

EAS
Ettevõtte Estonia



TOOTMISE JA TEHNIKA AJAKIRI

InSeneeria

2/2008 (3)

INSENERIA

INVESTIIRINGLÜD SEADMETESSE

TÖÖSTUSGAASID

E-PROFIIIL

EVIKON

KIIRVALMISTAMINE

Algab seadmete vahetamise kuusaastak



▶ **TÖÖSTUSGAASIDE
UUED VÕIMALUSED**



E-PROFIIIL:
▶ **HIIGELKONSTRUKT-
SIIONID NORRASSE**



PERSOON:

▶ **AASTA INSENER
ANTS JAKOBSON**

2/2008 (3)

INSENERIA KOLLEGIUM

KOLLEGIUMI LIIKMED

Madis Võõras

ETTEVÕTLUSE ARENDAMISE
SIHTASUTUS, DIREKTORI ASETÄITJA
TEHNOLOOGIA ARENDUSE JA
INNOVATSIOONI ALAL

Aleksei Hõbemägi

EESTI MASINATÖÖSTUSE LIIT,
ARENDUSDIREKTOR

Tarmo Kriis

EESTI TÖÖANDJATE KESKLIIT,
JUHATAJA

Enno Lend

TALLINNA TEHNIKAKÕRGGKOOI,
PROREKTOR

Priit Kulu

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOI,
MEHAANIKATEADUSKONNA DEKAAN

Ain Kabal

EESTI VÄIKEETTEVÕTETE
ASSOTSIATSIOON, PRESIDENT

Aleksandr Miina

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOI MAJAN-
DUSTEADUSKONNA DOKTORANT,
FM PARTNERS OÜ JUHATUSE LIIGE



IMPRESSUM

InSENERIA

2/2008 (3)



Director[®]
AJAKIRI TARGALE JUHILE

PEATOIMETAJA
Kärt Blumberg

ÜLEVAATERUBRIIGI TOIMETAJA
Villu Zirnask

KEELETOIMETAJA
Tuuli Rehema

KUJUNDAJA
Karin Tohvri

TRÜKK
Printall

ESIKAANE FOTO
AS E-Profiil

REKLAAM
Raili Kala

VÄLJAANDJA

Director ja Partnerid OÜ
Endla 90-1

Tallinn 10614

Tel. 625 0940, 5354 1113

kart.blumberg@director.ee

LOE VEEBIST: WWW.EAS.EE/INSENERIA JA WWW.DIRECTOR.EE
KUULA VALITUD LUGUSID KA MP3 FAILINA

AJAKIRJA ANTAKSE VÄLJA ETTEVÕTLUSE ARENDAMISE SIHTASUTUSE TELLIMUSEL
INNOVATSIOONITEADLIKKUSE PROGRAMMI RAAMES.

JUHTKIRI

Põhjatähe suunas

Selle aasta algul toimunud Arengufondi seminaril tutvustas Tartu Ülikooli majandusteaduskond uuringut "Eesti majanduse konkurentsivõime hetkeseis ja tulevikuväljavaated". Selles tõdeti, et meie majanduse (eriti töötleva tööstuse) struktuur on selline, mis ka tootlikkuse olulisel suurendamisel ei vii meid Euroopa keskmisele tasemele. Suures osas Nõukogude ajast päranduseks saadud ja erastatud ettevõtted tegutsevad "valedel" aladel – tekstiil, rõivas, mööbel, puit, toit. Avatud majandusmudeli ja karmi konkurentsi tõttu on nendes harudes loodav lisandväärtus tagasihoidlik ning ka olulised investeeringud ei võimalda toodet kallimalt müüa. Ostjal on alati alternatiiv leida soodsama hinna pakkujat.


Samas on suurt lisandväärtust tootvaid tööstusharusid – autotööstus, täppismasinad ning farmaatsia, lennundusest ja raketitööstusest rääkimata – meil vähe või pole üldse. Lihtne järeldus seega on, et Eesti tööstuse struktuuri tuleb muuta. Aga kuidas? Millegipärast meenuvad kõigepealt seltsimees **Mitsurin** ja tema mõttekaaslased, kes soovitasid mitte oodata looduselt armuande ja tahtsid pöörata jõed teistpidi voolama. Aga väidetavalt on ka majandusseadused loodusseadused ning plaanimajandusest oleme ammu loobunud.

Arengufondi seminar lõppes vestlusega, kus lugupeetud professorid vastasid auditooriumist tulnud küsimustele. Viimane küsimus, mis jäi (ilmselt ajapuudusel, aga mine tea) konkreetse vastusega oli järgmine: „Eeldades, et vaba turumajanduse tingimustes viib konkurentsi- surve alati kasumi minimeerimiseni, siis ideaalis ei tohiks olla ükski tööstusharu teistest oluliselt kõrgema kasumiga. Seega peavad kõrgema lisandväärtusega

tööstusharude juures eksisteerima mingid sisenemisbarjäärid, konkurentsieelised vm, mis rikuvad tavapäraselt konkurentsi ja võimaldavad teatud tööstusharudes teenida suuremat kasumit kui teistes. Mis on need eripärad, mis takistavad konkurentsil toimida?”

Kuna vastuseta küsimus jäi kripeldama, pakun vastuse ise: need eripärad tulenevad investeeringutest ja inimestest. Suuri kasumeid tootev farmaatsiatööstus eeldab eeskätt inimesi, kes on suutelised uute ravimite loomiseks vajalikke uuringuid tegema, auto- või lennukitööstus eeldab aga suuri investeeringuid tootmisvahenditesse. Aga inimesed on alati eespool – kui ei ole insenere, ei tule ka investeeringud.

Seega, koolitagem insenere ja kui ise koolitada ei jõua, meelitagem mujal koolitatud insenerid meile. Kui investeeringuteks raha ei jätku, tehkem koostööd. Hea näide sellest on Turu metalliklaster, mille südameks on Turu linna ja asjast huvitatud ettevõtete asutatud **Koneteknologiakeskus**. Päeval koolitatakse sealsete kallite masinate peal uusi spetsialiste, õhtul ja öösel teevad masinad tootvat tööd keskuse osanikele. Ma ei näe ühtegi takistust peale hea tahtmise, et selline asi ka Eesti metallitööstust ehiks.

Koostöö erinevad vormid on need, mis suunavad tööstust tõhususe ja suurema lisandväärtuse teele. Aga silme ees peaks terendama TÜ majandusteadlaste poolt väljapakutud "Põhjatähe" stsenaarium. Tsiteerides Ülo Vooglaidu, on see võimalik, kui ühiskond asub viivitamatult koostööle edasise arengu nimel. 



Sisukord



▣ **RIIK JA ETTEVÕTJA**
08 Tuulelohe lend 2008: Juhan Parts kutsus tööstureid arutelule

▣ **INSENERIKUTSE**
10 Insener on looja
12 Kes on insener?



▣ **PEATEEMA**
14 Aeg on Soome ja Rootsi töösturid kinni püüda!

▣ **KUIDAS MEIL LÄHEB?**
22 **Projekteerimisturg:** Väikeettevõtted ei tunneta liitumisvajadust
24 **IT ja telekommunikatsioon:** Killustatus takistab ITK-sektori läbimurret maailmaturule

26 **Ehitus:** Ehitushindade ja -palkade tõus stabiliseerub
30 **EDUKUSE VALEM**
30 E-Profil: Me ei keevita. Me pakume teenust!

34 Teamcenter kiirendab tooteloomet
36 **Tootlikkuse tõstmise kool:** Toyota ajalugu

▣ **UUS TÖÖRIIST**
40 Sektsioonkapid ja valge kõrgläige on taas moes
42 Gaasid aitavad kaladel kasvatel ja autodel sõita
44 Kiirvalmistamise tehnoloogia



46 Lahendus, mis võib pääasta tuulepargid



▣ **TOOTJA JA TEADLANE**
50 Evikon: Praktilise kasuta ei ole arendusel mõtet

▣ **TEGIJA**
48 **Aasta insener:** Ants Jakobson

▣ **TOOTJA JA TEADLANE**
50 Evikon: Praktilise kasuta ei ole arendusel mõtet



54 **Veelekete hindamine** veetorustikes

56 Mida uurivad doktorandid ja magistrandid?

▣ **PRAKTILIST**
58 EAS avas eksporditoetus- te programmi



AASTA BETOONEHITIS ON PUURMANI KAARSILD

■ EESTI BETOONIÜHING VALIS KONKURSI „AASTA BETOONEHITIS 2007“ VÕITJAD:

Aasta Betoonehitis 2007 - Puurmani kaarsild. Konstruktorid Siim ja Juhan Idnurm, tellija Maanteeamet, ehitaja AS Merko Ehitus, betooni tarnija AS Rudus.

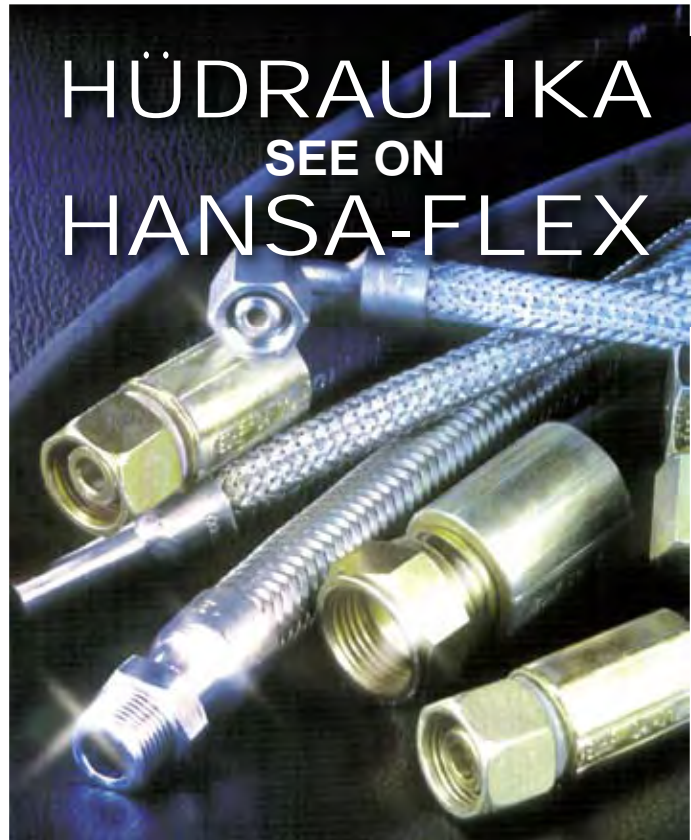
Arhitekti eriauhind - Siiri Vallner, Indrek Peil ja Sten-Mark Mändmaa (Tartu Lotte lasteaed).

Tellija eriauhind - Nordmet Invest OÜ (korteremaja Kakumäel).

Ehitaja eriauhind - AS Merko Ehitus (Nõmme eramu).

Konkursile laekus 25 tööd.

Lisainfo www.betoon.org ■



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

HANSA FLEX

Uus kutseeadus sai valitsuse heakskiidu

■ VALITSUS KIITIS 6. MÄRTSIL HEAKS UUE KUTSESEADUSE EELNÕU, MILLE ALUSEL TEHAKSE LÄHEMATE AASTATE JOOKSUL ÜMBER KUTSESTANDARDID NING VIAKSE KOKKU NII HARIDUS- KUI KA KUTSEKVALI KATSIOONID.

Peamine muudatus on viieastmelise kutsehindamissüsteemi asendamine kaheksaastmelisega. Euroopa Liit töötas välja kaheksaastmelise Euroopa kvalifikatsiooniraamistiku, et adekvaatselt kirjeldada ja võrrelda elukestva õppe tulemusi. Euroopa

Liidu riigid peavad oma hariduselu viima kvalifikatsiooniraamistikuga kooskõlla aastaks 2010. Praegune kutseeadus kehtib alates 19. jaanuarist 2001.

Loe lisa: www.kutsekoda.ee ■

INSENERIA

HEAD ETTEVÕTTEJUHI, INSENERID JA ÕPPEJÕUD!

JAGAGE ENDA TOOTMISUUDISEID KA TEISTEGA!

SAATKE OMA INFO AADRESSIL KART.BLUMBERG@DIRECTOR.EE.

Eesti Plastmassiühing osaleb EL-i projektis "Virtuaalne survevalu"

■ MTÜ EESTI PLASTMASSIIÜHING OSALEB EUROOPA LIIDU 6. RAAMPROGRAMMI PROJEKTIS "VIRTUAALNE SURVEVALU" (VIRTUAL INJECTION MOULDING – VIM).

