

# INSENERIA

8/2009 (9)

**ESTEC – SEE ON ESA KÕRGTEHNOLOOGILINE SÜDA**  
**Kosmosetehnoloogiate**  
**sünd allpool merepinda**

HUVITAV  
LAHENDUS:

**KAUBAVAGUNITE  
RÖNTGEN**



AASTA  
INSENER:

**HARRI  
TALLERMO**



AASTA TEHNIKA-  
ÜLIÕPILANE:

**KRISTJAN  
PILT**







## INSENERIA KOLLEEGIUM

### KOLLEEGIUMI LIIKMED



#### Madis Võõras

KOLLEEGIUMI ESIMEES; ETTEVÕTLUSE ARENDAMISE SIHTASUTUS, INNOVATSIOONI DIVISJONI NÕUNIK (INNOVATSIOON, TEHNOLOOGIA, KOSMOS)  
MADIS.VOORAS@EAS.EE



#### Aleksei Hõbemägi

EESTI MASINATÖÖSTUSE LIIT, ARENDUSDIREKTOR  
ALEKSEI@EMLIIT.EE



#### Arvi Hamburg

EESTI INSENERIDE LIIT, PRESIDENT  
ARVI.HAMBURG@GAAS.EE



#### Enno Lend

TALLINNA TEHNIKAKÕRGGKOL, PROREKTOR  
ENNO@TKTK.EE



#### Priit Kulu

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO, MEHAANIKATEADUSKONNA DEKAAN  
PRIIT.KULU@TTU.EE



#### Ain Kabal

EESTI VÄIKE- JA KESKMISTE ETTEVÕTJATE ASSOTSIAATIOON, ASEPRESIDENT  
AIN.KABAL@BALTICLAW.EE



#### Aleksandr Miina

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO MAJANDUSTEADUSKONNA DOKTORANT, FM PARTNERS OÜ JUHATUSE LIIGE  
ALEKSANDR@TOOTMISPORTAAL.EE

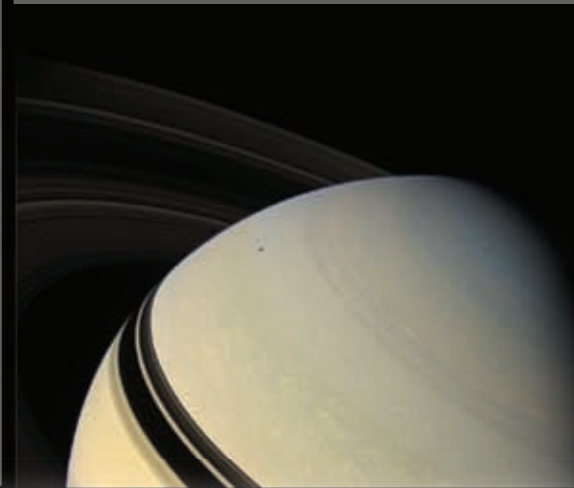


#### Meelis Virkebau

EESTI TÖÖANDJATE KESKLIIT, VOLIKOGU LIIGE  
INFO@TEXTILE.EE



Ajakirja esikaanel on ESA maapealne suur kosmosesimulaator, milles testitakse satelliite ekstreemaalsetes temperatuuri-, kiirgus- ja alarõhu tingimustes. Esikaane foto: ESA



### IMPRESSUM

# Inseeneria

8/2009 (9)



PEATOIMETAJA  
Mati Feldmann

KORREKTOR  
Tuuli Elstrok

KUJUNDAJA  
Taivo Org

INSENERIA TASUTA TELLIMINE  
mati.feldmann@director.ee  
kaarel.tamm@director.ee

REKLAAM  
Kaarel Tamm  
kaarel.tamm@director.ee

VÄLJAANDJA  
Director ja Partnerid OÜ  
Endla 90-1, 10614 Tallinn  
Tel. 625 0940, 50 500 14  
mati.feldmann@director.ee

TRÜKK  
Printall

LOE VEEBIST: [WWW.EAS.EE/INSENERIA](http://WWW.EAS.EE/INSENERIA) JA [WWW.DIRECTOR.EE](http://WWW.DIRECTOR.EE)  
KUULA VALITUD LUGUSID MP3 FAILINA.  
NENDE LUGUDE JUURES ON AJAKIRJAS KA MÄRGE.

KUULA LUGU [WWW.EAS.EE/INSENERIA](http://WWW.EAS.EE/INSENERIA)



AJAKIRJA ANTakse VÄLJA ETTEVÕTLUSE ARENDAMISE SIHTASUTUSE TELLIMUSEL INNOVATSIOONITEADLIKKUSE PROGRAMMI RAAMES.



**JUHTKIRI**

# Kosmosetehnika kokkupanek teeks meie inseneeriale restardi



**MATI FELDMANN,**  
INSENERIA PEATOIMETAJA

**P**rimad õhtud või ööd tähtede vaatamiseks on siiski talvel. Kui on parajalt külma, siravad tähed kuidagi eriti tugevasti. Otsid üles kõigepealt Põhjanaela, Suure ja Väikse Vankri, lõunataevast Taevasõela.

Asjad, mille peale siis paratamatult hakkad mõtlema, on: kas ja millal lendab inimene väljapoole meie Päikesesüsteemi, tõelisse avaruumi; kas on veel kedagi peale meid...?

Arvestades tõsiasja, et meie kodutähest Päikesest järgmine lähim täht asub meist umbes nelja valgusaasta kaugusel ja elu saab leiduda vaid tähti ümbritsevatel planeetidel, kipuvad meie jaoks olulised vastused olema pigem eitavad.

Nagu fundamentaalsed loodusseadused on eituse vormis: ei ole võimalik, ei teki juurde, ei ole tagasipööratav... Avaruumi lennult teise tähesüsteemi juurde ei jõuaks ekspeditsiooni alustajad ise enam kahjuks tagasi.

Käesoleva Inseneeria põhilugu on Euroopa Kosmoseagentuurist ja selle tehnoloogilisest südamest ESTEC. Sealsed inimesed vaevalt et sama mustades toonides mõtteid mõlgutavad kui mina, vaid tegutsevad. Sest ka kõige pikem teekond saab alguse esimese sammu astumisest.

ESTECi inimesed valmistavad ette ja viivad läbi kosmosemissioone. Huvitavat ja vajalikku tööd on tunduvalt lähemal: üles tuleb saata satelliite, et igapäevane side ja telepilt funktsioneeriks; praktilisi väljakutseid esitavad Kuu ja Marss. Mõnes mõttes on kahju, et ameeriklased 1970. aastatel lõpetasid oma Kuu-missioonid.

Kui Maa elanikkond kasvab edasi eksponentsiaalses tempos, jääb siinsel heelsinisel planeedil ruumi väheks, maavarad hakkavad lõppema, nii et kaevandama peab hakkama ilmselt teistelt planeetidelt.

Kui Eesti saab Euroopa Kosmoseagentuuri liikmeks, mis loodetavasti pole mägede taga, tuleb ka siinsetele ettevõtetele tõeliselt kõrgtehnoloogilisi töid-tellimusi juurde. See aitaks meie inseneriasjandust edasi viia – kas just valgusaastate kaupa, aga ühe astronoomilise ühiku võrra ehk ikka.

Alust nii arvata annab asjaolu, et kosmosemissioonide ettevalmistamise taga on täpne ja pretensioonikas inseneritöö. (Mõne lihtsama asja kohta tavatsetakse veidi naeruvääristavalt visata, et see pole ju kosmosetehnoloogia.)

Aga kosmosetehnoloogias peab kõik toimima nagu kellavärk, sest nagu ütleb artikli autor, ESTECi töötaja Silver Lätt, puudub avaruumis, eriti veel, kui kosmoseparaat on mehitamata, üldjuhul tehnika parandamise-remontimise võimalus.

Arthur Hailey postuleeris oma romaanis “Rattad”, et kui otsite uusi lahendusi, värsket insenerimõtet – sõnaga tehnoloogilist progressi, vaadake ringi mõnes autotehases. See oli kahtlemata õige omas ajas, 1970. aastate lõpus, kuid pole kindlasti väär ka täna. Kui Eesti firmad hakkavad saama kohe kosmosetehnoloogia tellimusi, kas see tähendab, et oleme ühest etapist lihtsalt üle hüpanud? **■**

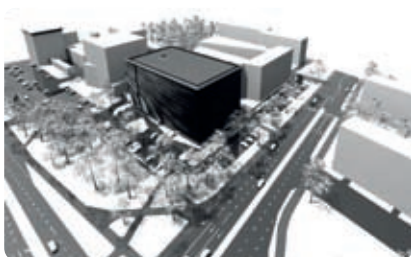
*Mati Feldmann*

# Sisukord

**05** Uudised

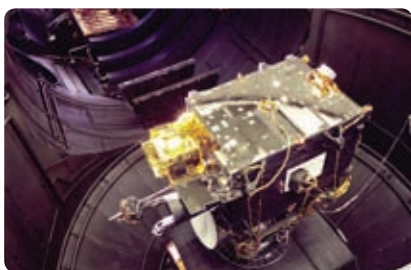
▣ **KOLLEEGIUMI LIIKME KOLUMN**

**08** Meelis Virkebau:  
Kas eksportivast tööstus-  
ettevõttest saab Eesti  
majanduse alus?



▣ **TÖÖJONIS**

**10** TTÜ linnak Mustamäe  
mändide all aina laieneb



▣ **FOOKUSES**

**12** Kosmosetehno-  
loogiate süünd  
allpool merepinda

▣ **RIIK JA ETTEVÕTJA**

**16** EAS käivitas  
kogemustega arendustöötajate  
värbamise programmi

▣ **HUVITAV LAHENDUS**

**18** Tuleviku digielus  
saab iga samm ajatempli



▣ **TEGIJA**

**20** Insener, kes meelitas  
isegi kaitsetööstuse  
mehed üle



▣ **HUVITAV LAHENDUS**

**23** Uues piirjaamas  
paistavad kaubarongid läbi



▣ **EDUKUSE VALEM**

**26** Ettevõtted hindasid  
TTÜ lõpetanute pädevust



**30** Pidev parendamine ehk  
kaizeni võimekus

▣ **HUVITAV LAHENDUS**

**34** Arukad tooted  
loob koostöö

▣ **TEGIJA**

**36** Aasta tehnikaüli-  
õpilane on mees  
nagu orkester

▣ **HUVITAV LAHENDUS**

**38** TOX – neetideta  
neetimine

**40** Mida uurivad  
meie doktorandid?

**44** Uute mustrite avastamine  
järjestamise ja maatriksi  
ümberkorraldamisega

**48** Summary /  
Краткий обзор статей

▣ **KONVERENTS:**

**50** Tootmine ei kao arenenud  
riikidest mitte kuhugi!



NEED LOOD ON KUULATAVAD MP3 FAILINA [WWW.EAS.EE/INSENERIA](http://WWW.EAS.EE/INSENERIA)



## Eesti insener leiutas “aruka” südamestimulaatori

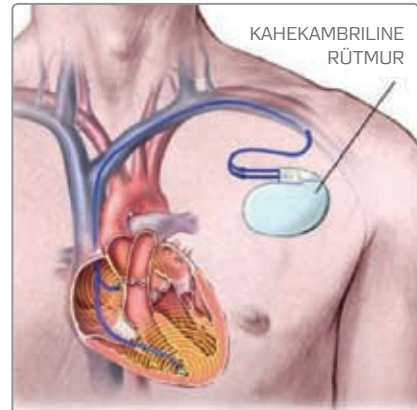
■ TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO LI INSENER MART MIN LEIUTAS ADAPTIIVSE SÜDAME-STIMULAATORI (RÜTMURI), MIS EI “TAO” ÜHTE RÜTMI, VAID OSKAB ARU SAADA INIMESE ORGANISMI SEISUNDIST – KAS INIMENE ON TÖÖL, KODUS, PUHKEHETKEL, TEEB SPORTI VÕI ON ÄREVIL.

Leiutist arendatakse Tallinna Tehnikaülikooli, ELIKO Tehnoloogiaarenduskeskuse ja firma Smartimplant koostöös. Selle patent kuulub aga peamisele rahastajale, maailma viie suurima meditsiiniseadmete tootja hulka kuuluvale St. Jude Medicalile. Eestlased teevad koostööd veel teisegi suurtegiiga – Boston Scientificuga.

Smartimplanti juhatuse esimees Andres Kink ütleb, et südamestimulaatorit on vaja patsientidel, kelle oma nn südame rütmiasin ehk siinussõlm on kahjustatud. Adaptiivse stimulaatori eelis varem kasutatud mitteadaptiivse stimulaatori ees on see, et ta valib sobiva löögirüt-

mi. Patsiendil jäävad ära sellised nähtused nagu öine südameklõppimine ja õhupuudus füüsilise koormuse korral.

Tehnikaülikoolis pesitsev Smartimplant ühendab arste ja elektroonikuid. Lisaks Mart Minile ja Andres Kinkile kuuluvad selle omanikeriingi Toomas Parve ja Indrek Rätsep. Firma tegeleb eritellimusel mõõteseadmete väljatöötamise ja müügi-ga. Ent firma osaleb ka teadus- ja arendustöös – lisaks südamestimulaatorile on firma välja töötanud uudse siirdatavate kudede seisundi jälgimise seadme, vastav patent on esitatud Ameerika Ühendriikide patendiametile registreerimiseks. ■



■ RANGLUUALUSE NAHA ALLA PAIGALDATUD SÜDAMERÜTMUR ANNAB SÜDAMELE ELEKTRILISI IMPULSSE MITMES ERI KOHAS – PAREMAS KOJAS JA PAREMAS VATSAKESES.

## EASi tegevuste maht sel aastal on 5,2 mld krooni, kasvades pea kaks korda

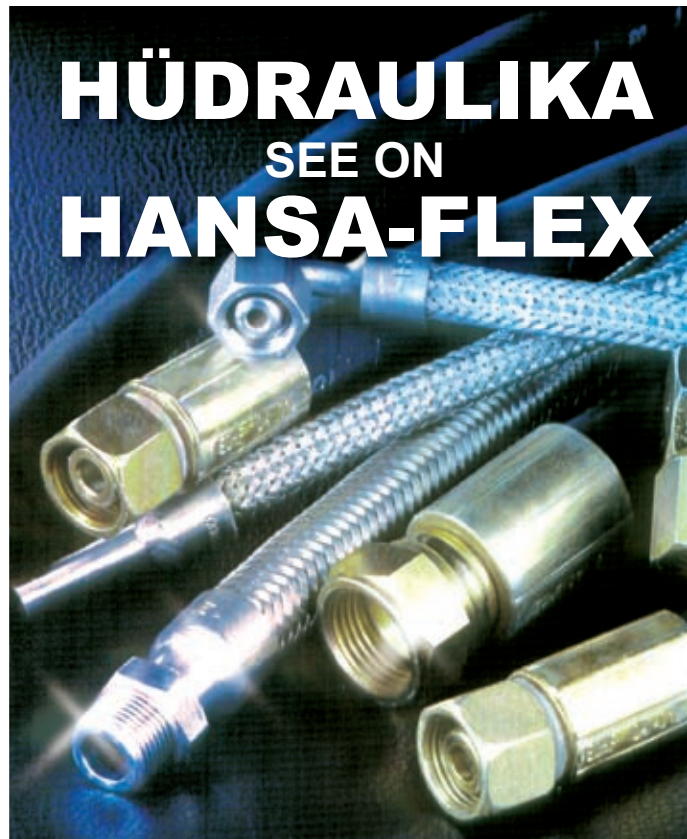
■ 18. DETSEMBRIL 2008 TOIMUNUD EAS-I NÕUKOGU KOOSOLEKUL KINNITATI EAS-I 2009. AASTA TEGEVUSTE MAHUKS 5,2 MILJARDIT KROONI.

EASi nõukogu esimehe Mart Einasto sõnul EASi tegevusmahud 2009. aastal, võrreldes 2008. aastaga, peaaegu kahekordistuvad.

„Hüppeliselt kasvavad tegevusmahud tähendavad EASile väga tõist aastat, kuid olen veendunud, et organisatsioon saab sellega hakkama. Praeguses keerukas majandusolukorras on EASi kasvavad tegevusmahud kindlasti riigi poolt oluliseks ja positiivseks signaaliks nii ettevõtjatele kui ka kohalikele omavalitsustele,“ rõhutas Einasto.

Kinnitatud tegevuskavas on EASi kõige mahukamateks tegevusvaldkondadeks 2009. aastal ettevõtete tehnoloogilise ja tootearendusvõimekuse tõstmine 1,36 miljardi krooniga, ettevõtete ekspordivõimekuse tõstmine ja välisurgudel edukama tegetsemise toetamine 345 miljoni krooniga, ettevõtete võimekuse arendamine, sh tööstusettevõtete tehnoloogianvesteeringute toetamine 408 miljoni krooniga.

Samuti on mahukad projektid turismi arendamine 406 miljoni krooniga, kohaliku elukeskkonna arendamine 1,4 miljardi krooniga ja atraktiivsema külastuskeskkonna arendamine 577 miljoni krooniga. ■



HANSA-FLEX Hüdraulika OÜ  
Kokasauna tee 3, Tännasilla küla, Saku vald  
www.hansa-flex.ee, info@hansa-flex.ee  
Tel 656 0957

**HANSA FLEX**



## 25 lugu Eesti ettevõtete intellektuaalsest omandist

■ EAS KOOSTÖÖS ADVOKAADIBÜROOGA GLIMSTEDT STRAUS & PARTNERID ANDIS VÄLJA EESTI ESIMESE INTELLEKTUAALSE OMANDI KAITSET KÄSITLEVA KAASUSTE KOGUMIKU, MIS ON MÕELDUD KÕIGILE ETTEVÕTJATELE.

**K**asuste raamatu on koostanud advokaadibüroo vandeadvokaadid Priit Lätt ja Heiki Pisuke ning Tartu Ülikooli õigusteadeuskonna intellektuaalse omandi õiguse lektor Aleksei Kelli.

Raamatu üks koostajatest Priit Lätt: „See on esimene intellektuaalse omandi kaasuste kogumik Eestis. Kaasused põhinevad n-ö elul endal, Eesti ettevõtetel. Kaasuste lahendid on saadud üldjuhul Riigikohtu tasandilt ja need põhinevad Eesti Vabariigi ja Euroopa Liidu seadustel.“

Kogumik on kokku pandud lihtsas keeles, iga kaasuse käsitletu sisaldab kaasuse kirjeldust, õiguslikku analüüsi ja soovitusi probleemide vältimiseks. Priit Lätt: „Oleme teadlikult vältinud paragrahve, lõikeid, punkte kaasuste käsitletu tekstis, need on kõik viidud joone alla – nende jaoks, kes tunnevad põhjalikku huvi.“

Kogumik jaguneb peatükkideks: teose autoriõiguslik kaitse, kaubamärgi kaitse, tööstusdisaini kaitse, leiutise kaitse ja ärisaladuse kaitse.

„Välidi kohtuvaidlust, enneta vaidlust intellektuaalse omandi õiguste üle,“ annab Priit Lätt ettevõtjatele soovitusi. „Kogumikus toodud kaasused on kohtupretsedendi tähenduses.“

Kogumik on kättesaadav Patendiraamatukogust ja ettetellimisel advokaadibüroost Glimstedt Straus & Partnerid. ■

## Visitretil sihikul veerand painduvate ekraanide turust



■ PAINDUVAD EKRAANID VÕIVAD VABALT ASENDADA PABER-INFOKANDJAT.

■ EESTI FIRMA VISITRET DISPLAYS ARENDAB PAINDUVATE EKRAANIDE TEHNOLOOGIAT, MIS ON KUNI 1000 KORDA ENERGIASÄÄSTLIKUM KUI KONKURENDID LCD JA OLED. EESMÄRK ON AMBITSIOONIKAS – HAARATA VEERAND MAAILMA PAINDUVATE EKRAANIDE TURUST.

**V**isitretil on Eesti patent uudsele lameekraanide ja elektroonilise paberi tehnoloogiale. Selline ekraan ei vaja taustvalgustust ja töötab üliväikse energiakuluga, sest tarbib elektrit vaid kujutise muutmisel. Lisaks on tema eelisteks suur kontrastsus ja soodne hind.

Visitreti tegevjuhi Madis-Marius Vahtre hinnangul on Eesti tehnoloogia tulevikus 3-5 korda soodsam kui OLED (Organic Light Emitting Diode) ekraanid ning 5-10 korda soodsam kui LCD (Liquid Crystal Display) ekraanid. Tehnoloogiat saab kasutada mistahes eluvaldkondades ja mistahes ekraanides, olgu painduvad või mittepainduvad. Näiteks mobiiltelefonides ja sülearvutites, aga ka ekraanituru tulevikutoodetes nagu e-raamatud, e-ajalehed, värvust muutvad riided, mänguasjad, käevõrud, plaastriid jne.

Vahtre sõnul kasvab mittepainduvate ekraanide turg maailmas 10-15 protsenti aastas, jõudes tänava 115 miljardi dollarini. Painduvate ekraanide turule oodatakse aga lausa pöörast kasvu – praeguselt marginaalselt tasemelt 12 miljardi dollarini 2017. aastaks. Selleks ajaks

loome trükiajalehe asemel paberit meenutavat displeid ehk e-ajalehte.

Samsung, Philips ja mitmed teised elektronikafirmad arendavad paindlikke ekraane. USA firma E-Ink on juba turul e-raamatuga. Vahtre sõnul püüavad konkurendid edusamme teha keeruliste ja kallite LCD ning OLED tehnoloogiate baasil, seevastu Visitreti tehnoloogia on lihtsam ja odavam.

Vahtre sõnul on laboris tõestatud, et Visitreti lahendus toimib, nüüd valmistatakse aasta jooksul 3x3 cm suurune katseekraan. Seejärel on võimalik alustada ettevalmistusi masstootmiseks. „Meil on tulevikus hea potentsiaal domineerida ekraanituru teatud segmentides, näiteks seal, kus on toodetel oluline nii väike voolutarve kui ka kaasaskantavus,“ leiab Vahtre.

Visitreti inseneritiimi juhib Tartu Ülikooli keemiadoktorant Jüri Liiv. Lisaks Eesti teadlastele on firmas välispartnerid Portugalist, USAst ja Itaaliast. Ettevõtet rahastab investor David Honey firma ning toetust on saadud ka EASilt. ■

## Sweco Project sai Liivi lahe meretuulepargi projekti



PROJEKTEERIMISFIRMA SWECO PROJEKT AS VÕITIS SOODSAIMA PAKKUMISEGA EESTI ENERGIA KORRALDATUD LIIVI LAHE MERE-TUULEPARKIDE ESKIISPROJEKTEERIMISE KONKURSI.

**A**are Uusalu, Sweco Projekti juhatuse esimees: "Tuuleenergia tootmine on seoses saastetasude kasvu ja Euroopa Liidu kliimapaketiga väga päevakajaline teema, teatavasti tuulegeneraatorid kasvuhuonegaase ei eralda. Eestis paisatakse praegu 1 kWh elektrienergia tootmisel atmosfääri keskmiselt 1,18 kg süsinikdioksiidi, Poolas 0,96, Saksamaal 0,46 – Euroopa Liidu keskmine on 0,34." Eskiisprojekteerimise tulemusena peab olema määratud tuulelektrijaamadega koormatava mereala pindala, elektrituulikute kavandatav vundamentitüüp, jaamade potentsiaalne võimsus, tuulikute arv ja gabariidid. Tulenevalt olulistest mõjust keskkonnale ja inimtegevusele tuleb eskiisprojekti staadiumis, enne keskkonnamõjude hindamise läbiviimist, saada eelhinnangud ministeeriumitelt ja ametitelt. "Liivi lahe tuulekliima ja lähedus kõrgepingevõrkudele teevad sellest sobiva meretuuleparkide asukoha. Projekteerijal on seejuures ülesandeks vaadelda mitut võimalikku ja erineva võimsusega asukoohaalternatiivi," ütles Eesti Energia programmijuht Eero Saava. Koos Sweco Projektiga asuvad eskiisprojekte koostama OÜ Corson ja Eldeco Inseneribüroo OÜ.

