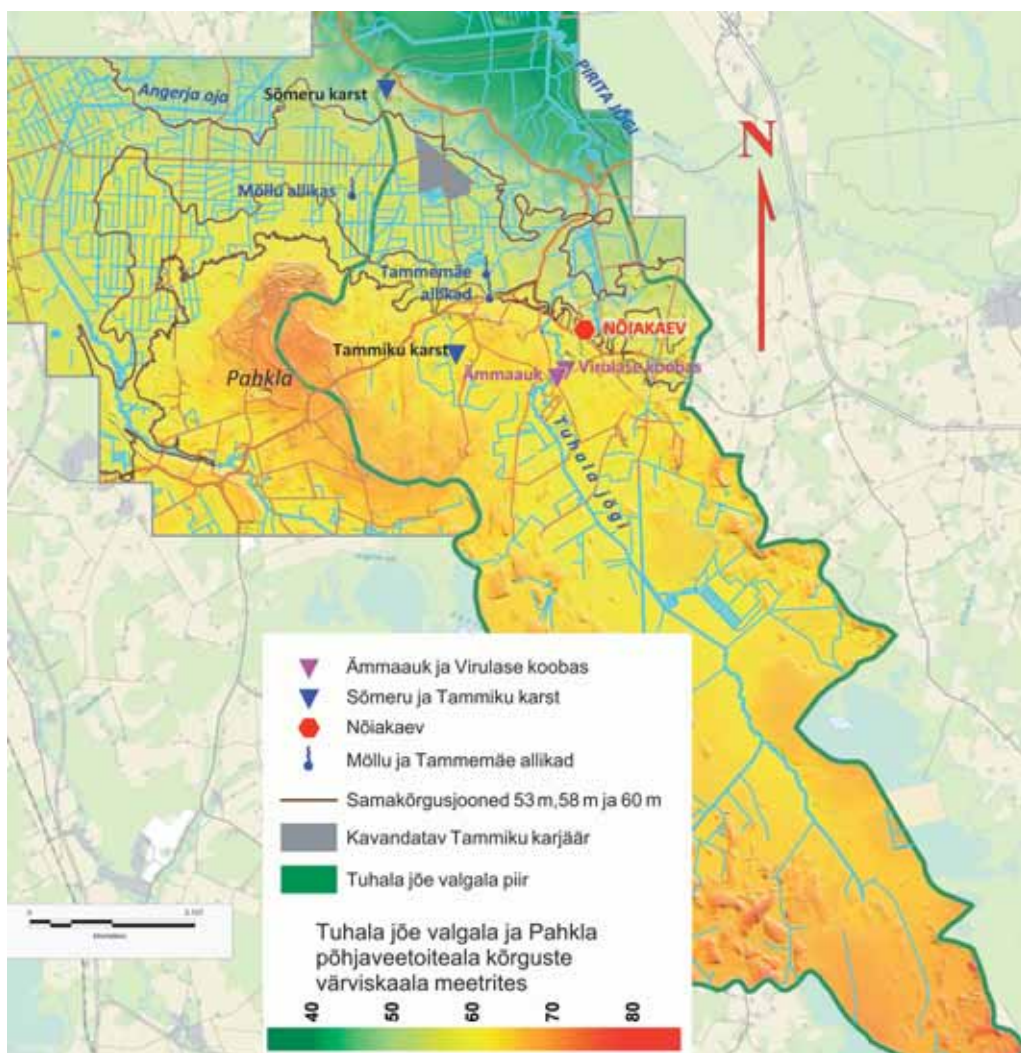
Kuidas eristada olulist väheolulisest? Seda tuleb teha eespool toodud olulise keskkonnamõju määratluse kriteeriumidest lähtudes.

Mõju hindamise laialivalgumine kõikvõimalike keskkonnahäiringute kirjeldamisele ning analüüsimisele muudab keskkonnamõju hindamise aruande pealiskaudseks ning ei toeta asjakohaste keskkonnanõuete keskkonnanloa väljaandmist ega vajalike leevendusmeetmete kasutuselevõttu ettevõtte poolt.

Hindamaks mõju inimese tervisele tuleb eelkõige lähtuda keskkonnakvaliteedi piirväärtustest. Piirväärtust mitteületav mõju või mõju, mille kohta norm puudub, loetakse enamasti keskkonnahäiringuks. Sealjuures on ettevaatusprintsibiist lähtudes õige kavandada meetmeid tuvastatud negatiivse mõju leevendamiseks (sh müra, õhu kvaliteet, vee kvaliteet) nõnda, et mõistlike kuludega jätta piisav varu keskkonnakvaliteedi piirväärtuseni. Kus võimalik, tuleb valida võimalikult

väikesi keskkonnahäiringuid põhjustav variant, kuid ei saa nõuda kõigi võimalike keskkonnahäiringute täielikku vältimist. Sageli on vaja üldistes huvides keskkonnahäiringuid taluda. Kohaliku kogukonnaga kokkuleppe saavutamiseks tuleb kõne alla ka mõne heaoluteguri (nt teed, veevarustus) parandamine.

Keerukam on inimese heaolutaseme säilitamine. Laiemas tähenduses hõlmab inimeste heaolu eeskätt praegust põlvkonda ning heaolu hinnang (keskkonnaseisund, majanduslik ja sotsiaalne heaolu) sisaldab nii objektiivset kui ka subjektiivset külge. Heaolu mitmesugused subjektiivsed hinnangud ja näitajad ei peegelda üksnes objektiivset olukorda, vaid näitavad ka lõhet ootuste ja tegelike võimaluste vahel. Näiteks kinnisvara hind muutub peale ajas muutuvale pakkumise ja nõudluse suhte ka johtuvalt piirkonna üldisest seisundist ja heakorrast, arenguperspektiivist ning sellest, kuidas on tulevikus kättesaadavad puhas joogivesi, transpordivõrk, koolid ja muu selline.



Joonis 1. Tuhala jõe valgala ja Pahkla põhjaveetoiteala

Piirkonna keskkonnataluvus. Selle all mõistetakse looduse võimet vastu võtta, taluda, assimileerida või ümber töötada kavandatud tegevuse koormust ilma et keskkonna kvaliteet aktsepteerimatult halveneks ning et seetõttu ei tekiks takistusi keskkonna õiguspärase kasutamises. Peale keskkonnakvaliteedi piirväärtuste saab piirkonna keskkonnataluvust hinnata ka elustiku, kaitsealade ja kaitstavate loodusobjektide seisundi kaudu.

NÄITENA VÕTKEM VAATLUSE ALLA TUHALA NÕIAKAEV

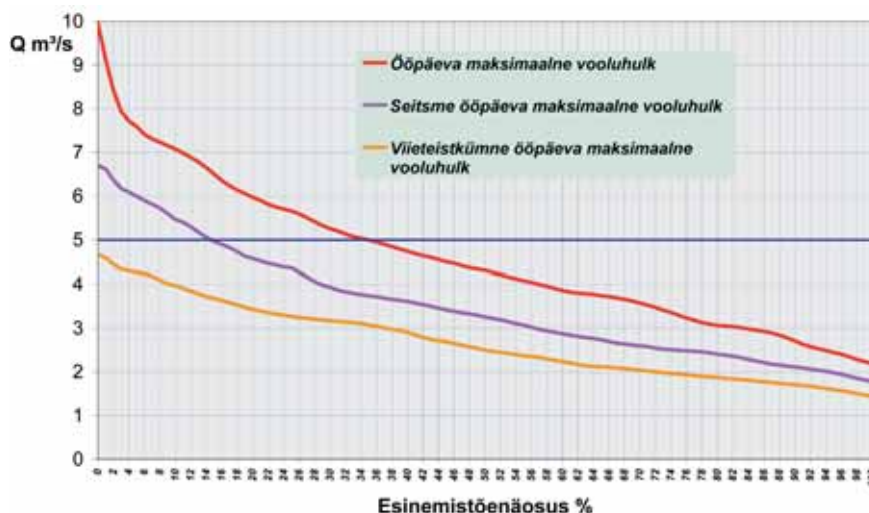
Nabala piirkonna (joonis 1) looduse kaitse sümbolina on pikka aega avalikuse tähelepanu all Tuhala loodus ning kartus, et maastikukaitsealal paiknev Nõiaakaev kavandatavate lubjakivikarjääride mõjul kuivaks jääb.

Üldlevinud on seisukoht [2], et Nõiakaevu töölehakkamiseks peab Tuhala jõe vooluhulk Ämmaaugu juures, kus valgala suurus on 75 km², olema teatud aja jooksul suurem kui 5 m³/s. Tõenäosed vooluhulgad Ämmaaugu lävendis on kujutatud joonisel 2. Kuna Tuhala jõe vooluhulka pikka aega mõõdetud ei ole, on tuginetud Leivajõe, Aavoja, Pirit ja Pada jõgede vaatlusriidadele [3].

Nõiakaevu keemise sagedus sõltub sademete ja lumesulamisvee juurdevoolu intensiivsusest ja kestusest Tuhala jõe Ämmaaugu lävendis. Kavandatavate karjääride mõju kõrgveeperioodi äravoolule ei ole praegustele teadmistele tuginedes oluline. Kui äravoolurežiim Tuhala jões ülalpool Ämmaaugu kõrgvee ajal ei muutu, ei ole õige palju kõlapinda leidnud väide „Nabala maardla avamine hävitaks Euroopa tuntusega Tuhala Nõiakaevu“.

Kui peetakse oluliseks Nõiakaevu perioodilise ülevoolamise jätkumist, siis tuleb keskenduda jõe suurveeaegse äravoolu kujunemise selgitamisele. Teoreetilised vaidlused karjääride mõjuraadiuse üle pole olulised.

Keskkonnaministeerium kavandab praegu koostöös Nabala piirkonna valdade soovitatud ekspertidega täiendavaid väljuuringuid, et täpsustada sealset karstialasid ja põhjavee liikumist, saada muuhulgas selgust „salajõgede“ asjus ning selgitada, kas ja millises mahu on Nabala maardla lubjakivi ikkagi kaevandatav – eeldusel, et kaasnevad olulised keskkonnamõjud on korralikult hinnatud ja leevendusmeetmed praktiliselt teostatavad [4].



Joonis 2. Vooluhulga Q esinemistõenäosus Tuhala jõe Ämmaaugu lävendis

Seniste teadmiste põhjal kavandatavad karjäärid Tuhala jõe suurveeperioodi äravoolu mõõdetavalt ei muuda. Selles suhtes pakuks huvi professionaalsete hüdroloogide analüüs ning head informatsiooni annaks Tuhala jõe vooluhulkade pikaajaline seire.

Kui hüdrogeoloogiline uuring piirduks kavandatava Nabala maastikukaitsealaga [5], ei anna see vastust karjääride mõju kohta Nõiakaevu ülevoolamissagedusele. Kavandatav uuring peab andma ka vastuse, kas kaevandamisega juhitakse suurvee ajal oluline kogus Tuhala jõe vett kõrvale ning kas äravoolu reguleeritus muutuks valgatal sedavõrd, et Nõiakaevu ülevoolamissagedus väheneks.

Kavandatava Nabala piirkonna uuringu tulemusi tuleb arvestada keskkonnaloa andmiseks vajalikul keskkonnamõju hindamisel. Loodetavasti annab uuring ka arusaadava vastuse Nõiakaevu saatuse üle muretsevatele inimestele ning aitab mõista, kas lubjakivi kaevandamine Nabalas on „suurim looduse ümberkorraldamine Eestis, mille tagajärjed oleksid ettearvamatud“.

Seni on ebaselge, kuidas kasutada keskkonnamõju hindamisel ja keskkonnalubade väljaandmisel karsti ja „salajõgede“ uuringute tulemusi. Karstikaitset käsitletakse meie keskkonnamõjutes peamiselt maastikuelemendi (karstivormi) kaitsmise ja veereostuse vältimise aspektist, „salajõgi“ on aga määratlemata mõiste.

Oleks väga hea, kui uuringu tegijad arvestaksid ka kaevandamisloa ja veerikasutusloa keskkonnanõuete määramise vajadust, sealhulgas kohaliku veevarustuse tagamist, maavõngete

piiramist, karjääriveekogude kujundamist ja vooluveekogude seisundi hoidu. Selles suhtes on uurijatel soovitatav pidada nõu keskkonnaloa andjaga.

KOKKUVÕTTEKS

Käesoleva mõtteavalduse autorid loodavad, et looduskasutuse üle otsustamine muutub edaspidi kõigile osapooltele selgemaks.

Keskkonnamõju hindamisel saame arvestada vaid fakte ja argumente, mida on võimalik kontrollida.

Tegevusloa andja saab tugineda kehitivele keskkonnamõjule, mitte emotsioonidele ega legendidele.

Loodetavasti pole otsustamisprotsess „sõda“, milles on lubatud igasugune vastase eksitamine ja väljakurnamine.

A.M.

Viidatud allikad

1. Kaevanduste rajamise korraldus Eestis. Praktikas ilmnunud probleemide õiguslik analüüs. SA Keskkonnamõjuse Keskus, Tartu, 2010.
2. Talioja, Ants. Tuhala. Maalehe Raamat, 2004.
3. Keskkonnateabe Keskus: <http://www.keskkonnainfo.ee/index.php?lan=EE&sid=803&tid=727&l2=463&l1=29>
4. Soovik, Enn. Nõiaakaev karjääri mõju all? Eesti Loodus, 2010/9, lk 45–47.
5. Ettepanek Nabala maastikukaitseala moodustamiseks, MTÜ Tuhala Looduskeskuse kiri Keskkonnaministeeriumile 04. veebruaril 2010.

TUULEENERGEETIKA ARENGUST MAAILMAS NING UURINGUTEST TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOIS

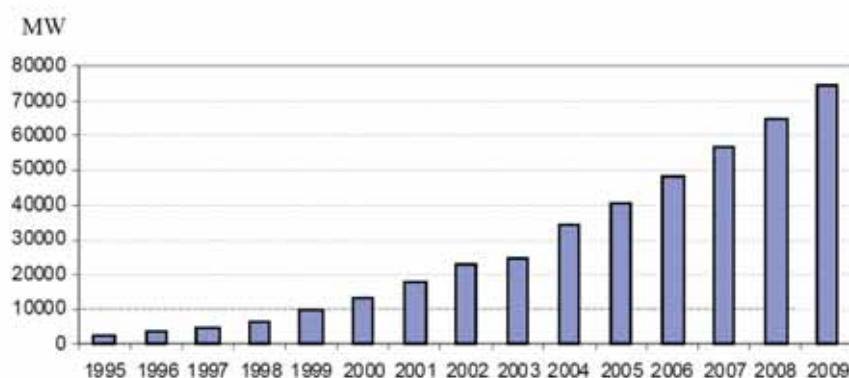
INDREK PERTMANN ja VELLO SELG

TTÜ soojustehnika instituut

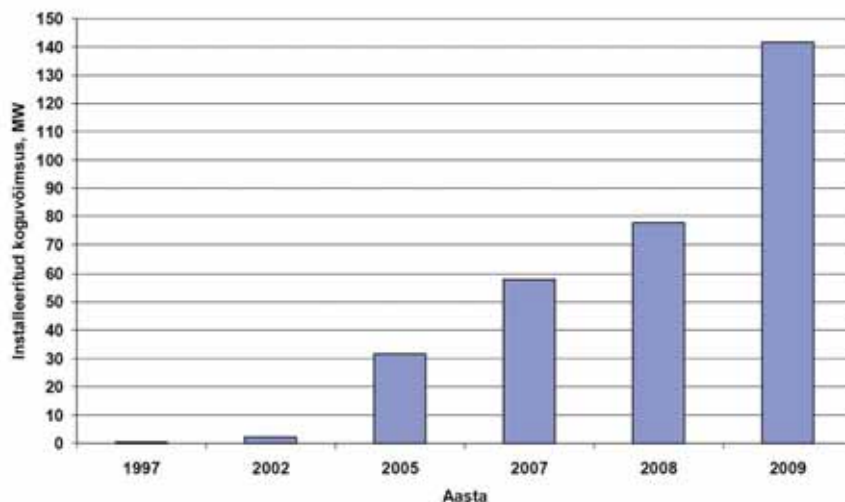
TUULEENERGIA kasutamine maailmas kasvab ennaktempos. Aastaks 2030 kavatseb USA paigaldada tuulikuid koguvõimsusega 300 GW, mis peaksid andma 20 % USA elektrist. Peatähelepanu on suunatud meres paiknevatele nn *offshore*-tuuleparkidele, kuna mandri tuulisemad piirkonnad, kuhu saaks suuremaid tuuleparke rajada, on muude objektide all enamasti kinni ning ruumi jätkub veel vaid väiksemate parkide jaoks. Tuulikute ühikvõimsus on tõusnud 3–5 MW-ni. Hoogsalt laieneb 5–20 kW võimsate väiketuulikute arendamine ning nende kasutamine maamajapidamiste varustamiseks energiaga. Keskmise võimsusega (300–800 kW) tuulikud aitavad energiatootmist hajutada. Tuuleenergia vallas on maailma liidrid USA, Hiina ja Saksamaa.

Tuuleenergia tootmise arenguküsimust Euroopa Liidu riikides iseloomustab Euroopa Komisjoni püstitatud ülesanne – järgmisel aastakümnel lisanduvast 333 GW-sest elektrienergia tootmisvõimsustest langeb 41 % (136 GW) tuulejaamade arvele. Praegust seisu kujutab joonis 1.

Eestis on praegu 72 arvestatava suurusega tuulikut koguvõimsusega 148,6 MW. Euroopa Tuuleenergia Assotsiatsiooni (EWEA) aastakonverentsil Varssavis ning aasta ühel tähtsündmusel – Saksamaa messil HUSUM liikus ringi ka eestimaalasi. Stendiga esines seal Eesti ettevõtte GOLIATH Wind OÜ. Meil juhib tuulealast tööd Eesti Tuuleenergia Assotsiatsioon (www.tuuleenergia.ee). Tõsiasi on see, et Eesti vajab tuuleenergiat ning ei taha selle arendustes kõrvaltvaatajaks jääda. 2009. aastal oli meie elektrituulikute koguvõimsus ca 142 MW, tuuleenergeetika arengut viimastel aastatel ka-



Joonis 1. Euroopa Liidu liikmesriikides installeeritud tuulikute koguvõimsus [1]

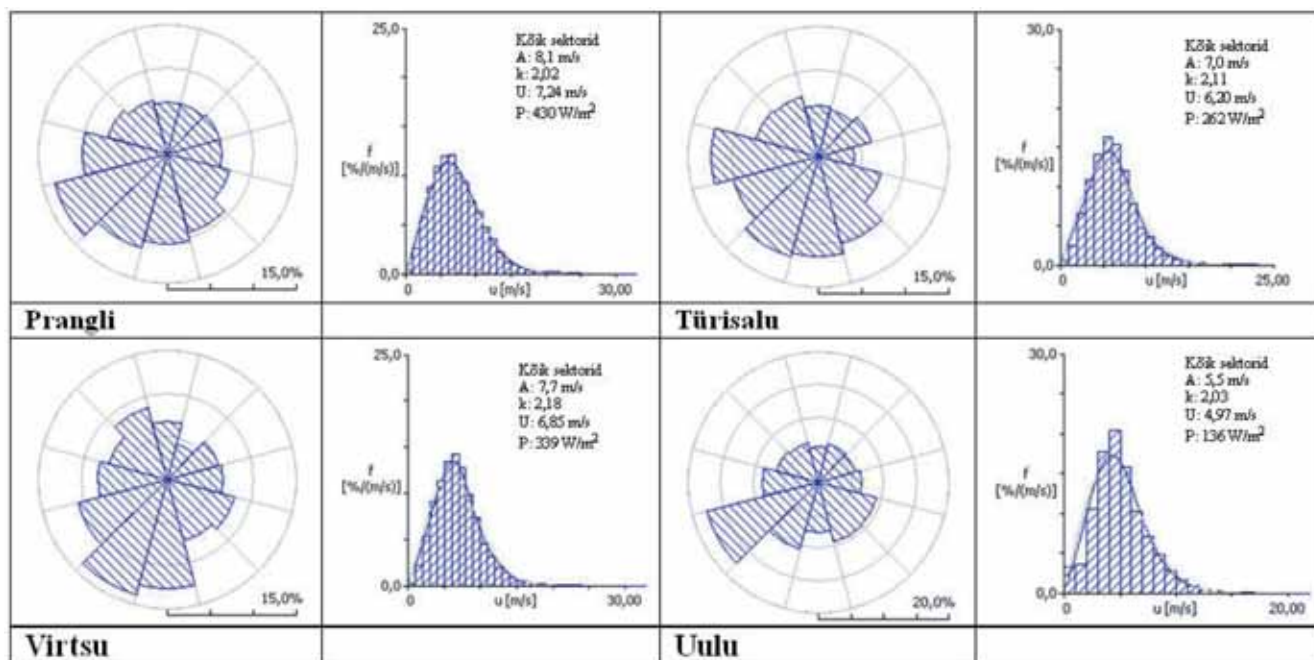


Joonis 2. Tuuleenergeetika areng Eestis

jastab joonis 2. Praegu on Eestis kõige enam firmade WinWind, Enercon ja Nordex maismaatuulikuid, neist enamiku ühikvõimsus on 2,3 või 3,0 MW. Tuulepargi koguvõimsuse poolest on praegu suurimad Aulepa (39 MW) ja Viru-Nigula tuulepargid (24 MW), milles mõlemas on 3,0 MW ühikvõimsusega elektrituulikud WinWind WWD-3. Aastatel 2010 kuni 2013 on arendamisel veel 16 tuuleparki kogu-

võimsusega 380 MW ning 2013. aasta lõpuks peaks Eesti tuuleparkide koguvõimsus olema ca 522 MW. Aastaks 2014 ja edasi on kavandamisel veel 11 maismaatuuleparki (koguvõimsus kuni 1950 MW) ja kolm avameretuuleparki (kuni 1900 MW) [2].

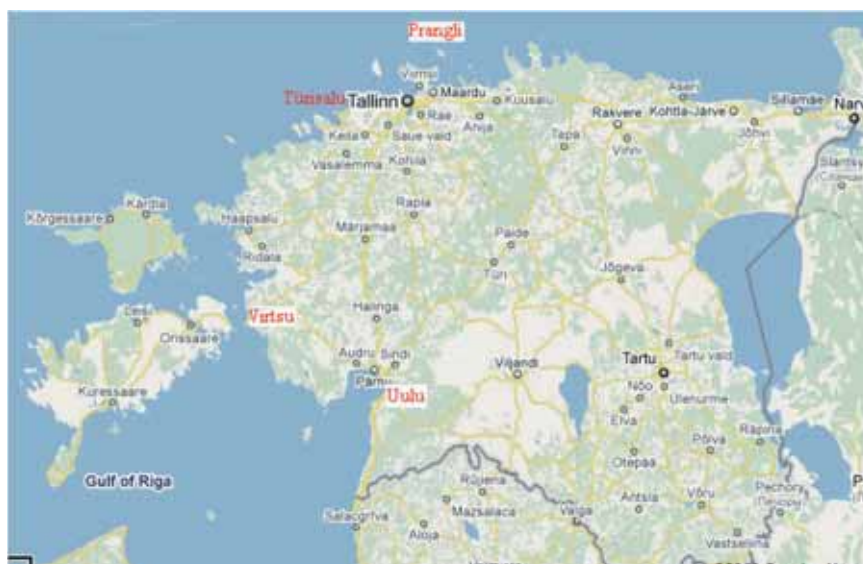
Ruumi on Eestis tuulikute jaoks rohkesti – tuhande kilomeetri pikkune rannajoon, tuulised saared ja laiud ning avameretuulikute jaoks sobivate



Joonis 4. Tuulte roosid ja Weibulli jaotused Pranglis, Türisalus, Virtsus ja Uulus 40 m kõrgusel maapinnast

tingimustega lähed. Tuuleenergeetikat tuleb esmajoones arendada tuulerikas-tes piirkondades, kus tuule aasta keskmine kiirus 10 m kõrgusel on 5 m/s või enam. UNDP (United Nations Development Program) finantseeritud ning TTÜ soojustehnika instituudi (STI) koordineerimisel ja osalusel tehtud tuuleuuringud Pranglil, Türisalus, Virtsus ja Uulus näitasid, et Eestis valdavad kas edela-, lõuna- või läänetuuled (joonised 3 ja 4). Kõrgusel 40 meetrit üle maapinna on rannikualadel ja saartel tuule aasta keskmine kiirus enamasti vahemikus 5–7,5 m/s. Praegu kõige enam kasutatavate tuulikute masti kõrgus on 100 m maapinnast ning seal võib rannikul ja saartel üldjuhul arvestada tuule aastase keskmise kiirusega 6–8,5 m/s. Sellistes tuuleoludes tasuvad elektrituulikud end kindlasti ära, küsimus on ainult konkreetsetes kohas selles, kui pikk on tasuvusaeg, mis sõltub peale tuule kiiruse veel mitmest muust tegurist (nt investeringust võrguga ühinemiseks).

**Tuuleenergeetikaalaseid uurin-
guid alustati STI-s** 1980ndate aastate alguses. Esimesed diplomitööd olid pühendatud tuuliku tiivalabade geomeetria uurimisele selleks loodud tiiva aerodünaamika matemaatilise mudeli abil [3], püstteljega tuulikutele sobivate tiibade arvutamisele [4], soojuspumba ja tuuliku kooskasutamise võimalustele ja toodetud soojuse maasse salvestamisele [5, 6], hüdropiduri kui soojusgeneraatori kasutusvõimaluste väljaselgitamisele [7], rõht- [8] ning püstteljega väiketuulikute eskiisprojektidele koos



Joonis 3. Kohad (punases kirjas), kus UNDP projekti raames tehti STI kaasabil tuulemõõtmisi

nende aerodünaamika arvutamise matemaatilise mudeli esimese variandi väljatöötamisele [9]. Koos üliõpilastega tehtud uuringutest ja valminud diplomitöödest selgus, et perspektiivikas on toota tuulest hüdropiduri vahendusel soojust. Uuriti ka ühtsesse elektrivõrku töötava väikese katsetuuliku kontseptsiooni [10] ning lahendati tuule mõõtmisega seotud probleeme. Need tööd andsid hea lähtepositsiooni edasistele uuringutele, mille peamine eesmärk oli likvideerida Eesti mahajäämus muust Euroopast tuuleenergeetika valdkonnas ning alustada Eestis tuulikute tootmist. Tuuleuuringutega tegeldi ka TÜ geograafia instituudis (A. Kull) ja TA termofüüsika instituudis (I. Roos, T.