Survevalu kasutatakse põhitehnoloogiana plastidest tükikauba valmistamisel, sel moel saab teha nii tillukesi elektronikadetaile kui ka väga suuri tooteid. VIM-i põhimõte seisneb selles, et valamistehnoloogia töötatakse välja ja vorm valmistatakse esmalt virtuaalselt, toode ja vorm kujundatakse enne metallilõi-

kust. Reaalajas toimuva tootmise jaoks varustatakse vorm temperatuuri- ja rõhuanduritega. Valuparameetrid seatakse paika katsetega (DoE) ja kvaliteeti kontrollitakse pidevalt (CQC). See kõik võimaldab suurt täpsust ja kokkuvõidu. VIM-i kasutamine ja levi toimuvad Interneti teel. Projekt lõpeb tänavu. ■

ABB vallutab turbokompressorite hooldusturgu



Tänavu veebruaris avas AS ABB Jüris turbokompressorite hooldusüksuse, mis pakub turbokompressorite hooldusteenust peamiselt laevade operaatorfirmadele. Tellimusi saab täita nii kliendi juures (isegi väljaspool Eestit) kui ka Jüris asuvas töökojas.

Uus hooldusteenus sisaldab eeskätt laevade, aga ka tööstusettevõtete kasutatavate turbokompressorite puhastust, defekteerimist, balansseerimist, labade ja teiste varuosade vahetust ning klientide tehnilist nõustamist ja varuosade müüki.

Lisainfo www.abb.com ■

Riik paneb põlevkivi kaevandamisele piiri

■ **KESKKONNAMINISTEERIUMI EESTVEDAMISEL VALMIS PÕLEVKIVI KASUTAMISE ARENGUKAVA EELNÕU, MIS KÄSITLEB ESMAKORDSELT EESTIS RIIKLIKULT TÄHTSA MAAVARA KAEVANDAMIST JA KASUTAMIST KOOS MÕJUDE ARVESTAMISEGA NING RIIGI HUVE SILMAS PIDADE.**

Seni olid põlevkivi puhul riigi huvid ja mahud kindlaks määramata. Määramatus tõi kaasa selle, et 2005. aastaks oli väljastatud kaevandamislube kokku ligi 24 mln tonnile aastas ja taotlusi oli laekunud veel 26 mln tonni kaevandamiseks.

Nüüd on arengukava valmis ja sõnastab üheselt, et põlevkivi tuleb kasutada võimalikult

efektiivselt ja keskkonnasäästlikult. Põlevkivi kaevandamise piirhulgaks on eelnõus kuni 20 mln tonni aastas. Kuna kehtivate lubade alusel võib praegu rohkem kaevandada, jõudis ministereium kaevandajatega kokkuleppele mahtude vähendamises. Lõpliku sõna ütleb Riigikogu.

Lisainfo <http://www.envir.ee/232764> ■

Ragn-Sells tõhustab jäätmekäitlust

■ **JÄÄTMEKÄITLUS RMA RAGN-SELLS AVAS PAIKUSEL SORTEEIMISHALLI, KUS SORDITAKSE PABER- JA MUID PAKENDIJÄÄTMEID NING KÄIDELDAKSE OHTLIKKE JÄÄTMEID.**

Halli pindala on 1200 m² ja tänavau seal plaanis sortida vähemalt 1000 t pakendi- ning 2000 t ohtlikke jäätmeid. Uuendusena hakatakse sorteerimishallis ettevõtetelt ostma materjale, näiteks puhast lainepappi ja kilet. Era- ja äriklientidelt võetakse tasuta vastu puhtaid eelsorditud materjale: paberist, papist, kilest ja plastist veopakendeid, nt pappkaste, kilekotte, pakkekilet ning vanapaberit. Peagi algab Paikuse sorteerimishallis ka ohtlike jäätmete vastuvõtt nii elanikelt kui ka ümberkaudsetelt ettevõtetelt.

Lisainfo www.ragnsells.ee ■



INSENERIA LUGEJA-KÜSITLUSE TULEMUSED

■ **VEEBRUARIKUUS LÄBI VIIDUD INSENERIA LUGEJAKÜSITLUSEST SELGUS, ET KÕIGE ROHKEM HUVITAVAD LUGEJAD UUED TEHNOLOOGIAD, SEADMED JA LAHENDUSED NING INSENERITEHNILISED LAHENDUSED.**

Üllatavalt suur oli küsitletute huvi ka teadlaste ja tootjate vahelise tulemusliku koostöö kohta, mis võib olla märk sellest, et meie ettevõtjad on endale teadvustanud tootearenduse tähtsust ettevõttes ning soovivad selle kohta rohkem praktilist teavet. Erinevatest valdkondadest tunti kõige suuremat huvi elektroonika ja elektrotehnika ning energeetika (sh taastuvenergia) kohta.

Küsitlusele vastas 355 inimest, neist 166 meest ja 35 naist.

Juhtimisajakirja Director aastatellimuse võitis Baltic Connexions OÜ. ■



15.–18. APRILL TOIMUB TÖÖSTUSMESS FINNTEC

■ 15.–18. aprillil toimub Helsingis Soome suurim tööstussündmus – viis erialamessi metalli- ja masinatööstuse, tööstuslike tööriistade, plasti- ja kummitööstuse ning pinnatööstuse ja materjalikäitluse alal. Neist suurim ja tuntuim FinnTec, mis toimub juba 14. korda.

Messil osaleb ligi 350 firmat kümnest riigist.

Erialakülastajate registreerimine ning lisainfo leiab Soome Messide esindajalt www.proffexpo.ee/soomemessid või korraldajalt www.finntec.fi.



FOTOD: EESTI TÖÖANDJATE KESKLIIT

Tuulelohe lend 2008: Juhan Parts kutsus tööstureid arutelule

Milline on Eesti tööstusharu, mille tooteid saaksime müüa 500 miljonile inimesele? Sellise küsimuse esitas majandus- ja kommunikatsiooniminister **Juhan Parts** meie ettevõtetele 8. veebruaril majandusfoorumil „Tuulelohe lend“.

Eesti tööstuse tuleviku ja majanduspoliitika teemadel arutlesid Juhan Parts, Endel Lippmaa, Valdo Kalm, Indrek Neivelt ja Enn Veskimägi.

JUHAN PARTS:



TULEB LEIDA VASTUS OLULISELE KÜSIMUSELE

MAJANDUS- JA
KOMMUNIKATSIOONIMINISTER

Töötlev tööstus annab viiendiku Eesti sisemajanduse koguproduktist (SKP) ja on üks meie majandusstabiilsuse alustalasid. Samas on meie tööstuses loodav lisandväärtus võrreldes Euroopa liidritega palju madalam. Üks põhjus on kindlasti vähene investeerimine teadus- ja arendustegevusse. Kui praegu annavad ettevõtete vastavad kulutused veidi üle ühe protsendi SKP-st, siis aastal 2012

võiks see olla juba kaks protsenti, millest pool peaks tulema erasektorilt.

Esimese asjana ootame Eesti Arengufondilt rahvusliku kasvustrateegia prioriteetide väljatöötamist. Loodame, et poliitilistest tuultest räsimate arengufond suudab meie lootustandvamad ettevõtted ühe laua taha tuua, et nendega koos välja selgitada neli-viis tööstusharu ehk nn rahvuslikku vedurit, mida riik peaks toetama. Valitsus vajab selgelt edastatud ülesandeid selle kohta, milliseid poliitilisi otsuseid tuleb teha.

Soovime ka suurendada tehnoloogiaalase hariduse osakaalu õppeasutustes. Tehniline haridus peab muutuma popiks! Me töötame edasi riiklike programmidega, mis keskenduvad teadus-arendustegevusele ning ettevõtete ja ülikoolide koostööle. Praegu teeme kokkuvõtet varasematest toetusprogrammidest, analüüsi tulemused loodame teada saada 2008. aasta esimesel poolel.

Eesti Vabariigi iseseisvuspäevaks lubame tuua tehnoloogiainvesteeringute toetamise programmi esialgse variandi

avalikkuse ette aruteluks. Programmiga toetatakse innovaatilise tehnoloogia soetamist ekspordipotentsiaaliga ettevõtetesse. Toetusteks eraldatakse 700 miljonit krooni.

Siit jõuame aga taas vana küsimuse juurde: „Millisest Eesti „vanast“ tööstusharust võiks välja kasvada bränd, mille turg oleks 500 miljonit inimest ning millega seostuks igal Euroopa inimesel Eesti?“

ENDEL LIPPMAA:



ELEKTROENERGEETIKA SUUR POTENTIAAL

TEADLANE

Parim eksporditartikkel on minu meelest Eestis elektroenergeetika. Kasulik on põlevkivi ära kasutada lähema 50 aasta

jooksul, sest hiljem ei näe ma sellele enam rakendust.

Väga tulus on toota ka geneerilisi ravimeid, sest neid ei pea teaduslikult välja töötama. Samuti ei too need kaasa probleeme kemikaaliametiga, sest uusi kemikaale nendega seoses välja ei töötata. Näiteks Iisraeli keemiatööstus ongi praegu geneeriliste ravimite väljatöötamisele suunatud.

Head võimalused on IT-valdkonnas, kuid siin on väike *aga* – me peame ise hakkama endale insenere õpetama. Rõhku tuleb pöörata just nende spetsialistide koolitamisele, kes oskavad teostada paralleelarvutisi (*parallel processing*) – sellele kuulub tulevik.

Me peame sisse tooma spetsiliste välismaalt, nii nagu seda kunagi tehti: kõige vaesemal ajal pärast vabadussõda tõi Eesti teistest riikidest Tartu ülikooli 24 professorit, kes asutasid oma koolkonna ning löid uued erialad.

Ning veel – leiutamise tööd ei tohi liiga palju teha. Võtame või Nokia, kes on 95% oma leiutistest ja tehnoloogiatest sisse ostnud. Nii võiksimme ka meie teha. Infot on ju kergem osta kui ise teha, samuti on seda kerge vallandada, kui endal enam vaja ei lähe.



VALDO KALM: TULEB KOMBINEERIDA, MITTE LEIUTADA

EESTI TELEKOMI JUHATUSE ESIMEES

Teadmispõhine majandus ei tähenda seda, et me peame kõik ise leiutama. Palju olulisem on oskus rakendusi targalt kombineerida ja maha müüa. Toon näite Eesti Telekomis mobiiliportaalist SurfPort. Kuigi meil on arendusrahadid piisavalt, otsustasime siiski, et seda portaali pole mõtet ise programmeerida. Isegi platvormi, mille peal ta jookseb, pole mõtet siin pidada. Nii tellisime kõik Rootsist. Ja toimib – Eestis kasutab SurfPorti 600 000 inimest, Skandinaavias kuus miljonit.

Uurisin ka natuke, kui suur on Iiri maal teaduse- ja arenduskulutuste osakaal SKP-st. Avastasin, et 2006. aastal oli see vaid 1,2%. Samas oli riigipoolne innovatsioonitoetus ettevõtetele nelja aasta jooksul 200 miljonit eurot. Iirlastel on väga selge riiklik innovatsioonipoliitika, mis toetab just praktiliste rakenduste loomist, samuti on neil väga tugev inseneriõppeprogramm.

Leian, et riigil tasuks tõsiselt mõelda, kuidas innovatsiooni ja tehnoloogiat toetada.



INDREK NEIVELT: EESTI MAJANDUSPOLIITIKA VAJAB MUUTMIST

EESTI ARENGUFONDI NÕUKOGU ESIMEES

1999. aasta 5. mail viskas Lennart Meri ühes kõnes õhku küsimuse: „Kus on Eesti Nokia?“ Täna vaatame jälle ringi, et kus see on? Meil on olnud 16 aastat oma raha, kuid tõsiselt tehnoloogilist ekspordiettevõtet ette näidata ei ole. Mida me oleme valesti teinud? Kas meie majanduspoliitika vajab muutmist? Arvan, et jah. Meil on oma üliberaalsest majanduspoliitikast ette näidata vaid madalad maksud, kuid need on praegu peaaegu kõikides riikides.

Mida teevad teised riigid teisiti? Eesti Arengufondi tellitud analüüsraportist „Eesti majanduse konkurentsivõime hetkeseis ja tulevikuväljavaated“ selgus, et riigipoolne innovatsioonitoetus meie ettevõtetele on kümme korda väiksem kui Iirimaal. Toote pika turuletoomise protsessiga tööstussektorid (nt meditsiinitehnika tootmine) vajavad aga riiklikku toetust, neid on raske ainult erakapitaliga finantseerida. Isegi kui keegi oma rahaga sellise asja ära teeb, on tõenäoliselt ajaks, mil lahendus hakkab raha tagasi tooma, ettevõtte riskikapitalistide käes.

Praegu on Eestis palju ühe-kahe miljoni krooniseid arendusprojekte. Kuid selle raha eest asja ei saa! Õigem on suu-

rendada toetussummad 20 miljonile kroonile ning vähendada toetuse saajate ringi. Raha tuleb anda suure potentsiaaliga projektidele.

Majanduse ümberstruktureerimisest rääkides leian, et reaalne vahend selleks on EAS. Ka erasektor peab teadus- ja arenduskulutuste finantseerimist suurendama. Usun, et erainvestoreid on palju – asi on vaid selles, et me ei tea neid.