# THE GROOVING REVOLUTION TRIFORCE

www.triforce-system.com

KUI PEAD TÖÖTLEMA  
SOONI, VALI  
REVOLUTSIONILINE  
SOONETERA JAAPANI  
TOOTJALT NR

UUS  
TRIFORCE-GROOVING  
TOOTESARI



Ole esimeste seas parandamaks  
oma produktiivsust, võta  
meiega ühendust!

Sinu Mitsubishi partner – Attila OÜ



NB! Meie uus address on: Laki 5, 10621 Tallinn  
Tel. 6563 337 Faks 6563 829  
e-post [attila@attila.ee](mailto:attila@attila.ee) [www.attila.ee](http://www.attila.ee)

PRECISION  
FOR SUCCESS

CHOOSE JAPAN'S NO. 1

**MITSUBISHI**  
MITSUBISHI MATERIALS

[www.mitsubishicarbide.com](http://www.mitsubishicarbide.com)



 KOLUMN

# Kas eksportivast tööstusettevõttest saab Eesti majanduse alus?



Riigi majanduspoliitika jätkusuutlikkust iseloomustab ekspordivõime ning investeeringute suunamine uude tehnoloogiasse või uude tootmisse. Sellest, kui edukalt suudab ümber orienteeruda ja edasi areneda tööstus, sõltub Eesti majanduse käekäik.

**M**ie töötlev tööstus on alati olnud ekspordile suunatud, seetõttu ei saanud meie ettevõteted viimastel aastatel õnneks osa petlikust majandusmullist, eksporditurgudel on alati toimunud konkurentsitihe jalad maas kauplemine.

Kuidas käituda globaalsest finants- ja majanduskriisist põhjustatud järjest kasvava määramatuse tingimustes?

Kindlasti tuleb lihvida kõike positiivset, mis on meie ettevõtetele seni edu toonud – tarnekiirust, paindlikkust, ressursside kasutamise otstarbekust ja kvaliteeti.

Viimase kolme aasta arengud on toonud välja meie paljude ettevõtete nõrgad kohad. Peame tunnistama, et raskemas olukorras on enamasti väike- ja keskmised ettevõteted, kuna üldjuhul tegutseb igaüks omaette ning puudub ressurss nii kaubamärgi, toote kui turu arendamiseks. Rääkimata sellest, et puudub pikaajaline äriplaan ja strateegia.

Eesti järsult kasvanud kulud, inflatsioonitase ning globaalne konkurents on juba olnud paljudele ettevõtetele hävitava mõjuga.

2008. aasta oli esimene, kus nii valitsuse, riigiasutuste kui majandusteadlaste poolt väljendati järjest enam ettevõtete koostöö ja ühistegevuse potentsiaali. Uuel aastal oleks aeg sõnadelt tegudele üle minna.

Kui meenutada ajalugu, siis enne II maailmasõda said Eesti talunikud peekoni ja või turuosa Taanis, Saksamaal ja Suur-

britannias ainult tänu ühistegevusele ehk ühistute loomisega. Ühistegevus on oma elujõudu näidanud ka tänapäeval, näiteks nii USA kui Soome ettevõtluses.

2009. aastal peavad paljud sarnase valdkonna väike- ja keskmised ettevõteted leidma sobiva koostöövormi ühistegevuseks, et oleks tagatud nende pikemaajaline jätkusuutlikkus. Tihti liialt madala lisaväärtusega ja nimetu kauba tootmise asemel tuleb mõelda ja panustada koostööle ja arendustegevusele, ja seda enam kui kunagi varem.


Ühistegevusse ettevõtete vahel tuleb kaasata insenerid ja disainerid, et üheskoos luua ja vormida uued tooted ning arendada ühine kaubamärk.

Tähtis on leida see võluvits, kuidas eristuda konkurentidest turul ja saada uute toodete müügist edasiseks arenguks piisavat lisaväärtust.

Ettevõtete ühistegevus loob mitmeid efekte: summeerides ettevõtete inseneride, tehnoloogide, disainerite ja turustajate oskused ja kogemused, saame nutikama kompetentsikeskuse; liites ettevõtete tootmisvõimsused, saame Euroopa turgudel atraktiivsemaks mastaabiefekti näol.

Toote- ja kaubamärgiarendus, uute turgude leidmine ekspordile on kulukad tegevused.

Ühistegevus annab siin olulise võimuse kulude jagamiseks partnerite vahel.

Eesti tööstuste juhid saavad keerulise 2009. aastaga hakkama, kui kõige muu olulise kõrval jälgitakse kindlaid prioriteete, milleks on eritählepanu likviidsusele, tootlikkuse kasv ja panus reaalsesse ühistegevusse. 

**MEELIS VIRKEBAU,**  
EESTI TÖÖANDJATE KESKLIIDU VOLIKOGU LIIGE



# TTÜ linnak Mustamäe mändide all aina laieneb

Tallinna Tehnikaülikool trotsib kinnisvaraturu madalseisu, alustades uusi objekte.

**T**allinna Tehnikaülikool on juba aastaid vilkalt ehitanud, aga ka vana lammutanud. Kerkinud on pereühiselamu, uued üliõpilaselamud, hostel, uus õppe- ja rektoraadihoone, pikendused senistele õppekorlustele, kui loetleda esimesena meelde tulnud suuremaid objekte.

TTÜ linnakus (kampus) paikneb IT Kolledž.

Lammutatud on nõukogude aja lõpu-poolse ehitatud paviljonilaadne söökla-kohvikklubi, nn Roheline Konn. Renoveerimiseks on lammutatud ka vanemaid ühiselamuid.

Enam pole ka täispuhutud kaarhalli, mida sai kasutada talvisel ajal kergejõustiku harrastamiseks.

TTÜ linnakusse on suubunud endised Keemia Instituut ja Küberneetika Instituut, nüüd vastavalt TTÜ Loodusteaduste maja ja Küberneetikamaja

Silmatorkavamaid uusehitisi on TTÜ uus raamatukogu. Koostöös Eesti Arhitektide Liiduga korraldati 2006. a suvel konkurs arhitektuurse ja planeeringulise lahenduse saamiseks. Konkursi võitis büroo Agabus, Endjärv & Truverk Arhitektid OÜ töö.

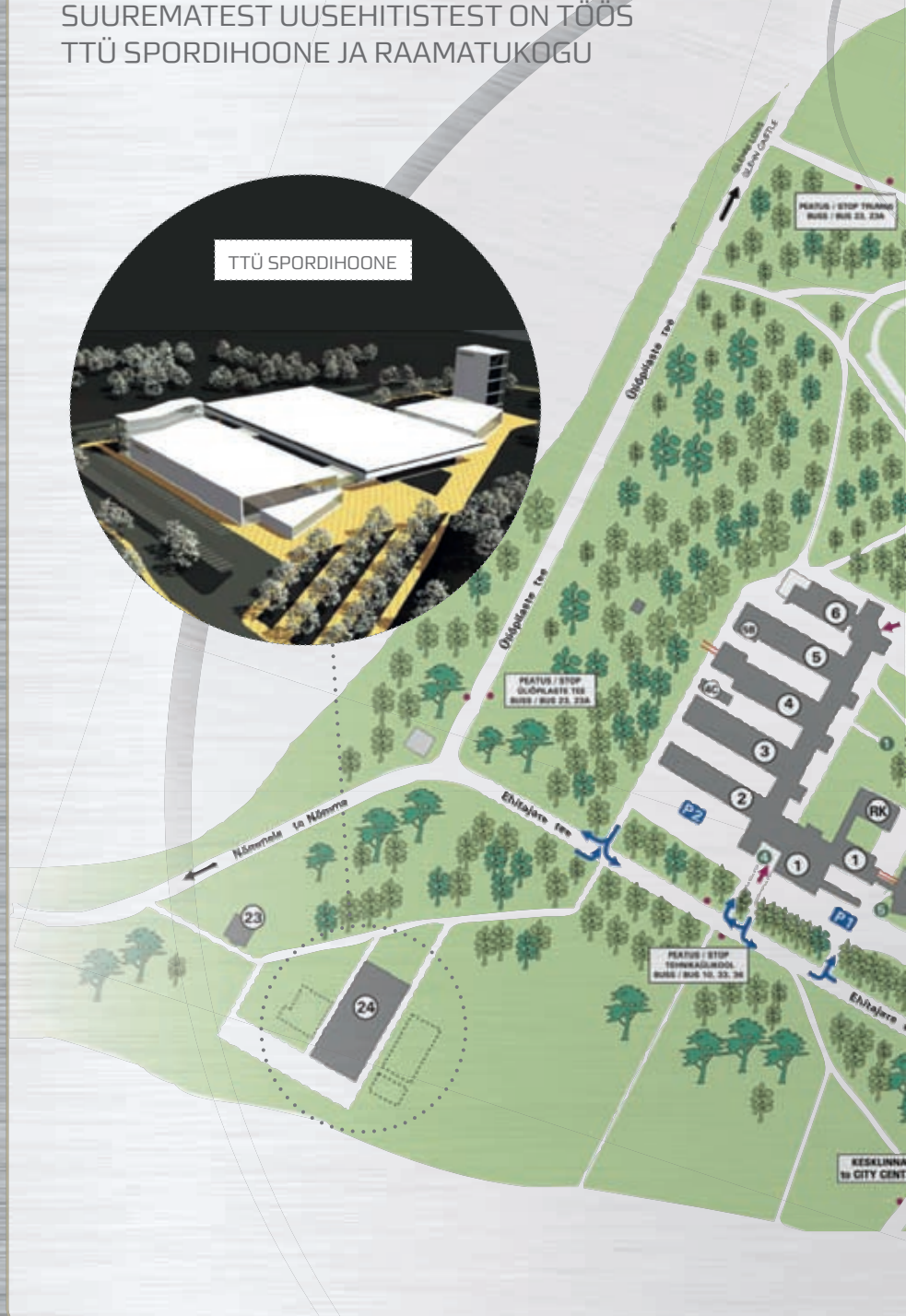
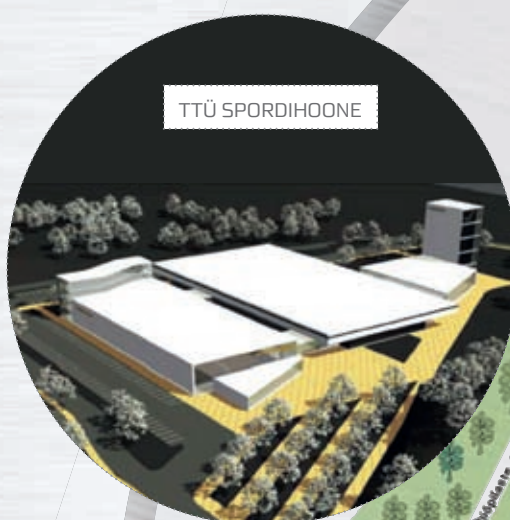
2007. a suvel korraldati ehitushange. Uus raamatukogu peaks valmima 2009. aasta sügiseks.

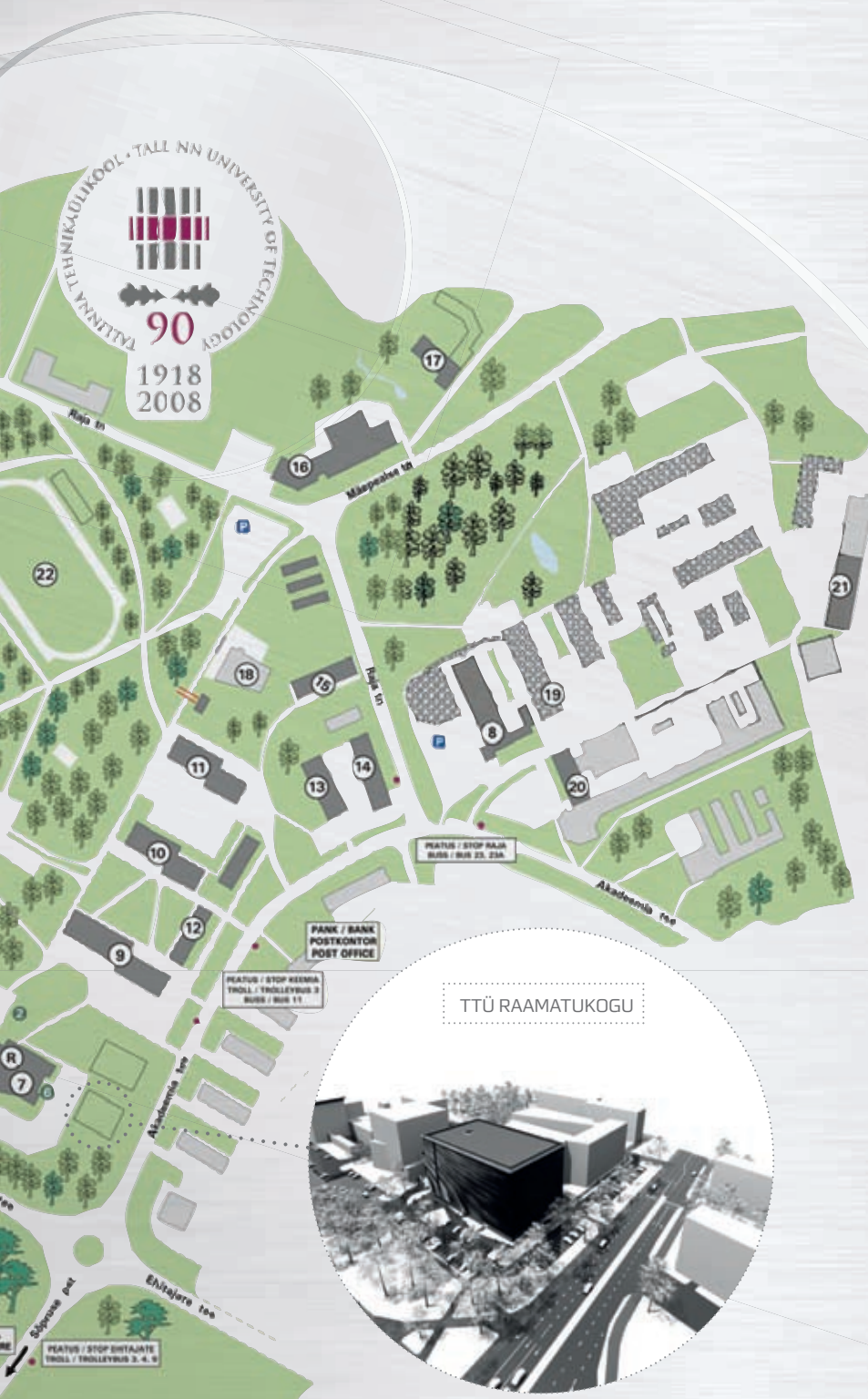
Ehitisi on projekteeritud 5/-1 korruselise-na, ehitusaluse pinnaga 2065 m<sup>2</sup>. Suletud netopinda on 9194 ja brutopinda 10 990 ruutmeetrit. ■

INSENERIA

## RAUAKOOL EHITAB JA ARENDAB

SUUREMAST UUSEHITISTEST ON TÖÖS  
TTÜ SPORDIHOONE JA RAAMATUKOGU





### Tallinna Tehnikaülikooli linnak

- R. Rektorat
- RK. Raamatukogu
- 1. Õppehoone 1
- 2. Õppehoone 2
- 3. Õppehoone 3
- 4. Õppehoone 4
- 5. Õppehoone 5
- 6. Õppehoone 6
- 7. Õppehoone 7
- 8. Loodusteaduste maja
- 9. Üliõpilaselamu
- 10. Renoveeritav üliõpilaselamu
- 11. Renoveeritav üliõpilaselamu
- 12. Pereühiselamu
- 13. Academic Hostel
- 14. Üliõpilaselamu
- 15. Üliõpilaselamu
- 16. IT maja
- 17. Ehitusteaduskonna laborihoone
- 18. IT kolledž
- 19. Tehnoloogiapark
- 20. Küberneetikamaja
- 21. Puidumaja
- 22. Staadion
- 23. Tekstiilmaja
- 24. Spordihoone

### Mälestusmärgid linnakus

- 1. Sõjas hukkunute mälestusmärk
- 2. Sammuva ekskavaatori kopp
- 3. Sild Mente et Manu (mõistuse ja käega – ld keeles)
- 4. Skulptuur "Üliõpilane", kunstnik Maire Morgen-Hääl
- 5. Skulptuur "Põlev kivi", skulptor Lembit Palm
- 6. Skulptuur "Tormilind", skulptor Riho Kuld

VAATA LISA KA WWW.TTU.EE





▶ MAAPEALSES SUURES KOSMOSE-SIMULAATORIS TESTITAKSE SATELLIITE EKSTREMAALSETES TEMPERATUURI-, KIIRGUS- JA ALARÖHU TINGIMUSTES.

▶ **ESTEC – SEE ON ESA KÕRGTEHNOLOOGILINE SÜDA**

# Kosmosetehnoloogiate sünd allpool merepinda

Euroopa Kosmoseuuringute ja Tehnoloogia Keskus ESTEC asub Hollandi linnakeses Noordwijk, mis peale kosmose elatub turismist ja asub allpool merepinda.



## SILVER LÄTT, ESTEC-I INTERNATIONAL TRAINEE

**5** ... 4 ... 3 ... 2 ... 1 ... Start! kajavad sõnad üle Prantsuse Guajana. Sellele järgneb kõrvulukustav mürin ning taevaavarustesse tõuseb järjekordne Ariane-5 kanderakett. Need sõnad kostuvad Kouroust, Euroopa Kosmoseagentuuri (ESA) kosmodroomilt. Järjekordse sidesatelliidiga, kosmoseteleskoop lastiruumis, läheneb lõpule järjekordne etapp sadade inimeste ühistes pingutustes kosmosemissiooni läbiviimisel. Sõltuvalt missioonist on vilgas askeldamine kestnud mõnel puhul kuni kümme aastat, kulmineerudes just sellel hetkel, mil rakett tööpostile suunduvat satelliiti kannab.

Eellugu sellele kulminatsioonile saab peaaegu alati alguse ühest kena liivaranna ja mitmete hotellidega, peamiselt turismist elatava linnakese – Noordwijki – külje alt. Just seal, muuhulgas ka natuke allpool merepinda, asub Euroopa Kosmoseuuringute ja Tehnoloogia Keskus ESTEC (*European Space Research and Technology Centre*).

ESTECi kompleks avati 1968. aastal ning sinna on koondatud ESA kompetents kõikide kosmosemissioonide etappide jaoks: teadlased, projektijuhid, insenerid, juristid, haridusspetsialistid ning muu teenindav personal, praegusel hetkel kokku ca 1500 töötajat. Samuti on kohapeal vajalik infrastruktuur missioonide etappide läbiviimiseks. See koosneb mitmetest laborikompleksidest, testimiskeskusest ning nende tugistruktuuridest. Lisaks sellele asub ESTECis ka ESA tehnoloogiasirde keskus ning kosmosetehnoloogiatega seonduvate ettevõtete inkubaator.

### Kosmosemissiooni elukaar: Missiooni sünn

Iga kosmosemissioon algab ideest teaduslikuks uurimustööks või (kommerts-)rakenduseks. Koos tööstuspartneritega töötavad ESTECi insenerid välja esialgse optimaalse missiooni ja riistvara ülesehituse. Selles faasis, kui idee on ainult paberil,

leitakse esialgsed optimumid missiooni maksumuse ja saadavate tulemuste jaoks. Selle ülesande efektiivseks lahendamiseks – interdistsiplinaarse meeskonna töö hõlbustamiseks – on loodud spetsiaalne töökeskond: ruumid, arvutid, tarkvara ehk

tegreeritusele näeb toimunud muudatusi kohe satelliidi mehaaniliste tugistruktuuride eest vastutav insener ning arvutab välja satelliidi uued resonantssagedused, soojusvood vms. Samuti jõuab muutus automaatselt energiakulu ja massi arvesta-



#### ESTEC AEROFOTOL.

CDF – *Concurrent Design Facility*, mida võiks tõlkida kui üheaegse projektijuhtimise meetod. See võimaldab reaajas ehitada satelliidi mudelit ning simuleerida kõikide alamsüsteemide tööd, hinnata maksumust ning riske. CDFi idee on olla interdistsiplinaarne suhtluse infrastruktuur, mis võimaldab eri valdkondade inseneridel ja projektijuhtidel lühikese ajaga

va inseneri töölauale. Omad järeldused teeb ka missiooni planeerimise spetsialist, kui muutus mõjutab satelliidi orbiiti ning sellest lähtuvalt ka sideseansside kestvust. Kõik muutused kajastuvad riskihindaja töölaual, sest kosmosemissioonide eripära tõttu (puudub võimalus orbiidile toimetatud seadet parandada) võetakse riskide haldamist tõsiselt. Võimaluse korral kasu-

Kosmosemissioonide eripära tõttu – puudub võimalus orbiidile toimetatud seadet parandada – võetakse riskide haldamist tõsiselt.

kokku panna töötavaid ja maandatud riskidega lahendusi. CDF võimaldab projekteerimissessioonidest osa võtta ka füüsiliselt eri paigus asuval spetsialistidel – selleks on CDFis ka videokonverentsi vahendid. Tüüpiliseks näiteks võib lugeda juhust, kus satelliidi mootorite eest vastutav insener varieerib mootorite disaini mõnes CADi lahenduses. Tänu CDFi tarkvara in-

tatakse uue satelliidi jaoks juba olemasolevaid ja kosmoses testitud komponente ja süsteeme. Sellest lähtuvalt saab projekti eelarvega tegelev spetsialist CDFi sessiooni käigus ka reaajas hinnata näiteks eelpool mainitud muutuse kajastumist projekti eelarves. Kogu kirjeldatud protsess võimaldab projektijuhil omada reaajas üldpilti missiooni erinevatest aspektidest.



#### ▣ ÜHEAEGSE PROJEKTJUHTIMISE MEETOD.

#### ▣ Missiooni areng – projektijuhid

Kosmosemissioonide eripära tõttu on ESTECi projektimeeskonnalt nõutavate oskuste spekter hirmuäratavalt lai. Meeskonna põhitöödeks on missioonile esitavate nõuete koostamine, hangetele laekunud pakumuste hindamine nii teaduslikust, finantsilisest kui ka inseneeria aspektist ning ettevõtete ja uurimisinstituutidega sõlmitud lepingute pedantne jälgimine. Kõike seda vaeva nähakse selleks, et missiooni jaoks valmiv süsteem, mis sisaldab lisaks satelliidile ka maapealseid sideseadmeid ning andmetöötlemise algoritme, dokumentatsiooni riistvara ja protseduuri-

de kohta, valmiks õigeaegselt ning täidaks juba orbiidil olles seatud eesmärgid. Samuti võimaldaks efektiivselt, süsteemi anomaalse käitumise korral, viga diagnoosida ja kõrvaldada. Hea näide ratsionaalse projekti käigust on Rosetta missioon, mille raames läkitati satelliit uurima 67P Rosetta nimelist komeeti 2004. aastal. Tänu missiooni eripärale jõuab satelliit oma sihtmärgini alles aastal 2015. Startides aga ei olnud veel satelliiti jõutud laadida lennutarkvara, mis võimaldaks sel ümber komeedi orbiidile jääda ning komeeti uurima hakata. Tarkvara programmeeritakse praegu ning laetakse satelliiti vahetult enne komeedini jõudmist.

