

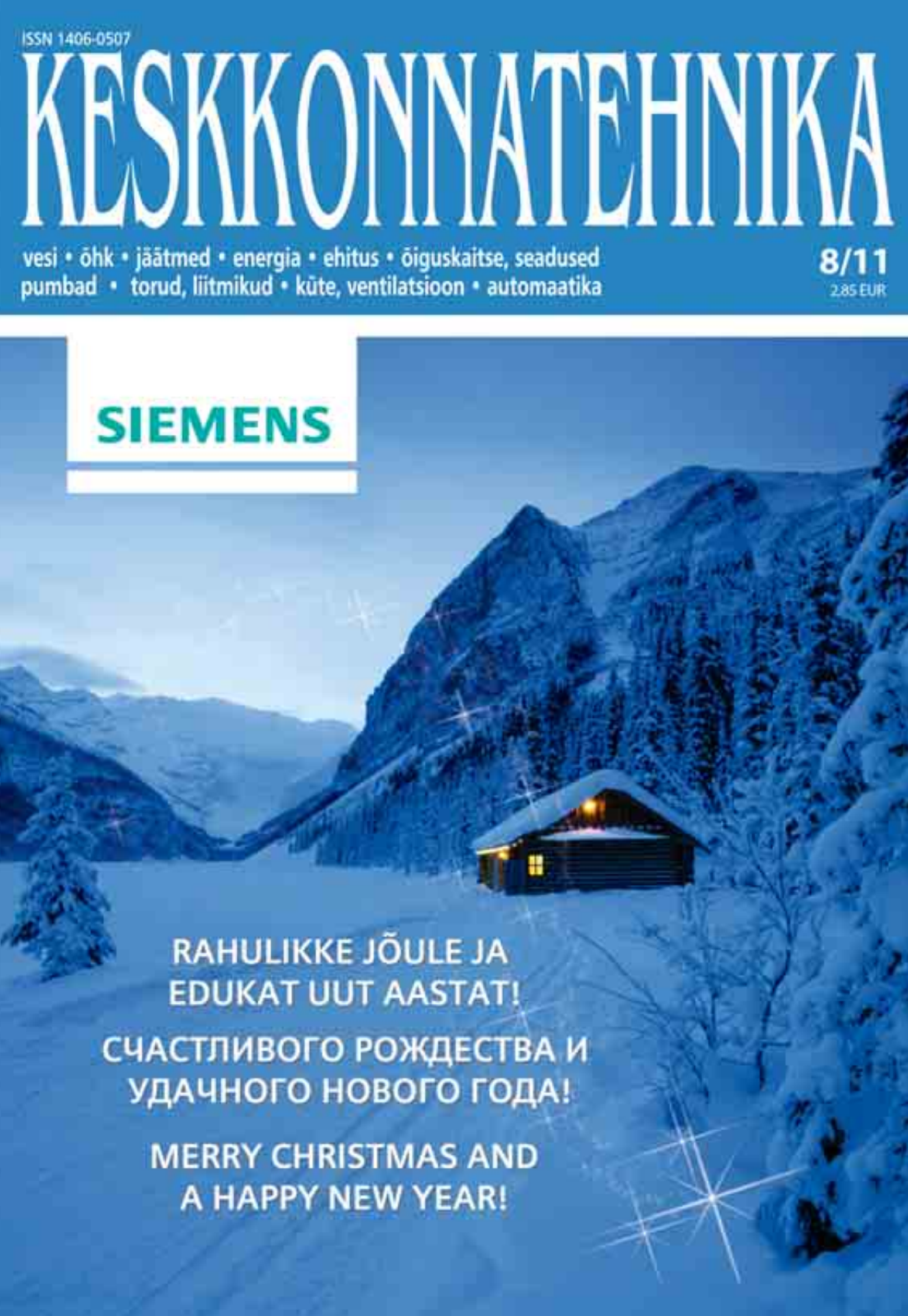
KESKKONNATEHNIKA

vesi • õhk • jäätmekäitlus • energia • ehitus • õiguskaitse, seadused
pumbad • torud, liitmikud • kütte, ventilatsioon • automaatika

8/11
2,85 EUR



SIEMENS



RAHULIKKE JÕULE JA
EDUKAT UUT AASTAT!

СЧАСТЛИВОГО РОЖДЕСТВА И
УДАЧНОГО НОВОГО ГОДА!

MERRY CHRISTMAS AND
A HAPPY NEW YEAR!

Kompaktkomposter BACKHUS DC 50

Nõudmine väikeste ja õhku mitte saastavate kompostimisseadmete järele üha suureneb. DC (dünaamiline konteiner) on kinnine komposter, milles kompostitavat materjali õhustatakse ja kahe tigukonveieri abil pidevalt segatakse. Sel moel luuakse väga head tingimused nii ühtlaseks kompostimiseks kui ka kvaliteetse komposti saamiseks.

Maailmas ainulaadset, 2011. aastal müügile jõudnud kompostriil BACKHUS DC 50, mis loodi koostöös firmaga EnviCont, on kogu vajalik seadmestik mahutatud kinnisesse soojustatud konteinerisse, milles temperatuur tõuseb kiiresti haigustekitajate kahjutukstegemiseks vajaliku tasemeni. Rullikutega alusvanker võimaldab konteinerit lihtsalt teisaldusveokile tõmmata ja vajaliku kohta toimetada. Kompostimise käivitamiseks on vaja komposter vaid elektrivõrku ühendada ning kompostitava materjaliga täita, pärast seda käib kõik automaatselt. Nõrgvesi ringleb läbi heitõhku puhastava biofiltri. Aastas kuni 450 tonni komposti tootmiseks kulub päevas vaid 15 kWh elektrit.

BACKHUS DC 50

Tehnilised andmed

Mõõtmed on samad kui 20' standardkonteineril: pikkus 6,058, kõrgus 2,590 ning laius 2,438 meetrit. Netomass on ~ 7,5 tonni; põhjapindala 14,769 m²; sisemaht 19,5 m³ (sellest kompostimiskamber 15 m³); aastajõudlus kuni 450 tonni komposti */**; kompostimiskestus: 3–15 päeva**; elektritoide 400 V/32 A CEE; veepaagi ja nõrgvee ringlussüsteemi maht 400 l; kaks Ø1,00 m kompostisegurit; mehaaniline nii surve- kui ka imiõhustus (kompostri heitõhku puhastavas biofiltris).



* 0,65 t/m² ja kompostimisajag 8 päeva

** Sõltuvalt kompostitavast materjalist ja komposti soovitud kvaliteedist; aastajõudlus võib olla tavaliselt suurem, kui reaalajalis seatakse üheks desinfitseerimise

BACKHUS DC 50

Omadused

- Dünaamiline – kaks võimast segurit tagavad massi täieliku homogeensuse
- Õhustatav – mehaaniline nii surve- kui ka imiõhustus (kompostri heitõhku puhastavas biofiltris)
- Kompostitav mass niisutatav
- Nõrgvesi ringleb – kestlik ja kulutõhus
- Soojustatud – võimaldab aastaringset püsivat tööd
- Pidev arvutijuhtimine
- Sisesehitatud andmesalvesti
- Konteiner 20' standardsete mõõtmetega – lihtne teisaldada ja käitada
- Mugav elektriline laadimisluuk – võimaldab laadida kolmest küljest
- Automaatne tühjendamine
- Tellimusele rullikutega alusvanker ja veokonks

BACKHUS DC 50

Kompostitavad materjalid

- Toiduainejäätmed kauplustest, kohvikutest, tootmisettevõtetest, hotellidest
- Reoveesete
- Sõnnik ja allapanu
- Rasvapüünises kinni peetud materjal
- Biogaasi tootmisjäät
- Haljastu- ja aiapäätmed
- Olmejäätmed

BACKHUS DC 50

Kinnise dünaamilise kompostri eelised

- Vaja vaid ühendada elektrivõrku ja kiima panna
- Keskkonnasaaste on välistatud
- Täielikult kontrollitav protsess
- Automaatjuhtimine tagab odava käituse
- Jäätmeid saab käidelda tekkekohas
- Kõrge temperatuur tagab saastunud toorme kiire desinfitseerimise
- Sisselaaditud kompostitoore muutub kiiresti ühtlaseks massiks
- Sisselaaditud orgaanilise toorme maht väheneb väga kiiresti
- Hais on välistatud
- Teisaldusveokil lihtne vedada



16



30



34



39

TOIMETUS

Postiaadress: PK 2195, 10402 Tallinn

Väljaandja: OÜ Kalendri.ee

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

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

Peatoimetaja:

Merile Noor, merile.noor@keskkonnatehnika.ee

Toimetajad:

Aleksander Mäestik, (terminoloogia ja keel – **AM**),

Mellis Moora (keel)

Reklaam ja levit:

Marika Rebane, keskkonnatehnika@starline.ee

Margis Veevo, margis.veevo@starline.ee

Reklaamide kujundus: Raul Laugen

Küljendus: Mait Tooming



ehitus

30 BIM CITY – linn 3D-s. I. Aja

energeetika, automaatika, tööstus

26 Kuidas arvutada energiatõhusa renoveerimise tasuvust? K. Virkus
28 Tark elektrivõrk Smart grid. J. Preden
34 Biogaas mootorkütusena Eestis. T. Trink, A. Oja
36 Bioetanool diiselmootorkütusena. R. Ives jt

keskkond

19 Tärkavad seemned Eesti dean-tech-maastikual. K. Valdmaa, L. Matsulevits
39 Vaadates kivi sisse. Vesiku kihtide paljandis Elda poolsaare läänerrannal Saaremaal. R. Einasto
42 Tallinna Tehnikaülikoolis panid ennast proovile tulevased insenerid! K. Martin

küte, ventilatsioon

21 Ventilatsioonisüsteemi valimine (puit)korterelamu rekonstrueerimisel. M. Thalfeldt
24 Väikeelamu küttekulud 2011. aasta sügise hindades A. Vikerpuur

vesi

11 Reoveesette kompostimine külmal ajal. M. Kriipsalu, M. Raid
16 Reoveesette sobivusest põlluväetiseks. M. Lilienberg, E. Haiba, L. Nei

44 Aastasikord 2011
47 Summary

Mageveekalade, molluskite ja taimede ärevust tekitav vähenemine

22. novembril avaldatud uuest teadusuuringust ilmneb Euroopa looduspärandi ärevust tekitav vähenemine. Maailma Looduskaitse Liidu (IUCN) koostatud ohustatud liikide punase raamatu ühe osa – Euroopa punase raamatu raames korraldatud Euroopa kohalike looma- ja taimeliikide ulatuslikust uuringust selgub, et suur osa molluskeid, mageveekalasid ja soontaimi kuuluvad nüüd ohustatud liikide kategooriasse. Ligikaudu 6000 liigi hindamisest nähtub, et praeguseks on ohtu sattunud 44% mageveemolluskeid, 37% mageveekalu, 23% kahepaikseid, 20% maismaamolluskitest, 19% roomajaid, 15% imetajaid ja vesikiile, 13% linde, 11% saproksüülsetest mardikatest, 9% liblikaid ning 467 soontaimeliiki.

Siiani uuritud liikidest on enim ohustatud mageveemolluskid. Omal ajal laialt levinud jõekarbiliiki (*Margaritifera auricularia*) võib praegu leida vaid vähestes jõgedes Prantsusmaal ja Hispaanias. Seda liiki, mis praegu kuulub kategooriasse „kriitiliselt ohustatud”, peeti 1980. aastatel peaaegu hävinuks. Kõnealune liik on üks kahest ohustatud liigist, mille kaitse jaoks Euroopa tasemel välja töötatud tegevuskava annab tulevikuks suuri lootusi. Eelkõige saastuse, ülepüügi, elupaiga kadumise ja võõrliikide sissetungi tõttu on ka mageveekalad suures ohus. Euroopa tuuraliste kaheksast liigist seitse on praegu suure ohu tõttu sattunud kategooriasse „kriitiliselt ohustatud”.

Ohustatud soontaimede hulka kuuluvad ka kultuurtaimede looduslikud liigid, mis on eluliselt olulised toiduainetega kindlustamise seisukohast, nende kaitsmine jäetakse aga sageli unarusse. Kategooriasse „kriitiliselt ohustatud” kuuluv peediliik (*Beta patula*) on kultuurpeedi looduslik liik ning tähtis geeniallikas viirusresistentsuse tõhustamisel. Euroopa majanduslikult oluliste, kuid ohustatud kultuurtaimeliikide hulka kuuluvad ka suhkrupeet, nisu, kaer ja aedsalat.

VIHULA MÕIS SAI RAHVUSVAHELISE KESKKONNAMÄRGISE ROHELINE VÕTI

EASi turismiarenduskeskus andis 15. novembril Vihula mõisale üle rahvusvahelise keskkonnamärgise Roheline Vöti, mida omistatakse säästva majandamise põhimõtteid järgivatele majutuasutustele. Eestis on nüüd kokku 20 Rohelise Võtme märgisega majutuasutust. Rohelise Võtme programmi rahastatakse Euroopa Sotsiaalfondist.

Selleks et Rohelist Vötit omada, peavad majutuasutused järjepidevalt panustama toodete ja teenuste arendamisse ning järgima igapäevategevustes keskkonnasäästlike põhimõtteid. Rohelise Võtme saamiseks tuleb ettevõttel peale keskkonnasäästlikkuse anda oma panus ka looduse ja kohaliku kultuuri-pärandiga seotud tegevuste propageerimisse.

misse.

Eesti suurima mõisahotelli, Vihula mõisa müügi- ja turundusjuhi **Kadi El-meste** sõnul järgitakse loodust säästvat mõtteviisi Vihula mõisa igas tegevuses. Mõisas kasutatakse maakütet ja päikeseenergiat, vähendatud on vee- ja elektrienergia tarbimist, külalistel palutakse käituda keskkonnasõbralikult ja neile soovitatakse puhkamiseks aktiivset liikumist looduses. Vihula mõisa aias kasvatatakse hotelli restorani köögi ja mõisa ökospaas tarvis aiasaadusi, samuti peetakse ökofarmi. Rohelise Võtme ökomärgise saamisel oli määravaks ka asjaolu, et hoonete restaureerimisel kasutati Vihulas võimalikult palju looduslähedasi materjale.



Foto: www.wikimedia.org

KESKKONNAAMETI UUS ÕPPEPROGRAMM SOOVITAB SÄÄSTLIKKU VEETARBIMIST

Keskkonnaametil valmis novembris üldhariduskoolide õppekava toetav õppeprogramm „Puhta vee ABC”, mis tähtsustab puhast vett kui esmavajaliku loodusressurssi ja soovitab säästlikku veetarbimist. Kolme raskusastmega programmi sihtgrupp on eelkõige üldhariduskoolide õpilased.

Programm ärgitab õpilasi arutlema, kuidas vett säästa. Uurimuslike meetodite abil saab selgitada, milline on kodune veetarbimine, kust tuleb joogivesi ja kuhu läheb tarbitud vesi. Programmi üheks osaks on õppekäik kodukoha

asula vee-ettevõttesse. Õppeprogrammi toetab töölehtede mapp ja saadud teadmisi aitab kinnistada lauamäng.

Nii „Puhta vee ABC” kui ka teiste Keskkonnaameti poolt välja antud eesti- ja venekeelsete õppematerjalidega saab tutvuda kodulehel

<http://www.keskkonnaamet.ee/teenused/keskkonnaharidus-2/oppematerjalid-2>.

Programmi saab tellida Keskkonnaameti keskkonnahariduse spetsialistide kaudu alates järgmise aasta jaanuarist. Projekti läbiviimist toetab SA Keskkonnainvesteeringute Keskus.



Foto: Rakvere Linnavalitsus

RAKVERE LIIGUB MUGAVA JALGRATTA MUDELI SUUNAS

Rakvere linn sai Sihtasutuselt KredEx toetust 77 700 eurot projektile „Rakvere – veloCity 2012”, mille toel ehitab linn välja n-õ mugava jalgratta mudeli Rakveres.

Rakvere linnaape Andres Jaadla sõnul oli Rakvere linna Eesti Kliima- ja Energiaagentuurile esitatud projekt parim, kuna sisaldas ratta kasutamise terviklikku kontseptsiooni. Rakvere linna *velocity* projekti näol on ühtlasi tegemist elektromobiilsuse näidisprojektiga Eestis, millega propageeritakse elektrirattaste kasutamist.

Linna üldplaneeringu käigus valminud Rakvere linna kergliiklusteede analüüs näitas, et Rakveres on võimalik suhteliselt lihtsate vahenditega kujundada olukord, kus inimestel on iga-päevaseks liikumiseks lihtne eelistada autosõidule ratast. Taolise mugava jalgratta mudeli rakendamisega on võimalik saavutada keskkonnavaline, tervislik ja majanduslik kasu nii elanikule kui linnale.

Projekti kohaselt rajatakse suuremate korrusmajade juurde lukustatavad rattamajad. Need võimaldavad rattaid mugavalt ja turvaliselt hoiustada. Ena-

mik Rakvere linna elanikest elab kesklinna korterelamutes, kus jalgrattaste hoiustusvõimalused on ebapiisavad ning lihtsam on rattast loobuda kui neid väikestes keldrites või trepikodades hoida. Rajatavad rattamajad võimaldavad edaspidi ka korrusmajade elanikel senisest aktiivsemalt rattasõiduga tegelda.

Projekt näeb ette linnasiseste kergliiklusteede märgistamist, et eraldada rattasõitjad märkide abil teistest liiklajatest ja muuta rattaga liiklemine linnas turvaliseks. Linna suurematesse avalikesse kohtadesse – koolide, kaubanduskeskuste, bussi- ja raudteejaama juurde jm – paigaldatakse suuremaid ja väiksemaid varjualuseid, kus saab lühiajaliselt elektrirattaid hoida. Linnapilti lisanduvad nutikad ja omanäolised rattaparklad ning pumpamis- ja laadimispunktid. Projekti vahenditest soetatatakse kümnekond elektrijalgratast, mida hakatakse laenutama hotellidest ja turismiinfokeskusest.

Eeloleval talvel tehakse vajalikud eeltööd, kevadel alustatakse rattamajade, -parklate ja varjualuste rajamise ning teede märgistamisega.

Lähiaastatel tõuseb nõudlus hakkpuidu järele

KUMU-s 17. novembril toimunud seminaril „Mets, puit ja majandus” töi Eesti Elektritööstuse Liidu juhatuse liige Jaanus Arukaevu välja, et lähiaastatel tõuseb Euroopas nõudlus hakkpuidu järele 2,5 korda. See toob kaasa ka puidu hinna tõusu Eestis. Biokütused on Eesti jaoks tähtis eksporditav. Euroopa Liidus on biomassi kasutamine energeetikas kindel arengusuund ja järjest enam peab puidutööstus arvestama Euroopa energiatööstusega.

Rotterdams käivitati novembri alguses Euroopa esimene biomassibörs, sest energiatootjad vajavad kindlat ja stabiilset turgu. Lätil on õigus ehitada uus 400 MW võimsusega ka biomassi kasutav elektrijaam, millel juba on Euroopa Liidu riigiabi luba. Soome alustas 2011. aastast biomassi kasutamise toetamist elektri tootmisel ning Taani on langetanud otsuse ehitada ümber kõik oma sütt kasutavad elektrijaamad, nii et neid saab kasutada ka 100% biomassi abil. Arukaevu sõnul on ilmne, et Läänemere piirkonnas kasvab nõudlus hakkpuidu järele märgatavalt ja biomass on muutumas elektritootmise standardseks kütuseks. Selleks et vähendada saastet ja säilitada tootmist, on Euroopas biokütustele osaliselt või täielikult üle läinud paljud fossiilseid kütuseid kasutavad elektrijaamad. Ka Eesti on sama valiku ees, sest põlevkivi osaline asendamine biokütustega on kiireim ja odavaim viis vähendada Eesti tootmise põlevkivi osakaalu ja sellest tekkinud saastet.

Arukaevu sõnul on täna Eesti energiapoliitikas ilmselge vastuolu: Eesti on biomassi doonorriik, samas toodame endiselt üle 90% elektrist põlevkivist. Biomassi omavatest riikidest on Eesti riiklikus taastuvenergia arengukavas kirjas kõige väiksem biomassi kasutamise soov. „Me anname oma biomassi kui kõige odavama taastuvenergia allika teistele riikidele CO₂ heitmete vähendamiseks. Ja kavandame seejärel oma taastuvenergia eesmärkide saavutamist kallimate tehnoloogiate ja energialiikide abil,” töi Arukaevu välja Eestis valitsevat vastuolu.

2011. AASTA PARIMAD KESKKONNATEOD

Keskkonnaminister Keit Pentus kuulutas 1. detsembril välja selle aasta keskkonnateod. Konkursile laekus 9 keskkonnateo, 14 keskkonnategija ja 14 keskkonnateokese kandidaati. Keskkonnateo ja -teokese tiitlile võis kandidaate esitada igauks, lubatud oli ka enda kandidatuuri ülesseadmine. Aasta keskkonnasõbraliku ettevõtte esiletõstmiseks sai ettepaneku teha kas ettevõtte ise või erialaliit.

Levinumad märksõnad tänavustes projektides olid keskkonnaharidus, säästev eluviis ja keskkonnahoid. Projektide peamine eesmärk oli suurendada keskkonnateadlikkust, õpetada jäätmete sortimise ja taaskasutuse vajalikkust ning kaasata nii lapsed kui ka täiskasvanuid oma ümbritseva (elu)keskkonna loodussõbralikumaks muutmisel.

Hindamiskomisjon selgitas konkursivõitjad välja kolmes kategoorias: aasta keskkonnateo auhind 2011, millele kandideerisid avalikkuse keskkonnateadlikkust suurendanud teod; aasta keskkonnateokese auhind 2011, kus võistlesid laste- ja noorte keskkonnaharidusega seotud projektid ning aasta keskkonnategija auhind 2011, millele konkureerisid keskkonnasõbralikkusega silma paistnud ettevõtted. Parimaid konkursil osalejaid tunnustas

Keskkonnaministeerium rahaliste ja mitterahaliste auhindadega ning keskkonnategija, -teo ning -teokese märgise kasutamise õigusega.

Aasta keskkonnategu 2011 auhind anti MTÜ-le Eesti Loodushoiu Keskus projekti „HappyFish“ eest. „HappyFish“ projekti eesmärk on taastada Emajõe kalade koelmualad ning suurendada Emajõe vanajõgede suudmeid setetest ja luhtadelt võsa puhastamise kaudu.

Aasta keskkonnateoke 2011 auhinna sai MTÜ JCI GO Koda projekti eest „Laste teadlikkuse tõstmine prügi teemal“. MTÜ JCI GO Koda on teinud tänuväärset tööd laste harimisel jäätmete teemal. Selleks on valminud näiteks näidend „Prügihunt ja Superjanes“, mida on etendatud lastele üle Eesti kokku 50-l korral. Samuti on näidendist valminud DVD, mida saab näidata õppematerjalina nii lasteaias kui ka algklasside lastele.

Aasta keskkonnategija 2011 auhinna pälvis keskkonnajuhtimise kategoorias Viru Keemia Grupp (VKG) keskkonnajuhtimissüsteemi juurutamise eest oma ettevõttes. Selle tulemusena suudab VKG paremini ja säästlikumalt kasutada oma ressursi, tagada keskkonnasaaste kontrolli ning selle plaanipärast vähendamist ning samuti järgida sotsiaalse vastutustundliku käitumise põhimõtteid.

tumise põhimõtteid.

Aasta keskkonnategija 2011 auhinna keskkonnasõbraliku protsessi kategoorias sai Ragn-Sells AS seagaolmejäätmete kõrgtehnoloogilise mehhaanilis-bioloogilise töötlemise rakendamise eest. Ettevõtte eesmärk on kasutada ära rohkem tavajäätmeid (85%). Ragn-Sells AS uues tehases sortitakse välja taaskasutusse suunatavad materjalid, mida kasutatakse toorainena uute toodete tootmisel. Toorainena mitte kasutatavatest jäätmetest valmib kütus, mida kasutatakse energiatootmisel. Energiatootmisel tekkiv tuhk kasutatakse omakorda ära ehitusmaterjalide tootmiseks.

Aasta keskkonnategija 2011 auhinna Keskkonnasõbraliku toote/teenuse kategoorias sai Baltic Agro AS, kes pakub väetamisteenust spetsiaalse lāgalaotusmasinaga. Masin laotab lāga pōllule vāga ūhtlaselt, vastavalt laotusnormile, mattes lāga mulla sisse ning tōdeldes lisaks randaalseadmega veel mulla pindmise kihi. Sellega jāāb lisaks laotamisele āra ka ūks mullaharimiskāik ning pōllud on valmis koheselt kŭlviks. Tooraineiks kasutatakse vedelsōnnikut loomakasvataja enda lautadest, kuid kasutakse ka āra nende loomakasvatajate vedelsōnnik, kellel ei ole pōldusid.

VALITSUS KEHTESTAS KESKKONNAREOSTUSE HĀDAOLUKORRA LAHENDAMISE PLAANI

Vabariigi Valitsus kehtestas 10. novembril Keskkonnaministeeriumi ettevalmistatud ulatuslikust maapinna, pinnaveekogu vōi pōhjavee reostusest sisemaal pōhjastatud hādaolukorra lahendamise plaani. Hādaolukorra lahendamise plaanis kirjeldatakse, kuidas korraldatakse ja juhatakse hādaolukorra lahendamist, millised on selles osalejate ūlesanded, kuidas korraldatakse teabevahetust, avalikkuse teavitamist ning rahvusvahelist koostōd.

Keskkonnareostust puudutava hādaolukorra lahendamisse on kaasatud erinevad asutused, milleks on Pāäs-

teamet, Keskkonnaamet, Keskkonnainspeksioon ja teised. Ulatuslikust maapinna, pinnaveekogu vōi pōhjavee reostusest sisemaal pōhjastatud hādaolukorra lahendamist juhib kuni pāāstetōde lōpuni Pāāsteamet, pāāst mida annab vajadusel sŭndmuskoha ūle keskkonna eelneva seisundi taastamiseks. Keskkonna eelneva seisundi taastamist korraldab Keskkonnaamet, kes lisaks eelnevale korraldab veel eluslooduse pāāstmist. Keskkonnainspeksiooni peamiseks ūlesanneteks on reostaja avastamine ja vastutusele vōtmine ning looduskeskkonnale te-

kitatud kahju hindamine. Avalikkuse teavitamine on lahendatud sarnaselt hādaolukorra lahendamise sŭsteemiga, et kōigepealt teavitab avalikkust juhtasutus ehk Pāāsteamet, hiljem juba vajadusel sŭndmuskohal hādaolukorra lahendamise ūlevōtnud asutus.

Hādaolukordade lahendamiseks vōib valitsus kuulutada vālja eriolukorra, Riigikogu vōib kuulutada vālja erakorralise seisukorra. Alternatiiv eriolukorra vōi erakorralise seisukorra vāljakuulutamisele on tugineda hādaolukorra lahendamisel vastavale hādaolukorra lahendamise plaanile.

Centriflow^{Plus PM}

Centriflow purustas jälle oma maailmarekordi!



SÄÄSTA ENERGIAT!

Uus Centriflow Plus PM kasutab maksimaalselt ära püsimagnetmootori tehnoloogia võimalusi.

Koos ventilaatori arendusega on tulemuseks 6% energiasäästu.