ENN VESKIMÄGI: VÄLISPOLIITIKA MAJANDUS- POLIITIKA TEENISTUSSE

ASI STANDARD JUHATUSE ESIMEES,
EESTI TÖÖANDJATE KESKLIIDU
VOLIKOGU ESIMEES

Tööstus muutub üha kallinevas majanduses ja peab tõusma väärtusloome kõrgemale astmele. Sellest, kui kiiresti me suudame tööstuse ümber struktureerida, sõltubki tööstuse ja majanduse käekäik. Töösturid annavad endale aru, et ümberstruktureerimisega (üleminek uutele toodetele, ärimudelitele ja turgudele, samuti tööjõu asendamine masinatega) peavad nad hakkama saama ise. Samas on ilma riigipoolsete sammudeta kindlasti keeruline sellega toime tulla.

Töösturite kokkupanud memost oma taotluste kohta riigile selgub, et tõsta tuleks reaalkallakuga hariduse ja inseneeria osatähtsust. Ümber tuleb vaadata töölepinguseadus ja piirangud, mis takistavad meil kvalifitseeritud välistööjõu sisseostmist. Arendamist vajab meie infrastruktuur ning lahendada tuleb küsimus, kust ja millise hinnaga me ostame elektrit alates 2016. aastast.

Väga tähtsaks peetakse ka seda, et Eesti välispoliitikat rakendataks majanduspoliitika huvides, mis tähendab, et välissaatkondade üheks põhitegevuseks peaks saama meie majandushuvidele kaasaaitamine teistes riikides, aga ka Eesti soodsa maine kujundamine. ■

▶ TÄHELEPANU, KÕIK TOOTJAD, KÕIK INSENERID, KÕIK EESTIMAA HEA KÄEKÄIGU EEST HOOLITSEVAD INIMESED!

Insener on looja

Eesti Inseneride Liit kutsub kaasa lööma uues ambitsioonikas programmis

Eesti Inseneride Liit koos paljude kaasamõtlejatega on algatanud Eesti tehnikaharidusest ja -kultuurist teavitamise projekti „Insener on looja“, mille eesmärk on muuta ühiskonna hoiakuid tehnikateaduste väärtustamise suunas.

Majanduse ümberkorraldamine vajab andekaid insenere, jutud teadmistepõhisest Eestist ja innovaatikakavad peavad saama tõeks. Kes siis veel, kui mitte meie ise peame üheskoos tegutsema.

Kavandatav tegevus

- » Selgitada loova inseneritöö vajadust ja tähtsust.
- » Siduda teadus- ja arendustöö senisest rohkem ettevõtlusega – see on innovatsiooniks hädavajalik eeltingimus.
- » Selgitada tootmise ja töötleva tööstuse rolli ühiskonnas lisaväärtuse loomisel.
- » Meie esmane siht on muuta insenerikutse õpilastele, nende vanematele ja õpetajatele atraktiivsemaks, et suunata seeläbi õpilaste elukutsevalikut.

Oodatav tulemus ehk eesmärgid aastaks 2012 võrreldes aastaga 2007

- » Riigi tellimus tehnikerialade õpetamisele suureneb 10% võrra, ametikoolides 15% (arvestame üliõpilaste ja õpilaste koguarvu vähenemist).

- » Tehnikaerialadel ülikooli lõpetajate arv suureneb 10%.
- » Õpilaste esmane valik õppida tehnikeriala suureneb 15% .
- » Üldhariduskoolide 250 tehnikaõpetajat on läbinud täiendkoolituse.
- » Atesteeritud, kutsetunnistust omavate inseneride arv viiekordistub (min 1000 inseneri).
- » Teadus-arendustööde finantseerimine on 3% SKPst, ettevõtete omafinantseering moodustab sellest 50%.
- » Tööandja finantseeritud tasemekoolitus on erisoodustusmaksust vabastatud.

Kuna tööpõld on lai, siis vajame kõigi innovaatiliste inimeste, teadlaste, uuendusmeelsete ettevõtjate ja nende ühenduste, avaliku teenistuse töötajate, insenerikoolitajate, EIL-i liikmete, inseneride, kodanikeühenduste, õpilasühenduste, üliõpilasomavalitsuste – seega kõigi partnerite – kaasamõtlemit ja ühist järjekindlat tegutsemist programmi visiooni elluviimiseks.

Kui oled innovaatiliselt mõtlej ja nõus kaasa lööma ülalnimetatud programmis, siis palun anna endast märku EIL-i juhatuse aadressil Liivalaia 9, 10118; Tallinn; EIL või saada e-kiri Inseneronlooja@hotmail.ee.

Lisainfo www.insener.ee

Algatusrühma nimel
ARVI HAMBURG,
EESTI INSENERIDE LIIDU PRESIDENT

LUGEMISSOOVITUS



Insener Luige paraboloid
Heino Pedusaar,
Rein Luik

ANTS SILD, AJAKIRJANIK

▶ REIN LUIK POLE SÕNAMÄNGULISE* PEALKIRJAGA RAAMATUS „INSENER LUIGE PARABOLOID“ (KIRJASTUS „KOOLIBRI, 2007) KIRJA PANNUD MITTE ÜKSNES ÜHE INIMESE ELU LOO VAID ESITANUD DETAILIDEROHKE JA SAMAS PANORAAMSE AJASTULOO, MIS KASVAB JA ARENEB HAARAVAKS INSENERILOOKS.

Rein Luik – koos vanematega sõjapõgenik Saksamaal ja Austrias elanud üle viis aastat kestnud vintsutused pagulaslaagrites, jõudis lõpuks Uude Maailma, mis sai tema päris koduks. Võõras keskkonnas pidi Rein Luik tegema mitmesugust vähetasuvat lihttööd enne kui võis hakata mõtlema kõrghariduse omandamisele. Kuid ta teadis – mehhaanikainseneri diplom on vaid esimene samm redelil, mille ülemine ots asub kusagil kõrgustes...

Kahest raamatust nopitud lõigukeses aimub sellist inseneriks olemise sisu, mille peab kokku võtma ja üle kordama: insener on ideede generaator, olukordade täpne analüüsija ning realiseerija, kes oma isiksusega peab olema nähtav.

Rein Luik on tehnikateaduste doktor, suure USA tehnoloogiakontserni presidenditoolil istunud mees. Ta on asutanud oma firma ning alustas ülitäpsete ja hiigelsuurte paraboloidantennide valmistamist maailma kõige tähtsamatele kosmoseside ja uurimise organisatsioonidele ning omandas selles valdkonnas kindla juhtpositsiooni. Eks nendest paraboloididest tulenebki raamatu sõnamänguline pealkiri, kaudne mõtteseos Aleksei Tolstoi ulmeromaaniga „Insener Garini hüperboloid“.

Kes on insener?

INSENERI ETTEVALMISTUS, KUTSEOSKUSNÕUDED JA KUTSEKVALIFIKATSIOONI TAOTLEMINE

Eelmises Inseneerias kirjutas Valdur Veski insenerikutsest ja inseneri rollist ettevõttes. Käesolevas numbris keskendub ta kutsekvalifikatsiooni taotlemisele.



VALDUR VESKI
TALLINNA TEHNIKA-
KÕRGGKOOLI ÕPPE-
JÕUD JA EESTI
INSENERIDE KUTSE-
NÕUKOGU LIIGE

Ouline ettevõtjate probleem on see, et töötajate kvaliteeti ei realiseeru tootmises piisavalt. Põhjusteks on töötajate erinev suhtumine töösse, stimuleerimissüsteem ning töötajate rakendamine vastavalt kvalifikatsioonile ning mida kõrgem ametikoht, seda olulisem on kvalifikatsiooni ja töökohta omavaheline seos.

Joonisel 4 on ära toodud tulemuslikkuse põhitegurid, mida tööandja peab motiveerima. Et olla edukas, peavad töötajal olema teadmised, oskused ja tahtmine. Ta peab suutma, jaksama ja ka viitsima oma tööülesandeid täita. Ettevõttes võivad tööjõu kasutamise barjäärid piirata teadmiste rakendamist. See tõttu ei olene ettevõtte edukus nii mõnigi kord ainult vajalike teadmistega töötajate olemasolust, vaid ka sellest, kuidas kivenenud mõtlemisest lahti saadakse ja domineerima hakkab ettevõtlik vaim.



RAKENDUSKÕRGHARIDUSEGA SPETSIALIST ETTEVÕTTES

Tallinna Tehnikakõrgkooli (TTK) lõpetanu saab lõpetamisel rakendusliku kõrghariduse ning töötab keskastme spetsialisti või keskastme juhi ametikohal.

TTK mehaanikateaduskonna erialad on universaalsed ning võimaldavad tööd leida väga erinevates valdkondades. Kooli lõpetanud töötavad valdavalt tehnoloogia- ja konstrueerimisinseneridena, tootearendus- ja turundusspetsialistidena. Paljud neist töötavad tootmises arvjuhtimisega seadmetel. Lõpetajate ametiskaala ulatub firma tegevjuhist müügiinsenerini. Kõik eeldused on olemas ka oma firma rajamiseks.

Lõpetajate tööhõive on olnud viimastel aastatel sajaprotsendiline, kusjuures enamik töötavad erialasel või erialalähedasel tööol.

2005. aastal TTK vilistlaste tööandjate seas läbiviidud uuringust selgus, et enamasti on tööandjad TTK lõpetanutega pigem rahul (70% vastanutest). Täiesti rahul väitsid end olevat kolmandik vastanutest. Negatiivsed hinnangud puudusid täiesti.

TTK lõpetanute teadmistest, oskustest ja võimetest hinnati viiepallisüsteemis kõige kõrgemalt erialaseid teoreetilisi teadmisi ning meeskonnatööoskust (3,9 palli), samuti oskust rakendada teoreetilisi teadmisi praktiliste ülesannete lahendamisel, eneseväljendusoskust ja loovust (3,6 palli). Kõige nõrgemaks hinnati juhtimis- ja planeerimisoskust ning keelteoskust (3,3 palli).

SUHTUMINE TÖÖ JA KÕRGGKOOLIS ÕPPIMISE ÜHENDAMISSE

Tööandjate kommentaaridest ilmneb huvi töötajate vastu, kes juba omavad vajalikke kogemusi. 90% küsitlusele vastanud tööandjatest suhtub oma töötajate õpingutesse toetavalt. Kommentaarides märgitakse, et tähtsam on kool lõpetada, tööd jõuab alati teha. Nenditakse ka, et toetatakse õppimist, kuigi töö ja õpingute ühendamine mõjutab paratamatult töö kvaliteeti. Nii tööandjate kui ka õppeasutuste ühine eesmärk on leida paindlikumaid õppe- ja töövorme.

Kutsekvalifikatsiooni taotlemise eeldused

Töötaja kvalifikatsiooni hindamise alus ettevõttes on kutsestandard. Insenerikutse taotlemine on vabatahtlik ning toimub taotleja avalduse alusel.

Insener – IV tase

- Nõuded: eriala tehniliste seadmete, tehnoloogia ja süsteemide tundmine ja kasutamine, oskus juhtida nende käitu ja remonti. Insener peab tundma tehnikat ja tehnoloogiat ning oskama rakendada põhilisi erialateadmisi.
- Eeldus:
 - » nelja-aastase tehnikaalase kõrghariduse korral vähemalt üheaastane inseneritöö kogemus vastaval erialal või
 - » kolmeaastane tehnikaalane kõrgharidus ja kolmeaastane inseneritöö kogemus vastaval erialal ning täienduskoolitus.
- Kehtivus: tähtajatu.

Diplomeeritud insener – V tase

- Nõuded: eriala teoreetiliste aluste põhjalik tundmine. Diplomeeritud insener peab tundma tehnikat ja tehnoloogiat ning oskama loominguiliselt lahendada tehnikaalaseid probleeme.
- Eeldus:
 - » viieaastane tehnikaalane kõrgharidus ja vähemalt kaheaastane inseneri- või teadustöö vastaval erialal ja vastav täienduskoolitus või
 - » nelja-aastane tehnikaalane kõrgharidus, akadeemiline lisaõpe vähemalt 20 AP ulatuses, täienduskoolitus ning vähemalt 2-aastane inseneritöö kogemus või
 - » inseneri IV taseme kutsekvalifikatsioon, akadeemiline lisaõpe vähemalt 20 AP ulatuses, täienduskoolitus ning täiendav kaheaastane inseneritöö kogemus.
- Kehtivus: tähtajatu.

Volitatud insener – V tase

- Nõuded: oskus projekteerida uusi seadmeid ja süsteeme ja/või kasutada teaduslikke mudeleid ja meetodeid erialaste probleemide lahendamiseks, samuti suutlikkus juhtida projekte ja inimgruppe. Volitatud insener on vas-

TTÜ TEHNIKA-, LOODUS- JA TÄPPISTEADUSTE ERIALA LÕPETANUTE KÄEKÄIK TÖÖTURUL JA TÖÖANDJATE TAGASISIDE

KRISTEL HABICHT, TTÜ KARJÄÄRI-TEENISTUSE PEASPESIALIST

Tallinna Tehnikaülikooli (TTÜ) lõpetab igal aastal üle 1500 üliõpilase, neist 2/3 tehnika-, loodus- ja täppisteaduste erialadel. Enim rakendust leitakse ehituse, arhitektuuri- ja inseneritöö ning nendega seotud tehnilise nõustamise, samuti arvute, teadus- ja arendustöö ning elektrienergia, gaasi- ja veevarustuse valdkonnas.