#### Riist- ja tarkvara testimine

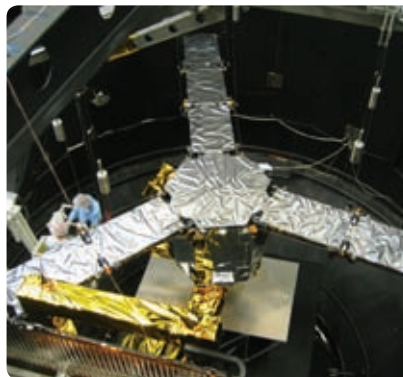
Nagu eelpool mainitud, puudub võimalus orbiidil satelliiti parandada. Otsest mehaanilist parandamist on siiaani läbi viidud ainult Hubble'i kosmoseteleskoobiga, kui USA kosmosesüstiku abil toimus Hubble'i teenindusmissioon. Seetõttu tuleb kosmosemissiooni käigus viia läbi mahukad testid nii riist- kui tarkvarale, et saavutada maksimaalne õnnestumisprotsent. Kõik satelliidid ja nende alamsüsteemid läbivad piinarikkaid teste, kus mõõdetakse nende vastupidavust äärmuslikele keskkonnatingimustele, mis valitsevad stardihetkel ja kosmoses.

Esimene katsumus satelliidi elus on selle orbiidile toimetamine. Veendumaks, et stardil satelliit ei kahjustu, testitakse seda vibratsioonistendis. Kompleks HYDRA võimaldab tekitada, kuues vabadusastmes, kuni 22 tonni kaaluvas satelliidis mehaanilist vibratsiooni sagedusega 1–100 Hz ning rakendada dünaamilist kiirendust vahemikus 0,02–5 g, kus g on raskuskiirendus Maa pinnal. See on ekvivalentne 7,5pallise maavärinaga Richteri skaalal.

Kanderaketi tekitatud akustilise müra mõju testimiseks kasutatakse eriliste vedrukonstruktsioonidele toetuvat ning 2000 tonni kaaluvat testkambrit, milles on võimalik tekitada heli tugevusega kuni 156 dB. Tänu neljale madalsageduslikule (kuni 25, 35, 80 ja 160 Hz) ning mitmele kõrgsa-



▣ LARGE SPACE SIMULATOR, LSS.



▣ LSS ISE ON ÜKS SUUR VAAKUMKAMBER.



▣ TESTIMISKESKUSES PEAB VALITSEMA EESKUJULIK PUHTUS.



geduslikule “kõlarile” on võimalik täpselt simuleerida kanderaketi stardil tekkivat akustilise müra spektrit. Satelliidi saastumise vältimiseks viiakse akustilised testid läbi tehnilikus lämmastikuatmosfääris.

Samuti testitakse satelliitide energiaallikaid – päikesepaneele ja akusid. Selleks loodi 1978. aastal kosmoses kasutatavate akude ja kütuseelementide testimiskeskus (*European Space Battery Test Centre*), kus simuleeritakse keskkonnatingimusi (temperatuur  $-60$  kuni  $+400^{\circ}\text{C}$ , tehisaatmosfäär) ning tühjenemis-laadimistsükli. Testimiskompleks on populaarne ka maapealseid rakendusi väljatöötavate ettevõtete seas.

Maa orbiidil või planeetidevahelises ruumis oma missiooni täitvad satelliidid peavad vastu pidama mitte just väga sõbralikele keskkonnatingimustele. Tagamaks missiooni edu, testitakse satelliitide keskkonnataluvust Suures Kosmosesimulaato-

võimalik vastavalt missiooni iseloomule muuta vahemikus  $-190$  kuni  $+100^{\circ}\text{C}$ . Katsekeha (satelliidi või selle komponentide) mass võib olla kuni 19 tonni. Madalad temperatuurid saavutatakse vedela lämmastikuga ning kõrged päikesesimulaatorit kasutades. Viimane on võimeline tekitama kuuemeetrise läbimõõduga kollimeeritud kiire. Ühe solaarkonstandiga võrdne kiiritustihedus (ligikaudu  $1380\text{ W/m}^2$ ) saavutatakse kaheteist ksenoonlambiga (tarbitav võimsus 20 kW lambi kohta). Päikesele lähemal läbiviidavad missioonid (Merkuuri orbiidil nt) vajavad aga suuremat võimsust – lampe kuni 32 kW.

Kosmoses valitsevat keskkonda ning rõhku simuleeritakse alandades kogu kambri rõhku kuni  $10^{-4}$  millibaarini ning lisades tehisaatmosfääri atomaarset hapnikku, mis on põhiline oht satelliitide välispinnale ja on oluline just maalähedasel orbiidil.

Esimene katsumus satelliidi elus on selle orbiidile toimetamine. Veendumaks, et satelliit ei kahjustu, testitakse seda vibratsioonistendis.

ris (*Large Space Simulator, LSS*). Tegemist on suure vaakumkambriga, milles on võimalik simuleerida orbiidil esinevaid keskkonnatingimusi. Kambri ruumala  $2300\text{ m}^3$  võimaldab seal testida ka kõige suuremaid satelliite. Keskkonna temperatuuri on

Testitav objekt seatakse mehaaniliselt nii hoonest kui kambrist lahtisidestatud alusele. See võimaldab simuleerida kuni viietunnise satelliidi pöörlemist kiiruseni kuni kuus pööret minutis. Testide ajaks on võimalik satelliidile kinnitada ligi



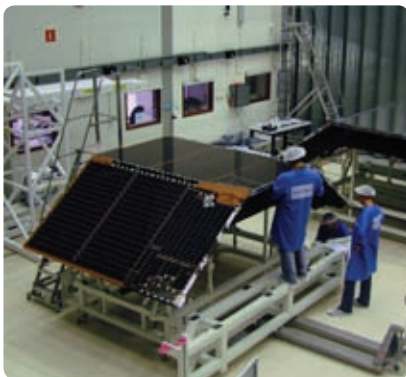
ESA MARSIKULGUR.

600 termopaar-andurit temperatuuri mõõtmiseks. Lisaks on võimalik mõõta voolutugevusi ja pingeid satelliidi eri süsteemides ning satelliidist lähtuvat raadiokiirgust.

## Eduka missiooni nimel

Kui satelliit on läbinud testide kadali pu ning edukalt orbiidile toimetatud, ei lõpe ESTECi inseneride ja teiste töötajate ülesanded. Olgugi, et missioone juhitakse Saksamaalt Darmstadtist, viibivad missiooni algeriitidele operatsioonide juures ka mõned projektimeeskonna liikmed ESTECist. Seda kõike selleks, et anda juhtimiskeskusele satelliit üle ning veenduda, et missioon võiks alata. Hilisemas faasis seatakse ESTECi haridusspetsialistidele ülesandeks töötada välja üldhariduskoolides ning ülikoolides kasutatavaid õppematerjale, mis kasutavad antud missiooni kui vahendit üldisemate printsiipide õpetamisel, ning luua programme tudengite kaasamiseks ESA tegevusse ning järgmise põlvkonna inseneride, projektijuhtide koolitamiseks.

Nagu näha, ei ole ühe kosmosemissiooni läbiviimine ei ühe ega kümne inimese kollektiivne panus. Konkreetse missiooniga võib olla kokkuvõttes hõivatud isegi tuhat inimest, kelle summaarne panus, pühendumus, koostöövõime ning professionaalsus on missiooni eduka läbiviimise võti. ■



MATERJALID PEAVAD TALUMA NII KUUMA KUI KÜLMA.



KATSETATAKSE SATELLIIDI ANTENNI.





## RIIK JA ETTEVÕTJA

# EAS käivitas kogemustega arendustöötajate värbamise programmi

Sellest aastast saavad ettevõtted palgata oma firmasse suurte kogemustega välisajajad, kelle palgakuludest kannab poole Ettevõtluse Arendamise Sihtasutus. Järgneb intervjuu EASi Ekspordi divisjoni direktori **Allar Korjase** ja Innovatsiooni divisjoni direktori **Ilmar Prallaga**.

**K**ogemustega väliseksperti või arendustöötaja värbamise programm on EASi uus meede. Millised eesmärgid on seatud nimetatud programmiga?

Programmi peamiseks ülesandeks on toetada suurte arenguhüpete läbiviimist ettevõtetes ja selleks aitame oma klientidel katta valdkonna parimate spetsialistide Eestisse toomise kulusid. Peamisi tulemusi soovime saavutada järgmistes valdkondades:

- Edendada ekspordi, aidates ekspordi käivitamist seni siseturule keskendunud ettevõtetes ning aidates täna lähiturgudele fookuseerunud ettevõtetel siseneda veelgi kaugematele turgudele. Eesti ekspordi suurendamine on selle programmi oluline eesmärk.
- Edendada uute toodete väljatöötamist, aidates värvata väga tugevaid disainereid ja insenere. Aidata neil, kes seni on teinud peamiselt allhanget, jõuda välja



ALLAR KORJAS



ILMAR PRALLA

oma toodeteni, mida kõrgema lisandväärtusega ekspordida.

- Sooritada suur hüpe ettevõtte senises tehnoloogilises tasemes ja tootlikkuses, tuues head insenerid tootmist optimeerima ja kasutatavaid tehnoloogiaid uuendama.

Sõnaga, eesmärk on tuua firmadesse värsket verd teadmiste mõttes: palgata hea tehnoloog või disainer, kes päritolumaa teadmistetausta abiga lükkab sinise firma uue hooga käima.

Me motiveeriks omapoolse rahalise abiga välisspetsialisti palkama.

**Kui palju on EAS uuele programmile raha eraldanud?**

2009. aastaks on eelarve 70 miljonit krooni. EAS saab toetada iga arendustöötaja Eestis töötamist kuni kolme aasta jooksul. Selle aja jooksul aitab värvatud spetsialist ka Eesti ettevõtte meeskonda arendada ning kasvatada ja kui ta kunagi lahkub, jääb teadmistepagas Eestisse.

**Kust leiate neid spetsialiste? Kas nad on nõus üldse Eestisse tulema?**

Konkreetselt väliseksperdi otsib siiski ettevõtte ise. Firma ise teab oma vajadusi ja tule-

vikuplaane kõige paremini ning oskab valida oma meeskonda sobivaid inimesi. Meie oleme nõus öla alla panema parima inimese otsimisega seotud kulude katmisel.

**Palju niisuguseid arendustöötajaid Eestisse tuleks?**

60–70 inimest on 2009. aasta eesmärk. Neil peab olema tugev praktiline kogemus, nad peaks olema pikka aega konkreetse valdkonnas tegutsenud ega tohiks olla paljalt teoreetikud. Kavandatud arendustöötajate arv pole küll teab mis suur, aga me soovime toetada ainult väga ambitsioonikat arengut kavandavaid ettevõtteid, kes oleks ka võimelised värvatud spetsialisti ära kasutama. Meie kliendid peavad mõistma, et väga hea spetsialisti palkamine on alles esimene ja tõenäoliselt kõige väiksem investeering arengusse – järgnema peab uue toote väljatöötamine või tugev müügitöö mõnel välisriigis.

**Kuidas arendustöötaja töö tulemuslikkust mõõta?**

Me näeme töö tulemuslikkust selle kaudu, kui konkreetne firma algatab varsti pärast spetsialisti värbamist olulisi arendustegevusi – alustab uute toodete või teenuste arendamist, võtab ette uued eksporditurud või käivitab tõsiselt muudatused oma tootlikkuse tõstmiseks. Kõigi nende arengute juures võib EAS uuesti abiks tulla, pakkudes toetusi nii välisriigis, tootearenduseks kui ka parimate tootmiseladmete soetamiseks.

**Kas sinise ettevõtte omandivorm võib saada takistuseks suurte kogemustega asjatundja palkamiseks?**

Ei, omanike ring ei ole probleemiks. Piisab Eestis registreeritud äriühingust, Eestis tegutsevast äriüksusest. Põhiline on, et loodav lisaväärtus jääks Eestisse.

**Võtaks veel korra kokku põhilise.**

Ma tahame, et ühe keskmise suurusega Eesti ettevõtte senises tegevuses toimuks oluline muudatus, mis tooks kaasa tööviljakuse ja ekspordi kasvu. Tahame tõsiselt ambitsioonikust näha.

**Aitäh! Ja jõudu Inseneeria poolt!**


**HUVITAV LAHENDUS**

# Tuleviku digielus saab iga samm

Digitaliseeruv maailm karjub tehnoloogiate järele, mis aitaksid tagada digitaalsete andmete tõendatavust.

Ühe lahenduse pakub ajatempli infrastruktuuri näol välja Eesti firma Guardtime.

**TOIVO TÄNAVSUU,**  
EESTI EKSPRESS  
TIGERPRISES.COM

**M**ärt Saarepera ja Ahto Buldase loodud tehnoloogia on põhjatu potentsiaali ja paljude avastamata võimalustega. See on põnev valdkond, kuid nagu telefoni kasutaja ei puutu otseselt kokku mobiilivõrkude tehnoloogiaga, pole lõpptarbijal erilist aimu ka ajatempli tehnoloogiast.

Kuid mis ta siis on? Guardtime'i juhatuse liige Riina Einberg ütleb, et enamik inimesi peab ajatemplit ekslikult ajalugemiks – kellaajaks, mis on lisatud andmetele. „Arvatakse, et nüüd hakkame poes salatikarpidele silte kleepima, kus on kirjas, millal salat tehti,“ muigab ta.

## Tegemist on usaldust tagava tehnoloogiaga

Tegelikult tagab Guardtime'i tehnoloogia digitaalsete andmete usaldusväärsu-

se ja läbipaistvuse seal, kus on suured firmad, palju inimesi, keerulised regulatsioonid ja piirideülesed ärid.

Ajatempel on kui digitaalne sõrmejalg, mille jätvad masinad, seadmed ja programmid digitaalsete andmete salvestamisel. Seejuures pole sõrmejalg personaalne, ta ei näita, kes on andmed loonud.

Võltsida allkirja paberil või teha muutu- suti paberile trükitud fotol on päris keeruline – võrreldes sellega, et digimaailmas on sellised muudatused mõne hiirekliki kau- gusel.

Guardtime'i ajatempel sisaldab andmetest konkreetset hetkel võetud unikaalset räsiväärtust ehk kontrollkoodi. See on unikaalne ja etteaimamatu. Kui andmeid muudetakse, vastab neile juba teistsugune kood.

Ajatempli kontroll toimub Guardtime'i poolt avalikustatud kontrollkoodi alusel. Seda avaldab firma GuardTime Public Code'i nime all juba mõnda aega

majanduslehtedes Financial Times, Äripäev ning Nikkan Kogyo (Jaapan). Piisab vaid teatud avaliku algoritmi alusel kõrvutada Public Code'i ja konkreetse faili ajatempli ning ongi selge, kas faili andmed on ehtsad või muudetud.

## Ajatempel fotole, röntgenipildile ja eskiisile

Eraldiseisvalt pole Guardtime'i ajatempli tehnoloogia midagi väärt. See tuleb integreerida erinevatesse andmetöötlus- ja arhiveerimislahendustesse.

„Me toodame nagu mootoriõli, mis võib küll olla hea mootoriõli, kuid pole lõppkasutajale üldsegi huvitav. See saab huvitavaks siis, kui esimesed partnerid on oma lahendustega turul,“ ütleb Riina Einberg.

Guardtime'i partnerite nimistu võib olla väga pikk ja mitmekesine. Praegu testitakse eestlaste välja töötatud tehnoloogiat erinevates toodetes mitmetes valdkondades. Guardtime'i jaoks moodustavad potentsiaalse turu kõik firmad ja asutused, kes arhiveerivad ning peavad töendama digitaalseid andmeid. Nemad integreerivad tehnoloogia oma toodetesse.

Näiteks võib tuua meditsiiniseadmete – röntgeniaparatuuride – tootjad.

## Insenerid Guardtime'i taga

**G**uardtime'i asutasid firma peaarhitekt Märt Saarepera ja juhtivteadur Ahto Buldas.

Saarepera on rahvusvaheliselt tunnustatud ekspert digitaalsete andmete turvalisuse alal. Tal on Tokyo Institute of Technology doktorikraad.

Buldast tuntakse krüptoloogiaspetsialistina ning õppejõuna Tallinna Tehnikaülikoolis ja Tartu Ülikoolis. Tal on Tallinna Tehnikaülikooli doktorikraad. ■





# ajatempli

Samuti teevad seda koduelektroonika tootjad. Einbergi arvates võiks fotoaparaat igale pildile automaatselt ajatempli külge panna, siis ei tekiks probleemi, et pilte arvutisse või sealt ümber salvestades muutub failide tegemise aeg.

Samuti on ajatempliga digifotot võimaliku muuta või töödelda arvutis – nii et keegi sellest aru ei saaks.

Veel toob Einberg näite, kuidas ajatemplist võiks olla kasu kinnisvaraplaneeringutes.

Linnavalitsusse saadetakse detailplaneeringu kinnitamiseks projekti eskiis, mis on arhitekti juures ajatempli saanud. Pärast projekti heakskiitu saab kontrollida, ega eskiisis pole vahepeal muudatusi tehtud, näiteks mõnda puud nihutatud. Muutmisel saab projektfail uue ajatempli ja seda on võimalik visuaalselt võrrelda originaaliga.

## Mis on parim ärimudel?

Tuntuimad ajatempli teenust pakkuvad ettevõtted maailmas on Codel, Surety, Authentidate, kuid neil on mõnevõrra erinevad ärimudelid ja tehnoloogilised lahendused. Näiteks on olemas programmid, mille saab arvutisse laadida ja kuhu saab ajatembeldamiseks faile tõsta. Guardtime'i tehnoloogia lahendab probleemi uudsel moel ja on mitmekordselt võimsam tänastest lahendustest.

Einberg ütleb, et nagu uute tehnoloogiate puhul ikka, pole esialgu siiski konkurentideks mitte teised sarnase teenuse pakkujad, vaid vanad alternatiivsed tehnoloogiad.

„Andmete tõendatavuse puhul näiteks paberarhiivid, notar. Kuid uued tehnoloogiad võimaldavad alati ka mingit paradigma muutust – suuremat kiirust, suuremaid mahte ja muude füüsiliste piirangute ületamist.”

Eestlased on ajatempliga kokku puutunud digitaalallkirja andes. Digitaalallkirja tõendatavuse eest hoolitseb Sertifitseerimiskeskus, kelle ajatempli teenus sisaldab digitaalallkirja koosseisu ja kes pakub teenust kohalikul turul.

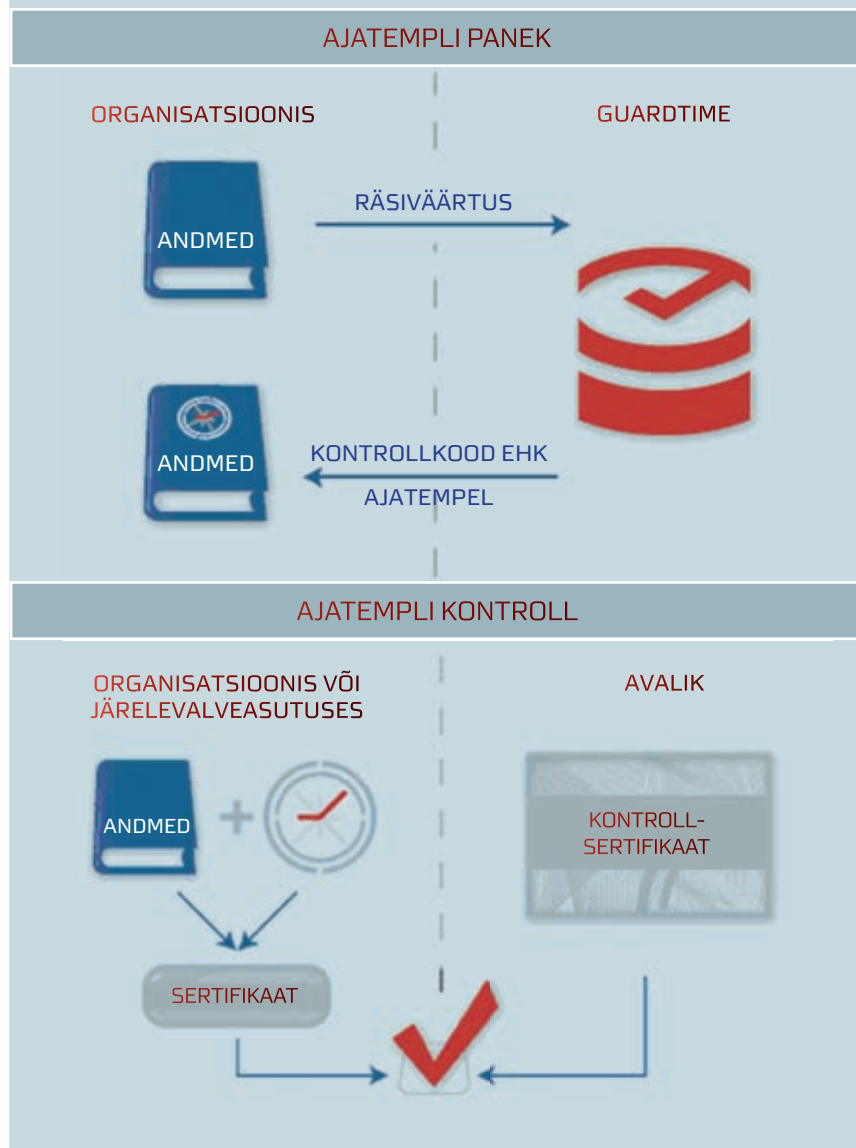
Guardtime on globaalsele turule suunanud rahvusvaheline firma. „Globaalset äri saab üles ehitada vaid suure kogemusega rahvusvahelise meeskonnaga. See oli ka üks Skype'i edu võti,” ütleb Einberg.

Guardtime'i juhatuse esimehena töötab iirlane Mike Gault, kes tegutses varem Jaapanis investeerimispannas Barclays Capital. Finantsjuhi rollis on mitme suur-

ettevõtte kogemusega ameeriklane Roger Lakhani. Tehnoloogiajuht on aga Cisco taustaga väliseestlane Merike Käo. Jaapanis on firma jaoks eesliinil suure kogemusega äriarendustiim.

Einberg ei väsi rõhutamast, et lõpptarbijatele pole Guardtime huvipakkuv, kuna nendeni jõuab teenus läbi mõne rakenduse, mille loovad Guardtime'i partnerid. Jääb vaid läbimurdeid oodata. ■

**GRAAFIK:**  
Kuidas töötab Guardtime'i ajatempli tehnoloogia?



[HTTP:// WWW.GUARDTIME.COM](http://www.guardtime.com)

**► PERSOON**

# Insener, kes meelitas isegi kaitsetööstuse mehed üle

Parteikomitees, ehkki ma polnud partei liige, päriti minu käest äärmiselt tõsiselt: “Kas te ka teate, seltsimees Tallermo, millega te olete hakkama saanud? Te olete võtnud kaitseministeeriumi tehasest ära kolm head meest enda juurde tööle!”

**MATI FELDMANN,**  
INSENERIA PEATOIMETAJA

**O**leme istet võtnud Tallinna Tehnikaülikooli soojustehnika majas, aknast avaneb suurepärase vaade Paljassaare lahele, kus detsembrikuust hoolimata ujuvad luiged.

“See on miljonivaade,” ütleb Harri Tallermo (79), kes valiti 2008 Aasta inseneriks. “Olen tähele pannud, et luiki on tavaliselt paarisarv,” täpsustab ta.

## Kuidas algas see töö, mis lõpuks viis Aasta inseneri tiitlini?

“Lõpetasin 1955. aastal Tallinna Polütehnilises Instituudis soojustehnika, täpsemini katlaseadmete eriala,” räägib Harri Tallermo. “Tollal kehtis niisugune praktika, et ülikooli lõpetajatel tuli minna nn suu-

me loosi, kuhu uus töökoht meid viib. Minu liisk langes Kirovi linnale, Sevenergomontaaži tehasele.”

## See polnud vist unelmate töökoht?

“Mäletan, et jõudsime koos ühe teise värsket lõpetajaga 1. augustil Piiterisse, et sealt siis edasi sõita. Sellel asutusel, kuhu pidin tööle minema, oli Moika ääres kontor. Üks vastutulelik naisterahvas küsis seal: “Kas tõesti tahate sinna tööle minna?”