FläktWoods

Fläkt OÜ
Tel 66 22 780
flakt.ee@flaktwoods.com
www.flaktwoods.fi

PARIISI KESKKONNAMESSIL POLLUTEC KUULUTATI VÄLJA AUHINNA EEP-AWARD VÕITJAD



Pollutec
HORIZONS 2011

SELLE AASTA lõpus (29. novembrist 2. detsembrini) toimus Pariisis Prantsusmaa suurim keskkonnamess *Pollutec*. Euroopa keskkonnaajakirju ühendav organisatsioon Euroopa Keskkonnapress (*European Environmental Press*, EEP, www.eep.org) andis koostöös *Polluteci* (www.pollutec.com) ja Euroopa Keskkonnaasjatundjate Ühenduste Liiduga (*European Federation of Associations of Environmental Professionals*, EFAEP, www.efaep.org) sel aastal kaheksandat korda välja keskkonnanauhindu *EEP-Award* (vt fotot), mille võitjad kuulutati välja messil *Pollutec*.

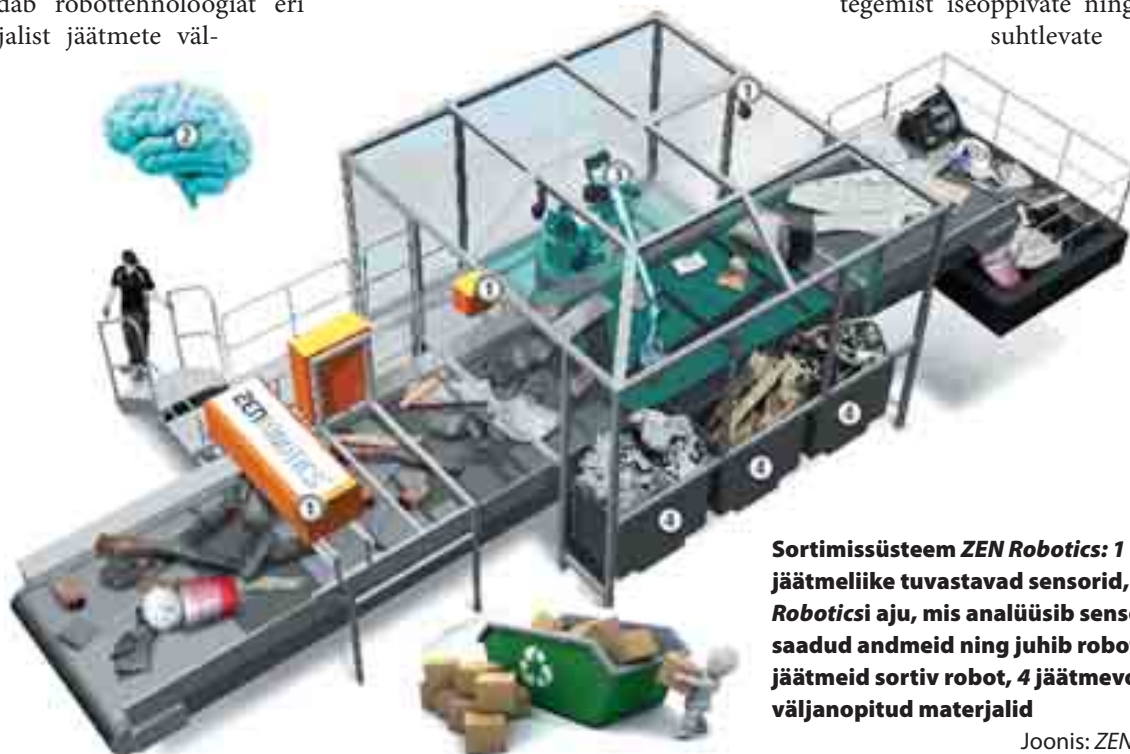
Kuldauhinna sai seekord **Soome kõrgtehnoloogiafirma ZEN Robotics Ltd**, kes töötas välja ehitus- ja lammutusjäätmete sortimissüsteemi *ZEN Robotics*, mis, nagu nimi ütleb, rakendab robottehnoloogiat eri materjalist jäätmete väl-



Foto: EEP

janoppimiseks jäätmevoost. Robot-
haaratseid juhivad mitmesugused
sensorid (tava- ja infrapunakaame-

ra, metallidetektor, 3D-laserskanner,
massisensor). Erinevalt varasematest
süsteemidest on *ZEN Roboticsi* puhul
tegemist iseõppivate ning omavahel
suhtlevate robotitega.



Sortimissüsteem ZEN Robotics: 1 on
jäätmeliike tuvastavad sensorid, 2 *ZEN
Roboticsi* aju, mis analüüsib sensoritelt
saadud andmeid ning juhib robotit, 3
jäätmeid sortiv robot, 4 jäätmevoost
väljanopitud materjalid

Joonis: *ZEN Robotics Ltd*

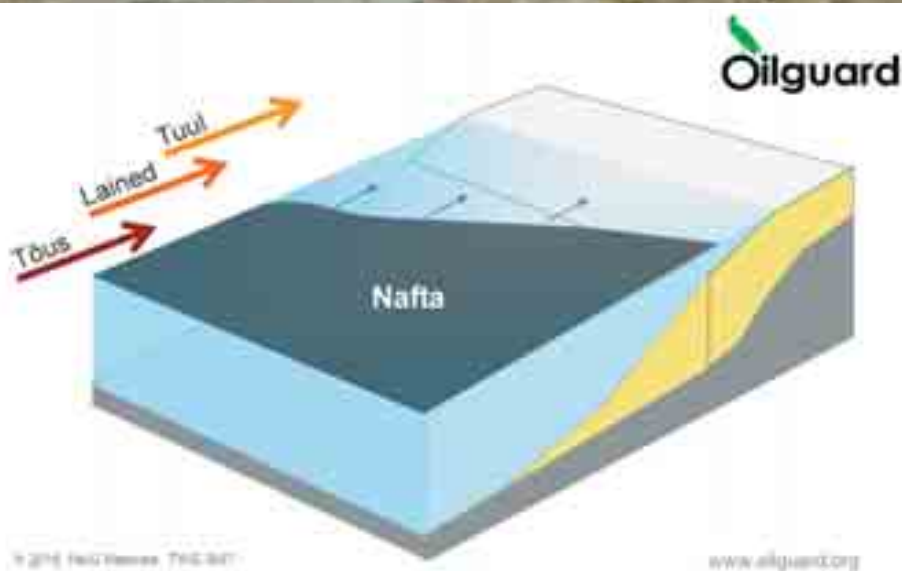
Käesoleval aastal katsetab veebruaris paigaldatud robotsortimissüsteemi Soome firma *SITA Finland* ning sordib ehitus- ja lammutusjätmetest välja puidu, magnetiga lahutatavad metallid ja inertsed materjalid (kivid, betoon, keraamika).

ZEN Robotics saab ühekorraga hakkama mitme ülesandega – lahutab jäätmevoost toormeks kõlbava materjali ning eraldab taaskasutuskõlbmatu. Inimtööjõudu ei kasutata. Kogu töö teevad ära robotid, mis eraldavad jäätmevoost ka sellised materjalid, mida inimene käsitsisortimisel silma järgi lahku sortida ei suudaks. Ühe robotiga *ZEN Robotics* sortimissüsteemi jõudlus on 12 600 t taaskasutatavaid jäätmeid aastas.

Lisateave: www.zenrobotics.com.

Hõbeauhinna sai uudse vetthülgava ja nafta adsorbeeriva õlitõrjekanga *Oilguard* eest Šveitsi firma *Hei Q materials AG*. Kangas töötati välja Mehhiko lahe naftaõnnetuse ajal, kui oli vaja kaitsta randasid puuraugust vette pääsenud nafta eest. Kanga *oilguard* teeb unikaalseks võimalus seda igasuguse ilmaga kiiresti paigaldada – kuni 10 km kangast päevas.

Lisateave: www.oilguard.org.



Naftareostuse eest Oilguard'iga kaitstud rand

Joonis ja foto: *Hei Q materials AG*



Pronksauhinna sai Portugali firma *Waydip – Energia e Ambiente, Lda*, kes töötas välja silutisse paigaldatava elektromagnetilise süsteemi, mis võimaldab salvestada sõidukite või jalakäijate kineetilist energiat ning muuta seda elektrienergiaks. Innovaatilist tehnoloogiat on katsetatud Lissaboni lennujaama juures oleva maantee peale sõidurambil ja jalakäijateel. Paikades, kus liigub palju inimesi või autosid, saab sel moel toota energiat just seal, kus seda vaja on. Jalakäijate energiat talletava seadme arvutuslik maksumus 1 W võimsuse kohta on 10 eurot ning sõidukite energiat kasutaval 5 eurot.

Lisateave: www.waydip.com. **A.M.**

Joonis: *Waydip-Energia e Ambiente Lda*

Merike Noor

VÄHENDAME TEIE KULUTUSI VÄLISVALGUSTUSELE

LAI VALIK ENERGIASÄÄSTLIKKE TÄNAVAVALGUSTUSLAHENDUSI

Viru Elektrikaubandusest

EESMÄRK:

Vähendada elektrienergia kulu tänavavalgustusele
Bi-Level süüteseadmetega tänavavalgustid



Viru Elektrikaubanduse pakutavad BiPower tänavavalgustid võimaldavad lülitada valgustid öisel ajal vähendatud võimsusele, mis annab võimaluse

vähendada energiakulu kuni 40%.

Valgustite võimsused vastavalt töörežiimile on alljärgnevad:

Valgusti võimsus tavarežiimil	Valgusti võimsus säästurežiimil
250 W	150 W
150 W	100 W
100 W	70 W
70 W	50 W

Kasutusala:

uued paigaldised e. välisvalgustuse liinid

Dimmer-stabilisaatorid tänavavalgustusele

Viru Elektrikaubanduse pakutavad Dimmer-Stabilisaatorid võimaldavad lülitada valgustid öisel ajal vähendatud võimsusele, mis annab võimaluse

vähendada energiakulu kuni 40%.

Põhiomadused:

- Seadmeid on võimalik juhtida ja monitoorida üle GSM/GPRS modemi.
- Seadme väljundpinge on stabiliseeritud ja seega on valgustite süüteseadmed ja valgusallikad kaitstud pingekõikumiste eest, mis pikendab omakorda nende eluiga ja aitab

säästa hoolduskuludelt.

- Valgustite sisselülitamine ja vähendusrežiimile üleminekud toimuvad sujuvkaivituse põhimõttel,

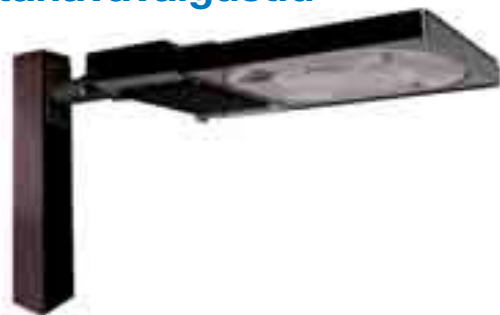
mis omakorda **pikendab seadmete**

(valgustid ja valgusallikad) **eluiga.**

Kasutusala:

olemasolevad ja uued välisvalgustuse liinid
(paigaldatakse liini toite jaotuskilpi).

LED tänavavalgustid



Lisainformatsioon ja konsultatsioon:

Sten Sooäär

Müügiosakonna juhataja

Tel +372 650 99 07

Mob +372 52 98 448

Skype:sten.sooaar

E-mail: sten.sooaar@ve.ee



imagination at work

viru
elektrikaubandus
Lai valik, kiired tarned
Rakvere - Tallinn - Tartu
www.ve.ee

www.ve.ee

REOVEESETTE KOMPOSTIMINE KÜLMAL AJAL

MAIT KRIIPSALU ja MARKO RAID
Eesti Maaülikooli veemajanduse osakond

REOVEESETE on väga veerikas, sisaldab rohkesti kergestilagunevat orgaanilist ainet, haiseb ning on mikrobioloogiliselt tugevasti saastunud. Setet eraldub reoveepuhastites rohkesti ning selle käitlemine on tülikas ja kallis. Käitlemise eesmärk on vähendada sette mahtu, lagundada orgaaniline aine ja hävitada patogeensed organismid. Eesti reoveepuhastites stabiliseeritakse setet peamiselt aunkompostimise teel. Protss on lihtne ja arusaadav – sega sette tugiainega ja pane auna. Tugimaterjal seob liigse vee, võimaldab reguleerida segu toitainesisaldust ning muudab sette koredamaks ja õhuliseks. Tehnoloogia on käepärane ning ei nõua keerukaid seadmeid – aunu tuleb vaid aeg-ajalt aunaseguri abil segada. Kompostimise ajal tõuseb aunades temperatuur, mis annab märku bioloogilisest aktiivsusest ning tagab sette hügieeniliseks muutumise.

Kuna kompostimine toimub Eestis lahtise taeva all, siis mõjutavad seda oluliselt vihm ja külm talv. Aunkompostimisele heidetakse ette, et aunad haisevad või tolmavad ning neist tuleb nõrgvett. Üldlevinud on arusaam, et tugimaterjal üha kallineb, kompostimine kestab kaua ning kompostile ei ole turgu, seetõttu ei tasuvat kulutused

Tabel 1. KOMPOSTISEGUDE KOOSTIS

Katse tähis	Settesegu koostis	Koostisosade mahuvahekord	Koostisosade massivahekord
K1	Reoveesete + puukoor	1:1	5:1
K2	Reoveesete + puukoor	1:1	5:1
K3	Reoveesete + saepuru + hakkpuit	2:1:1	9:1:1,5
K4	Reoveesete + puukoor + hakkpuit	1:1:1	9:2:3

kompostimise optimeerimiseks end ära. Kõige tõsisem probleem on pikk talv. Ehkki kompostimisel eraldub soojust ning suur ja soe kompostiaun ei tohiks talvel läbi külmuda, on ometi võimalik kompostisegu ebaõigete käitlusvõtetega maha jahutada. Kui kompostimine külma ilmaga käima ei lähe, hakkab kompostitav materjal väljakuitele kuhjuma ning läheb haisema.

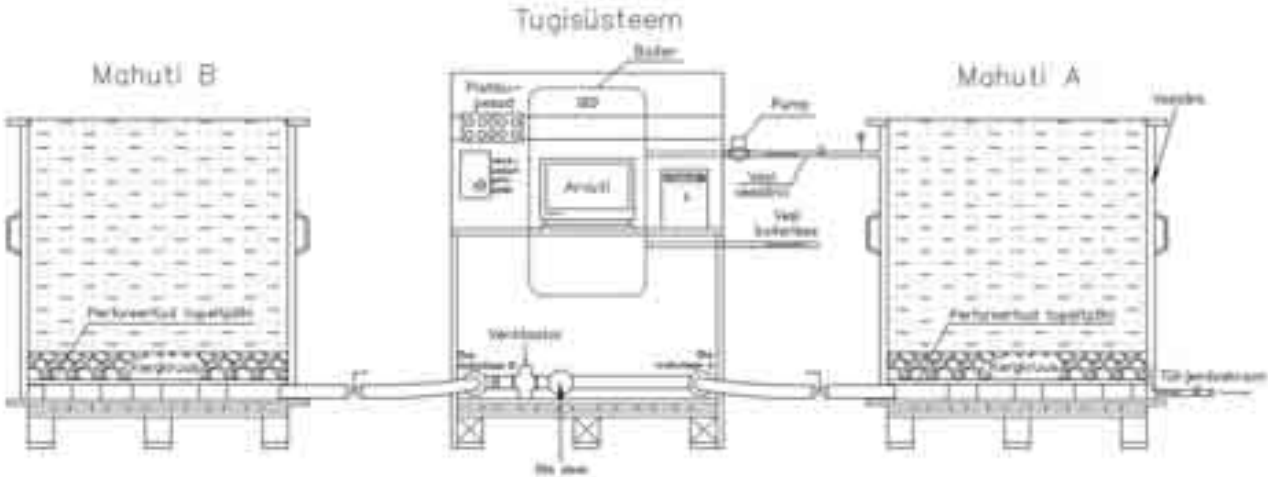
Käesolevas artiklis kirjeldatava uuringu eesmärgiks seati teada saada, kuidas mõjutavad külmal ajal kompostimist sundõhustamine ja temperatuuri tõstmine välise soojusallika abil.

Ajavahemikus 2010. aasta aprillist 2011. aasta maikuuni tehti Eesti Maaülikooli veemajanduse osakonna laboris mitu kompostimiskatset [1, 2, 3]. Katseseade koosnes kahest mahutist (läbimõõt ja kõrgus 1 m, maht 0,8

m³), mida sai läbi põhja õhustada ning veesärgi abil soojendada (joonis 1). Mahutite siseseina pindala ja ruumala suhe oli 5:1 (m²/m³), mida peetakse soojust hoidmiseks piisavaks [4].

Mahutite augustatud topeltpõhjade avasuurus oli 10 mm ning nende pindala 60 cm² ruutmeetri kohta. Mahuteid õhustati 50-mm PE-toru kaudu taimeri abil juhitava ventilaatoriga (Onninen, CK-100C, jõudlus 0,085 m³/s). Õhu ühtlasemaks jaotamiseks pandi mõlema katsekeha põhja kompostikihi alla 10-cm kiht kergkruusa Fibo.

Mõlemad mahutid täideti ühesuguse koostisega kompostiseguga, mis oli kahes esimeses katses K1 ja K2 täpselt selline, nagu reoveepuhastid seda igapäevatoös valmistavad. Nende katsete tulemusi arvestades segu koostist hiljem muudeti (tabel 1).



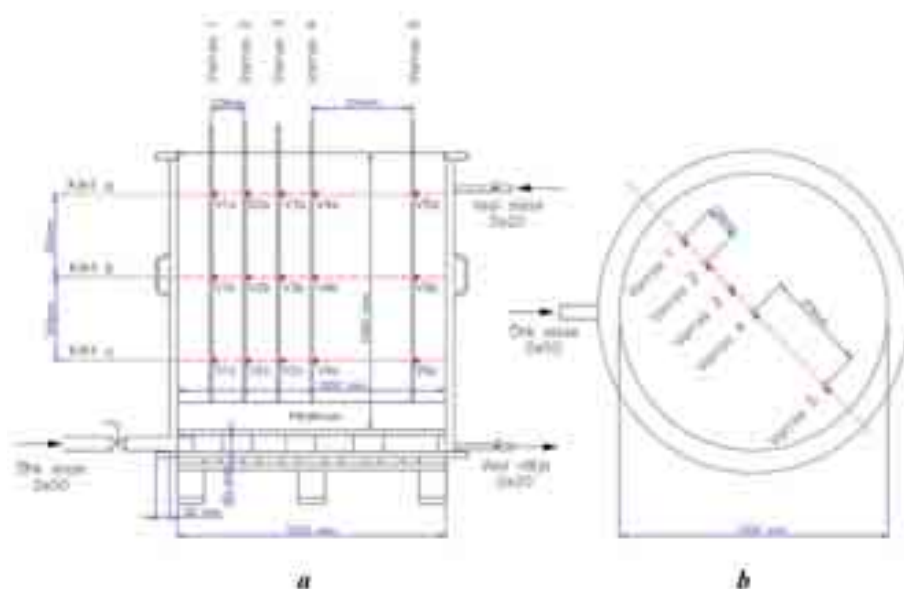
Joonis 1. Katseseade ja selle juurde kuuluvad mahutid

Katseteks K1 ja K2 segati koostisosad kokku nõnda, et frontaallaadur kuhjas platsile ühepalju kopatäisi filterpressis tahendatud setet (25 % KA) ja puukoort, mis aunakombaini abil läbi segati. Katses K3 lisati segule liigse vee sidumiseks ja süsinikuallikaks saepuru ning koostisosad segati kokku spetsiaalse ALLU-tüüpi seguri abil. Kõige rohkem tugiainet lisati segule katses K4, siis segati koostisosad läbi frontaallaaduri ning seejärel aunakombaini abil. Kõik segud jäeti üleöö õue, et nad maha jahtuksid. Katsed tehti kätavas laboriruumis, ent õhustamiseks võeti õhk õuest.

Katsemahutitel oli veesärk, mis mahutas 100 liitrit vett. Vett soojendas boiler (Merloni, NTS80TS2K, 2000 W) ning pani ringlema ringluspump (Grundfos, ALPHA2). Soojendati ainult mahutit A. Katsekehade massikadu määrati talakaalu Excell PW 3000 abil (maks. 1500 kg, mõõtetäpsus 500 g).

Temperatuuri mõõdeti K-tüüpi termopaaridega, mida ühendas arvutiga neli andmesalvestit Pico TC-08. Viie meetripikkuse metallvarda külge kinnitatud termopaarid paigutati katsekehasse kolme tasapinda, kusjuures igas kihis oli viis mõõtmispunkti (joonis 2). Termopaaride mõõteulatus oli -255°C kuni $+1372^{\circ}\text{C}$, lahutus $0,01^{\circ}\text{C}$ ja mõõtetäpsus $< 0,3^{\circ}\text{C}$. Iga mõõtmiskorra eel termopaarid kalibreeriti, lugemid võeti 10 minuti tagant.

Lagugaasi koostist mõõdeti portatiivse gaasianalüsaatoriga GA 2000 (Geotechnical Instruments, UK). Katses K1 mõõdeti selle koostist üks kord päevas katsekehasse süvistatud 8-mm torus, ülejäänud katsetes kahes katsekehasse maetud lehtrikujulises gaasitaskus (314 cm^2 , 1800 cm^3), millest



Joonis 2. Mõõtepunktide paigutus katsekehas: a on kül- ja b pealtvaade

ülemine oli 15 cm ja alumine 45 cm sügavusel. Mõõdeti lagugaasi CO_2 -, CH_4 - ja O_2 -sisaldust enne ventilaatori sisse- ja pärast väljalülitumist, iga kord 30 sekundi keskmisena. Katses K4 imeti gaasitaskud pärast lugemi tegemist tühjaks, mis võimaldab väita, et lugemiseloomustas 24 tunni jooksul gaasitaskusse kogunenud gaasi koostist.

Komposte analüüsiti Eesti Keskkonnauuringute Keskuse Tartu filiaali laboris, katsetulemused on tabelis 2.

Katse K1 ajal soojenes kompostisegu mahuti A sooja seina lähedal kiiresti, ent soojus mahuti keskele ei levinud. Teisel nädalal tõusis temperatuur 50°C -ni ning jäi püsima. Nädala lõpus lülitati boiler välja ning temperatuur alanes kiiresti soojendamata mahuti B tasemele. Soojendamise mõttekus osutus kahtlaseks, sest soojus ei jäänud püsima.

Katse käigus tuli ette ka üllatusi. Mõlemas mahutis hakkas segust eralduma

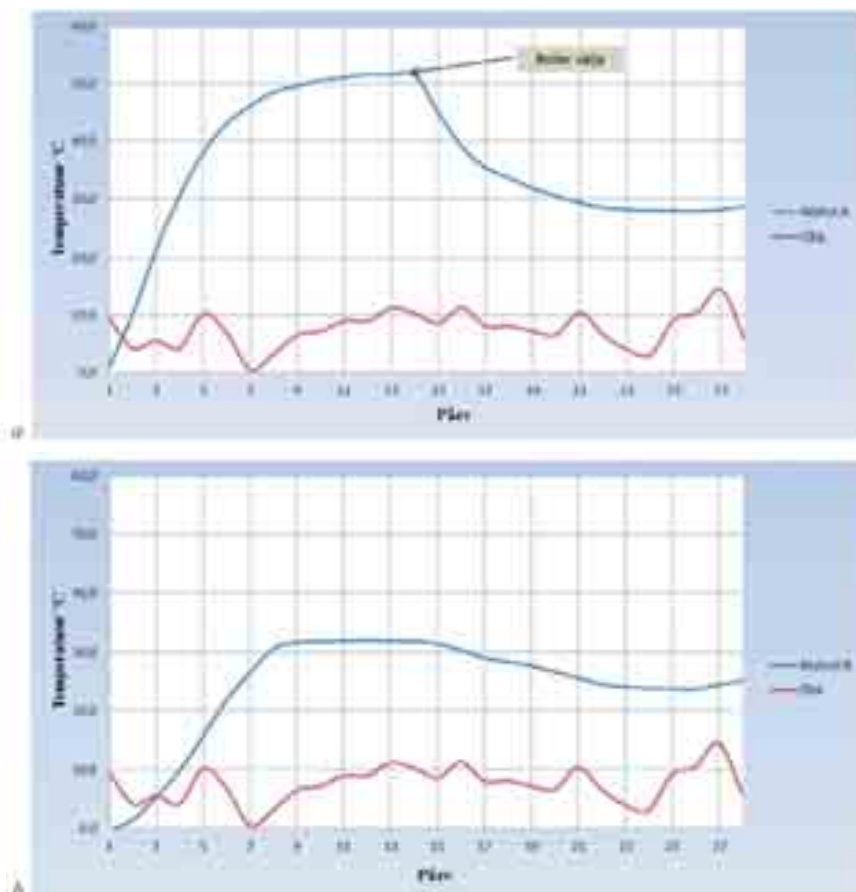
nõrgvett, mahutist A 48 ning mahutist B 18 liitrit. Seda näis põhjustavat segu settevee liikuvust soodustav soojendamine. Lagugaasi pistelisel mõõtmisel täheldati selle metaanisisaldust, mida ei osatud seletada. Seetõttu otsustati katset korrata ning põhitählepanu pöörata lagugaasile ning nõrgvee koostise määramisele.

Katse K2 kestel soojenes kompostisegu mahutis A niisama moodi kui katses K1. Viie päevaks tõusis temperatuur alumises ja keskmises kihis 45°C -ni ning stabiliseerus. Pindmise kihi temperatuur jäi välisõhu ja hutaval toimel madalaks. Teise nädala lõpus lülitati boiler välja ning temperatuur alanes taas kiirest samale tasemele, mis soojendamata mahutis B (joonis 4). Temperatuur püsis samasugune kui katses K1.