Lausmaa jt). Et pingutustest tuuleuuringute vallas oli kasu, näitab praegune seis, kus Eesti tuulikute installeeritud koguvõimsus (~150 MW) on suhteliselt kõrge näitaja Euroopa Liidus. Suurem au langeb muidugi välismaisele finantsabile (UNDP, EL, Taani ja Saksamaa valitsus) ning kodu- ja välismaistele investeerijatele. Vähem tähtis pole ka see, et Eesti Energias lahendab tuuleenergeetika küsimusi STI kasvandik Ando Leppiman.

Praegu tegeleb STI tuulevaldkonnas peamiselt tuule mõõtmise ja saadud andmete analüüsimisega ning tuuleparkide toodangu prognoosimisega. Uuritakse ka tuule mõõtmisel esile kerkida võivaid probleeme ning nende välti-

mist ning tuulikute mõju ümbritsevale keskkonnale (müra, valguse sähvimine ning mõju lindudele ja loomadele).

Tuulikute tootmise võimalused Eestis. STI turu-uuringud näitasid, et Eestis ja naaberriikides tuntakse huvi väikeste tuulikute vastu, mille võimsus ja toodang suudaksid rahuldada ühe majapidamise vajadusi. Sellisest nn talutuulikust ollakse huvitatud eriti nendes piirkondades, kus puudub elektrivõrk. Huvi oma isikliku puhta energia tootja vastu on ka mereäärsetes elurajoonides, mis on küll ühendatud elektrivõrguga, kuid mille suurema ostuvõimega elanikud (majaomanikud) näevad tuuliku omamises ning kasutamises teatava majandusliku taseme tunnust. Tuulik annab ka võimaluse kütta hooneid tuuleelektriga.

Väiketuuliku tootmise katseid tegime paarkümmend aastat tagasi tehases Teras, ent majanduslik olukord ei võimaldanud tookord ettevalmistustest kaugemale jõuda. Nüüd meenusid Terasse direktorile Alvar Hintertreule meie tollased ponnistused ja töö jätkub. Joonisel 5 on foto STI-s autorite arvutatud ja modelleeritud ning koostöös Konesko ja Koriks-Fiberiga valminud 3,5 m pikuste tiibadega tuulikust, mida praegu Koerus katsetatakse. A.M.



Joonis 5. Koeru katsetuulik

Viidatud allikad

1. www.ewea.org
2. www.tuuleenergia.ee
3. Urmas Karileet. Tuulemootori kasutamine põllumajanduses. Diplomitöö. TTÜ STI, juhendaja V. Selg. Tallinn, 1984, 81 lk.
4. Urve Vene. Tuuleenergia kasutamise võimalused Eesti NSV tingimustes. Diplomitöö. TTÜ STI, juhendaja V. Selg. Tallinn,

1988, 113 lk.

5. Gunnar Kaldmaa. Soojuspumbaga süsteemide kasutamine kütteks. Diplomitöö. TTÜ STI, juhendaja V. Selg. Tallinn, 1984, 108 lk.

6. Helle Nuut. Taastuvate energiaallikate kasutamise võimalused Eesti NSV tingimustes. Diplomitöö. TTÜ STI, juhendaja V. Selg. Tallinn, 1988, 141 lk.

7. Jaak Lassmann. Autonoomne tuuleagregaat võimsusega 6,8 kW. Diplomitöö. TTÜ STI, juhendaja V. Selg. Tallinn, 1993, 67 lk.

8. Andreas Keltman. Autonoomne tuuleagregaat võimsusega 10 kW. Diplomitöö. TTÜ STI, juhendaja V. Selg. Tallinn, 1993, 60 lk.

9. Anatoli Jegorov. Katsetuuliku kontseptsiooni väljatöötamine ja vastava tiiviku tiibade modelleerimine. Diplomitöö. TTÜ STI, juhendaja V. Selg. Tallinn, 1997, 90 lk.

10. Vello Selg, Anatoli Jegorov, Arvo Ots. Conception of a Small-Scale Wind Utilization System for Heat and Electricity Production. Wind Power for the 21st Century, 25–27 September 2000, Kassel, Germany, Conference Proceedings, V8.9, 3 p.

Energiasäästulahendused üle Eesti

TERMOPILT

- Termograafia
- Energiamärgised
- Energiaauditid
- Energiaarvutused
- Hoonete õhutiheduse kontroll
- Küttesüsteemide projekteerimine ja häälestamine

www.termopilt.ee info@termopilt.ee

PÄRNU Riia mnt. 106 ☎ 53 48 99 59

TARTU Riia 24 a ☎ 53 49 11 82

The **ASPO** Company

Soojusvahetusvedelikud

POLARTHERM

Toiduainetööstusettevõtete ning büroo- ja eluhoonete kütte- ja ventilatsioonisüsteemide ning kliimaseadmete optimaalsed lahendused.

Polarthermi soojusvahetusvedelikud:

- tagavad suurepärase soojusvahetuse;
- kaitsevad seadmeid külmumise eest;
- kaitsevad seadmeid korrosiooni eest;
- annavad seadmele pika ja muretu kasutusea.

Polarthermi soojusvahetusvedelikud sobivad ka külmahoidlatele, vedelikjahutitele, serverite jahutussüsteemidele, päikesepaneelidele, kiirguskütteseadmetele ning muudele üksik- või kombineeritud kütte- ja jahutussüsteemidele.

Aspokem Eesti AS
Mõisa 4
13522 Tallinn
Tel 654 88 33
www.aspokem.ee

TELKO

KESKAEGSED MAAKIRIKUD ON HÄVINEMISOHUS

MAKSIM KUROTŠKIN, MSc

Ehitusinsener, Visum Projekt OÜ

KIRIKUD on oluline osa meie kultuuripärandist ning nende lagunedes hävineb ka väärtuslik kultuuripärand. Eesti muinsuskaitse ümarlaua ja Eesti Ajaloomuuseumi pressiteate kohaselt on veerand Eesti arhitektuuripärandist hävinemisohus: „Teadaolevate andmete põhjal on halvas või avariilises seisundis 1156 Eestis olevat mälestist ehk koguni 26,3 % kõigist arhitektuurimälestistest“ [1].

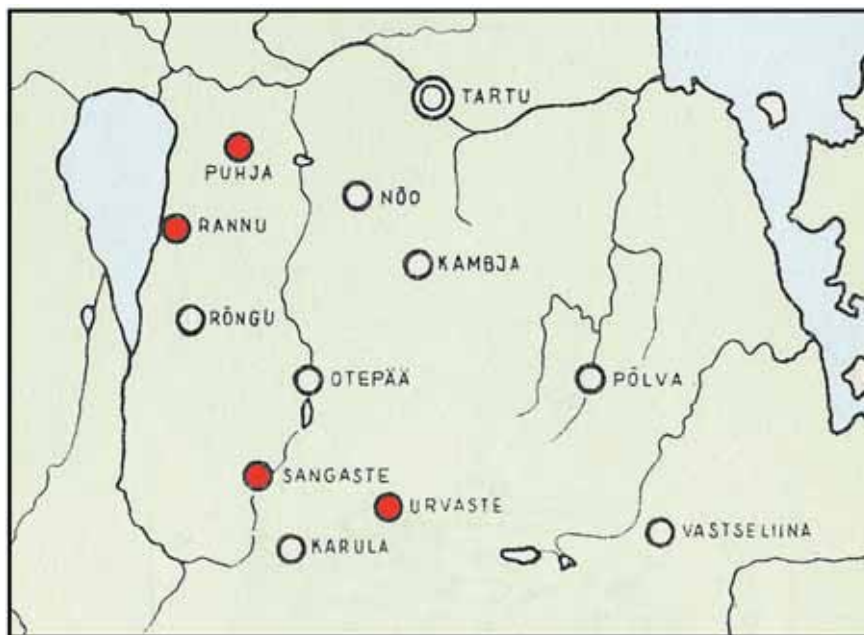
Kirikud moodustavad Eesti arhitektuuripärandi väärtuslikuma osa, eriti oluliseks tuleb pidada meie keskaegseid kirikuid. Peale nende on aga ka kõrgetasemelisi arhitektuurimälestisi hilisematest perioodidest, nt õigeusu- ja vanauskirikud. Arhitektuurimälestisteks on tunnistatud 236 praegust ja endist pühakoda. Kirikutes säilitatakse ka tähtsat osa meie väärtuslikest kunstivaradest.

Kirikute seisund on mitmesugune, kuid arvestades okupatsiooniajal valitsenud negatiivset suhtumist pühakodadesse ning sellest tulenenud vähest hooldust, võib öelda, et sakraalehitised on enamasti lagunenud või on neil ehitustehnilisi probleeme, mille kõrvaldamine nõuab suuri investeeringuid.

Muret teevad eelkõige liigniiskusega seotud kahjustused. Selliste kahjustuste tekkepõhjused tuleks kohe kõrvaldada. Kirikuid on aga palju ning kahjustused ulatuslikud, nii et teha jõutakse suhteliselt vähe.

Mõned töörühmad on tööd alustanud, kuid niiskuskahjustuste kohta käivate meetodiliste juhenditeni ei ole veel jõutud. Valminud on „Kirikute hooldusraamat“ [2], mille koostasid valdavalt ajaloolased ning seetõttu on selles peatahelepanu pööratud antikvaarsetele objektidele ja esteetilistele probleemidele.

Aastatel 2008–2010 uuris käesoleva artikli autor, tollane Eesti Maaülikooli üliõpilane, nelja Lõuna-Eesti maakirikut: Puhja, Rannu, Sangaste ja Urvaste kirikuid (joonis 1). Analüüsid nende kirikute niiskuskahjustusi ning neid



Joonis 1. Lõuna-Eesti kirikud (punasega on tähistatud need, mis valiti uurimisobjektiks)

omavahel võrreldes koostati lõputöö, milles niiskuskahjustused on rühmitatud hooneosade kaupa ning kirjeldatud nende olemust.

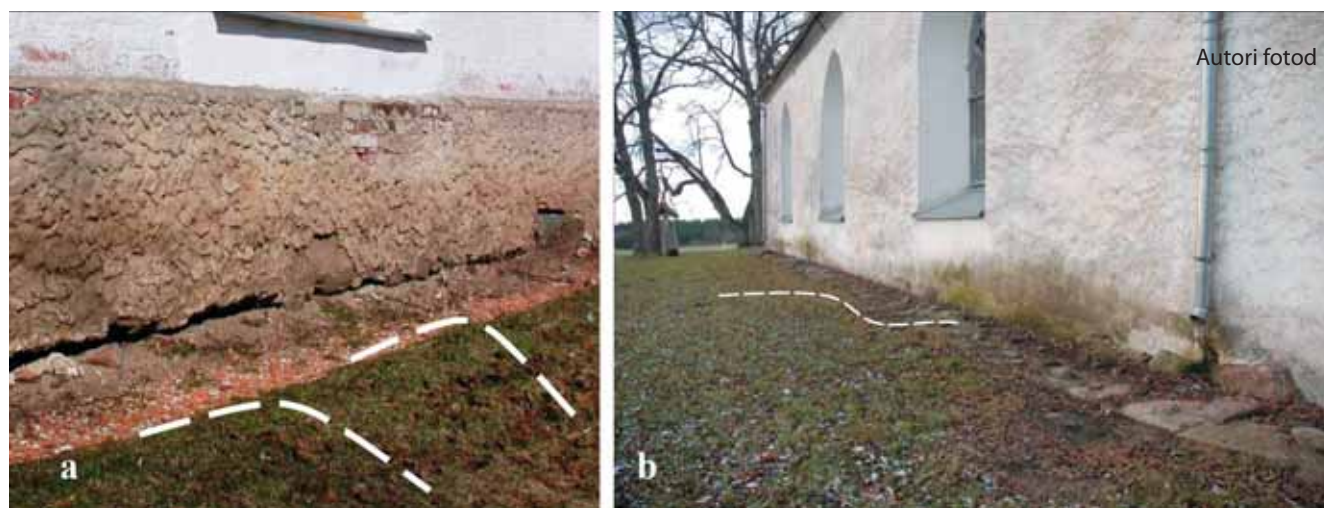
KIRIK KUI EHITUSMÄLESTIS NING TÄNAPÄEV

Viini kunstnik, arhitekt ja mõtleja Friedensreich Hundertwasser (1928–2000) on öelnud, et *visuaalne määrumine on igast mürgist mürgisem, sest see tapab hinge ning et looduses pole kurjust, on ainult inimese õelus*. Need ütlused on käesoleva artikli teemaga seoses väga asjakohased, sest meie kultuuripärand – siinses kontekstis kirikud – ei hävi, vaid antakse looduse kätte. Kultuur ja usk on muutuvad nähtused ning kirikutest on saanud pigem kaitseobjektid, mitte kultuurikeskused, nagu nad kunagi olid.

Ehitismälestised ei ole objektid, mida saab säilitada muuseumiriulitel. Nad on argise tegevuse keskkonnad, funktsionaalselt toimivad rajatised ja hooned. See tähendab ka seda, et neil on omanikud – nende kasutajad, ning

see teeb nende kaitse vastuoluliseks. Kõige paremini säilib ehitis siis, kui seda kasutatakse võimalikult esialgsel otstarbel. Samas kulub ja hävineb ehitis ka kasutades. Kui aga ehitist üldse ei kasutata, siis hävineb see tõenäoliselt veelgi kiiremini. Seega on ehitismälestiste kaitstes kõige tähtsam just restaureerimise, konserveerimise ja ehitusega seotu. Tahes või tahtmata tuleb nende osi välja vahetada ja ajakohastada [3].

Peale ulatuslike restaureerimistööde tuleb ehitismälestisi, nagu mis tahes muidki hooneid, pidevalt hooldada. Inimese *õelus* väljendubki selles, et kirik jäetakse looduse kätte ja läheb seal vaikselt aineringlusse. Tähelepanu puudumise ja hooldamatuse tõttu probleemid aina süvenevad ning nendega võrdeliselt kallineb ka remont. Arhitektuuriajaloolane Villem Raam on võrrelnud ehitismälestisi vanade inimestega, keda arst peab kord aastas läbi vaatama. Katkiste kohtade lappimine ja võsa raiumine kiriku ümber lükkab edasi haiglasse sattumist, s.o suurt remonti. Nagu vanal inimesel ei



Joonis 2. Rannu (a) ja Urvaste (b) kirikute sokliäärsed vallid



Joonis 3. a Sangaste kiriku sokkel; b vee liikumine vanas hoones (kui põrandale pannakse tihe kate, suureneb vundamendi ja seinte niiskuskahjustus; näidatud on vee kapillaartõusu ning soolade liikumist ja ladestumist vanades müüritistes) [4]; c sillutise korral liigub vesi läbi müüritise ning aurustub selle pinnal [5]

saa kortse ära kaotada, ei ole võimalik ka ehitismälestisi vägivaldselt noorendada. Kortsude silumine võib kasu asemel hoopis kahju tuua.

Autentsete materjalide kasutamine eeldab ehitajalt tavalisest hoopis teistsugust kultuuri ning oskusi ja teadmisi. Looduslikke materjale on lihtne kasutada, kui seda osatakse ning nad on saadaval. Nõukogude ajal, kui ehitusmaterjalide tootmine oli tsentraliseeritud, ei olnud näiteks saada lubimördi tegemiseks vajalikku ehituslupja ning oldi ehitiste restaureerimisel ja konserveerimisel sunnitud kasutama tsementmörti. Tulemus oli muidugi kurb, sest tsementmördiga konserveeritud, laotud või vuugitud müüriilõigud olid vanadega võrreldes karjuvalt erinevad ja põhjustasid sageli müüride veelgi kiiremat lagunemist [3]. Valed ehitusvõtted töid rohkem kahju kui kasu.

Nii nagu igasuguse restaureerimise ja konserveerimise korral, peavad ka ehitiste restaureerimisel tehtavad tööd ja materjalikasutus olema võimalikult täpselt dokumenteeritud, vastasel korral on tegemist tavalise remondiga. Vana hoone on nagu kihiline tort. Ka hilisemad tarindid ja juurdeehitised on väärtuslikud, kuna nad räägivad oma ajast.

KIRIKUTE NIISKUSKAHJUSTUSED

Uuritud Lõuna-Eesti maakirikute seisukord on väga erinev. Kui Puhja kiriku tarindeid on hooldamatus, niiskuskahjustused ja aeg tugevasti kahjustatud, siis Urvaste kirik on paremas seisundis.

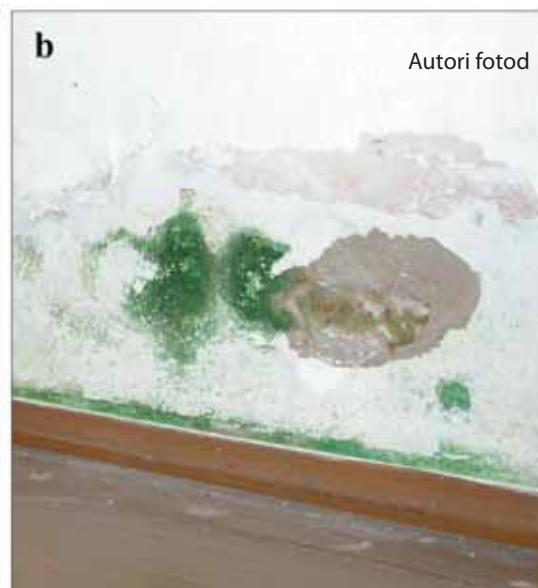
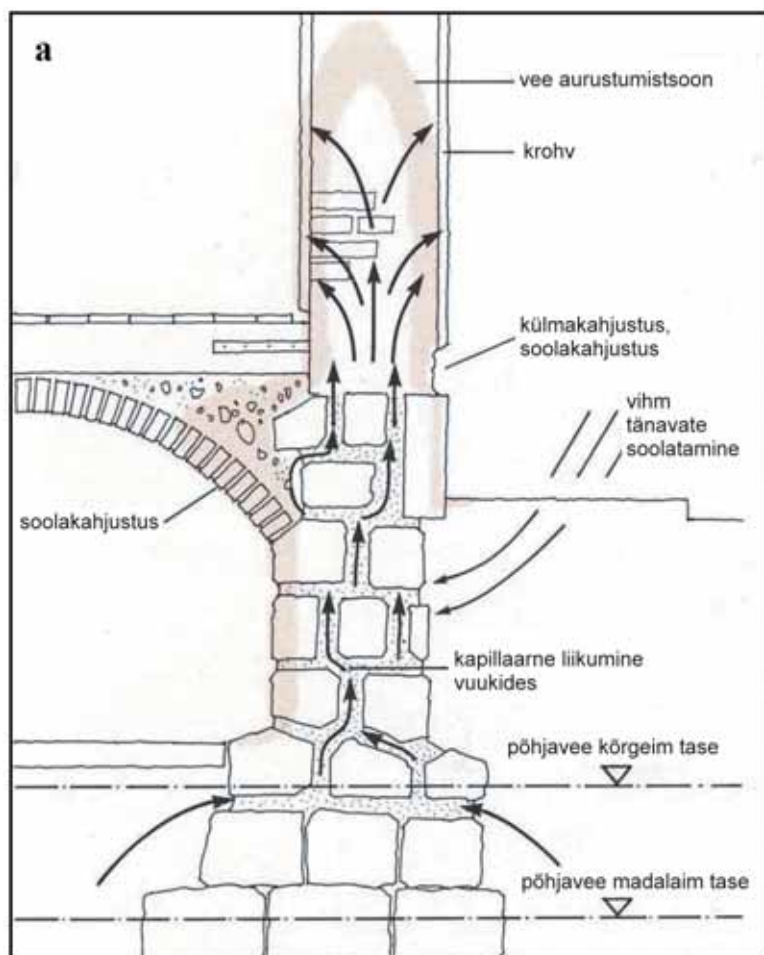
Tarindite ülevaatamisel ja kahjustuste kindlakstegemisel jaotati hoone kolmeks osaks: *soklipiirkond, fassaadid ja katused*. Soklipiirkond hõlmab

ümbritsevat maapinda, vundamenti, soklit ja põrandat. Fassaad ulatub meetri kõrguselt maapinnast katuseeni, avatäited kaasa arvatud. Katuseossa jäid puidust katusearindid, vahelaed, tornid ja katusekatted.

SOKLIPIIRKOND

Kirik ehitati tavaliselt kõrgendikule, et vihmavesi ära voolaks. Oluline oli, et kirik paistaks hästi silma ja sel moel mõjule pääseks. Praeguseks on kultuurkiht kirikuid ümbritseva maapinna tublisti kõrgemaks tõstnud ning räästavesi on tekitanud mitme kiriku sokliäärde valli, mis ei lase vihmaveel isegi üldisele kaldele vaatamata eemale voolata (joonis 2).

Vanadel ehitistel ei ole ka mingit hüdroisolatsiooni, mis kaitseks vundamenti ja seinu nii kapillaar- kui ka põhjavee eest. Mitmel kirikul on piki



Joonis 4. a Vee kapillaarne liikumine ning soolade kogunemine ajaloolise hoone müüritisel [4]; **b** Rannu kiriku seina alumine osa on kaetud vetikatega ning põrand on pehkinud; **c** Urvaste kiriku seina ja põranda liitekoht on niiskuse tõttu mädanenud



Joonis 5. a Sangaste kiriku pingid on pehkinud; **b** Rannu kiriku põranda lõunapoolsel osal oli näha seen- ja putukakahjustust

välisseina kulgevad betoonist veetõkkeribad, mis vähendavad sademevee juurdepääsu vundamendile ning juhivad vett hoonest eemale, kus see imbib maasse või drenaaži.

Hoonetel peaksid olema ka vihmavee ärajuhtimissüsteemid. Vanadele hoonetele teevad nad mõnikord küll rohkem kahju kui kasu: vihmaveeto-

ru suue on liiga kõrge ning vihmavesi suurendab vundamendi ja sokli niiskuskogumust (joonised 2, b ja 3, a) või valgub halvemal juhul hoone alla (joonis 6, a).

Aja jooksul hoonest (ilmselt külma-kergete tõttu) eemale nihkunud betoonist veetõkkeribale langev sademevesi pääseb sokli ja plaadi vahelisse pilusse

(joonis 3, a). Tihe betoonplaat töötab siis kaanena, mis ei lase vett pinnasesse vajuda. Vesi imbib pilude kaudu hüdroisoleerimata müüritisse ning tõuseb seinas kapillaare pidi ülespoole (joonis 3, b ja c).

Vundamenti või seina kogunenud vesi kuivab nii müüri välis- kui ka sise-pinnast aeglaselt välja. Sellega kaasneb

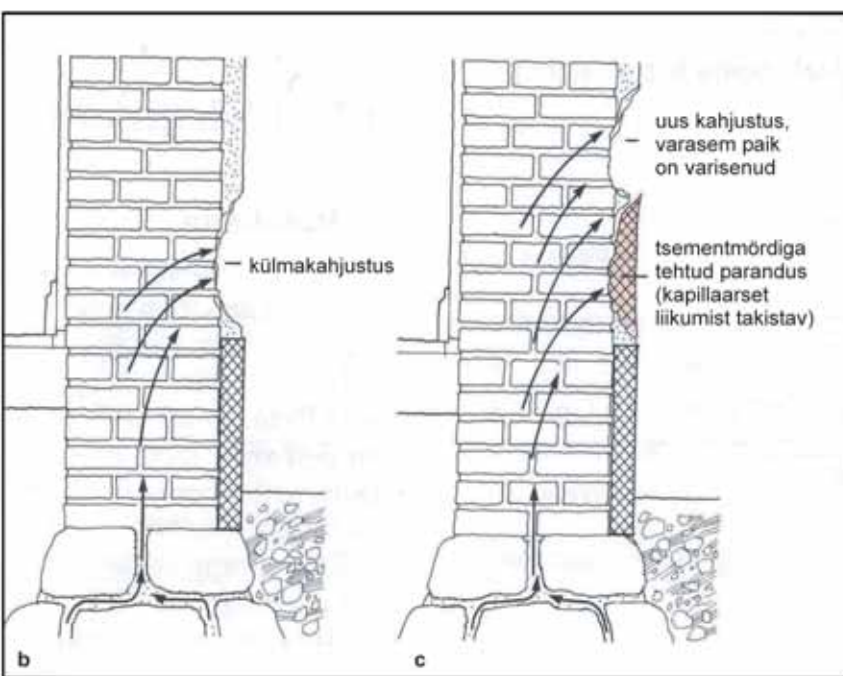


Fotod (suvi 2005): Lea Täheväli-Stroh

Joonis 6. a Sangaste kiriku põhjafassaadi krohv on määrdunud; **b** Urvaste kiriku läänefassaad on suvel enamasti varjus, mis takistab kuivamist. Määrdumist põhjustavad ka veekoormust suurendavad puud



Autori foto



Joonis 7. a Sangaste kiriku käärkambri fassaad; **b** külma kahjustuse parandamine tsementmördiga põhjustab tavaliselt uue ja suurema kahjustuse [4]

soolade kristalliseerumine (joonis 8, *b*, *c* ja *d*), mis lõhub krohvi ja värvi struktuuri. Külмага niisked kohad ja seisev vesi jäätuavad. See põhjustab materjali de murenemist, s.o külma kahjustusi.

Maapinda ja seintesse kogunenud vesi otsib aurumiseks väljapääsu. Vesi aurub kas seinte välis- või sisepinna kaudu. Kui sokkel või sein on krohvitud tsementmördiga (joonis 4, *a*), tekib müüri pinnale tõke, mis ei lase vett auruda.