Meie ei tahtnud. Lisaks sellele selgus, et Kirovi linnas tegelikult polegi meesuguseid spetsialiste vaja, vabu kohti polnud.”

## Seega avanes võimalus Eestisse tööle jääda?

“Vaba koht oli Ahtmes, selle sai sõber. Mina sain nn vaba diplomi, mis tähendas,

“Piiteris Moika ääres küsiti meie käest: “Kas tõesti tahate sinna Kirovi linna tööle minna?” Meie ei tahtnud. Mina sain nn vaba diplomi ehk võisin tööle minna sinna, kuhu tahtsin.”

namisega töökohale, mis võis asuda üle terve Nõukogude Liidu.

Mõnel rühmavennal oli juba pere loodud ja nemad soovisid jääda Eestisse, seega mina koos ülejäänud poistega võtsi-

et mine tööle, kuhu tahad. Olen Jõhvist pärit, tulime seal rongilt maha. Kohtasin oma keskkooli klassijuhatajat, kes kutsus üheks aastaks Kohtla-Järve tööstustehnikumi tunde andma. See oli minu kui õppe-

■ HARRI TALLERMOL, AASTA INSENERIL 2008, AVANEB TÖÖKOHA AKNAST RAHUSTAV VAADE MERE-LAHELE JA LUIKEDELE.

jõu tööperiood. Aasta olin ära, siis ütlesin endale, et mina siia rohkem ei jää, tahan minna tööstusse.”

#### **Kus algas tööstusinseneri tööperiood?**

“Läksin Püssi soojuselektrijaama. Ühe-na esimestest asjadest tuli lõpetada töökäskude juurdekirjutused, st kui elektrijaama tuli sisse kolm vagunit põlevkivi, siis maha laaditud kütust edasi-tagasi “veeretada” ei tohtinud – kütus kas läks katla punkrisse või ladustati.

Ühel hetkel kutsuti mind elektrijaama parteibüroosse, ehkki ma polnud partei liige, kus mind pandi vastutama, ja sain selle käsu eest tublisti nahutada. Aga minu käsk jäi peale.”

#### **Mis veel põnevat nendest aegadest on meelde jäänud?**

“1957. aasta suvel asusin Kohtla-Järve elektrijaama katlatsehhi juhataja asetäitja kohale käitamise, remondi ja katlamontaaži alal.

Oli niisugune juhtum. Kohtla-Järve vesi tuli Konsu järvest, meie saime oma katelde toitevee põlevkivikombinaadist. Filtrid ei pidanud kevaditi kolloidmaterjali kinni, sodi läks katlasse, toru kuumenes üle ja läks lõhki. Mul juhtus seda 2–3 korda ja juhtub see siis, kui torusid perioodiliselt läbi ei puhu, st ei täideta graafikut.”

#### **Need on muidugi tõsised lood, aga ehk juhtus üht-teist humoorikat ka?**

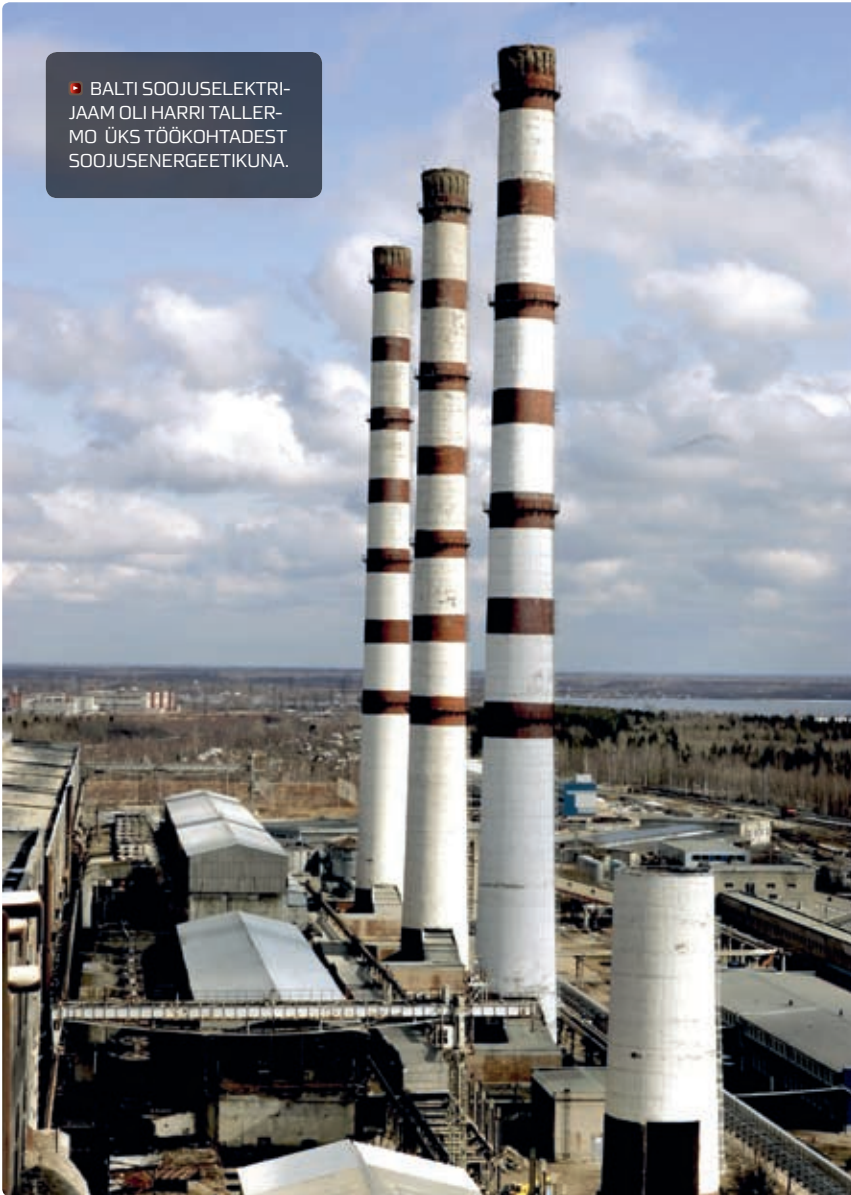
“Lähemina hommikul tööle – oli vahetuse üleandmine –, kui keegi oli pannud ekslikult katla seisma, midagi dramaatilist ei juhtunudki. Aga inspektor oli kohal ja ütles, et teil on avari! Siis toimis nn 40% seadus: kui sa töötasid ilma avariideta ja tehnilised näitajad oli normis, said 40% palgalisa, ja meil oli üle saja töötaja. Mis ma nüüd teen, mõtlesin. Tõmban õige inspektorit alt.”

#### **Kas õnnestus?**

“Läksin piki katelde rivi kõrvalkatla juurde ja näitasin seda inspektorile, kes ei uurinud katelde tähiseid. “Kõik on korras – mul ei ole teile pretensioone!” ütles inspektor. Ja 40% palgalisa jäi sajale inimesele”



▶ BALTI SOOJUSELEKTRIJAAAM OLI HARRI TALLERMO ÜKS TÖÖKOHTADEST SOOJUSENERGEETIKUNA.



Jaam polnud veel avamiseks valmis, turbiin ei töötanud, seepärast tuli aur atmosfääri lasta. Reporter Rein Karemäe küsis, miks auru välja lastakse. Vastasin, et see on auru ülejääk.

alles,” on Aasta insener tollase asjade käiguga rahul.

“1959. aasta augustis läksin Balti Soojuselektrijaama tööle, tööks oli katlamontaaži jälgimine. Seal oli järgmine naljakam episood. 7. novembril 1959 pidi olema Narva jaama avamine. EKP esimene sekretär Johannes Käbin pidas kõnet. Aga meil polnud jaam veel avamiseks valmis, turbiin

ei töötanud, seepärast tuli kateldest aur atmosfääri juhtida. Tuli ETV reporter Rein Karemäe, kes küsis teraselt: miks auru välja lastakse? Vastasin, et see on auru ülejääk.”

#### Eks see oli nõuka-aegne pakazuhha.

“1961. aastal oli meil Balti Elektriijaamas vaja kokku panna energoremondi jaoskond. Kuivõrd teatud protsendi uutest

korteritest sai energoremont, siis võtsin tööle kolm inimest, kes tulid korteri pärast. Sellest tekkis pahandus. Olin jälle parteikomitees nagu koolipoiss. Minu käest päriti tõsiselt: kas te ka teate, millega te olete hakkama saanud? Te olete võtnud kaitseministeeriumi tehastest ära kolm head meest enda juurde tööle!”

#### Sellest võis ka tunnustust välja lugeda.

“Oli veel juhtum, kui Narva linna täitevkomiteest päriti, miks võtsin Ivangorodist ühe keevitaja Narva tööle. Aga mees tundis tõepoolest hästi keevitust.”

#### Elektrijaamadest olete tagasi TTÜs.

“1962. aastal oli mul ühe kehapoole halvatus, mis raviti välja. Kadunud akadeemik Ilmar Öpik ütles, et tule soojustehnika laborisse. Tulingi. Minu tööülesanded olid rikastamata põlvkivi põletamise uurimine, katelde korrosiooni normdokumendi kokkupanek. Töötasime välja pikaajalise veepuhuri, mis läks Siberisse, Krasnojarskisse. Seda tööd väärtustati nelja autoritunnistusega. Veel aastatel 1995–1996 olid need veepuhurid Nazarovo elektrijaamas töös. 1992. aastast olen tegelnud meie soojuselektrijaamade surveadmete metalli kontrolli ja jääkressurssi hindamisega. Minu teada on see ainulaadne juhend Euroopas.”

#### Kas Narva jaamade uued keevkihtkatlad on head?

“Uued katlad pole veel kontrollimise aega täis töötanud: 50 000 töötundi järel tuleb esimene kontroll. Vanad katlad on töötanud üle 250 000 tunni ja ületanud arvutusliku ressursi. Aga neli uut katelt on tõepoolest õnnestunud värk.”

#### Kuidas muidu elu tundub?

“Olen nüüd tööl konsultandi rollis. Leian, et ajakirjanduses irisetakse liiga palju majandusliku olukorra üle, elu on ikka tohutult edasi läinud. Mul on kaks tütart ja neli lapselast, loodan, et mõni neist leiab tee soojustehnika juurde.”

**Veelkord õnnitlused Aasta inseneriks valimise puhul ja jaksu erialases töös! Ja muidugi tervist!** 📌



## HUVITAV LAHENDUS

# Uues piirijaamas paistavad kaubarongid läbi

Koidulasse rajatavas raudteepiiripunktis võetakse rongide kontrollimiseks kasutusele tehnoloogia, mis paar aastat tagasi ei olnud veel võimalik. Piiri ületavaid kaubaronge hakatakse läbi valgustama nagu kohvleid lennujaamas.

**TANEL RAIG,**  
AJAKIRJANIK

**R**iigi Kinnisvara ASi Koidula piirijaama ehitusprojekti direktori Urmas Leinfeldi kinnitusel on ehitatava jaama kõige uudsem tehnoloogia ronge läbivalgustav röntgeniseade. Sellega valgustatakse läbi kõik jaama läbivad kaubarongid. „Vagunid vaadatakse läbi nagu kohvleid lennujaamas,“ ütles Leinfeld. Varem pole Eestis raudteel sellist tehnoloogiat kasutatud.

Röntgeniseadmete kasutamine raudteel on maailmas viimastel aastatel levima hakanud. Lähiriikidest on selle kasutusele jõudnud võtta vaid soomlased ja leedulased. Maksu- ja Tolliameti tollikontrollitalituse peaspetsialisti Steven Raidma väitel ei oleks viis aastat tagasi veel olnud võimalik röntgeniseadme rakendamine Koidula piirijaamas. Seadme kasutamist raudteel

■ KOIDULA PIIRIPUNKTIS HAKATAKSE LÄBI VALGUSTAMA KÕIKI KAUBARONGE. FOTOL ON TÖÖTAV RÖNTGENISEADE LEEDU RAUDTEEL.



on seni takistanud rongide liikumiskiirus. Liiga suure kiiruse puhul oleks läbivalgustamisel saadava pildi kvaliteet olnud eba piisav, et sealt adekvaatset informatsiooni välja lugeda. Koidula asub aga näiteks mäe otsas ja Venemaa poolt tulevad rongid koguvad sinna jõudmiseks just vahetult enne kiirust. Raidma selgitab, et rongi kiirus võib röntgeniseadet läbides olla maksimaalselt 45 kilomeetrit tunnis. Rongi skaneerimine algab pärast seda, kui vedur on röntgeni vahelt läbi sõitnud. Vedurit koos vedurijuhiga ei skaneerita, läbi valgustatakse ainult kaubavagunid. Seega on rongide röntgeniga läbivalgustamine Raidma kinnitusele vedurijuhtidele ohutu protseduur.

Varem toimus rongide läbivaatus käsitsi. Iseenesest mõista on see niivõrd mahukas töö, et kontrolli jõutakse riskianalüüsi alusel võtta vaid üksikuid ronge. Röntgeniseadme kasutuselevõtmisega hakkavad kontrolli läbima kõik Koidulat läbivad kaubarongid. Kõige keerulisem on selle protseduuri juures Raidma väitel röntgenipildi lugemine – interpreteerimine. See nõuab väljaõpet ja kogemust, samuti on oluline tunda sõidukite ja vagunite ehitust. Vastavalt rongi sõidugraafikule jäetakse rong pärast röntgeni läbimist

#### TAUST

### Röntgeniseadmed jõudsid Põhjamaade tolli kümnekond aastat tagasi

- » Esimese röntgeniseadme, mis võimaldas täies mahus sõidukeid ja konteinereid läbi valgustada, soetas Põhjamaade ja Balti regioonis Soome toll Vaalimaa piiripunkti 1990. aastate teisel poolel.
- » Soome tolli Vaalimaale soetatud röntgeniseade oli esimese põlvkonna läbivalgustamise seade, mis tähendas suuri pakside betoneeritud seintega kontrolliruumi, kuhu sõiduk läbivalgustamiseks paigutati.
- » 2002.–2003. aastal soetati Põhjamaade tollides esimesed mobiilsed läbivalgustamise seadmed. ■

jaama ootele kuni pildi lugemiseni, aga võidakse ka edasi lubada. Käsitsi kontroll tehakse alles hiljem, kui röntgenipilt taolist vajadust näitab. Raidma ei usu, et röntgeni kasutamine ja sellega kõikide rongide kontrollimine mõjutab kaubavedude kulgemise kiirust. Küll on ta aga kindel, et tõuseb tolli töö efektiivsus.

Ka Eesti Raudtee avalike suhete juht

► ÜKS KAHEST EESTI MOBIILSEST RÖNTGENISEADMEST, MIS KONTROLLIB PIIRIPUNKTIDES AUTO-TRANSPORTI.



Urmas Glase ütleb, et hetkel on raske hinnata, kas kontrolli mahu suurenedes ajakulu suureneb või väheneb. Glase sõnab Eesti Raudtee omalt poolt mingeid nõudmisi või ettepanekuid rongide kontrolli

#### LISALUGU

### Röntgen avastab salasigarettide ja narkootikumide peidikuid

Seni on Eesti toll tegutsenud mobiilsete läbivalgustusseadmetega ja avastanud autotranspordil salakaupa, mis ilma röntgenita oleks jäänud avastamata.

Peamised peidukohad, mida röntgen aitab avastada, on vahelaed, -seinad ja kütusepaagid. Üheks esimeseks avastuseks röntgeniga oli 200 000 sigaretti liinibussis, mille tolliametnikud avastasid Koidula piiripunktis. Buss oli ümber ehitatud ja tekitatud oli peidik sigarettide jaoks.

Eelmise aasta suurim saak oli Luhamaa tollipunktis avastatud 22 231 grammi fenüül-atsetooni, mis on lähteaine amfetamiini tootmisel. Venemaalt Luhamaa tollipunkti saabunud Leedu registreerimisnumbrit kandev sõiduauto suunati riskianalüüsi põhjal täiendavasse füüsilisse kontrolli. Seal avastati röntgeniseadme abil sõiduki ümberehitatud gaasiseadme 36 plastmassist 0,6-liitrist pudelit kollaka vedelikuga. Vedelik osutus hilisema ekspertiisi tulemusena fenüül-atsetooniks.

Röntgeni abiga on seotud ka mullune 20. juuli juhtum. Narva maantee tollipunktis tuvastati Venemaalt saabunud sõiduauto BMW läbivalgustamisel kahtlane objekt. Autot juhtinud Läti kodanik üritas seepeale põgeneda tagasi Venemaale, kuid vigastas jalga ja saadi kätte. Hilisema põhjaliku läbivaatuse käigus avastati sõiduki pakiruumis asuvast kõlarist 4196 g heroini (puhtusastmega 44%). ■





korraldamise kohta ei esitanud. „Piirikontroll koos tehniliste seadmete valikuga on 100% Maksu- ja Tolliameti pädevuses,“ ütleb ta ja lisab: „Seetõttu pole meil ka võimalik hinnata röntgeniseadme tehni-

si näitajaid ja kaasaegsust.“ Eesti Raudtee osa kogu projekti juures on vaid kohustus tagada, et läbivaadatav rong liiguks läbi seadme kindlaksmääratud kiirusega.

Röntgeniseade ei ole Eesti tollile siiski

## VÕRDLU Liikumiskiirus piirab röntgeni kasutamist

**R**audteeröntgeni peamine erinevus maanteetranspordi läbivalgustamiseks kasutatavast röntgenist on kiirus, millega läbivalgustatav objekt läbib röntgeniseadet (kiirendi ja detektorite vahelist ala).

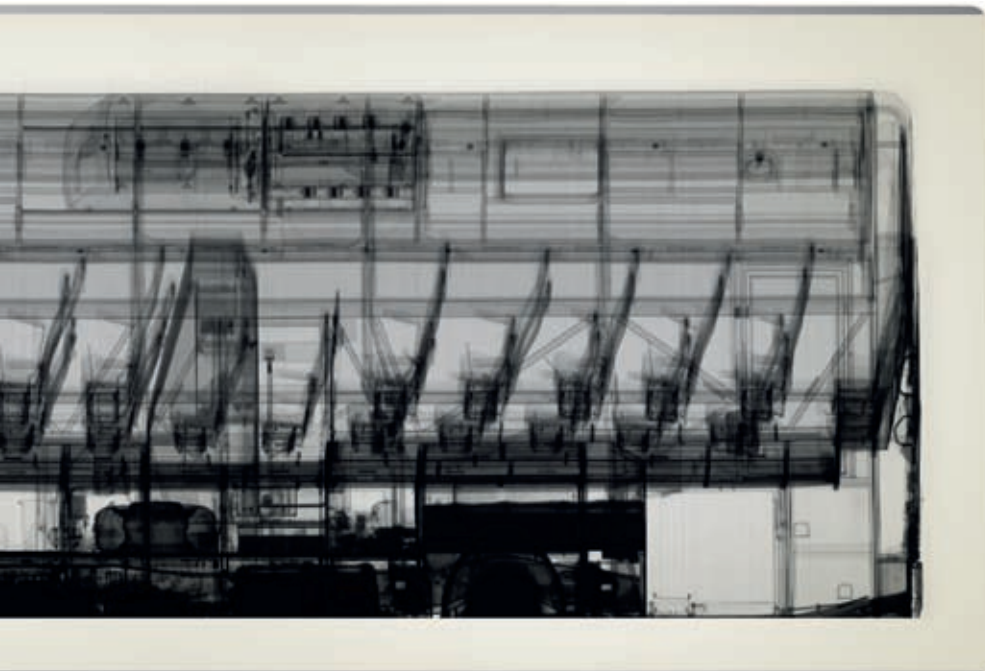
Maanteetranspordi läbivalgustamisel liigub enamasti röntgeniseade ise ja läbivalgustatav objekt seisab paigal. Niimoodi on tagatud optimaalne kiirus läbivalgustamisel ja seadme ohutus.

Raudteeröntgenite puhul on kiirus, millega rongid läbivad röntgenit, üheks peamiseks tehniliseks tingimuseks seadmele. Kiiruslikud tingimused dikteerib seadme ja raudteejaama geograafiline asukoht, raudtee tõusud ja langused jaama sissesõidul. Sealjuures peab olema tagatud läbivalgustuse kvaliteet. Rajatavas Koidula raudteejaamas peab arvestama kiirustega 35–45 km/h. ■

uus asi. 2006. aastast on tollil kaks mobiilset röntgeniseadet, millega kontrollitakse autotransporti. Need seadmed võimaldavad 4 MeV võimsusega läbivalgustust. Üks mobiilne röntgen teeb tööd vaheldumisi Luhamaa ja Koidula piiripunktis, teine Narvas.

Aga kasutatud on neid näiteks ka vanglate väravas, et kontrollida, kas vanglaid teenindava transpordiga üritatakse vangla territooriumile toimetada keelatud esemeid. Vanglate Amet teeb koostööd tolliga, kuna röntgeniseadme endale soetamine on liiga kallis. Ühe mobiilse röntgeniseadme hind on üle 20 miljoni krooni.

Ka raudteele paigaldatava röntgeniseadme hind on suurusjärgus 22–23 miljonit krooni. Täpset hinda ei oska Raidma öelda, kuna hanget seadme soetamiseks ei ole veel toimunud. Selliseid seadmeid pakub maailmas üldse ainult viis tootjat. Hange toimub 2009. aastal. Röntgeniseade hakkab tööle 2010. aasta suvel, kui valmib Koidula raudteepiirijaam. ■





## ▶ TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOLI MEHAANIKATEADUSKONNA PILOOTUURING

# Ettevõtted hindasid TTÜ lõpetanute pädevust

Kõige vähem on tööandjad nõus väitega, et “praktika pikkus on olnud piisav erialaste praktiliste oskuste omandamiseks”. Ent leitakse, et lõpetanud on asjalikud, leidlikud, taibukad.



**KRISTEL  
HABICHT,**  
TTÜ KARJÄÄRI-  
TEENISTUS

**H**uvi tööandjate hinnangutest Tallinna Tehnikaülikooli (TTÜ) lõpetanute tööalase edukuse kohta, kuid samas ka ülikooli seadusest tulenev kohustus tööandjaid küsitleda, olid mehaanikateaduskonna pilootuuringu korraldamise peamiseks põhjusteks. Uuringul oli erinevaid alleesmärke, mis võimaldasid saada ülikoolil infot erinevate õppetasemete lõpetanute pädevustest, praktikakorraldusest, personalivaliku kriteeriumitest, tööandjate hoiakutest elukestva õppe suhtes ja koostööhuvist ülikooliga.

2008. aasta sügisel läbi viidud uuringu sihtgrupi moodustasid suuresti Eesti Masinatööstuse Liidu ettevõtted. Juhusliku valimi suuruseks kujunes 65 ettevõtet. Andmebaasi laekus 33 lõpuni täidetud ankeeti, lisaks oli baasis 6 osaliselt täidetud ankeeti. Pooled vastanutest olid Harjumaal või Tallinnas asuvad keskmise suurusega (50–249 töötajat) või suurettevõtted (üle 250 töötaja), mis tegelevad metalli ja metalltoodete tootmise või töötlemisega. Sektoritest olid veel esindatud elektrienergia, gaasi- ja veevarustuse, veonduse ja veondust abistavate tegevusalade, töötleva tööstuse ja muude tegevusalade ettevõtted.

## Tehnikaülikooli lõpetanute maine on hea

Uuringus osalemise peamiseks eeltingimuseks oli TTÜ viimasel kolmel aastal lõpetanu olemasolu ettevõttes. Kõige enam osales uuringus ettevõtteid, kus töötas üks kuni kolm viimasel kolmel aastal TTÜ lõpetanut. Tööandjad hindavad TTÜ lõpetanute mainet võrreldes teiste koolide lõpetanutega suuresti samasuguseks, oluliselt paremaks pidasid TTÜ lõpetanute mainet neli ettevõtet.