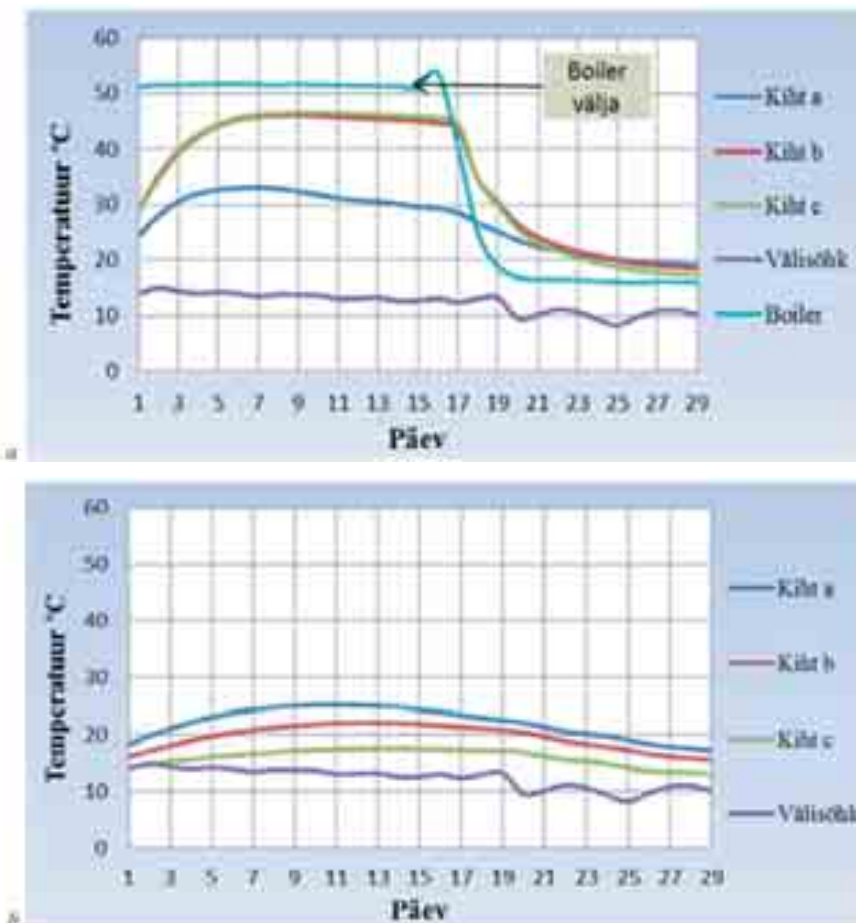
Sundõhustamisele vaatamata täheldati katse K2 ajal biogaasi tekkimist mõlemas mahutis, mis on iseloomulik

Tabel 2. KOMPOSTIDE ANALÜÜSITULEMUSED

	Ühik	K1	K2	K3	K4
Niiskus	%	74,8	76,7	79,8	75
pH	-	7,1	7,1	5,89	6,8
Kuivaine	%	25,2	23,3	20,2	25
Lämmastik (N_{uld})	g/kg	39	43	50	32,3
Fosfor (P_{uld})	g/kg	14	15	16	11
Süsinik (TC)	g/kg	210	300	450	510
C/N	-	5:1	7:1	9:1	16:1
Katse kestus	d	30	30	7	30
Lähtemass (A/B)	kg	564/521	642/621	648/668	418/435
Massikadu (A/B)	%	9/2	12/4	12/5	50/35
Veekadu (A/B)	%	9/2	4/0	12/5	0/0



Joonis 3. Temperatuuri kulg katses K1: a soojendatud mahutis A, b soojendamata mahutis B



Joonis 4. Temperatuuri kulg katses K2: a soojendatud mahutis A, b soojendamata mahutis B

anaeroobsele protsessile (joonis 5). Kui pindmises kihis oli lagugaasi koostis oodatud laadi, siis sügavamal tekkis üllatuslikult rohkesti biogaasi. Soojendamata mahutis B kadus hapnik küm-nendaks päevaks sootuks, pärast seda hakkas tekkima süsihappegaasi ning eralduma metaani. Soojendatud mahutis A algas biogaasi intensiivne tek-kimine juba katse esimestel tundidel, mis viitas sellele, et katse jaoks saadud sete oli anaeroobseks muutunud juba varem, arvatavasti settetihendis. Katse algul suurendas mahuti soojendamine metaanibakterite aktiivsust (metaani tekkimiseks on soodsaim mesofiilne temperatuurivahemik 35–38 °C). Soov vältida kasvuhoonegaaside tekkimist oli tahtmatult viinud hoopis nende tek-kimise soodustamiseni! Nõrgvett eral-dus soojendatud mahutist 28 liitrit.

Et soojus ei püsinud, hakati kahtlus-tama segu ebasoodsat koostist. Suhte C/N suurendamiseks otsustati järgmi-ses katses süsinikuallikaks ja liigvee si-dumiseks kasutada saepuru. Lagugaasi mõõtmismetoodika kontrollimiseks otsustati gaasitaskud edaspidi iga kord enne uusi mõõtmisi jääkgasist tühjaks tömmata.

Katse K3 jaoks püüti valmistada pa-rem kompostisegu. Paraku voolas juba esimese päeva lõpuks mahutist A 77 ning mahutist B 45 liitrit nõrgvett (12 ja 8 % kogu kompostisegu massist). Selgus, et segu ei olnud lagunema ha-kanudki ning lagugaasi gaasitaskutes ei olnud, polnud ka näha, et õhustamise toimele oleks sinna jõudnud hapnikku. Segu oli liiga nätske, temperatuur ei tõusnud ning katse otsustati lõpetada. Katse ebaõnnestumist põhjustas tõe-näoliselt sette liiga väike kuivainesisal-dus ning niiske tugimaterjaliga segami-sel lisandunud lumi (segamismasinad on suured ning seda on raske vältida). Saepuru oma rolli süsinikuallikana ei täitnud (C/N tõusis 7:1-lt vaid 9:1-ni) ning muutis komposti liiga tihheks. Segu koostis osutus ebasobivaks mitte tugimaterjali vale hulga, vaid selle liiga suure niiskuse tõttu. Katse K3 iseloo-mustab seda, mis talvel toimub paljude reoveepuhastite kompostimisplatsidel.

Katse K4 jaoks võeti tugimaterjali tugeva liiaga ning välditi lume või vet-tinud tugimaterjali sattumist kompos-tisegu hulka. Segu oli õhuline ja kohev ning kogu katse vältel nõrgvett ei tek-kinud. Temperatuur tõusis sama moo-di kui katsetes K1 ja K2: soojendatud mahutis A kiiresti ning soojendamata

mahutis B aeglasemalt, ent mõnevõrra kõrgemale. Lagugaasi koostises oli oluline erinevus: üheski mõõtmispunkti ei täheldatud metaani.

Kui boiler välja lülitati, alanes temperatuur paraku sama moodi kui katsetes K1 ja K2, misjärel katse otsustati lõpetada. Paar päeva pärast ventilaatori väljalülitamist hakkas aga temperatuur mõlemas mahutis ootamatult tõusma – varem soojendatud mahutis A vahemikku 35 kuni 45 kraadi, mahutis B aga isegi 50–60 kraadini (joonis 6). Katses K4 oli massikadu suur (50 %), ilma et kompostist oleks eraldunud nõrgveti. Tuli välja, et anaeroobset keskkonda iga hinna eest vältida püüdes oli mahuteid ventilaatori abil ülemäära jahutatud.

JÄRELDUSED

Temperatuuri kunstlik tõstmine kiirendab kompostimisprotsessi algamist, ent ei ole külmal ajal piisav abinõu kompostimise lõpuleviimiseks. Katsekeha

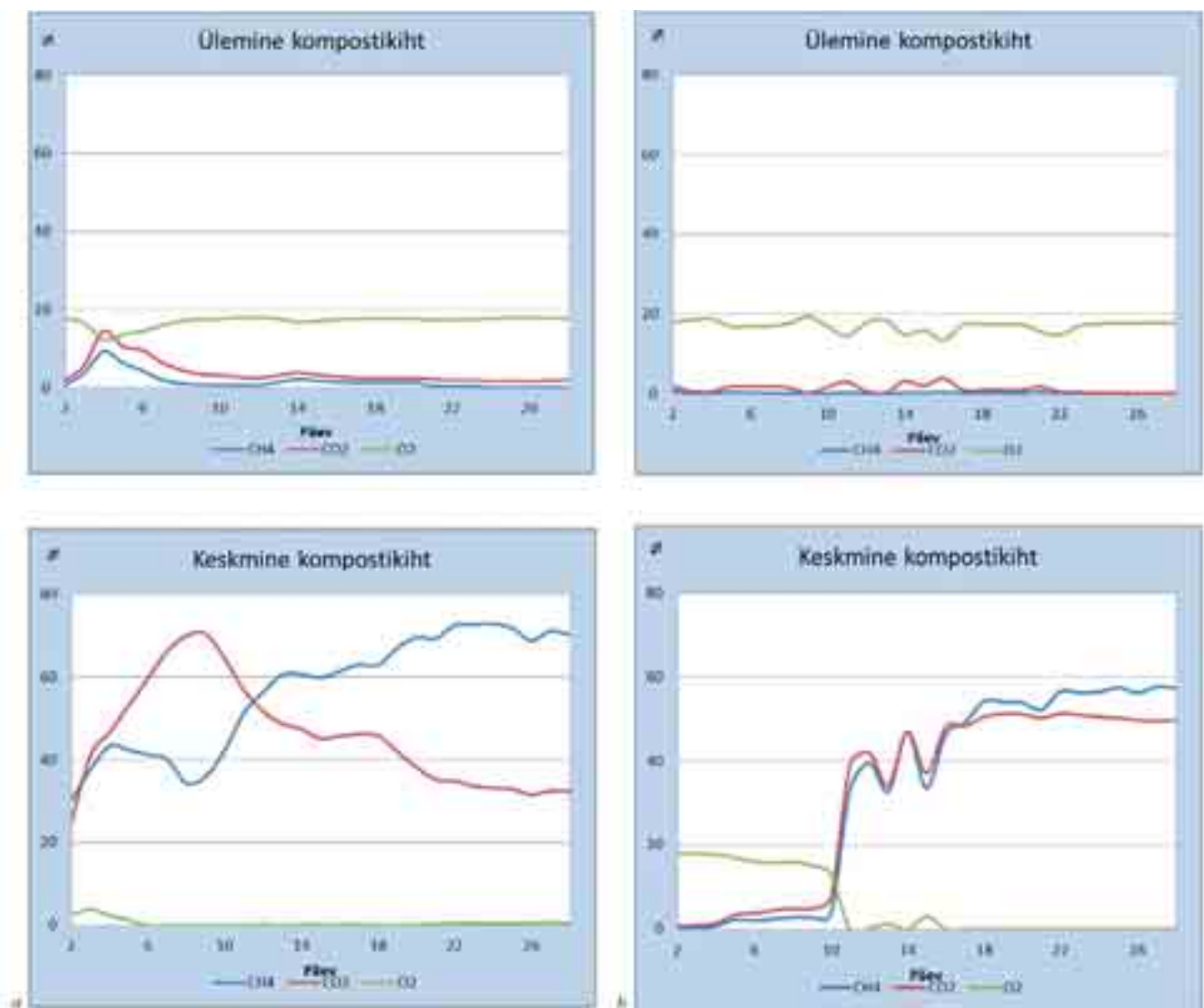
veesärgis ringlev soe vesi soojendas ainult sellega kokku puutuvat kompostisegikihti. Soojuse ühtlaseks jaotamiseks tuleks kompostitavat massi segada. Pärast veesärgi väljalülitamist ei suutnud kompost hoida soojust. Põhjuseks võib pidada komposti koostist.

Terve öö õues jahtunud settest valmistatud komposti temperatuur jäi katsetes K1 ja K2 10 ja 30 °C vahele, mida on liiga vähe, et oleks tegemist juhitava kompostimisega. Katses K3 bioloogiline lagunemine liigniiskes ja ülemäära tihedas segus ilmselt ei alanudki. Ühegi katse ajal ei õnnestunud settekomposti temperatuuri nõuetekohaselt hoida kuus päeva üle 60 °C, mis näitab, et tugiaine hulk ning kompostitava massi struktuur ja suhe C/N ei olnud veel soodsad. Kõige lähemale jõuti sellele katses K4, kus temperatuur püsis huumuse tekkimiseks soodsas vahemikus, s.o 35–45 °C [5, 6]. Seda tõendab ka see, et 30 päeva pärast oli kompost läbi 10 mm sõela hästi sõelutav ning osutus

võimalikuks lagunemata tugimaterjali kompostist välja sõeluda. On ilmne, et tugimaterjali lisamine tavapärasest suuremal hulgal muudab massi kuivemaks, C ja N suhte paremaks ning soodustab temperatuuri tõusmist.

Pidev sundõhustamine tagab küll hapniku viimise kompostimassi, ent igale poole see ei jõua ning anaeroobsete pesade tekkimine ei ole välistatud. Hapniku ühtlaseks jaotamiseks ja lagugaasi väljalaskmiseks on kompostimassi vaja segada. Sundõhustamine jahutab komposti, eriti talvel.

Kõige olulisem roll kompostimassi temperatuuri tõstmisel on segu koostisel. Tugiatinet peab olema piisavalt – pigem rohkem kui vähem! Soodsa koostisega kompost lisasoojust ei vaja. Tugiaine peab olema kore (saepuru ei soovita) ja tingimata kuiv. Värske ja vana sete käituvad erinevalt. Kaua seisnud ja anaeroobseks muutunud sette edukas kompostimine võib eriti jaheal ajal osutuda väga raskeks.



Joonis 5. Lagugaasi koostis katses K2: a soojendatud mahutist A, b soojendamata mahutist B

SOOVITUSI

Reoveesette kompostimisel väidetakse sageli, et tugiaine on kallis, mistõttu seda püütakse settele lisada nii vähe kui võimalik. Sageli on tugiaineks puukoo-repuru või hakkpuit, mis annavad küll poorsust, kuid ei ima vett ega mõjuta C ja N suhet. Seetõttu on massis sageli liiga vähe süsinikku ning mass on liiga niiske. Pole ime, et sellistes tingimustes võtab kompostimine aega kuni kaks aastat ning valmiskompostist ei ole võimalik tugiainet välja sõeluda ja uuesti kasutada. Sellise segu kompostimisega kaasneb ka veereostuse oht.

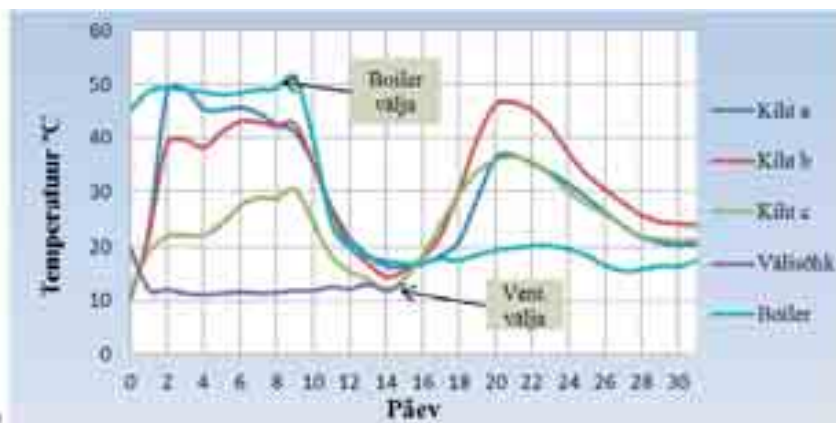
Hea tugiaine ongi kallis! See peab olema kuiv ning tõhusalt imama vett ilma struktuuri kaotamata. Vihma ja lume eest tuleb tugiaine kinni katta. Tugiainet peab pigem lisama liiga, sest siis läheb kompostimine kiiresti käima ning võtab vähem aega. Kõrgemal temperatuuril aurustub rohkem vett, mistõttu valmiskompost on kuivem ja koredam ning sellest on hõlbus kõdunemata tugiainet välja sõeluda. Sobivaima tugimaterjali leidmiseks tasub proovida mitmesuguseid aineid – põhku, peenestatud kuiva puidu- või haljastujäätmeid.

Sundõhustamistsükli tuleb lühendada või selle asemel rakendada mehhaanilist segamist. Sundõhustamine võiks kõne alla tulla, kui on vaja komposti kuivatada (settekomposti puhul hästi ei tööta) või liiga sooja komposti jahutada. Reoveesette kompostimist segurita reaktoris ei saa soovitada.

Kompostimisega tegelevatel ettevõtetel on soovitatav segu koostavaid töötajaid instrueerida, et nad teaksid, millele tuleb seda tehes tähelepanu pöörata.

TÄNUAVALDUS

Täname Eesti Maaülikooli ja katsete sooritamisel osalenud Ruve Võsu.



Joonis 6. Temperatuuri kulg katses K4: a soojendatud mahutis A, b soojendamata mahutis B

Tööd aitas rahastada Eesti Teadusfondi grant 8119. A.M.

Viidatud allikad

1. Võsu, R. Uuring reoveesette kompostimist kiirendavatest teguritest: Magistritöö. Eesti Maaülikooli veemajanduse osakond, Tartu, 2010.
2. Raid, M. Reoveesette kompostimise optimeerimine: Magistritöö. Eesti Maaülikooli veemajanduse osakond, Tartu, 2011.
3. Värnomasing, P. Reoveesette ja orgaaniliste jäätmete kompostimine: Magistritöö. Eesti Maaülikooli veemajanduse osakond, Tartu, 2008.

4. Mason, I.G. and Milke, M.W. Physical modelling of the composting environment: A review. Part 1: Reactor systems. Waste Management, 2005, 25, 481–500.

5. Sundberg, C. Improving compost process efficiency by controlling aeration, temperature and pH. Doctoral dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. 2005:103.

6. Smårns, S. Influence of different temperature and aeration regulation strategies on respiration in composting of organic household waste. Doctoral dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. 2002:234.



www.rentacar-estonia.eu

AUTORENT

Tel 5625 0951



REOVEESETTE SOBIVUSEST PÕLLUVÄETISEKS

MERIKE LILLENBERG¹, EGGE HAIBA² ja LEMBIT NEI²

¹Eesti Maaülikool

²Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž

REOVEESETE on reovee puhastamise vältimatu kõrvalsaadus, Eestis tekib seda hinnanguliselt 360 000–500 000 tonni aastas. Reoveepuhastite juurde kuhjub settekompost, mida on raske turustada. Komposti kasutamine haljastuväetisena või rekultiveerimiseks erilisi probleeme ei tekita, ent põllumajanduses, kus tohib kasutada ainult töödeldud setet (sh settekomposti), ei olda sellest kuigi huvitatud.

Settekompost avaldab märkimisväärset mõju mulla füüsikalistele, keemilistele ja mikrobioloogilistele omadustele. Taimetoitainete – lämmastiku, fosfori, kaaliumi, kaltsiumi, magneesiumi, väevli, raua ja mikroelementide varu mullas suureneb. Orgaanilise aine sisalduse kasvuga suureneb mulla vee-mahutavus ning taimetoitainete omastatavus paraneb. Reoveesete aktiveerib tunduvalt mulla mikroorganismide tegevust ja suurendab nende arvukust. Paraku võib töödeldudki sete sisaldada mitmesuguseid keemilisi saasteaineid ja bioloogilisi saastajaid ning seda tohib haljastuses, metsanduses ja põllumajanduses kasutada väetisena vaid tingimusel, et ei ohustata keskkonda ega inimeste ja loomade tervist. Nõuded, mis peaksid tagama väetisena kasutatava reoveesete ohutuse, on kehtestatud keskkonnaministri määruses nr 78 [1]. Sete ohutuks muutmiseks tuleb seda kas aeroobselt või anaeroobselt stabiliseerida (sh kompostida), keemiliselt või termiliselt töödelda või settes sisalduv orgaaniline aine muul moel mineraliseerida. Kompostimiseks loetakse sette aeroobset lagundamist mikro- ja makroorganismide abil. Protsessi soodustamiseks segatakse selle hulka puukoort, hakkpuitu, saepuru, põhku, turvast või mõnd muud tugimaterjali. Kompostimisel peab kompostitava materjali temperatuur olema vähemalt kuus päeva üle 60 °C. Kui see nõue ei ole täidetud, loetakse materjalisegu töötlemata setteks. Töötlemise tõhususe kontrollimiseks peab regulaarselt analüüsima komposti teatud saasteai-

nete või saastajate sisaldust. Raskmetallide, fekaalsete *coli*-laadsete bakterite ja helmintide munade sisaldus ei tohi ületada piirnorme. Aeg-ajalt kontrollitakse ka mõnede patogeensete bakterite (*Staphylococcus*, *Salmonella* jt) esinemist. Töötlemata setet tohib kasutada ainult haljastuses ja rekultiveerimisel tingimusel, et mitte ühegi raskmetalli sisaldus ei ületa piirnorme ning sete ei pärine reoveest, mille ohtlike ainete sisaldus aasta jooksul ületab keskkonnaministri määruses nr 75 [2] sätestatud piirnorme. Põllumajanduses on töötlemata sette kasutamine keelatud. Kui kõik viidatud määruste nõuded on täidetud, loetakse reoveesete ja sellest valmistatud kompost keskkonnale ning inimeste ja loomade tervisele ohutuks väetiseks.

Ei töötlemata ega töödeldud reoveesete puhul nõuta ravimijääkide sisalduse analüüsimeet. Keskkonnaministri määruse nr. 75 mürgiste ainete nimekirjas ei ole ühtki ravimit, kuigi on teada, et mõned neist on loodud mikroorganismide tapmiseks ning on mürgised ka mõnele makroorganismile. Reoveesete ravimijäägisaldusele rahvusvahelistes ega siseriiklikes regulatsioonides tähelepanu ei pöörata vaatamata sellele, et paljude riikide teadlaste töödes on tõestatud, et mitmed ravimid reoveepuhastites ei lagune.

Keskkonna saastumine ravimijääkidega on viimase aastakümne jooksul muutunud oluliseks uurimisvaldkonnaks. Inimese või looma organismi läbinud ravimid väljuvad keskkonda kas muundumata kujul või metaboliitidena. Ravimijääke on leitud reovees, reoveesettes, settekompostis, sõnnikus, pinna- ja põhjavees ning sõnniku või reoveesetega väetatud mullas. Settekomposti kasutamisse põlluväetisena on siiani tõrjuvalt suhtutud seetõttu, et kardetakse selles sisalduva võivaid haigustekitavaid mikroorganisme ja mürgiseid kemikaale. Kui sete on nõuetekohaselt kompostitud ja kohustuslikud analüüsid tehtud, ei tohiks sedalaadi

saasta turustamisvalmis kompostis olla. Ravimijääkidest tulenevat ohtu ei osata Eestis karta ega sellele mõelda ei sõnniku- ega reoveesetekomposti puhul. Mujal maailmas tehtud teadustööd näitavad, et suurfarmide veise-, sea- ja kanasõnniku ravimijäägisaldus võib olla üsna suur ning ravimijäägid võivad väetamisel põldudele jõuda. Mõned neist säilivad mullas erakordselt kaua ning võivad avaldada negatiivset mõju mullaorganismidele ja mullast taimedesse migreeruda. Ohud, mida põllumehe settekompostiga väetamisel enamasti kardavad (tõvestavate mikroorganismide ja parasiidimunade muldasattumine), on olemas ka sõnniku puhul ning võivad olla isegi suuremad, sest sõnnikut patogeenide suhtes keegi ei analüüsi. Ka ravimijääke võib sõnnikus olla rohkem kui settekompostis, sest sõnnikut tavaliselt ei kompostita. Tugiaine lisamine kompostitavale materjalile vähendab komposti ravimijäägikontsentratsiooni.

Kui palju ravimijääke väetamisega mulda jõuab, oleneb sellest, kui suur on olnud mingist farmist pärit sõnniku või konkreetse asula reovee ravimisisaldus. Sõnniku ravimijäägisaldust on võimalik arvutada, kui on teada ravitud loomade arv ja neile manustatud ravimite kogused. Reovee puhul on asi keerulisem, sest asulate ravimikasutuse kohta andmed puuduvad. Ravimiameti ravimistatistika kajastab küll aasta jooksul Eesti müüdnud ravimikoguseid, ent kus ja kui palju tarbitakse muudest riikidest toodud ravimeid või kui palju aegunud või üle jäänud ravimeid WC-pottidesse visatakse, jääb paraku teadmata. See, et ravimijääke reovees ja reoveesettes leidub, on maailmas ammu teada ning selle kohta on avaldatud mitmeid teadustöid. Üksikutes töödes on hüdrokultuurides või laborikatsetes uuritud ka ravimijääkide liikumist mullast taimedesse, ent enamasti nii suurte mulla ravimisisalduste korral, mida põllumullas tõenäoliselt ette ei tule. Laialdaselt kasutatavaid fluorokinolooni-,

sulfoonamiidi- ja tetratsükliinirühma antibiootikumide on leitud reoveest ja reoveesetestest.

Nüüd on rahvusvahelistes teadusajakirjades avaldatud ka esimese Eestis korraldatud uuringu tulemused ravimijääkide sisalduse kohta reoveesetesse ja settekompostis ning nende liikumise kohta mullast toidutaimedesse [3, 4, 5]. Esimest korda maailmas uuriti antibiootikumide lagunemist reoveesetesse kompostimisel ning hinnati nende migreerumist mullast toidutaimedesse nii väikeste ravimisisalduste korral, kui võib reoveesetega väetatud mullas esineda. Uuringus osalesid kolme Eesti ülikooli (EMÜ, TÜ ja TTÜ) teadlased.

Aastatel 2007–2008 uuriti kahe Eesti linna reoveeset ja settekomposti. Arvestades ravimite stabiilsust mullas ja nende võimet taimedesse migreeruda, võeti vaatluse alla fluorokinoloonid, tetratsükliinid ja sulfoonamiidid. Neist ravimirühmadest valiti välja need, mida oli eelnevatel aastatel Eestis rohkem müüdnud: tsiprofloksatsiin, norfloksatsiin, ofloksatsiin, sulfadimetoksiin, sulfametoksasool, tetratsükliin ja doksütsükliin, mis kõik kuuluvad laia toimespektriga antibiootikumide hulka. Et reoveesetesse ega kompostväetise ravimisisalduse kohustuslikke piirnorme ei ole kehtestatud, võrreldi Eesti reoveesetest leitud ravimisisaldusi Euroopa Ravimite Hindamise Agentuuri Veterinaarravimite Komitee (EMA/CVMP) soovitatud piirnormidega sõnniku ja sõnnikuga väetatud mulla ravimisisalduse kohta (vastavalt 100 ja 10 µg/kg). Nüüdseks on need normväärtused liiga suurtena kahtluse alla seatud. Euroopa Liidu Juhtiv Teaduskomitee (EU SSC) peab neid mitteteaduslikeks ning soovib kõigile mulla mullaorganismidele ohutuks ravimisisalduseks 1 µg/kg. Mullamikroobide ravimiresistentsuse teket välistavaks ravimisisalduseks soovitatavad teadlased 0,01–0,1 µg/kg [6].

Tetratsükliin Tallinna ja Tartu reoveesetest ega kompostväetisest ei leitud. Sette sulfoonamiidisaldus oli alati CVMP soovitatud piirnormist väiksem. Fluorokinoloonide keskmine sisaldus oli Tartus enamasti piirnormist suurem, Tallinnas ainult mõnel kuul. Maksimaalne fluorokinoloonisisaldus oli Tallinnas suurem kui Tartus, ületades piirnormi kuni 15 korda, mis näitab, et reoveesetesse anaeroobne stabiliseerimine Tallinnas fluorokinoloonijääke lõplikult ei lagunda.

Anaeroobselt kääritatud sete loetakse

keskkonnaministri määruses töödeldud setteks, mida võib põllumajandusväetisena kasutada. Õnneks järgneb Tallinnas sette anaeroobsele kääritamisele kompostimine turbaga, mis viib uuritud ravimite sisalduse aasta jooksul alla 1 µg kuivaainekilogrammi kohta. Kuue kuu vanuses kompostis, mis loetakse Tallinnas juba valminuks, olid fluorokinoloonid veel lagunemata. Järelikult oleks mõistlik Tallinnas kasutatava tehnoloogia korral töödelda komposti kauem kui kuus kuud, soovitatavalt terve aasta. Erinevalt Tallinnast oli Tartus aastavanuse komposti fluorokinoloonisisaldus üsnagi suur ning tuvastati ka väike sulfametoksasoolisisaldus. EU SSC soovitude kohaselt ei ole sellise kompostiga väetamine keskkonnohutu. Tartus segatakse tahendatud sete puukoorepuruga. Kompostiaunu segatakse regulaarselt kaheksa kuu vältel ning siis viiakse kompost järelvalmimis-auna, mida enam ei segata. Keskkonnaministri määrust on täpselt järgitud: kompostiaunades tõuseb temperatuur üle 60 °C ja püsib nii pikka aega. Bioloogiliste saastajate hävitamiseks peaks sellest piisama, fluorokinoloonid on aga termoresistentsed ning ei lagune isegi üle 100 °C temperatuuri juures. Teaduskirjanduses on viiteid fluorokinoloonide lagunemise kohta valguse toimet, millest võib järeldada, et nende lagunemisel mängib rolli eksponeeritus valgusele. Keskkonnaministri määrus ei anna ettekirjutusi, kui tihti ja kui pika aja jooksul peaks kompostiaunu enne turustamist segama. Tartu aastavanuse komposti fluorokinoloonisisaldus võis olla põhjustatud sellest, et aunu liiga vähe segati.