Ka puitpõrandast ei pääse vesi välja tuulduma ning veeaur koguneb puittarinditesse. Teine kirikupõrandate määrdumise põhjus on otsekontakt pidevalt märja müüri. Puit imab niiskust

ning tagajärjeks on puidu niiskuskahjustused piki seina äärt (joonis 4, *b* ja *c*). Eespool kirjeldatud protsessid soodustavad mädaniku ja puiduseente levimist üle kogu põranda. Ülevaatusel käigus selgus, et kõikide kirikute põrandalauad ja -talad olid seentest kahjustatud, millega omakorda kaasnevad putukakahjustused (joonis 5, *b*). Puiduseene- ja -putukakahjustus levivad puitpõrandalt ka kirikupinkidesse (joonis 5, *a*).

FASSAADID

Kõige enam kahjustavad fassaade ilmastik ja aeg, ükski fassaad ei ole

igavene. Fassaad ei ole üksnes dekoratiivelement, vaid hoonet ümbritsev ja kaitsev osa, mida on vaja aeg-ajalt saneerida. Peale tuulest, vihmast, külmast ja ülekuumenemisest põhjustatud mehaanilise kulumise mõjutavad teda ka keemilised reaktsioonid. Vihmavesi sisaldab süsinikdioksiidi, vääveldioksiidi, väävelhapet ja sooli, mis sideainet aeglaselt lahustavad. Seeläbi kaotab fassaadi kattev materjal oma tugevuse ning avab ilmastiku- ja keemiliste tegurite juurdepääsu kivi-seinale [6].

Lõuna-Eesti kirikute ülevaatamisel ilmnes ka muid kahjustuste põhjusi. Katused kohati lekkisid ning vihmavee



Autori fotod

Joonis 8. Lähivõtted: a seinä tihedast vetikakattest; **b** soolakristallidest krohvi pinnal; **c** ja **d** soolakristallidest kivi pinnal

äravoolulehtrid puudusid, katusekive ja -plekke oli puudu või olid nad vigastatud. Esines ka määrdumist, mida on põhjustanud fassaadile kinnitatud esemeid pidi selle pinnale pääsenud vesi. Kõrvuti on kasutatud mittesobivaid materjale, mis põhjainega reageerides põhjustavad värvumise või sooldumise [7]. Sangaste vaskplekist katusega kiriku ümmistunud vihmaveetorude ja ülejooksude tõttu on fassaadile tekkinud rohelised laigud. Niiskel fassaadil kasvab tumeroheline sammal või vetikas ning on näha, et seinäärse sillutusplaadi alla on tekkinud ava, millesse voolab sademevesi (joonis 6, a).

Fassaade rikuvad ka kirikut ümbritsevad puud. Suvel on fassaadid enamasti varjus (joonis 6, b) ning see takistab nende kuivamist. Kui niiske fassaadimaterjal külmub, tekivad sellesse mikropraod, mille kaudu vesi sisse pääseb.

Kirjeldatud fassaadikahjustuste põhjused on primaarsed. Sekundaarseteks võib pidada fassaadide varasemaid restaureerimisi, millest on olnud rohkem kahju kui kasu. On kasutatud

materjale, mis erinesid originaalsetest nii struktuuri kui ka füüsikaliste ja keemiliste omaduste poolest. Krohvi parandati liivarikaste tsemendipõhiste segudega, mille koostis ja funktsioon olid algupärasest materjalist erinevad. Eri elastsusmooduliga krohvid käituvad paisumise või müüritise deformeerumise korral erinevalt, tekitades sisepingeid ning põhjustades krohvi lagunemist.

Sangaste kiriku seinä katvat lubi-krohvi parandati tsemendipõhise mördiga. Tiheduste erinevuse tõttu krohvid rebenesid. Tiheda krohvi all liigub väljapääsu otsiv vesi kapillaare mööda ülespoole ning vigastus areneb fassaadi parandamiseks kasutatud krohvist kaugemale. Külma vesi paisub ja lükkab tsementkrohvi seinast lahti (joonis 7, a ja b). Pindmised krohvikahjustused viivad tõsisemate tarindikahjustusteni. Krohvi ja värvi ülesanne on fassaadi kaitsta. Nende puudumise korral pääseb vett müüritisse, nii vuukidesse kui ka kividest. Enamik Lõuna-Eesti kirikutest on ehitatud punastest tellistest lubimördil, mis on hästi hügrokoopseid

materjalid. Pikka aega hooldamata fassaadide krohvita kohtade ja pragude kaudu on sattunud müüritisse vett ning külmakahjutused on ulatuslikud (joonis 7, a).

Meie niiske kliima tõttu asustavad fassaadi seda kahjustavad seened ja samblikud. Sageli moodustavad vetikad ehitise seinale biokile. Suhteliselt kuivemates tingimustes võib biokile olla rohekas, hallikas või must, niiskemates oludes roheline, kollane, punane või violetne. Vetikakile kogub tolmu, pinnaseosakesi, orgaanilisi jääke ja spoore ning see muudab seinä pinna heterotroofsete mikroorganismide, sammalde ja kõrgemate taimede jaoks sobivaks kasvukeskkonnaks. Kivimaterjalide sisse tungivad vetikad lahustavad aktiivselt karbonaate, moodustades mitmesuguse kujuga mikroõõnsusi. Aluselist substraati eelistavad rohevetikad on sageli kiviehitiste esimesi koloniseerijaid, sest nad vajavad kasvuks vett, valgust ja vaid vähesel määral anorgaanilisi aineid. Märgumisel ja kuivamisel oluliselt muutuva ruumalaga vetikakile lõhub materjale, kivi lõhub ka akumulee-



Autori fotod

Joonis 9. Sangaste kirik: a katuseetarindid; b torni katab linnusõnnik (Kevad, 2009)

runud vee külmumine. Kive kattev hügrokoopne biokile (joonis 8, a) takistab vee liikumist ning soodustab kivi lagunemist. Vetikad kahjustavad kivimaterjale ka hingamisel eralduva süsihappegaasi ning hapete ja kelaate moodustavate ühenditega [8].

Samblikud on ehitiste ja monumendide väga olulised kahjustajad. Nad võivad esialgu olla vähem märgatavad kui nt vetikakiht. Kuivas keskkonnas kokku tõmbudes ja niiskes paisudes avaldavad samblike tallused substraadile survet, mille tagajärjel rebitakse substraadilt lahti mineraalseid osakesi. Märksa olulisemad on samblike põhjustatud keemilised kahjustused. Mõned samblikud eraldavad orgaanilisi happeid, nt oblikhapet, mis lagundavad mineraalseid materjale. Hapete toime kahjustab kivimaterjali pind ja suureneb poorsus, see omakorda viib veekahjustuse suurenemisele [8].

KATUSED

Kirikute katuse- ja vahelaetarindid on tehtud kvaliteetsest, ühtlasest ja tugevast puidust. Suur osa sellest on ka väga hästi säilinud. Põhikandetarindid on ühtlase 20 cm läbimõõduga puidust, kohati on ka suuremaid ristlõikeid (joonis 9, a). Eesti kirikud, millest nii mõnigi on sõdade ja võimuvahetuste ajal olnud ilma katusest, on Tõnu Parmaksoni hin-

gungul praegu üsna heas korras. Enamik tarindeid on restaureeritud eri aegadel ja eri kvaliteediga, millele viitab Puhja kiriku katuse ja torni tehnilise seisukorra ülevaatus: „1984. aastal tehtud töö ei ole väga ilusa ja suurejoonelise katusekonstruktsiooni vääriline. Samuti on see vastuolus tänapäevaste restaureerimispõhi mõtetega. Ei ole mõtet süüdistada töid teostanud ettevõtet, sest tollel ajal oli selline tööstiil tavapärane. Nende töödega ei lahenenud katuse konstruktiivne probleem, vaid sellega likvideeriti avariiolekord ja lükati lõplik lahendamine edasi“ [9].

Probleemsemateks kohtadeks on kujunenud katuse kandetarindite ühenduskohad ning räästa- ja tornitarindid (joonis 10, a ja b). Seda on põhjustanud enamasti katuste läbijooksmine ja lahtised kohad, kust talvel lumi sisse tuiskab. Selle tagajärjel tarindid märgusid ning ei jõudnud ära kuivada. Vettisid ka müürid ning neile toetuvad puittarindid imasid vett.

Pööningud on täis ehitus- ja muud prahti. Räästad on lindudele avatud ning nende sõnnik soodustab puidu lagunemist (joonis 9, b).

Katusekate, mis on uuritud objektidel väga erineva kvaliteedi ja teostusega, on kas valtsplekist või keraamilistest katusekividest. Probleemid on tekkinud peamiselt katuse voolusuunalise ühendusega sõlmedes, mis on

enamasti tehtud otse vastu seina ning seetõttu on sademevesi seinaga otseses kokkupuutes. Teine põhjus on katteplekkides, mis kas puuduvad või on liiga lühikesed. Sademevesi pääseb selle tagajärjel fassaade ja ülemisi müüriosa märgama (joonis 11, a).

Enamikus kirikutes ei ole vihma-veesüsteemi (joonis 11, a ja b) või see on umbes ja ei täida oma ülesannet – vesi jookseb üle ja kahjustab fassaadi.

KOKKUVÕTTEKS

Nelja Lõuna-Eesti kiriku ülevaatamisel ilmnes, et muret teeb peamiselt liigniiskuse, millega kaasnevad soola- ja külmakahjutused ning puittarindite biolagunemine. Muidugi vajavad kõik hooned individuaalset lähenemist, probleemid võivad olla väga erinevad ning tihtipeale ka omavahel seotud. Kuigi otsuseid tehakse sageli majanduslikest ja mõnikord ka isiklikest kaalutlustest, mitte ehitusinseneri loogikast lähtudes, võiks restaureerimistööde järjekord olla järgmine. Kõigepealt tuleks kaitsta hoonet sademete eest – nii katusekate kui ka selle kandetarindid peavad olema terved. Katusele kogunenud vesi tuleb vihma-veesüsteemide abil juhtida maapinnale ja maapinnale vajalikku kallet andes hoonest eemale. Seejärel on vaja vähendada vundamentide ja soklite niiskuskooormust ning parandada või välja



Autori fotod

Joonis 10. Rannu kirik: a putukate ning b seente (majavammi) kahjustatud katusetarindisõlm



Autori fotod

Joonis 11. a Urvaste kiriku idafassaad: katuseviilu katteplekkide veeninad on liiga lühikesed; b Puhja kiriku kooriruum (vaade kirdest): katusele voolav vesi on kahjustanud seina, sest katuse ja seina ühenduskohas pole vihmaveerenni ega seina kaitsvat plekki

vahetada põrandatarindid. Fassaadide väljaulatuvad ja kaitsmata osad peab katma plekiga. Enne etapiti krohvimist on soovitatav lasta hoonel mõni aasta kuivada. Avatäited tuleb restaureerida või asendada.

Kuigi vanad hooned ei ole praeguste ehitustehniliste lahendustega võrreldes ideaalsed, olid nad kunagi ratsionaalsed ja täitsid oma funktsiooni. Kirikute praegune olukord ei ole tekkinud ühe või kahe aasta jooksul – nende lagunemise peamine põhjus on pikka aega kestnud hooldamatus. Enamik kahjustusi on tekkinud lihtsate ehituslike süsteemide puudumise või valede restaureerimisvõtete tõttu. Eesti praegust majanduslikku olukorda ja koguduste suurust arvestades

näib, et maakirikute sarikad ja krohv on lausa sunnitud püsima vaid vaimulike palvete toel.

A.M.

Viidatud allikad

1. Näitus hävinevast muinsusest. – Eesti Kirik: <http://www.eestikirik.ee/node/6561>
2. Loit, M. Kirikute hooldusraamat. Tallinn: Muinsuskaitseamet. 2007.
3. Tvauri, A. Museoloogia ja Muinsuskaitse, 2001: <http://www.arheo.ut.ee/Museo&muinsus.pdf>
4. Humble, O. Äldre murverkshus. Reparationer och ombyggnad. Bygghörskningsrådet. Stockholm. 1990.

5. Young, D. Rising damp. Informational Sheet. Heritage Council of NSW. Technical Advisory Group. 2004.

6. Fassaaditeooria põhitõed. Tarmatrade OÜ: <http://www.tarmatrade.ee/tooted.php>

7. Åkesson, K. Lubimört 1. Praktilisi juhiseid lubivärvi ja lubimördiga töötamiseks. Avesta. 2003.

8. Konsa, K. Konserveerimisbioloogia. Eesti Kunstiakadeemia Restaureerimiskool. 2006.

9. Danil, A.. Puhja kiriku katuse ja torni tehnilise seisukorra ülevaatus. Arhitektuuribüroo Vanad kirikud. 1996.

KORTERELAMUID ON VAJA RENOVEERIDA KOMPLEKSSSELT

KALLE VIRKUS

Tartu Regiooni Energiaagentuur

KÄESOLEVAL AASTAL (8.–12. novembril) peeti Eestis teist korda energiasäästunädalat. Seekord olid põhikorraldajad Tartu Regiooni Energiaagentuur, Kliima- ja Energiaagentuur, Sihtasutus KredEx, Eesti Energia, Eesti Korterühistute Liit, Säästva Eesti Instituut ja Tartu Teaduspark. Energiasäästunädala egiidi all korraldatakse üritusi ka novembri lõpus ja detsembris.

Üpris loogiliselt sai seekordse energiasäästunädala teemaks „Energiasääst hoonetes“, sest Eesti oludes jäävad hooned veel pikaks ajaks suurimateks energiasäästuobjektideks. Loomulikult räägitakse kõige rohkem raudbetoon-paneelidest korterelamutest. Mõnevõrra üllatuslikult tõusis sel aastal selgelt esikohale hea sisekliima tagamise ja sellega seotud ventileerimise teema. Tuleb tõdeda, et elanike teadlikkuse tõstmiseks korterelamute renoveerimise asjus tuleb teha veel päris palju tööd. Ikka veel levib visalt mitmesuguseid müüte ja väärarvamusi, millel on ehk oma ratsionaalne tagapõhi, ent mis on osalt seotud sellega, et eelmised rahastamis- ja toetusmeetmed ei olnud põhjalikult läbi mõeldud.

Kõige levinum on arusaam, et hoonet renoveerimine on sama mis hoonet soojustamine. Sellele on kindlasti kaasa aidanud massisuhtluses levitatud sõnum: „Pane oma majale kasukas selga!“ Soojustamine on küll hoonet kompleksse renoveerimise oluline osa, aga kindlasti ei ole see ainus ega ka mitte kõige olulisem tegevus. Pelk soojustamine ei pruugi kogu maja silmas pidades anda mingit energiasäästu ning tulemuseta jäänud rahakulu mõjub edasiste renoveerimisotsuste langetamisele ruineerivalt. Õigupoolest ei ole vist ühtki sellist tööd, mis renoveerimisel ühekaupa ettevõttes ei võiks kasu asemel kahju tuua. Et edasistest tegevustest kasu oleks, on kindlasti vaja teha kolm tööd.

Vahetada aknad. Muidugi oleks hea, kui kogu maja aknad vahetataks korraga ning et uued aknad sobiksid kokku hoonet arhitektuurilahendusega. Prae-

guseks on aga juba paljude majade (ligi kahe kolmandiku kuni kolmveerandi) aknad vahetatud ühekaupa ning sellega tuleb leppida. Uute akende U-väärtus on mitu korda väiksem kui vanadel, seetõttu väheneb soojuskadu läbi akna pinna ning kaob õhu kontrollimatu liikumine läbi ebatiheduste. Tähelepanu tasub pöörata akende U-väärtusele, mis peaks olema väiksem kui 1,0. Kas tuulutusava on vajalik või mitte, sõltub valitud ventilatsioonilahendusest.

Kindlasti peab tagama piisava õhu vahetuse. Kõige odavam variant on muuta olemasolev ventilatsioonisüsteem paremaks. Praegu on süsteem enamasti selline, et värske, aga külm õhk pääseb tuppa läbi akende tuulutusavade või seintesse ehitatud värskeõhuklappide. Toas õhk soojeneb ja liigub siis ventilaatori või loomuliku tõmbe toimel ventilatsiooniõhustite kaudu välja. See lahendus suurendab soojusenergiakulu päris kindlasti, mõistlikum on kasutada soojatagastusega ventilatsiooni. Variante on mitu – selle võib välja ehitada lokaalselt salvestavana, täismehaanilise korteripõhisena või ka kogu trepikoda või maja hõlmavana. Viimasel juhul võib soojuse tagastada keskküttesüsteemi.

Küttesüsteemi on kindlasti vaja renoveerida nõnda, et kütmist oleks võimalik reguleerida üksikute ruumide või äärmisel juhul korterite kaupa. See ei tähenda, et ühetorusüsteemi peaks ilmtingimata kahetorusüsteemi vastu välja vahetama, sest ka ühetorusüsteemi saab ehitada reguleeritavana. Tuleb aga meeles pidada, et viimane variant on üpris kallis ning nõuab head projekti ja vastutustundlikku ehitajat. Väga tähtis on teada, et kui küttesüsteem jäetakse reguleerimata, ei pruugi muud energiasäästumeetmed üldse tulu tuua.

Alles siis, kui need kolm tööd on tehtud või vähemalt kavandatud, on mõistlik asuda soojusisolatsiooni täiendamisele. See tähendab, et maja „soojustamist“ ei peaks alustama soojustamisest endast, vaid hoopis muudest töödest. Rootsis

peetakse elamu soojustamist teisejärguliseks meetmeks, sest selle rahaline efekt on väike [1]. Tõsi, sealsed viiskümmend aastat vanad kortermajad peavad meie omadest paremini sooja.

Hoone lisasoojustamisel tuleb kindlasti jälgida, et soojustuskiht oleks pidev, st et sellesse ei jääks külmasildu ega õhuvahesid. Enamiku hoonete puhul ei ole see hoone välisilmet muutmata võimalik, sest suurimad külmasillad on rõdude ja lodžade pörandad. Teine suurem külmasillakoht on akna ümbrus. Muidugi on võimalik soojustada ka aknapaale, ent nende isolatsioon ei saa olla üle 50 millimeetri paksune, sest muidu on raske aknaid lahti teha. Kõige õigem oleks aknad tõsta „soojustuse sisse“ – see vähendaks oluliselt aknaümbruste külmasildu. Seda tööd on kõige mõistlikum ühitada akende vahetamisega.

Arvestades, et ka soojussõlme vahel sõltub hoonet soojustusest, olemegi jõudnud alguse juurde tagasi – renoveerimistööd peab tegema komplekselt. Tallinna Tehnikaülikoolis tehtud nn paneelmajade uuringu [2] kohaselt maksab kompleksne renoveerimine ca 2500 krooni (160 €) ruutmeetri kohta. Ka Eesti Korterühistute Liidu tellimisel Tallinna Tehnikaülikoolis tehtud uuring näitas, et kortermajade kompleksne renoveerimine tasub end selgelt paremini ära kui renoveerimine üksikmeetmete kaupa.

Korterühistud ei peaks mõtlema sellele, milliseid töid oleks lihtsam ja odavam teha. Tuleb hoopis mõelda sellele, kuidas otstarbekalt korraldada elamu täielikku renoveerimist. A.M.

Viidatud allikad

1. Här renoveras... flerbostadshus byggda 1950–1975. Klart 2015. VVS Företagen och Svensk Ventilation 2008.
2. Eesti eluasemefondi suurpaneel-korterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav Eluiga. Tallinna Tehnikaülikool, 2009.



KIIRE ABI VANADELE FASSAADIDELE

AMMU ENAM ei vaielda fassaadide soojustamise vajalikkuse üle. Vanade majade fassaadide jaoks ei pea aga kasutama vaid teaduslikult vananenud tehnoloogiaid ja materjale.

Soojustatud maja rõõmustab soojuse säilitamise ja väiksemate arvetega. Soojustatud ja uuendatud fassaad kaunistab maja, tõstes selle hinda. Aga millega soojustada? Kas vahtplasti ja mineraalvatiga, nagu seda on tehtud viimastel aastatel? Esimesed majad, mille fassaadid soojustati palju aastaid tagasi vahtplasti ja mineraalvatiga, näitavad juba valitud materjalide ja tehnoloogiate häid ja halbu külgi.

Praegusel ajal on olemas uus materjal, mille omadused ja tehnilised näitajad ületavad oluliselt polüstürooli ja mineraalvati omi. Firma Estbetox OÜ pakub keemiliselt vahustatud polüetüleen soojustamiseks ja fassaadide kaitseks linnakeskkonna aktiivsete komponentide eest. Vahustatud polüetüleen on omaduste poolest meie kliimas asendamatu. Selle kõrge veekindlus välistab hallituse tekke fassaadile. Fassaadisüsteemides kasutatava vahtplasti ja mineraalvati all võib aga alati tekkida seenhallitus, mis lõhub mineraalvatti ja ka fassaadi seestpoolt. Niiskuskindlus ja vahustatud

polüetüleen muud omadused tagavad soojustatud fassaadi pika kasutusea. Vahustatud polümeere toodab Saksa-Jaapani kontsern Trocellen Group. Selle kontserni ametlik esindaja Baltikumis on Estbetox OÜ – fassaadide soojustamise ajakohase tehnoloogia teenäitaja.

Mida see tehnoloogia pakub? Maja pind tasandatakse ja kaetakse spetsiaal-



se liimiga, mille koostisse kuuluvad tsemendi-liivasegu ning vedelad polümeerid. Selle liimi peale kleebitakse materjal – vahustatud polüetüleen paksusega 20 mm. Sellel materjalil on samasugused soojusisolatsiooniomadused nagu 200 mm paksusel mineraalvatikihil. Kuna vahustatud polüetüleen paksus on kõigest 20 mm, ei ole tarvis aknaid fassaadi välisservale ümber paigutada. Seda tuleb teha vahtplastiga või 200 mm paksuse mineraalvatiga soojustamise korral. Oluuline on seegi, et liim talub soojuskoormust -50 kuni $+200$ °C ning materjal ise kuni $+120$ °C. Pealegi see ei põle ega eralda tulekahju korral toksilist suitsu.

Suvekuumus või juhuslik säde ei saa põhjustada süttimist ega rikkuda fassaadi. Ülioluline on järgida materjali kinnitamise tehnoloogiat. Liitekohtadesse ei tohi jätta vahesid, et tagada fassaadi kaitse hallituse eest ning pikk kasutusiga. Korterühistutele ja majajomanikele võib ehk huvi pakkuda maja (Randla 30a), mille fassaadi puhul on kasutatud Estbetoxi ajakohast tehnoloogiat. Trocellen Grupi toodetud materjal võimaldab kindlalt katta fassaadi pinna keerulistes kohtades – pakutustes ja rõdude juures. Samasuguseid materjale kasutatakse juba ammu ka keerulise fassaadireljeefiga vanade hoonete restaureerimiseks. Peale Eesti on seda fassaadimaterjali hakatud kasutama ka Lätis, Leedus ja Venemaal.

Materjali hind (umbes 700 krooni ruutmeeter) on mõistlikes piirides – mitte kallim mineraalvati hinnast ja vaid veidi kõrgem vahtplasti omast. Võttes arvesse tehnilisi omadusi ja praktiliselt piiramatut kasutusiga, võib kindlalt öelda, et iga ekspluatatsiooniga läheneb hind miinimumile. See on oluline korterühistute jaoks, kes püüdvad ühiste vahendite kokkuhoiu poole.



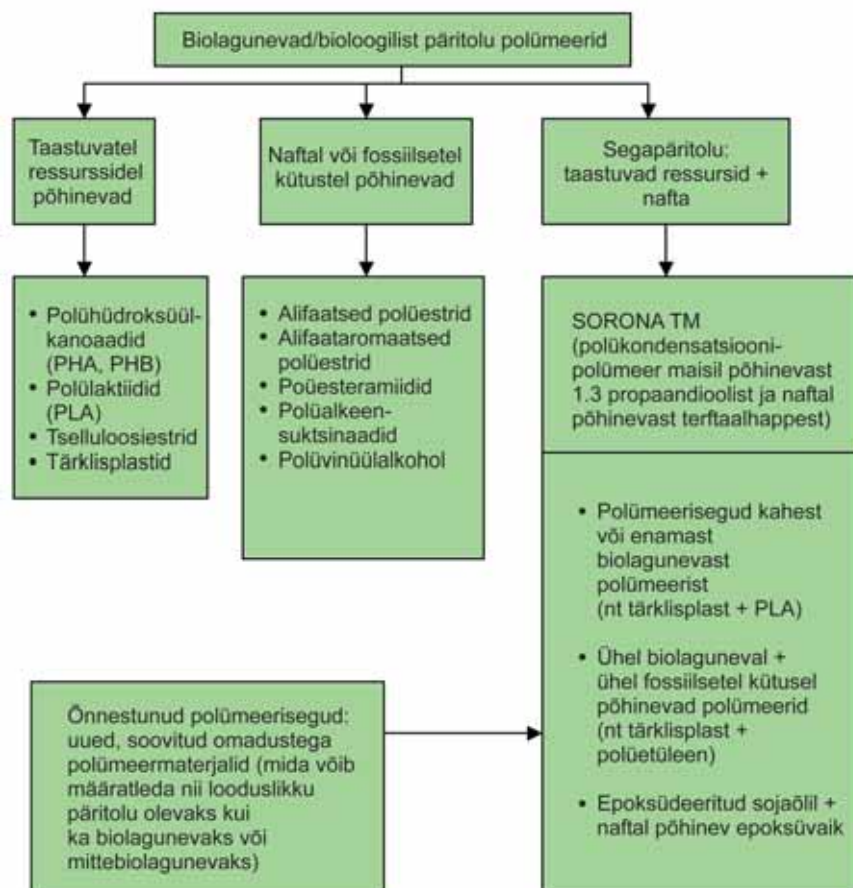
Rohkem teavet: **Estbetox OÜ**
Lootsi 3a-83, 10151 Tallinn
Tel 603 1977, faks 603 1971
info@estbetox.eu, www.estbetox.eu

BIOPLASTID JA BIOPLASTTOOTED

JAAN KERS

Tallinna Tehnikaülikool

BIOPLASTIDE populaarsuse kasvu põhjuseid on mitu. Nende väljatöötamist ja arendamist on peamiselt mõjutanud vajadus leida alternatiivi naftapõhistele toodetele ja rohkem kasutada taastuvaid loodusressursse. Mitme bioplasttoote valmistamisel on energiakulu ja CO₂-heide väiksem kui sarnaste tavaplasttoodete puhul. Kõrvale ei saa jätta ka tarbijate suurenevat huvi looduslähedasemate toodete vastu ning valmidust nende eest rohkem maksta. Kasvanud ei ole mitte üksnes bioplastmaterjalide, -rakenduste ja -toodete arv, vaid suurenenud on ka nende tootjate, töötajate ja kasutajate hulk. Bioplasttoodete arendustöö on jõudnud nii kaugele, et nad on oma füüsikaliste ja mehaaniliste omaduste poolest juba ligilähedased enamkasutatavatele tarbeplastidele. See tähendab, et tulevikus leitakse tõenäoliselt alternatiiv peaaegu kõigile tavaplasttoodetele. Ometi ei tähenda see seda, et loodud oleks 100 % loodussõbralikke ja biolagunevaid materjale – ka bioplasttoodetega kaasneb teatud probleeme ja ohte.