Positiivsete külgedena toovad tööandjad välja erialaseid tehnilisi teadmisi, head tarkvarasüsteemide tundmist, valmisolekut ja võimet uute teadmiste ja oskuste omandamiseks, süsteemset mõtlemist, üldist laiemat silmaringi ja maailma asjadest arusaamist, uuenduslikke ideid ja aktiivset probleemide lahendamist, üldistusvõimet ning positiivseid hoiakuid.

Nõrkustena võrreldes teiste koolide lõpetanutega toovad tööandjad välja praktiliste kogemuste ja spetsiifiliste teadmiste (sh tehnoloogia tundmise, tööpinkide opereerimise, tootmisprotsessi haldamise) vähesuse, samuti nn pehmemate oskuste – tööinimestega ja eesti keele oskus – vähesuse.

TTÜ lõpetanut iseloomustavad märksõnad on tööandjate arvates järgnevad:

- energilisus ja tahe õppida ning edasi areneda;
- aktiivsus, leidlikkus, informatsiooni leidmise ja kasutamise oskus;



- asjalikkus ja lai silmaring;
- inseneri “toorik”;
- taibukus, kohusetundlikkus;
- uudishimu, teadmistejanu, motiveeritus tegutseda;
- valmisolek muutusteks;
- tegutsemishimu;
- väärtustavad kõrgelt teadmiste rakendamist, kuid ei oska neid saavutustena esitleda;
- ei luba enne, kui asi on tehtud;
- naudivad oma tugevust reaalinetes, rumalate suhtes vaikkvalt iroonilised.



TTÜ SAI 90. PILDIL ESMAKURSUSLASED ESTER UIBOPUU JA SIIM KALLAKMAA, KES ÕPIVAD MEHAANIKA-TEADUSKONNAS.

## Hinnangud TTÜ lõpetanud mehaanikutele

Ettevõtted hindasid TTÜ mehaanika-teaduskonna kolmeaastase bakalaureuse-, nelja-aastase bakalaureuse-, magistri- ja inseneriõppe lõpetanute taset erinevate pädevuste lõikes. Need olid jaotatud nelja suuremasse gruppi.

1. Üldteadmised, -oskused ja eneseväljendus.
2. Analüüsi-, sünteesi- ja õppimisoskus.
3. Põhioskused ja -teadmised.
4. Erioscused ja -teadmised.

Kõigi hinnatud pädevuste osas andsid tööandjad hinnangu kahes aspektis: ootus ametikohal töötamiseks ja hinnang TTÜ lõpetanutele.

Pea kõigi pädevuste lõikes on tööandjate ootused võrreldes hinnanguga lõpetanu toimetulekule kõrgemad. Suurimad erinevused tööandja ootustes ja hinnangutes kolmeaastase bakalaureuseõppe lõpetanute osas on projektijuhtimises, kutsealaga seonduvas seadusandluses, vene keele oskuses, oskuses anda argumenteeritud hinnanguid, eneseanalüüsi-oskuses, oskuses analüüsitud sünteesida uueks teadmiseks/oskuseks (innovaatilisus), kvaliteedijuhtimises, automatiseerimistehnikas, konstrueerimises, masinaehituses, materjalitehnikas (keevitus, valul).

Suurimad erinevused tööandja ootustes ja hinnangutes nelja-aastase bakalaureuse-, magistri- ja inseneriõppe lõpetanutele on projektijuhtimises ja vene keele oskuses.

Vastanute arvates peaks ülikool veel arendama projektijuhtimist ja nn pehmeid oskusi nagu meeskonnatöö, suhtlemisoskus. Ettevõtete ülesandeks oleks anda oma panus töötajate ettevalmistamisse kindla tegevusvaldkonnaga seotud spetsiifiliste teadmiste ja oskuste arendamisel/süvendamisel, moodsate tehnoloogiate tutvustamisel ja täiendkoolitusel.

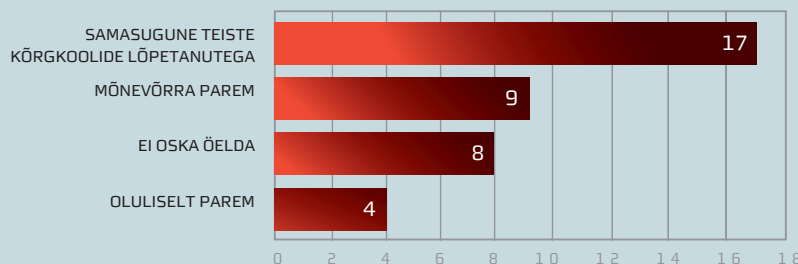
## Praktikakorraldus vajab täiendamist

TTÜ üliõpilastest praktikantidega oli kokku puude 28 tööandjal, neist 13 oli kogemus praktikakohta otsinud TTÜ tudengiga, viiel oli kogemus töötajaga, kes soo-



### JOONIS 1.

TTÜ lõpetanute maine võrreldes teiste kõrgkoolide lõpetanutega





## KOMMENTAAR



**PRIIT KULU,**  
TALLINNA  
TEHNIKAÜLIKOOI  
MEHAANIKA-  
TEADUSKONNA  
DEKAAN

### 1. Tööandjate ootused ja lõpetanute pädevus

Suured erinevused tööandjate ootustes võrreldes lõpetanute toimetulekuga nii kolme- kui ka nelja-aastase bakalaureuseõppe osas (projektijuhtimises, konstrueerimises, masinaehituses ja materjalitehnikas) on seotud eelkõige valede ootustega bakalaureuste suhtes. Bakalaureuseõpe annab üldhariduse – sisaldab aga väga väikeses mahus praktikat ja eriõpet. Magistriõppe eriõpet mitmekordselt suurem maht ja projektide arv loob eeldused inseneritööks. Tuleb nõustuda, et oluline on projektijuhtimise ja meeskonnatöö oskuste arendamine. Tõsi, Euroopa ainepunktisüsteemi (EAP) põhiseid õppekavasid koostades ei nähta täna ette enam spetsialiseerumisi bakalaureuseõppes.

### 2. Praktikakorraldus vajab täiendamist

Sellega tuleb nõustuda. Praktika korraldamise ja läbiviimisega on alates 2002. aastast, mil mindi üle täna

toimivatele kavadele, probleeme. Olgu see siis sobilike ettevõtete nappus, juhendamise või juhendite küsimus. Nõustuda tuleb ka praktika lühikese kestusega, aga etteantud raamid akadeemilise hariduse omandamiseks ei võimalda enam. Praktilised inseneritöö oskused ja kogemused peavad tulema ikkagi hilisema töö käigus.

### 3. Elukestev õpe

Tööandjad peavad kõige olulisemaks õpingute jätkamist keskhariduse baasilt erialase kõrghariduse omandamiseks, seejärel erialast täiendamist ülikooli täiendkoolituses. Tuleb nõustuda, et see on valdkond, kus ülikool, ja antud juhul mehaanikateaduskond, peab enam panustama. Ja õigesti on püstitatud küsimus uute, loomisel olevate õppekavade kohta – kas õppekava pakub võimalusi (mooduleid, aineid, nende osi) ka tööalaseks enesetäiendamiseks või ümberõppeks?

Siin ootame tööandjatest ekspertide arvamusi. Arvan, et on otstarbekas viia elukestva õppe osas läbi detailsem küsitlus. ■

ritas oma praktika töö käigus ja 10 oli kogemus nii TTÜ praktikantide kui ka töötajatega, kes õpivad TTÜs ja sooritasid praktika. 10 tööandjal puudus kogemus TTÜ praktikantidega.

Praktikandi kogemust omanud ettevõtete nõustumine erinevate praktikaaspektidega on kõrge, kõige vähem ollakse nõus

väitega “praktika pikkus on olnud piisav erialaste praktiliste oskuste omandamiseks”.

Peamised probleemid praktikandi võtmisel ettevõtte jaoks on juhendaja täiendav aja- ja tööjõukulu, ebamäärarus praktika eesmärkide, pikkuse, ülesannete suhtes (sh juhendite puudumine), ülikoo-

li vähene huvi praktika soorituse vastu, võimetele ja oskustele vastava tegevuse ja koha leidmine, samuti vähene erialane ettevalmistus neil juhtudel, kui praktikale tullakse õpingute alguses.

Soovitustes praktikasüsteemi parandamiseks on ettevõtted toonud välja seda, et ülikool peaks konkreetsemalt määrama praktika sisu ja eesmärgid ning valmistama tudengeid selleks enam ette. Ülikoolipoolne juhendaja peaks toetama enam koha leidmisel ja aruande vormistamisel. Tudeng peaks olema varakult teavitatud praktikakorraldusest, samuti peaks praktika olema pikem.

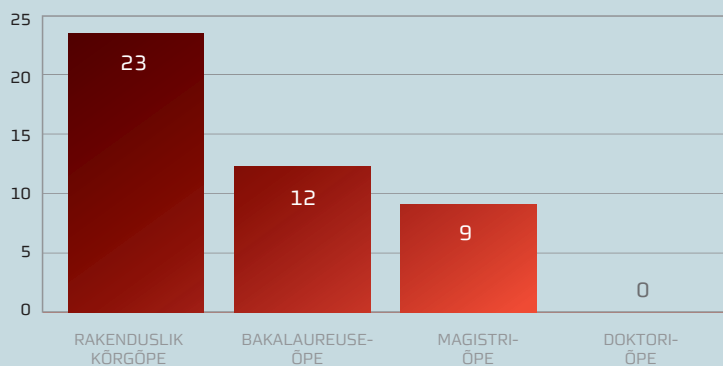
Ning ettevõtted ootavad enam infot ülikoolilt. Üks vastaja tõi välja, et kõige otstarbekam oleks riiklikult korraldatud ja rahastatud ning väga hea tehnikaga varustatud praktikabaasid, sest ettevõtete tase on väga erinev – mitte alati kaasaegne või tulevikku suunatud.

## Uute töötajate värbamine ja elukestev õpe

Kõige enam vajavad tööandjad raken-

JOONIS 2.

Millise haridustasemega lõpetajaid ettevõtted vajavad



duskõrgharidusega tööjõudu, vajadust doktorikraadiga töötajate järele ei toonud keegi välja.

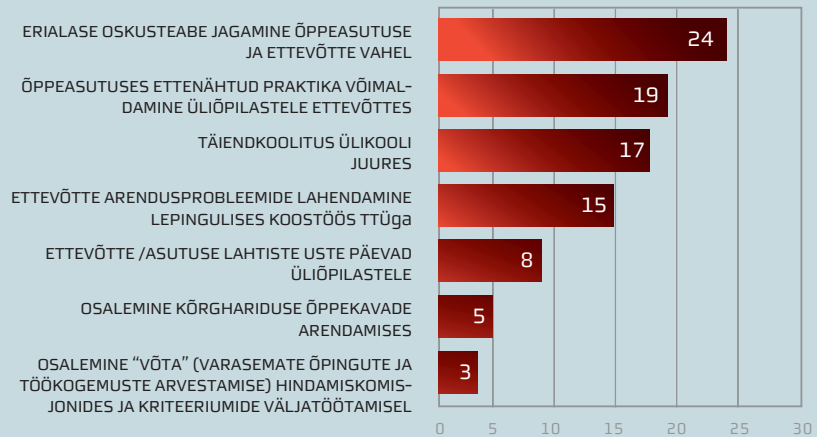
Rakenduskõrgharidusega töötajate osas toovad tööandjad põhjenduste all välja, et praktiline ettevalmistus on neil hea ja neid on ettevõttes arvuliselt kõige enam vaja.

Keskastme juhtide tasemel oleks vaja magistritasemel lõpetanud. Doktoriõppe lõpetanutele ei ole ettevõtetel piisavat tööalast väljakutset pakkuda ja nad peavad seda pigem teadusasutusele sobivaks tööjõuks.

Olulisemad tegurid kõrgharidusega töötajate värbamisel on omandatud põhieriala, isikuumadused ja võõrkeelte oskus, väheolulised on eneseesitlusoskus, lõputöö teema ja harrastused.


Elukestva õppe seisukohalt peavad tööandjad kõige olulisemaks õpingute jätkamist keskhariduse baasilt erialase kõrghariduse omandamiseks. Kõige vähem oluliseks peetakse jätkamist doktoriõppes.

**JOONIS 3.**  
Ettevõtete koostööhuvid ülikooliga



### Koostöö ülikooliga

Enim on tööandjad huvitatud ülikooliga koostööst erialase oskusteabe jagamisest õppeasutuse ja ettevõtte vahel. Kõige vähem pakub huvi osalemine varasemate

õpingute ja töökogemuse arvestamise (VÕTA) hindamiskomisjonides. Selle põhjuseks võib olla ka, et VÕTA tegevus on üks uusimaid ülikoolis ning teadlikkus sellest ei ole veel kõrge. 

**Asume uuel aadressil!**

Elbest Kaubandus OÜ  
Männiku tee 104, Tallinn  
Tel. 675 5404, 675 5406

**TRESTON®**  
TÖÖSTUSMÖÖBEL & LAOSÜSTEEMID



[www.hexaplan.ee](http://www.hexaplan.ee)

Elbest Kaubandus OÜ  
Männiku tee 104, Tallinn 11216

Tel. 675 5404, 675 5406  
E-post: info@hexaplan.ee



TOOTLIKKUSE TÕSTMISE KOOL

# Pidev parendamine ehk *kaizeni*

Inseneeria jätkab artikliseeriaga, mille eesmärk on kirjeldada erinevaid tootlikkuse tõstmise meetodeid punkt-punkti haaval, võrreldes neid ning tuues välja nende head ja vead. Ühtlasi tutvustatakse artiklites ka meetodite ajaloolist tausta.



**ALEKSANDR MIINA,**  
TTÜ MAJANDUS-  
TEADUSKONNA  
DOKTORANT,  
FM PARTNERS OÜ  
KONSULTANT

## Sissejuhatus

Iga ettevõtte peab suutma oma elutsükli jooksul pidevalt muutuda, oma protsesse parendades. Mida suuremal määral iga

ettevõtte suudab seda teha ja mida pidevam see tegevus on, seda pikem on organisatsiooni eluiga. Ehk siis ettevõtte üks tegevuse eesmärk peab olema pidev parendamine – igapäevased väiksed sammud, mis viivad ideaali poole.

## 5S-i, SMED – mis edasi?

Eelmistes artiklites oleme me rääkinud sellest, kuidas on arenenud *Lean*-tootmine, ning jõudnud praeguse seisundini. Samu-

ti oleme vaadelnud esimesi samme, millega iga ettevõtte saab alustada oma süsteemi parendamist – 5S-i (visuaalne kontroll) ning SMED (pinkide seadistamine mõne minutiga). Mõlemale tööriistale on leitav ka vaste 20 võtme metodoloogias: võti 1 (Puhastamine ja korrastamine) ning võti 5 (Kiired üleminekud).

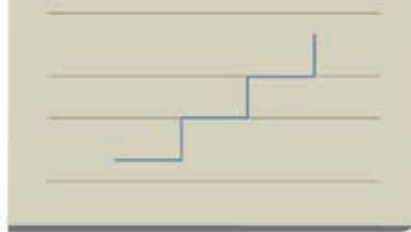
*Lean*-tootmine ning 20 võtme meetodi-ka on küll natuke erineva lähenemisega, kuid üldjoontes taotlevad mõlemad sama

# võimekus



eesmärgi – ettevõtte protsessid on efektiivsed ning toimub pidev organisatsiooni arendamine. Kõige suuremaks erinevuseks võib nimetada lähenemist. 20 võtit on väga süsteemse lähenemisega, väga selgelt kirjeldatud, samm-sammult, ning tulemuse saavutamiseks tuleb süsteemi täpselt jälgida. *Lean*-tootmine seevastu on üldisem, kuid jätab organisatsioonile vaba ruumi, saamaks aru, mis on *Lean*-tootmine nende jaoks ning mismoodi nad soovivad raken-

**JOONIS 1.**  
Järsk parendamine



dada seda oma eesmärkide saavutamiseks. *Lean*-tootmist võib nimetada mitte ainult süsteemiks, vaid elufilosoofiaks – igaüks rakendab seda enda jaoks isemoodi.

See artikkel tutvustab järgmist sammu *Lean*-tsüklist – pideva parendamise mõtteviisi. 20 võtme meetodist vastab pidevale parendamisele võti 6 – Protsesside *kaizen* (pideva parendamise jaapanikeelne nimetus). See ei ole enam nii lihtne samm, kui olid 5S-i ja SMED. *Kaizen* vajab rohkem energiat ning pühendumist. Samas on see järgmine samm, mis aitab ettevõtetel jätkata 5S-i ja SMEDi rakendamist ning alustada pideva arengusüsteemi ehitamist. 5S-i ja SMED ei tohi olla lühiajalised projektid – nad peavad jätkuma pidevalt. *Kaizen* aitab täita seda eesmärki.

## Kas sprint või maraton?

Iga ettevõtte muutub, see on kindel. Iseasi, mismoodi. Ja siin on kaks erinevat lähenemist: väga radikaalsed muudatused ning väiksemad muudatused, mis ei anna äkilist efekti.

Järsk lähenemine on see, et kui asi ei toimi piisavalt hästi või on arvamus, et asja peab parendama, siis proovitakse lõhkuda vana ning ehitada täiesti uus. Hea näide on uue tootmistarkvara juurutamine: vana asemel võetakse kasutusele täiesti uus, mis erineb eelmisest nagu päev ja öö. Neid muudatusi nimetatakse innovatsiooniks – uue protsessi või teadmise rakendamine ettevõttes.

Teine lähenemine on vastupidine.

**JOONIS 2.**  
Pidev parendamine



Olemasolevat protsessi ei lõhuta, vaid proovitakse parendada üht väikest sammu või osa. See ei anna kohest visuaalset või majanduslikku efekti, kuid kui sellega tegeleda pidevalt ning muuta protsesside osad aina paremaks ja paremaks, siis pikemas perspektiivis on efekt suur. Sellist lähenemist nimetataksegi *kaizen*iks.

Mõlemad viisid on head ning vajalikud, kuid millegipärast kiputakse kasutama ainult esimest – järsk muutatusi. See võib olla ka väga selgelt arusaadav. Järsk parendamine on kui sprint – sa jooksed 100 meetrit ning asi on tehtud. Kiire tulemus on olemas ja pead sellega edasi elama. *Kaizen* on seevastu kui maraton – pikk jook oma eesmärgi poole.

Samm-sammult peab ehitama oma tulemust, analüüsima oma seisundit, korrigerima kiirust ning lõpuks jõudma finišini. Ei pea ilmtingimata olema esimene, vaid peab jõudma lõpuni. Aga selleks on vaja palju jaksu, pühendumist ning eesmärgi-kindlust.

Siin peitubki vastus – mitte kõik organisatsioonid ei ole võimelised jooksmas pikka maratoni oma muudatustega. Palju lihtsam on teha sprinti, kuid tulemus ei pruugi olla oodatud.

## *Kaizeni* elemendid

*Kaizeni* põhielementideks on inimesed, absoluutselt kõik ettevõtte töötajad. Inimesed on need, kes genereerivad ideid, ning ka need, kes neid rakendavad. Teisest küljest, süsteemi fookus – miks me seda teeme – on



- samuti inimesed. Teisisõnu, süsteemi ei ole vaja ei juhtkonnale, ei omanikele, vaid nendele samadele töölistele, kes töötavad ettevõttes. See põhimõte peab olema väga selgelt seletatud ning tõestatud esimeste sammudega – kui inimesed hakkavad sellesse uskuma, hakkab süsteem ka tööle.

Muud elemendid räägivad ikka ja jälle rahulikust tempost: pidevad, väiksed sammud ja investeeringud, järjepidev ning sobitatud tegevus. Samas, pidev parendamine vajab suuri pingutusi süsteemi toimivuse seisukohalt. Võib öelda, et *kaizen* on väga rutiinne – ettevõtte peab pidevalt oma protsessides midagi muutma. Ja see ei ole lihtne.

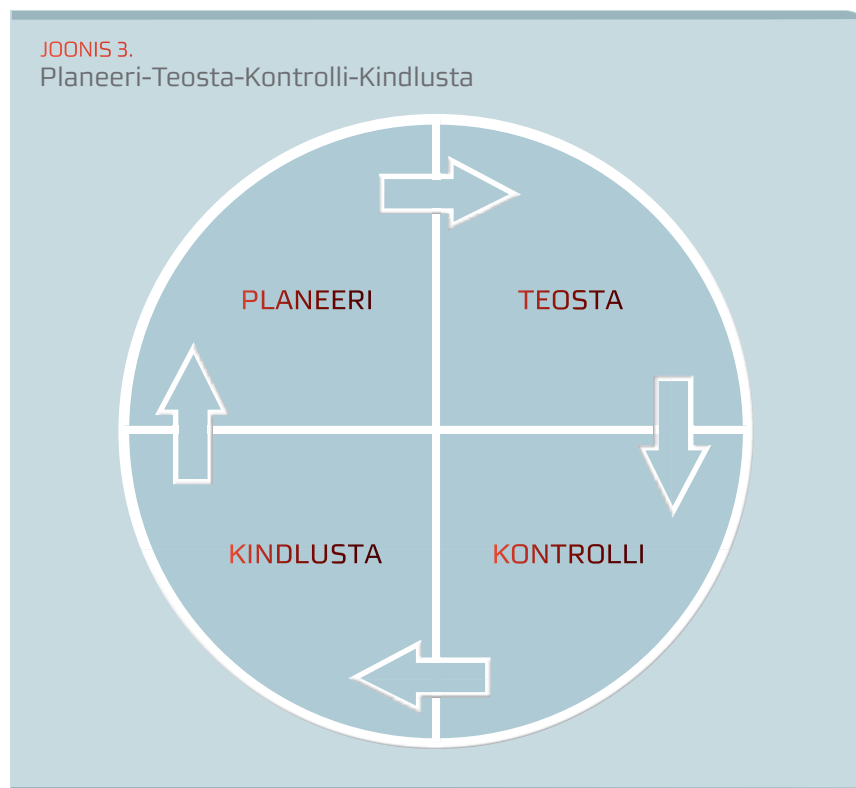
Kuidas hinnata tulemusi? Kui innovatsiooni puhul on tavaliseks mõõdupuuks rahaline faktor, siis pideva parendamise puhul on mõõdikuks protsess ning selle kvaliteet. Või isegi *momentum of improvement* – muudatused toimuvad pidevalt. Innovatsiooni ja *kaizeni* vahe on toodud tabelis 1.

### Alustame *kaizeniga*.

Meie oleme juba alustanud: 5S-i ja SMED on esimesed sammud sellel raskel teel. Järgmised sammud on 5S-i ja SMEDi pidev rakendamine pärast esimest pilootprojekti. Kui need elemendid toimivad, saab edasi juba lihtsamini.

Üks tähtis aspekt on uuendustepanekute genereerimine. Selleks ei pea tegema mitte midagi muud kui lihtsalt rääkima töölistega.

Üks võimalus selleks on osakonna



üldkoosolekud, või kui osakond on liiga suur, siis väiksemates gruppides. Ja siis – lihtsale küsimusele: „Mida on meile vaja selleks, et teha tööd veel paremini?“ saab väga palju vastuseid. Alguses kindlasti tuleb ideid selle kohta, et „kui palk oleks suurem, siis teeme ka paremini“.

Siinkohal tuleb kohe panna paika, et suurem palk on hea, aga enne peab tegema asju paremini ning efektiivsemalt. Siis,

kui teenitud kasum on suurem, saab ka suuremat palka.