Kui komposti segatakse vaid kaheksa kuu jooksul, peaks kompost järelvalmima üle aasta, soovitatavalt kaks aastat. Nii Tallinna kui ka Tartu reoveesetesse ravimisisaldus oli kuude lõikes ebaühtlane, olenedes sellest, kui palju ravimeid reovette oli sattunud. Ebaühtlaseks jäi ka ravimisisaldus mõlema linna kompostiaunades. Segamisele vaatamata oli komposti ravimisisaldus auna ühes otsas sageli suurem kui teises. Uuriti ainult 2, 6 ja 12 kuu vanuseid kompostiaunu, seetõttu ei ole võimalik täpselt öelda, kui kaua peaks komposti segama, et ravimid täielikult laguneksid. Kuna reoveesetesse ravimisisaldus ajas muutub, oleks soovitatav settekomposti enne turustamist analüüsida ka ravimijääkide suhtes.

Eesti settekompostis leitud ravimi-

jääkidest võivad mikroorganismidele, inimestele ja loomadele ohtlikuks osutada fluorokinoloonid, mis kirjandusandmetel säilivad mullas erakordselt kaua: tsiprofloksatsiini poolestusajaks on mõõdetud kuni üheksa, ofloksatsiini viis ja norfloksatsiini neli aastat [7].

Keskkonnaministri määrus keelab reoveesetesse kompostväetise kasutamise maal, millel kasvatatakse köögivilja- või marjakultuure ning ravim- või maitsetaimi. Köögiviljakultuure ja ravim- või maitsetaimi tohib toiduks või söödaks kasvatada alles aasta pärast laotamist, teraviljade kohta see nõue ei kehti. Maal, millele on laotatud setet, ei tohi kahe kuu jooksul karjatada loomi ega seal loomasööta varuda. Need piirangud on igati mõistlikud bioloogilise ohu vältimiseks, ent kui arvestada fluorokinoloonide erakordselt pikka säilivusaega mullas, ei pruugi ravimijääkide migreerumine taimedesse välistatud olla.

Ravimite migreerumist taimedesse uurisime kasvuhuones, kus taimi kasvatati lillepottides. Meie töö näitas, et taime ravimisisaldus oleneb selle sisaldusest mullas, mulla lõimisest, ravimi adsorptsioonist mullaosakeste külge, kasvuajast ja taimeosast. CVMP soovitatud mulla ravimisisalduse piirnorm 10 µg/kg ravimite migreerumist toidutaimedesse ei välista. Eriti ohustatud on liivasel maal kasvanud pika kasvuperioodiga taimed, mille söödav osa on mullas (kartul, porgand). Mullas, mille ravimisisaldus oli 500 ja 1000 µg/kg, kasvanud taimedes (kartul, porgand, lehtsalat) tuvastati ravimijäägisaldusi, mis ületasid lihas ja piimas lubatavat (100 µg/kg). Mulla ravimisisaldus 10 000 µg/kg (10 mg/kg) oli mõnele taimedele toksiline, mis tähendab, et kompostimata reoveeset ei pruugi ka haljastuväetisena alati ohutu olla. Taimedele mürgiseid ravimikontsentratsioone Eesti reoveesetest ei tuvastatud.

Nisu ja salatitaimed jäid kasvult kängu (vt fotot) ja närbusid kasvuperioodi lõpuks, kartuli kasv aeglustus ja mugulad olid tunduvalt väiksemad kui kontrolltaimedel. Kas ravimid niisama kergesti jõuavad taimedesse ka põllumullast, vajab kontrollimist põldkatsetega.

Närbunud taimelehtedes ja kängu jäänud kartulimugulates tuvastati eriti suuri ravimisisaldusi (mugulates üle 5000 µg/kg). Ravimijääke leiti ka ni-



Mullas, mille ravimisisaldus oli 10 mg/kg (kolm esimest potti), idanesid nisutaimed halvasti ning kasv kangus

Foto: M. Lillenberg

suseemnetest, ent vähem kui loomsele toormele lubatud. Ometi võivad koos igapäevatoiduga väikestes kogustes omastatavad antibiootikumid soodustada organismis ravimresistentsete bakteritüvede arenemist, ning ravimresistentsust määravad geenid ohututelt bakteritelt patogeenidele üle kanduda. Multiresistentsed haigustekitajad on tänapäeval globaalne probleem, mis sunnib välja töötama järjest uusi, endistest tõhusamaid ravimeid.

Kokkuvõtteks võib öelda, et Eesti settekompsti kasutamist põlluväetisena ei ole vaja paaniliselt karta, ent teatud ohtu välistada ei saa. Et samad ohud on olemas ka suurfarmisõnnikuga väetamise puhul, jääb üle vaid tõdeda, et probleem vajab põhjalikumat uurimist. Sõnniku ravimijäägisaldust ei ole Eestis seni üldse uuritud ja käesolev töö oli vaid kahes Eesti linnas ühe aasta jooksul sooritatud eeluuring. Reoveesette töötlemis- ja kompostimistehnoloogiate täiustamine võimaldaks viia komposti ravimijäägisalduse miinimumini ning settest toota inimestele, loomadele, taimedele ja mikroorganis-

midale ohutut, suure toiteväärtusega põllu- ja haljastuväetist.

A.M.

Viidatud allikad

1. Reoveesette põllumajanduses, haljastuses ja rekultiveerimisel kasutamise nõuded. Keskkonnaministri määrus nr 78, redaktsiooni jõustumise kuupäev 24.05.2004.
2. Nõuete kehtestamine ühiskanalisatsiooni juhitavate ohtlike ainete kohta. Keskkonnaministri määrus nr 75 (RTL 2003, 110, 1736).
3. Lillenberg, M., Yurchenko, S., Kipper, K., Herodes, K., Pihl, V., Sepp, K., Lõhmus, R., Nei, L. (2009). Simultaneous determination of fluoroquinolones, sulfonamides and tetracyclines in sewage sludge by pressurized liquid extraction and liquid chromatography electrospray ionization-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1216, 5949–5954.
4. Lillenberg, M., Yurchenko, S., Kipper, K., Herodes, K., Pihl, V., Lõhmus, R., Ivask, M., Kuu, A., Kutti, S., Litvin, S.V.,

Nei, L. (2010). Presence of fluoroquinolones and sulfonamides in urban sewage sludge and their degradation as a result of composting. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 7(2), 307–312.

5. Lillenberg, M., Herodes, K., Kipper, K., Nei, L. (2010). Plant uptake of some pharmaceuticals from fertilized soils. *Proceedings of 2010 International Conference of Environmental Science and Technology, Bangkok, Thailand, 23–25 April, 2010*, 161–164.

6. Montforts, M. H. M. M. (2005). The trigger values in the environmental risk assessment for (veterinary) medicines in the European Union: a critical appraisal. Performed by Expert Centre of Substances of the RIVM, Bilthoven, 21–37.

7. Walters, E., McClellan, K., Halden, R. U. (2010). Occurrence and loss over three years of 72 pharmaceuticals and personal care products from biosolids-soil mixtures in outdoor mesocosms. *Water Res.*, 44 (20), 6011–6020.

TÄRKAVAD SEENED EESTI CLEAN-TECH-MAASTIKUL

KAIJA VALDMAA

TTÜ avaliku halduse instituudi doktorant

LAURI MATSULEVITŠ

Eesti Arengufondi arenguseire divisjoni ekspert

KONSULTATSIOONIFIRMA *Roland Berger* hindas oma rohelise kasumiteenimise võimalusi avavas raamatus *Green Growth, Green Profit* maailma rohemajanduse mahuks eelmisel aastal 1,6 triljonit eurot ning ennustas, et see kümne aastaga vähemalt kahekordistub. Ühelt poolt tähendab selline kasv kogu majanduse muutumist rohelisemaks – uute keskkonnasõbralikumate materjalide ja energiaallikate kasutuselevõttu ning puhtamat ja tõhusamat tootmist, jäätmekäitlust, veemajandust jms. Teisalt loob see enneolematuid äri võimalusi ettevõtetele, kes suudavad maailma muredele lahendusi pakkuda.

Puhta tehnoloogia mõiste ei ole üheselt määratletud, pigem nenditakse selle defineerimise keerukust. Esmalt võtsid termini *clean-tech* kasutusele riskikapitalistid oma roheliste investimisvõimaluste kaubamärgistamiseks. Mõiste on seotud tihedalt keskkonnatehnoloogiate ja keskkonnaalase innovatsiooniga, ent erinevalt traditsioonilistest nn toruotsatehnoloogiatest (*end-of-pipe technologies*) või -teenustest, mis on mõeldud juba tekkinud keskkonnamõju kõrvaldamiseks, mõistetakse *clean-techi* all lahendusi, mis negatiivset keskkonnamõju väldivad juba protsessi käigus. Sealjuures ühendab termin *clean-tech* tooteid, teenuseid ja lahendusi, mis on nii keskkondlikult kui ka majanduslikult elujõulised – puhtad tehnoloogiad võimaldavad nutikate lahendustega keskkonda säästa ning samal ajal ka kasumit teenida. Arvestades tähtsust, mida nii valitsused, ettevõtted kui ka investorid rohelistele tehnoloogiatele omistavad, on see trend, mida ei saa eirata.

Sel aastal korraldasid TTÜ Avaliku halduse instituut koos Eesti Arengufondiga, Rootsi Örebro Ülikool ja Riia regionaalne arenduskeskus Eestis, Lätis ja Rootsis uuringu, mille eesmärgiks seati teha kindlaks nendes riikides puhtaid tehnoloogiaid arendavad ettevõtted, saada pilt *clean-tech*-valdkonna arengust nendes riikides ning kaardistada nende ettevõtete tegevus, turud ja taotlused (vt <http://www.global-vision.se/>). Tähelepanu pöörati eriti tehnoloogiate arendajatele, mitte niivõrd rakendajatele, sest projekti

üks eesmärke oli teada saada, mis piirab *clean-tech*-ettevõtete ekspordimisvõimalusi, ning suurendada nende ekspordivõimekust. Olemasoleva teabe kogumise ja intervjuerimise tulemusena leiti Eestis 36 puhaste tehnoloogiate arendamisega tegelevat ettevõtet. Töenäoliselt võib neid olla rohkemgi, ent ülevaade Eesti *clean-tech*-tegijatest ning sellest äri valdkonnast Eestis siiski saadi.

CLEAN-TECH-VALDKONNAD EESTIS

Millega Eesti *clean-tech*-ettevõtted tegelevad? Kõigepealt tuleb silmas pidada, et roheline majandus ning selle puhtad tehnoloogiad ei ole valdkond omaette, vaid pigem infotehnoloogiaga sarnasel kombel eri tegevusharusid hõlmav kontseptsioon, mis ulatub energeetikasse, veondusse, vee- ja põllumajandusse, tööstusse, metsamajandusse ja mujalegi. See loetelu on ilmselt lõputu.

Eestis tegeldakse uuritud ettevõtetes paljude puhta tehnoloogia alamvaldkondade arendamisega (nt *Elcogen*, *Crystalsol* ja *MyWind* energiatehnoloogiate ning *Nordbiochem* biokütuste ja materjalitehnoloogia, infotehnoloogia, keskkonnatehnika ja -seire, *clean-tech*-nõuande, veekaitse ja jäätmekäitlusega). Keeruline on välja tuua mõnd konkreetset, muudest oluliselt erinevat rohelist äri valdkonda, milles oleks välja kujunenud silmapaistev pädevus või traditsioonid (nagu seda on tuulikutootmine Taanis või veepuhastus Singapuris). Kolmandik Eesti puhaste tehnoloogiate arendajatest tegeleb energiatehnoloogiatega, sh nii energiatöhususe kui ka taastuvenergiaseadmete arendamisega, st et ettevõtjad on oma äri pühendanud peamiselt globaalsete energiamurede lahendamisele. See vastab ka suuresti roheliste tehnoloogiate jagunemisele kogu maailmas – energeetika on üks olulisemaid rohemajanduse valdkondi ning selles valdkonnas näib vajadus ja huvi revolutsioonilisteks läbimurreteks olevat kõige suurem. Oma tegevuse ning peamise toukejõuna *clean-tech*-valdkonnas nimetasid Eesti ettevõtjad globaalseid trende – energia ja toormaterjalide kallinemist ning tehnoloogia arengut ja kättesaadavust.

OÜ Alkranel keskkonnaalased konsultatsioonid alates 2000. a

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



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

RAHASTAMINE

Välistest rahastajatest on ilmselt populaarseim Ettevõtluse Arendamise Sihtasutus, kellelt on 28 ettevõtet vaatluse all olnud 36-st toetust saanud. Kuna kogu rohemajandus areneb kiiresti ning uusi teadmisi tekib pidevalt juurde, siis on võimalused läbimurrite saavutamiseks meelitanud sellesse valdkonda panustama hulgaliselt riskikapitaliraha. Viimastel aastatel on olnud perioode, kus *clean-tech* on olnud maailmas biotehnoloogia ja infotehnoloogia ees riskikapitalistide eelistus number üks. *Tesla Motors* ja *Fisker Automotive* on vaid mõned näited prominentsetest *clean-tech*-ettevõtetest, mida riskikapital on aidanud käima lükata. Ka Eesti Arengufondi investeerimisportfellis on kolm otsapidi *clean-tech*-valdkonda kuuluvat ettevõtet – tuulikute arendamisega tegelevad *MyWind* ja *Goliath* ning biotehnoloogia valdkonnas *Biotap*. Mitu Eesti puhaste tehnoloogiate arendajat (nt *Elcogen*, *Crystalsol*) on saanud riskikapitali välisinvestoritelt, mis näitab rahvusvahelise riskikapitali huvi teadmismahukate alustusettevõtmiste vastu Eestis. Vaid mõned ettevõtted on osalenud Euroopa Liidu raamprojektides ning oma toodete või lahenduste arendamist sel moel rahastanud. Uuring näitas ka, et ettevõtted ei ole väga teadlikud finantseerimisvõimalustest (eriti Eesti-välistest) või peavad nende aruandlust liialt keerukaks. Mõned rahulolematumad ettevõtted osutasid sellele, et Eestis ei ole potentsiaalselt edukate *clean-tech*-ettevõtete toetamiseks riiklikku ega järjepidevat toetusahelat, mis ettevõtte arengu eri tasanditel ühendaks nõuannet, suhtevõrgustikku ja rahastamisvõimalusi.

EESTI CLEAN-TECH-ETTEVÕTETE TASE, INTELLEKTUAALSE OMANDI KAITSE JA PATENDID

Ainult üksikud uuringuvalimis olnud ettevõtted on jõudnud oma tootega turule. Suurem osa arendajatest ikka veel arendavad, s.o on kusagil prototüübi ja toote kaubanduslikuks muutmise vahepeal. See on ka kõige keerulisem etapp, kus müügikäive veel puudub ning põhilise osa ettevõtte kuludest moodustavad teadus- ja arenduskulud.

Eesti *clean-tech*-arendajad on olnud üsna aktiivsed patente taotlema, ühel energiatehnoloogiatega tegeleva ettevõtte korraldusel on kaksteist vene patenti ja kaheksa taotlust. Kokku on uuringuvalimis osalenud ettevõtetel umbes 35 riiklikku, Euroopa Liidu ja USA patenti ning 20 taotlust. Üks energiatehnoloogiaettevõtte teatas, et kõigepealt alustavad nad USA ajutise patendiga, sest seda kohe ei avalikustata (Eestis seda tehakse). Kuigi patent ei pruugi tagada kaitset tehnilise lahenduse varastamise eest, on

see sageli vajalik välisturgudele pääsemiseks.

Omaette kategooria moodustavad ettevõtted (nt *Regio*, *En-tech Engineering*, *Estiko-Plastar*, *Energiatehnika*, *Plastsys*, *Konesko*), kelle tavategevus rohelise majandusega otseselt ei haaku, ent kes on oma olemasolevatelt võimekustelt proovinud liikuda nn rohelisse väärtusahelasse. *Konesko* on masinate ja seadmete allhanke kõrval „oma toodet“ otsides jõudnud tuuleturbiinide arendamiseni. Selline traditsiooniline tööstuse ümberprofileerimine uutele ärivaldkondadele, eriti omatoodete kaudu, võimaldab ettevõtetel liikuda ka soodsamale kohale väärtusahelas.

KOOSTÖÖ ÜLIKOOULIDEGA JA INIMRESSURSS

Koostööst teadusasutustega tõusid esile üsna tavapäraseid ja aegumatud tendentsid: lõhe teaduse ja ettevõtluse vahel, koostöö kulukus, intellektuaalse omandi kaitse ning arutelu selle üle, kellele jääb autoriõigus pärast toote väljatootamist. Mainiti ka ülikoolide liigset fookuseeritust baasuuringutele, samas kui ettevõtjad on huvitatud rakendusühtlusest ja teadustulemuste kaubanduslikuks muutmisest. Pealegi on ülikoolide panus sageli indiviidipõhine, mistõttu ühe *clean-tech*-alamvaldkonna arendamine võib sõltuda vaid üheainsast entusiastlikust tegijast.

Peale sidemete väliteadusasutustega on paljudel aktiivsematel arendajatel tööalaseid sidemeid Eesti *clean-tech*-valdkonna juhtivate ülikoolidega (TTÜ, TÜ, EMÜ). Uuring näitas, et ettevõtted on üsna rahul ülikoolide pakutavate asjatundjatega. Intervjueeritud ettevõtjate arvates on ülikoolides piisavalt puhta tehnoloogiaga seotud programme ning keskkonnatehnoloogiatega seotud hariduse osakaalu ei ole vaja suurendada, pigem tuntakse puudust kvalifitseeritud spetsialistidest. Oli ka teistsuguseid arvamusi: ühest küljest ei nähta *clean-tech*'iga seotud õppekavades vajadust kohustuslike äri- ja finantskursuste järele, teisest küljest tuntakse puudust inimestest, kes peale sügavate tehnoloogia-alaste teadmiste omavad häid kogemusi ka turunduse ja ekspordi valdkonnas.

LÕPETUSEKS

Oluline on silmas pidada, et roheline äri tähendab „rohelisuse“ kõrval ikkagi millegi väärtusliku pakkumist kliendile. Nagu ütles ühe ettevõtte juht: „Võid olla kui roheline tahes, ent kui sa ei suuda pakkuda kliendile majanduslikku väärtust, ei kuula sind keegi.“ Et keskkonnateema ja jätkusuutlik areng on muutunud tänapäeval väga populaarseks (ka poliitike kujundamise ja rakendamise tasandil), võib puhtaid tehnoloogiaid pidada ääretult nutikaks ja jätkusuutlikuks majandussektoriks.

A.M.



KESKKONNAVEEB

keskkonnainfo internetis

Keskkonna- ja keskkonnaõiguse uudised

Iga kuu keskkonnaõiguses toimunud muudatuste kokkuvõtte (ESTLEXi internetikogumik Keskkonnaõigus – lihtsustab keskkonnaõiguse jälgimist)

Keskkonnavalaste tegevuste info ja kuulutused

2010. a avaldati Keskkonnaõiguse uudiskirjas kokku infot 46 jõustunud, 117 muutunud, 39 lisandunud ja 33 kehtetu õigusakti kohta.

www.alkranel.ee/keskkonnaveeb

VENTILATSIOONISÜSTEEMI VALIMINE (PUIT)KORTERELAMU REKONSTRUEERIMISEL

MARTIN THALFELDT

Tallinna Tehnikaülikooli keskkonnatehnika instituut

ELAMUTE, sh puitkorterelamute, rekonstrueerimisel tuleb rõhku panna hoone kui terviku toimimisele. Tihti arvatakse, et rekonstrueerimine seisneb üksnes välispiirete soojustamises, ometi tuleb tähelepanu pöörata ka ehitustarindite püsivusele, hoone arhitektuursele väljanägemisele, kütte- ja ventilatsioonisüsteemile jms. Hoone välispiirete tihendamine muudab nad oluliselt õhupidavamaks ja kui enne seda vahetus õhk hoonepiirete lekkekohtade kaudu, siis pärast tihendamist õhuvahetus väheneb ning sisekliima ei ole enam mugav. Arvukad uuringud on näidanud, et ebapiisavast õhuvahetusest tingitud halb sisekliima põhjustab „haige hoone sündroomi“ – allergia ja astma sümptomeid ning töövõime langust. Järelikult peab rekonstrueeritud elamu ventilatsioon olema piisav. Vähem oluline ei ole ka küttesüsteemi reguleeritavus. Aina tõusvate energiahindade tõttu tasub analüüsida võimalikult palju variante, et leida maja elanike jaoks hea lahendus. Käesolevas artiklis kirjeldatakse korterelamute rekonstrueerimisel võimalikke ventilatsioonisüsteeme ning nende eeliseid ja puudusi, tuginedes Tallinna Tehnikaülikoolis SA Kredexi tellimisel sooritatud uuringu *Eesti eluasemefondi puitkorterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga tulemustele*.

Seni põhjalikult rekonstrueerimata puitkorterelamutel on üldjuhul loomulik ventilatsioon – õhk vahetub sise- ja välisõhu tiheduste erinevustest tingitud rõhuvahe toimel välispiirete ebatiheduste, avatud akende ja ventilatsioonilõõride kaudu. Õhuvahetust mõjutab ka tuul. Selline ventilatsioon on kontrollimatu, võib põhjustada ebamugavustunnet ja üldiselt ei taga ka

heal tasemel sisekliimat.

TTÜ sooritatud puitkorterelamute sisekliima uuring näitas, et loomuliku ventilatsiooniga ei ole piisavat õhuvahetust võimalik tagada. Selgus, et kõige paremini iseloomustavad õhuvahetuse piisavust ruumiõhu suhteline niiskus ja CO₂-sisaldus. Ruumides, kus õhku saastavad peamiselt inimesed, iseloomustab CO₂-sisaldus ka ruumiõhu muudest inimtegevustest tulenevate saasteainete sisaldust. Puitkorterelamute magamistubade õhu mõõdetud CO₂-sisaldus kõikus nii suvel kui ka talvel suurtes piirides. Hoonete energiatõhususe lähteparameetrite standardi EVS-EN 15251 kohane siseõhu CO₂-sisaldus jäi uuritud korterites alla III klassi piirnormi (1150 ppm) suvel 84 % ning talvel 74 % mõõteperioodidest, standard nõuab aga, et peaks olema üle 95 %. Seda nõuet täitsid suvel ainult kaks korterit seitsmeteistkümnest ning talvel kolm korterit kahekümne kaheksast. Standardi III klassi mõõdukad nõuded sisekliima kvaliteedi kohta kehtivad vaid rekonstrueerimata hoonetele. Kõigis korterites, kus mõõdeti õhu süsihappegaasisaldust, polnud toimivat sundventilatsiooni. Ruumiõhu suhtelise niiskuse analüüsist selgus muuhulgas, et kui aknad vahetatakse, aga ventilatsioon jääb uuendamata, niiskuskooormus suureneb – see viitab õhuvahetuse vähenemisele. Suurema niiskuskooormusega korterite sisepindadel esineb terviseprobleeme põhjustavat hallitust. Uuring tõestas, et loomuliku ventilatsiooniga rekonstrueerimata puitkorterelamute sisekliima ei ole üldjuhul mugav ega tervislik. Hoone renoveerimine suurendab selle õhupidavust ning et seal oleks hea elada, tuleb sisse seada sundventilat-

sioon.

Puitkorterelamute ruumilahenduste rohkuse tõttu on raske öelda, millist ventilatsioonivarianti peaks eelistama. Nii puitelamute kui ka muude eluhoonete rekonstrueerimisel tuleb kõiki variante asjatundja abil hoolikalt kaaluda.

Sundventilatsioon võib olla kas väljatõmbe- või sissepuhke- ja väljatõmbeventilatsioon.

Väljatõmbeventilatsioonis võidakse rakendada kesket või kohtväljatõmme ning väljatõmbeõhu soojust soojuspumba abil ära kasutada. Selliste süsteemide puhul tõmmatakse õhk välja nn „mustadest“ ruumidest – WC-st, vannitoast ja köögist ning värske õhk pääseb elu- ja magamistubadesse läbi välisseintes paiknevate värskeõhuklappide või -radiaatorite ja välispiirete ebatiheduste. Sissepuhke- ja väljatõmbeventilatsioon võib toimuda ruumipõhise, korteripõhise või keske soojustagastusega ventilatsiooniagregaadi abil. Puitelamutele pühendatud uuringus vaadeldi kaht esimest. Väljatõmme toimus „mustadest“ ruumidest ning eelsoojendatud välisõhu sissepuhke elu- ja magamistubadesse.

Alljärgnevas kirjeldatakse lühidalt sundventilatsiooni võimalikke variante ning nende plusse ja miinuseid.

RUUMIPÕHINE SOOJUSTAGASTIGA SISSEPUHKE- JA VÄLJATÕMBEVENTILATSIOON

Välisseintesse paigaldatavaid ventilatsiooniseadmed on kahesuguseid:

- rekuperatiivse soojustagastiga agregaadid, mille abil sissepuhke ja väljatõmme toimuvad üheaegselt (joonis 1) ning

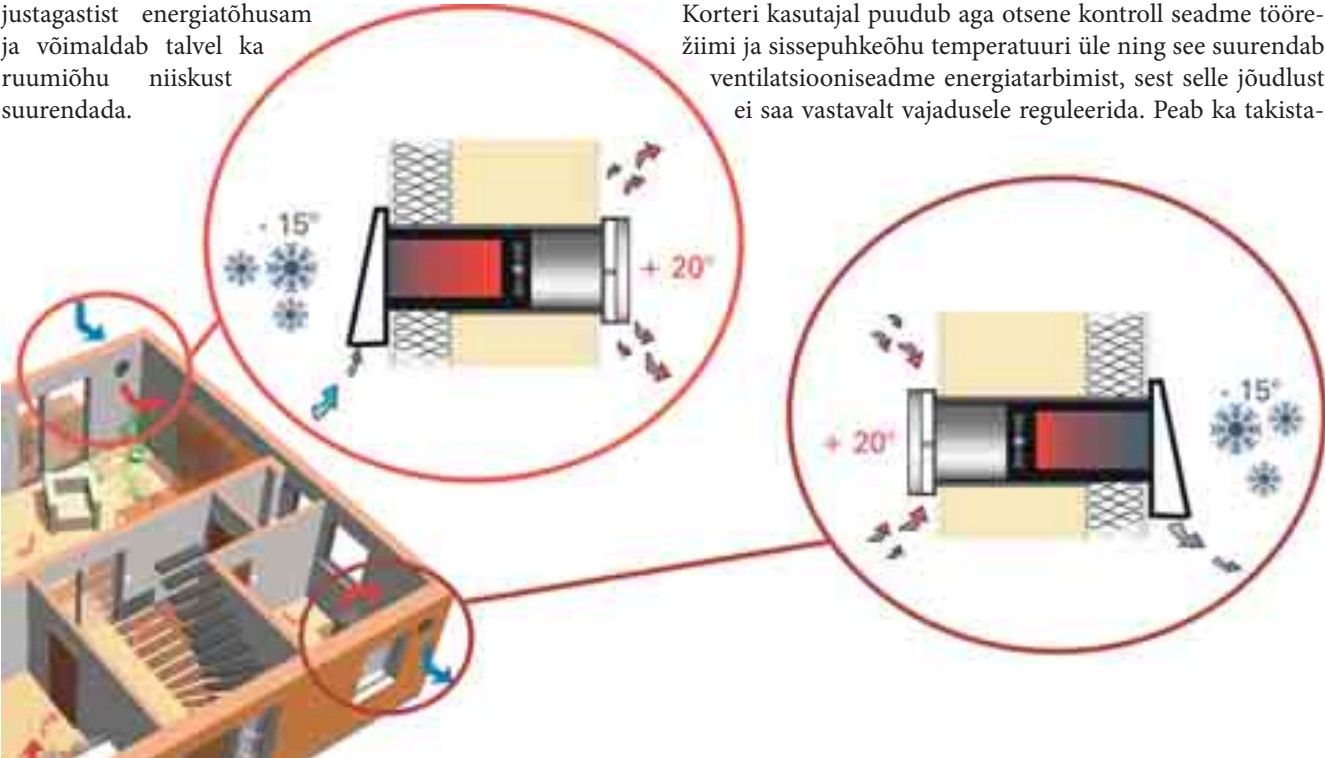
- regeneratiivse soojustagastiga agregaadid, mis töötavad paaris ning nõnda, et üks seade tõmbab õhu välja ja teine puhub sisse. Sel ajal üks soojustagasti jahtub ja teine soojeneb. Teatud aja tagant seadmete rollid vahetuvad ja ülessoojenenud soojustagasti soojendab sissepuhkeõhku (joonis 2).