MIS ON BIOPLAST?

Termin *bioplast* on kasutusel kahe- või kolme- plastide puhul:

- nende puhul, mis põhinevad taastuvatel ressurssidel, st et fookus on materjalil, millest plast valmistatakse;
- biolagunevate ja kompostitavate puhul, kus fookus on toote biolagunemisel. Need plastid võivad põhineda nii taastuvatel (bioplastid) kui ka mittetaastuvatel (fossiilsetel) ressurssidel.

Bioplastid võivad seega

- põhineda taastuvatel ressurssidel ja olla biolagunevad;
- põhineda taastuvatel ressurssidel ja bioloogiliselt mitte laguneda;
- põhineda fossiilsetel ressurssidel ja olla biolagunevad.

Ühtseid norme selle kohta, kui suur

Joonis 1. Biopolümeeride üldliigitus [1]

osa plasttoote lähtematerjalist peaks olema taastuvast ressurssist, et seda võiks nimetada bioplasttooteks, ei ole. Küll on aga olemas teaduslikud meetodid, mis võimaldavad mõõta teatud tootes sisalduvat „uuenemat süsinikku“ (C12 ja C14 suhet). Biolagunemise ja kompostitavuse hindamiseks on olemas Euroopa standardid EN 13432 ja EN 14995.

Suurem osa biopolümeere sisaldab polülaktiidhappet (PLA), polüvinüülalkohole (PVAL), polühüdrosüülalkanoate (PHB), polükaprolaktoone (PCL), termoplastset tärklis, tselluloosisaadusi ning biopolüetüleen (PE), -polüpropüleen (PP), -polüamiidi (PA) ja -polüuretaani (PUR). Biopolümeeride üldliigitus on kujutatud joonisel 1.

Polülaktiidhape (PLA, ka polü-

laktaat või polülaktiid) on piimhappe L- või D-vormi kõrgmolekulaarne polüester. Piimhapet ennast on üsna lihtne toota samadest toormetest (suhkrupõhised, suhkruroost, ka maisist ja nisust) kui etanooli, PLA polümeriseerimine on aga keerukas ja kallis. Piisavalt suure molekulmassiga plasti osatakse saada ainult laktiidist, mis on väga ebapüsiv ning säilib vaid veevabas keskkonnas. PLA omahind on PE omast vähemalt kuus korda suurem. Seetõttu ei suuda PLA, hoolimata oma biolagunemusest, asendada laiatarbeplastide. PLA-plasti biolagunemine põhineb materjali suhtelisel keemilisel ebastabiilsusel, toimudes algul niiskuse ja temperatuuri toimel ja jätkudes oligomeersete piimhappeestrite mikrobioloogilise lagunemisega. See tähendab, et PLA on kompostitav [4].

Polühüdroksiaklanoaadid (PHA, PHB, PHBV, PHBH) hõlmavad väga suurt ja mitmekesist rühma hüdroksi-karboksüülhapete polüestereid. PHA-d on bakterite sünteesitavad varuained, mis on looduses laialt levinud. PHB on väga heade omadustega bioplast, mis on oma füüsiliste omaduste poolest väga lähedane polüpropüleenile. PHB sünteesimisega pole mingit probleemi, seda plasti toodavad mikroorganismid valmiskujul. Raskus seisneb selles, et PHB-graanulid asuvad raku sees, olles omakorda ümbritsetud täiendava membraaniga ning pakitud struktuursete valkudega kokku. Seetõttu tuleb PHB sealt kloororgaanilise solvendi abil välja ekstraheerida, mis raskendab PHB-bioplasti tootmist ja teeb omahinna kõrgeks. PHB on biolagundatav ilma mingite mööndusteta, lagunemine toimub ensüümide vahendusel, mida produtseerivad paljud organismid [4]. Huvi selle plasti tootmise vastu on säilinud ainult tänu tema unikaalsetele omadustele. PHB ja selle PHA-analoogid on asendamatud mitmes biotehnoloogilises ja meditsiinilises rakenduses, nt ajutistes, järkjärgult asendatavates implantaatides ja ravimikandjates. Neis valdkondades ei mängi kasutatava materjali hind erilist rolli [4].

Tärklis on looduslik polümeer, mida saadakse maisist, kartulist, nisust, tapiokist jms. Tärklis on tselluloosist märksa veelembesem, külmas vees ta ainult pundub, ent kuumas vees muutub kolloidlahuseks. Selleks et muuta kristalliline (15–100 µm) tärklis vormitavaks termoplastseks tärkliseks, tuleb seda koos plastifikaatoritega (vesi, glütserool, polüglükoolid) kuumutades destruktureerida. Termoplastne tärklis on vormitav pakkematerjaliks, ravimikapsliteks jms. Kui 6–15 massiprotsenti tärklis lisada täiteainena polüolefiinsetele plastidele nagu LDPE, ei taga see veel PE lagunemist.

Polüolefiinid polüetüleen (PE) ja polüpropüleen (PP) on enimkasutatavad plastid. Peamiselt pakenditööstuses kasutatavat polüetüleeni toodetakse aastas u 80 miljonit tonni. Sellest valmistatakse ka igapäevaseid tarbeseemeid – joogikõrtest ja toidunõudest pesumasinate ja mööblini.

Looduslikul toormel põhinevad bio-PE ja bio-PP naftapõhistest PE-st ja PP-st ei erine ning on oma keemilise ülesehituse poolest täiesti sarnased.



Joonis 2. Biokomposiidist autoosa



Joonis 3. Looduslike kiududega sarrustatud termoplastist survevalu-autouukse sisepaneel

Neid saab ka ühte moodi töödelda. Need bioplastid ei ole biolagunevad. Biopolüetüleen on juba üsna levinud ning seda toodetakse tööstuslikult (tootmine on küll alles arendusjärgus) nii kõrgtihedana (HDPE) kui madaltihedana (LDPE).

Polüamiidi (PA) toodetakse osalise bioplastina. Neist levinum PA11 (kaubandusliku nimega *Rilsan*), on oma silmapaistva mehaanilise tugevuse, keemilise resistentsuse ja temperatuurikindluse tõttu kasutuses peamiselt autotööstuses. Bioloogiliselt ta ei lagune

Biopolüüreetaanide (PU) omadused on väga laialt modifitseeritavad, neid on vahetust duroplastideni. Kui üks monomeeridest (polüool) teha rasvhapetest, saaks PU-st osaline bioplast. Traditsiooniline toore on olnud riitsinusõli. Muid taimeõlised peab polüooli tekitamiseks epoksüdeerima ja järgnevat ringi avama. Polümeer segatakse tihti täitekiuga (pms klaaskiuga, millel on ka sarrustav toime) või pulbriliste ainetega. Kasutada võib ka looduslikku kiudu (lina-, kanepi-, puidu-, džuudi-, kenafi-, banaanikiudu) [4], mille eelis sünteetiliste kiududega võrreldes on

madalam hind, väiksem tihedus, tootmise ajal väiksem CO₂-heide, lihtsam ümbertöötatavus ja biolagunevus.

Bioplastide peamine pluss on nende materjalide unikaalsed omadused. Kõigis biopolümeerides on monomeeri kohta vähemalt üks kiraalne süsinik ning funktsionaalsed rühmad on polümeeris seetõttu kindlas ja korrapärasel asetuses. Niimoodi moodustunud polümeer on korrapärane (nt spiraalne) ka kõrgemat järku struktuuri korral. Sellest tingituna on biopolümeerid väga elastsed ja tugevad.

BIOPLASTTOODETE KASUTUSALAD

Bioplaste kasutatakse mitmeks otstarbeks (tabel 1), eriti levinud on nad pakenditööstuses – nendest valmistatakse nii kilekotte, plastkarpe kui ka vahtplaste. Meditsiinis kasutatakse bioplasttooteid implantaatidena ja õmblusmaterjalina. PLA-haavaniidid lagunevad kehas paranemisaja jooksul, lisaoperatsioone nende eemaldamiseks ei ole vaja teha. Bioplastidest mänguasjade valmistamisel kasutatakse nt puidukiudu ja/või maisitärklisevahtu. Bioplaste ja looduslike kiududega sarrustatud komposiitmaterjale

rakendatakse laialdaselt ka autotööstuses (joonised 2 ja 3), sest nad kulumavad vähem tootmisseadmeid kui klaaskiud ning nende mehaanilised omadused on rahuldavad.

BIOLAGUNEMINE JA KOMPOSTIMINE

Biolagunemise all mõistetakse plastide lagunemist mikroorganismide, nt bakterite toimel [5]. Lagunemine peab kulgema nii, et plasti mehaanilised ega tarbimisomadused kasutamisperioodi vältel ei muutuks ning lagunemine algaks alles pärast kasutusea lõppu. Enne biolagunemist on oluline materjali keemiline või fotodegradatsioon. Keemiline degradatsioon toimub oksüdatsiooni, hüdrolyüüsi või termilise lagunemise teel. Fotodegradatsioon põhineb valdavalt UV-kiirguse ja kõrgendatud temperatuuri toimel. Eelnev keemiline lagunemine on oluline, sest biodegradatsioonile alluvad polümeeriahela väiksemad lõhestunud fragmendid.

Biolagunevuse kriteeriumiks loetakse seda, et plast kaotab aeroobsel lagunemisel CO₂-na 60 % oma süsinikust 180 päeva jooksul. Tegelik süsinikukadu on suurem, sest ka biomass

(nt huumus) on lagununud polümeer. Täielikul mineraliseerumisel jääb alles ainult lisanditest (nt täiteainetest) pärit jääk [5]. Järelikult on otstarbekas kasutada bioplastide sarrus- ja täiteainetena biolagunevaid aineid (looduslikku kiudu) või mineraalaineid (kriit, dolomiiditolm). Prügilas on biolagunemine aeglane, sest keskkond on kuiv ja O₂ ei pääse piisaval määral ligi. Osa laguaineid infiltreerub pinnasesse ja ohustab põhjavett. Aeroobne protsess läheb prügilas küll üle anaeroobseks ning tekkivat metaanirikast biogaasi saab kasutada kütusena.

Bioplasti kompostimine kulgeb hästi, kui see laguneb soodsates tingimustes (piisavalt hapnikku, sobiv pH ja temperatuur, paras niiskus). Kuna CO₂ tekkimine on siis kontrolli all ning seda tekib täpselt nii palju kui fotosünteesil taimse plastitoorme kasvatamisel õhust saadi, ei kaasne kompostimisega ka keskkonna saastamist.

Peale kompostimise on üsna tavaline bioplastijäätmete käitlusviis **põletamine**. Ka see on üsna loodussõbralik, sest bioplasttoodete põlemisel eraldub õhku vaid niisama palju süsihappegaasi, kui palju plastitoormeks olnud taimed seda sealt võtsid. Põletamisel tekkivat soojusenergiat saab ära ka-

Tabel 1. BIOPLASTIDE KASUTUSALAD [4]

Turuosa	Tooted	Plussid ja miinused
Pakendid	Pakendite puistetäidis, kile, õhkpadi-pakendid, pudelid, kandikud, mullpakendid, võrgud, suured ja väikesed kotid.	Toidupakendid on bioloogiliselt saastunud ning seetõttu on neid raske ümber töötada. Materjalide üleküllus raskendab tavapäraste taaskasutustehnoloogiate kasutamist. Kasutusaeg lühike.
Kiirtoidu-serveerimiskomplektid	Taldrikud ja tassid, noad, kahvlid ja lusikad, kõrred, topsid.	Taaskasutamine pole alati võimalik ega odav. Toiduainetega kokkupuutumise tõttu sageli bioloogiliselt saastunud.
Kiud, tekstiil	Riideesemed, tehniline tekstiil, kangad.	Hingavad materjalid, omadused kombatavad, läikivad.
Mänguasjad	Käsitöömaterjal, ehitusklotsid, golfitiid.	Pedagoogilised eelised. Keskkonnaohutud, harivad.
Esmatarbekaubad	Kotid orgaaniliste jäätmete jaoks, hügieenitarbed (nt mäghmekiled, vatt-tupsutid).	Tooted on lühiealised. Ümbertöötamine keeruline. Ihuga kokku puutudes tunduvad looduslikena.
Aiandus	Taimepotid, aluskiled, turbakotid, väetisega seemnekiled, sidumismaterjal.	Tunduvad looduslikena, soovitatav kompostida. Määdumise tõttu väga raske taaskasutada. Vähendavad tööjõukulu.
Põllumajandus	Kattekile, multškile, sidumiskile.	Sama mis aianduses.
Meditsiin	Implantaadid, operatsioonimaterjalid, Suuhügieenitarbed, kindad.	Imenduvad ja lagunevad kehas ohutult. Olelusaeg lühike, äravisatavad.
Muu	Kinnitusdetailid, koostevahendid, kalmistulaternad, kirjutusvahendid.	Spetsiifilised kasutuseelised. Tööjõu- ja jäätmekäitluskulud väikesed. Peavad olema kompostitavad. Reklaamitavad loodussõbralikena.

sutada. Tarbijate käitumisharjumuste muutmine mängib olulist rolli bioplastist toodete kasutusest kõrvaldamisel ja taaskasutusel. Neid tooteid peab märgistama standardi EN13432 nõuete kohaselt, et tarbija saaks vahet teha kompostitavate ja tavaplastide vahel ning neid äraviskamise ajal õigesti sortida.

BIOPLASTIDE TOOTMISEGA SEOTUD PROBLEEMID

Ületada tuleb mitmesuguseid biolagunevusega seotud probleeme. Muret teeb ka see, et bioplasttoodete maht suureneb toidu (soja, mais, teravili, taimeõlid) arvel. Bioplastide konkurentsivõimet piiravad väga suured tootearenduskulud. Kui aga arvestada fossiilkütuste hinnaprognnoose, võib juba praegu öelda, et lähitulevikus on taastuvate ressursside kasutuselevõtt olulise majandusliku tähtsusega. Kui 2010. aastal toodeti fossiilsetest kütustest 250 miljonit tonni polümeere, siis arvatakse, et aastal 2100 toodetakse neid juba kuni miljard tonni [7]. See tähendab, et fossiilsete kütuste kasutamine polümeeride tootmiseks kasvab praeguselt 4–6 protsendilt 25 protsendini. Praegu on looduslikku päritolu polümeeride aastane tootmiskaht (1000 000 t) ainult 0,4 % polümeeride kogutootmismahust, ent see suureneb ligi 30 % aastas [7].

Tootmistõhususe suurenemine ja hindade alanemine on bioplastide müügieudel määrava tähtsusega. Tõenäoliselt jõuavad bioplastid kõikjale, kus praegu kasutatakse tavaplastist tooteid. Esmajärjekorras ja suuremal hulgal kindlasti just aladele, kus on olulised toodete looduslikud koostisained ja biolagunevus. Neis valdkondades võivad bioplastid tavaplastist tooted täielikult välja tõrjuda.

Euroopa Liidus on bioplastide teema eriti aktuaalne põllumajandussektoris. Bioplastide kasutamine suureneb ka teadusmahukates rakendustes. Areng ei ole plahvatuslik, ent see eest pidev. Olmeplastide tootmissektoris ilmnevad huvitavad tendentsid. Turunduskeeles mõisted transformeeruvad ning biolagunevaid plaste püütakse nimetada bioplastideks. Kuna sünteetilised biolagunevad plastid on bioloogilisest toormest valmistatutest keskeltläbi odavamad, siis juurutatakse üha uusi segusid ja kopolümeere (nt PLGA või PLA), milles bioloogilise toorme osakaal väheneb [5].

KOKKUVÕTTEKS

Kiire biolagunemine pärast toote kasutuselt kõrvaldamist

on oluline võimalus jäätme hulka vähendada. Lühikest aega kasutatavad tooted (nt prügi- ja kaubakotid, multšikiled) võiksid olla biolagunevast plastist [5]. Multšikiledel puhul võib küll tekkida probleem, et lühikese kasvuajaga saagi koristamise ajaks ei pruugi bioplast laguneda jõuda ning plastitükid võivad sattuda koristusmasinate tööorganitesse või saagi hulka.

Üks edukaimaid bioplastide kasutusvaldkondi on meditsiin (lagunevad niidid ja implantaadid, kapslis ravimid).

Biolagunevate plastide osatähtsuse suurenemist soodustab biojätmete kompostimine (praegu EL-is hinnanguliselt 4 %). Nende sattumine tavaprügilatesse võib aga olla kahjulik. Üks võimalikke lahendusi on kompostimise ja taaskasutamise kompleksne rakendamine [5]. Bioplastide lagundamisel saadud komposti kasutamist põllumajanduses takistab inimeste umbusk selle kasulikkusse taimedele.

A.M.

Viidatud allikad

1. Natural fibers, bioplastics and biocomposites, Editors: Mohanty, K. A., Mishra, M., Drzal, T. L., Taylor & Francis Group, 2005.
2. Bioplastitootja: <http://www.proganic.net/english.htm>.
3. Bell, K. The promise and pitfall of bioplastics, Time, 03.05.2010. <http://www.time.com/time/magazine/article/0,9171,1983894,00.html>.
4. Euroopa bioplastid, <http://www.european-bioplastics.org/index.php?id=132>
5. Biomassi tehnoloogiaüüringud ja tehnoloogiate rakendamine Eestis: http://www.bioenergybaltic.ee/bw_client_files/bioenergybaltic/public/img/File/Tellitud%20uuringud/Biomassi_tehnoloogiauuringud_ja_tehnoloogiate_rakendamine_Eestis_2.pdf.
6. Christjanson, P. Polümeermaterjalid II. Saamine, omadused ja kasutamine, TTÜ kirjastus, 2007.
7. Lippmaa, H. Polümeerisõnastik, Euroõlikool, 2001.
8. Ravenstijn, J. Bio-based polümers: a revolutionary change. JEC Composites Magazine, (59) August-September 2010, pp 17–20.
9. Bioplastitootja: <http://www.teamburg.de/bioplastics>.

**Tippkvaliteediga puhurid
ja vaakumpumbad**



RÕHUMEÕHULE

KOMPRESSORIKESKUS

TALLINNAS:
Kadaka tee 5
10621 Tallinn
info@kompressorikeskus.ee

Tel 615 5550
Faks 615 5551

TARTUS:
Vasara 52d
50113 Tartu
tartu@kompressorikeskus.ee

Tel 730 3500
Faks 730 3501

www.kompressorikeskus.ee

SEAL KUS HAKKUR TOIME EI TULE

ALAR PALATU

OÜ Hüdroline

PUIDU peenestamisega on Baltimaades tegeldud lühikest aega ning seetõttu on selle töö tegemiseks vajalikke seadmeid valinutel tulnud ka pettuda. Saadaval on paljude tootjate hakkureid ja purusteid. Kuigi nad kõik täidavad üht ja sama ülesannet, on neil siiski erinevusi. Kõik ei sobi igasuguse lähtematerjali ega igasuguste materjalikoguste peenestamiseks.

PURUSTID

Vähemalt 80 % nendest vähestest purustitest, mis on praegu Baltimaades olemas, on soetatud tööülesandeid silmas pidades. Purusteid kasutatakse nii metsas raiejäätmete (okste ja kändude) peenestamiseks kui ka puidujääkide ümbertöötamiseks jäätmekäitluskustes, ehitusplatsidel või saeveskites. Kuigi purustiga toodetu ei näe nii hea välja kui hakkuriga peenestatu, sobib ta katlamajades ja koostootmisjaamades põletamiseks ning plaatide tootmiseks.

PLUSSID JA MIINUSED

Puidupurustite peamine eelis hakkuritega võrreldes on leebemad nõuded töödeldava materjali kvaliteedi suhtes – mõned mudelid suudavad purustada ka kehva lähtematerjali, milles võib olla rohkesti liiva, kive, taimseid jäänuseid ja muid võõrseid. Purusti nõrgaks küljeks tuleb pidada seda, et selle tootangu kvaliteet on hakkuriga saadust halvem (ebahühtlasem).

ODAV EI KÕLBA KUTSETÖÖKS

Odavate segmentpurustite ja hakkurite hind jääb vahemikku 7000 kuni 22 000 eurot, ent kutsetööks nad ei kõlba



Purustist kompostiks

– päev läbi töötamiseks nad ette nähtud ei ole. Selliste, tavaliselt keskmise suurusega haagisele paigaldatud seadmetega ei ole võimalik saada energia tootmiseks kõlblikku hakkpuitu, nad kõlbavad vaid massi vähendamiseks või kompostitavaks muutmiseks.

Mitmesuguseid purustusseadmeid toodab Itaalia tehas PEZZOLATO. Lihtsaim mudel PEZZOLATO S4000 on mõeldud kõige ülearuse ümbertöötamiseks kompostitavaks massiks. Peenestamine kiirendab oluliselt kõdunemist, kusjuures ei pea kartma pinnase segunemist lähtematerjaliga.

Võõrste lahutamine purustatud puidust on amatöörklassi purustites lahendamata. Probleeme võivad põhjustada lähtematerjalis leiduvad väikesed metalliesemed. Kuigi üks 100 mm pikkune nael PEZZOLATO S4000 töötab suurt ei häiri, võib peotäis selliseid naelu põhjustada tõsiselt pahandusi.

KEHV LÄHTEMATERJAL VÕIB OLLA ARGIPÄEV

Juba varasematel aegadel pilluti maal

lugematutes saekaatrires ja -kaatrikestes pinnud kõrvale ja ladustati virnadesse. Territooriumi vabastamiseks suruti puidujäätmed buldooseri abil kokku, segati mullaga ja lükati hunnikusse, kuhu nad on jäänud tõenäoliselt tänase päevani. Hakkur nii räpase lähtematerjaliga toime ei tule, kuid purustis võib seda mädanemisele määratud energiaressurssi suurema vaevata kasulikult tarvitavaks hakkeks muuta.

Seda tööd saab teha ka võrdlemisi väikese võimsusega kiirekäigulise purusti, nt PEZZOLATO S10000 või WILBALD Minimax 2000 abil, mis on mõeldud enam-vähem kutsetööks ja



Purusti S10000 sõel ja trummel

kvaliteetse toodangu saamiseks. Traadid ja naelad ei tee sellistele agregaatidele mingit muret. Purustit S10000 saab varustada magnetitega, mis korjavad metallvõõrised toodangu hulgast välja. Tööorganite kujust, arvust ja paigutusest trumlil oleneb, milliseks tööks purusti kõige rohkem sobib. Turba, milles on sageli rohkesti mineraalseid võõrseid, peenestamiseks kõlbab eriti hästi PEZZOLATO S9000, hakkurid sellega toime ei tule.

VÕIMSAD KIIREKÄIGULISED PURUSTID

Suure hulga tööstuspuidu peenestamiseks ette nähtud seadmed ei erine eespoolkirjeldatutest üksnes suurte gabariitide ja vastupidavuse, vaid ka jõudluse poolest. Purustitootjaid on rohkesti ning igaüks neist on leidnud omamoodi tehnilise lahenduse.

Tavaliselt pöörleb kiirekäigulises purustusseadmes, täpselt nii nagu hakkuriski, trummel materjali etteandmise suunas ning toodangu tükisuurus saavutatakse vajaliku avaga sõelte abil. Kiirekäigulise purusti rootori löiketerad, nn peitlid, on eraldi teljel, et nad saaksid vabalt selle ümber pöörelda. Selline tööpõhimõte on ka Saksa firma WILLIBALD SR-sarja purustitel, mis sobivad hästi kuiva ja võõrisrohke lähtematerjali, eriti lammutatavate majade puitkonstruktsioonide purustamiseks. Nii saab kvaliteetset puidupuru nt laudadest, aknaraamidest, udest ja garaazivärvavatest.

On ka purusteid, mille rootor pöörleb vastupidises suunas ning rootori kõrval on sõela asemel massiivne „kamm“. Selliste purustitega saab purustada kleepuvat lähtematerjali, nt rohelisi puuoksi ja võrasid või väga mullaseid kände, mis ummistavad kiiresti klassikalise purusti

sõela. „Kammi“ abil saab sellest murest aga hõlpsasti jagu – läbi kammi liikuvad peitlid saavad kiiresti puhtaks.

WILLIBALDi purustites ESU on löikurid erinevalt eespool kirjeldatust jäigalt rootori külge kinnitatud nagu hakkurites, kuid nugade asemel on kõvasulamist otstega massiivsed peitlid, mis materjali ei löika, vaid suure jõuga puruks löövad. Selle purusti trumli pöörlemissagedus on tunduvalt väiksem. Purustada saab mitmesugust lähtematerjali, jõudlus on suurem, ent ka tükeldatud materjal on jämedam. Sellepärast sobivad purustid ESU eriti hästi kütuse ettevalmistamiseks uut tüüpi katlamajadele, milles saab põletada isegi kuni 200 mm jämedust materjali. Kiirekäiguliste purustite hind kõigub 70 000 ja 250 000 euro vahel.