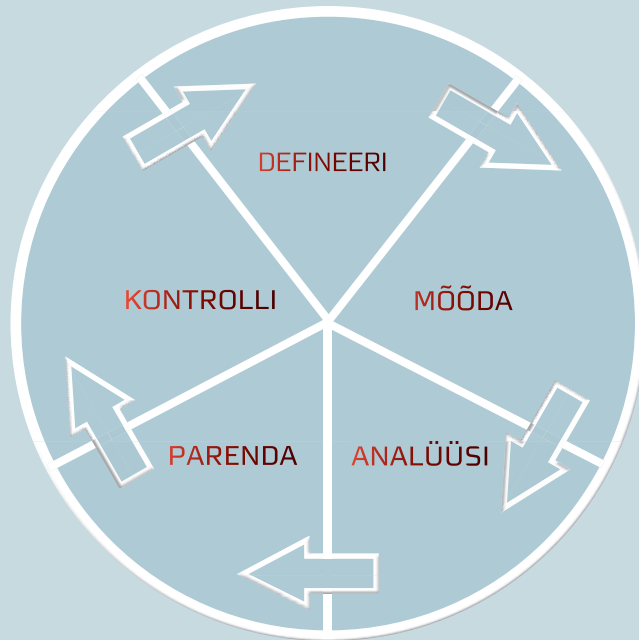
Teised ideed, mis võivad alguses tulla, võivad olla kahest valdkonnast: minul on vaja uut pastakat, uut tooli jne; või meil on need tööriistad vanad ja see pink ei tööta hästi.

Esimese variandi ettepanekuid tuleb kindlasti arutada – kui töölistel on konkreetsed vajadused rahuldatud, siis nad

**TABEL 1.**  
Innovatsioon vs *kaizen*

INNOVATSIOON – SPRINT	HINDAMISKRITEERIUM	KAIZEN – MARATON
Lühiajaline, dramaatiline	Efekt	Pikaajaline
Suured sammud	Kiirus	Väiksed sammud
Hüppeline	Ajaline piir	Järjepidev
Äkiline, kiire	Muudatused	Sobitatud
Mõned tšempionid	Kaasamine	Kõik töölisel
Individaalsed ideed ja pingutused	Lähenedamine	Grupi pingutused, süstemaatiline
Lõhu ära ja ehita uus	Viis	Kaitse ja parenda
Uued leiutised, uued teooriad	Innustus	Teadaolev <i>know-how</i>
Suured investeeringud	Kulud	Madalad investeeringud
Vähe pingutusi	Hooldus	Palju pingutusi
Tehnoloogia	Fookus	Inimesed
Kasum	Hindamine	Protsess

JOONIS 4.  
Defineeri-Mõõda-Analüüsi-Parenda-Kontrolli



hakkavad mõtlema ka reaalse tegevuse peale.

Teise variandi ideed viitavad tegelikult ettevõtte juhtide puudulikule tegevusele – kui osa tööriistu või pinke ei toimi korralikult, siis on väga raske nõuda head tööd.

Ja juba nende probleemide lahendamise on algus pideva parendamise teel. Ja mida rohkem vestelda töolistega teemal „Mida on vaja muuta protsesside paremaks toimimiseks,“ seda rohkem häid ideid saab.

### Kaizen-tööriistad

Kõige esimene pideva parendamise tööriist on *Plan-Do-Check-Act* ring (ka tuntud kui Demingi ring). Eestikeelne variant tähendab: **Planeeri-Teosta-Kontrolli-Kindlusta** (Joonis 3).

Idee on väga lihtne. Alguses pead sa analüüsima olemasolevat meetodit, protsessi või probleemi, koguma andmeid ning Planeerima parendamise variandid. Kui parendamise plaan on olemas, siis saab alustada Teostamisega – parendavate meetmete elluviimisega.

Pärast teostamist käib Kontroll – kas kõik tegevused said tehtud vastavalt plaanile

ning kas saavutatud tulemus vastab soovitud. Kindlustamise faasis standardiseeritakse saavutatud uus protsess või tegevus.

Juhul, kui soovitud tulemust ikkagi ei saavutatud, siis viimases faasis arutatakse valesid otsuseid ja minnakse uuele ringile. Kusjuures, uuele ringile minnakse iga juhul: nii positiivse kui negatiivse tulemuse puhul. Järjepidevus peab säilima.

Aeg-ajalt on vajalik hästi planeeritud ning läbimõeldud innovatsioon. Aga innovatsioonide vahel peab ikka ja jälle proovima muuta oma tegevust paremaks *kaizeni* kaudu.

Sarnane ja isegi parema väljendusega on veel üks pideva parendamise ring – *Define-Measure-Analyse-Improve-Controll*. Eestikeelne variant kõlab kui **Defineeri-Mõõda-Analüüsi-Parenda-Kontrolli** (Joonis 4). Põhimõte on samasugune – pidev parendamine süstematiseeritud tegevuse kaudu.

Veel üheks huvitavaks meetodiks pideva parendamise jaoks võib nimetada “viie miksi meetodit”: kui kerkib esile probleem, siis küsi viis korda, miks see asi juhtus. Iga järgneva küsimusega jõuad sa

JOONIS 5.  
Innovatsioon ja *kaizen*



probleemi juurpõhjusele lähemale ja lähemale, kuni see on tuvastatud. Ja siis on võimalus juurpõhjus elimineerida nii, et sarnane probleem enam ei kordu.

Mõnevõrra keerulisem küsimustik esindab 5W2H meetodit - *What, Who, When, Where, Why, How, How much*:

- **Mis?** Mille jaoks see operatsioon on? Mis võib juhtuda, kui seda operatsiooni poleks?
- **Kes?** Kes teeb seda operatsiooni?
- **Millal?** Millal see on tehtud?
- **Kus?** Kus see operatsioon on tehtud?
- **Miks?** Miks seda operatsiooni on vaja teha?
- **Kuidas?** Kuidas seda teha?
- **Kui palju?** Kui palju selle tegemine maksab?

Leides vastused nendele küsimustele, on võimalik luua tervikpilt ühest tegevusest, protsessist või tööoperatsioonist ning seeläbi leida võimalusi parendamiseks.

### Kokkuvõte

Parendamine on loomulik ja vajalik tegevus. Mõlemad lähenemised – nii innovatsioon kui pidev parendamine – on vajalikud ettevõtte arendamise viisid.

Kõige parem viis on kasutada kaht lähenemist koos (Joonis 5).

Aeg-ajalt on vajalik hästi planeeritud ning läbimõeldud innovatsioon. Samas, innovatsioonide vahel peab ikka ja jälle proovima muuta oma tegevust paremaks *kaizeni* kaudu. ■





1



2



6



## HUVITAV LAHENDUS



KUULA LUGU [WWW.EAS.EE/INSENERIA](http://WWW.EAS.EE/INSENERIA)

# Arukad tooted loob koostöö

Vibratsiooniga äratav padi. Muutuva mustriga laudlina. Mäluga kardin, mis reageerib ise valguse tugevusele. Need on vaid mõned ideed, mis teostusid Eesti Kunstiakadeemia toote- ja tekstiilidisaini osakondade ning Eesti Infotehnoloogia Kolledži ühisprojektis.

### MARE KELPMAN,

EKA TEKSTIILIDISAINI OSAKONNA  
PROFESSOR

**K**oostöö toimus peamiselt aastatel 2006 ja 2007 ning kaasrahastati Eesti Riikliku Arengukava (RAK) meetme 1.1 kaudu.

Projekti sisuks oli ühendada disaini ning info- ja materjalitehnoloogia alane teave, mis võimaldaks luua interdistsiplinaarseid ning kasutajasõbralikke rakendusi. Üheks eesmärgiks oli ka erinevate osapoolte koostööoskuste kujundamine. Sõltub ju elukeskkonna funktsionaalsuse

areng arukatest ja laia silmaringiga tulevastest spetsialistidest. Toimiva sünergia tekitamine osutuski suurimaks proovikiviks. Koolisüsteemide erinevuse tõttu oli otstarbekam töötada sel moel, et EKAs valmisid ideed, aga tehnilised lahendused neile töötati välja IT Kolledžis. Vajadusel jätkasid disainitudengid tööd kontseptsiooniga, mõnikord muutus ka idee, mõne lahenduse väljatöötamine osutus meie kasutuses olevate vahenditega võimatuks. Koostööst sündisid siiski tehnilised lahendused mitmele ideele – soojendav vaip, äratuskella funktsioone täitev padi, helitugevuse muutusele reageeriv interaktiivne

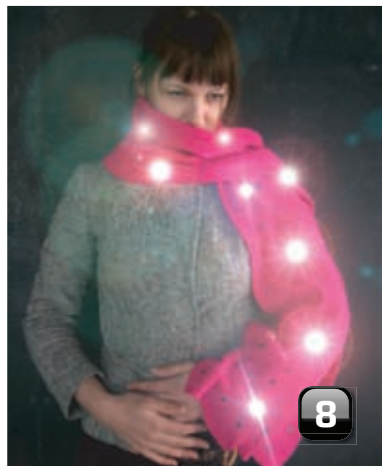
sein, vaegkuuljatele muusikarütmide tajumise abivahend, sõbrapael jt.

Projekt tekitas ka eetilisi probleeme: kui palju lubada meie ellu tehisintellekti, millal saab abivahendist kontrollivahend, kas esemetesse peidetud seadmed lihtsustavad elu või tekitavad nad pigem probleeme juurde jne. Edasiarendamist väärivaid ideelahendusi oli siiski palju, nt vaegkuuljatele suunatud kõneplaadid, rahvarohkes kohas sõbraga kontakteeruda võimaldavad käepaead, soojendavad või signaale edastavad tekstiilid, toiduaine riknemisest teavitav toidukile jt.

EKA tekstiilidisaini osakonna huvi ja



- 1** Sõbrapael
- 2** Sinine vilkur
- 3** Vibreeriv padi
- 4** Riknemiskile
- 5** Valgustundlik kardin
- 6** Akustilised tekstiilid
- 7** Dünaamilised tekstiilid
- 8** Personal protective gear



tegevus olidki suunatud pigem eriala piiride laiendamisele, tekstiilivaldkonna arengute kaardistamisele ning teadmiste kogumisele. Eesmärk ei olnud ainult toimivate toodete loomine, vaid ka uute oskuste ja teabe saamine.

Nano- ja biotehnoloogia, elektroonika, üldse kõrgtehnoloogia on toonud tekstiili mõistesse revolutsioonilisi muudatusi. Arukad tekstiililahendused eeldavad disainerilt avaramat silmaringi ja uute materjalide tundmist. Muutunud on nõuded nii rõivastuses kui interjööri kasutatavatele materjalidele. Uurisime ja leidsime, et ka tavalistel kodutekstiilidel nagu kardinal, vaibal, laudlinal ja padjal võib olla uusi lisafunktsioone.

Projekti raames toimusid erineva sisuga meistriklassid ja töötoad, loengute ning nõustamisega olid abiks eksperdid Eestist, Soomest, USAst, Austriast, Suurbritan-

niast. Positiivset tagasisidet oleme saanud projekti tulemusi tutvustades nii Eestis kui ka välismaal. Suurt huvi pälvis tekstiilitudengite kolleksiooni SpringON esitlemine Heimtexti messil Frankfurtis Saksamaal 2008. a jaanuaris ja 2007. a septembris toimunud ARS Electronica festivalil Linzis, Austrias.


Kolleksioon sisaldab sisustustekstiile, mis on mõeldud alternatiivsesse kohvikuinterjööri – osaliselt termokroomse mustri laudlina, mis võimaldab sõpra oodates kuumat teetassi abil ornamentit muuta; soojendav vaip, millel saab ka istuda, ning kiik-iste, millel kiikuja on vooluringi käivitaja ja valguse süütaja.

Projektis osalenud tekstiilitudengi Hanna Tiiduse arvamus ühtis paljude teistega:

”Projekt avas minu jaoks tekstiili kasutusalades täiesti uue maailma. Arukate

toodete projekt tõstas palju küsimusi üldisemas maailmapildis ja pani nägema omandatavat eriala teise pilguga. Samuti tekkis huvi rohkem teada saada teistest erialadest, mis võiksid koos tekstiiliga luua uusi lahendusi.”

Kavatseme antud valdkonnas edasi tegutseda. Positiivset tagasisidet ja koostöövalmidust oleme saanud ka kodumaisest tekstiilitööstusest, mis on eriti rõõmustav.

Hetkel töötab tekstiilidoktorant Kärt Ojavee koos TTÜ Biorobootika keskuse teaduritega ja katsetab erinevate interaktiivsete tekstiilide loomist. 

PROJEKTI TÖID DETAILSEMALT KIRJELDAVAT KATALOOGI "ARUKALT 2005-2008" VÕIB KÜSIDA EKA TEKSTIILIDISAINI OSAKONNAST TEKSTIIL@ARTUN.EE

[HTTP:// WWW.ARUKAD.EE](http://www.arukad.ee)



OMA DOKTORITÖÖS  
KESKENDUB KRISTJAN PILT  
ATEROSKLEEROOSI VARAJASELE  
DIAGNOOSIMISELE.



▶ **PERSOON**



KUULA LUGU [WWW.EAS.EE/INSENERIA](http://WWW.EAS.EE/INSENERIA)

# Aasta tehnikaüliõpilane on mees nagu orkester

Aasta 2008 parim tehnikaüliõpilane, nüüd juba doktorant **Kristjan Pilt** (27) mängib muuhulgas elektrikitarri ja oskab vähesel määral jaapani keelt.

**MATI FELDMANN,**  
INSENERIA PEATOIMETAJA

**S**inu CVs oli üks intrigeerivamaid osi see, et oskad teatud määral jaapani keelt.

Olin aasta Tokios ühe üliõpilaste vahetusprogrammi raames, kuhu tulid kokku üheksa riigi üliõpilased ja kus Tallinna

Tehnikaülikool on üks neist vahetusülikoolidest. Ma kuulasin seal loenguid, lisaks tegin laboris uurimistööd, mille temaatika oli biomeditsiinitehnika ja biooptika. Aasta kokkuvõtteks tuli igal vahetusüliõpilasel kirjutada üks artikkel oma uurimustöö kohta, mis avaldati koos ühes kogumikus. Lisaks pidime õppima intensiivselt jaapani keelt.

**Ma olen kogu aeg mõelnud, kuidas näevad Jaapanis välja arvutite klaviatuurid.**

Klaviatuurid on sarnased meie omadega, ladina tähtedega. Samas on neil kolm erinevat tähestikku. On kaks silptähestikku, *hiragana* 48 silbiga ja *katakana* samuti 48 silbiga, ning Hiinast pärit piltkiri *kanji*, umbes 2000 tähemärgiga. Valides mingi



tähestiku režiimi ja asudes tähekaupa teksti sisestama, hakkab redaktor ise neist silpe moodustama ja neid ka välja pakkuma. Tekst läheb kuvaril kogu aeg tihedamaks ja kompaktsemaks.

### See asi sai oluliselt selgemaks. Mis veel Tokios silma hakkas?

Jaapan on mingil määral suletud ühiskond. Teatud distantsi tunnetasin ka mina – just inimestega lähemalt tuttavaks saades. Aga pikemaajalisel suhtlemisel polnud probleemi. Tokiost võiks muidugi pikalt rääkida, alustades kaootilise arhitektuuriga tänavapildist ja lõpetades mereandidest koosneva toidulauaga. Hoogsalt käib ameerikaliku elulaadi ülevõtmine, millega nende oma rikkalik kultuur kannatab. Mul õnnestus seal tutvuda jaapani kultuuriga lähemalt. Õppisin pool aastat jaapani flööti (*shakuhachi*). Mu õpetaja oli 87aastane energiline vanahärra. Vahepeal tekkis mul ka mõte minna Tokiosse tagasi – magistriõppesse, siiski jäi see mõte teostatamata.

### Oo! Flööt ja biomeditsiin on nagu eri ilmakaared.

Olen laulnud TTÜ kammerkooris 4–5 aastat, minu muusikaline teine mina on päris tugev. Mingil hetkel tuli näiteks valida kammerkoori ja oma bändi vahel.

### Aga neist põnevatest seikadest ei ole Sinu CVs midagi? See on CV lugeja suhtes ülekohtune...

Mõtlesin, kas ametlikku CVsse sobib panna. Aga bändiga, mille nimi on Diskreetse Mango Trio, võitsime Eesti Muusikaauhinna etno/folkmuusika kategoorias, see oli 2007. aasta alguses. Me ühendame eesti regilaulu kaasaegsete žanritega, tehes seda peamiselt levimuusikas kasutatavate instrumentidega – elektrikitarrid, trummid, vokaal jne.

### Mida ise mängid?

Mina mängin elektrikitarr. Muidu olen lõpetanud Tallinna Saksa Gümnaasiumi, aga siiski on mul mingil määral muusikaline taust olemas. Õppisin Muusikakeskkoolis viis aastat tšellot ja klaverit. Bändi osas valmistame juba uut plaati et-



te. See on hobi, mitte rahateenimise loots. Kui raha ei domineeri, saab teha niisugust muusikat, nagu ise tahad.

### Seiku üliõpilaselust?

Olen seotud BEST-Estoniaga, mis on üks osa üle-euroopalisest tehnikatudentide ühendavast organisatsioonist BEST. See on tudengite endi poolt juhitud organisatsioon, mille üheks põhiülesandeks on korraldada tudengitele akadeemilisi kursusi. Umbes 25 välistudentit eri Euroopa riikidest tulevad üheks-kaheks nädalaks siia kursustele. TTÜ tudengid saavad jälle valida erinevate kursuste vahel, mida mujal korraldatakse. Olen olnud automaatika-teemalise suvekursuse akadeemilise osa eest vastutaja. Teemaatika on Eestis variee-

suvekursusel Belgias Leuvenis, mille teemaks oli signaalitöötlus ja selle rakendused. Hiljem olen veel osalenud kursustel Kreekas ja Itaalias.

Eestis tuntakse BEST-Estoniat aga võib-olla karjäärpäevade “Võti tulevikku” korraldajana, kus viiakse kokku ettevõtjad ja üliõpilased.

### Ent nüüd oled juba doktoriõppes?

Dokoritöö teema on “Optilised meetodid kardiovaskulaarses diagnostikas”, juhendaja on professor Kalju Meigas Tallinna Tehnikaülikooli Biomeditsiinitehnika Instituudist. See teema on tegelikult natukene seotud ka minu magistritööga, mille sisuks oli optiline meetod, mis võimaldaks koos südame elektrilise signaaliga

Bändiga, mille nimi on Diskreetse Mango Trio, võitsime Eesti Muusikaauhinna etno/folkmuusika kategoorias. Ühendame eesti regilaulu kaasaegsete žanritega.

runud robotika kursusest kuni selleni, kuidas ehitada suitsusauna. Saunakursuse loengutel omandati põhiteadmisi sauna ehitamisest. Kursuse tulemusena valmis tudengite kaastööga suitsusaun. Loomulikult ei puudu kursustelt ka n-ö sotsiaalne programm, mis koosneb erineva temaatikaga pidudest ja väljasõitudest.

Ma ise käisin BESTi kaudu 2002. aastal

määrata vererõhku n-ö lõõgilt lõõgile. Doktoritöös keskendun aga lähemalt ateroskleroosi varajasele diagnoosimisele.

**Need on äärmiselt praktilised ja elulised teemad. Inseneria poolt – jõudu ja edu. Sulle igal rindel tegutsemiseks, millest ei näi puudust tulevat!** ■

## HUVITAV LAHENDUS

# TOX – neetideta neetimine

Lehtmetsali eelised tulevad esile metallilehtede ökonoomsel ühendamisel. Tõhus ja säästlik TOX-ühendussüsteem asendab traditsioonilisi kulukaid ühendusviise: keevitamist, neetimist, kruvidega ühendamist, liimimist või nende kombinatsioone.

**VEIJO KAUPPINEN,**  
HELSINGI TEHNIKAÜLIKOOLI  
EMERIITPROFESSOR

Tavapäraste metalliühendusviiside oluline puudus on vajadus muust materjalist abivahendite järele, nagu keevitustraadid, hõbejoodis, kruvid, needid, liimid jms. Lisaks sellele vajavad eri keevitusliigid elektrit, gaasi ning jahutusvedelikku, samuti nõuavad suuri kulutusi materjalid ja hooldus. See kehtib peaaegu täielikult ka teiste metallide liitmisestehnoloogiate juures: kõvajoodisega jootmine nõuab gaasivarustust ja räbustilisandeid ning nii jootmiseks kui ka liimimiseks on hädavajalik ühendatavate pindade põhjalik ettevalmistus ja/või puhastamine. Needid ja kruvid vajavad ettevalmistustööd: puurimist ja kidade eemaldamist. Isegi stantsitud neetidega ja isepuurivate metallikruvidega töötamisel on vajalik materjalidega varustada. See tähendab, et kõigi ülaltoodud lehtmetsali ühendamisviiside juures tuleb teha suhteliselt suuri kulutusi investeringutele, tootmisele, hooldusele ja tööjõule. Seetõttu on üsna mõistlik läheneda põhjalikult lehtmetsali ühendamise teemale juba toote arendus- ja projekterimisfaasis.

Tehnilise ja ökonoomse alternatiivi – TOX Round Point – ülalmainitud ühendusviisidele töötas juba 1980. aastatel Saksamaal välja firma nimega TOX® PRESSOTECHNIK GmbH & Co. KG, kus eelnevalt leiutati lehtmetsali ümarpunktühendussüsteemi (*Round Point Sheet Metal Joining System*). Ümarpunktid tekitatakse ainult (kül)mvormimise teel ja need moodustavad tiheda ja kindla ühenduse, mis pole hiljem enam lahuta-



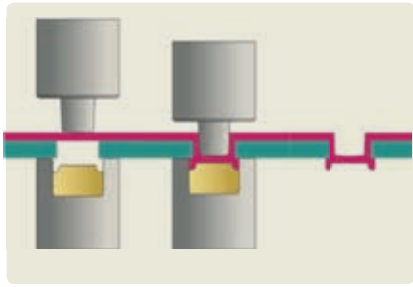
TOX® MANUAALTANGID

tav. Nn laiaks neetimise teel on võimalik probleemideta ja usaldusväärset ühendada lehtmetsalle, millel on üks ja sama või erinev paksus ja mis on valmistatud samast või erinevast materjalist, samuti väärtuslike pindadega lehtmetsalle (harjatud eriteras, lakitud mähisematerjal jms). Ühendusprotsessis võib kasutada isegi vahepealseid isoleer- või tihenduskihte, nagu vildid ja fooliumid. Ettevalmistustööd pole vaja. Ümarpunktühendus valmistatakse tööriistadega, mis koosnevad stantsist ja matriitsist, mida on võimalik hõlpsasti vahetada. Tööriista ajamiseks on manuaalsed või robottangid, kasutada võib ka mitmesuguseid presse. Sõltuvalt ühenduspunkti arvust ja asendist kasutatakse ühe või mitme punkti tööriistu, mis võimaldab kasutada konstruktsiooni, mis arvestab töödetali/alakoostu seisukorda ja mille tulemuseks on produktiivseima tootmisprotsessi huvides optimaalselt kohandatud lahendused. Ümarpunktidel on suur staatiline ja dünaamiline stabiilsus. Neid saab toota minimaalse

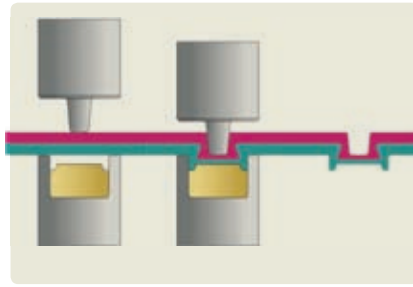
aja-, tööjõu- ja energiakuluga ning sobivaid materjalikombinatsioone kasutades on võimalik vähendada materjalikulu ja ühenduspunkti arvu, hõlbustades sel viisil kergekaaluliste konstruktsioonide tootmist. Samuti vähendavad ümarpunktid tootmisaega ja lihtsustavad töödetailide käitlemist tootmises ja montaažis. Peale selle saab protsessi kontrollsüsteemi abil iga üksiku ühenduspunkti kvaliteeti pidevalt kontrollida ja dokumenteerida.