Selleks et õhk vahetuks ka WC-s ja vannitoas, paigaldatakse sinna koht-väljatõmbeventilaator, mis töötab siis, kui neid ruume kasutatakse ning mida aegrelee pärast seda välja lülitab. Köögis toimib sama moodi pliidikumm.

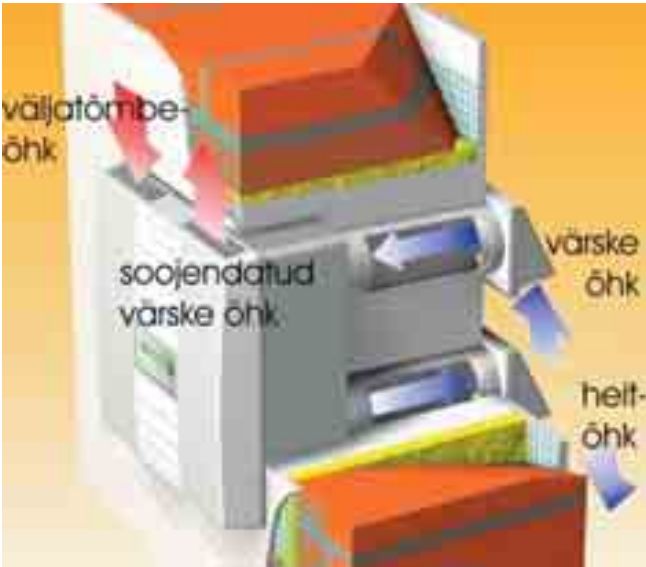
Eelised	Puudused
▪ Kogu hoonet ega trepikoda ei pea ümber ehitama ▪ Korterid üksteisest ei sõltu ▪ Hea soojustagastus ▪ Hea sisekliima	▪ Mõni normikohast õhuvahe-tust tagav seade võib liigset müra põhjustada ▪ Alginvesteering on suhteli-selt suur ▪ Välisseintes on palju venti-latsioonireste ▪ Kogu väljatõmbeõhk ei liigu läbi soojustagasti

KORTERIPÕHINE SOOJUSTAGASTIGA SISSEPUHKE- JA VÄLJATÕMBEVENTILATSIOON

Soojustagastiga ventilatsiooniseade paigaldatakse korteri lae sisse või alla (nt panipaika, koridori, kööki). See lahendus on sisekliima tagamise ja energiatõhususe seisukohast parim variant, ent tihti on seadme ja ventilatsioonikanalite jaoks raske kohta leida. Tavaliselt tuleb neid varjata ripplaega. Et ventilatsiooniseade teenindab ainult üht korterit, võib kasutada rootorsoojustagastiga agregaat, mille puhul ei ole karta, et väljatõmbeõhu lõhnad jõuaksid sissepuhkeõhku. Rootorsoojustagasti on ka tavalisest plaatsoojustagastist energiatõhusam ja võimaldab talvel ka ruumiõhu niiskust suurendada.



Joonis 2. Ruumipõhised regeneratiivse soojustagastiga ventilatsiooniseadmed



Joonis 1. Ruumipõhine rekuperatiivse soojustagastiga ventilatsiooniseade

Eelised	Puudused
▪ Kogu hoonet ega trepikoda ei pea ümber ehitama ▪ Korterid üksteisest ei sõltu ▪ Väga hea soojustagastus ▪ Väga hea sisekliima ▪ Väga hästi reguleeritav	▪ Palju ventilatsioonikanaleid ei pea ümber ehitama ▪ Suhteliselt suur alginvestee-ring ▪ Korterisisesed ehitustööd

KESKSE AGREGAADIGA SISSEPUHKE- JA VÄLJATÕMBEVENTILATSIOON

Soojustagastiga ventilatsiooniseade paigaldatakse hoone sisse (nt pööningule) ning korteris pole vaja selleks ruumi leida. Korteris kasutajal puudub aga otsene kontroll seadme töörežiimi ja sissepuhkeõhu temperatuuri üle ning see suurendab ventilatsiooniseadme energiatarbimist, sest selle jõudlust ei saa vastavalt vajadusele reguleerida. Peab ka takista-

ma väljatõmbeõhu lõhnade pääsemist sissepuhkeõhku, seega rootorsoojustagasteid kasutada ei saa.

Eelised	Puudused
▪ Väga hea soojustagastus ▪ Väga hea sisekliima	▪ Palju ventilatsioonikanaleid ▪ Suhteliselt suur alginvesteering ▪ Üksteisest sõltuvad korterid ▪ Vajaduspõhine reguleerimine keeruline ja kallis ▪ Käitus kallim kui korteripõhiste seadmete puhul

KESKSE AGREGAADIGA VÄLJATÕMBEVENTILATSIOON (KUI VÕIMALIK, KOOS VÄLJATÕMBEÕHU SOOJUSTAGASTAVA SOOJUSPUMBAGA)

Pööningule paigaldatakse keskne väljatõmbeventilaator ning sellega ühendatud magistraalkanal, millega omakorda ühendatakse korterite väljatõmbeharud. Tavaliselt töötab ventilatsiooniseade pidevalt. Süsteemiga saab kalorifeeri abil ühendada ka soojuspumba, mis juhib väljatõmbeõhu soojust kesksesse soojatarbevee- ja soovi korral ka vesiküttesüsteemi. Kui kesket sooja tarbevee süsteemi ei ole, on soojuspumba tasuvus küsitav, sest siis ei ole hoone soojustarbimine aasta ringi ühesugune ning soojust pole soojal ajal kuhugi juhtida.

Eelised	Puudused
▪ Suhteliselt väike alginvesteering ▪ Vähe ventilatsioonikanaleid	▪ Suur küttesüsteemi soojustarve ▪ Tuuletõmbuse oht ▪ Suur arvutuslik küttevõimsus ▪ Korterid ei ole omavahel sõltumatud ▪ Puudub soojustagastus (v.a soojuspumba puhul) ▪ Vajaduspõhine reguleerimine keeruline ja kallis

KOHTSEADMETEGA VÄLJATÕMBEVENTILATSIOON

Vannitubadesse ja WC-desse paigaldatakse väljatõmbeventilaatorid, mis tavaliselt töötavad pidevalt. Ventilatsioonisüsteemi energiasäästlikuma kasutamise võimaldamiseks on soovitatavad mitmeastmelise pöörlemissagedusega ventilaatorid, mis võimaldavad süsteemi jõudlust vastavalt vajadusele reguleerida. Kui eri korterite ventilatsioonikanalid ühendatakse ühise püstiku külge, peavad neil kindlasti olema tagasilööklapid.

Eelised	Puudused
▪ Suhteliselt väike alginvesteering ▪ Vähe ventilatsioonikanaleid ▪ Korterid on omavahel sõltumatud ▪ Hea reguleeritavus	▪ Suur küttesüsteemi soojustarve ▪ Tuuletõmbuse oht ▪ Suur arvutuslik küttevõimsus ▪ Puudub soojustagastus

Puitkorterelamute plaanilahenduste mitmekesisuse ja kohati erinevate muinsuskaitseõuete tõttu on raske anda konkreetseid soovitusi, milline ventilatsioonisüsteem valida. Ühendust peaks võtma usaldusväärse asjatundjaga, kes suudaks arvutuste ja/või oma kogemuse põhjal aidata leida parim lahendus. Kui võimalik, tuleb eelistada soojustagastusega ventilatsioonilahendusi – eriti selliseid, mille puhul soojustagasti eelsoojendab sissepuhkeõhku. Nende puhul on alginvesteering muude lahendustega võrreldes küll suurem ning lihttasuvusaeg ei ole tavaliselt rõõmustav, ent sellised süsteemid põhjustavad vähem soojaarvete, tuuletõmbuse ja külmade põrandatena avalduvaid ebamugavusi. Et sellised süsteemid ebamugavustunnet üldiselt ei põhjusta, siis võib eeldada, et elanikud ei püüa ventileerimisjõudlust vähendada. Positiivne on see, et hoone tarindite eeldatav kestvus suureneb ning tagatakse hea sisekliima. Lihttasuvusaeg ei arvesta ka raskesti määratavat elanike elukvaliteedi paranemisest tulenevat tulu ning kinnisvara väärtuse suurenemist. Kui hoone rekonstrueerimisel ehitatakse uus vesiküttesüsteem, vähendab soojustagastiga ventilatsiooniseade küttesüsteemi arvutuslikku võimsust ja seeläbi ka maksumust. Kõik õigesti kavandatud ja ehitatud sundventilatsioonisüsteemid vähendavad ka õuest tuppa jõudvat müra ja saastet võrreldes sellega, kui tuulutamiseks on vaja avada aknaid.

Lõpuks tuleb rõhutada, et ehitatagu milline tahes ventilatsioonisüsteem, on see ette nähtud kasutamiseks. Süsteemi ehitajalt tuleb nõuda üksikasjalikku kasutusjuhendit ning sellega kurssi viia kõik hoone elanikud. Sellega tagatakse, et hoonesse ei ole ilmaasjata investeeritud. A.M.

TERMOPILT

Energiasäästlikult ja tõhusalt ühe Eesti

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

PÄRNU

TARTU

TALLINN

www.termopilt.ee

tel: 60 16 500

mob: 53489959

info@termopilt.ee

VÄIKEELAMU KÜTTEKULUD 2011. AASTA SÜGISE HINDADES

ANTS VIKERPUUR

OÜ Diale, kütte- ja ventilatsiooniinsener

VAATLUSE ALLA on võetud väikeelamu, mille üldpind on 150–180 m² ning arvutuslik soojuskoormus, s.o hoone soojusvarustuseks vajalik soojusvõimsus, 10 kW (7,5 kW kütteks ja 2,5 kW ventilatsiooniks).

- Aastane soojustarve:
- kütteks 21,0 MWh;
 - ventilatsiooniks 3,5 MWh;
 - sooja tarbevee saamiseks 2,5 MWh (kolme inimese jaoks);
 - Kokku: 27,0 MWh.
 - Arvestades, et päikesekiirgus annab

ca 3 MWh, jääb aastaseks soojusvajaduseks 24 MWh.

Elekterkütte ning üksnes öise elektri kasutamise korral on eeldatud, et on olemas kütteevee akumulaatorpaak (või -paagid), mille maht peaks olema vähemalt 6 m³.

Nagu tabeli COP-väärtustest näha, on eeldatud, et ka soojaveevarustus on lahendatud soojuspumba baasil. Kui soojuspump töötaks vaid kütteks, võiks COP-väärtus olla veidi suurem (maavesi-soojuspumba korral kuni 4,0 ja

õhk-vesi-soojuspumba puhul kuni 2,5). Radiaatorkütte korral on COP-väärtus 10–15 % väiksem kui põrandakütte kasutamisel.

Õhk-õhk-soojuspumpasid kasutatakse põhiliselt ruumide täiendavaks kütteks (või valvekütteks) ning nende COP-väärtus oleneb välisõhu ja elamu siseõhu temperatuurist. Nii võib sooja (s.o plusskraadides) välisõhu korral arvestada COP- väärtusega kuni 4,5 ning külmal ajal väärtusega kuni 2,5.

Uue elamu kütmissiivi valimisel ei saa lähtuda üksnes käituskuludest, vaid arvestada tuleb ka küttesüsteemi ehitusmaksumust.

Kokkuvõtteks: Energiakandja valimisel tuleb tähelepanu pöörata järgmisele:

- elamu asukohale magistraalvõrkude suhtes. Kaugkütte ühenduskanal maksab ca 160 EUR/m ning gaasi välisühendustorustik ca 65 EUR/m;
- rahakulule (küttesüsteemi ehitamine, kasutuskulud, liitumistasu);
- küttesüsteemi kasutusmugavusele (käsitsi teenindatav või täisautomaatne);
- kombineeritud variantide kasutamisevõimalustele;
- kütmissiivi loodushoidlikkusele.

Kui majaehitaja loeb maja kütmisel prioriteediks küttesüsteemi kasutusmugavuse ja automaatse toimimise, tuleb valik teha kaug-, gaas-, vedel- või elekterkütte vahel. Lisandub veel võimalus kasutada soojuspumpasid. Kerge kütteõli asemel on võimalik kütta puidupelletitega.

Kui kütmisel ei loeta igapäevast käsitseenindamist probleemiks ning peetakse silmas

LIGIKAUDED KÄITUSKULUD ERI ENERGIAKANDJATE KORRAL:

Energiakandja	Praegune keskmine hind	Elamu aastane kütusevajadus	Maksumus	
			EUR/aastas	EUR/MWh
* Kivisüsi	175 EUR/t	4,3 t/a	750	31
* Turbabrikett	145 EUR/t	5,8 t/a	840	35
* Puidubrikett	164 EUR/t	5,8 t/a	950	40
* Puidugraanulid	205 EUR/t	5,7 t/a	1170	49
* Halupuud	55 EUR/rm	20 rm/a	1100	46
* Maagaas	0,49 EUR/nm ³	2750 nm ³ /a	1350	56
* Küttepetrool	920 EUR/m ³	2,8 m ³ /a	2570	107
* Elekterküte (päevane + öine)	0,15 EUR/kWh	24 MWh	3600	150
* Elekterküte (ööine)	0,065 EUR/kWh	24 MWh	~ 1500	~ 70
Kaugküte				
* Tallinna Küte	71,6 EUR/MWh	24 MWh	1720	72

LIGIKAUDED KÄITUSKULUD, KUI SAMAL ELAMUL ON SOOJUSPUMBAD:

Soojuspump	Elektri hinnapakett	Aastane energiovajadus	Maksumus	
			EUR aastas	EUR /MWh
* Maa-vesi-soojuspump (maatorustik, põrandaküte, soojaveevarustus), COP = 3,3–3,7	Päevane + öine	24 MWh	1090–970	45–40
* Õhk-vesi-soojuspump (põrandaküte, soojaveevarustus), COP = 2,0–2,2	„	„	1800–1635	75–68

võimalikult madalaid ehitus- ja käituskulusid, võib valida tahkekütuse (halupuud, brikett, kivisüsi).

Üsna häid tulemusi nii kasutusmugavuse kui ka kütte maksumuse poolest võivad anda kombineeritud küttesüsteemid:

- ahiküte (ka kaminküte) koos õhk-õhk-soojuspumbaga;
- ahiküte koos elektriradiaatorküttega;
- elektriradiaatorküte koos õhk-õhk-soojuspumbaga;
- radiaatorküte tahke-, vedel- või gaaskütusel koos õhk-õhk-soojuspumbaga;
- soojust akumuleerivad paagid (nii elektri kui tahkekütuste korral);
- keskküte ja sooja tarbevee valmistamine päikesepaneelide toel;
- soojuspump-küttesüsteemid (maa- või õhk-vee) koos päikesepaneeliga.

Soojuspumpadest on valida maa-soojuspumpad ja õhk-vee-soojuspumpad. Maa-soojuspumpal on alginvesteeringud suuremad, ent aastased käituskulud väiksemad. Vaja on umbes 400 m maatorustikku, milleks on tarvis ligi 500 m² vaba maad. Õhk-õhk-soojuspumpad sobivad lisasoojusallikaks olemasolevale ahi-, vee-keskküte või elekterküttele.

Tulpdiaagrammil on kujutatud küttesüsteemi ehitus- ja käituskulud 5, 10 ja 15 aasta jooksul, kui kütuse või elektrienergia hinnatõus oleks keskmiselt 3 % aastas.

LIGIKAUDNE EHITUSMAKSUMUS, KUI ARVUTUSLIK KÜTTEKOORMUS ON 10 kW:

* Elamu küttesüsteem (radiaator- või põrandaküte, torustik, reguleerimiseadmed, automaatika)	5100–6400 EUR
* Kahesüsteemne elekterküte majas (+ ca 3200 EUR suurune liitumistasu)	2600–3200 EUR
* Katlaseadmete maksumus olenevalt kütusest, katlast ja automatiseerimisest	
• tahkekütusel	5800–7000 EUR
• gaaskütusel	3800–5100 EUR
• küttepetsioliil	7000–7600 EUR
* Katlaseadme hoonesse paigaldamise kulud (arvestades kõiki tuleohutusnõudeid) koos ruumide ja pindadega tahke- ja vedelkütuse hoidmiseks (soojuspumpade korral neid kulutusi ei ole)	1600–2200 EUR
* Kaugküttesüsteemiga ühendatav täisautomaatne soojus-sõlm	2600–3800 EUR

LIGIKAUDNE EHITUSMAKSUMUS, KUI SAMAL ELAMUL ON SOOJUSPUMPAD:

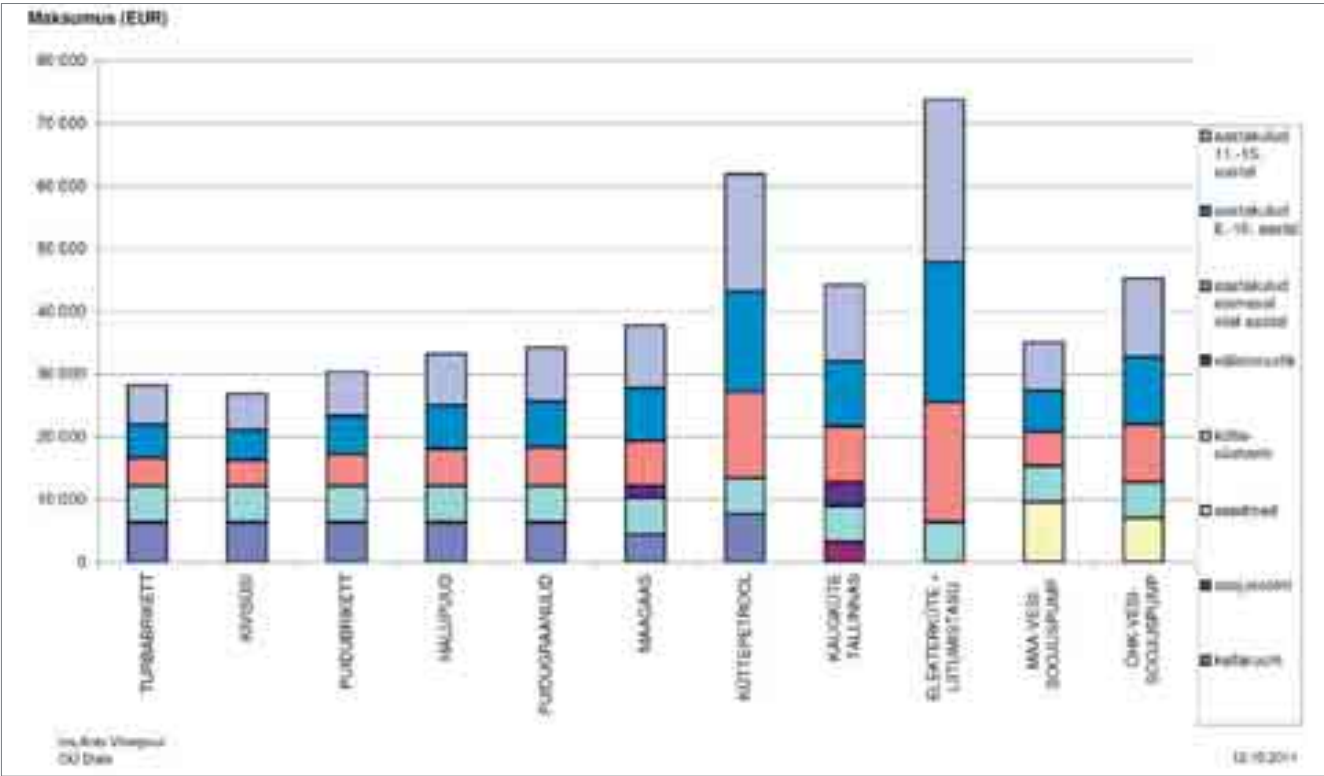
* Maa-vee-soojuspumba korral (maatorustik, soojuspump)	ca 9500 EUR
* Õhk-vee-soojuspumba korral (soojuspump)	ca 7000 EUR

*Maksumusele lisanduvad vee-keskküttesüsteemi ehitamiskulud

Tähelepanu väärib veel see, et kui ühelt poolt on oluline leida küttesüsteemi soodsaimad investeeringuid ja käituskulud, siis teiselt poolt on sama tähtis ehitada võimalikult väikese energiatarbega elamuid. On loota, et selles valdkonnas aitab kaasa ja loob vajaliku selguse kehtestatud ehitiste energiamärgisstatuut, milles on kirjas ehitiste

välispiirete soojusjuhtivuse (U-väärtuse) vähendatud suurused. Need määravad piirete (välissein, katuslagi, põrand) tõhusa soojusisolatsiooni paksuse ning see omakorda hoone küttesoojuskoormuse. Kui elamu aastane soojustarve väheneb, vähenevad ka kulutused kütmisele, olenemata kasutatavast kütuseallikast.

A.M.



KUIDAS ARVUTADA ENERGIATÕHUSA RENOVEERIMISE TASUVUST?

KALLE VIRKUS

Tartu Energiaagentuur

SELLEL, et ühel või teisel moel kulub hoonetele 40 % Euroopa Liidus tarbitavast energiast ja et renoveerimine on suurt säästuvõimalust pakkuv sektor, ei ole vist mõtet pikalt peatuda. Küll näib olevat vaja käsitleda renoveerimise tasuvuse arvutamist. Eriti annab selleks põhjust viimasel ajal leviv arvamus, justkui oleks renoveerimine energiatõhususe suurendamise eesmärgil kasutu tegevus.

Tuleb tunnistada, et kõige enam puututakse renoveerimise tasuvusarvutusega kokku energiaauditite kaudu. SA Kredexi kodulehel avaldatud energiaauditi miinimumnõuetes on öeldud, et audiitor peab soovitama vähemalt kolme tehniliselt võimalikku energiasäästumeedet, sõltumata nende maksumusest ning, kui võimalik, arvutama meetme lihttasuvusaja. Nõnda on

justkui ainsaks ja lõplikuks tasuvusnäitajaks kuulutatud lihttasuvusaeg, muudes dokumentides renoveerimise tasuvusajast juttu ei ole.

Üldistatult võib energiatõhusat renoveerimist vaadelda kui tavapärasest investeerimist ning selle tasuvust hinnata traditsiooniliste ja enamlevinud hindamisnäitajate – lihttasuvusaja, nüüdispuhasväärtuse (NPV) ja sisemise tasuvusmäära (IRR, ingl *internal rate of return*) kaudu. Siiski on energiatõhusa renoveerimise puhul vaja arvestada mitut iseärasust, mistõttu võib sel moel saada nii halvemuse kui ka paremuse poole moonutatud tulemusi.

Lihttasuvusaja kaudu hindamisel on kalduvus näidata väiksemaid ja lühemat kasutusiga andvaid meetmeid paremas valguses. Ei arvestata ka pidevalt muutuvaid hindu, eriti kapitali ja ener-

gia hindu. Kuigi nüüdispuhasväärtus ja sisemine tasuvus on tasuvuse hindamisel lihttasuvusajast oluliselt paremad näitajad, on ka nendel omad puudused ja teatud juhtudel võivad nende määramismeetodid anda teineteisele vasturääkivaid tulemusi, eriti mis puutub eri renoveerimismeetmete võrdlemisse.

Kompleksse energiatõhusa renoveerimise tasuvuse arvutamisel tuleks eelkõige hoolitseda selle eest, et arvutustes kajastuksid ainult need tööd, mis suurendavad hoone energiatõhusust. Näiteks tuleb suurpaneel-korterelamute fassaadide soojustamisel arvestada, et fassaad vajab betooni korrodeerumise tõttu nii või teisiti remonti [1] ning seetõttu tuleks energiatõhususe arvutamisel arvestada vaid neid töid, mis on seotud fassaadide soojustamisega. Sama kehtib ka kõigi muude tööde (katuse li-

Tabel 1. ANNUITEEDITEGURID

		Hoone olelusega (aastat)				
		5	10	15	20	50
Reaalintressi määr	3,0 %	0,218	0,117	0,084	0,067	0,039
	3,5 %	0,221	0,120	0,087	0,070	0,043
	4,0 %	0,225	0,123	0,090	0,074	0,047
	4,5 %	0,228	0,126	0,093	0,077	0,051

Tabel 2. ELAMU RENOVEERIMISEL SAADAV ENERGIASÄÄST

Tegevus	Pindala m²	Soojakadu enne renoveerimist MWh/a	Soojakadu pärast renoveerimist MWh/a	Sääst MWh/a
Otsaseinte lisasoojustamine (150 mm)	306,9	28,5	5,2	23,3
Külgsseite lisasoojustamine (150 mm)	750,08	69,6	12,7	56,9
Puitakende vahetamine (U = 2,6–1,5)	162,72	45,3	26,8	18,5
Välisuste vahetamine	12,25	2,3	2,0	0,3
Katuse lisasoojustamine (280 mm)	354,16	25,6	3,8	21,8
Lodžauste vahetamine (U = 1,5)	19,8	5,3	3,3	2,0
Soojustagastusega kohtventilatsioon		81,0	20,2	60,8
Kokku		260,2	76,6	183,6



sasoojustamine, keskküttesüsteemi ja soojussõlme vahetamine jms) kohta.

Arvestama peab ka renoveerimise reaalsel hinda. Nüüdispuhasväärtuse arvutamisel tuleb lähtuda õigetest diskontomääradest, nt peaks reaalse intressi saamiseks SA KredExi pakutavast intressimäärast lahutama inflatsiooni. Tasuvuse arvutamisel tuleks arvestada ka renoveerimistoetust ning see kalkuleeritud tööde hinnast maha arvata.

Kui meetme rakendamisega saavutatav kasutusiga on arvutusperioodist pikem, tuleks arvestada (muidugi diskonteeritult) vaid selle sisse jääva investeeringuosa.

Lõpuks tuleb õige tulemuse saamiseks arvesse võtta kõik muud kaasnevad kulud ja hüved. Näiteks kui hõõglambid asendatakse kompakt-luminofoorlampidega, peaks peale energiakulu vähendamise arvestama ka seda, et need lambid on kallimad, ent kestvamad ning nende vahetamiseks kulub vähem tööaega.

Õeldust võib järeldada, et energiaauditite miinimumnõuetes soovitatud lihttasuvusaja arvutamine on tõepoolest liigne lihtsustus. Kuigi kõigi loetletud tegurite arvesse võtmine on kindlasti korrektne, võib see suurele osale korteriühistuist ja ka muude hoonete valdajatele üle jõu käia. Seepärast on mitu üleeuroopalist ettevõtet ja organisatsiooni soovitanud energiatõhusa renoveerimise tasuvust hinnata lihtsustatud moel – säästetud energiaühiku hinna kaudu. Asjakäik on järgmine:

- 1) Arvutatakse investeeringu suurus, s.o meetmekompleksi energiasäästu-le suunatud osa tegelik maksumus.