AEGLASEKÄIGULISED PURUSTID

Kiirekäiguliste purustite võimalused on piiratud. Mööbli, akende, uste või furnituuri metallosadega tulevad nad toime, ent mobiiltelefonist suurem metalloa rikub masina ära. Väga halva kvaliteediga lähtematerjali (nt täismõõdus kändud koos mullaga või suuri metalloosi sisaldav materjal) purustamisega saab hakkama vaid aeglasekäiguline purusti.

Aeglasekäigulise purusti jõudu näitab juba selle tunduvalt massiivsem konstruktsioon. Selline purusti „rebib“, mitte ei „pekse“ lähtematerjali puruks. Seadmel on tavaliselt kaks rootorit, mille pöörlemissagedus on 3–5 korda väiksem kui kiirekäigulisel. Vastupidi pöörlevad rootorid „kitkuvad“ lähtematerjali jäigalt kinnitatud terade abil.

Aeglasekäigulise purustiga saab jämedama materjali kui kiirekäigulisega. Kõige peenema sõelaga purusti toodangus on 5–15 % peen- (0–20 mm),

umbes 70–90 % keskmist, s.o kasulikku (20–70 mm) ning 5–15 % ülemõõdulist (70–140 mm) fraktsiooni. Pärast metalli ja orgaaniliste võõraste väljasortimist on materjal ajakohastes katlamajades kohe põletatav. Kui peaks olema vaja peenfraktsiooni lahutada, peab purusti varustama sõelaga. Kui aga tahetakse vabaneda ülemõõdulisest fraktsioonist, tuleb muretseda lisaõelur, mis lahutab selle etteantud suurusega tükideks, mis kõlbavad uuesti purustisse sõtta.

Lääne-Euroopas on levinud veel variant, mille kohaselt koos töötavad nii kiire- kui ka aeglasekäiguline purusti. Aeglasekäiguline purusti rebib puidu kiududeks, lahutab metalli ning sõelub väärtusetu peenfraktsiooni välja, kiirekäiguline aga töötleb puhta fraktsiooni soovitud mõõtu. Et jõudlus oleks võimalikult suur, on kasulik panna aeglasekäigulisse purustisse eriti jäme sõel, milles toodetavat isegi 300–400 mm jämedust fraktsiooni töödeldakse vajaliku mõõtu kiirekäigulises purustis. See on muidugi võimalik vaid suurtes terminalides. Aeglasekäiguliste seadmete eelis on ka see, et lähtematerjali suurus ei ole piiratud. Selleks et töödelda kiirekäigulise purustiga kändu, tuleb see lõhkuda sobiva suurusega osadeks ning mullast võimalikult puhtaks teha. Aeglasekäiguline purusti saab seevastu hakkama mis tahes mõõtmetega kändu või tüvega, mille küljes on kui tahes palju energia tootmiseks mittekasutatavaid võõrseid.

Tuntuim aeglasekäiguliste purustusseadmete tootja on Austria ettevõtte KOMPTECH CRAMBO, mis valmistab praegu ainsana selliseid purusteid, millele saab paigaldada tähetüüpi sõelumislaua kompostitava materjali väljasortimiseks väärtuslikust lõppfraktsioonist. Aeglasekäigulised purustid maksavad 200 000 kuni 600 000 eurot.



Õhupuhurid

KESKKONNATEHNIKA



- õhupuhurid
- puiduhakkurid
- plastipurustid
- kännufreesid
- jäätmepressid
- pumbad jm



www.krkmoigu.ee

Tartu mnt 133, Tallinn, Tel 50 55 661

SOOVIMATUD FRAKTSIOONID TULEB VÄLJA SÕELUDA

Ilma sõelumisfunktsioonita purusti toodang on üsna tihti halva kvaliteediga, seetõttu tuleb purustatud materjal sõeluda. Seda on võimalik teha vibro-, trummel- või pöörleva tähtsõeluriga. Kui lähtematerjali on ühes kohas palju (nn terminalis), tasub eraldi üles seada sõelur, mis lahutab materjali ülalnimetatud kolme fraktsiooni. Kui vaja, võib ülemõdulise fraktsiooni korduvalt purustisse sõtta.

Kui on teada, et tuleb purustada metallvõõriseid sisaldavat materjali, on kvaliteetse hakke saamiseks vaja purusti varustada magnetiga. Kõige tõhusamalt töötavad konveierlindil asuvad magnetid. Lint peab siis muidugi olema kummist, mitte metallist. Kui tahetakse saada kvaliteetset toodangut, siis ilma magnetite ja sõelurita meie tingimustes hakkama ei saa.

AMEERIKA PURUSTID ON TEISTSUGUSED

Üsna pikka aega ei suutnud Euroopa tootjad pakkuda seadmeid suuremõdulise lähtematerjali purustamiseks, seetõttu töid peamiselt Skandinaavia riigid neid suurel hulgal sisse Ameerikast. Nüüd on olukord järsult muutunud ning skandinaavlased ise tunnistavad, et Ameerikast toodud seadmed on juba ajalugu.

Ameerika päritolu seadmeid võiks nimetada tohutu suurteks kiirekäigulisteks purustiteks. Nad on suured, rasked ja nõuavad spetsiaalseid töötingimusi ning ei sobi mitte mingil juhul meie tingimuste ega tööülesannetega. Ameerikas purustatakse nende abil puitkarkassmajade osi ning toodangu tükisuuruse kohta kindlaid norme ei ole. Nad on varustatud väga suurte ja ebaökoonoomsete mootoritega, mis suurendavad oluliselt toodangu omahinda. Abivahendeid fraktsioonide sortimiseks ja puhastamiseks ei ole. Probleeme on ka nende remontimisega, sest Euroopa ja Ameerika standardid ega mõõtmed ei kattu.

PERSPEKTIIVNE ÄRI

Lääne-Euroopas on puidu purustami-



Biomassikombain AHWI

ne tulutoov äri, sest seal saavad selle teenuse osutajad lisaks tulule hakkpuidu müügist ka tellijalt raha raiesmike korrastamise eest. Nt Austrias ja Saksamaal maksab ruutmeetri puhastamine kändudest 0,70–2,5 eurot. Balti riikides võib millestki sellisest esialgu vaid unistada. Siiski, kui arvestada tööka, et aastas töödeldakse neis riikides oma 25 miljonit kuupmeetrit puitu ning 40 % sellest jääb mittelikkviidse puidu ja kändudena metsa, pole raske välja arvutada, kui suur on puidupeenestamise tööstusharu ressurss. Asjatundjate arvestuse järgi võiks see olla oma 10 miljonit kuupmeetrit, millest võiks saada 30 miljonit puistekuupmeetrit hakkpuitu ning sellest omakorda 24 miljonit MWh energiat. Raske on isegi ette kujutada, kui palju puitu on ladestatud prügilatesse, kus ta prügi alla maetuna ei lagune, vaid konserveerub. On teada, et mõned prügilad, mille majandajad sordivad puitu eraldi hunnikutesse ning kutsuvad kohale purustusteenuse osutaja. Sel moel saadakse tasuta lahti mittevajalikust rämpsust ning teenuseosutaja saab tasuta tooret.

Kui puit jääb prügilates kasutamata, pole asi veel kõige hullem. Et prügi mahapaneku eest prügilatele mitte maksta, on hoonete lammutusteenust osutavad ettevõtted hakanud üsna tihti kogu oma prügi lihtsalt sohu viima. Seda teenust võib Balti riikides osta tühise raha eest. Räägitakse, et niisugust stra-

teegiat kasutatakse mitmel pool. Teise absurdirina võib mainida teedeehitust, kus territooriumi vabastamisel saadud puukännud lihtsalt maetakse maha. Seda ei sünniks, kui valitsus (õigemini valitsuses töötavad inimesed) ei peaks Venemaalt imporditavaid energiaallikaid (gaas ja kivisüsi) puidust prioriteetsemaks. Kui meie „metsariigid“ kasutaksid energia saamiseks omal maal leiduvaid puiduressursse, siis ei jõuaks Balti riigid üksnes energeetilise sõltumatuseni, vaid annaksid ka tööd paljudele inimestele piirkondades, kus praegu suudetakse vaevalt ots otsaga toime tulla.

Suurimaks uudiseks käesoleva aasta puidupeenestusseadmete turul võib pidada „biomassikombaini“ AHWI AM 600, mis on mõeldud kasutamiseks nii looduslikus kui ka istutatud energiametsas. See agregaat töötab kombainina ning on ehituse poolest midagi hakkuri ja purusti vahepealset. Seadme demoversiooni näidati 2008. aasta 12. septembril Olaine puukoolis Lätimaal. Mitme asjatundja arvates on see väga paljulubav seade energiapajuvõsa ja põllumajandusmaa koristamiseks ja energiahakke saamiseks. Seadme peamised eelised „suguvendadega“ võrreldes on võime koristada täiesti kaootiliselt kasvavaid põõsaid ja puid ja töödelda juba varem maha niidetud võsa või lamapuitu (sh mõistlikkuse piires ka raidmejäätmeid).

A.M.

KAS KESKKONNAMÜRA PÕHJUSTAB TERVISELE PARANDAMATUID TAGAJÄRGI?

JANE ADLER

MTÜ Ökokratt projektijuht

21. OKTOOBRI toimus Tallinna Tehnikaülikoolis MTÜ Ökokratt ettevõtmisel Keskkonnamüra konverents 2010, mis seekord keskendus keskkonnamüra mõjule tervisele. Müraspetsialistid, professorid ja doktorid Saksamaalt, Rootsist, Soomest ja Eestist jagasid konverentsil teadmisi müra ohjamisest ja mõjust tervisele ning tutvustasid müraohjamise praktilisi lahendusi.

Müra mõjutab inimese tervist ning vähendab elukeskkonna kvaliteeti ja mugavust. Mürarikas keskkond piirab näiteks akende lahtihoidmist ja õues viibimist. Helsingi Ülikooli biomeeditsiini eksperdi ja töötervishoiuarsti **Marja Heinonen-Guzejevi** sõnul tajuvad eri inimesed sama heli küll erinevalt, kuid müra kahjulik mõju elanikkonnale tervikuna on väljaspool kahtlust. Kõige sagedamini põhjustab müra tervisehäireid, sellele järgnevad füsioloogilised mõjud – mõju unele, kognitiivsetele võimetele (eriti laste puhul), kõnelisele suhtlemisele, südame-veresoonkonna talitlusele ning harvem ka kuulmisele. Müratundlikke inimesi mõjutab müra enam, sest nad märkavad seda kergemini, tajuvad müra suurema ohuna ja võivad sellele

reageerida teisiti kui vähemtundlikud inimesed. Ühes Soome uurimuses leiti, et müratundlike naiste suurem südame-veresoonkonna haigustesse oli oluliselt suurem kui teistel. Olulisi erinevusi südame-veresoonkonna haigustesse suurem seotuses elu jooksul kuulnud müraga meeste ja naiste vahel siiski pole.

Doktor **Eja Pedersen** Halmstadi Ülikoolist käsitles **tuulikumüra** mõju tervisele. Seda müra peetakse muust keskkonnamüra (nt tööstus- või liikluse müra) häirivamaks [1], tõenäoliselt tingituna tuulikuheli iseloomust – selle tugevus vaheldub. Dr Pederseni uuringutest on selgunud, et tuulikumüra põhjustatud häirituse tõenäosus on suurem maapiirkondades ja siis, kui tuulikud on elupaigast näha. Mürahäiritusega oli tihedalt seotud suhtumine tuulikute mõjusse maastikupildis, ent ka suhtumine tuulikutesse üldse. Selgus, et isikud, kes leidsid, et tuulikud rikuvad maastikku, olid suurema tõenäosusega häiritud. Häiritumad olid ka end müratundlikuks pidavad inimesed. Lisaks üldisele häiritusele avaldusid müra tugevuse ja tervisemuutuste vahelised seo-

sed ka häiritud unes [2]. Tuvastati ka side mürahäirituse ja stressiga seotud muutujate (peavalu, liigväsivus, pinget- või stressitunne ja kergestiärritus) vahel. See näitab, et kodus võib tuulikumüra takistada vajalikku psühhofüsioloogilist taastumist [3].

Doktor **Jaana Jokitulp** (Insinööri-toimisto Akukon Oy müraekspert) pidas tõsiseks **ajaviitemüra** mõju eelkõige nende laste ja noorte tervisele, kes kuulavad kõrvaklappidest ja pidudel valju muusikat. Ta uuris kaitsevæteenistuse läbinud noormeeste kuulmist ning leidis, et tõenäoliselt kannatasid noored mehed ajaviitemüra põhjustatud kuulmiskao all juba enne kaitsevække astumist. Kuigi ajateenistus oli lühike, kahjustas väga tugev sõjavæemüra noorte meeste kuulmist veelgi. Kõige tõenäolisemalt süvendas kuulmiskadu püstoli- ja automaadimüra lahingõppustel, sest kuulmiskaitseid ei kasutatud. Kuulmisvæguse sümptomeid, nagu tinisemine ja ajutine kuulmiskadu, tuleks pidada hoiatussignaalideks, et kuulatakse liiga tugevat müra. Üldiselt näib kuulmissümptomite ja -kao sage esinemine kinnitavat oletust, et kuul-

AKUKON

• akustika • müratõrje • esitlustehnika

Insinööri-toimisto Akukon Oy Eesti Filiaal Laki 3a, 10621 Tallinn
tel 661 6900, faks 661 6901, info@akukon.ee, www.akukon.ee

TEGEVUSVALDKONNAD:

Ehitusakustika

ruumiakustika, heliisolatsioon, müratõrje

Insener-tehniliste süsteemide akustika

müratõrje, vibratsioonitõrje

Keskkonnamüra

PAKUME:

Konsultatsioone, projekteerimist, mõõtmisi, eksperthinnanguid

dud ajaviitemüra on oluline tegur müra- ning tingitud kuulmiskao kujunemisel. Tegevuste ajal, mil heli tugevus ületab 80 dB, on soovitatav kasutada kuulmiskaitsemeid. Kõrva lähedal paiknevate heliseadmete helitugevust tuleks vähendada tõhusamate, õigusaktides sätestatud piirmäärade abil. Menetluse tuleks võtta ka selliseid õigusakte, mis piiraksid ajaviitemüra tugevust eriti lastele ja noorele mõeldud üritustel. Ametiasutustele, ürituste korraldajatele, muusikatoöstustöötajatele, treeneritele ja iga päev noortega kohtuvatele inimestele tuleks jagada teavet mürarikaste ajaviitetegevuste ohtudest kuulmisele. Vastavat õpetust tuleks anda ka koolides, põimides seda nt tervise- ja muusikaõpetustundidega. Ajaviitemüra mõjudest peaks teavitama ka avalikkust, eriti aga tervishoiuorganisatsioone ja vanemaid, kes vastutavad laste tervise eest.

Ari Saarineni (Soome Keskkonnaministeerium) sõnul elab praegu Soomes 2003. aastaga võrreldes vähemalt 20 % vähem inimesi paikkondades, kus müratugevus on päevasel ajal üle 55 dB. Soomes tegeldakse müra vähendamiseks esialgu peamiselt elamupiirkondades, kus keskmine müratugevus ületab päeval 65 dB, ning piirkondades, kus müra kuuleb suur hulk inimesi. Soomes on välja töötamisel mitu õigusakti praktilise müravähendustöö juhtimiseks: Euroopa Parlamendi ja Euroopa Nõukogu välisseadmemüra direktiivi 2000/14/EÜ ülevõtmiseks Soome õigusesse ning üldised suunised keskkonnamüra mõõtmiseks või hindamiseks ja kohalike omavalitsuste müravähendusprogrammide koostamiseks.

Professor doktor **Jan Middelbergi** (Jade Rakendusteaduste Ülikool Saksamaal) sõnul põhjustab pidevalt üle

60 dB küündiv müratugevus stressi ning sellest tulenevat kõrget vererõhku (hüpertensiooni) ja südame-veresoonkonna kahjustusi. Võrdluseks: isiklike stereomänguriistade ekvivalenthelitugevused kõiguvad peamiselt 70–83 dB vahel ning 5–15 % kuulajaist näib eelistavat 85 dB ületavat helitugevust (Jaana Jokitulppo ettekandest). Maantee ääres küündib müratase 70–90 dB-ni ning väheneb alles 300 m kaugusel umbes 60 dB-ni. Saksamaal tohib aga Middelbergi sõnul ületada lubatud piirmäära (60 dB) keskustes, maa- ja sega- ning tööstuspiirkondades. Valjemat kui 90 dB keskkonnamüra on harva, ent see põhjustab otsesid kuulmiskahjustusi. Middelbergi juhtis Saksa praktika näitel tähelepanu sellele, et eesmärgiks tuleks seada keskkonnamüra tingimuste optimeerimist, s.t piirmäärade täitmist igal pool, mitte üksnes üksikutes kohtades. Müratõkked võivad aidata säästa miljardeid eurosid, ennetades haigusi, säästes tuhandeid elusid ning parandades tuhandete elukvaliteeti. Middelbergi sõnul näitavad testid, et spetsiaalsed müratõrjekad vähendavad müratugevust 10 dB võrra enam kui topeltklaasidega aknad. Saksamaal ja Rootsis kompenseerib riik akende vahetamist mürarikaste maantee ääres. Kas selline areng on tulevikus tõenäoline ka Eestis?

Eesti olukorda analüüsisid Sotsiaalministeeriumi, Keskkonnaministeeriumi, Terviseameti, MTÜ Eesti Standardikeskuse, Ramboll Eesti ASI, omavalitsuste spetsialistid-ekspertid, OÜ Head ruumilise planeerimise spetsialist Kaur Lass ja mürateemaliste uurimustööde konkursi parimad noored.

Kristjan Põltaas (Terviseamet) sõnul esines Eestis viimasel kahel aastal statistiliselt sarnasel hulgal kaebusi

neljas põhivaldkonnas: tehnoseadmed, liiklusrüü, äri- ja tootmistegvuse müra ning muud müraallikad (enamasti meelelahutusasutuste müra). Nii 2009. kui ka 2010. aastal tuli kõige rohkem kaebusi tehnoseadmete (peamiselt soojuspumpade ja ventilatsiooniseadmete) kohta

Tervistkahjustava keskkonnamüra tõhusaks vähendamiseks on vaja hoolikat planeerimist (Põltaas, Saarinen, Middelberg). Konfliktide vältimiseks (nt elumajade ehitamisel suurte magistraalteede äärde, tootmishoonete rajamisel elamurajoonidesse) peavad omavalitsused planeeringute algatamisel lähtuma olemasolevast olukorrast ning tuleviku jaoks koostama müraprognoosi (Põltaas).

Eestis on kokku kuus kaitseväge kuuluvat väljaõppe-harjutusväljakut, kus korraldatakse taktikalisi harjutusi, õppusi, laskmisi, lõhkamistöid ning katsetatakse relvi, lahingumooni, lahingu- ja muud tehnikat. Selleka kaasnevad spetsiifilisest **militaarmüra**st põhjustatud häiringud. Eestis on militaarmüra seni vähe käsitletud ning puuduvad ka selle hindamiseks vajalikud õigusaktid ja normatiivid. **Esta Rahno** (Ramboll Eesti AS) selgitas müra modelleerimist „Klooga harjutusvälja detailplaneerigu müra-uuringu“ näitel. Kuna tankitõrjegra-naadiheitja Carl-Gustav (inert- ja lahingumoon) kasutamisel ületatakse eluhoonete juures lubatud müratase, soovitatakse harjutusväljakuid rajada neist eemale ning ümbritseda vallidega, istutada eluhoonete ja harjutusväljaku vahelisele alale puid, hekke ja põõsaid, teha kontrollmõõtmisi ning lähihooned varustada mitmekordsete klaasidega akende ja ustega ning fassaadid katta müra neelavate materjalidega.

OÜ Alkranel keskkonnamüra konsultatsioonid alates 2000. a

- Projekteerimine (veevarusus ja kanalisatsioon, reoveepuhastus)
- Ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni arendamise kavad ning jäätmekavad
- Riigihangete ja rahastustootluste ettevalmistamine (vee- ja jäätmemajandus)
- Keskkonnamüra taotlemine, keskkonnamüra andlus
- Planeeringud (koostamine ja analüüsimine)
- Keskkonnamüra uuringud, -konsultatsioonid ja -ekspertiisid
- Keskkonnamüra hindamine, strateegiline hindamine ja eelhindamine
- Müra hindamine ja müralevi modelleerimine



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



Jõgeva Linnavalitsuse peakeskonnaspetsialist **Jaan Vahla** tõi omavalitsustele eeskujuks müra vähendamiseks rakendatavad meetmed Jõgeval: majade soojustamine, teede ja tänavate tolmuwabaks muutmine (vähendas liikluse müra) ning jäätmeveol loobumine kolisevatest plekk-konteineritest. Linnavolikogu määrus lubab teha müra tekitavaid töid ajavahemikus kell 7–23, kehtestab kl 8–18 kesklinnas kiirusepiirangu 30 km/h ning sätestab hangete tehnilistes tingimustes müratekitavate tööde lubatud aja. Jaan Vahla võrdles müravaba või vähese müraga keskkonda kui vaikusaari müraokeanis, mis pakuvad võimalusi kõrgekvaliteedilistesse ja keskkonnanahoidlikesse tegevustesse panustamisest hoolivatele investoritele.

Enne konverentsi korraldati mürateemaliste uurimistööde konkurss, mille parimad esitlesid oma töid konverentsil. Noori – tulevasi otsustajaid ja probleemide lahendajaid on vaja tunnustada. Noored leidsid üksmeelselt, et müra on probleem, mida on võimalik lahendada, kõigepealt tuleb seda aga teadvustada.

Konverentsi ajal korraldati SMS-kü-

situs, kus enamik osalejatest leidis, et kohalikud omavalitsused ei kaitse oma elanikke ülemäärase keskkonnamüra eest, sest neil puudub sellekohane pädevus. Mõningad osalejad soovisid keskkonnamüra vastu võitlemiseks kaasa lüüa Eesti õigusloomes. Üsna üksmeelselt leiti, et keskkonnamüra mõju kohta tervisele on vähe teavet.

Keskkonnamüra konverentsi otseülekannet, mida sai vaadata Internetikeskkonnas Tipikas TV vahendusel, jälgis algusest lõpuni 46 inimest. Lühiajalisemaid jälgijaid oli kokku rohkem kui 5000 korral. Arvestades spetsialistide ja elanikkonna suurt huvi keskkonnamüra vastu võib väita, et valdkond on vähetuntud, pakub aga huvi ning alustatud on vaja jätkata. Lähitulevikus soovib MTÜ Ökokratt korraldada koostöös asjaomaste ametkondadega kohalike omavalitsuste keskkonnaspetsialistidele pädevuskoolituse keskkonnamüra asjus ning valmistada juba kolmandaks keskkonnamüra konverentsiks.

Ökokratt tänab kõiki keskkonnamüra konverentsi toetajaid, kes aitasid kaasa Eesti elanike, ametnike ja spetsialistide teavitamisele müra mõjust

tervisele: SA KIK, AS Tallinna Sadam, Tallinna Tehnikaülikool, Keskkonnaministeerium, Roadservice OÜ, Insinööri toimisto Akukon Oy Eesti filiaal, ELLE OÜ, Ramboll Eesti AS, Alkranel OÜ, Hendrikson & Ko ning Sennheiser (Coomor Kaubandus OÜ).

Kõik konverentsi ettekanded koos lisamaterjalidega on allalaaditavad ning videona jälgitavad meie kodulehel www.okokratt.ee. A.M.

Viidatud allikad

1. Janssen, S.A., Eisses, A.R., Pedersen, E. Exposure-response relationships for annoyance by wind turbine noise: a comparison with other stationary sources. In. Proceedings of EURONOISE, Edinburgh, 26–28 October 2009.

2. Pedersen E, Van den Berg F, Bakker R and Bouma J. Response to noise from modern wind farms in the Netherlands. J Acou Soc Am 2009, 126. 634–643.

3. Pedersen, E., Persson Wayne, K. Wind turbine – a low level noise source interfering with restoration? Envl Res Letters, 2008, 3 (1), 015002.

European Environmental Press

The EEP is a Europe-wide association of 17 environmental magazines.

Each member is the leader in its country and is committed to building links between 400,000 environmental professionals across Europe in the public and private sectors.

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



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



UUS ÜLERIIGILINE PLANEERING EESTI 2030 + SAAB OLLA KOKKULEPE RIIGI ARENGU SUUNAMISEKS

KAUR LASS

OÜ Head juhatuse liige ja üleriigilise planeeringu projektijuht, kaur.lass@headandlead.com

Planeerimine on tuleviku kavandamine. Uus koostatav üleriigiline planeering Eesti 2030+ lähtub ruumilise arengu visioonist ehk tulevikupildist, milles lepiti kokku Eesti ruumilises arengus järgmise ca 20 aasta perspektiivis. Planeering annab visiooni realiseerimiseks peamised ruumilise arengu põhimõtted ja sellele lisaks tegevuskava. Eesti 2030+ loob riigi regionaalse arengu ku-

jundamise, asustuse arengu, üleriigilise transpordivõrgustiku ning infrastruktuuri arengu suunamise alused ruumis, arvestades olemasoleva keskkonna eripära. Riiki planeerides tuleb seejuures arvestada ka huvide tasakaalustamist. Igal vallal, linnal ja regioonil on oma huvid, nagu ka näiteks igal poliitilisel parteil, ettevõttel või eraisikul. Nende rittaladumine ei anna veel riigi tasa-

kaalustatud ruumilist arengut. Visiooni eesmärk ongi kokku leppida soovitud tulevikupildis, arvestades üldist huvi ja riigi kui terviku arengu vajadusi. Nii palju kui võimalik on seda koostades ära kuulatud ja tasakaalustatud erinevaid arvamusi. Selleks on tehtud ka laialdast koostööd. Ministeeriume, maavalitsusi, eksperte ja avalikkust kaasates ongi visioonis kokku lepitud.