Kolmandik lõpetanuid töötab suurettevõtetes (250 ja enam töötajat) ja sama palju keskmise suurusega (50–249 töötajat) ettevõtetes, neljandik on hõivatud väikeettevõtetes. Ametiotsioonilt on ligi pooled lõpetanutest keskastme spetsialistid või tehnikud, viiendik töötab tippspetsialistina ning 6% juhi, seadusandja või kõrgema ametnikuna.

Kolmandikule lõpetanutest pakuti töökohta isiklikult, 12% leidsid pakkumise tööportaali vahendusel, 10% kasutas teisi meediaallikaid ning veel 10% võtsid tööandjaga ise ühendust. 16% vastanutest töötasid selles organisatsioonis juba kooli ajal või sooritasid seal praktika.

Ülikooli ja eriala valikuga on tehnika-, loodus- ja täppisteaduste erialade lõpetanutest rahul vastavalt 97% ja 92%. Vähem rahul olid lõpetanud praktikavõimalustega, vaid 54% olid täiesti või pigem rahul.

tavas valdkonnas erivolitustega kõrgema tasemega diplomeeritud insener Eestis.

- Eeldus: diplomeeritud inseneri V taseme kutsekvalifikatsiooni omamine, täiendav kaheaastane iseseisev inseneritöö või teadus- ja arendustegevuse kogemus samal erialal viimasel viiel aastal. Peab pidevalt täiendama oma erialaseid teadmisi ja oskusi. Taotleja peab olema olnud vähemalt 2 aastat Eesti Inseneride Liidu vastava erialaseltsi liige.

- Kehtivus: 5 aastat.

Volitatud inseneri kutse pikendamise eelduseks on vähemalt kaheaastane töö vastaval eri- ja ametialal viimase 5

■ TÖÖANDJATE OOTUSED ÜLETAVAD PÄDEVUSI

Tööandjad peavad töölevõtmisel kõige olulisemaks eesti keele oskust, isikuomadusi, töökogemusi, erialaõpet ning info- ja telekommunikatsiooni tundmist. Eriala-teadmiste ja oskustega võrdselt tähtsustavad tööandjad ka muid pädevusi nagu arvutioskus, sotsiaalsed oskused (meeskonnatöö, läbirääkimise ja ajakasutusoskus), õppimisvõime ja kriitiline mõtlemine.

Tööandjate ootused ületavad kõiki bakalaureuseõppe lõpetanute pädevusi. Kõige väiksem on erinevus arvutioskuse ja õppimisvõime puhul, kõige suurem aga sotsiaalsete oskuste ja kriitilise mõtlemise puhul. Ootuste ja oskuste lahknevus võib tuleneda oskuste madalast tasemest ja/või tööandja (liig)kõrgetest ootustest.

Koostööst ülikooliga on tööandjad huvitatud seoses oskusteabe jagamise ja praktika võimaldamisega. Õppekavade arenduses soovivad osaleda suuremad ettevõtted, samuti avalik-õiguslikud organisatsioonid, kel on olemas pikaajaline arengukava ja kitsalt spetsialiseeritud ametikohad ning oma nägemus Eesti ühiskonna arengust.

aasta jooksul ning pidev kutsealane täienduskoolitus.

Euroinsener

Euroinsener on Euroopa Liidus, Pärtsi lahe maades ja mitmetes Euroopa riikides tunnustatud insenerikutse, mis antakse samade põhimõtete alusel nagu Eesti volitatud inseneri kutse. Euroinseneri kutset annab Euroopa rahvuslike inseneriühenduste föderatsioon (FEANI), föderatsiooni liikmeks oleva rahvusliku inseneriühenduse ettepanekul. Eesti inseneriühendusi esindab FEANI-s Eesti Inseneride Liit. ■

LISAINFO: KUTSEKVALIFIKATSIOONI SIHTASUTUS (WWW.KUTSEKODA.EE)



Aeg on Soome ja Rootsi töösturid kinni püüda!

FOTO: AS BESTNET

▶ EESTIS ALGAB SEADMETE VÄLJAVAHETAMISE KUUSAASTAK

Uue tehnika muretsemiseks mõeldud 700 miljonit, mis lähiaastail EAS-i vahendusel Eesti ettevõteteisse voolab, pole iseenesest veel imerelv, mis Eesti viie rikkaima riigi sekka viiks. Kõige aluseks on ettevõtjate-juhtide julge mõtteviis, mis koos euromiljonitega ongi see õige Eesti Nokia. Toome tervelt neli näidet.

Autorid: **Taivo Paju,**
Kärt Blumberg

Eesti tublidest biotehnoloogidest ja arvutitehnoloogidest on vähe, edasi saame minna ainult siis, kui iga tehas ja tsehh võtab maailmast üle parimad kogemused ja seadmed. Õnneks tuleb neid Eesti ettevõteteid, kus tootmist avarama pilguga vaadatakse, iga päevaga juurde.

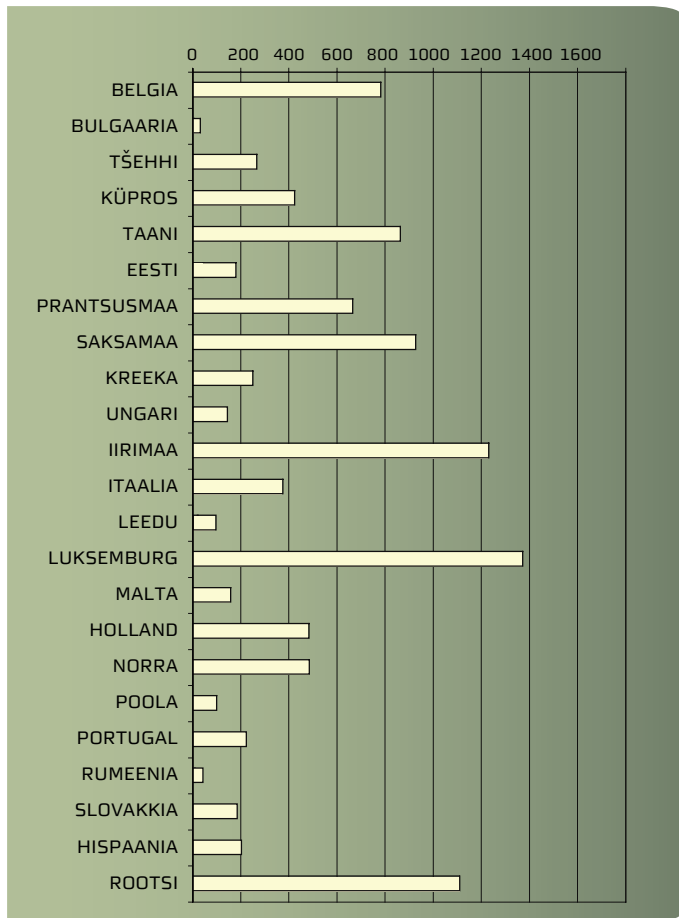
Inseneeria toob sinuni, hea lugeja, nelja väga erineva ettevõtte lood. Julgustagu nende kogemus kõiki, kes usuvad, et iga ettevõtte, tootku see kampsuneid, arvuteid, katusekive või kummuteid, saab kõige rohkem ise ära teha. Julgustagu nende nelja ettevõtte lood kõiki tootjaid ja insenere endalt küsima: millist tehnoloogiat ja millised seadmeid on vaja, et minu efektiivsus ja kvaliteet oleks maailmas teistega võrdne või parem, et minu toode oleks maailma parim. Julgustagu teid ka selle ala arvamussliidrite mõtted.

HEIDO VITSUR

ARENGUFONDI JUHATUSE LIIGE,
MAJANDUSTEADLANE

Rääkides ettevõtetest, peame arvestama, et enamik meie ettevõteteid on loodud allhanke tegemiseks. Need töötavad kulude kokkuhoiu põhimõttel, innovatsiooni tehakse kuskil mujal. Kui võtame näiteks toiduainetööstuse, siis kokakoolat ei hakatagi meil looma. Ilmselt ei hakata meil projekteerima ja ehitama ka leivaahjusid. Seega jääb meie rolliks vaid uute ja tootlikumate seadmete soetamine. Tuleb osta maailma parimat tehnikat. Innovatsioon ei ole see, kui ise kõik otsast lõpuni valmis tehakse, vaid ka parema ja uuema rakendamine. Seda on vaja nagunii teha, sest vanad seadmed ei ole konkurentsivõimelised vist isegi mitte siseturul.

Et ise hakata tehnoloogiaid looma, selleks on vaja hoopis tugevamat insene-



▣ Euroopa riikide ettevõtete investeeringud seadmetesse, mln eurot ALLIKAS: EUROSTAT

ripotentsiaali, laboreid ja koolkondi. Ma arvan, et näiteks uue külmkapi loomiseks tehtavad investeeringud ja riskid on turul väga kõrged.

Tehnoloogia loomine tasub ennast ära alles alates teatud mahust. Aga meil on kindlasti nišš olemas, kus saaksime tegutseda.

Kui võrrelda Eestit maailma innovatsiooniliidri Rootsi, siis neist oleme kindlasti väga kaugel, sest meie ja Rootsi tootmise struktuur on väga erinevad. Meie tegutseme suuresti vanades tööstussektorites. Mis kõige halvem, me ei ole isegi seal innovaatilise mõtte kandjad. Innovaatilist mõtet veavad siiski suuretehtvõtted, mis ise disainivad ja arendavad tooteid või tootmistehnoloogiat. Volvo teeb asja alates ideest ise lõpuni valmis. Meie ei tee vist isegi kõige lihtsamat kodumasinat, isegi mänguasja. Tean, et Eestis projekteeritakse ja tehakse Tikitreilereid, aga rohkem asju eriti ei tea ka.

Tegelikult koondub igal pool maailmas innovatsioon suuretehtvõtete juurde.

MAREK TIITS

BALTI UURINGUTE INSTITUUT,
JUHATUSE ESIMEES

Ettevõtetus areneb samm-sammult ja enamasti suuremate kvalitatiivsete hüpeteta. Seetõttu on üsna loogiline, et enne kui Eesti ettevõtted oma loodud tehnoloogiatega maailma vallutama hakkavad, tuleb osta parim maailma tehnoloogiast ja seadmetest ning seda mõistlikult kasutama õppida. Samas on mitmed väiksemad ettevõtted Eestis olukorras, kus nende senine spetsialiseerumine ja tootmismahud ei luba kaasaegset sisseasetet soetada, sest see ei tasu majanduslikult ära.

Riik peaks seega ettevõtteid toetades hoolikalt jälgima, et toetus seadmete soetamiseks ei kujuneks oma aja ära elanud ning majanduslikult otstarbetu tegevuse subsideerimiseks, vaid sellega kaasneks ka ettevõtete strateegiate kaasajastamine. Parim viis selleks oleks pankade või investeerimisfondide investeeringutes kaasinvestor olemine, mitte

OLUKORD TURUL NING TOETUSPROGRAMMI ÜLDPÕHIMÕTTED

- » Eesti ettevõtete investeeringutase ei ole rahvusvaheliselt konkurentsivõimeline.
- » Investeeringutelt põhivarasse töötaja kohta oleme Soomest maas 2/3, tootlikkuse osas töötaja kohta 3/4 võrra.
- » Eesti on Euroopa Innovatsiooni edetabeli lõppraporti järgi 18. kohal, edetabelit juhivad Põhjamaad, Saksamaa ja Inglismaa, kes edestavad ka USA-d. Eesti on nõrk just innovatsiooni praktikas viimisel.
- » Tootlikkuse/ekspordi kasv eeldab kapitali-investeeringute kiiret kasvu (indeks 1,09, 2006/2000).
- » Investeeringutoetus üksi oodatavat mõju ei avalda, paralleelselt tuleb arendada inimeste oskusi ning julgustada otsima ettevõtteväliselt abi olukorra diagnoosimisel ja investeeringuplaanide tegemisel.

ALLIKAS: MAJANDUS- JA KOMMUNIKATSIOONIMINISTEERIJAL TEHNOLOOGIAINVESTEEINGUTE EELUURING; EUROOPA INNOVATSIOONI EDETABELI LÕPPRAPORT.

otsesed subsiidiumid seadmete ostmiseks.

REIN KÜTTNER

TTÜ MEHAANIKATEADUSKOND, PROFESSOR,
TOOTMISTEHNOLÓGIA ÕPPETOOLI JUHATAJA

Seadmetesse ja tehnoloogiasse investeerimine on vaid asja üks tahk. Me ei pea ainult investeerima, vaid ka moderniseerima ja täiustama. Osta tuleb igal juhul uut ja paremat tehnikat, kuid edu tekib siis, kui suudame seda ise täiustada, mitte ainult ei kopeeri.