Tabel 2. EELARVESTATUD RENOVEERIMISTÖÖDE ENERGIATÕHUSUSOSA

	Maksumus €	%	Energiatõhususosa €
Otsaseinad	15 350	30	4 605
Küljeseinad	37 500	30	11 250
Aknad (puidust)	24 300	20	4 860
Välisüksed	2 450	20	490
Katus	15 930	35	5 576
Lodžauksed	2 970	20	594
Küttesüsteem	35 000	50	17 500
Ventilatsioon	49 300	80	39 440
	182 800		84 315

- 2) Tegelikku, inflatsiooni võrra korrigeeritud diskontomäär arvestades arvutatakse investeeringu annuiteet – aastamakse meetme rakendamisega saavutatav kasutusea kestel. Selleks korrutatakse eelmises punktis leitud investeeringu suurus annuitediteguriga (tabel 1). Kui meetme eluiga on arvutusperioodist pikem, vähendatakse annuiteeti jääkväärtuse võrra. Saadud summa jagatakse eeldatava energiasäästuga ja saadakse säästetud energiaühiku hind.

Kirjeldatud moel arvutati Tartu Regiooni Energiaagentuuris Tartus, Kalda 40 asuva munitsipaalramu (fotol) renoveerimistööde tasuvus. Neljakümne korteriga viiekorruselise 1989. aastal ehitatud elamu, mille ehitusalune pind on 391 m² ja köetav pind 1941 m², tarbis aastail 2008–2010 keskmiselt 302 MWh soojusenergiat aastas, sellest 42 MWh tarbevee soojendamiseks. Energiaaudiiti põhjal soovitatud renoveerimistööd

ja nendest saadav osa energiasäästust on näidatud tabelis 2.

Kõigi tööde kogumaksumus oli 182 200 €. Maksumust ja eeldatavat aastast energiasäästu arvestades on lihttasuvusaeg 17 aastat. Eelarvestatud tööde energiatõhususosa on näidatud tabelis 3.

Renoveeritud elamu kasutuseaks võeti 30 aastat. Siis on diskontomäär 0,062 ja annuiteet $84\,315 \times 0,062 = 5227$ €. Kui see jagada saadava aastase energiasäästuga, jääb säästetava energia hinnaks 28 €/MWh. Kui arvestada, et soojusenergia maksab praegu Tartus 57 €/MWh, võib renoveerimist lugeda igati tasuvaks.

Viidatud allikas

1. Kalamees, T. jt. Eesti eluasemefondi suurpaneel-korterelamute ehitustehniline seisukord ja prognoositav eluiga. TTÜ, 2009.

TARK ELEKTRIVÕRK SMART GRID

JÜRGO PREDEN PhD

Defendec

TARGA ELEKTRIVÕRGU mõiste on väga lai, see ei hõlma üksnes kaugloetavaid vooluarvesteid või kaugjälgitavaid alajaamu, vaid võimaldab tulevikus muuta elektrivõrkude tööd, elektritootmist ja tarbimist ning nii era- kui ka äritarbijate tarbimisharjumusi. Kindlasti ei tähenda targa elektrivõrgu kasutuselevõtt seda, et „suur vend“ hakkaks reaalajas jälgima inimeste elektritarbimist või seda tarbijatele keelama.

Targas elektrivõrgus jälgitakse kõigi tarbijate hetketarbimist, püütakse selle põhjal hinnata elektritarbimist lähitulevikus ning sellele vastavalt reguleeritakse elektrijaamade hetketootmisvõimsust. Tänapäeval toimub see ka ilma targa elektrivõrguta, ent tootmise reguleerimine on palju ebatäpsem ja suurema viitega, mistõttu on keeruline toota täpselt sellises mahus, nagu tar-

bitakse.

Tarka elektrivõrku on vaja ka taastuvenergia laialdaseks kasutuselevõtmiseks, sest enamike taastuvenergiaallikate puhul on energia tootmine tsükliline – kui paistab päike ja puhub tuul, siis toodavad elektrit ka päikesepaneelid ja tuulikud. Selle energia arvel on võimalik vähendada fossiilseid kütuseid kasutavate klassikaliste elektrijaamade tootmisvõimsust, mis ei ole aga enamikus seda tüüpi elektrijaamades lihtne ega kiiresti lahendatav ülesanne – tootmisvõimsuse muutmine on aeganõudev protsess. Selle probleemi lahendamiseks on kaks võimalust – hoida suurte fossiilseid kütuseid kasutavate elektrijaamade tootmisvõimsus ühtlasena ning elektrienergia puudujääke katta fossiilset energiat (nt maagaasi) kasutavate dünaamilisemate elektrijaamade abil või ennustada energia

puudu- ja ülejääke sama ajakvandiga nagu on suurte elektrijaamade reguleerimisajad. Võimalik on ka osta või müüa energiat muudesse elektrivõrkudesse, ent sageli ei ole see lahendus, vaid lisab valemisse vaid uue muutuja. Energiatarbimise ennustamiseks on vaja tarbijate käitumustri mudeleid, mis võimaldavad prognoosida vajaliku energiahulka, ning vaadata ilmteadet, et saada teada, kui palju energiat suudavad taastuvenergiaelektrijaamad huvipakkavas ajaaknas toota.

Tark elektrivõrk võimaldab liigutada energiat ka kahes suunas nõnda, et tarbija saab tulevikus kodus (nt päikesepaneelide või tuuliku abil) toodetud elektrit sel ajal elektrivõrku tagasi müüa, kui tal seda üle jääb. See omakorda võimaldab sellistel perioodidel vähendada klassikaliste elektrijaamade tootlikust. Kuigi on selge, et fossiilseid kütuseid

12.märtsil 2012
toimub
Tallinna
Tehnikaülikoolis

www.esis.org.ee

50. automaatikapäev

kasutatavate elektrijaamade tootmisvõimsuse muutmine võtab aega, võib targa elektrivõrgu rakendamisküpsaks saamise korral olla võimalik elektrijaamade tootmisvõimsusi muuta ennetavalt, lähtudes varem tuvastatud elektri tarbimis- ja tootmismustritest.

Energiatootmise tsüklilisuse tõttu võib tulevikus energiahind olla praegusest veelgi muutlikum. Tark elektrivõrk võimaldab elektrihinnamuutuse viia tarbijani reaalajas, mis võimaldab nii eratarbijail kui ka ettevõttele reguleerida oma energiatarbimist elektri hetkehinda arvestades. See omakorda võimaldab tasakaalustada elektritarbimist kriitilistel hetkedel – kui tarbimine on hetketootmisvõimsuse piiri lähedal, elektri hind tõuseb, hinnatundlikud tarbijad vähendavad tarbimist ning see leevendab energia puudujääki.

Üheks probleemiks targa elektrivõrgu rajamisel on elektrivõrgu komponentide (vooluarvestid, alajaamad ja nende osad, elektrijaamad) muutmine targa elektrivõrguga ühilduvaks. Ülesandel on kaks aspekti: infotehnoloogiline ja energeetiline. Energeetilisest aspektist peavad need seadmed võimaldama energial liikuda targa elektrivõrgu juhtimisel. Infotehnoloogiline aspekt eeldab aga, et elektrivõr-

gu eri komponendid peavad olema võimelised vastu võtma ning saatma informatsiooni tarbimise, tootmise ja hinna kohta, s.o olema ühendatud digitaalsesse kommunikatsioonivõrku. On selge, et eri elektrivõrguseadmete vaheline kommunikatsioon peab olema turvaline, sest peale paljude muude aspektide on toimiv elektrivõrk strateegilise tähtsusega ka riigi julgeoleku seisukohast. Tark elektrivõrk vajab sellist infotehnoloogilist lahendust, mis võimaldaks sadade tuhandete sõlmedega võrgus (iga tarbimispunkt ja alajaam on võrgusõlm) tõhusat, töökindlat ja turvalist mitmesuunalist infovahetust, kusjuures iga võrgusõlme hind peaks olema väga madal.

Infotehnoloogiliste ülesannete lahendamiseks on pakutud mitmesuguseid lahendusi, nt Ameerika Ühendriikides sõidab eramaja juurest läbi vooluarvesti näitu lugivate kommunikatsioonivahenditega varustatud auto. On selge, et selline lahendus ei ole kuigi kuluefektiivne ega operatiivne.

Eesti ettevõtte *Defendec* on üle viie aasta arendanud niinimetatud arupuru- ja arupurul põhinevate võrkude tehnoloogiat. Nn arupurukübemed on miniatuurseid (tavaliselt ka odavad) traadita andmesideliidesega varustatud

arvutid, mis on suutelised omasugustega suhtlema. Kui arupurukübemed on üksteise „kuuldeulatuses“, moodustavad nad omavahel võrgu ning edastavad võrgusõlmede vahel andmeid. *Defendeci* arendatud kommunikatsiooniprotokoll võimaldab arupuru rakendada ka targa elektrivõrgu infotehnoloogiliste ülesannete lahendamisel. Selles valdkonnas on *Defendeci* tehnoloogia, mis võimaldab kiiresti ja madalate paigalduskuludega luua suuri mõõteseadmehõrke, unikaalne ka maailmamastaabis. Peale selle on *Defendec* andnud ka unikaalse turvalahenduse, mis võimaldab iga mõõteseadet turvaliselt ühendada serveriga. *Defendec* on andnud litsentsi oma tehnoloogia rakendamiseks Ameerika Ühendriikide ettevõttes *PowerCon*, kus *Defendeci* võrgukihti rakendatakse targa elektrivõrgu kodus paiknevate vooluarvestite jälgimiseks ja neisse info edastamiseks. *Defendec* töötab Ameerika Ühendriikides rakendatava kaugmõõtmislahenduse jaoks välja ka kommunikatsiooni-moodulit, mis turvaliselt ja töökindlalt edastab iga vooluarvesti lugemeid serverile. *Defendeci* tehnoloogia on targa elektrivõrgu infotehnoloogiliste ülesannete lahendamisel rakendatav ka Eestis. A.M.

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

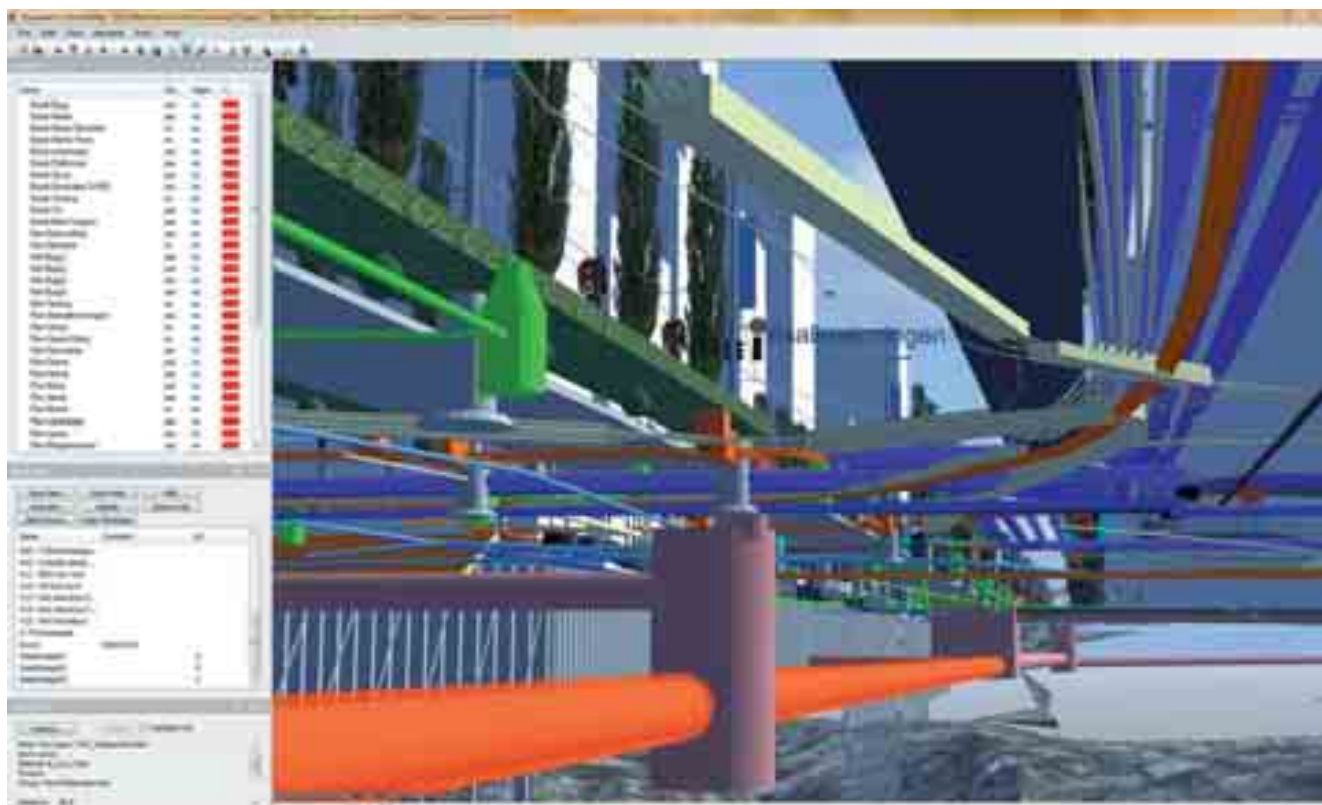
- 17.01.2012 **EHITA TERASELT.** Ruukki teraskatuste turvalisus. Osavõtt tasuta
- 24.01.2012 **AEROC energiasäästu seminar.** Osavõtt tasuta
- 26.01.2012 **Teede ehitamisel, rekonstrueerimisel ning hooldusremontidel kasutatavad uued tehnoloogilised ja IT-lahendused**

Veebruar

Betoonipäev

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

Vianova Systems Estonia OÜ asejuhataja, tarkvarakonsultant
ingmar@vianova.ee



Joonis 2. Taristu

Civil 3D. 3D-mudelite loomiseks on olemas mitmesuguseid tarkvararakendusi. Valdavalt on tegemist eriprogrammidega, mis üldjuhul nõuavad ka erioskusi. Tähelepanu väärib 3D-mudelite loomiseks mõeldud tarkvara *Novapoint Virtual Map*, mis erineb muudest tarkvaradest selle poolest, et töötab eespool nimetatud programmidega ning võimaldab teha mudeleid otse joonisel olevat teavet kasutades. Sel viisil on võimalik kombineerida eksisteerivaid ja planeeritavaid taristuprojekte ning siduda neid linnamudeliga.

Tarkvara olemasolule vaatamata töötab valdav enamik torustike projekteerijaid 2D-s ning vaid vähesed ettevõt-

ted kasutavad mudelipõhist projekteerimist. Teede projekteerimisel on olukord parem, sest mahukate teeprojektide koostamisel on peaaegu võimatu konkurents püsida, kui kasutatakse n-ö algelisi töövahendeid.

MUDEL OTSE LÄHTEANDMETEST

Tarkvaraga *Novapoint Virtual Map* (joonis 3) genereeritakse mudel *AutoCAD*i joonisest ning pinnamudelite ja torustike lisamiseks mudelisse on võimalik kasutada ka formaati *LandXML*. Joonistel 4 ja 5 kujutatud näidismu-



Joonis 3. Novapoint Virtual MAP





Joonis 4. Tallinn, Pärnu maantee ja Liivalaia tänava ristmik



Joonis 5. Tartu, Riia, Võru ja Tähe tänavate ristumiskoht



delite loomiseks saadi lähteandmed (maapinna kõrgused, hooned 3D-s, haljastus) Tallinna ja Tartu linnavalitsustelt.

Kui on tegemist suuremahuliste projektidega, mille koostamisse on kaasatud arhitektid, teede, torustike ja sildade projekteerijad ning ka telli-

ja, on kasulik (õigemini kohustuslik) kõik projekteeritu ja planeeritav enne ehitustöid ühte 3D-keskkonda kokku liita. Seda on vaja selleks, et oleks koht, kus kontrollida taristu kõiki võimalikke ristumisi ning vajaduse korral analüüsida suuremate hoonete tekitatud varje. Siis näeb ka projekti tellija või otsustaja, kes tihtipeale ei pruugi olla tiptasemel insener, mida ehitama hakatakse (joonis 6). Kõike seda paberil kontrollides on vead kiired sisse tulema ja ilmselt jääb nii mõnigi viga märkamata.

Kokkuvõtteks võib öelda, et tänaseid toiminguid ära viska homse varna ehk tehtagu algust linnade BIM-mudelite loomisega juba täna. Projekteerijad, kes ei ole veel võtnud kasutusele 3D-tarkvara, astugu julgelt samm edasi, siis saab nende töö uue mõõtme!

A.M.



Joonis 6. Teed, sillad ja taristu kõik ühes mudelis (HW 150, Oslo ümbersõit, Vianova Plan og Traffic AS)

OOTAME TEID OSALEMA **16. rahvusvahelisel** **ehitusmessil**



Eesti ehitab
Est build
2 0 1 2

11. - 14. aprillini 2012

Eesti Näituste
messikeskuses

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



Käesoleva aasta TEUK-XIII konverentsil tutvustas projekt GaasiKiirTee surugaasi- ja biometaanisõidukeid maaülikooli peahoone ees. Pildil surugaasil sõitev prügiveoauto Mercedes-Benz Econic NGT 2628 Foto: OÜ Mõnus Minek SEES

BIOGAAS MOOTORIKÜTUSENA EESTIS

TAUNO TRINK ja AHTO OJA

OÜ Mõnus Minek SEES, IEE GaasiKiirTee partner Eestis

BIOGAASI saadakse biomassi anaeroobse kääritamise teel ning see on üks viis gaasi tootmiseks taastuvatest energiaallikatest. Anaeroobne käärimine on olemuselt sama, mis toimub soodes või loomade organismis. Biogaasi toormeks võivad olla põllumajandusmaal kasvav biomass (hein, teravili, õlikultuurid) või tootmisjäätgid (sõnnik, reoveemuda, orgaanilised jäätmed). Biogaasi (prügilagaasi) tekib ka orgaaniliste jäätmete anaeroobsel lagunemisel prügilates. Biogaasi, milles on tavaliselt 50–70 mahuprotsenti metaani (CH_4), 30–40 % süsihappegaasi (CO_2), alla 3 % väävelvesinikku (H_2S) ja ammoniaaki (NH_3) ning alla 1% vesinikku ning mille kütteväärtus jääb enamasti vahemikku 5–7 kWh/m³, saab kasutada elektri- ja/või soojusenergia tootmiseks. Biogaasi kui taastuva kütuse kasutamine fossiilsete kütuste asemel vähendab kasvuhoonegaaside paiskamist atmosfääri. Biomassi käärimisjäätke on võimalik kasutada põldude väetamiseks, viies sel moel taimetoitained tagasi aineringsse.

Eestis toodetakse praegu biogaasi ASi Tallinna Vesi Paljassaare reoveepuhasti, ASi Narva Vesi reoveepuhasti, OÜ Saare Economics Jööri sigala, Salutaguse PT reoveepuhasti ja ASi Kuresaare Veevärk biogaasijaamades. Lühiajal hakatakse biogaasi tootma ka Tartu Veevärgi reoveepuhastis kogunevast settest. Biogaasi kogutakse ka Väätsa, Jõelähtme, Pääsküla ja Paikuse prügilas. Arendamisel on Aravete Biogaas ning KIKilt on saanud investeeringutoetust Ilmatsalu, Vinni, Oisu, Torma, Põlva ja Loo biogaasikompleksid.

Biogaasi puhastamisel saadav biometaan sobib mootorikütuseks. Eestis praegu biometaani veel ei toodeta, samas seisab Eesti küllaltki tõsise probleemi ees, kuidas täita aastaks 2020 seatud eesmärki: saavutada taastuvenergia osakaaluks veonduses kasutatavatest kütustest 2,7 %. Taastuvatest allikatest toodetud autokütuste aastane tarbimismaht peaks siis olema 92 ktoe (3912 TJ). Aastal 2009 oli biokütuste turuosa kõigest 0,6 % – 1 ktoe (26 TJ), mis tähendab, et Eesti pole suutnud püsida

võetud kohustuse täitmise graafikus [1]. Biometaani tootmine oleks üks võimalusi olukorra parandamiseks. Muid biokütuseid on meil mingil määral toodetud: biodiisli Maksu- ja Tolliameti andmetel 2010. aastal 3 518 264 liitrit ning Ants Pak'i Kadarbiku talus veidi bioetanooli, mida seal mootorikütuseks küll ei kasutatavat. Enamik Eestis kasutatud biodiislist ja kogu bioetanool imporditi [2].

Biometaan on puhastatud biogaas, mille kvaliteet vastab loodusliku maagaasi omale. Et biometaani saaks Eesti maagaasivõrku juhtida, peab see sisaldama vähemalt 98 % metaani. Siis on ta piiranguteta kasutatav kõigeks, milleks maagaas, sh surugaasiautodes, nii puhtal kujul kui ka segus maagaasiga. Surugaasi- ja biometaanisõidukid eritavad mürgist vingugaasi bensiiniautoga võrreldes kuni 75 % ja diisliga võrreldes kuni 50 % vähem, tahkeid osiseid on gaasiauto heitgaasis alla 0,4 %.

Eestis annab biometaani tootmiseks lähitulevikus lootust see, et biometaan on ainuke biokütus, mille aktsiisivabas-

tus jätkus ka pärast 2011.aasta juulit, mil see muudele vedelatele biokütustele lõppes. Biometaani tootmiseks ja müümiseks pole aktsiisilao luba vaja ning kütuseaktsiisi ei pea maksma. Lühiajal on PRIA bioenergia tootmise investeeringutoetuste taotlemistingimustesse (meede 1.4.3) kavas sisse viia toetus põllumajandusmasinate mootorite ümberehitamiseks nõnda, et nad peale diiselkütuse saaksid kasutada ka biometaani.

Eestis on biogaasi teoreetiliseks tootmismahuks hinnatud 544 mln Nm³/a, millest majanduslikult kasutatavat oleks 391,5 mln Nm³/a.

Viimasest saaks mootorikütuseks sobivat biometaani (98 % CH₄) koguni 235 mln Nm³/a, mis moodustaks ligi kolmandiku Eestis müüdavast maagaasikogusest (2010.aastal oli see 702 mln m³) [3]. Odavaim viis biometaani transportida on mööda olemasolevat maagaasitorustikku. Biometaani juhtimist maagaasivõrku reguleerib Euroopa Parlamendi direktiiv 2003/55/EC, mis lubab seda sisestada maagaasivõrku kogu Euroopa Liidus. Eestis seda veel tehtud ei ole. Ettevõtte OÜ Mõnus Minek SEES 2010. aasta uuringu tulemustest selgus, et kaheksas Eesti maakonnas on biometaani võimalik tootmismahut maagaasi aastatarbimisest suurem, ühes maakonnas saaks seda toota rohkem kui kulub mootorikütuseks diisli ning kuues rohkem kui tarvitatakse bensiini.

NGVA (*Natural & Bio Gas Vehicle Association*) andmetel oli Eestis seisuga 01.06.11 ühtekokku 69 surugaasisõidukit (60 tavasõidukit, 6 bussi ja 3 veoautot) [4]. Surugaasisõidukeid saab tankida vaid Tallinnas (Suur-Sõjamäe 56a) ja Tartus (Tähe 135) asuvates ASI Eesti Gaas surugaasitanklates. Üks kilo surugaasi, mis maksab 0,677 €/kg, on võrdväärne 1,34 l bensiiniga A95 ja 1,22 l diiselkütusega. Biometaan ei tohiks olla surugaasist märkimisväärselt kallim, hind olgu pigem võrdne või natuke madalam. Suure tõenäosusega lisandub lähitulevikus maagaasitanklatele ka biometaanitankla(id), mille rajamist toetab ja edendab Eestis oma uuringute ja tasuvusanalüüsidega projekt GaasiKiirTee selleks, et peale surugaasiautode tuleks juurde ka biometaanil sõitvaid sõidukeid. Kus need tanklad paikneda võiksid, on näidatud



Joonis 1. Praegu töötavate (helesinised) ja projektis GaasiKiirTee soovitatud (tumesinised) surugaasitanklate (CNG) ning maagaasitorustikest eemale jäävate biometaanitanklate (CBM – rohelised) võimalikud asukohad

joonisel 1. Projekti peamine sihtgrupp on bussi-, raskeveoki-, prügi-, kuller- ja taksofirmad ning olemasolevad ning potentsiaalsed biometaanitootjad. Projekti Eesti-poolne partner on OÜ Mõnus Minek SEES.

Riigi energiavarustuskindluse seisukohast on oluline energiaallikate mitmekesisus, mistõttu biogaasi (sh biometaani) suuremahulisem tootmine rikastaks riigisest energiaportfelli ning aitaks kaasa taastuvenergiaallikatest toodetud mootorikütuste eesmärgiks seatud osakaalu saavutamisele. Biogaasi kasutamine ja sellega tegelemine on üks Eesti arenguvõimalusi. Maapiirkondades ja -asulates aitaks see lahendada tööhoiveprobleeme, edendada taastuvenergia tootmist kohalikust toormest, mis omakorda mõjutaks keskkonda (vähendaks lämmastikühendite jõudmist pinna- ja põhjavette ja atmosfääri metaanisaastet), jäätmekehtlust ja tasakaalustatud regionaalset arengut ning elavdaks kohalikku majandust ja uuendustegevust. Tulevikus võiks mõelda biogaasist saadava taastuvelektri võrguhaldaja-poolse ostukohustuse ja fikseeritud ostutariifiiga biometaani ostukohustuse kehtestamisele kokkulepitud hinnaga. See paneks ettevõtjaid biometaani tootmisvõimalusi aktiivsemalt realiseerima.

A.M.

Viidatud allikad

1. Lahtvee, V. Metaangaasiliste (maa-

gaas ja biometaan) mootorikütuste kasutamist edendavate ja takistavate tegurite ja teiste maade kogemuste analüüs ning ettepanekud Eesti vastava seadusandluse täiendamiseks. OÜ Mõnus Minek SEES, IEE GasHighWay Projekt, Tallinn 2011: www.monusminek.ee/GaasiKiirTee.php.

2. Biokütuseid puudutavad aktsiisilased muudatused alates 27.07.2011 (seisuga juuni 2011) (Peeter-Tanel Orro: <http://www.emta.ee/?id=30581>).

3. Oja, A. Trink, T. Estonian experiences of SME-s introducing biogas technologies. Nordic Bioenergy Conference, Jyväskylä, Finland, 5–9 September 2011.

4. <http://www.ngvaeurope.eu>.