Eesti eesmärk on olla 2030ndatel aastatel sidusa ja kasutajasõbraliku ruumilise struktuuriga, mitmekesise elukeskkonnaga ning välismaailmaga hästi ühendatud riik. Võrreldes naaberriikidega tagavad meie hajalinastunud ruumi inimsõbralikkuse ja majandusliku konkurentsivõime eeskätt looduslähedane keskkond ning hästi sidustatud asulate võrgustik.

Hajalinnastunud ruumis seotakse ühtseks tervikuks kompaktsed linnad, neid ümbritsevad eeslinnad ja traditsioonilised külad. See toimub olemasoleva hajusa asustuse ja kompaktsel linnaruumi väärtustamise ning koduselt armsaks muutmise kaudu. Hajalinnastunud ruumis on kombineeritud linnaruumis pakutavate teenuste kättesaadavus, linlik eluviis ning maal elamise eelised. Seda toetab võrgustunud ühiskonna- ja ruumikorraldus.

Ruumiline mitmekesisus ja riigi piirkondlikud eripärad annavad inimesele vabaduse valida endale ruumis sobiv elu- ja töökoht ning ühiskonda sobituv elustiil. Meie väiksus ja hajutatud asustus kombineeritult läbimõeldud ja keskkonnasõbraliku transportikorraldusega pakub seeläbi meile võimaluse. Ajakohased innovaatilised tehnoloogilised lahendused loovad meile senisest paremad eeldused seda eripära hoida ja omaette olemist väärtustada meie naaberriikide suuremate linnade vahelises võrgustikus.

Täismahus visioon on leitav kodulehelt www.eesti2030.ee. Seal on nähtaval näiteks visiooni areng, ettekanded, taustainfo ning avalike arutelude protokollid. Lähtuvalt visioonist, planeeringu avalikel aruteludel küsitud tagasisidest, rühmatöödest, kehtivatest maakonnaplaneeringutest (eriti rohevõrgustiku ja sotsiaalse infrastruktuuri kohta, mida käsitlevad teemaplaneeringud kuuluvad uemate hulka) ning arvestades ka seniajani kehtivat planeeringut Eesti 2010 on tänaseks sõnastatud üleriigilise planeeringu põhiteesid. Ka need võib leida üleriigilise planeeringu kodulehelt.

Kuigi planeeringu teesidest võiks kirjutada pika artikli, on siinkohal oluline rõhutada pigem koostöö aspekti. Avalikud arutelud on jagunenud kas skeptilisteks või kaasamõtlevateks ja -ütlevateks. Skeptilisus tundub olevat üldisem. Selles võib tajuda eestlaste teatavat pettumust oma riigis, mille tekke nimel oldi veel umbes 20 aastat tagasi

nõus kartulikoori sööma. Võib-olla on meil tõesti olnud vähe kaasamist. Päriskindlasti on tulnud ette ka olukordi, kus riigi tegutsemine ja otsustamine on jäänud tavakodanikule arusaamatuks. Ometi ei puuduta enamik neist probleemidest otseselt planeerimist ega planeeringuid. Viimaseid on tehtud Eestis avalikult ja kaasavalt juba 15 aastat (kuigi mitte alati). Kindlasti on meie parimad planeeringud need, mille sisu ja reeglistiku on paika pannud kogukond ise. Eestis on valdu ja linnu, kes oma päevakohast planeeringut ka järgivad. On vallavanemaid, kes käivad igal pool ringi, üldplaneering kotis kaasas. Nad põhjendavad oma otsuseid ja valikuid selle toel. Loomulik on ka nende ootus, et riik teeks sedasama maakonnaplaneeringute ja üleriigilise planeeringuga, võtaks selle oma otsuste aluseks, teeks nii, nagu seal kirjas on. Keeruline lähiajalugu on meil seniajani kehtival üleriigilisel planeeringul Eesti 2010. Seda on järgitud valikuliselt. Näiteks on jäetud eelisarendamata raudtee, Kuusalu vallas valiti kaitseväärtuspolügooni asukohaks rohevõrgustiku tuumala ja Rail Baltica kui kiirraudtee arendusest sai raudtee arendamine Tartu kaudu. See ei tähenda, et Tartu kaudu raudteed või kaitseväärtuspolügooni pole vaja. Küll aga näitab see, et me pole oma üleriigilise planeeringu elluviimisel olnud süstemaatilised. See on küll kehtinud, aga pole alati olnud ruumi kohta käivate otsuste aluseks. Ometi on see meie kõigi ühine asi. Ja nii jääbki meie ühine asi omanikuta. Üleriigilisel planeeringul oli küll tegevuskava, aga seda ei uuendatud (tegevused lõppesid seal enamasti aastaga 2003). Pealegi oli planeering kättesaadav vaid Interneti vahendusel. Kuigi umbes 10 aastat tagasi ei olnud meil veel Interneti laialdase kasutamise harjumust, oli planeeringu täistekst kättesaadav vaid sealtkaudu. Aga mis halvasti, see uuesti! **Visiooni paneb toimima selle tuntus. Planeeringu paneb toimima selle aluseks võtmine ja otsuste põhjendamisel kasutamine. Seekord võiks selleks juba lootust olla. Kindlasti nõuab see kõigi kodanike, eeskätt poliitikute, ametnike, otsustajate, aga ka erainvestorite huvi selle vastu, kuhu oleme teel. See on üleriigilist planeeringut võimalik ellu viia vaid siis, kui me ise end selle elluviimisega seome ja teeme seda koostöös.**

Täna on olukord ainulaadne. Paljud riigi ligi 80 arengukavast või sek-

torarengukavast vajavad lähiaastatel uuendamist. Arengufond on algatanud majanduse arengusuundumusi käsitleva Kasvuvisiooni koostamise. Eesti on osalenud Euroopa Liit 2020 strateegia koostamisel ja seadnud endale eesmärgke selle kaudu. Ka Euroopa Komisjon on juhtinud tähelepanu meie infrastruktuuri nõrkustele. Teadmistepõhise majanduse arengu jaoks võimaluste loomine on ruumilises arengus tööpoolest tõstnud tähelepanu keskpunkti aeg-ruumilise vahemaa vähendamise ja tööjõuareaalide ühendamise. Meid on oma riigis vähe ja jääb üha vähemaks. Kui tahame olla edukad, peame võimaldama kiiret liikumist oluliste, n-ö regionaalsete teeninduskeskuste (Tallinn, Tartu, Narva ja/või Jõhvi ning Pärnu) vahel. Kiireima, kõige vähem keskkonda saastava ning ühtlasi ka kõige ohutuma ja inimesel oma aega kõige konstruktiivsemalt kasutada võimaldava liikumisviisi pakub rong. Seda artiklit sai proovitud kirjutada bussis sõites. Kursor tegi sedavõrd õnnetu hüppe, et arvuti jooksis kinni. Interneti-ühendusega rongis seda ei juhtuks. Liikluse ja teede ajatundjad on ühel meelel, et maanteedel üle 110 km/h liikuma ei hakata. Suvel ehk võiks mõnel esimese klassi teel sõita lõiguti ka 120 km/h. Siis on lagi käes, sest paljud meist ei osta kalleid ja turvalisi autosid ega käitu ka liikluses ettearvatavalt ja ohutult. Ikka tehakse vigu ja liiga sageli on nende hinnaks avarii. Seda jõudis kogeda ka Siseministeeriumi meeskond, käies Eesti 2030+ visiooni ja põhiteese regioonides tutvustamas. Narva maanteel sõideti 30 km/h alas bussile tagant sisse, kuigi oli pikalt näha, et teetööde tõttu tuli seal aeglaselt liikuda. Statistika kinnitab, et rong on ohutum. Ohutum oleks ka esimese klassi maantee, aga ühissõidukid liiguksid seal aeglasemalt, sest linnadesse sissesõit ja tagasisõit teele võtab palju aega. Korralik raudtee oleks meie oludes esimese klassi maanteest palju kiirem (160 km/h vs. maanteel tavapärane 90 km/h). Ohutuse tagamisse (eritasandilised risteed) ja tee õgvendamisse tuleb raudtee tõelisel eelisarendamisel siiski panustada, enne kui Euroopas tavapärane 160 km/h Tallinna–Tartu, Tallinna–Pärnu ja Tallinna–Narva vahel teoks saab. Aga see on võimalik, kui teha nii nagu on tehtud mujal Euroopas ja nagu Vabariigi Valitsus on otsustanud teha juba eelmist üleriigilist planeeringut heaks kiites. Sellega loodaks võimalus teha tööd

hommikul rongis, päeval näiteks Tartus või Narvas ja õhtul taas rongis. Inimese jaoks oleks iga tund tulemuslik ja riik saaks iga töötunni eest makse. Ka turismilinn Pärnu saaks kiire rongi korral turistide juurde. Edelaraudtee väitel on isegi senine nõukogude ajast pärandina saadud ja amortiseerumise piiril olev Tallinna–Tartu rong ajuti end ise ära tasunud.

Autot on meie linnades üha keerukam kasutada, ka pikk monotoonne sõit maanteel on väsitav, heitgaasi suurest kogusest rääkimata. Arvesse tuleb ka parkimiskohtade puudus ja auto pidamise kulukus. Lootus, et iga inimene jõuab auto osta ja sellega kõikjale sõita, ei ole täitunud. Aeg oleks teha uusi valikuid. Ajakohane rong säästaks kesk-konda ja annaks ka ajavõitu. Rongiga pääseksime ka mööda maad kõige otsemat teed pidi Euroopasse. Seda enam, et Rail Baltica I etapi suurim töö on juba tehtud, ka III etapi ideaalivariandi jaoks on kohati planeeringud olemas. Nimelt on valmis Harju maakonna-planeering ja Viimsi vallas Ägriumäe piirkonda käsitlev üldplaneering, mis näevad ette võimaluse rajada raudteetunnel Helsingi ja Tallinna vahele. Seda võimalust tasub edaspidigi lahti hoida. Kõrvaltvaataja hinnangul on Eesti Vabariigis saavutatud palju enam, kui enamik siin 20 aastat tagasi uskus, lootis või unistas. Võib ette kujutada, mis-sugune võiks olla meie võimekus, kui tegutseksime taas ühise visiooni järgi ja ühise edu nimel.

Selle võimaldamiseks on olnud oluline ka Kasvuvisiooni tuumikrühma ja Siseministeriumi planeeringute osakonna koostöö. Edukas majandus loob töökohti ja senisest suuremat lisaväärtust. Eesti asustuse püsimise üks peamine eeldus on töökohtade olemasolu. Riigi ülesanne on luua sobiv tehniline infrastruktuur, viia kokku inimesed Eesti eri nurkades ja võimaldada neil leida oma unistuste elu- ja töökoht. Üleriigilise planeeringu koostamise ajal sai esitatud küsimus, kui palju teatakse neid inimesi, kes on Eesti hajaasustusest kolinud mujale, maailma mõnesse teise hajaasustusse, kus keskkonna kvaliteet on parem. Vaid üks mees umbes 300 inimesest väitis, et teab sellist juhtumit. Enamik ei osanud taolist näidet tuua. Küll aga teati palju inimesi, kes on ära kolinud, sest meie linnades pakutavate teenuste hulk, nende kvaliteet, elukeskkond või palk neid ei rahuldanud. Inimesi saab paigal hoida, parandades

linnaruumi kvaliteeti ja panustades tugevatele keskustele, kus on rohkesti nii teenuste kui ka elu- ja töökoha valikuvõimalusi. Seejuures on meie jaoks vajalik maailmatase, sest oleme üha enam linnastunud eluviisiga ja globaalse haardega. Meil on vaja näiteks häid restorane, kuhu oma välispartner sööma viia, heal tasemel majutust, ettevõtte arengu jaoks vajalikku tehnilist teenindust (alates arvuti garantiiremondist, moodsa tehnika jaoks vajalike tarvete müügist ja lõpetades õigusabiga) ning vaba aja kvaliteetselt veetmise võimalusi. Meie linnad on väikesed ja siit peakski tulema riigipoolne valik panustada neist vähemalt nelja teistest tugevamini. Siis saab loota, et Tallinnale lisaks on arengukeskused olemas nii Ida-Virumaal, Lõuna-Eestis kui ka Pärnumaal. See aga ei tähenda, et teised kohad ei võiks edukad olla. Eesti suurima eduloo millelegi spetsialiseerumisel on hiljuti läbi teinud Viljandi, panustades rahvuskultuuri õpetamisele ja Viljandi Folgile. Kindlasti väärib märkimist enim rahvusvahelisse telepilti pääsev Otepää. Endise Pühajärve vallavalitsuse teadlikud valikud panid seal aluse sporditurismi hooaja pikendamisele ja spordirajatiste arendamisele. Õnneks on Otepää vald suutnud elanike toel seda algatust jätkata. Rahvusvaheliselt märgatavad võiksid olla ka paljud teised Eesti linnad. Oma väljundi peaks leidma igaüks ning hea on, kui seda tehakse teistega koostöös. Koostöö on edu võti. Näiteks Leigo talu edulugu on teinud selle koha nähtavaks maailma muusikutele ja dirigentidele, tagades ühtlasi külastajad paljudele lähikümbruse turismitaludele ja hotellidele. Samasuguse teene on teinud ka need, kes Saaremaal GoodKaarma talus seepe valmistavad. Viimane näide kinnitab, et nähtav ollakse ka sihipärase väikeste tegudega. GoodKaarma seep on tuntud kaubamärk ökotoodete turul. Oma hajusa asustuse tõttu võiksimus just taolistes valdkondades luua kogu riigile eduloo. Seda ei saa teha peaminister, maavanem või vallavanem ükski, vaid iga inimene ise, tegutsedes sihipäraselt ja tehes teistega koostööd. Seejuures on vaja, et meie ministrid, maavanemad, linnapead, vallavanemad ajaksid riigi ruumilises arengus joont, mis toetab tegutsemist edulugude nimel.

Teiste riikide ärimehed on eestlastest sagedamini küsinud, mis on meie riigi visioon. Omal ajal olid meil arusaadavad eemärgid – pääseda Euroopa Liitu

ja NATO-sse. Nüüd saame ka ühisraha ning peame olema võimelised vastama lihtsale küsimusele: „Kuhu me läheme?“ Arengufoorumil rõhutas ka meie president, et riigi visiooni olemasolu on senisest aktuaalsem. Riigiametniku, ettevõtja ja investori, aga ka tavakodaniku jaoks annab see võimaluse teha oma visiooniga seotud valikuid. Edu on lihtsam tulema, kui isiklik või ettevõtte visioon haakub riigi omaga. Vastuvoolu ujumine on väsitav ja arvatavasti on see ka põhjus, miks andekad end pigem tõrjutuna tunnevad. Maailmas on selge visiooniga riike ja seal võetakse avasüli vastu need, kelle isiklik visioon riigi omaga haakub. Hea näite pakub Soome, kus saavad tööd paljud meie arstid. Teenuste valdkonna välja-vaated on tööstuse edasise kiire arengu väljavaadetest paremad. Seda peaks taipama hakkama. Maavarade poolest me rikkad ei ole, küll aga vahelduva looduse, teadmiste ja traditsioonide poolest. Nendele tuginedes suudame pakkuda suure lisaväärtusega teenust. Panustame selle teenuse kvaliteedile ja omapärale. Loomes ka infrastruktuuri selle teenuse osutamise võimaldamiseks. Kiiresti liikuv rong Pärnust, Tartust, Narvast Tallinnani loob sünergia, kui Ülemistel on olemas ühisveondus-terminal, kus ümberistumine lennukile või trammi vahendusel laevale on hõlbustatud. See paneb meid senisest parema meelega reisima või tooks meile enam turiste. Selle parima toimimise eeldus oleks oma ühine ühisveonduskeskus, kus hoolitsetakse selle eest, et ümberistumine oleks mugav ja võimalikult väikese ajakuluga. Hästi peavad haakuma ka sõidugraafikud. Meilgi võiks olla üks ühine ühissõidukipilet, mille on välja pakkunud ka üleriigilise planeeringu transpordi teemarühma liikmed. Seda enam, et ekspertide arvates on sellise süsteemi põhikulu seotud just elektrooniliste piletikeskuste ülalpidamisega. Miks teha seda igas linnas või maakonnas? Riigi jaoks on ratsionaalsem, kui keskusi on üks, ühissõidukite kasutajaid aga palju. Ja küllap me seal hajalinnastunud ruumis, mida üleriigiline planeering esile tõstab, ka elame, kui me tööjõuareaalide vahel hõlpsalt liikuma pääseme. Hajali elamise puhul on ka oluline kaugtööks vajalike IT-lahenduste lihtne ja taskukohane kättesaadavus. Niinimetatud infokirteed võimaldavad inimesel leida töötamiseks parima koha looduse keskel ning müüa oma loomingulist tööd mõnes

teises maailma paigas või Eesti linnas. See võiks aidata tõsta meid lisaks IT-valdkonnale ka näiteks tootarenduses, disainis, konsultatsioonis, kirjanduses ja muus loominglist aspekti sisaldavas tegevuses maailmas nähtavale kohale ning viiks ka sammu võrra lähemale teadmispõhisele majandusele. Võib-olla suudame siis tuntuks saada nagu näiteks Taani oma disaini või Rootsi oma muusikatööstuse poolest.

Hajalinnastunud ruumi mõte ongi rõhutada seda, et hajali asumine on meist paljude ideaal. Tegelikult elab päris hõredas hajaasustuses meist vaid ca 23 000 inimest, ülejäänud elavad küll veidi omaette hoides, aga mõne esmatasandi keskuse tagamaal, keskuses endas, linnas või linna tagamaal. Meie linnadki on näiteks Aasiaga võrreldes väga hajusad ja looduse rüpes. Hajaasustuses ei kasvata me enam kõike ise, vaid ostame paljud asjad poest. Minnes puhkama kolkaküla turismitallu küsime kõigepealt WiFi parooli ja soovime väga heal tasemel teenust. Selles kontekstis kerkivadki esile hajalinnastunud ruumi sõlmpunktidenähtavad kas spetsialiseerunud linnad (nt Kuresaare oma SPA-dega või Rakvere oma söögikohtadega), tugevad regionaalsed keskused (Tallinn, Tartu, Pärnu, Narva ja/või Jõhvi) ning väikesed elitaarset teenust maailma tipptasemel pakkuvad paigad (Pädaste oma tipprestoraniga). Keskpärane ja kehv teenindus ei ole see, mida enamik meist igatseb (kui see just üliodav pole). Odavus ei ole meil ega ka mujal maailmas enam trump. Meie võimalus on teha laitmatult oma tööd. Saab olla ka koostöövõimeline, kõigile võimalikult palju andes. Meie võimalus on ka luua suurt lisaväärtust, nagu Saaremaa laevaehitajad, kes suudavad müüa kõige kõrgema lisaväärtustega toodangut ehk lõpptoodangut, milleks seal on kasutusvalmis laev.

Üleriigiline planeering loob võima-

lusi spetsialiseerumiseks ja tööjõu-areaalide ühendamiseks ning liikumise parandamiseks. See rõhutab ka meie asukohta mere ääres ja toob välja vee- kogude asustusega seostamise vajaduse, sest siis saab soodustada nii turismi kui kaubavedu (nt Muuga, Sillamäe, Paldiski sadam). See toob välja ka vajaduse olla senisest hõlpsamini ligipääsetavad ja pääseda ka ise paremini mujale maailma. Selleks on vaja teha selgeid valikuid (nt reisijate kiire rongiga ettevedu Tallinna lennujaama ja võimalus Ülemiste terminalist trammiga hõlpsasti sadamasse pääseda). Oma maksu- maksjate arvu vähenedes ei suuda me tagada igasse kohta ja kõigeks riigi tuge. Riigina peame panustama lahendusse, milles võitajaid on kõige enam, seda eriti infrastruktuuri investeerides. Nii nagu näiteks Tallinna–Tartu raudteel, kus eesmärk on tõsta reisirongi sõidukiirust ja liikumissagedust ning tagada ka võimalus kasvatada kaubavedude mahtu Moskva suunas. Prioriteedi alus peabki olema nii võitjate hulk kui ka võitude paljus. Hea raudtee Tartu suunda võimaldab lähendada meie kaht suuremat linna ja suurendada ka Tallinna sadama kaubavedude mahtu. Ühisveondust eelisarendades tagatakse ka energiatõhusus ja keskkonnasõbralikkus. Seega just see suund peaks olema riigi prioriteet (Peterburi suunal on raudtee läbilaskevõime Venemaa pool piiratud, sest Venemaal ollakse huvitatud ennekõike oma sadama teenindamisest). Muud projektid on samuti olulised, aga arvestades ruumiliste otsuste pikaajalist mõju ja transpordi infrastruktuuri pikka tasuvust on just selles valdkonnas kokkulepped kõige olulisemad. Siit tulenevalt tekib vajadus keskenduda just aeg-ruumilise vahemaa vähendamist mõjutavate otsuste eelistamisele. Eelisarendada tuleb suunda, kus igapäevane pendelränne on kõige sagedasem, et sel moel ühendada tead-

mistepõhist ja ärisuunalist tegutsemist.

Eesti 2030+ sõnastab edasiste planeeringute (ennekõike vajavad uuendamist maakonnaplaneeringud) arvestatavad nõuded ja reeglid ning riiklike arengukavade koostamise või uuendamise vajaduse. Kui vaja, annab see planeering ka juhiseid, mis suunavad arengu kavandamist omavalitsuste tasandil. Planeeringu elluviimiseks on seega vaja astuda mitmeid teadlikke samme, sh visiooni elluviimise võimaldamist järgmise tasandi planeeringutega ning riiklike arengukavade koostamist, nii et neis võetaks arvesse ruumi arengu pikaajalisi eesmärke.

Üleriigilise planeeringu eesmärk on olla peamine riigi ruumilise arengu suunamise vahend, mida kasutatakse riigi igapäevasel juhtimisel ruumilist arengut puudutavate otsuste langetamisel. Selle aluseks olev ruumilise arengu visioon aitab kujundada ühtset arusaama tuleviku eesmärkidest, määrates ära riigi ruumilise arengu suundumused. Majandusarengu teemad jäetakse üleriigilise planeeringu asemel Arengufondi eestvedamisel koostatava Kasvuvisiooni lahendama, kuid olulisemaid mõjutegureid ja trende arvestatakse mõlemapoolselt. Nii peaks saama kokku tervikpildi.

Üleriigilise planeeringu ja selles aluseks oleva ruumilise arengu visiooni laiem tuntuks loob eelduse soovitud tulevikupildi teostumisele. Kokkulepitav ruumilise arengu visioon ja üleriigiline planeering saavad olla teadlike valikute põhjendamise aluseks. Kodanikel on võimalik nõuda oma poliitikutelt selle järgi talitamist. Selle alusel on meil võimalik põhjendada näiteks oma rahataotlusi või otsuseid. Planeeringu elluviimiseks on meil kõigil võimalik ise midagi ära teha. Kas meil on selleks tahtmist? Kas jätkub seda tahtmist ka Sinul, artikli lugepeetud lugeja?

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

Head planeeringud muudavad juhtimise lihtsaks

www.headandlead.ee



LOODUSKASUTUSE RADIKAALSE TÄIUSTAMISE VÕIMALUS

HEINO LEVALD

Tehnikakandidaat, majandusdoktor

KÕIK elamiseks vajaliku saab inimeste loodusest, olles ka ise looduse osa. Seda on ta seni teinud hoolimatult ning asetanud end järjest suuremasse ohtu. Enda kestmise kindlustamiseks peab inimene lahendama mitmeid probleeme ning kasutama loodust nii, et säiliks tervislik elukeskkond ja ressursse jätkuvalt võimalikult pikaks ajaks. Selleks peab ta olema võimeline hindama looduskasutuse tulemuslikkust ja pingelisust ning neid optimeerima, püüdes teda tulevikus ähvardavaid probleeme ennetada. Üks esimesi ülesandeid selle saavutamiseks on looduskasutuse täiustamine selle efektiivsuse ja intensiivsuse hindamise alusel. Eeskujuks sel alal võiksid olla edusammud, mida on paari viimase aastasaaja vältel saavutatud energeetikas. Selle aluseks oli eri energialiikide ekvivalentsuse avastamine ja rakendamine koos termodünaamika seadustega. Artiklis on näidatud, et looduskasutuse alal võib samasuguse läbimurde aluseks olla looduslike ressursside ning nende kulu ja looduskasutuse tulemusel saadavate hüviste võrdlev majanduslik hindamine.

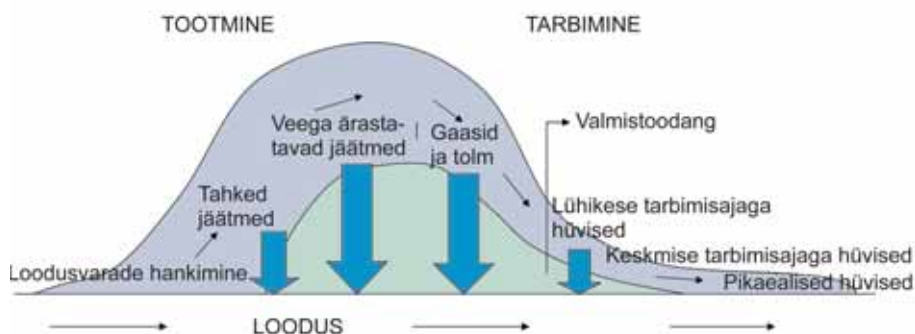
LOODUSKASUTUS KUI ÜLDISTATUD TOOTMIS- JA TARBIMISPROTSESS

Ürginimene sai talle vajaliku otse loodusest ja kasutas seda eelnevalt töötlemata. Mõistuse arenedes võttis inimene abiks tule ja tööriistad ning hakkas looduslikku ainet muutma endale ja teistele suu-, käe- ja seljapärasemaks. Nii sai alguse tootmine. Järjest tõhusamate tehnoloogiate ja tehnikavahendite kasutamise ning organisatsioonilise töö tulemusel on looduskasutusest nüüdseks saanud kõikjal toimuv ja väga paljudest eri alamprotsessidest koosnev majandustegevus. Kõiki majandustegevuse alamprotsesse on võimalik käsitleda tootmise ja tarbimisena. Üheskoos moodustavad nad üldistatud tootmis- ja tarbimisprotsessi (joonis 1).