Üldiselt pole valmis ümarpunkti kõrgus oluline, kuid mõnede rakenduste juures on vajalik nende kasutamist varieerida. Seetõttu on TOX loonud ka palju teisi ühendustehnikaid.

Näiteks on ümarpunkt end tõestanud väga hea ühendusviisina teatud paksuse ja kõvadusega materjalide puhul. Esineb aga ka rakendusi, kus vajatakse väga erineva paksusega materjalide usaldusväärset ühendamist. Nende rakendusala korral sobib näiteks Vario Point, mis võimaldab ühendada mitte ainult väga õhukesi lehtmetsalle väga paksudega, vaid ka rabedaid ja kõvasid lehtmetsalle omavahel. Selliste materjalide hulka kuuluvad lehtmetsali ja vedrueralehed, samuti survevalu osad, liitmaterjal, plastikud või isegi papp. Vario Pointi tehnika võimaldab



► TOX® VARIO POINT




► TOX® ROUND POINT

ühendada materjale, mille paksuste suhe on 1 : 4, ning samuti klassifitseeritakse need ühendused gaasikindlateks. Ühendustugevus võimaldab kanda nii radiaalkui ka telgkoormust, samuti nii staatilisi kui ka dünaamilisi koormusi ning vajadusel on võimalik valmistada sileda (ülemise) pinnaga ühenduskohti matriitsi poolel.

Üha enam ja enam TOX-protsesse jõuab eri tööstusharudesse, mis tuleneb ka tõsiasjast, et erinevad protsessiliigid täidavad täna peaaegu kõiki lehtmetailide ühendamise ülesandeid. Kulusääst, võrreldes näiteks punktkeevitusega, on 30–60% punkti kohta, sõltuvalt rakendusest. Tööriistade tööiga võimaldab teha vaid ühe komplektiga sadu tuhandeid ühendusi. See tuleneb eeskätt (liikuvate osadeta) „jäiga vormirauaga“ matriitsi tugevusest.

Lähenebki kõikidele äri- ja tööstusrakenduste protsessidele optimaalsel ja ratsionaalsel viisil, pakub ettevõtte täieliku tehnoloogia, tööriistade, tõukuritega tööriistakinnituste, pneumaatiliste, pneumohüdrauliliste või elektromehaaniliste

manuaaltangide, masin- ja robottangide, mitme punktiga tööriistade, standard- ja erikonstruktsiooniga presside valikut, samuti nii eraldi kui ka liinisiseseks kasutamiseks mõeldud tootmiseladmeid. Projekteerimis- ja tootmistehnika valikuga kaasneb praktiline test keskasutuse laboris Weingartenis, et kontrollida ja dokumenteerida meetodi sobivust ja teostatavust, samuti ühenduse kvaliteeti.

Saksa ettevõtte TOX on mitu aastat tegutsenud ka Hiinas. TOXi Taicangis asuv Hiina tütarfirma Jiangcsu on tarninud ka kvaliteetsete hõbedakangide stantsimise pressiseadme Pekingi 2008. a olümpiamängude medalite valmistamise jaoks. 

TEATAME, ET KA EESTIS ON ETTEVÕTTEID, MIS KASUTAVAD TOX-TEHNOLOGIAT: NÄITEKS TINFOR, ENSTO, EKSAAMO AUTOMAATIKA, TEHNORAKIS, AS VIRU ÕLU, SAKU METALL, ETS NORD, OÜ LOODESYSTEM, ELCOTEQ, OÜ EST STEIN B, NORMA, JOT, SILWI, LAFARGE. NIMEKIRI POLE TÄIELIK, ETTEVÕTETE NIMED VÕIVAD OLLA MUUTUNUD. MINU HINNANGUL TASUB SEE TEHNOLOGIA JUBA PRAEGU ENNAST ÄRA NING VÕIB SAADA TULEVIKUS EESTI ETTEVÕTETELE VÄGA KASULIKUKS.



► MÕNED TÜÜPILISED TÖÖDETAILED



**Siit saad parimad kliendid!**  
**SINU REKLAAMI KOHT**

TOOTMISE JA TEHNIKA AJAKIRI  
**InSENEERIA**

HELISTA: 687 9101

KIRJUTA: reklaam@director.ee



## ▣ EESTI KÕRGGKOOLES KAITSTUD TOOTMIS- JA TEHNIKAALASTE DOKTORI- JA MAGISTRITÖÖDE NIMEKIRI

# Mida uurivad meie doktorandid?



Tutvustame osa Tartu Ülikooli **loodus- ja tehnoloogia-teaduskonnas** 2008. aastal kaitstud doktoritöödest.

### Doktoritööd

BIRGOT PAAVEL

JUHENDAJAD: HELGI ARST JA TOOMAS SAAT

#### ▣ Eutrofeerunud järvede bio-optilised omadused

Tänapäeval on vee kvaliteedi hindamisel laialt levinud meetod satelliitidele paigutatud optilised sensorid, kuid vaatamata sellele pole veekeskonna uurimine *in situ* mõõtmiste abil kaotanud oma tähtsust. Satelliituuringud annavad rahuldavaid tulemusi ookeanide jaoks, kuid ranniku- ja sisevete puhul pole ookeanide kaugseire algoritmide enamasti kasutatavad. Traditsioonilised meetodid (veeproovide võtmine, nende laboratoorne töötlemine ja kiirguse mõõtmine veaaluste sensorite abil) on küll kallid ja aeganõudvad, et hankida piisavalt palju andmeid kogu järve ulatuses, kuid ka

episoodiliste uuringute abil saadud tulemused lubavad meil hinnata veekogu bio-optiliste omaduste sesoonset ja ruumilist muutlikkust. Bio-optiline mudel võimaldab analüüsida niihästi veesise valgusvälja kujunemist (oluline veeorganismide elutegevuse seisukohalt) kui ka valguse hajumist veest atmosfääri (oluline satelliituuringute algoritmide väljatöötamiseks eutrofeerunud veekogude regulaarses seires). Dissertatsiooni raames on kogutud ja analüüsitud *in situ* mõõtmiste andmebaas kolme eutrofeerunud Eesti järve (Harku, Peipsi, Võrtsjärv) bio-optiliste omaduste kohta ning võrreldud tulemusi andmetega, mis saadud kahel Rootsi suurjärvel (Vänern ja Vättern) ning teistel Eesti, Soome ja Rootsi väikejärvedel. Lisaks hinnati erinevate optiliselt aktiivsete ainete

osakaalu veekeskonna valgustneelavate ja -hajutavate omaduste formeerumisel ning mõõdeti ja modelleeriti valguse difuusse nõrgenemiskoeffitsiendi spektraalne jaotus.

ENELI HÄRK

JUHENDAJA ENN LUST

#### ▣ Komplekskatioonide redutseerimine elektrokeemiliselt poleeritud Bi(hkl) monokristalli tahkudel

Uuriti heksaammiinkoobalt (III) kompleksioonide redutseerimise seaduspärasusi elektrokeemiliselt poleeritud ja monokristalli tahkudel erineva keemilise koostisega foonelektrolüüdi vesilahustes. Arvatakse, et antud süsteemi korral on tegu nn välisfääri elektroni ülekande adiabaatilise protsessiga, kus reagent otseselt ei läbi metall-elektrolüüdilahuse piirpinnal olevat kompaktselt veemolekulide monokihti ehk nn tihedat kihti. Seega elektroodi keemiline iseloom ei oma otseselt mõju elektroni ülekandeprotsessile. Elektrokeemilise redutseerimise mehhanismi ja kineetiliste parameetrite määramiseks katsetati nii pöörleva

ketaselektroodi kui ka impedantsspektroskoopia meetodit. Leiti, et redutseerimisprotsessi kiirus sõltub elektroodi potentsiaalid, difuusse kihi paksusest, foonelektrolüüdi keemilisest loomusest ja kontsentratsioonist ning elektroodi pöörlemiskiirusest. Redutseerimisreaktsiooni mõjutab oluliselt katoodse vesiniku eraldumise protsess. Katoodse vesiniku eraldumist uuriti keskmise aktiivsusega elektroodilise polmeeritud tahul impedantsspektroskoopia meetodil.

SIGNE VIGGOR

JUHENDAJAD: AIN HEINARU, TOOMAS TENNO

### Geneetiliselt erinevate pseudomonaadide biokeemiliste parameetrite osa fenoolsete ühendite lagundamisel

Uuriti pideva fenoolse reostusega veest eraldatud geneetiliselt erinevate pseudomonaadide võimet ja efektiivsust lagundada fenoolsete ühendite segusid üksik- ja segakultuuridena, määrati erinevaid fenooli hüdroksülaase omavate tüvede kineetilisi parameetreid ning selgitati tüüpüvede osakaal ja käitumine poolkoksiladestute nõrgveet või põlevkiviõli sisaldavates mikrokosmikates. Töö peamised tulemused. 1. Substraatide samaaegne või järjestikuline kasutamine segudest (kombi-neerides omavahel fenooli, p-kresooli, bensoaati, p-hüdroksübensoaati ja dimetüülfenooli) sõltub ühendite lagundamisel osalenud kataboolsetest radadest ning kataboolsete vaheühendite kogunemisest. 2. Geneetiliselt erinevaid fenooli hüdroksülaase omavate pseudomonaadide biodegradatsiooni efektiivsuse analüüs fenooli oksüdeerimise ja fenoolil kasvu kineetiliste parameetrite alusel näitas, et ühe- või

mitmekomponendilist fenooli hüdroksülaasi omavad tüved grupeeruvad erinevatesse rühmadesse. 3. Fenoolset nõrgveet või põlevkivi toorõli sisaldavad bioaugmentatsiooni imitatsioonkatsed segakultuuridega osutasid, et mõlemas mikrokosmis kujunevad välja spetsiifilised bakteripopulatsioonid ning erinevaid aromaatsete ühendite lagundamisradasid omavatel tüvedel on erinev degradatiivne potentsiaal bioremediatsioonil. Erinevad kataboolseid genee omavad pseudomonaadid on sobilikud mitmesuguste aromaatsete ühenditega saastunud alade ja reovete bioremediatsioonil.

KALLE-MART SUUROJA

JUHENDAJA: VÄINO PUURA

### Eesti kahe varapaleosoilise merelise meteoriidikraatri – Kärkla ja Neugrundi – geoloogia ja litoloogia.

Kui Kärkla kraatri uurimisloog algus ulatub ligi 40 aasta tagusesse aega, siis Neugrundi puhul sai hiljuti täis esimene aastakümme. Eestis on geoloogilised tingimused soodsad nii meteoriidikraatrite säilimiseks kui uurimiseks. Eesti pindala koos territoriaalmerega on u 75 000 km<sup>2</sup> ja sellel on avastatud seni 8 meteoriitseks peetavat struktuuri. Kärkla meteoriidikraater (u 455 mln aastat vana) on üks paremini säilinud ja uuritud mattunud meteoriidikraatrid maailmas. Soome lahe suudmealal asuv Neugrundi meteoriidikraater (u 535 mln a) on kõige paremini säilinud ja kergemini ligipääsetav meteoriidikraater maailmames. Kärkla kraatri avastamine oli juhuslikku laadi ja seal on u 30 aasta jooksul puuritud 162 puurauku, millest tõstetud u 22 km puursüdamikku. Kraatri kohta on avaldatud

ligi poolsada teaduslikku publikatsiooni. Neugrundi kraatri avastamise eelnes hüpoteesi püstitamine (1995), mis leidis tõestamist 1998. aastal. Kärkla meteoriidiplahvatus toimus 100–200 m sügavuses meres. Plahvatusel tekkis 4 km läbimõõduga ja u 250 m kõrguse ringvalliga ümbritsetud enam kui 0,5 km sügavune ja 130 m kõrguse ning kuni 800 m läbimõõduga keskkerkega kompleksne kraater. Meteoriidikraatrit ümbritseb ellipsikujuliselt 12–15 km läbimõõdus ringmurrang. Neugrundi meteoriidiplahvatus toimus 100–200 m sügavuses meres. Aluskorra kivimeid kattis siin veele lisaks u 120 m settekivimeid. Plahvatus tagajärjel tekkis u 9 km läbimõõdus kompleksne kraater. Kraatri keskel on u 5,5 km läbimõõdus kraatrisüvik. Selle sügavus ei ole teada, sest see on kaetud u 5 km läbimõõdus ringikujulise erosioonilise jäänukega – lubjakivikattelise Neugrundi madalikuga. Meteoriidikraatrit ümbritseb kontsentriselt u 20–21 kilomeetrise läbimõõduga ringmurrang.

EVE EENSALU

JUHENDAJAD: OLEVI KULL, ANU SÖBER

### Õhulõhede struktuuri ja funktsiooni kohanemine valgusega ja kõrgendatud CO<sub>2</sub> kontsentratsiooniga lehtpuude võras

Uurides õhulõhede struktuuri ja funktsiooni, saame informatsiooni, kuidas taimed on kohanenud oma kasvukeskkonnaga nii ajalises kui ruumilises skaalas. Doktoritöö eesmärk oli välja selgitada, kuidas valguse intensiivsus ja kõrgendatud CO<sub>2</sub> kontsentratsioon mõjutavad õhulõhede füsioloogilisi ja morfoloogilisi tunnuseid heitlehistel puliikidel. Töö tulemused näitasid, et õhulõhede tihedus on kõige olulisem

RÕHUME ÕHULE  
**KOMPRESSORIKESKUS**



Suruõhu- ja vaakumtehnikaterviklahendused

#### TALLINNAS:

Kadaka tee 5      Tel 608 5900  
10621 Tallinn      Faks 608 5901  
info@kompressorikeskus.ee

#### TARTUS:

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

VIRUMAAL: Tel 507 9758

www.kompressorikeskus.ee

► õhulõhede morfoloogiline parameeter, mis võra vertikaalprofiilis muutub, samal ajal kui õhulõhede mõõtmed uuritud liikidel kas vähenesid, suurenesid või jäid muutmatusks. Mõõdetud ja arvutatud õhulõhede juhtivuse võrdlusest selgus, et valguslehtedel töötavad õhulõhed maksimaalsele avatusele väga lähedal, seevastu varjulehtede õhulõhed on vaid pooleldi avatud. Leiti, et õhulõhede struktuur määrab ligikaudu 30% õhulõhede juhtivuse varieeruvusest. Kõrgendatud CO<sub>2</sub> tingimustes oli paplilõhede õhulõhede juhtivus ~20% madalam, samas kui õhulõhede tihedus vähenes ainult kahel esimesel aastal ning järgnevatel aastatel õhulõhede arvus ega mõõtmetes muutusi ei täheldatud. Valguse intensiivsuse vähenedes lehestikus 3–15 korda langes fotosünteesi võime 2–4 korda, samas kui maksimaalne õhulõhede juhtivus varieerus kaks korda vähem. Vaatamata puu vanusele ja kõrgusele kohaneb fotosünteesi kiirus paindlikumalt valguse kättesaadavusega kui õhulõhede morfoloogia.

MARIKA TRUU

JUHENDAJAD: JAAK TRUU, MARI IVASK

#### ► Maakasutuse mõju mikroobikooslustele Eesti muldades

Mullamikroobid osalevad nii orgaanilise aine moodustamises (huumusaine, glomaliin) kui ka suuremate mullas sisalduvate orgaanilise aine molekulide lagundamises väiksemateks subühikuteks ning on võimelised lagundama ka erinevaid mürkaineid. Teisalt on mikro-organismid tundlikud mitmesuguste keskkonnas toimuvatele muutustele, mille tõttu peetakse neid organismes heaks indikaatoriks ka muldade seis. Töös uuriti erineva maakasutuse mõju haritavatele pedogeense muldade ja antropomorfsete materjalide (nagu mahajäetud põlevkivikarjäärade pinnas ning kunstliku horisontaalvoolulise märgala liivafiltrid) mikroobikooslustele ning võrreldi vastavate muldade mikrobioloogilisi parameetreid looduslike pedogeensete muldade vastavate parameetritega. Mahajäetud põlevkivikarjäärade pinnaste puhul analüüsiti eraldi erinevate puuliikidega taimestatud ja taimestamata pinnaseid. Haritavate muldade hulgas vaadeldi aktiivseks põllumajanduslikuks tootmiseks kasutatavaid muldi, põllumajanduslikust kasutusest välja jäänud muldi, erinevate puuliikidega taimestatud endiseid põllumuldi ja olmereovee järelpuhastuseks kasutatavaid nii taimestatud kui taimestamata endiseid põllumuldi.

Tulemuste analüüs näitas, et maakasutus mõjutas oluliselt mulla mikrobioloogilisi ja biokeemilisi omadusi. Mikroobikoosluse vastus maakasutuse muutusele sõltus oluliselt mullatüübist ja kasvukohale omastest tingimustest. Haritavate muldade mikroobide biomass oli tunduvalt väiksem ja aktiivsus madalam kui looduslikes muldades. Kõige väiksem mikroobide biomass oli kunstliku märgala liivafiltrites ja mahajäetud karjäärade pinnastes. Rekultiveeritud põlevkivikarjäärade pinnaste mikroobikoosluste vastavad väärtused jäid looduslike ja haritavate muldade vahele. Haritavate muldadele olid iseloomulikud hästi kohastunud ja stabiilselt funktsioneerivad mikroobikooslused. Põllumajanduslikust kasutusest välja jäänud muldadele ja mahajäetud karjäärade pinnastele oli iseloomulik väike mikroobne biomass ja madal aktiivsus.

JANNE PULLAT

JUHENDAJAD: ANDRES METSPALU, JÖRG D. HOHEISEL

#### ► *In situ* sünteesitud oligonukleotiidide mikrokiibi disain, funktsionaliseerimine ja rakendamine

Oligonukleotiidide mikrokiibi tehnoloogia platvormi on senini käsitletud kui kiiret, odavat ja paindlikku genoomse variatsiooni analüüsi meetodit. Vastavalt sellele, millist bioloogilist materjali kasutatakse mikrokiibile sidumiseks, nimetatakse neid spetsiifilise-malt näiteks DNA, oligonukleotiidide, raku, koe, valgu, antikeha, peptiidi mikrokiipideks. Kuigi kommertsiaalselt kättesaadavatel tehnoloogiatel on ka rida eeliseid (ostad ja kasutad etteantud piirides), säilib endiselt vajadus kiirelt ja spetsiifiliselt koostada erinevaid uusi DNA analüüsi- ja diagnoosikiipe. Käesolevas doktoritöös on kasutatud mikrokiipide valmistamiseks oligonukleotiidide paralleelset sünteesi *in situ* tehnoloogiat firmas Febit Biomed GmbH poolt ehitatud integreeritud aparaadiga "Geniom One". Nii on võimalik sünteesida oligoprimereid mõlemas, nii 5'-3' kui ka 3'-5' sünteesi suunas. Esimene on vajalik Arrayed Primer Extension ehk APEX reaktsiooni läbiviimiseks ja teine esitatud sünteesi suund nukleiinhapete hübriidsatsiooni puhul kasutatavates meetodites. Kuna mikrokiibi analüüsi abil soovitakse üheaegselt detekteerida aina suuremat arvu variatsioone, siis suureneb ka sellel toimuva analüüsireaktsiooni kompleksus. Seega kujuneb ühe mikrokiibi praimeritamaatriksi kavandamine multiparameetriliseks ülesandeks. Käesolevas doktoritöös on esitatud ka

reaktsioonisüsteemi enda parameetrite nagu reaktsiooniruumi geomeetria ja analüüdi molekulide massiülekande efekti mõju analüüsireaktsiooni (hübriidsatsiooni) toimumise efektiivsusele. Kaheosalise hübriidsatsiooni teooria mudeli (TCM) alusel on võimalik demonstreerida, et tugevalt difusioonist mõjutatud analüüsitaivate molekulide transport oligonukleotiidide praimeritele on sõltuv reaktsiooni lahuse kontsentratsioonist ja sellest johtuvalt lahuse viskoossusest.

ELS HEINSALU

JUHENDAJA: TEET ÖRD

#### ► Normaalne ning anomaalselt aeglane difusioon välistes väljades

Doktoritöös on uuritud normaalset ning anomaalselt aeglast difusiooni ruumis perioodilistes jõuväljades ning anomaalselt aeglast relaksatsiooniga difusiooniprotsesse ajas muutuvates jõuväljades. Vaadeldud on ühedimensionaalseid süsteeme. Uuritud probleemi on olulised kondenseeritud aine füüsikas, materjaliteaduses, keemilises füüsikas, nanotehnoloogias ning molekulaarbioloogias. Seoses normaalse difusiooniga on uuritud Browni osakeste transporti perioodilistel struktuuridel (ühe ning kahe miinimumiga perioodi kohta) välise rakendatud konstantse jõu olemasolul ning puudumisel. Kasutatud on tükati lineaarseid potentsiaale, mis võimaldasid tuletada täpsed analüütilised valemid voolu ning difusioonikoefitsiendi jaoks. Lisaks sellele on uuritud ka kahest harmooniliselt interakteeruvast Browni osakesest koosneva dimeeride difusiooni kallutatud perioodilistel potentsiaalidel, võrreldes tulemusi monomeeri jaoks saadutega. Uurides anomaalselt aeglast difusiooni perioodilistel substraadidel on leitud, et Lifson-Jacksoni tulemus difusioonikoefitsiendi jaoks perioodilistel potentsiaalidel ning Stratonovichi tulemus statsionaarse voolu jaoks kallutatud perioodilistel potentsiaalidel on üldistatavad ka anomaalse transpordi juhule. Viimasena on uuritud anomaalselt aeglast difusiooni ajas muutuvates jõuväljades ajas pideva uitliikumise ning fraktsionaalse Fokker-Plancki võrrandi formalismis. On näidatud, et fraktsionaalse Fokker-Plancki võrrandi tavapärase kuju ei ole sobiv kirjeldamaks subdifusiooni ajast sõltuvat potentsiaalidel. Tuletatud on modifitseeritud fraktsionaalne Fokker-Plancki võrrand, mis on kehtiv siiski vaid dihotoomselt muutuvate väljade korral. Täpselt lahendava näitena on uuritud ajas tükati konstantset perioodilist jõudu.



## ▶ DOKTORITÖÖ

# Uute mustrite avastamine järjestamise

Kauneid mustreid, nagu sel joonisel, saab genereerida ka suhteliselt lihtsate matemaatiliste algoritmidega. Tegu on fraktaalsete mustritega, mis kordavad iseenast lõputult, kui mingit kohta "suurendada". Sel fraktalil pole seost doktoritööga.

### INNAR LIIV

JUHENDAJA: PROFESSOR REIN KUUSIK

**K**äesolev doktoritöö uurib süsteemset lähenemist, kuidas andmeid korrastades oleks võimalik leida nendest peidetud mustreid – seoseid, kordusi, anomaaliaid, seaduspärasusi ning trende. Kujutades ette suvalist Exceli andmetabelit (nt toodete konfiguratsioonid ja parameetrid, müügiarvete ajalugu, laoliikumised, tootmisprotsesside logiraamatud), võiks püstitada eesmärgi leida andmetest võimalikult palju omavahelisi seoseid, seaduspärasusi ja trende. Erinevus näiteks korrelatsiooni leidmisest seisneb võimaluses uurida ka rohkem kui kahte näitajat. Veelgi enam: küsimuse asemel "Kas nende näitajate vahel on mingi seos?" saame püstitada oluliselt üldisemaid küsimusi:

- Milliste näitajate vahel on seos?
- Millised on seosed erinevate seoste vahel?
- Kas kogu süsteem toimib ühtselt või kehtivad mõned seosed ainult osa objektide (inimeste, masinate, klientide, kaupade) puhul?