Lisateavet ja -lugemist:

<http://www.monusminek.ee> > GaasiKiirTee > ettekanded seminaridest/infopäevadest

<http://www.monusminek.ee/Uudised.php>

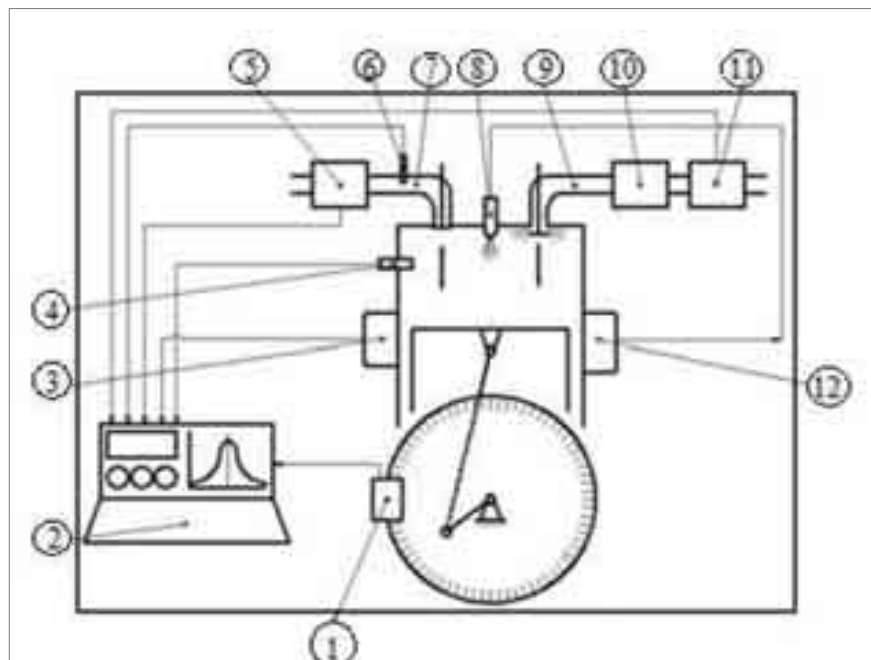
<http://www.facebook.com/> > Gaasi-juurde

<http://www.gashighway.net/surugaas-bio-metaan> (Blogi)

<http://www.gashighway.net>

<http://cngeurope.ic.cz/> (Euroopa CNG-tanklate kaart)

BIOETANOL DIISELMOOTORIKÜTUSENA



**RISTO ILVES, VILLU MIKITA,
ARNE KÜÜT, JÜRI OLT**

Eesti Maaülikooli tehnikainstituut

BIOETANOOLI kasutatakse mootorikütusena paljudes riikides, selles valdkonnas on edukamad Brasiilia, USA, Saksamaa ja Rootsi. Praegu kasutatakse seda peamiselt sädesüütega mootorites, diiselmootoris laialdaselt veel mitte, sest seda takistavad selle kütuse ebasoodsad füüsikalised-keemilised omadused:

- kõrge isesüttimistemperatuur;
- madal tsetaaniarv;
- väike viskoossus;
- suur veesisaldus;
- halvad määrimis- ja käivitusomadused;
- ei segune fossiilsete kütuste ega taimsete õlidega.

Kõrge isesüttimistemperatuuri (420 °C) tõttu bioetanool tavadiiselmootoris ei sütti, mis on tingitud etanooli omadusest neelata kokkusuurumisel tekkivat soojusenergiat. Seetõttu tuleb bioetanooli kasutamiseks tõsta diiselmootori surveastet ning sel moel tekitada silindris etanooli süütamiseks vajalik rõhk ja temperatuur. Samas muudab etanoolkütuse madal tsetaaniarv mootori töö jäigaks, see omakorda tekitab vibratsiooni ning mootoriosad võivad puruneda. Etanooli suur veesisaldus



◀ **Joonis 1. Kahe toitesüsteemiga diiselmootori põhimõtteskeem:**
1 on vāntvōlli pōördenurga ja pōörlemissageduse andur,
2 mootori juhtpult koos seadmega AVL Indimodul,
3 mootori rõhu- ja temperatuurianduriplakk,
4 rõhuandur Kistler 701A,
5 heitgaasianalüsaator BAE 350-FIN,
6 heitgaasi temperatuuriandur,
7 väljalaskekollektor, 8 pihusti,
9 sisselaskekollektor, 10 karburaator,
11 õhu vooluhulga mõõtur SuperFlow 6-1490,
12 diiseltoiteaparatuur koos juhtimisüsteemiga Horiba ATS LFM 2003

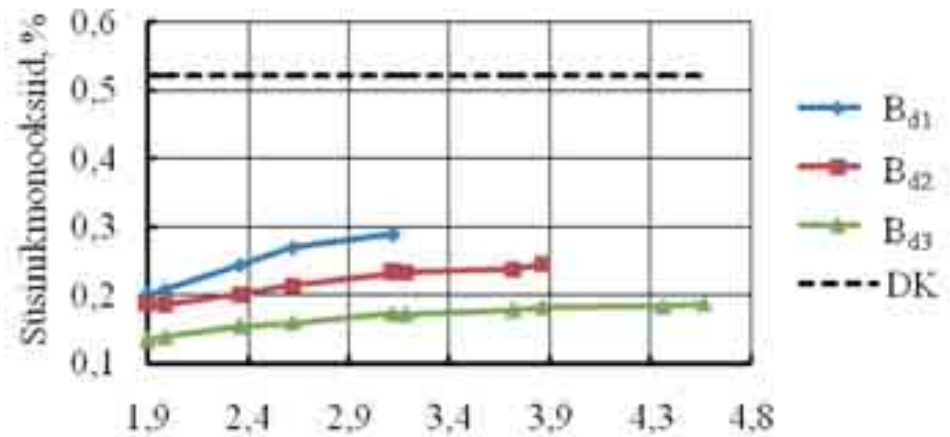
Foto: Eesti Maaülikool

põhjustab diislitoiteaparatuuri täppispindade korrodeerumist ning halvad määrimisomadused nende kiiret kulumist. Käivitusomaduste parandamiseks lisatakse diiselmootorile süsteem, mis elektrisädeme abil süütab küttesegu silindris, ent siis ei ole enam tegemist diiselmootoriga.

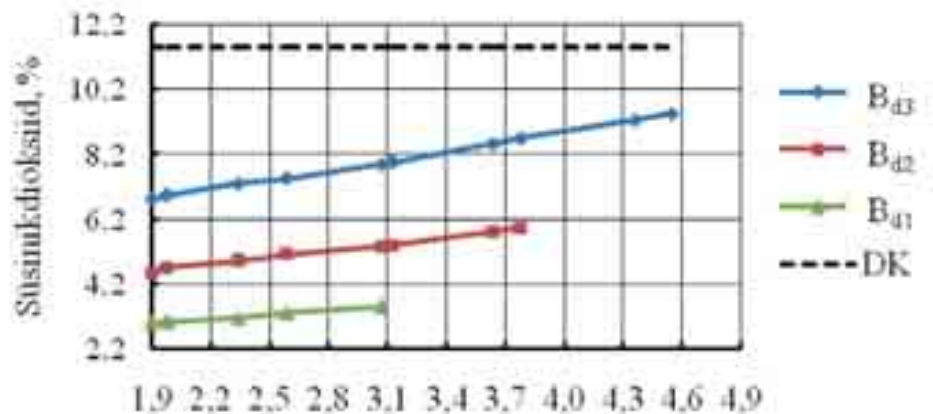
Perspektiivne on kasutada bioetanooli koos diislikütusega, et töösegu käivitus- ja koormusrežiimidel õigel ajal süttiks. Selleks varustatakse diiselmootor kahe toitesüsteemiga. Etanool pihustatakse silindrisse täiendavalt kas sisselaskekollektorisse või otsepritsides. Kahe toitesüsteemiga töötava mootori põhimõtteskeem on kujutatud joonisel 1.

Eesti Maaülikooli mootorikatselaboris uuriti kirjeldatud meetodil etanooli mõju kütuse põlemisele diiselmootoris, sh bioetanooli vesilahusest ja diislikütusest moodustatud küttesegu mõju diiselmootori heitgaasi koostisele. Käesolev artikkel on lühikokkuvõtte tehitud tööst. Tehti kindlaks gaasi kahjulike koostisosade (CO , CO_2 , NO_x , HC) ja suitsususe sõltuvus etanooli vesilahuse hulgast küttesegus. Katseis oli diislikütusekulu 1,35, 2,33 ja 3,05 kg h^{-1} , s.o kuuendik kuni kolmandik normaaltingimustel töötava diiselmootori kütuse tunnikulust. Sellises mahus pealeantava kütusekoguse iseloomustamiseks kasutatakse järgnevalt juhtpritse mõistet. Katsemootoriks valiti kahesilindriline õhkjahutusega diiselmootor D-120, mille ehitus võimaldas mõõta põlemisrõhku silindris. Mootori pöörlemissageduseks valiti 1300 min^{-1} . Kasutati bioetanooli 60-protsendilist vesilahust. Diislikütuse eri juhtpritsete korral suurendati järk-järguliselt pealeantavat bioetanoolikogust. Katsetulemused on kujutatud alljärgnevatel graafikutel.

Joonisel 2 on näha, et kõigi juhtpritsete korral kaasneb bioetanoolikoguse kasvuga heitgaasi süsinikoksiidisisalduse suurenemine. Mida rohkem oli kütusesegus diislikütust, seda vähem oli heitgaasis süsinikmonooksiidi (vingugaasi), sest põle-



Joonis 2. Diiselmootori heitgaasi süsinikoksiidisisalduse sõltuvus bioetanooli vesilahuse tunnikulust järgmiste juhtpritsete korral: $B_{d1} = 1,35 \text{ kg h}^{-1}$; $B_{d2} = 2,33 \text{ kg h}^{-1}$; $B_{d3} = 3,05 \text{ kg h}^{-1}$; DK – diislikütus

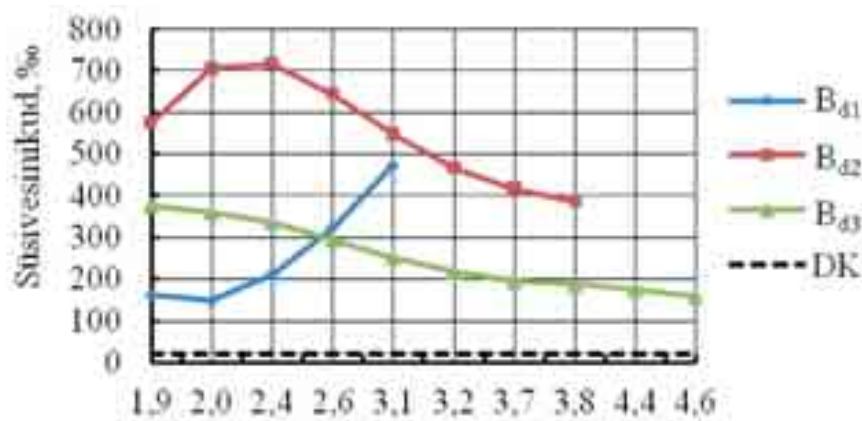


Joonis 3. Diiselmootori heitgaasi süsinikdioksiidisisalduse sõltuvus bioetanooli vesilahuse tunnikulust, kui juhtpritse oli: $B_{d1} = 1,35 \text{ kg h}^{-1}$; $B_{d2} = 2,33 \text{ kg h}^{-1}$; $B_{d3} = 3,05 \text{ kg h}^{-1}$; DK – diislikütus

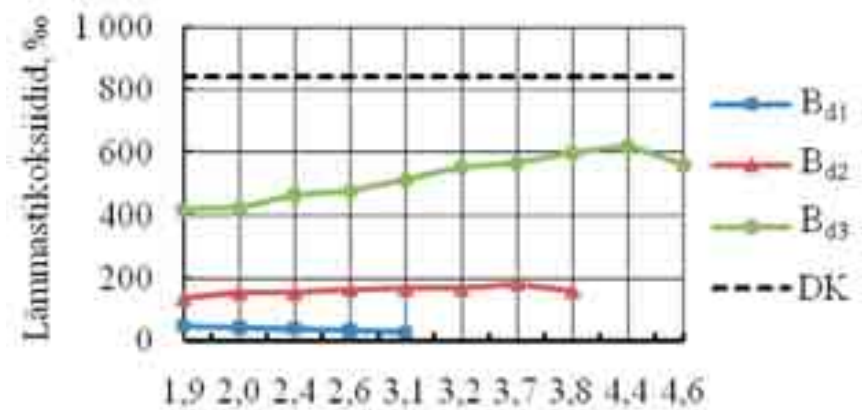
mistemperatuur oli siis kõrgem ning vingugaas põles tõhusamalt välja. Mida vähem oli küttesegus diislikütust, seda pikem oli süüteviivis ning kiirem süsinikmonooksiidi väljapõlemine. Märkimisväärne on see, et bioetanooli kasutamisel on heitgaasi süsinikmonooksiidisisaldus tunduvalt väiksem kui mootori töötamise korral puhta diislikütusega (kriipsjoon graafikul). Süsinikdioksiidisisaldusega on asi vastupidi (joonis 3). Juhtpritse ja mootorikütuse suurema bioetanoolisisalduse puhul on küttesegu hulk suurem ning seetõttu tekib rohkem ka süsinikdioksiidi, sest küttesegu reagentide (hapnik, süsinik, vesinik) koguse suurenemisel tekib silindris rohkem põlemiskeskmeid ning põlemine intensiivistub. Kui aga mootor töötab ainult diislikütu-

sega, tekib süsinikdioksiidi märksa rohkem (kriipsjoon graafikul).

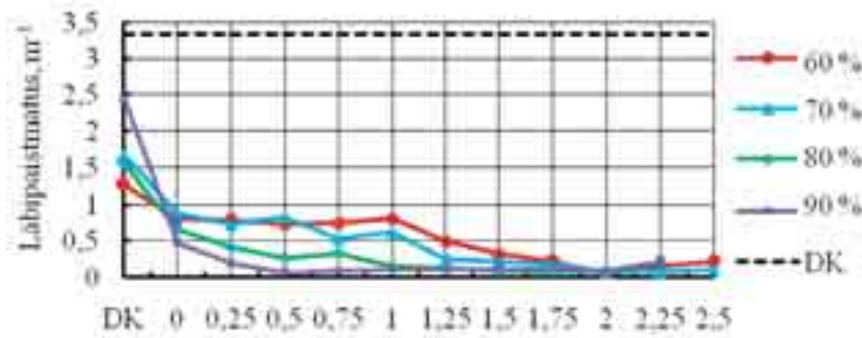
Diiselmootori heitgaasi süsivesinikesisalduse muutumist eri juhtpritsete korral kujutab joonis 4. Kui juhtpritse suureneb, suureneb ka põlemata süsivesinike osakaal heitgaasis. Diiselmootori töötamisel juhtpritsiga B_{d1} süsivesinikesisaldus kasvab. Juhtpritsete B_{d1} ja B_{d2} (etanooli tunnikulu kuni 2,4 kg h^{-1}) korral näitab see, et küttesegu tõhusaks põlemiseks peab selle koostisosade vahetõrge olema optimaalne. Kui diislikütust on küttesegus vähe (B_{d1}), siis põlemise lõpptemperatuur on madal, etanooliga lisanduvad süsivesinikud ei põle heitgaasist välja ning paisatakse õhku. Juhtprits B_{d3} korral etanoolilahuse kogus suureneb ning heitgaasi põlemata süsivesinike sisal-



Joonis 4. Diiselmootori heitgaasi süsivesinikesisalduse sõltuvus bioetanooli vesilahuse tunnikulust, kui juhtpritse oli: $B_{d1} = 1,35 \text{ kg h}^{-1}$; $B_{d2} = 2,33 \text{ kg h}^{-1}$; $B_{d3} = 3,05 \text{ kg h}^{-1}$; DK – diislikütus



Joonis 5. Diiselmootori heitgaasi lämmastikoksiidisaldus sõltuvus bioetanooli vesilahuse tunnikulust, kui juhtpritse oli: $B_{d1} = 1,35 \text{ kg h}^{-1}$, $B_{d2} = 2,33 \text{ kg h}^{-1}$ ja $B_{d3} = 3,05 \text{ kg h}^{-1}$; DK – diislikütus



Joonis 6. Diiselmootori heitgaasi suitsususe sõltuvus bioetanooli vesilahuse osakaalust kütuses ning pealeantavast kogusest; DK – mootor töötab ainult diislikütusega

dus väheneb. Sellise küttesegu korral tekib silindris optimaalne hulk uusi põlemiskeskmeid, töösegu põlemine muutub tõhusamaks ning süsivesinikke on heitgaasis vähem. Katseandmetest selgub, et bioetanoolkütuse kasutamisel tuleb heitgaasi süsivesinikesisalduse vähendamiseks võtta kasutusele heitgaasi tagastussüsteem, mis juhib põlemata süsivesinikud silindrisse tagasi.

Etanooli juhtpritse suurendamine suurendab heitgaasi lämmastikuühendisisaldust. Lämmastikühendid tekivad siis, kui põlemistemperatuur on kõrge. Küttesegus olev etanool alandab põlemistemperatuuri ning heitgaasi jääb vähem lämmastikuühendeid. Etanoolilahuse mõju lämmastikühendite tekkimisele kütuse põlemisel kujutab joonis 5.

Diiselmootori heitgaasi suitsusus sõltub kütuse etanoolisisaldusest. Joonisel 6 on kujutatud 60-, 70-, 80- ja 90-protsendilise etanoolilahuse mõju diiselmootori suitsususele. Diiselmootoris tekivad kütuse põlemisel suits, nõgi, tahm ja koks. Koks tekib siis, kui põlemistemperatuur on kõrge. Heitgaasi suitsusust iseloomustab suitsu, nõge ja tahma summa. Suitsusust mõõdeti katsemootori nimirežimil (pöörlemissagedus 1800 min⁻¹). Joonisel on näha, et etanoolilahuse osakaalu ja pealeantava koguse kasvamisel heitgaasi suitsusus väheneb.

Kokkuvõtteks. Etanooli lisamine diiselmootori küttesegusse vähendab heitgaasi kahjulike ühendite (v.a põlemata süsivesinike) sisaldust. Uuring tõestas, et diiselmootor töötab juhtpritse baasil seguga, milles on vähemalt 60 % etanooli. Etanoolkütused, mida saab toota ka biomassist, võimaldavad vähendada fossiilkütuste kasutamist. Etanooli kasutamist diiselmootoris pidurdab sellealaste kogemuste ja elektrooniliselt juhitate toitesüsteemide ehitamisoskuste puudumine. Eestis on praeguse maksupoliitika juures põllumeestel raske bioetanoolkütust toota ja seda mootorites kasutada. Selleks et bioetanool muutuks Eestis perspektiivseks kütuseks, on põllumeeste jaoks vaja välja töötada tõhus bioetanooli väiketootmistehnoloogia, anda neile oskusteavet diislitoitesüsteemide ümberehitamise kohta ning seaduslik õigus talutingimustes toota mootorikütuseks kasutatavat bioetanooli.



Foto 1. Üldvaade paepõrandaga kliburannale põhjast. Esiplaanil kulutusrand paljanduvate paekihtidega jalamil, rohkete rändkividega, keskel kinnikasvanud rohurand, tagaplaanil mets ja pank Soegininal

Fotod: Rein Einasto

VAADATES KIVI SISSE

VESIKU KIHTIDE PALJANDIS ELDA POOLSAARE LÄÄNERANNAL SAAREMAAL

REIN EINASTO

Paevana

SUURIMAKS PAEELAMUSEKS tänavusel paesuvel Kaugatuma sõr-muspae paljandi kõrval (Einasto ja Koldits 2011) oli aastaid kavandatud ja ikka edasi lükkunud külaskäik Elda poolsaare läänerannal Tingissääre ja Pätumaa vahelisele rannalõigule, kus Rootsiküla lademe Vesiku kihid paljanduvad väljaspool stratotüüpset Vesiku ojasängi kõige esindusli-

kumalt vaid olukorras, kui „meri on maas”. Tänavu 13. augustil, kui merepind oli tavalisest ligi 20 cm madalamal ja kaldalähedane paepõrand vee alt vabanenud ning vaatlusteks parimas seisundis, see külastus tänu mu kiviuvilisest kaasa abivalmis soovri-teenusele lõpuks ka teostus.

Ja kohe alguses – üllatus, mille kohta Fred Jüssi elutarkus „Kui ta-

had näha uut, käi vanu radu” käib eriti hästi. Ületades kitsa paeklibuse rannavalli sõidutee ja veepiiri vahel, avanes pilgule mälpildist sootuks erinev vaade: lahe lõunapoolses rannalõigulis on 1956. ja ka 1974. aastal hästi paljandunud paepõrand nüüd mitmeaastase rohurindena kinni kasvanud (foto 1); põhjapoolsel rannalõigul lahe keskosas, vastupidi, on

toimunud paepõrandat katva klibuvalli märkimisväärne ärakanne, mille tulemusel madal trepiline paeastang rannavalli jalamil – hästi paljandunud, kokku kuni 0,7 m paksuses (foto 2).

Vesiku kihtidele tüüpilise helehalli peitkristallilise lubjakivi ja mikrokihilise peenliivakas-savika *Eurypterus*-domekivi (domeriidi) õhukesekihiline ja peenmulgjas vaheldumine (Einasto 1970) esineb nii paljandunud astangu ülemises osas (0,3 m), kus valdab lubjakivi, kui ka paljandi veealuses osas (vaadeldav kuni 0,2 m), kus valdab domekivi. Selline laguunitekkeline lubjakivi ja domekivi „vesiku-tüüpi vaheldumine” on peale Lääne-Saaremaa teada veel vaid Süda-Eestis Raikküla lademe avamusel Märjamaa ja Rapla vahemikus kuulsa Orgita raid-dolokivi lasundi lamamis (vahetult allpool olevas).

Kõige huvipakkuvam ja detailiderohkem selles värskes paljandis on kahtlemata keskmine 20 cm paksune sileda pealispinnaga **kõvema lubjakivi vahekiht** selgete tasaste roostepruunide **katkestuspindade** vahel. Merkivi kelmeid mööda jaguneb kiht ilmastiku mõjul kaheks-kolmeks plaadiks (foto 2). Struktuuri ja kivististe sisalduse poolest, seega ka tekkelooliselt, erinevad vahekihi alumine ja ülemine pool suurel määral. Nende osade piiri tähistab sile katkestuspind. Selle kihi sisse katsume tähelepanelikumalt vaadata, liikudes tekkimise ajaga vastavuses alt üles.

Vaadeldava **vahekihi lamamiks** on õhukeste (1–



Foto 2. Paeklibu-rannavalli jalamil paljandunud kaheks-kolmeks plaadiks lõhenenud kõvema lubjakivi vahekiht, peal tasase roostese katkestuspinnaga



Foto 3. Karpvähilistega kaetud kiht katkestuspinnast vahetult kõrgemal

2 cm) plaatja lubjakivi vahekihtidega *Eurypterus*-domekivi, milles ürgvähiliste skeletiosi esineb harva. Suurimat huvi pakuvad need lubjakivi vahekihid, mille keskel kulgeb tasane roostene (porsumata kivimis püriitne) katkestuspind ja sellel näeme ainult ühe kihina väikesi **ostrakoode (karpvähilisi)**, kõik kaanekumerusega ülespoole (foto 3) – ilmne kinnitus lainetuse mõjust merepõhjale, kus vee sügavus võis olla alla ühe meetri. Seda, et merepõhi ajutiselt ka kuivale jäi, kinnitavad lubimudases settetehis (peitkristalse lubjakivi vahekihtides) halvasti säilinud **kui-vuslõhed** vähemalt kahel lähestiku- sel tasemel vaid mõnesentimeetrise vahega. Huvialuse **vahekihi alumine pind** on laudtasane sile katkestuspind arvukate peenikeste (ca 1 mm) torukujuliste süvenditega – *Trypanites*-käikudega, mis tänapäevaste analoogide alusel tõendab, et merepõhi oli nende „puurivate” (lubjaki-

vi lahustavate) vetikate elutegevuse eel kivistunud (Hecker 1960, Orviku 1961). See katkestuspind lõikub lamavaisse kihtidesse **põiksusega**, mille kinnituseks on lasuv muutliku paksusega **peitkristalse** lubjakivi väikestest lapikutest veeristest koosnev **konglomeraadi kiht**, kindel tunnus **kulutusest** lünga ajal. Vahekihi ülemise poole moodustab rohkete väikeste (kuni 2 cm) **onkoliitidega sibulpaas**. Viimast eraldab lamavast konglomeraadist selge katkestuspind, millele on kasvanud väikesed sambjad, kuni 3 cm kõrgused **stromatoliidid**. Loetletud tekkeloolised tunnused kõnelevad üheselt sellest, et vaadeldav vahekiht moodustab uue **settimistsükli basaalkihi**, mis rööbistub ajaliselt analoogiliste vahekihtidega Kipi puursüdamikus Vesiku kihtide keskel sügavusvahemikus 34,2–35,4 m. Kipi läbilõikes on konglomeraadi ja stromatoliitidega kihi vahel veel õhuke 2 cm ooiid-lub-

jakivi vahekiht, mida loodan tutvustada ajakirja järgmises numbris.

Kirjandus:

1. Einasto, R. 1970. Rootsiküla lade. – Eesti silur. ENSV TA Geol. Inst. / Toim. D. Kaljo. Tallinn: Valgus, lk 264–276 (vene keeles).
2. Einasto, R., Koldits, M. 2011. Vaadates kivi sisse. Kaugataval kivististega kihipindu imetlemas. – Keskkonnatehnika nr 5, lk 40–41.
3. Orviku, K. 1961. Diskontinuiteedipinnad Volhovi ja Kunda lademes. – Geoloogiline kogumik. Tartu, lk 16–25.
4. Hecker, R. 1960. Tasane kaljune merepõhi fossiilse faatsiesena (kivise merepõhja tüüpidest). – ENSV TA Geol. Inst. Uurimused V, Tallinn, lk 199–227 (vene keeles).



Ehitamisülesande (team design) lahendamine BESTi Insenerivõistluse 2011 finaalis Foto: Raimo Hiiepuu

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOIS PANID ENNAST PROOVILE TULEVASED INSENERID!

KRISTIINA MARTIN

kristiina.martin@BEST.ee

TEIST AASTAT järjest toimus Tallinna Tehnikaülikoolis (TTÜ) tudengiorganisatsiooni BEST (*Board of European Students of Technology*) poolt korraldatud BESTi Insenerivõistlus. Üritus on suunatud insenerihariduse propageerimisele Euroopas ning annab tudengitele ainulaadse võimaluse panna enda võimed proovile ning tutvuda firmade esindajatega.

TTÜs aset leidnud Insenerivõistlus on rahvusvahelise võistluse EBEC (*European BEST Engineering Competition*) Eesti eelvoor.

Käesoleval aastal võttis BESTi Insenerivõistlusest osa 146 tudengit, kes panid

enda teadmised proovile kuues valdkonnas: majandus, ehitus, informaatika, energeetika, mehaanika ja keskkond. Võistluse eelvoor toimus TTÜs ning finaali Tallinna AHHA keskuses. Finaali pääses igast eelvoorust üks võistkond.

PROBLEEMIDELE OTSIS LAHENDUSI 146 TTÜ TUDENGIT

Esimesel päeval, 2. novembril, astusid Tallinnas toimuva võistluse eelvoorus võistlustulle kõik 146 registreerunut. Eelvoore toetas neli firmat, kes said tudengitele välja pakkuda juhtumipõhise ülesande ehk kaasuse (*case study*), mis

on teoreetiline ülesanne elust enesest ning millele tudengid pidid leidma parima võimaliku lahenduse.

Ehitusülesande andis Skanska ning teemaks oli energiasäästliku maja ehitamine. Norma tuli kohale mehaanikaülesandega ning üliõpilased pidid leidma parima lahenduse pakkimaja projektamiseks. Eesti Energia ootas võistlejatelt informaatika teema all ideid, kuidas töötada välja uus juhtimissüsteem. Energeetikaülesande, milleks oli investeeringute planeerimine uue soojuselektrijaama ehitamiseks, andis Viru Keemia Grupp.