Üldistatud tootmis- ja tarbimisprotsessi uurimine toimub selle alamprotsesside kaudu. Suur osa loodusest võetavast materjalist läheb hankimisel ja töötlemisel tekkivate tahkete, vedelate ja gaasiliste heitmetena loodusesse tagasi. Uuringud on näidanud, et valmistoodangusse jõuab maailmas vaid 4–6 % loodusest võetavast ainest. Ent ka see jõuab varem või hiljem loodusesse tagasi.

PROTSESSIDE EFEKTIIVSUS JA INTENSIIVSUS

Mis tahes protsesse iseloomustavad nende absoluutsed ja



Joonis 1. Üldistatud tootmis- ja tarbimisprotsess

suhtelised näitajad.

Protsesside peamised absoluutnäitajad on nendes osalevate ressursside hulk R , nende ressursside kulu S ja peamine – oodatud tulemus ehk efekt T .

Protsesside peamised suhtelised näitajad on efektiivsus ehk tulemuslikkus e ja ressursside kasutamise intensiivsus ehk pingelisus i .

Valemitena avalduvad protsesside suhtelised näitajad alljärgnevalt:

$$\text{Protsessi efektiivsus} \quad e = T / S. \quad (1)$$

$$\text{Protsessi intensiivsus} \quad i = T / R. \quad (2)$$

Energeetikas kasutatakse seadmete omavaheliseks võrdlemiseks ja sobivaima valimiseks nii absoluutseid kui ka suhtelisi näitajaid. Protsesside efektiivsust hinnatakse seadmete töötamisel saadud energia ja tööks kulutatud energia suhte järgi, mida nimetatakse kasuteguriks. Kasutegur on energeetikaseadmete, nt mootorite, tähtsaim suhteline näitaja ning soovatakse, et see oleks nii suur kui võimalik. Liiklusvahendite mootorite puhul on väga tähtis ka mootori võimsuse ja massi suhe. Sisuliselt on see mootori massi kasutamise intensiivsuse näitaja. Lisaks muule peavad seadmed olema ka piisavalt odavad ja töökindlad.

Energiaseadmete efektiivsuse ja intensiivsuse teaduslik käsitlus sai võimalikuks alles pärast soojus- ja mehaanilise energia ekvivalentsuse avastamist 19. sajandi keskel ning arenes tänapäevaseks energeetikateaduseks pärast seda, kui leiti, et eri energialiikide ekvivalentsus laieneb ka elektrienergiale ja aine massile ning kõikide energialiikide ekvivalentsus seostati termodünaamika printsiipidega, mis põhimõtteliselt kehtivad ka muudel aladel. Sel alusel toimunud progressi näitena võib märkida, et kui esimeste diiselmootorite energeetiline kasutegur ulatus vaid 0,25-ni, siis tänapäevastel laevajõu-

Tabel 1. TOOTMISRESSURSSIDE JA -KULUDE STRUKTUUR

Tootmisressursid		Tootmiskulud	
Tööjõud	Ra	Tööjõukulu	Sa
Tootmisvahendid		Tootmisvahendite kulu	
Tehistootmisvahendid		Tehistootmisvahendite kulu	
- töövahendid	Rtv	- töövahendite kulu	Stv
- tööobjektid	Rto	- materjalide ja toorme kulu	Sm
Looduslikud tootmisvahendid		Looduslike tootmisvahendite kulu	
- looduslikud tingimused	Rlt	- looduslike tingimuste kulu	Slt
- loodusvarad	Rlv	(looduslike tingimuste halvenemine ja looduskaitsekulud)	
Teadus- ja tehnikapotentsiaal	Rttp	- loodusliku toorme kulu	Slv
(kvalifitseeritud kaader, teadusasutused, aparatuur)		Teadus- ja tehnikapotentsiaali säilitamise ja arendamise kulud	Sstp

seadmetel on see 0,60 ja suuremgi.

Ahvatlev on saavutada samasugust progressi ka tootmise, looduskasutuse ja kogu majandustegevuse efektiivsuse ja intensiivsuse hindamisel ja parendamisel. Ökoloogilise efektiivsuse hindamine ja tõstmine on tunnistanud vajalikuks ka Rooma Klubi materjalides, kuid samas on mööndud, et pädev meetod selleks seni puudub [1].

Kuidas hinnata tootmise ja looduskasutuse efektiivsust ja intensiivsust? Kuidas neid maksimeerida või optimeerida? Milliseid näitajaid ja ekvivalentsuse tegureid tuleks kasutada? Need küsimused on tänapäeva majandusteaduses rahuldava vastuseeta. Vastuste leidmiseks võib võtta eeskuju energeetikast, aluse selleks pani autor juba varem [2, 3, 4, 5].

Looduskasutus on keerukas ja mitmekesine protsess. Selle uurimine ja täiustamine on võimalik vaid alamprotsessi-kaupa. Üks nendest on tootmine. See jaguneb omakorda järgmise tasandi alamprotsessideks – tootmisaladeks. Allpool esitatu kehtib mis tahes tootmise kohta.

TOOTMISE EFEKTIIVSUS JA INTENSIIVSUS

Tootmist iseloomustavad järgmised absoluutnäitajad:

- Tootmisressursid **R**. Need on tootmise eelduseks olevad tootlikud jõud.
- Kulutused **S**. Need on antud tootmises osalevate ressursside ehk tootlike jõudude kulu.
- Tootmise esmane soovitud tulemus ehk efekt on toodang. Seda mõõdetakse üldistatult toodangu maksumusega **Q**. Tootmise teisene soovitud tulemus on kasum **D = Q - S**.

Tootmise absoluutnäitajate hulgas on tähtsaimad tootmisressursid **R**, tootmisressursside kulu **S** ja toodang **Q**. Nende naturaalne olemus võib olla väga mitmesugune, seetõttu on nende ekvivalentsust võimalik hinnata vaid rahalise väärtuse järgi. Nii seda ka tehakse. Sealjuures käsitletakse toodangut kui tootmise esmast oodatud tulemust ehk efekti. Tootmise teisene soovitud tulemus ehk efekt on kasum **D = Q - S**.

Kui paigutada need näitajad avaldistesse (1) ja (2), saab järgmised tootmise suhtelised näitajad:

$$\text{– efektiivsus toodangu hulga } Q \text{ järgi} \quad e_Q = Q / S, \quad (3)$$

$$\text{– efektiivsus kasumi } D \text{ järgi} \quad e_D = D / S, \quad (4)$$

$$\text{– intensiivsus toodangu hulga } Q \text{ järgi} \quad i_Q = Q / R, \quad (5)$$

$$\text{– intensiivsus kasumi } D \text{ järgi} \quad i_D = D / R. \quad (6)$$

Tootmise efektiivsuse ja intensiivsuse näitajate arvutamiseks tuleb võrreldavalt hinnata nii tootmisressursse ja nende

kulu kui ka toodangu hulka ja kasumit. Selleks kasutatav raha peab olema piisavalt stabiilse väärtusega.

Tootmise eesmärk on muuta looduslik algmaterjal inimese jaoks väärtuslikumaks, kui see on oma algsel kujul. Seetõttu peab tootmise efektiivsus ehk kasutegur arvestatuna toodangu väärtuse (mitte kasumi) kaudu, olema suurem kui üks. Füüsikas ja energeetikas on selline kasutegur võimatu. Majanduses aga on see aga vajalik ja loomulik, sest tootmises peabki looduslik aine mõtestatud töö kaudu väärtust juurde saama. Väärtuse juurdekasvu mõõt on ökonoomikas kasum ning see on iga mõistliku majandustegevuse loomulik tulemus.

Võib jääda mulje, et selline tulemus on vastuolus materiaa ja energia jäävuse seadusega. Tegelikult seda vastuolu pole. Kui täppisteaduses on mõõtude aluseks kindlad füüsikalised etalonid, siis majandusteaduses kasutatakse väärtuste mõõtmiseks hindu, mis kujunevad inimeste poolt hüvistele antavate subjektiivsete hinnangute alusel ning mis sõltuvad tootmiskuludest ning nõudmise ja pakkumise vahekorra. Seetõttu võib hinda pidada mistahes hüvise väärtuse piisavalt objektiivseks mõõduks. Arvestada tuleb vaid seda, et kaugeltki kõigi hüviste puhul ei ole võimalik rakendada vaheturu hindu. Nende hulka kuuluvad ka loodusvarad. Selliste hüviste majanduslikuks hindamiseks tuleb kasutada muid meetodeid.

Etteruttavalt märgime, et tootmise efektiivsuse ja intensiivsuse esitatud käsitlus sobib mõningate täiendustega mis tahes majandustegevuse jaoks.

TOOTMISRESSURSSID JA NENDE KULU

Tootmise efektiivsuse ja intensiivsuse üldistatud näitajate arvutamiseks on vaja teada **kõikide** tootmise kaasatud ressursside olemit ja kulu.

Tootmise kaasatud ressursside ja nende kululiikide struktuur on esitatud tabelis 1. Tabeli vasakul poolel on loetletud kõik tootmises üldjuhul osalevad ressurssid, paremal pool nende kulu.

Inimese seisukohast on tähtsaim tootmisressurss tema ise, seetõttu on tööjõud paigutatud tabelis esikohale. Ehkki inimesed ei kuulu ühelegi ettevõttele, on tööjõud kaasatud peaaegu igasse tootmisse ja selle väärtust tuleb arvestada.

Järgmisena on tabelis kirjas tootmisvahendid. Tehistootmisvahendite hulka kuuluvad need, mis on valminud inim-

töö tulemusel. Need jagunevad töövahenditeks, mille hulka kuuluvad seadmed, hooned ja rajatised, ja tööobjektideks, milleks on materjalivaru ja muud inimtekkelised käibevahendid. Looduslike tootmisvahenditena on kaasatud looduslikud tingimused ja loodusvarad. Sellistel looduslikel tingimustel nagu kliima, viljakandev muld ja veekogud, on tootmises samasugune roll kui tehistöövahenditel. Nad tekitavad ja muudavad tööobjekte, ennekõike orgaanilisi loodusvarasid, kuid ei lähe seejuures nende koosseisu. Loodusvaradel, sealhulgas geoloogilistel, on tootmises tööobjekti (loodusliku toorme) roll.

Tootmisressursside hulka on arvatud ka teadus- ja tehnikapotentsiaal. See avaldub tootmises osalevate inimeste kvalifikatsiooni ja tootmisvahendite tehnilise taseme kaudu. Kuna inimeste harituse ning tootmises kasutatava teadusinformatsiooni, aparatuuri ja teadusasetuste tähtsus ning mõju tootmise tulemustele on tänapäeval väga suur, siis on autori arvates vaja teadus- ja tehnikapotentsiaali eraldi arvestada.

RESSURSSIDE KUULUVUS PROTSESSIDE JUURDE

Kui tootmist käsitleda vaid ühe ettevõtte seisukohast, nagu seda praegu tavaliselt tehakse, siis võetakse arvesse vaid ettevõttele kuuluvaid ressursse. Aga kui käsitleda tootmist kui protsessi toorme hankimisest kuni toodangu valmimiseni, siis selgub, et inimeste vajaduste rahuldamine mis tahes alal on mõeldamatu, kui ei arvestata kõiki tootmisse kaasatud looduslikke ressursse ja protsesse, sh inimressursse. Küsimus on vaid selles, kuidas seda teha.

Tootmise efektiivsuse ja intensiivsuse näitajate arvutamiseks ja analüüsimiseks on vaja piiritleda tootmisressursside ja nende kulu seotust tootmise ja looduskasutusega nii ettevõtete ja tootmisahelate kaupa kui ka regiooniti. Seda on suhteliselt lihtne teha, kui kogu protsess loodusvara hankimisest lõpptoodangu valmimiseni toimub ühes ettevõttes. Selline ettevõtte on näiteks asula veevärk. Harilikult on aga nii, et ühed ettevõtted hangivad tooret, teised töötlevad seda ning alles kolmandad valmistavad sellest tarbitavaid tooteid, seetõttu tuleb arutlustes hõlmata terveid ettevõteteahelaid. Veelgi keerukamaks läheb käsitlus siis, kui analüüsida protsesse regioonide kaupa ja piiriüleselt ning võtta arvesse ka tootmis- ja tarbimisjäätide kõrvaldamise kulud ja tagajärjed. Probleemide selline laiahaardeline käsitlus saab välja areneda vaid siis, kui alustatakse ettevõtetes ja kohalikes omavalitsustes toimuvate protsesside uurimisest.

TOOTMISRESSURSSIDE JA NENDE KULU MAJANDUSLIK HINDAMINE

Ökonoomikas on kõikide hüviste ekvivalentiks hind. Seetõttu tuleb tootmise efektiivsuse ja intensiivsuse näitajate arvutamiseks kõiki ressursse ja nende kulusid hinnata rahaliselt. Ent kui juba nende ressurside naturaalse seotuse piiritlemine konkreetse tootmisega on harjumatu, siis ressurside ja nende kulu majandusliku hindamisega on asjad veelgi keerukamad. Ning loomulikult tuleb seda teha stabiilse väärtusega rahas, mis praegu tegelikult puudub.

Seetõttu on allpool esitatud suuresti visioon, kuid sellel on olemas meetodilised ja praktilised pidepunktid.

Üheks oluliseks meetodiliseks pidepunktiks tootmisressursside, nende kulu ja neist saadava tulu majanduslikul hindamisel on üldtuntud püsivate jooksvate tulude ja kulude kapitaliseerimise meetod. Selle kohaselt võib püsivate igaaastaste tulude kapitaliseerimiseks kasutada valemit

$$K = D / P, \quad (7)$$

kus D on igaaastane tulu, $P = p / 100$ arvestuslik intressimäär, p arvestuslik intress % ning K igaaastase tuluga D ekvivalentne ühekordne rahaline kapital.

Jooksvate kulude kapitaliseerimiseks võib kasutada analoogilist valemit:

$$K = S / P, \quad (8)$$

kus S on igaaastased kulud.

Selle meetodi abil on võimalik hinnata teadaolevate igaaastaste tulude või kulude järgi vastava ressursi koguväärtust ja vastupidi.

Ressursside ja nende kulu majandusliku hindamise kohta tabelis 1 esitatud komponentide kaupa võib märkida järgmist:

- Tööjõu majanduslikuks hindamiseks üldtunnustatud meetodikat praegu pole, pealegi on humaansusest lähtudes inimene hindamatu väärtus. Majanduslikust seisukohast on üks võimalus hinnata tööjõukulu makstava töötasu kaudu ning tööjõu väärtust aastase töötasu kapitaliseerimise teel. Ent tööjõudu võib hinnata ka kulude järgi, mis on vajalikud inimese koolitamiseks teatud kvalifikatsioonini või tema asendamiseks näiteks robotiga.
- Tehistöövahendid ja tööobjektid on ettevõtete bilanssides rahaliselt arvel.



Keskkonna ja keskkonnaõiguse uudised.

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

Keskkonnaalaste tegevuste info ja kuulutused

www.keskkonnaveeb.ee



- Looduslike tootmisvahenditest on maa ettevõtetes arvel juhul, kui see on ettevõtte omand. Muid looduslikke tingimusi ja loodusvarasid on tootmise efektiivsuse ja intensiivsuse näitajate arvutamiseks vaja spetsiaalselt hinnata. Meetodid selleks on olemas, kuid praktikas neid eriti ei kasutata.
- Looduslike tingimuste halvenemist tuleb majanduslikult hinnata, võrreldes neid tingimuste alghinnangutega, võttes arvesse looduse kaitsmiseks ja elukeskkonna parendamiseks tehtavaid kulusid.
- Loodusvarade kulu tuleb hinnata nende naturaalse kulu ja majandusliku väärtuse alusel.
- Teadus- ja tehnikapotentsiaali on võimalik hinnata selle säilitamis- ja suurendamiskulude või sellest saadava täiendava tulu järgi.

Looduslike tingimuste ja loodusvarade ning nende kulude majandusliku hindamise meetodite väljatöötamine on jätkuvalt aktuaalne teadusteema.

TOOTMISE JA LOODUSKASUTUSE INTENSIIVSUSE JA MAJANDUSLIKU EFEKTIIVSUSE NÄITAJAD

Tootmisressursside ja -kulude struktuuri silmas pidades võib tootmise intensiivsuse ja majandusliku efektiivsuse üldnäitajate avaldised (3), (4), (5) ja (6) lahti kirjutada alljärgnevalt:

intensiivsus toodangu maksumuse järgi:

$$i_Q = \frac{Q}{Ra + Rtv + Rto + Rlt + Rlv + Rttp}; \quad (9)$$

intensiivsus kasumi järgi:

$$i_D = \frac{D}{Ra + Rtv + Rto + Rlt + Rlv + Rttp}; \quad (10)$$

majanduslik efektiivsus toodangu maksumuse järgi:

$$e_Q = \frac{Q}{Sa + Stv + Sto + Slt + Slv + Stt}; \quad (11)$$

majanduslik efektiivsus kasumi järgi:

$$e_D = \frac{D}{Sa + Stv + Sto + Slt + Slv + Stt}. \quad (12)$$

Nende näitajate järgi on võimalik hinnata mitte üksnes tootmise, vaid kogu majandustegevuse ja looduskasutuse tulemuslikkust ja pingelisust ning neid optimeerida.

KOKKUVÕTE

Looduskasutuse kasuteguri käsitlemine nõnda, nagu seda tehakse füüsikas ja tehnikas, eeskätt energeetikas, võimaldab looduskasutust ning sellega seotud osaprotsesse majanduslikult analüüsida ja optimeerida, rakendades samasuguseid põhimõtteid, nagu seda on tehtud ja tehakse energeetiliste protsesside analüüsimisel ja täiustamisel. Käsitus põhineb loodusvarade ja nende töötlemise tulemusel saadavate hüviste majanduslikul hindamisel, mis teeb võrreldavaks kõik hüvised, sõltumata nende päritolust. Sellise majandusliku hindamise eeltingimus on stabiilne, kindlatel väärtustel põhinev rahasüsteem.

Esitatud metoodika võimaldab uudselt käsitleda looduskasutust, seda põhjalikult analüüsida ning mõistlikult täiustada, püüdes säilitada ja parendada inimese elukeskkonda nii, et see kestaks tervislikuna läbi aegade. Tulemused on põhimõtteliselt rakendatavad nii ettevõtete, toodanguliikide ja regioonide kaupa kui ka riigi ja globaalsel tasandil.

Kõigi tootmises rakendatud ressursside võrdlev majanduslik hindamine teeb võimalikuks samasuguse põhimõttelise muutuse looduskasutuse, tootmise ning muude majandusprotsesside analüüsimisel, kavandamisel ja optimeerimisel, nagu see sai võimalikuks energeetikas soojuse mehaanilise ekvivalendi avastamise ja rakendamise tulemusena. A.M.

Viidatud allikad

1. Rademacher, F. J. Responsibility and Growth in the 21st Century. <http://www.clubofrome.at/news/sup2010/dl-09-rademacher.pdf>
2. Levald, H. Intensity and economic efficiency of production with regard to value of natural resources. Proceedings of Conference ENTREE 98 – Environmental Training in Engineering Education 4–6 November, 1998, Delft, The Netherlands.
3. Levald, H. Tehnoökoloogia. Euroõlikool, Tallinn, 2009, 130 lk.
4. Левальд Х. Интенсификация и экономическая эффективность производства. Ж-л Института экономики Академии Наук СССР "Вопросы экономики" 3, 1988, стр. 85–90.
5. Левальд Х. Экономическая эффективность добычи пресной подземной воды. Москва, Недра, 1990, 232 стр.



www.rentacar-estonia.eu

AUTORENT

Tel 5625 0951



2010. AASTAL ILMUNUD ARTIKLID

EHITUS, PLANEERINGUD, MÄENDUS

Virola, J.	Al Mahaba Causeway – 40 km pikkune sildkiirtee Katarist Bahreini.	2/ lk 38
Lossmann, P.	Energia säästmiseks on vaja pöörata tähelepanu nii hoone soojustamisele kui ka ventilatsioonile.	2/ lk 32
Maivel, M.	Energiasäästlik maja ei ole mingi kosmoseteadus.	7/ lk 35
Rähmonen, T.	Energiasäästlikud hooned sünnivad terviklahenduste kaudu.	5/ lk 30
Jõelet, A.jt	Georadar maapõueuuringutel.	3/ lk 32
Randoja, H.	Hoone energiatõhusus on olenev akendest.	6/ lk 18
Pesur, E.	Hoonete siseõhu radoonisalduse vähendamine.	5/ lk 23
Pikk, P.	IGLU®-dega radooni vastu. (Estria Metall OÜ reklaamartikkel)	1/ lk 38
Lass, K.	Kaheksa levinumat müüti passiivmajade kohta.	6/ lk 20
Lass, K.	Kehtivate planeeringute ülevaatamine ja toimivuse tagamine.	1/ lk 39
Kurotškin, M.	Keskaegsed maakirikud on hävinemisohus.	8/ lk 15
	Kiire abi vanadele fassaadidele. (Estbeton OÜ reklaamartikkel)	8/ lk 23
Virkus, K.	Korterelamuid on vaja renoveerida komplekselt.	8/ lk 22
Talvik, K.	Kuidas ja miks peaks kortermaja renoveerima terviklikult?	2/ lk 36
Reinsalu, E.	Maapõueseadus võiks käsitleda kogu maapõue.	3/ lk 30
Einasto, R. jt	Paekivist kultuurikeskkonnas. Sajand vana võib olla juba uus.	3/ lk 40
Orrin, V.	Passiivmaja – Quo vadis, Euroopa? Quo vadis, Eesti?	6/ lk 31
Kurm, J.	Pilkupüüdvad energiatõhusad majad Jõelähtme elamumessile.	6/ lk 28
Reinula, H.	Polüuretaanmaerjalid ehituses.	3/ lk 45
Puust, R.	Proovimiseks ehk liigagi uuenduslik tarkvara Revit MEP 2011.	5/ lk 36
Kalamees, T.	Suurpaneelilamute renoveerimise õnnestumine eeldab kompleksset lähenemist.	1/ lk 36
Luht, K.	Tervislik ja säästlik kodu Kliima- ja Energiaagentuuri toel.	6/ lk 34
Lass, K.	Uus üleriigiline planeering Eesti 2030+ saab olla kokkulepe riigi arengu suunamiseks.	8/ lk 34
Stroh, L.	Ökoehitus – mis see on?	2/ lk 21
Kokkora, A.	Ökoehitus ja ökomaja majanduslikust vaatenurgast.	4/ lk 44
Salu, M., Mauring, T.	Ökonoomne, ökoloogiline ja mugav.	6/ lk 36

ENERGEETIKA, AUTOMAAATIKA, TÖÖSTUS

Luts, H.	ABB lahendused annavad klientidele uusi võimalusi. (ABB AS reklaamartikkel)	1/ lk 24
	ABB uuenduslikud tooted toiduainetööstusele. (ABB AS reklaamartikkel)	6/ lk 27
Preden, J., Somelar, R.	Arupuru rakendamise võimalustest.	7/ lk 26
Möhl, A.	Avatud elektriturul pakub oma abi Taxernet. (Ektaco AS reklaamartikkel)	1/ lk 22
Kers, J.	Bioplastid ja bioplasttooted.	8/ lk 24
	Diisलगeneraatorid, mis kuuluvad maailma tippklassi. (Investpluss OÜ reklaamartikkel)	1/ lk 26
Saar, A.	Eesti Gaasiliidu üldkoosolek ja teabepäev.	4/ lk 29

Tomson, T.	Eestile sobivad helio-soojaveesüsteemid.	1/ lk 20
Kukk, A.	Energiaatõhusus hooneautomaatika abil.	7/ lk 32
Tomson, T.	EUROSUN-2010 Grazis.	7/ lk 23
Takis, N.	Hooneautomaatika klassid, funktsionaalsus ja mõju hoone energiakulule.	6/ lk 26
Aaving, A.	Kallavere 110/35/10 kV alajaam läbi aegade.	1/ lk 23
Noor, M.	Katamaraaniga PlanetSolar päikese jõul ümber maailma.	4/ lk 25
Vali, L.	Keskonnasõbralik lahendus, mis aitaks tagada energiasüsteemi töökindluse.	4/ lk 22
Kukushkin, D.	Koduautomaatika vähendab kulusid, muudab elu mugavamaks ja keskkonna puhtamaks.	2/ lk 30
Talts, L.	Kondensaat suruõhusüsteemis.	3/ lk 15
Kaasik, H.	Kuidas säästa energiat?	2/ lk 26
	Liigpingekaitse aitab ennetada halvimat. (ABB AS reklaamartikkel)	5/ lk 26
	Mikroturbiinid elektriallikana. (Konwell ES reklaamartikkel)	7/ lk 30
Palatu, A.	Millist puidupeenestit valida.	7/ lk 37
Joller, J.	Oled edukas, kui jälgid energiatarbimist. Pelletküte. (AS Pelletiküte reklaamartikkel)	4/ lk 32
Tiik, A.	Päikeseelekter.	2/ lk 28
Laul, L.	Päikeseküte aitab eramu küttekulu kokku hoida.	2/ lk 24
Kabanen, T.	Päikesepaneelide koostöö õhk-vesi-soojuspumbaga.	4/ lk 26
	Sagedusmuundurite kasutamine hoonete kütte- ja ventilatsioonisüsteemides võimaldab vähendada energiakulu 20–50 %. (AS Napal reklaamartikkel)	7/ lk 29
Palatu, A.	Seal kus hakkur toime ei tule.	8/ lk 28
Keskonnatehnika	Soojuspump aitab energiat säästa.	5/ lk 28
Takis, N.	Tehnosüsteemide suhtlusvõime on ajakohase hoonehalduse eeltingimus.	1/ lk 27
Pertmann, I., Selg, V.	Tuuleenergeetika arengust maailmas ning uuringutest Tallinna Tehnikaülikoolis.	8/ lk 12
Noor, M.	Tuuleenergeetika areng maailmas 2009. aastal ja prognoos aastani 2014.	4/ lk 30
Hernits, M.	Tuulikulabade struktuurimuutuste jälgimine rikete ennetamiseks.	6/ lk 14
Ormus, H.	Tuumajaama Three Mile Island avarii põhjused, tagajärjed ja mõjud.	1/ lk 18
Kers, J.	Uudne tehnoloogia väikese tihedusega vahplastide tootmiseks (projekt Light Foam).	1/ lk 29
Nettan, A. jt	Uued tuuled Lõuna-Eesti energiavallas. Tartu Regiooni Energiaagentuur ja Tartu Teaduspark edendavad Tartu piirkonna energiavaldkondi.	6/ lk 38