Panuseid tõstes soovime taoliselt andmete uurimise meetodikalt veel ühte olulist omadust: seda peaks olema võimalised kasutama tavainimesed, kes ei oma andmete uurimises mingit formaalset matemaatilist või statistilist tausta, kuid on ab-



soluutsed spetsialistid ja entusiastid oma valdkonnas. Mis muidugi ei tähenda, et taust majandusmatemaatikas, andmeanalüüsis ja statistikas ei oleks pluss, kuid seda peab olema võimalik kompenseerida siira huviga oma andmetest vastuseid leida. Meetodi arenduse juures tähendab see olukorda, et andmete omamisest kuni vastuste leidmiseni peaks kasutajalt küsi-

ma minimaalselt erinevaid parameetreid ja seadistusi. Kuidas see tegelikkuses välja näeks? Turunduses laialdaselt kasutatavad sarnaste klientide ja ootuste segmenteerimise meetodid eeldavad üldjuhul, et me ütleme ette, mitmesse gruppi soovime kliendid paigutada. Seadistuste mitteküsimine tähendaks siin, et gruppide arvu küsimise asemel prooviks meetod ise leida

# ja maatriksi ümberkorraldamisega

andmetest optimaalse gruppide arvu ning alles siis alustaks analüüsimist. Jah, selline lähenemine võib nõuda oluliselt suuremat arvutuskooormust, kuid spetsialisti katseksitusele kuluv aeg on üldjuhul kallim.

## Järjestamine ja segment

Andmetabeli korrastamine ehk järjestamine tähendab seda, et sarnased objektid (tellimused, kaubad, kliendid) paigutatakse ritta nii, et neist omavahel sarnased sautsid teineteisele võimalikult lähedale. Veerud, mis on omavahel seotud, paigutatakse samuti teineteise kõrvale. Taoliselt on võimalik toimida, sest ridade ja veergude järjekorra muutmisega tabeli lahtrite sisu ei muutu ning esialgne tabeli lahtrite järjekord asendub lihtsalt seaduspärasusi maksimaalselt väljatoovaga. Algses järjestuses on näiteks tellimused enamasti laekumise või registreerimise järjekorras ning kaubad pooljuhulikult või nomenklatuuri ajaloolise uuendamise-laiendamise järjekorras. Korrastamise järel on võimalik näha samaaegselt nii kogu algset infot kui ka väljatoodud seoseid tabelis.

Peamine erinevus üldlevinud segmenteerimisest seisneb selles, et uuritavate objektide grupeerimise asemel on oluline kogu järjekord ja järjestus – sellisel juhul on meil olemas info korraga kolmel tasemel – nii andmetes asuvate gruppide, info grupi sees toimuva kui selle kohta, kuidas grupid omavahel seotud on.

## Interdistsiplinaarsus

On üsnagi loogiline, et fundamentaalne soov nähtustest, asjadest ja protsessidest aru saada on ühine praktiliselt kõigil elualadel. Uurimuse üheks alameesmärgiks oli leida sarnast avastusliku andmeanalüüsi lähenemist väga paljudest valdkondadest. Teisisõnu – leida kõik, kes uurivad sama asja, kuid erinevate nimedega ning väikeste nišierinevustega. Destruktiivse lähenemisega võiks nüüd paljusid rünnata – suur osa tehtust on juba varem teada ning samast asjast räägitakse eri sõnadega

ning erinevas kontekstis. Käesolevas töös sai aga keskendutud eelkõige eri distsipliinide lisandväärtusele – kui näiteks tootmise otsitakse operatsioonide ahelate pudelikaelu (*bottleneck machines*) – siis mida võiks täpselt samade andmete ja struktuuride-seaduspärasuste puhul see tähendada muudes valdkondades? Humanitaarias näiteks tähendaks tootmise pudelikaelad õnnetut armastust, äris konku-

rentsielist ja parimat positsiooni kaubavahetuses, paleontoloogias ja arheoloogias leide, mis esinesid läbi mitme eri ajastu. Sarnaselt saab valdkonna spetsiifikat välja rebides käituda ka teistpidi – kasutades uuringuid ja vahendeid (näiteks) koolikiusamise ja isoleeritud õpilaste leidmiseks, tootmise optimaalse sisseade ning järjestust takistavate komponentide leidmiseks (nn *exceptional elements*). Seetõttu on lisaks



## Metallitöötlemisseadmed ja -vahendid

- Lintsaemasinad BOMAR, MEP
- Saelindid LENOX
- Ketassaemasinad MEP, BOMAR
- Saekettad STARK, BLECHER, TENRYU
- Metallitöötlemisemulsioonid TEHNOL EMULSO
- Keevitusseadmed WALLIUS, SINCOSALD, GYS
- Gaasilõikus- ja kuumutusseadmed HARRIS
- Magnetjalaga puurmasinad MAGTRON
- Termopuurimine FLOWDRILL
- Sammas- ja radiaalpuurpingid STRANDS, DONAU

## Vaata sooduspakkumisi

### [www.merec.ee](http://www.merec.ee)

**Merec Tööstuse OÜ**  
Suur-Sõjamäe 44a, Tallinn • Tel 600 7843 • Faks 600 7842 • E-post [info@merec.ee](mailto:info@merec.ee)

- tootmisele doktoritöös käsitletud ka arheoloogiat, antropoloogiat, kartograafiat, graafikat ja informatsiooni visualiseerimist, sotsioloogiat ja sotsiomeetriat, psühholoogiat ja psühhomeetriat, ökoloogiat, bioloogiat ning operatsioonianalüüsi.

## Näide

Teeme metoodikast konkreetse, ent lihtsustatud näite. Olgu meil kuus toodet, mille summaarne aastakäive on järgmine:

TOOTE NUMBER	KÄIVE
1	30 000
2	4 000
3	50 000
4	7 000
5	4 000
6	1 000

Nüüd sorteerime andmetabeli korrastamise programmi abil tooted selliselt, et tüüpiliselt koosostetavad, -liigutatavad või -kasutatavad tooted oleksid paigutatud optimaalselt lähedale teineteisele. Nüüd näeb sama tabel juba välja selline:

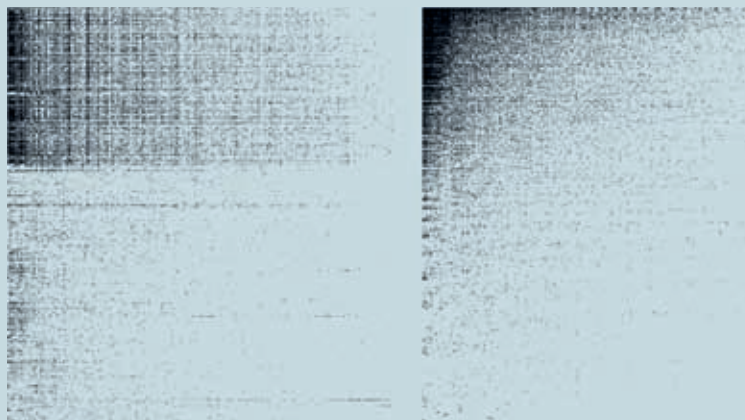
TOOTE NUMBER	KÄIVE
3	50 000
6	1 000
1	30 000
4	7 000
2	4 000
5	4 000

Lähemal uurimisel võib näha, et tegemist on peaaegu sama järjestusega, kui käibe järgi sorteerides. See on tegelikult ka väga loogiline, kuna edukaid tooteid üldjuhul ostetaksegi (kasutatakse, liigutatakse) tihedamini ja koos ning “kahjulikud” tooted on sarnaselt harva koos.

Kogu selle tabeli juures peaks aga meid kõige rohkem huvitama toode number 6, kuna see on edukate toodetega tugevalt seotud, olemata ise edukas. Iga klassikalise vahendi järgi, näiteks 1950. aastatel General Electricus H. F. Dickie poolt Vilfredo Pareto vaatluste ainetel välja töötatud ladude ABC-analüüsi põhjal klassifitseeruks toode kõige viimasesse ehk mittekasulike toodete gruppi. Parimal

### JOONIS.

Tellimuste ja toodete risttabel vähendatult enne ja pärast korrastust.



juhul saaks ta seetõttu vähendatud tähelepanu ostujuhtimisel, halvimal juhul võidakse ta laost välja visata “parematele” toodetele ruumi tegemiseks. Tuleb aga välja, et toodetel (õigemini klientidel, kes neid vajavad) on aeg-ajalt omavahelisi seoseid – kaubad, mida ostetakse tihti koos ning *de facto* komplektina. Sellisel juhul võib mittekasuliku toote elimineerimine omada ka negatiivset mõju mõnele kasulikule tootele.

Majandusinimesed kutsuvad sellist fenomeni *Product Death Spiral*, mis kirjeldab olukorda, kus mittekasulikke tooteid järjest elimineerides väheneb ka kliendikäitumise poolest seotud tipptoote kasulikkus. Heaks lugemiseks selle taustast ja täpsemast motivatsioonist on R. T. Rust, V. Zeithaml ja K. N. Lemon “Driving customer equity: how customer lifetime value is reshaping corporate strategy”.

## Suurem näide

Eelmises lõigus oli tegemist lihtsustatud näitega, kus ei ole näha komponentide või kaupade ja operatsioonide või tellimuste tegelikku omavahelist struktuuri ja seaduspärasusi. Realistlikum näide 1600 laoliikumise ning 250 tootega on esitatud juuresoleval joonisel. Selline lähenemine on võrdset rakendatav ka siis, kui laos on tooteid 250 asemel 10 000 või 100 000. Erinevus on vaid arvutuseks kuluvas ajas, kuid ka 100 000 ühiku puhul võiks tule-

mused käes olla paari tunni või maksimaalselt päevaga.

Kuidas sellist segast tabelit või pilti mõista? Tegemist on ajakirjaruumi huvides vähendatud pildiga kahest suurest (näiteks Exceli) andmetabelist, kus parempoolisel on kõik sarnaselt käituvad tooted ning tellimused uuritud metoodika abil asetatud kõrvuti ning mille puhul on lahter must (tekib täpp), kui konkreetse tellimuse sees on olnud konkreetne toode. Mustade täppide koondumine ühte piirkonda näitab konkreetse lao puhul, et umbes 10% toodetest moodustavad kõige olulisema toodete hulga.

Olulisim on defineeritud, kui omavahel on risti-rästi seotud tooted, mille hulgas on tüüpiliselt 98 protsendiga ka rahaliselt kõige kasulikumad tooted. Kuid just ülejääv 2% on see põnev osa, millega peaksime tegelema ning olema kõige ettevaatlikumad.

Teoorias on klassikalist ABC-analüüsi ning teisi sarnaseid lähenemisi kritiseeritud aastakümneid, turunduses töötatud välja juhatuse tasemel kontseptsioon *Product Death Spiral*, kuid reaalsuses on tänastes ERP-süsteemides kaasas enamjaolt 1950. aastate variant ladude ABC-klassifitseerimisest.

Käesoleva uurimistöö tulemuste muuavaks rakendamiseks on plaanis valmistada mõnele enimlevinud majandustarkvarale prototüübina valmismoodul klassikalise lähenemise täiendamiseks. ■





### Smart products created by cooperation

A pillow that wakes you up by vibrating. A tablecloth that changes its pattern. A curtain with a built-in memory that reacts to light intensity. These are just some of the ideas developed in a joint project between the Estonian Academy of Arts product and textile design departments and the Estonian Information Technology College. The essence of the project is to marry design to information from the fields of information and material technology, allowing interdisciplinary, user-friendly applications to be created. Another goal was to develop cooperative skills in the different parties involved. Due to the differences in the school systems, the most expedient course of action was to place the Academy in charge of the concepts and have the IT College develop solutions for the concepts. The project also posed ethical problems: how much artificial intelligence to let into our lives? When does a helpful tool become a controlling device? Do the devices concealed in equipment simplify life or do they tend to create additional problems etc? There were so many concepts worth developing – such as speech tablet for the hearing impaired, wristbands that allow one to contact a friend in a busy or crowded place, textiles that provide warmth or transmit signals, food wrapper that provides notification when the contents have spoiled. ■

### Outer space technologies born below sea level

The European Space Research and Technology Centre (ESTEC) is located in Noordwijk, a small Dutch city whose economy is largely geared toward tourism and happens to be below sea level.

5... 4 ... 3 ... 2 ... 1 ... Lift off! The countdown resounds all over French Guyana. Simultaneously, there is an ear-splitting roar and yet another Ariane-5 payload-bearing rocket takes off. The countdown emanates from Kourou, the European Space Agency's cosmodrome. With the latest in a succession of communications satellites and a space telescope as the payload, yet another stage in a space mission carried out through the collective efforts of hundreds of individuals is nearing completion. Depending on the mission, the efforts will have lasted up to ten years in some cases, culminating at the precise moment that the rocket transports the satellite to its work post in orbit. The European Space Research and Technology Centre complex was

opened in 1968 and represents a hub of ESA competence in all phases of space missions: scientists, project managers, engineers, lawyers, education specialists and other service personnel – at present about 1500 employees. ■



### Seeing through boxcars at a new border station

Technology that was not possible just a few years ago is now being implemented for train inspections at a railway border checkpoint being established at Koidula, Estonia. Freight trains crossing the border will be X-rayed just like suitcases at an airport. Use of X-ray equipment on railways worldwide has become more widespread in recent years. Of Estonia's neighbouring countries, only the Finns and the Lithuanians have adopted the technology so far. The Tax and Customs Board's chief specialist for customs inspections, Steven Raidma, says that it would not have been possible to implement X-ray equipment at Koidula border station just five years ago. Use of the device on the railways has been hindered to this point by the speed of the trains. If the train speed is too great, the scan quality would not be sufficient for the purposes of obtaining adequate readings. ■

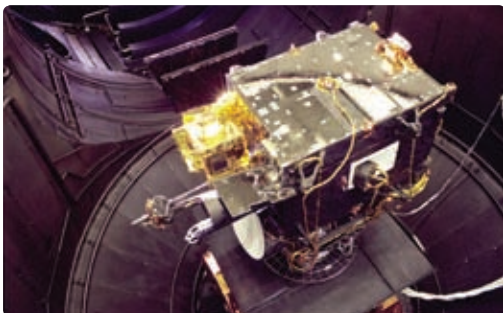
### In the future digital world, every step to get a timestamp

The ever-digitizing world is clamouring for technologies that would help ensure the verifiability of digital information.

The Estonian company Guardtime has offered a new solution in the form of timestamp infrastructure. A timestamp is like a digital fingerprint left by computers, equipment and programmes whenever digital data are recorded or saved. The fingerprint is not in this case personal; it does not show the author of the data. It is fairly complicated to forge a signature on paper or make changes to a photograph printed on paper – compared to the couple of mouse clicks needed to do so in the digital world. Guardtime's timestamp consists of a unique hash generated from the data at a specific moment. If the data are changed, there would be a different hash code associated with them. ■

### Совместная работа создает умные вещи

Подушка с вибрацией. Скатерть с видеоизменяющимся рисунком. Мнемонические занавески, реагирующие на изменения в освещении. Это всего лишь некоторые из идей, которые были претворены в жизнь в рамках общего проекта отдела промышленности и текстильного дизайна Эстонской Художественной Академии и Эстонского колледжа Инфотехнологий. Подобное сотрудничество позволяет объединить знания о технологии материалов с возможностями инфотехнологий, что даёт возможность создания интердисциплинарных и удобных в использовании приложений. Одной из основных целей проекта было и формирование разных навыков совместной деятельности. В связи с различиями школьных систем рациональнее было работать таким образом, что Эстонская Художественная Академия выдвигает идеи, а технические решения вырабатывает ИТ Колледж. Проект «породил» и этические проблемы: насколько можно доверить нашу жизнь искусственному интеллекту, когда вспомогательные средства станут контролируемыми; упростят ли жизнь «спрятанные» в вещи приборы или это прибавит ещё больше проблем. Идей, которые ждут дальнейшей разработки, было все же много, например: разговорные диски, предназначенные для людей со слабым слухом; браслеты на руки, предоставляющие возможность общаться с друзьями в людном месте; согревающий или передающий сигнал текстиль; пищевая клеёнка, информирующая об испорченности продуктов. ■

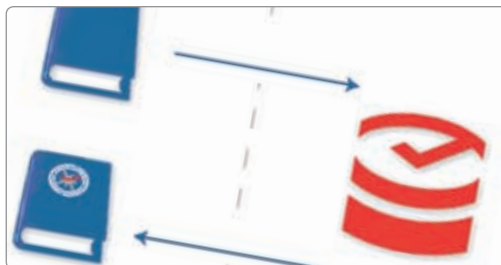


### Космические технологии зарождаются ниже уровня моря

Европейский Центр Космических Исследований и Технологий (*European Space Research and Technology Centre – ESTEC*) находится в голландском городе Noordwijk, который кроме космоса живёт ещё туризмом и находится ниже уровня моря.

5...4...3...2...1... Старт! Звучат слова через всю французскую Guajaana. После этого слышны оглушительные раскаты грома, и в небесную даль поднимается очередная ракета-носитель Ариана-5. Эти слова доносятся из Kourou, с Европейского космодрома космической агентуры. С очередным спутником связи и космическим телескопом в багажном отделении близится к концу еще один этап космической миссии, который был осуществлён усилиями сотен людей. В зависимости от цели активная работа иной раз продолжалась в течение десяти лет. Кульминацией каждого этапа был момент, когда

ракета-носитель доставляла на орбиту, на свое рабочее место, очередной спутник. Комплекс Европейского Центра Космических Исследований и Технологий был открыт в 1968 году. В центре находятся представители всех специальностей ESA, необходимых для проведения космических миссий: учёные, руководители проектов, инженеры, юристы, специалисты по образованию и обслуживающий персонал - в данный момент примерно 1500 работников. ■



### Будущее цифровой жизни получает на каждом шагу временную печать

Цифровой мир нуждается в технологиях, которые гарантируют правдивость цифровых сведений. Одно решение в лице инфраструктуры временной печати предлагает эстонская фирма Guardtime. Временная печать - это как цифровой отпечаток пальца, который оставляют машины, оборудование и программы, записывающие цифровые сведения. Такой отпечаток не персональный, он не идентифицирует того, кто создал эти сведения. Подделывать подпись на бумаге или вносить изменения в напечатанное на бумаге фото - это очень сложно по сравнению с тем, что в цифровом пространстве всё это делается с помощью одного клика мышки. Печать Guardtime содержит уникальный контрольный код, созданный из данных в конкретный момент времени. Если меняются сведения, меняется и вид кода. ■

### На новой пограничной станции товарные поезда теперь просвечивают

На железнодорожном пограничном пункте Койдула для контроля поездов применяется новая технология, что было невозможным ещё пару лет назад. Проходящие через границу поезда начинают просвечивать, как чемоданы в аэропорту. Использование рентгеновского оборудования на железной дороге получает в последнее время широкое распространение. Среди ближайших соседей уже пользуются этой системой финны и латыши. По словам главного специалиста отдела таможенного контроля Налогового и Таможенного Департамента Стевена Райдма, использование рентгеновского оборудования на пограничном пункте Койдула было ещё невозможно пять лет назад. Использование оборудования до сих пор препятствовала скорость движения поездов. В связи со слишком большой скоростью качество полученной после просвечивания картинки оставляло желать лучшего: очень сложно было получить адекватную информацию. ■

## ► PROFESSOR RICHARD LESTER:

# Tootmine ei kao arenenud riikidest mitte kuhugi!

„Vähemalt ühe kandi pealt on majanduslangus Eestile äärmiselt kasulik – te olete hakanud omavahel palju rohkem rääkima ja arutlema,“ kinnitas Inseneeriale maailma üks tunnustatumaid tööstusarengu uurijaid, Massachusettsi Tehnoloogiaülikooli professor Richard Lester. „Aga just omavahelised arutelud ja sellest alguse saav koostöö on kiiresti edasiliikumiseks elutähtis.“

**TAIVO PAJU,**  
DIRECTORI PEATOIMETAJA

**P**rofessor Richard Lester külastas Eestit detsembris, olles Arengufondi Tööstusfoorumi „Tööstusvedurid 2018“ üks peaesinejaist. Ta on aastaid maailma tööstusettevõtete arengut jälginud ning nõustanud sel alal muuhulgas ka Soome ja Iirimaa valitsusasutusi.

„Mis puutub tööstusse, siis on mul selle tulevikust oma nägemus,“ kinnitas professor Lester. „Ning erinevalt paljude arvamusest on see optimistlik.“ Ta rõhutas, et just kriisi ajal on äärmiselt tähtsad otseselt mittemõõdetavad asjad, nagu enesekindlus, usaldus ja optimism. Just enesekindluse puudumine ja allaandmismeeleolu on olnud ka viimasel ajal arenenud riikide tööstuse probleem. Liigselt on lastud end heidutada väidetest, et kaasaegses majanduses võimutseb teenuste sektor ning tootmine kolib Aasiasse.

Professori optimistlikum vaade põhineb järgmistel seisukohtadel.

### Tootmine ei ole arenenud majandustes kahanev sektor.

Arvatakse küll, et mis läinud, see läinud, aga nõudlus uute kaupade järele loob uusi võimalusi. Tõsi, enamus tööstussektori töökohtadest ei teki traditsioonilistes vanades tehastes, küll aga lisanduvad need tootearenduses, marketingis ja transpordis.

**Ei ole olemas hääbuvaid tootmisharusid, on ainult hääbuvad tegevused.**



► RICHARD LESTER

Rutiinsed tööd kaovad, põhiorhk on mitterutiinsetel tegevustel, mis baseeruvad lähedusel kliendiga, muuhulgas väga heal kliendi tundmisel ja innovatsioonil.

### Innovatsioon on midagi enam kui avastus ja leiutamine.

Keskond, kus innovatsioon saab tekkida, peab sisaldama ka uuenduse komertsialiseerumist – esmast ja seejärel laialdast kasutuselevõttu. See annab võimaluse väikeriikidele, kes ei suuda suurte riikidega samal määral arendustegevusse panustada, võtta mujal väljatöötatud uuendused kiiresti kasutusele.

\*\*\*

Professor Lester rõhutas ka, et ehitamaks üles produktiivne ja konkurentsivõimeline majandus tuleb kõigepealt mõista, kui põhjalikult on maailmas muutunud konkurents. Tavaliselt arvame, et konkurents on firmade vahel, kes võitlevad turuosa ja kasumi nimel. Aga see on vaid osa konkurentsist. Samaaegselt käib äge rebimine

piirkondade vahel (riigid, regioonid, linnad), et meelitada kohale potentsiaali omavaid tööstusharusid ning nendega kaasnevaid töökohti. Lisaks on konkurents üle maailma inimeste vahel: igaüks meist konkureerib teistega maailma mõnest muust paigast, kes midagi odavamalt suudab toota.

Veel 1950. aastail ütles USA kaitseminister Charles Erwin Wilson: „Mis on hea General Motorsile, on hea kogu Ameerikale“. See võis nii tol ajal olla, aga päris kindlasti ei ole see tõsi enam tänapäeval. Üha vähem ja vähem on firmad kindla asukohaga seotud. Nad liiguvad sinna, kus on odavam. See aga tähendab, et ettevõtluse areng võib olla ühe piirkonna jaoks nii kahjulik kui kasulik. Kui ettevõtte saab tuule tiibadesse, on oht, et ta viib tootmise ja arendustegevuse päritoluriigist minema. Või positiivne stsenaarium – mingi piirkonna ettevõtete, kõrgkoolide ja riigiasutuste vahel tekib sünergia ning tulemus on teadmiskeskus, kuhu tõmmatakse üha rohkem teadmisi ja kapitali väljastpoolt seda piirkonda. Selle reaalsusega peame üha rohkem arvestama: mida kergemini firmad liiguvad maailma ühest paigast teise, seda tähtsamaks muutub konkurents piirkondade vahel.

Kuidas siis mingis piirkonnas ehitada üles konkurentsivõimeline ja kreatiivne majandus? „Vastus on tegelikult väga lihtne ning otsene – investeringud!“ kinnitas professor Lester. „Investeringud haridusse, arendusse, uude tehnoloogiasse ja tootmisviisidesse. Ja usk oma tulevikku, et oleks julgust riskeerida.“