Igal ettevõttel peab enne uute seadmete ostmist olema korralik arengukava ehk selge nägemus, mida ettevõtte tahab teha ja kuhu jõuda.

Ma ütleksin, et meie ettevõtted elavad ainult tänases päevas.

Ja nüüd siis ettevõtete juurde!

Metsikult kallis küll, kuid seda väärt

▶ BESTNET INVESTEERIS UUTESSE METALLITÖÖTLEMISSEADMETESSE

Tikitreileri, Tiki Tilhengeri ja AKU nime all tuntust kogunud järelhaagiste tootja Bestnet ei kujuta korralikku tootearendust ettegi ilma uute seadmete ja tehnoloogiateta.

KETLIN PRIILINN,
VABAKUTSELINE AJAKIRJANIK

2007. AASTAL tootis Eesti kapitalil põhinev Bestnet 16 000 haagist, millest ligi 90% eksportis ja turustas tütarettevõtete kaudu Skandinaaviamaadesse ning Baltikumini. Eelmisel aastal hõivas ettevõtte nii Soomes kui Rootsis kohalike auto-registrikeskuste andmetel järelhaagiste tootjate arvestuses teise koha.

Bestneti juhatuse liige **Priit Saaremets** ütleb, et välisturgude konkurentsipüsijäämiseks on nad alati suurt tähelepanu pööranud toote- ja tehnoloogiaarendusele. „Oma tootearenduse osakond koos instrumentaal-eritöödetsahiga loodi meil juba 2001. aastal,“ räägib ta. „Viimaste aastate suuremate ja peamiste investeeringutena nimetaksin esmalt lehetöötlemiskeskust Amada Queen ja keevitusrobotit MOTOMAN, samuti torulaserlõikuspinki TRUMPF, mis sai soetatud 2008. aasta veebruaris.“

Ta seletab, et need seadmed annavad võimaluse toota ka selliseid detaile, mida käsitööna pole üldse võimalik teha. Iga detail on aga väga erinev ning seega on seadmete konkreetset tootmisvõimsust keeruline öelda. „Tegemist oli tõeliselt kallite investeeringutega, ent igal juhul oli see tehnika seda väärt,“ tõdeb Saaremets.

Tema sõnul mängib ettevõtte arengus olulist rolli ka uus ERP (ettevõtte



FOTO: AS BESTNET

ressursside planeerimise) süsteem I-Scala, mis võeti kasutusele 2005. aastal, et parendada tootmise planeerimist. ERP süsteem annab täpsema ülevaate hetke laoseisudest ning tootmiskuludest.

„Tänu nendele ostudele oleme saanud järk-järgult vältida oma pudelikaelu ning andnud suurepäraseid võimalused lennukaks arendustegevuseks,“ kinnitab Saaremets ning lisab, et investeeringud,

aga ka laiemalt kogu tehnoloogia eeldavad kindlasti kvalifitseeritud tööjõudu ja pidevat täiendõpet. Ükski seade iseennest ei loo väärtust. Hinnaliste isemõtlevate tehnoloogiate efektiivne töölepanek eeldab andekate inseneride ja võimekate operaatorite koostööd.

Miljonitesse kroonidesse ulatuvad otsused ei sünni kunagi hetkeemotsioonide ajel, nii kaaluti ka Bestnetis need enne väga tõsiselt läbi. Tehnoloogiasse panustades lähtutakse Bestnetis kolmest põhiprintsiibist: kas investeering aitab vastata turu ja tootearenduse vajadustele, tõhustab tootmist ning aitab kasvatada tootmismahute. Tarnija leidmiseks viib ettevõtte läbi hindamise ning otsustamisel lähtuvad tarnija tehnilisest toest, masina efektiivsusest ja hinnast.

Kõik need investeeringud on andnud Bestnetile võimaluse toota efektiivselt ning luua uusi tooteid. „Meie tootevalik täieneb igal aastal ja statistika põhjal on uute toodete müük olnud edukas,“ sõnab Saaremets. „Tootmismahud on igal aastal kasvanud viiendiku ja ka tulevikutrend näitab vähemalt sama.“

LEHETÖÖTLEMISKESKUS AMADA QUEEN KIIRENDAB TOOTMISPROTSESSI KOLM KORDA:

- » Hind: 5 mln kr
- » Kiirendab detailide tootmisprotsessi käsitööga võrreldes 3 korda

KEEVITUSROBOT MOTOMAN TEEB SAMUTI KOLME INIMESE TÖÖ:

- » Hind: 1,5 mln kr
- » Kiirendab detailide tootmisprotsessi käsitööga võrreldes 3 korda

TORULASERLÕIKUSPINK TRUMPF KOGUNI VIIS KORDA KIIREM:

- » Hind: 13,5 mln kr
- » Kiirendab tootmisprotsessi 5 korda

ByJet Pro vesilõikusseade – ülivõimas sooritusvõime

ByJet Pro, Bystronici uus vesilõikuspink, täideti esmakordselt veege selle aasta EMO-näitusel Hannoveris. Uudistoodet iseloomustavad järgmised märksõnad: võrratu tootlikkus, paindlikkus, püsiv täpsus, väga madal mürataseme, puhas ümbrus.

Nüüd on lisaks täpsusele ja mitmekordistunud tootlikkusele muutunud ka vesilõikuskeskuse nimi, so. ByJet Pro. Uudistoodet vastab lõiketehnoloogia üha enam karmistuvatele tingimustele, et materjalides toimuks võimalikult vähe struktuurimuutusi, mis paratamatult tekivad metallide lõikamisel gaasi-, plasma- või laserlõikusena.

Märgatavamad erinevused võrreldes vana seadmega on lõikesild, mida võib varustada nelja iseseisva ja eraldi juhitava lõikepeaga, täielikult isoleeritud lõiketsoon, tänu millele püsib ümbrus puhtana ja müratase madalana. Nagu tavaks saanud, valmistab Bystronic kõik põhikomponendid (mootor, pump, CNC-juhtprogrammid jne) ise ja seetõttu on nende omavaheline sobivus ideaalne.

Võrratu tootlikkus. Üks klientide peamistest nõudmistest seadme soetamisel on selle tootlikkus. See on omadus, millega ByJet Pro silma paistab – tänu neljale lõikepeale ja unikaalsele vahetuslauale saavutatakse kuni viiekordne tootlikkuse kasv. Lisaks pingi efektiivne juhtimine, mis kasutab Bysoft CAD/CAM programmi-paketti ja lõikeprotsessi jälgimine ByVisioni abil, tagavad seadme seisuaia minimeerimise ja maksimaalse materjali kasutamise. Kasutaja inimlikest eksimustest tekkivate vigade vältimiseks kuvatakse talle ekraanile vaid need parameetrid, mis on vältimatud. Tootmisaja on kasvanud ka tänu hooldevaba, automaatse lõikejätmete ärastusseadme lisamisele. Automaatne protsessi jälgimine (abradiivi etteanne, diagnoosimiseseade



kõrgsurve pumbale, lõikepea kõrguse jälgimise seade selle vigastamise vältimiseks jne) võimaldab peaaegu mehitamatu tootmise ja samuti garanteerib, et pink ja pump töötavad probleemideta pikaajaliselt.

Mitmeaastase järjepideva vesilõikustehnoloogia arendustöö tulemusena suudab Bystronic tootjale pakkuda parimat hinna-tootlikkuse suhtege tehnoloogiat.

Paindlikkus. Tootja erisoove ja spetsiifikat arvestades on rikkaliku lisavarustuse abil võimalik komplekteerida täpselt temale sobiv tööpink, alates ühekaupa tootmisest kuni suurseeeriateni. Lõikepeade arvu valik sõltub detaili geomeetriast ja suuruselt. Näiteks suuri ja keeruka geomeetriaga detaile lõigatakse ühe lõikepeaga, samas väikeste ja suure kogusega detailide lõikamiseks saab kasutada kõiki nelja lõikepead korraga. Kiud- ja komposiitmaterjalide lõikamiseks on võimalik lõikepead varustada ka CNC-juhitava puurimispeaga, et teostada eelpuurimist.

Püsivalt kõrge täpsus. Püsivalt kõrge täpsuse ja pikad hooldusintervallid on saavutatud tänu seadme kõrgevaliteedilisele konstruktsioonile, täielikult omavahel sobituvatele komponentidele ja kogu lõikeprotsessi juhtimisele ning kontrollile.

Kõrgevaliteedilise lõikepinna tagavad seadme monoliitne alusraam, kasutatakse HTP (*high precision tool*) lõikepead, ülikiireid lõikeventiile ja kõrguse jälgimise seadet, integreerituna lõigata-

vasse materjali „sissesõitmise“ vastase seadmega. Kaks teineteisest sõltumatut mikroprotsessoritega juhitavat kõrgsurvepumpa tagavad lineaarse ja sujuvalt seatava rõhu.

Puhas, vaikne ja kompaktn. ByJet Pro unikaalne kontseptsioon ei säästa ainult ruumi, vaid tagab ka puhta ja vaikse töökeskkonna. Juba eelmistel Bystronici vesilõikustel kasutusel olnud automaatne veetaseme kontroll võimaldas alandada mürataset. ByJet Pro on müratase veelgi vähendatud tänu pingi isolatsioonile. Seade on varustatud ka loputusmooduliga, mis tagab lõigatavate detailide ja töölauda puhtuse.

Uue ByJet Pro iseloomustamise võib kokku võtta Bystronic Waterjet Cutting Business Unit pealiku Michael Merkle sõnadega: „Põhjusti investeerida ByJet Prosse on palju. Minu meelest neli tähtsamat nendest on: endisest tootlikum, palju paindlikum, oluliselt täpsem ja uskumatult nupukas. See tagab seadme omanikule iga investeeritud krooni maksimaalse tootluse.“

Ühtlasi soovime kõikidele Tallmaci praegustele ja tulevastele klientidele head vana aasta lõppu ja edukat ning teguderohket 2008. aastat.

Tallmac AS, tööpinkide divisjon
Meelis Prik
56 495 077

A MEMBER OF **TALLMAC** MACHINERY GROUP

TALLMAC
TAGAB TEHNIKA

AS Tallmac
Artelli 13a, 10621 Tallinn
Tel 656 2999, faks 656 2855
e-post tallmac@tallmac.ee

E Hispaania PUURPINGID

JURISTI Hispaania SISETREIPINGID

ZAYER Hispaania FREESPINGID

DAHLI Taivan TÖÖLEMISKESKUSED

CHEVALIER Taivan TÖÖLEMISKESKUSED

stair Jaapan TREIPINGID

WFL Austria TREIPINGID

Yalift Taivan PUURPINGID

ROUND Rootsi PAINUTUSPINGID

IEMCA Itaalia LATIETTEANDESALVED

GEKA Hispaania MULTILÕIKURID

Bystronic Sveits LASER- JA VESILÕIKURID

GEMINIS Hispaania TREIPINGID

CIDAN Taani PAINUTUSPINGID

WOODW.Y. Taivan TREIPINGID

brother Jaapan PUURIMIS- JA KEERMES- TUSKESKUSED

KIWA Jaapan TÖÖLEMISKESKUSED

TAI Taivan TÖÖRIISTATERITUSPINGID

GORATU Hispaania TÖÖLEMISKESKUSED

MIGATA Jaapan TÖÖLEMISKESKUSED

LACUN Hispaania FREESPINGID

Pinacho Hispaania TREIPINGID

KELLEBERGER Sveits LIHVINGID

H Belgia LEHETÖÖLUSSEADMED

Uute seadmeteta oleksime kadunud

TEHNOPLAST UENDAS PLASTMASSI TOOTMISE SEADMEID

Täna on Tehnoplast Baltikumis number üks plastpudelite ja -kanistrite tootmises. Ellujäämise kõvas konkurents tagas vaid masinapargi uuendamine.

MERIKE TEDER,
AJAKIRJANIK

PLASTKANISTREID, ämbreid, pu leid ning korke tootev Tehnoplast investeeris 2006. aastal 10 miljonit krooni, tes endale neli puhumisautomaati kan rite ja pudelite valmistamiseks ning kolm survevaluseadet, millega valmistatakse ämbreid ja korke. „Investeering oli meie jaoks suur, sest kasumimarginaalid on väga väikesed – turul on päris tugev konkurents,” sõnas Tehnoplasti peadirektor **Peeter Remmel**.

Uued seadmed osteti, kuna need on vanadest keskeltläbi 50% suurema tootlikkusega, samuti on nad töökindlamad ja toodangu kvaliteet on parem. Näiteks ostisme ühe masina, mis valmistab kuni 7000 viieliitrist kanistrit ööpäevas ning mida opereerib üks inimene. Ka vana masinat opereeris üks inimene, aga tema tootlikkus oli väiksem. „Et inimeste tööjõudu ning tootmisvõimsust maksimaalselt ära kasutada ning toote omahinda vähendada, vajasimegi uusi seadmeid.“

Tulemused kohe näha

Investeeringule järgnenud aastal tõusis tehase käive 24%. „Selle võib kirjutada investeeringu arvele küll,” sõnas Remmel. „Suutsime oma turuosa suurendada ning võimsusi tõsta. Muidu me poleks ilmselt üldse enam konkurents püsinud.“

Uued seadmed nõudsid ka töötajate lisakvalifikatsiooni. „Ost on käinud koos müüjapoolse väljaõppe ja seadistami-



FOTO: AS TEHNOPLAST

sega, sest uued masinad on vanadest keerukamad,” selgitas Remmel.