JÄÄTMED

Kask, Ü., Andrijevskaja, J.	Biojätmed mootorikütuseks.	4/ lk 10
Kiviselg, R.	Mida teha biolagunevate jäätmetega? UNTHA nelivõlli-tehnoloogia – 25 edukat aastat (Penope Eesti OÜ reklaamartikkel)	4/ lk 8

KESKKOND

Kaldaru, H.	Eesti elanike keskkonnateadlikkuse uuringu tulemustest.	5/ lk 39
Einasto, R.	Hubert Matved meenutades.	2/ lk 40
Adler, J.	Kas keskkonnamüra põhjustab tervisele parandamatuid tagajärgi?	8/ lk 31
Kuldpere, K.	Kasvuhoonegaasidega kauplemine Eestis.	1/ lk 15
Aasalo, L.	Keskonnajuhtimise edendamise programm avalikule sektorile.	2/ lk 13

Alekand, K.	Keskonnakaitse ja loodushoiu tehnilised võimalused loodusmaastikul.	4/ lk 41
Einasto, R.	Keskonnakultuurist kultuurikeskkonnas. Inimene maailmas.	5/ lk 42
Einasto, R.	Keskonnakultuurist kultuurikeskkonnas. Ordoviitsiumi ja siluri ladestu piirikihtide puhastustalgud Netlas.	6/ lk 43
Einasto, R.	Keskonnakultuurist kultuurikeskkonnas. Sügislehed tasuta kompostiks.	7/ lk 42
Einasto, R.	Keskonnakultuurist kultuurikeskkonnas. Tormikahjustused ja looduskaitse.	6/ lk 44
	Keskkonnaministeerium kutsub osalema konkursil "Aasta keskkonnategija".	5/ lk 6
Pöder, T.	Keskonnariski hindamisest: lühiülevaade põhimõistetest ja toimingutest.	2/ lk 8
Petersell, V., All, T., Suuroja, S. Loorents, N.	Kliima ja 21. sajandi ohud.	1/ lk 8
	Kuidas ühitada tuuleparkide arendajate ja sõjalise riigikaitse huve?	3/ lk 6
	Kümme Euroopa Keskonnapressi keskkonnaauhinna EEP-Award 2010 nominenti.	7/ lk 43
Kers, J.	Linakasvatus, linaku tootmine ja linakomposiidid.	5/ lk 32
Levald, H.	Looduskasutuse radikaalse täiustamise võimalus.	8/ lk 38
	Nabala lubjakivimaardla juhtum – mis on valesti? Eesti Looduskaitse Seltsi avaldus.	5/ lk 20
Suuroja, K., Suuroja, S. Soovik, E. Juhanson, K., Nõmmsalu, H., Pesur, E.	Neugrundi meteoriidikraater – maailmaime Eesti merepõhjas.	3/ lk 42
	Nõiaakaev karjääri mõjuväljas.	5/ lk 21
	Ohtlikud ained meie veekogudes.	1/ lk 31
	Omanikuta kiirgusallikate kogumise kampaania.	2/ lk 14
Soovik, E.	Rummu karjäärijärve allalaskmine ei ole põhjendatud.	1/ lk 34
Põldvere, A. ja A.	Taani geoloogiast, kaevandamisest ja usaldusest.	6/ lk 40
Petersell, V., All, T.	Teemantide kaasmineraalidest ja kullast Eestimaa moreenides.	4/ lk 18
Levald, H.	Tehnoloogilise – uus teadusala ja õppeaine.	6/ lk 39
Koldits, M., Einasto, R.	Tõnis Saadre loodusfotonäitus "Talviseid pilte Pakri poolsaarelt UDUS ja HIILGUSES" Paldiski raamatukogus.	2/ lk 43
Roots, O.	Õhusaaste ja kliimamuutuse mõju materjalidele.	1/ lk 12

KÜTE, VENTILATSIOON

Ingver, K.	Aurukatla toitevee töötlemine pöördosmoosiga.	4/ lk 36
Merevoo, M.	Passiivmaja ventilatsioon.	6/ lk 22

**Keskonnatehnika
toimetus
soovib kõigile
head ja edukat uut
aastat!**

Viinalass, H.	Soojusvahetusvedeliku valikusse peab suhtuma hoolega.	4/ lk 38
Kolk, T.	Säästlikud kohtventilatsiooniseadmed inVENTer®.	2/ lk 34
Hannus, H. Kruusel, L.	Tehnosüsteemide hooldus.	4/ lk 40
	Vanemate korrusmajade ventilatsioonimurede leevendamiseks on olemas lahendus.	4/ lk 34
Kabin, K.	Õhu niisutamine.	3/ lk 16

MESSID

	BAU 2011.	6/ lk 46
	Eesti Kaubandus-Tööstuskoda kutsub energeetikakonverentsile, messidele ja ettevõtete kontaktkohtumistele.	2/ lk 44
Noor, M.	Pariisis peeti detsembris keskkonnamessi Pollutec.	1/ lk 42

RAAMATUD

Einasto, R.	Ilmus Tallinna paeraamat.	8/ lk 44
-------------	---------------------------	----------

TORUD

Viru, R.	Kasuktorud – vee- ja küttesüsteemide töökindel lahendus.	4/ lk 12
	Uponori eelisoleeritud torude (kasuktorude) uus soojusmaterjal – soojuskadu kuni 12 % väiksem kui enne. (Uponor Eesti OÜ reklaamartikkel)	7/ lk 9

VESI

Pesur, E. Birk, K.	Eesti joogivee radioaktiivsusest.	4/ lk 14
	Eesti joogivesi 2009. Kokkuvõte Terviseameti järelevalve tulemustest.	5/ lk 13
Annus, A. Jostov, P.	Euroopa suplusvee kvaliteet.	5/ lk 17
	Järvede tervendamine keemiliste reagentide abil.	5/ lk 8
Marandi, A. Metsur, M., Tamm, I.	Kas Tuhala Nõiaakaev voolab või vuliseb? Keskonnaekspertiisi ja hüdrogeoloogi pilguga vaidlustest ehitusmaavarade kaevandamise keskkonnamõju üle.	7/ lk 17
	8/ lk 9	
Roots, O., Voll, M.	Pinnasest läbi nõrguva vee kogumise seade.	2/ lk 17
Perens, R., Truu, M.	Põhjavee kasutamisest ja kaitsest Eestis.	3/ lk 18
Lind, H., Valgma, I., Robam, K.	Põhjavee dünaamika modelleerimise võimalused mäetööde piirkonnas.	3/ lk 36
Soovik, E.	Põhjavee säästev paekarjäär.	3/ lk 28
Uri, U., Kulm, N.	Reostusala määramine vee elektrijuhtivuse põhjal.	6/ lk 8
	Reovee väikepuhasti WehoPuhasti. KWH (Pipe Eesti AS reklaamartikkel)	2/ lk 18
Põldemaa, M. Niglas, I.	Reovee väikepuhastid võistlustules.	7/ lk 10
Karro, E., Uppin, M.	Rudolf Woodet meenutades.	6/ lk 7
Kallas, R.	Siluri-ordoviitsiumi veeladestu fluoriidide ja boori geoloogilised allikad.	3/ lk 25
	Tootearendus sanitaarseadmete valdkonnas, kvaliteet koostöös klientidega.	4/ lk 16
Munter, R., Kivimäe, T.	Uudne keskkonnasõbralik tehnoloogia radionukliidide kõrvaldamiseks põhjaveest.	5/ lk 10
Jürmann, R.	Uudsel membraantehnoloogial põhinevad reoveepuhastid Nõo vallas.	6/ lk 11
	Vaakum-väliskanaliseerimine. (Flovac Nordic OÜ reklaamartikkel)	2/ lk 20
Niglas, I., Artma, T.	Vali reoveepuhastile energiasäästlik õhustussüsteem.	3/ lk 12
Marandi, A., Kattel, T.	Vesi, geoloogia ja kaevude uurimine.	3/ lk 21
Eensalu, T. Jalast J.	Väikese tegijana monopoli kõrval.	3/ lk 8

ILMUS TALLINNA PAERAAMAT

REIN EINASTO

Paevana

NELJAPÄEVAL, 18. novembril toimus Eesti Geoloogiakeskuses pidulik sündmus – esitleti **Helle Perensi** järjekordset väga rikkalikult illustreeritud paeraamatut „Paekivi Eesti ehitistes IV, Tallinn“ (EGK, 2010, 147 lk). Raamat on terveniisti pühendatud Tallinna ehituspaele. Keskuse juhataja Vello Klein nentis autori viljaka loometee järjekindlust – võrdlevad paeuuringud ehitistes ja paljandites kogu Eesti paelasundi avamusel on kestnud 20 aastat. Töö tulemused on raiutud nelja raamatusse. Viimane neist hõlmab pindalalt küll väikseimat, aga kõige mitmekesisemat ja keerulisemat ala. Raamat ilmus Tallinna kultuuripealinnaks saamise eelõhtul ja on hinnaline abivahend Tallinna ehituskultuuri mõistmiseks. Vello Klein rõhutas selle raamatu inglise keelde tõlkimise vajalikkust (kui vaid leiaks rahastajaid!). Selle raamatuga on Eesti pae-ehitistele ring peale tehtud. Helle Perensil on juba uued tänuväärsed plaanid – jätkata looduskivi uuringuid ka Lõuna-Eesti ehitistes, kus paekasutus on olnud küll tagasihoidlik, ent väärib ühtsesse tsüklisse sidumist.

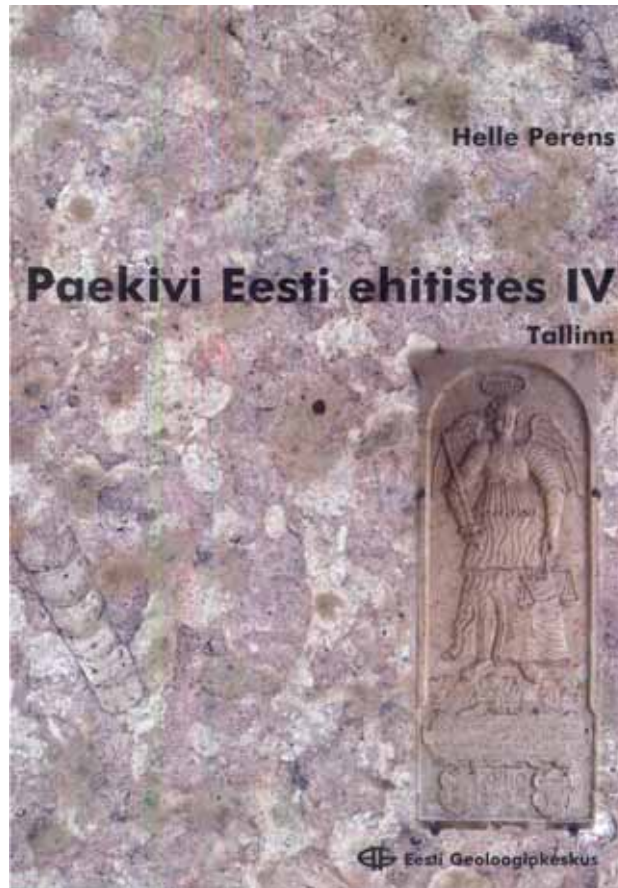
Raamatu autor jagas esitlusel selgitusi oma 40 aastat kestnud paeuuringutest, millest esimene pool on pühendatud geoloogiliste kaardistustöödele Eesti eri piirkondades. Nende uuringutega loodud paegeoloogilise taustata poleks paeehitiste uuringud olnud mõeldavad. Autor tõstis mitmekesiste paetüüpide seast esile kümme Eestis olulisemat: Narva kirjuvärviline paas, Lasnamäe ehituspaas, Vasalemma „marmor“, Rõa dolopaas, Tamsalu rõngaspaas, Orgita dolopaas, Ungru ehituspaas, Tagavere dolopaas, Selgase dolopaas ja Kaarma dolopaas.

Uurimistsükliga on selgeks saanud ehituskivi ilmastikukindlus, vastupidavus, dekoratiivsed omadused, senise kasutuse lugu. Eriti kõrget hinnet väärib käsitluse terviklikkus, raidkivide,

skulptuuride rikkalik esitus, detailide oskuslik esiletõstmine, fotode hea kvaliteet, samuti tagasivaade paemurdmise vanematele aegadele. Oluliselt hõlbustavad orienteerumist Tallinna geoloogiline kaart (lk 8–9), äärelinnade paekasutuse ülevaatekaart (lk 94–95), paeliikide eri aegadel kasutamise intensiivsus (tabel lk 37) ja asukohare-

tusloost. Sellise põhjalikkuseni pole kuskil mujal veel jõutud. Seda enam väärib Eesti paekultuur rahvusvahelist tutvustamist raamatu ingliskeelse tõlke vahendusel.

Eesti Paeliit avaldab Helle Perensile sügavat tänu ja soovib jätkuvat indu tehtud töö tutvustamiseks.



gister (lk 144–145).

Geoloogilisele kaardile mõningase geograafilise võrgu lisamine oleks kindlasti kasuks tulnud. Eksitav on väide, et keskajal murti 40 ülemist murdmiskihti (lk 50), kui on teada, et nii Põhja- kui Lõunamurru paekaldalähedases vööndis, kus murdmine sajandeid toimus, paljanduvad ainult Vao kihistu kihid. Ülemised, Kõrgekaldal kihistusse kuuluvad murdmiskihid (arvult 14) avati alles 19. saj lõpul, kui murdmise front Lõunamurru suunas nihkus massilise paekasutuse survele kiiresti kagusse, kus paljandati järjest nooremad kihid. Varasemates ehitistes kasutati kõige enam keskmisi murdmiskihite, alates Muldvalgetest kuni Raudsüdameni.

Helle Perensi neljast raamatust koosnev „Paekivi Eesti ehitistes“ on ainulaadne uurimus ehituspae mitmekesisest ja värvikast kasu-





BAU 2011

Foto: Messe München GmbH

Saksamaal, Münchenis toimub 2011. aasta alguses, 17.–22. jaanuarini Euroopa suurim rahvusvaheline ehitusmess **BAU**. Messihalle on 17 ja pinda kokku 180 000 m², osalema on oodata ca 1900 eksponenti 40 riigist, 25 % neist väljastpoolt Saksamaad. Külalastajaid arvatakse tulevat üle 210 000. **BAU peateemad** on säästlik ehitamine, mitme põlvkonna vajadusi arvestav ehitamine (eluruumide kujundamine ja sisustamine nõnda, et igaüks tunneks end eale või kehalisele puudele vaatamata hästi ja turvaliselt), teadusuuringud ja innovatsioon (ehituse tulevik) ning kutse- ja täiendusõpe (kvalifitseeritud, hea väljaõppega ja motiveeritud järelkasvu leidmine).

Messil **BAU 2011** korraldatakse mitu erinäitust ja kolm foorumit: Arukas ehitamine, Makro-arhitektuur (*MacroArchitecture*) ja Ehituse tulevik (*Future of Building*). Lisateavet messi kohta leiab Internetist: www.bau-muenchen.com.

HANNOVER MESSE 2011

Maailma üks suuremaid tööstus- ja energeetikamesse **HANNOVER MESSE** toimub 2011. aastal 4.–8. aprillini. 2011. aastal on messi partnerriik Prantsusmaa. Põhitähelepanu on tööstuse automatiseerimisel, uuenduslikel tehnoloogiatel ja energiatehnoloogiatel, korraldatakse mitu erinäitust ja energeetikafoorumit. Eelmisel aastal osales 4800 eksponenti 64 riigist, messi külastas 150 000 inimest.

Internetis: www.hannovermesse.de

EESTI EHITAB 2011

Eesti suurim ehitusmess toimub 2011. aastal 6.–11. aprillini Eesti Näituste messikeskuses Tallinnas. Messil eksponeeritakse uuenduslikke tehnoloogiaid, ehituskonstruksioone ja -materjale, -masinaid, -seadmeid ja -tööriistu.

Internetis: www.fair.ee

RESTA 2011

Vilniuses toimub 13.–16. aprillini Baltimaade suurim ehitusmess, kus peale ehitustemaatika eksponeeritakse ka kütte ja ventilatsiooni, veetöötuse, taastuvenergeetika ning energiatõhusa ehitusega seonduvat. 2010. aastal osales 422 eksponenti 10 riigist, ekspositsioonipinda oli 24 000 m². Külalastajaid oli 44 000.

Internetis: www.litexpo.lt

WasteTech 2011

Moskvas toimub 31. maist 2. juunini 7. rahvusvaheline jäätmekäitlus- ja keskkonnatehnikamesse **WasteTech** ja **ISWA** (*International Solid Waste Association*) kongress. Messi peateemad on jäätmekäitlus, taaskasutus, jäätmete energiakasutus, taastuvenergeetika, tänavate hooldus, õhk, analüüsitehnika, keskkonnaseire, reoveekäitlus ja pinnase tervendamine. 2009. aastal osales messil 287 eksponenti 24 riigist 5367 m² suurusel messialal. Messi külastas 6270 inimest.

Internetis: www.waste-tech.ru

CARBON EXPO 2011

Kaheksas rahvusvaheline heitekaubandusmess ja -konverents toimub 2011. aastal 1.–3. juunini Hispaanias, Barcelonas. Eelmisel aastal toimus mess Kölnis. Siis osales *Carbon Expo* 250 eksponenti 83 riigist, kes tutvustasid puhta arengu korralduse (CDM, *Clean Development Mechanisms*) ja ühisrakenduse (JI, *Joint Implementation*) projekte ning uusi investeerimisvõimalusi oma riigis. Kolme päeva jooksul külastas messi ja kongressi ca 3000 inimest 111 riigist. Barcelona messid (*Fira de Barcelona*) korraldab *Carbon Expo* koos Maailmapanga ja Rahvusvahelise Heitekaubandusliiduga (IETA, *International Emissions Trading Association*).

Internetis: www.carbonexpo.com

ECOMONDO 2011

Itaalia suurim keskkonnamesse toimub 2011. aastal 9.–12. novembrini Riminis. Messil on põhitähelepanu jäätmetel (materjalikasutus, energiakasutus), vähem on esindatud muud keskkonnateemad (veekäitlus, taastuvenergeetika, ökotooted, säästev areng). Sel aastal osales *Ecomondo* (koos erimesseidega) üle 1000 eksponendi (peamiselt Itaaliast), ekspositsioonipinda oli kolmeteistkümnes messihallis kokku 110 000 m², külalastajaid käis nelja päeva jooksul ca 65 000.

Internetis: www.ecomondo.com

POLLUTEC HORIZONS 2011

Prantsusmaa suurim keskkonnamesse **Pollutec** toimub 2011. aastal 29. novembrist 2. detsembrini Pariisis. Teemad on veetöötus, jäätmekäitlus, jäätmete energiakasutus, õhupuhasutus, analüüsi- ja mõõteseadmed, siseõhu

kvaliteet, energia ja kliima, energiatõhusus ja taastuvenergeetika, pinnase tervendamine, riski ohjamine, säästev areng ning eetiline kaubandus. 2009. aastal Pariisis toimunud messil osales 1412 eksponenti 37 riigist. Ekspositsioonipinda oli 43 860 m². Külalastajaid oli 40 000 ringis, neist 5500 väljastpoolt Prantsusmaad. Uudistooteid, oli ca 170, neist üle 40 esitleti maailmas esimest korda.

Interntis: www.pollutec.com



Foto: Reed Expositions France

AUTOMAATIKAPÄEVA

10.03 - 12.03.2011

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOLI AULAS

MESS



TTÜ 1918

LISAINFO:
WWW.ESIS.ORG.EE



EESTI
SÜSTEEMINSENERIDE
SELTS

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

Jaanuar

20.01.2011

Ehitiste tuleohutus ja uus
Tuleohutusseadus

27. - 28.01.2011 FIDIC lepingud

Ehituskeskus soovib oma klientidele ja koostööpartneritele
kauneid Jõule ja edukat uut aastat!

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

SUMMARY

MEDIEVAL COUNTRY CHURCHES IN DANGER OF DESTRUCTION

Maksim Kurotškin,
Visum Projekt OÜ

Many Estonian sacral buildings have either fallen into disrepair or they have construction technology problems the elimination of which requires large investments. Primarily the problems with excessive moisture are of main concern. The causes for the emergence of such damage should immediately be eliminated. But since the number of churches is large and the damage extensive, relatively little can be done. The author has investigated the moisture damage of four country churches in South-Estonia in 2008–2010 and the article provides a review of the main causes of moisture damage and the possibilities of avoiding and of liquidating it.

Pg. 15

BIOPLASTICS AND BIOPLASTIC PRODUCTS

Jaak Kers
Tallinn University of Technology

The design and development of bioplastics has mainly been affected by the necessity to find an alternative to petroleum-based products and to increase the use of renewable natural resources. In the production of several bioplastic products, the use of energy and the CO₂ emission are lower than in the producing of similar conventional plastic products. The number of bioplastic materials, applications and products has increased as well as the number of their manufacturers, processors and users. The development of bioplastic products has reached such a stage where these products, concerning their physical and mechanical properties, are close to the most widely used commodity plastics. Most probably, an alternative will be found in the future for almost all commodity plastic products. This does not mean, however, that materials have been created that are 100 % nature-friendly and biodegradable. The article deals with the production and use of bioplastics as well as the problems concerning bioplastics.

Pg. 24

WHERE THE CHIPPER DOES NOT COPE

Alar Palatu
OÜ Hüdroline



The experience of wood chipping is short in the Baltic countries and for this reason some of those who have acquired necessary equipment, have been somewhat disappointment. Chippers and crushers from a large number of manufacturers are on the market. Although all of them perform the same function, there

are, however, differences between these machines. Not all of them are suitable for crushing all kinds of source materials and all quantities of material. The article introduces different types of chippers, the places and possibilities of their use.

Pg. 28

DOES THE ENVIRONMENTAL NOISE CAUSE IRREPARABLE CONSEQUENCES TO THE HEALTH?

Jane Adler
NGO Ökokratt

On 21 October, an Environmental Noise Conference was organised by NGO Ökokratt at the Tallinn University of Technology on environmental noise, focusing on the health issues of the environmental noise. Noise specialists, professors and doctors of science from Germany, Sweden, Finland and Estonia took part in the conference. The article introduces the reports of the conference that dealt with the noise control and the impact of noise on human health.

Pg. 31

A NEW NATIONAL PLAN ESTONIA 2030+ CAN BE AN AGREEMENT FOR DIRECTING THE DEVELOPMENT OF THE COUNTRY

Kaur Lass
OÜ Head

The new national plan Estonia 2030+ that is being drawn up proceeds from the spatial development vision or future idea, where the spatial development of Estonia in a *circa* 20-year perspective was agreed upon. In order to carry out the vision, the plan provides main principles for the spatial development and in addition to that an action plan. Estonia 2030+ creates bases for the formation of the regional development and for directing the spatial development of population settlement, the national transport network and the infrastructure development, taking into account the specific character of the existing environment. The author introduces the national spatial plan Estonia 2030+ that currently being composed and the vision on which this plan is based.

Pg. 34

POSSIBILITY FOR A RADICAL IMPROVEMENT OF NATURAL RESOURCE UTILISATION

Heino Levald, *PhD*

Man gets everything he needs for his life from nature and is a part of the nature himself. To secure his existence, man has to solve various problems and use nature in such a way that a healthy living environment is preserved and the resources meet the requirements for as long a time as possible. For this purpose, he should be able to assess the performance and intensity of the natural resource utilisation, aiming at the prevention of problems that may arise in the future. To achieve this aim, one of the first tasks is to improve natural resource utilisation by assessing its efficiency and intensity. An example in this field could be the progress made in the power industry in the past couple of centuries. The discovery and application of the equivalence of different types of energy together with the laws of thermodynamics forms a basis for this. The article demonstrates that in the field of natural resource utilisation the same kind of breakthrough may be based on the comparative economic assessment of the benefits obtained from the consumption and utilisation of natural resources.

Pg. 38

Õiged asjad õigel kohal:

Kaablite otsimiseks on
Radiodetectioni
kaabliotsimisseadmed
www.radiodetection.com



Reovee mõõtmiseks on
Nivuse reoveemõõteseadmed
www.nivus.com



Veevõrgu tsoneerimiseks ja
kontrolliks on
Martineki WLM süsteem
www.martinek.org



Pinnasekihtide leidmiseks ja
plasttorude otsimiseks on
Mala GeoScience
maapinnaradarid
www.malags.com



Ja meil on palju
muud träni
metallotsijate,
lasernivelliiride,
torukaamerate,
torulaserite näol
tegemaks õiget asja,
hea asjaga, õigel kohal!



Mõnusat ja õnnelikku
jõuluaega
- see om puhkamise,
mängimise ja heade soovide aeg!



Kasuta alati kaabliotsijat ENNE kaevamist!