Keskonna- ja majandusülesande an-

dis välja BEST koostöös Tallinna Tehnikaülikooliga. Majandustudengid said lahendamiseks rahanduse kaasuse, mis koosnes firma saneerimisest. Keskkonnaülesande koostas TTÜ keskkonnakaitse ja keemiatehnoloogia õppejõud Rein Munter.

Terve esimese päeva lahendasid üliõpilased neile antud ülesandeid.

PARIMAD SÕITSID TALLINNA KESKLINNA FINAALIÜLESANDEID LAHENDAMA

Teisel päeval, 3. novembril, alustasid võistlejad oma hommikut kaasuse lahenduse esitlustega. Parimad insenerid, kes avaldasid žüriile oma lahendustega muljet, said edasi finaali, mis toimus Tallinna AHHA keskuses. Finaalis tuli lahendada nii juhtumülesanne kui ka praktiline ehk ehitamisülesanne (*team design*), mille käigus noored pidid korraldajate antud limiteeritud vahenditega kokku panema auto, mis läbiks ühe kindla trajektoori. Ülesanded koostas PKC Eesti.

Teisel päeval lahendatigi ehitusülesannet. Põnevuse tekitamiseks oli „Noo-

red kooli” projekt kutsunud kohale neli Tallinna Saksa Gümnaasiumi õpilast, et selgitada välja, kas TTÜ tudengid on tõesti tublimad insenerid kui 15aastased koolinoored. Terve päeva hindasid tiimide koostööd PKC esindajad.

VÕISTLUSEGA LIITUS KUULSUSTE MEESKOND!

Kolmandal päeval, 4. novembril, kogunesid finalistid uuesti Tallinna AHHA keskusesse, et viimistleda oma masinaid ning lahendada finaali kaasus. Koos tudengitega pani oma oskused proovile auväärne kuulsuste meeskond, mille koosseisu kuulusid Hendrik Toompere jr jr, Venno Loosaar ja Riho-Bruno Bramanis.

Samal ajal kui kuulsused ehisasid samasugust masinat, mida tudengid olid meisterdanud juba eelneval päeval, lahendasid finalistid kaasuse, mis seekord oli keskkonnateemaline. Üliõpilased andsid vastuseid üleilmalisele küsimusele, miks loodusressursid pole veel lõppenud, kuigi sellest on räägitud juba 18. sajandist saadik.

BESTi Insenerivõistluse 2011 võitja-

teks ehitamisülesande lahendamises tulid mehaanikateaduskonna üliõpilased Aron Härasing, Kristjan Kõrgesaar, Mart Kolnes ja Märt Kolnes ning kaasuse lahendamises Heidi Mäeots, Aleksandr Ess, Ats Allikmaa ja Erik Prits ehitusteaduskonnast. Kaks võitjameeskonda pääsevad Eestit esindama rahvusvahelisele BESTi Insenerivõistlusele EBEC, mille Baltimaade ja Venemaa eelvoor leiab aset Venemaal ning Euroopa finaali toimub Zagrebis.

TULEVIKUVÄLJAVAATED

Järgnevatel aastatel näeme BESTi Insenerivõistlusele potentsiaali laieneda suurema publikuni nii firmade kui tudengite seas. Kasvav huvi Insenerivõistluse vastu näitab, et sellel üritusel on tudengite elus ning insenerihariduse propageerimisel suur tähtsus.

Täname PKC Eestit, Normat, Skanskat, Viru Keemia Gruppi, Eesti Energiat ja Tallinna Tehnikaülikooli ülesannete püstitamise eest ning AHHA keskust, BalSnacki, Marmitoni, Ku:Sa:li, Digizone'i ning Cornyt BESTi Insenerivõistluse toetamise eest.

European Environmental Press

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

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

EEP
 DIGITAL WWW.EEP.ORG

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

2011. AASTAL ILMUNUD ARTIKLID

EHITUS, PROJEKTEERIMINE, PLANEERINGUD

Aija, I.	BIM CITY – linn 3D-s.	8/lk 30
Kervališvili, A., Trepp, M. Blauhut, R.	Chromatic – skulptuur kahemõõtmelises tajuruumis: visuaalne + akustiline.	2/lk 38
Stroh, L.	Kortermajade soojustamine termovahuga. Therm OÜ reklaamartikkel	4/lk 15
Virola, J.	Kultuurilooliselt väärtuslike ehitiste hooldustööde kavandamine.	2/lk 40
Virkus, K.	Manhattani sild New Yorgis on 100-aastane.	1/lk 37
Lausmaa, T.	Renoveerimine energia säästmiseks või energiat säästev renoveerimine?	1/lk 36
Virola, J.	Tuletõkkeukse tulepüsivusaja sõltuvus ukse ehitusest.	1/lk 31
	Venemaal ehitatakse maailmarekordilist Russki saare vantsilda.	7/lk 22

ENERGEETIKA, AUTOMAATIKA, TÖÖSTUS

Kasonen, T.	Aastal 2050 saadakse meil 100% elektrist taastuvenergiaallikast.	3/lk 24
	ABB GSM-andmelooger võimaldab automatiseerida arvestinäitude lugemist. AS ABB reklaamartikkel.	1/lk 12
	ABB sai elektrisõidukite kiirloomadimislahendustele CE-vastavusmäärgise. ABB AS reklaamartikkel.	6/lk 15
Takis, N.	Ajakohane automaatika on varasemast targem ja odavam.	1/lk 20
Somelar, R.	Arupuru aitab keskkonda jälgida.	4/lk 28
Kikas, M.	Bioenergia kasutamise edendamine Lõuna-Eestis: projekt BIO-EN-AREA.	3/lk 27
Ilves, R. jt	Bioetanol diiselmootorikütusena.	8/lk 36
Trink, T., Oja, A.	Biogaas mootorikütusena Eestis.	8/lk 34
Jahilo, S.	Biogaas rohtsest biomassist ja sõnnikust – tõhusaima energiatehnoloogia otsing.	6/lk 33
Pädam, S., Kallaste, T.	Biometaan kütusepaaki!	7/lk 26
Vaimann, T., Kilk, A.	Diagnostika säästab elektrimasinate tervist.	7/lk 31
Nõlvak, M.	Doranol Baltic näeb häid võimalusi Tartu Aardlapalu prügilas ressursside taaskasutamiseks. AS Doranova reklaamartikkel.	7/lk 24
Pihlak, A.-T.	Eesti diktüoneemaargilliidivarudest ja nende kasutamise võimalustest.	7/lk 33
Petersell, V.	Eesti maavaradest ja nende kasutamisest geoloogi pilguga.	4/lk 35
Kaasik, H.	Energia on lihtne säästa.	2/lk 32
Pirrus, E.	Graniidikillustik Eesti maapõuest – soovunelm või võimalus?	2/lk 6
Malmstein, M.	Keskkonnasõbralike komposiitmaterjalide kasutusvõimalused väikelaevaehituses ning vee mõju nende tugevusomadustele.	2/lk 28
Virkus, K.	Kuidas arvutada energiatõhusa renoveerimise tasuvust?	8/lk 26
Noor, M.	Kõige rohkem PV-paneel on paigaldatud Euroopas.	4/lk 22
Takis, N.	Kütte- ja ventilatsioonisüsteemide ajakohastamine energia kokkuhoidmiseks.	6/lk 22
Takis, N.	Nutitelefon muudab maailma – ka automaatikasüsteeme.	4/lk 26
Viinalass, H.	Paiksete kaudsoojusvahetite vedelad soojuskandjad.	3/lk 40

Paabo, A.	Pakume korterühistutele terviklahendusi. Reklaamartikkel.	7/lk 30
Uudam, C.	Projekt Upwind – 20 MW tuulikud on teostatavad.	3/lk 25
Kers, J.	Puitplastkomposiidid taaskasutatavatest materjalidest.	7/lk 17
Tomson, T.	Päikesenergeetika maailmakongress ISES SWC 2011 peeti Kasselis.	6/lk 24
Resev, M.	Reoveesoojusvahetid korterelamute jaoks.	4/lk 24
Kuldpere, K.	Riigikontrolli audit „Riigi tegevus soojusvarustuse jätkusuutlikkuse tagamisel“.	4/lk 12
	Sobiv lahendus igaks juhtumiks. Junkersi reklaamartikkel.	6/lk 16
Laur, T.	Soojuspumba ja päikesepaneelide rakendamise koos soojussõlmega.	1/lk 26
Preden, J.	Tark elektrivõrk Smart grid.	8/lk 28
Takis, N.	Tasakaalustamata ventilatsioonisüsteemides vähendab energiakadu soojuspump.	7/lk 22
	N. Takis	
Menert, A. jt	Tehnoloogilised võimalused biogaasi tootmiseks Eestis.	6/lk 28
Litvinovits, J.	Toiduainetööstuse automatiseerimine annab kokkuhoidu.	7/lk 24
Noor, M.	Tuuleenergeetika areng maailmas 2010. aastal ja prognoos aastani 2015.	4/lk 19
Toonpere, P.	Tuulikumära ja -varjutus: modelleerimine versus inimeste.	1/lk 22
	Uus tarkvara Simatic Step 7 V11 ja WinCC V11 integreeritud TIA portaali.	1/lk 28
	Siemens Osakeühis Eesti filiaal reklaamartikkel.	
Perens, R., Savitski, L.	Veeprobleemid maavarade kaevandamisel.	4/lk 38
Tiik, A.	Väikeste tuulegeneraatorite kasutusvõimalustest Eestis.	4/lk 16
Lips, M.	Ülevaade keevitussimulaatorite maailmast.	7/lk 27

JÄÄTMED

Rüütelmann, M.	Jäätmekäitlejad koonduvad jäätmete taaskasutusklastriksse.	2/lk 26
Roop, R., Kriipsalu, M.	Kohalik omavalitsus jäätmehoolduse korraldaja rollis: kitsaskohad ja võimalused.	2/lk 20
Pesur, E.	Looduslikke radionukliide sisaldavad ja nendega saastunud materjalid ning nende käitlemine Eestis.	2/lk 24
Viss, V.	Pakendid peavad jõudma taaskasutusse. Soomes hakati vanaklaasist vahtklaasi tootma.	1/lk 16 2/lk 19

KESKKOND

Lemberg, U.	Eesti Keskkonnauuringute Keskuse geotehnikalaboris uuritakse pinnast ehitusgeoloogi, geotehnika, projekteerija ja ehitaja tarbeks. Eesti Keskkonnauuringute Keskuse reklaamartikkel	3/lk 18
Gornischeff, P.	Ekspordi Akadeemia seminaril räägiti trendidest ja sellest, kuidas nad võivad mõjutada meid ümbritsevat keskkonda.	1/lk 44
Koppel, T.	Elektromagnetväljad – igapäevased mõjurid sisekeskkonnas.	6/lk 26
Martin, K.	Euroopa tudengid õppisid TTÜs keskkonnasäästlikult mõtlema.	7/lk 42
Ründva M., Madalik, L.	Heliisolatsiooninõuete ühtlustamine Euroopas.	2/lk 35

Einasto, R., Koldits, M.	Helle Perensi personaalnäitus „Paerän-nak“ Harju muuseumis.	3/lk 41
Aigro, M., Jürgenson, V. Randoja, P.	Karbonaatsete kivimite füüsikalise- me- haanilisi näitajaid oleks vaja ühtlustada. Keemiaõnnetused ja nende likvideerimi- sega seotud probleemid.	3/lk 38 7/lk 29
Einasto, R., Kalmu, M.	Keskkonnakultuurist kultuurikeskkon- nas. Ökosotsiaalse (loodus- ja inim- sõbraliku) kaevandamise võimalustest Jõelähtme piirkonnas.	3/lk 44
Raudsep, R.	Kommentaariid Rein Einasto artikli „Va- litsus soosib röövkaevandamise jätkumist Harjumaal“ kohta.	7/lk 38
Noor, M.	Kümme Euroopa Keskkonnapressi keskkonnaauhinna <i>EEP-Award</i> 2011 nominenti.	6/lk 42
Kalmu, M.	Paemurrud pärandmaastike kujunduses.	4/lk 40
Kivit, L.	Paepõnnide toimetamised 2009–2010.	1/lk 42
Sarv, A.	Paaraamatuga Eestimaa geoparkides.	4/lk 44
Kivit, L.	Rahvuskivi sünnipäev.	4/lk 45
Kask, A., Kask, J.	Sadamarajatiste mõju rannajoone aren- gule lääne pool Toila sadamat.	3/lk 36
Kask, A., Kask, J.	Setete liikumine Naissaare idaosa ranna- võndis.	7/lk 34
Martin, K.	Tallinna Tehnikaülikoolis panid ennast proovile tulevased insenerid!	8/lk 42
Toming, G.	TTÜ juhtimisel luuakse robotkala.	7/lk 8
Sõstar, E.	Turbatööstus Eestis areneb otstarbekuse ja keskkonnasäästlikkuse suunas.	6/lk 37
Suuroja, K. jt	Tuumajaama võimaliku asukoha geoloogilis-geotehnilistest uuringutest Suur-Pakril ja selle ümbruses.	3/lk 31
Valdmaa, K., Matsulevitš, L.	Tärgavad seemned Eesti <i>clean-tech</i> -maas- tikul.	8/lk 19
Einasto, R., Koldits, M.	Vaadates kivi sisse. Kaugatumaal kivistis- tega kihipindu imetlemas.	7/lk 40
Einasto, R., Saadre, T.	Vaadates kivi sisse. Peajalgseid paes.	7/lk 40
Einasto, R., Justi, J.-L.	Vaadates kivi sisse. Pilguheit paesse: Hall arssin (kiht 38) Lasnamäe ehituspaestus.	1/lk 40
Einasto, R., Justi, J.-L.	Vaadates kivi sisse. Pilguheit paesse: Kirju kärn ja Laksu punane (kihid 35 ja 34) Lasnamäe ehituspaestus.	2/lk 42
Einasto, R., Justi, J.-L.	Vaadates kivi sisse. Pilguheit paesse: püs- takkiht Billingeni ja Volhovi lademe piiril.	4/lk 42
Einasto, R., Justi, J.-L.	Vaadates kivi sisse. Pilguheit paesse: Trepp-kalk (kiht 36) Lasnamäe ehitus- paestus.	3/lk 42
Einasto, R.	Vaadates kivi sisse. Vesiku kihtide paljandis Elda poolsaare läänerannal Saaremaal.	8/lk 39
Einasto, R.	Valitsus soosib röövkaevandamise jätku- mist Harjumaal.	7/lk 38

KÜTE, VENTILATSIOON

Siim, R.	Jeven-TurboSwing – suurkööride välja- tõmbeõhu puhastamine ja energiasääst. Lindab AS reklaamartikkel.	6/lk 20
Ingermann, K.	Korterelamute ventilatsiooniõhu soojuse- tagastus – tõhusus ja probleemid.	4/lk 8
Merevoo, M.	Ruumide soojendamine ja ventileerimine õhkkuhtepaneelide abil.	6/lk 19

Thalfeldt, M.	Ventilatsioonisüsteemi valimine (puit)korterelamu rekonstrueerimisel.	8/lk 21
Aas, A.	Ventilatsiooniõhu hulga seadistamine ja mõõtmine.	2/lk 34
Vikerpuur, A.	Väikeelamu küttekulud 2011. aasta sügise hindades.	8/lk 24

MESSID

Noor, M.	Interpack 2011.	2/lk 45
	Lyoni peeti detsembris keskkonnamessi Pollutec.	1/lk 46

SEADUSED

Pesur, E.	Euroopa Liidu kiirgus- ja tuumaohutus- alane õigusloome ja selle mõju Eestile.	3/lk 29
-----------	--	---------

TORUD

	Käitsi toodetavad plastkaevud ja nende kohta esitatavad tugvusnõuded. PipeLife Eesti AS reklaamartikkel	2/lk 12
	Plasttorude hinna kujunemine. PipeLife Eesti AS reklaamartikkel	2/lk 13

VESI

Mihklepp, E.	AS Tallinna Vesi laskis käiku reoveepu- hasti uue lämmastikuärastusastme.	7/lk 10
Birk, K.	Eesti joogivesi 2010. aastal.	6/lk 11
Kupits K., Pedusaar, T.	Eesti olulised üleujutusosalad ja olulise üleujutusrisi piirkonnad.	2/lk 14
Munter, R., Kriipsalu, M.	India veeprobleemid puutuvad nüüd ka Euroopa Liitu.	1/lk 9
Reinsalu, E.	Kui kaugel karjäärist võivad kaevud kuivada?	3/lk 21
Roots, O.	<i>LIFEi</i> projekt <i>BaltActHaz</i> .	3/lk 20
Heinsaar, Ü.	Lihulas on joogiveepuhastus kolmeast- meline.	4/lk 6
Marandi, A.	Mille arvelt tuleb vesi suurkaevudesse ja kaevandustesse?	2/lk 9
Munter, R.	Osoon, UV-kiirgus ja süvaoksüdatsioon – lahendusi tänapäeva aktuaalsetele keskkonnaprobleemidele.	7/lk 14
Dederichs, A., Koeckritz, T.	Püsiva veetasemega annuspuhasti (CWSBR). Uus lahendus Eesti reoveepu- hastuses.	3/lk 6
Juhkam, R.	Radionukliidide ärastamine Kiili asula joogiveest.	7/lk 11
Kriipsalu, M., Raid, M.	Reoveesette kompostimine külmal ajal.	8/lk 11
Lillenberg, M., Haiba, E., Nei, L. Annus, A.	Reoveesette sobivusest põlluväetiseks.	8/lk 16
Tõnisberg, E.	Suplusvee kvaliteet Eestis ja mujal Euroo- pas 2010. a suplushooajal.	7/lk 18
Kõiv, M., Mander, Ü., Kirsimäe, K.	Torma prügila nõrgvee käitlus.	1/lk 14
Roots, O.	Uudne tehnoloogia fosfori kõrvaldami- seks reoveest põlevkivituhasete abil.	3/lk 8
Roots, O.	Veekeskonna kaitse Eestis – ohtlikud ained (I osa).	3/lk 12
Roots, O.	Veekeskonna kaitse Eestis – ohtlikud ained (II osa).	4/lk 30

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

METAV 2012

28. veebruarist 3. märtsini toimub Düsseldorfis rahvusvaheline masinatööstuse ja automaatikamess *Metav*.
Internetis: www.metav.de

TUBE 2012, WIRE 2012

Düsseldorfis toimub 26.–30. märtsini kaks suurt messi – *Tube* ja *Wire*. *Tube* on kõige suurem mess maailmas, kus eksponeeritakse ainult torusid ning nende tootmiseks vajalikke masinaid ja seadmeid, juba tuntud ja uusi torumaterjale, mõõte- ja kontrollseadmeid ning muud torudega seonduvat. *Tube* peateema on terastorud, messil eksponeeritakse ka betoon- ja plasttorude, keraamiliste, kummi- jm materjalist torude tootmisega seonduvat. Messil *Wire* eksponeeritakse nt kaablite ja juhtmete toomiseks vajaminevaid masinaid ja seadmeid, vedrutootmiseseadmeid, mõõte- ja kontrollseadmeid. Lisateavet vt www.tube.de ja www.wire.de

EESTI EHITAB 2012

Eesti suurim ehitusmess toimub 2012. aastal 11.–14. aprillini Eesti Näituste messikeskuses Tallinnas. Messil eksponeeritakse uuenduslikke tehnoloogiaid, ehituskonstruksioone ja -materjale, -masinaid, -seadmeid ja -tööriistu.
Internetis: www.fair.ee

RESTA 2012

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

HANNOVER MESSE 2012

Maailma üks suuremaid tööstus- ja energeetikamessi HANNOVER MESSE toimub 2012. aastal 23.–27. aprillini. Seekord on messi partnerriik Hiina. Põhitähelepanu on tööstuse automatiseerimisel, uuenduslikel tehnoloogiatel ja energiatehnoloogiatel, korraldatakse mitu erinäitust ja energeetikafoorumit.
Internetis: www.hannovermesse.de

DRUPA 2012

Düsseldorfis 3.–16. maini kestev trükimeediamess *Drupa* on oma valdkonnas maailma

suurim. Mess toimub iga nelja aasta tagant. *Drupa* on kohal kõik trüki- ja meediatööstuse liidrid, kuid ka väikesed innovatiivsed ettevõtted. Näha saab kõike trükistööstusse puutuvat – trükimaterjalidest ja masinatest lõpptöödeldud toodeteni.
Lisateave: www.drupa.com

IFAT ENTSORGA 2012

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

Helsinki Chemicals Forum 2012

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

World Bioenergy 2012

Rahvusvaheline bioenergiames ja -konverents World Bioenergy toimub järgmisel aastal 29.–31. maini Jönköpings. Teistest omalaadsetest erineb Jönköpingis korraldatav arvukate ekskursioonide poolest, mida korraldatakse bioenergiat kasutavatesse ettevõtetesse ja asutustesse, et osaleda saaksid oma silmaga näha, kuidas ja kus moodsaid bioenergiatehnoloogiaid Rootsis kasutatakse. Messiga samal ajal toimub erinäitus World Pellets 2012. Mess toimub Rootsi messikorraldaja *Elmia* ja Rootsi Bioenergia Assotsiatsiooni (*The Swedish Bioenergy Association*, SVE-BIO) koostöös.

CARBON EXPO 2012

Üheksas rahvusvaheline heitmekaubandusmess ja -konverents toimub 2012. aastal 30. maist kuni 1. juunini Kölnis. Kölni messid korraldab *Carbon Expo* koos Maailmapanga ja Rahvusvahelise Heitmekaubandusliiduga (IETA, *International Emissions Trading Association*).
Internetis: www.carbonexpo.com

REW 2012

Istanbulis toimub 7.–10. juunini 8. rahvusvaheline jäätmekäitluse ja keskkonna-

tehnikamess, kus peateemad on jäätmed, vesi, energeetika, mõõte- ja analüüsitehnika, õhk ja müra. REW on oluline keskkonnaüritus Musta mere piirkonnas ja Balkani maades, Lähis-Idas ja Kesk-Aasias. Sel aastal toimunud mess oli oluliselt suurem 2010. aastal korraldatust, seda nii eksponentide arvu kui messiküllastajate poolest.
Internetis: www.rewistanbul.com

Intersolar Europe 2012

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

HUSUM WindEnergy 2012

Rahvusvaheline tuuleenergiames *HUSUM WindEnergy* toimub järgmisel aastal 18.–22. septembrini Põhja-Saksamaal Husumis. Osalevad juhtivad tuuleturbiinitootjad, tuulikukomponentide valmistajad ja teenusepakkujad.
Internetis: www.husumwindenergy.com

FinnBuild 2012

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

CHILLVENTA 2012

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

POLLUTEC 2012

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

SUMMARY

SEWAGE SLUDGE COMPOSTING IN COLD SEASONS

Mait Kriipsalu, Marko Raid
Estonian University of Life Sciences

Sewage sludge is very rich in water, contains plenty of disintegrating organic matter, stinks and is microbiologically highly contaminated. Wastewater treatment plants produce lots of sewage sludge, the handling of which is difficult and expensive. The aim of its handling is to decrease the volume of sewage sludge, decompose its organic matter and destroy the pathogenic organisms. In Estonian wastewater treatment plants the sewage sludge is generally managed by means of stack composting. As composting in Estonia takes place outdoors, the process is strongly affected by rain and cold winter. Stack composting has often been criticised for the stench, dust and leachate produced by stacks. The biggest problem in Estonia is long winter. Although some heat is released during composting and the large warm stacks should not freeze in winter, the incorrect handling can still cool down the compost mixture. If composting does start due to cold weather, the compost matter piles up in the open fields and stinks.

The article introduces a study, the purpose of which was to find out how composting under cold conditions could be affected by forced ventilation and raising the temperature by means of external heat source.

Pg. 11

ON THE SUITABILITY OF SEWAGE SLUDGE FOR SOIL FERTILIZATION

Merike Lillenberg^a, Egge Haiba^b ja Lembit Nei^b

^a Estonian University of Life Sciences

^b Tallinn University of Technology



In Estonia, an estimated 360,000–500,000 tons of sewage sludge is pro-

duced each year. Wastewater treatment plants accumulate sludge compost which is difficult to market. The utilization of compost as a fertilizer for public gardens or re-cultivation does not cause particular problems. However, the attitude towards using sludge compost as a soil fertilizer has so far been mingled with disgust because pathogenic micro-organisms and toxic chemicals it may contain inspire a certain amount of fear. In Estonia, the risk arising from pharmaceutical residues both in the case of manure and sludge compost is not perceived. In 2007–2008 the sludge and sludge compost of two Estonian cities (Tallinn and Tartu) were analysed. The article provides an overview of the results of the study.

Pg. 16

SPROUTING COMPANIES ON THE ESTONIAN CLEAN-TECH LANDSCAPE

Kaija Valdmaa, Tallinn University of Technology

Lauri Matsulevitš, Estonian Development Fund

This year, the Institute of Public Administration of Tallinn University of Technology, in cooperation with the Estonian Development Fund, Örebro University (Sweden) and Riga Regional Development Centre, conducted a study in Estonia, Latvia and Sweden with the aim of identifying local *clean-tech* companies in order to learn about the development of the *clean-tech* sector in these countries and map the activities, markets and objectives of these companies. A special focus was put on the developers of technologies, not so much on those who implement them, since one purpose of the project was to find out what restrains the export opportunities of *clean-tech* companies, and thereby to increase their export potential. The authors provide an overview of Estonian *clean-tech* companies and the corresponding business sector in Estonia.

Pg. 19

SELECTION OF VENTILATION SYSTEM WHEN RECONSTRUCTING A (WOODEN) APARTMENT BUILDING

Martin Thalfeldt

Tallinn University of Technology

When reconstructing dwelling houses (incl wooden apartment buildings) it is important to ensure the functioning

of the building as a whole. Contrary to the common belief that reconstruction of buildings involves only insulation of their exterior enclosure, it is also vital to concentrate on the stability of their load-bearing structures, the architectural appearance, heating and ventilation systems, etc. The article provides information about the of possible ventilation systems used upon reconstruction of apartment buildings, and their advantages and disadvantages based on the results of a study *Eesti eluasemefondi puitkorterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga* (The Technical and Constructional Condition of Wooden Apartment Buildings of Eesti elamufond and their predicted Life Expectancy) conducted in Tallinn University of Technology at the request of Kredex SA.

Pg. 21

BIOGAS AS A MOTOR FUEL IN ESTONIA

Tauno Trink, Ahto Oja

OÜ Mõnus Minek SEES



Biomethane which obtained by purification of biogas can be used as a motor fuel. In Estonia, biomethane is not yet produced. According to estimates, the theoretical biogas production output could amount to 544 million Nm³/y, of which 391.5 million Nm³/y could be used for economic purposes. The latter might yield about 235 million Nm³/y of biomethane (98% CH₄) suitable as motor fuel which is nearly a third of the total amount of natural gas sold in Estonia (in 2010, this figure was 702 million m³). Based on a study conducted in 2010 by the company Mõnus Minek OÜ, it became evident that in eight Estonian counties the production output of biomethane is likely to exceed the annual consumption of natural gas, in one county it could exceed the consumption of diesel fuel, and in six counties the consumption of petrol.

Pg. 34



Tee endale aasta lõpus mõnus kingitus!

Kingi endale soodne
kaabli- või
metallotsimisseade,
lasernivelliir,
laserkaugusmõõtur
või
infrapuna termomeeter,
õhukuivati,
tõmbefiiber
või töötelk.



Laokaupadele
kuni -30%
HINNASOODUSTUS!
Kehtiv kuni
31.12.2011
kell 23:59

Igatahes olite Te ka sel aastal fantastilised, aitäh!



Lokaator OÜ
Telefon 6831 904
Mobiil 5030 275
andres@lokaator.ee
www.lokaator.ee