Tootmise korraldus on aga jäänud samaks: neljas vahetuses töötatakse 24 tundi ööpäevas ja seitse päeva nädalas, masinaid vahepeal seiskamata. Kolmekümne seadme taaskäivitamiseks kulub terve päev.

Investeeringu tasuvusperioodiks hindab Remmel kuut-seitset aastat. „Arvan, et pool on juba tagasi teenitud,” sõnas ta. „Aga need seadmed on väga pika tööeaga. Ka mujal maailmas kasutatakse 20-aastaseid seadmeid, neid tuleb lihtsalt korralikult hooldada ja remontida.“

„Ehkki uus seade on alati kõige parem, peab tootjal olema tagatasku, kust selleks raha võtta. Tuleb jälgida tasakaalu: kas kannatab osta kõige uuem masin või tuleb leppida pisut kasutatuga,” mõtiskleb Remmel.

Järgmiste uute seadmete ostmise pole veel otsustatud, kuid Remmeli sõnul mõtted juba liiguvad. „Enne peab arutama, kas osta uus seade või on võimalik olemasolevate võimsusi paremini rakendada.“ Kuna plastanumate tootmine on hooajaline – näiteks kanistrite müük toimub peamiselt talvel –, siis kaalutakse hoopis suurema

» Puhumistehnoloogiaga valmistatakse 2-25-liitrised polüetüleenist kanistreid, mida kasutatakse peamiselt keemiatööstuses, ning 30 ml kuni 1,5-liitrised pudeleid, mida kasutatakse toiduainetööstuses ketšupi, majoneesi, kastmete jms villimiseks. Survevalutehnoloogiaga toodetakse pudelitele sobivaid korke ning toiduainetele sobivaid ämbreid, kaasi ja sangu.

laopinna rentimist, kuhu hooajalisel perioodil toodetu ladustada.

Baltikumi suurim plastkanistrite tootja

Tehnoplast müüb 60% toodangust Eestis, ülejäänud ekspordib Läti ja Leetu. „Kaugemale mitte, sest transport on kallid,” selgitas peadirektor. Näiteks Leedus moodustab toodangu hinnast 15% transport. „Kui me seal konkurents püsimise, siis järelikult toodame meie sellevõrra kasumikumalt kui Leedu kohalikud tootjad,” sõnas Remmel.

Konkurents polüetüleenist pudelite ja kanistrite tootjate vahel on tihe. Sellegipoolest on Eestis Tehnoplasti käes umbes 70% turust, Lätis-Leedus ehk 40%.

Remmel tõdeb, et kahjuks on plastkanistrite ja -pudelite müügis kõige tähtsam komponent soodne hind. „Olgugi, et meie kvaliteet on parem kui mitmetel konkurentidel ja meil on paremad seadmed ning kvalifitseeritud tööjõud, küsib tarbija ikka kõigepealt hinda.“

Pelmeenikuningas Ivan Zakotei:

Ärge kunagi unustage tehnoloogia hankimisel kahte põhireeglit

Tööjõukulud miinimumini ja kvaliteet üles! Neist kahest lihtsast põhimõttest ongi UVICi juht Ivan Zakotei investeeringute tegemisel lähtunud ja pole veel pidanud kahetsema. UVICist on saanud turuliider mitte ainult Eestis, vaid kogu Baltikumis.

TAIVO PAJU
DIREKTORI PEATOIMETAJA

2007. aasta kevadtalv. SL Õhtulehe ajakirjaniku valvsa pilgu all ootavad Tartu Kutsehariduskeskuse õppekõõgis pattaipanemist 15 pelmeenipakki. Õpetaja Tiina Kruusma jagab viimaseid näpunäiteid (vesi keema, siis veidi soola, pipart ja loorberi; grammike õli ka) ning peagi jõuavad esimesed auravad pelmeenid nõudliku žürii ette. *Bravissimo, Italiano!* Just sellist nime kannavad võitjapelmeenid, mille valmistajaks on UVIC.

UVIC, mis saab tänavu 15-aastaseks, ei ole uute toodete loomise pealt kokku hoidnud. Kui esimestel aastatel teati ettevõtet eeskätt pelmeenide järgi, siis nüüd on tuntust lisanud külmutatud frikadelid, guljašid, vareenikud, hakkliha... Lisaks jahutatud lihatooted: vorstid, praed, šašlõkk, grill-liha, lülja kebabid jm. Kokku on nimistus üle 60 toote.

Kolme viimase aasta jooksul on firma investeerinud tehnoloogiasse ja uude tehasesse Arukülas üle 100 miljoni krooni. Tulemused on silmaga näha: UVIC on kasvanud Baltikumi suurimaks külmutatud lihast poolfabrikaatide tootjaks. Firma müügi käive on tõusnud kolme viimase aastaga 60%, ööpäevane tootmismahd on jõudnud 80 tonnini.



FOTO: ÄRIPÄEV

UVICile kuulub omas segmendis ligi 70%ne turuosa.

Eksport kasvas selle ajaga 42,2 tuhandelt kroonilt 77 miljoni kroonini.

Tehase juhi **Ivan Zakotei** sõnul on kaheks kõige tähtsamaks kaaluks uue tehnoloogia soetamisel see, mil määral võimaldab see käsitsitööd kokku hoida ning kvaliteeti tagada.

Nii on kogu tehases kasutusele võetud automaatne jahutorustike süsteem, kus pneumopumpade abil varustatakse jahuga kogu tehast.

15 miljoni krooni maksnud Itaalia pelmeeniliin Dominioni võimaldab toota tunnis enam kui ühe tonni pelmeene. Automaatika asendab inimesi – senise kümne töötaja asemel teenindab liini vaid kaks. Samuti doseerib automatiseeritud pelmeeniliin komponente äärmiselt täpselt, välistades inimliku eksituse.

2006. AASTA TULEMUSED:

Müügi käive 95 miljonit krooni
Kasum 1,2 miljonit krooni

Unustatud ei ole ka toodangu väljanägemist: vormid on tehtud nõnda, et pelmeenid näeksid välja just sellised, nagu perenaised juba sadu aastaid on teinud.

Šokk-külmutamise seadmed, mis võimaldavad säilitada toote maitseomadused, on paigutatud nii, et käsitsi tööd pole üldse vaja.

Pakendiliinide soetamisel lähtuti ikka ja jälle kahest eespool mainitud kriteeriumist: automaatika töötab nõnda täpselt, et firma sai kinnispakkide vastavuse kontrolli ja täitekoguste tagamise süsteemi sertifikaadi KP-005/DA. Teiseks vormib Rootsi täisautomaatne kartongpakendiliin ise karbi ja liimib selle ka kokku, kusjuures pakend näeb ka väga nägus välja. Olgu öeldud, et liinid on päris võimsad – need toodavad 90 pakendit minutis –, kuid nende mõlemaga saab hakkama vaid üks operaator.

Kui kohapealsest õppest ei piisa, on firma saatnud oma inimesed otse tootjatehastesse uut tehnikat õppima.

Investeering, tänu millele sai UVICi välisurgudele minna, tuleb mõistagi ka tagasi teenida. Ettevõtte on arvestanud investeeringute tasuvusajaks viis aastat. Müüki kavatakse suurendada just Eestist väljaspool: nii Lätis-Leedus, Skandinaavias kui ka Venemaal. Eeskätt Venemaa tarbeks on välja töötatud tootesari Ivan ning ostetud tehase Daugavpilsis.

Poolteist kuud - ja tehas töökorras!

WIENERBERGER PANI ASERIS PÜSTI UUE TELLISKIVITEHASE

Veel mõni aasta tagasi võis Aseri vallas tegutsevale Wienerbergerile – pikima tellistetootmise traditsiooniga firmale Eestis – tunnuda Venemaa turg kaugel ja kättesaamatuna. Tooted olid küll head, kuid nende omahind vana tootmisliini tõttu liiga kõrge.

OLUKORD MUUTUS 2006. aasta novembris, kui Wienerberger AS-i Aseri telliskivitehase kõrvale kerkis uus 16 miljonit eurot maksnud Lingle'i keraamiliste telliste täistootmisliiniga tehas. Uus liin teeb tehases pea kõik tööd ise ära, alates kivi vormimisest ja kuivatamisest kuni põletamise ja laadimiseni välja. Kuivatamisel mindi üle täiesti uuele tehnoloogiale – kamberkuivatitele. Kahe tehase ühiskasutusse jäi vaid savi ettevalmistamise süsteem.

Käegakatsutavamaid võite uue liini kasutuselevõtust oli fassaaditelliste ekspordikasv Venemaale kolmandiku võrra, mis tõi kaasa suure käibekasvu. „Võitsime fassaaditellistega Venemaal turgu juurde tänu toote omahinna 50%-lisele langusele,” räägib juhatuse liige Raivo Vasnu.

Samas on hakatud tegema ka uusi tooteid. Neid asju, mida Wienerberger



FOTO: WIENERBERGER AS

oma uues tehases teha ei suuda, on vähe. Nii otsustati tootesortimenti laiendada kõrgete kvaliteediomadustega kärgtellise ehk Porotherm tellisega. Euroopas ehitatakse kärgtellisest 40% majadest. Siin ja Lätis on see toode traditsioonide puudumise tõttu suhteliselt vähe tuntud, aga Leedus läheb müük juba päris hoogsalt.

Distsipliin

Kui reeglina võtab Austria päritolu Wienerbergeri kontsernis ühe tehase käivitamine aega poolteist aastat, siis Aseri uus tehas tegi selle ära pooleteise kuuga. Seda tänu vana tehase tootmisstruktuuri ja protsesside ümberkõpõrmitamisele, mis aitas uue tehase avamisega alati kaasas käivat tööjõuvoolavust ohjes ja segadust ära hoida. „Ega kui struktuur ja protsessid paigas ei ole, siis on ettevõtetel väga raske rea peale saada”, räägib Raivo Vasnu.

Ja (tootmis)distsipliin peab tehases muidugi korras olema. Tuleb teha õigeaegselt hooldust, järgida kuivatamisgraafikuid, savimassi koostist, põletamistemperatuure – kõik see kasvatab masinate efektiivsust ja kindlustab tõrgeteta töö. „Kui ikka distsipliini ei ole, võid osta misiganes superseadme, kuid tööle see ikka korralikult ei hakka,” teab Vasnu rääkida ning lisab, et esimene märk asjade hal-

vast seisust on see, kui valmistoodangu osakaal on 70% või alla selle. Wienerbergeri enda tehas Aseris kasutab 98% oma võimsusest.

Kasuks tuli ka emafirma kindel teadmine, kellelt ning kuidas seadmeid osta. Kõik seadmed soovitati osta ühelt tarnijalt, et hoida hiljem ära näiteks ühilduvusprobleemid ning saada vigade kohta objektiivset teavet. Tagasiside saamiseks on liinile paigaldatud lisaks veel videojälgimissüsteem – kui mõni virn tehases näiteks ümber kukub, keritakse koht lindil tagasi ning vaadatakse üle, kuidas see juhtus.

Selleks et töötajad ikka korralikult masinat mõistaks, soovib Vasnu kindlasti seadme kasutusjuhendi võõrkeelset eesti keelde tõlkida – selle pealt ei tasu raha kokku koida. „Olen näinud seadmeid, kus iga nupu kõrvale on kleebitud paberilipik, millele on kirjutatud, mida miski asi tähendab ning mida teha, kui süttib punane tuli. Lihttöölised ei pea oskama seadmetega võõrkeeles suhelda,” räägib ta. Ja selleks et tõlkimine tuleks odavam, tuleb see tarnelepingusse kohe sisse kirjutada kohe – hiljem võetakse tõlkimise eest lisaraha.

Endiselt töötab edasi ka vana tehas, mis aitab ettevõttel hoida tootesortimenti laiema – seal toodetakse ka valdavalt käsitööna valminud niitoteid.

KASU LINGLE'I KERAAMILISTE TELLISTE TÄISTOOTMISLIINIST

- » Töötajate arv uues ja vanas tehases: 35 inimest kummaski
- » Tootlikkus ühe töötaja kohta: vanas tehases 230 000 tellist aastas ja uues tehases miljon tellist aastas.
- » Uue tehaste aastane tootlikkus: 35 miljonit tellist (vanas 8 milj).
- » Energiasäästu kasv võrreldes vana tehasega: 40%.
- » Toode omahinna langus: 50%.
- » Wienerbergeri aastane käibekasv 2007: 60%

PROJEKTEERIMINE JA ARHITEKTUUR

Väikeettevõtted ei tunneta veel liitumisvajadust



Projekteerimisectoris loodava lisandväärtuse ja ekspordi suurendamine eeldab suuremaid firmasid ja tihedamat koostööd.



MAUNO INKINEN,
EESTI PROJEKTEERIMIS-
BÜROODE LIIDU
TEGEVDIREKTOR

Eesti Projektbüroode Liidu (EPBL) tellitud uuringu järgi, mille Eesti Konjunktuuriinstituut projekteerimisbüroode seas korraldas, kasvas Eesti projekteerimisturu maht aastail 2006–2007 muust majandusest kiiremini. 2006. aastal oli projekteerimisturu realiseerimise netokäive (koos ehitusettevõtete projekteerimistöödega) u 1,7 miljardit krooni ning 2007. aastal prognoosi järgi u 1,9 miljardit krooni.

Ekspord moodustas küsitluses osalenud ettevõtetes 3% käibest. Ettevõtted ei pea ekspordivõimet oma kõige tugevaks küljeks – takistuseks on nende väiksus. Samas hindavad ettevõtted oma turupositsioone valdavalt positiivselt ning peavad konkurentsivõimet heaks, tuginedes oma hinnangutes suuresti väljakujunenud klientuurile.

Järgmise kolme aasta käivet prognoosisid ettevõtted üldiselt optimistlikult.

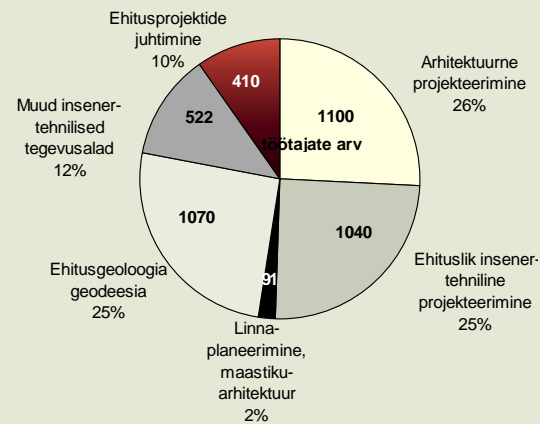
TABEL 1.
Arhitekti- ja inseneritegevuste areng 2000–2005

NÄITAJA	KASV
Ettevõtete arv	1,6 korda
Töötajate arv	1,2 korda
Käive	1,9 korda
Lisandväärtus	2,1 korda
Investeeringud põhivarasse	4 korda
Puhaskasum	6,8 korda
Ekspord	1,3 korda
Tööjõukulud	2,2 korda

ALLIKAS: EESTI KONJUNKTUURIINSTITUUT

Keskmiselt eeldati käibe kasvu 2008. aastal 9,7%, 2009. aastal 10,2% ning 2010. aastal 11,1%. Peamiselt ennustati nõudluse kasvu rajatiste (keskkond, infrastruktuur) projekteerimise ja planeerimise järele, nõudluse vähenemist aga elamute projekteerimise osas.

Eestis otsitakse praegu aktiivselt neid majandussektoreid, mis annaksid suuremat lisandväärtust, oleksid Euroopas konkurentsivõimelised ja võimaldaksid Eesti ekspordi suurendada. Hoonete ja rajatiste projekteerimine võiks kindlasti saada üheks selliseks valdkonnaks. Tegemist on ühelt poolt Eestis pika traditsiooniga sektoriga, teisalt toimub sellel alal väga kiire infotehnoloogiasaavutuste rakendamine ja on koostöövõimalus



JOONIS 1.
Arhitekti- ja inseneritegevuste töötajate arvu jagunemine

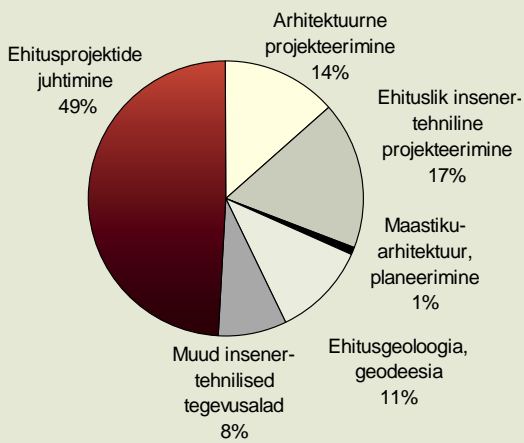
teiste innovaatiliste sektoritega (arhitektuur, disain, keskkonnakaitse, ehitusmaterjalide tootmine).

Selleks, et arhitektuuri- ja projekteerimisbürood säilitaksid oma konkurentsivõime siseturul (sh suurte rahvusvaheliste hangete osas) ja suudaksid pakkuda rohkem ekspordi, peaksid firmad olema kindlasti suuremad ning tegema omavahel aktiivselt koostööd. Ehkki väikeettevõtted ei tunneta praegu liitumisvajadust, on selge, et kahe töötajaga firma ei suuda investeerida tänapäeva infotehnoloogiasse ega pakkuda kliendile terviklahendust.

90%-s ligi viiesajast Eesti projekteerimis- ja arhitektuurbüroos (arvestatud ei ole 376 FIE-t) on vähem kui 10 töötajat.



STATISTIKA



JOONIS 2.
 ■ Arhitekti- ja inseneritegevuste käibe jagunemine

Kümne või enama töötajaga ettevõtted toodavad samas poole sektori käibest (55%) ja kasumist (49%) ning annavad tööd enam kui pooltele töötajatele (52%).



FOTO: ANDRES TREIAL

Paljude Eesti turul tegutsevate projekteerimisbüroode tootlikkus (omakäive töötaja kohta) oli kahjuks madal – paljudel isegi alla 500 000 krooni. Eesti Projektbüroode Liidu liikmete keskmine oli 600 000 krooni.

Eesti ehitusvaldkonna projekteerimis- ja konsultatsioonialal tegutsevaid organisatsioone ühendab MTÜ Eesti Projektbüroode Liit (EPBL). EPBL oma 57 liikmega (arhitekti- ja inseneribürooga) ja ligikaudu tuhande ehitiste projekteerimise professionaaliga kuulub seda tööstusharu ühendava Insenerkonsultantide Rahvusvahelise Föderatsiooni (FIDIC) koosseisu. FIDIC hõlmab rohkem kui 75 rahvuslikku assotsiatsiooni maailmas umbes 1 miljoni liikmega.

Kui Eesti projekteerimisturu netokäive moodustas koos ehitusettevõtete projekteerimistöödega 2005. aastal u 1,4 miljardit krooni, 2006. aastal u 1,7 miljardit krooni ja 2007. aastal u 1,9 miljardit krooni (prognoos), siis EPBL-i liikmete käive moodustas 2005. aastal u 471 miljonit krooni (33,6 % projekteerimisturu mahust) ja 2006. aastal 645 miljonit krooni (37,94 % projekteerimisturu mahust). EPBL-i liikmete 2007. aasta käive ei ole veel selgunud, kuid tõenäoliselt on see u 40 % projekteerimisturu mahust, kuna EPBL-i liikmete arv on jõudsalt kasvanud.

Kutsume kõiki edukamaid arhitekti- ja inseneribüroosid EPBL-iga liituma, et arendada projekteerimis-konsultatsioonitegevust, muuta ettevõtluskeskkonda selliseks, kus projekteerijatel oleks võimalik edukalt tegutseda ning et projekteerija elukutsel oleks ühiskonna ja elukeskkonna kujundamisel otsustav ja mainekas roll.

Tänu EPBL-i ja tema koostööpartnerite tegevusele hakkab Eesti projekteerimisturg kindlasti korrastuma ja ettevõtluskeskkond paranema. Elukeskkonda sobivate, harmooniliste, energiasäästlike, esteetiliste ja jätkusuutlike ehitiste kavandamine vajab uusi lahendusi ja sellega arhitekti- ja inseneribürood peavadki tegelema. ■



OMAETTE SOLEERIDES EI JÕUA KAUGELE

Arhitektibüroo edu võti peitub meeskonnatöös, usub usub omanimelise arhitektuuribüroo juhataja Tõnis Tarbe.

Mõeldes küsimusele, milliseid väljakutseid meie arhitektibüroo ootab, tuleb meelde aastatetagune unistus saada tellimus paari tuhande ruutmeetri suuruse hoone projekteerimiseks ja meisterdada kavandatavast hoonest piltpostkaardilik värviline perspektiivvaade. Siis tuli aeg, mil neelatasime, kuulates tarkvaramüügimehe mesijuttu kolmemõõtmelisest projekteerimisest.

Täna sooviksin olla sellise hoone arhitekt, kuhu on peidetud avarad ruumid ja mis valmistab rõõmu sellest mööda ruttavatele inimestele; hoone, mis inspireeriks kasutajaid ning mille eluiga ei kammitseks äriplaani lühike tasuvusaeg.

Tulevikus pakuvad ilmselgelt huvi ruumipunktiga sidumata ja ajaga piiritlemata projekteerimistööd, sest sel viisil on võimalik kavandada näiteks hoonet itta koos lõunas olevate partneritega, olles ise läänes. Loomulikult jääb tulevikuski alles võimalus asendada see pikka lennureiside, töölähetuste ning traditsioonilise infovahetusega.

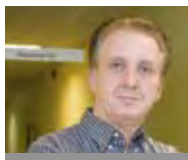
Arenemiseks on oluline motiveerida loova mõtteviisiga ning tulemustele orienteeritud töötajaid. Motiveerimine ei piirdu kaugeltki mitte ainult töötasuga, sest kõik soovivad olla tunnustatud ning lugupeetud nii ühiskonnas kui ka kodus ja loomulikult ka töökaaslaste ning mõttekaaslaste hulgas. Arhitektibüroo jõud ja edu võti peitub meeskonnatöös, omaette soleerides ei jõua kaugele.

Väga oluline osa on sobilike koostööpartnerite leidmisel. Mis eriti oluline – nende hoidmine on alati väljakutse. Klientide tulemine ja naeratav rahulolu on arhitektidele väga motiveeriv ning nende kiitus toob hallilgi päeval päikese välja.

INFOTEHNOLOOGIA JA TELEKOMMUNIKATSIOON

Killustatus takistab ITK-sektori läbimurret maailmaturule

Tööjõupuudusest tingitud palgakulude kasv ei jäta IT-firmadele ressursi tegeleda tootearendusega.



**VAHOK
KAALMANN**
EESTI INFOTEHNO-
LOOGIA- JA
TELEKOMMUNIKAT-
SIOONI LIIDU
JUHATUSE LIIGE

Kui tõmmata piir 90% peale, siis mahub sinna veel 67 firmat 15%-lise osaga käibes ja 8%-ga kasumis. Järelejäänud 10%-se turuosa ja 6%-lise kasumiosa eest võitlevad seega ülejäänud ligi 1500 ITK-firmat.

Eesti ITK-sektori killustatus, madalad kasvuambitsioonid ja vähene riskivalmidus välisturgudele minna ongi olnud viimastel aastatel peamised sektori arengupidurid. Eesti-suurusele turule mahuks efektiivselt tegutsema kõige rohkem 100–150 ITK-ettevõtet, mille hulgast võiksid välja kasvada ka uued maailmaturu superstaarid.

Muret teevad vähenev kvalifitseeritud tööjõud, sellega kaasnev palgakulude tõus, vähene eksport ja IT-firmade madal

Ehkki Eestis tegutseb umbes 2000 info- ja telekommunikatsioonifirmat, jagab pirukat üsna väike tegijatering. Möödunud aasta lõpus valminud ITK-sektori uuring 2006. aasta kohta näitas, et 6 suuremat firmat annavad 52% kogu Eesti ITK-sektori käibest ja võtavad 79% kasumist.

Ülejäänud käibest poole ehk 25% annavad järgmised 25 firmat, aga nende osaks jääb ainult umbes 8% kasumist.



FOTO: ANDRES TREIAL

MicroLinki töötajad serveriruumis

ITK SEKTORI TEGEVUSALAD

(V.A. KAUBANDUS, TEENINDUS JMT)

TÖÖTLEV TÖÖSTUS: salvestiste paljundus, arvutite ja arvuti välisseadmete tootmine, magnet- ja optiliste andmekandjate tootmine, juhtmestiku ja selle tarvikute tootmine.

EHITUS: elektri- ja sidevõrkude ehitus, telekommunikatsioonikaablite ja antennide paigaldus.

INFO JA SIDE: tarkvara kirjastamine, telekommunikatsioon, programmeerimine, infoalane tegevus.

KUTSE, TEADUS- JA TEHNIKAALANE TEGEVUS: teadus- ja arendustegevus loodus- ja tehnikateaduste vallas.

ALLIKAS: EESTI MAJANDUSE TEGEVUS-
ALADE KLASSI KAATOR (EMTAK) 2008

kasum. Kvalifitseeritud tööjõu vähesus on vana teema, aga kui vaadata järgmise 10 aasta demograafilist arengut, siis on arvata, et aina hullemaks see probleem läheb – uut tööjõudu tuleb iga aastaga järjest vähem. Esimene selge märk turul toimunud muutustest on tööjõukulu plahvatuslik kasv, mis mõjutab negatiivselt meie firmade konkurentsivõimet.

Kui terves sektoris on tööjõu hinna kasv toimunud enam-vähem samas tempos kasvuga, siis allharude lõikes on pilt erinev. Selge võitja on telekommunikatsioon – seal ületab nii käibe kui ka kasumi kasv tööjõukulu tõusu. Samal ajal oli IT-firmade tööjõukulu kasv 2006. aastal koguni 33%, mis on üle kahe korra enam, kui seda lubaks ettevõtete jaoks mõistlik tase.

STATISTIKA

INFOTEHNOLOOGIA

TABEL

ITK-sektori majandusnäitajad 2006. aastal

ITK TERVIKUNA	
TÖÖJÕUKULU KASV	24%
KÄIBE KASV	17%
KASUMI KASV	23%
IT	
TÖÖJÕUKULU KASV	33%
KÄIBE KASV	21%
KASUMI KASV	14%
TELEKOM	
TÖÖJÕUKULU KASV	11%
KÄIBE KASV	12%
KASUMI KASV	25%

ALLIKAS: EESTI INFOTEHNOLOOGIA JA TELEKOMMUNIKATSIOONI LIIT

EESTI ITK TURU JAOTUS

IT	17%
RIISTVARA	33%
TELEKOMMUNIKATSIOON	50%

ALLIKAS: EESTI INFOTEHNOLOOGIA JA TELEKOMMUNIKATSIOONI LIIT

IT-firmade hulgas on pisut paremas seisus tarkvaraarendajad, kes on suutnud hoida keskmiselt 10%-list kasumlikkust, samuti erinevate IT-teenuste pakkujad. Seadmemüügi langus on ülemaailmne nähtus – edukalt suudavad tegutseda vaid need, kes suudavad pakkuda mingit lisaväärtusteenust.

Kui varem on telekomi käive moodustanud ITK-sektori mahust u 60%, siis 2006. aastal jõudis suhe 50:50 tasemele – seda vähemalt käibenumbrite osas. Kasumist üle 80% korjab endiselt telekom ja vaatamata käivate võrdsustumisele on IT kasum endiselt nõrgal tasemel, mis ei suuda tagada investeringuid, tootearendust ega ka murdmist välisturgudele muid vahendeid kaasamata.

Mõneti võib tööjõupuuduse süvenemine ITK-sektori arengule isegi kasuks tulla, sundides ettevõtteid efektiivsemale tegutsemisele ja koostööle. ■

KOMMENTAAR

„Rätsepaülikondadest“ saab minevik



ENN SAAR,
MICROLINK EESTI
AS-I JUHATUSE
ESIMEES

Eesti IT-ettevõtteid ootab lähiaastatel ees konkurentsi karmistumine, kinnitab MicroLink.

Konkurents kasvab rahvusvaheliste teenusepakkujate tulekuga, kes suudavad kiiresti ja odavalt pakkuda nn standardlahendusi eratarbijatele ja väikeettevõtetele. Seda liiki teenusepakkujad sisenevad Eesti turule universaalsete teenustega, mida on kiire ja odav kasutada tarbija asukohast sõltumata – olgu Eestis või Brasiilias! Näitena võib tuua Google'i teenused.

Eesti IT-sektorit mõjutab ka maailma suurfirmade konsolideerumine, mille käigus IT-alaseid otsuseid tehakse ja osalt ka viiakse täide rahvusvaheliste kontsernide peakontorites.

Lisaks konkurentsi karmistumisele seisavad IT-ettevõtted silmitsi äripoolse üha kasvavate ootustega IT-lahenduste kiirusele. Teisisõnu: lahendused on üha keerukamad, aga peavad valmima üha kiiremini.

Kasvatates ootustes ei ole ju midagi halba? Probleem on selles, et lahendusi tellivate ettevõtete IT-süsteemide juurutamise oskused ja kogemus ei ole aastatega märkimisväärselt paranenud. Nii kohtame meiega iga päev kliente, kes on hämmingus,

et IT-süsteemide edukaks juurutamiseks peavad nad ise väga suure osa tööst ära tegema, et panna oma organisatsioon uutmoodi toimima ja uut lahendust kasutama.

Infotehnoloogia liigub üha enam selles suunas, et iga ettevõtte ei saa konkrentsis püsimiseks lubada endale kallist ja pikaajalist infotehnoloogilise „rätsepaülikonna“ tegemist, pigem tuleb kaaluda kiirete standardlahenduste kasutuselevõttu. Sellised standardlahendused ei rahulda kindlasti töötajate kõiki unistusi ja soove, küll aga teevad seda 80% ulatuses, mis on vajalik ettevõtte jaoks, et kiiresti edasi liikuda.

MicroLink on juba valmis üle minema uue põlvkonna IT-lahendustele, mis sisuliselt tähendab seda, et tulevikus ei integreerita omavahel enam erinevaid tarkvaraprogramme, vaid suhtlema hakkavad erinevate ettevõtete teenused. Lihtne näide: kui siiani on kõik ettevõtted kogunud ja süstematiseerinud ise oma klientide postiaadresse, siis tulevikus on võimalik ettevõtte infosüsteemid siduda keskse aadressiteenusega, mispuhul võib olla kindel aadressi õiges kujus, postiindeksis jms. Erinevate infosüsteemiteenuste kasutuselevõtt oma ettevõtte infosüsteemis on juba palju kiirem, kui iseseisvalt samalaadse süsteemi loomine.



MicroLink pöörab lisaks „rätsepaülikondade“ valmistamisele üha enam tähelepanu sellele, kuidas rahuldada ettevõtete enamlevinud vajadusi selliste lihtsate IT-teenustega, mida saab kiiresti kasutusele võtta ja neist kasu hakata saama. Teisisõnu ei väsi me kordamast vana head tõe: „Do what You do best - outsource the rest!“

EHITUS

Ehitushindade ja -palkade tõus stabiliseerub

Ehituse raskuskese pöördub elamuehituselt infrastruktuuri-ehituse poole – kui jätkub killustikku ja insenere.



INDREK PETERSON,
EESTI EHITUSETTE-
VÕTJATE LIIDU
TEGEVDIREKTOR

Veel aasta tagasi kevadel valitses ehitussektoris eufooriline õhk-kond. Tundus, et edulugudele ei tulegi lõppu. Kui julgemad prognoosisid tol ajal ehitusmahtude kasvu jätkumist veel 2–3 aastaks, siis praegu, aasta hiljem, oleme sunnitud prognoose pisut

kohendama. Samas pole ka eriliseks pessimismiks põhjust.

Kui 2006. aastal kasvas Eestis ehitusmaht 2005. aastaga võrreldes jooksevhindades 22%, siis 2007. aastal kujunes kasvaks 10–15%.

On üsna tõenäoline, et Eestis jätkub majanduskasv ka 2008. aastal (vähemalt 3–5%), mistõttu pole tõenäoline, et ehitusmahud vähenevad. Saab rääkida vaid ehitusmahtude kasvu aeglustumisest ja tagasilöökidest elamuehituses.

Usun, et ka elamuehitus saab juba lähitulevikus uue hoo. Inimesi, kes soovi-

vad oma elamistingimusi parandada, on Eestimaal veel küllaga. Kui Eestis on elamispinda ühe inimese kohta vaid 29m², siis Soomes 38m² ja Saksamaal 42m².

Keerulisemas olukorras on need ehitusfirmad, kes keskendusid liialt elamuehitusega seotud kinnisvaraprojektidele. Elamumüük on pidurdunud ning nii mõnedki kinnisvaraarenduse projektid on peatatud ja jäetud paremaid aegu ootama. Need ettevõtted, kes suudavad oma riske hajutada ja ehitusturul ümber orienteeruda, peaksid olukorrast välja tulema.

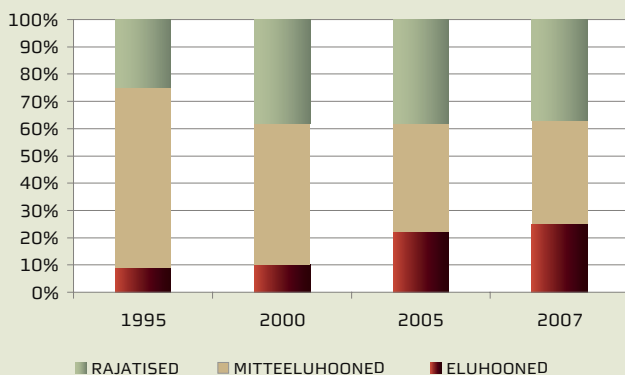
Ehituse konkurentsivõime tagamiseks on lähiajal väga tähtsal kohal investeeringud innovatsiooni ja arendustegevusse (nt kohaliku paekivikillustiku

STATISTIKA

EHITUS

JOONIS

Ehitussektori mahtude jaotuvus (1995–2007)



TABEL

Ehitustööd, milj. kr 1998–2006 (2007. a. on prognoos*)

Aasta	EHITUSTÖÖD KOKKU	S.H. OMALJÕUL
1998	15898	10670
1999	12785	8753
2000	15286	10653
2001	18122	11881
2002	21360	13845
2003	24224	15166
2004	28594	18086
2005	36535	23210
2006	47554	31375
2007*	55000	35750



kasutusvõimaluste uurimine meie teede-ehituses ja hoone piirete õhupidavuse uuringud). Samas on innovatsiooni- ja arendustegevus meie majanduses vaid väheste privileeg, kuna väiksed firmad tavaliselt ei ole lihtsalt võimelised nendes tegevustesse investeerima. Tihti peale jääb selliste firmade "jalanumber" ka pankadele liiga väikseks, et arenduslaenu saada.

Probleemi lahendamiseks oleks vaja rohkem tuge riigilt: riiklikud arengukavad, teadus- ja arengukeskused, arendusprojektide elluviimiseks loodud tugifondid ja nende töö koordineerimine, uue teabe levitamine ja propageerimine jne.

Oluliseks toeks ehitussektorile on lähiaastatel Euroopa Liidu fondidest tulev raha keskkonnarajatistesse ja teedeehitusse (u 35 miljardit krooni). Infrastruktuuri- ja teedeehitusel on seega head väljavaated. Jääb vaid loota, et suured teedeehitusprojektid ei takerdu üha süvenevate killustikuprobleemide taha.

Olulist ehitushindade tõusu pole aasta jooksul ette näha. Võib ette tulla mõneprotsendilisi kõikumisi, kuid suures plaanis on ehitushinnad stabiliseerunud. Sama võib väita ehitusmaterjalide kohta, kus ühelt poolt tõstab hinda kallinev kütus ja energia ja teisalt vähenenud ostusurve.

Ka olulist palgakasvu pole ehitussektoris lähiaastal ette näha (see jääb 2–5% piiresse). Tööjõupuudus on leevendunud ja pole vajadust enam iga hinna eest tööjõudu palgata. Just praegune seis on kujunemas investoritele ja potentsiaalsetele ehitustellijatele meelepäraseks, kuna pole vaja enam kiirustades mõttetult riskeerida. Ehitusturg on jõudnud korrastumise järku. Tekkinud on normaalne terve konkurents.

Samas on endiselt suur inseneride ja oskustöölise puudus. Kui 2007. aasta sügise ehitussektori tööjõuturu uuring näitas, et ligikaudu 38% ehitussektoris töötajatest ei oma erialast haridust, siis võib oletada, et see ongi suhteliselt madala tootlikkuse üks põhjus. Ehitussektori tootlikkus jääb Eestis oluliselt alla Euroopa Liidu liikmesriikide keskmisele näitajale – on vaid pisut üle 50% keskmisest tootlikkusest töötaja kohta.

Siinkohal peab veelkord rõhutama inseneriharidusega spetsialistide suurt defitsiiti. Kui Eesti haridussüsteem toodab nelja sotsiaalteaduse või mõne muu „pehme“ valdkonna spetsialisti kohta vaid ühe inseneri, siis on seda selgelt vähe. Innovatsiooniks ja uute tehnoloogiate arendamiseks, mis on oluline tingimus ehitussektori konkurententsivõime parandamiseks ja tootlikkuse kasvuks, sellest ei piisa. ■

ENNE 2009. AASTA TEIST POOLT PAREMAKS EI LÄHE

Lähema aja suurim väljakutse on kohanemine vähese nõudlusega. Põhiline vahend selleks on kulude kontroll.

MÄRT LUUK, AS-I EESTI EHITUS NÕUKOGU ESIMEES

Harju Ehitusel nagu teistelgi ehitusettevõtetel on lähima aasta suurim väljakutse kohaned uute tingimustega. Elamuehituse ja -arenduse alal, mis viimasel ajal on moodustanud u 40% Harju Ehituse tegevusest, on nõudlus tugevalt vähenenud.

Elamuehituse asemel muudes ehitusvaldkondades tööd leida ei ole lihtne, sest sealgi on tellijad võtnud äraootava seisukoha mitte niivõrd ehitushindade langemist oodates kui raskemaks muutunud majandusolude tõttu – neilgi ei tule raha endisel hulgal sisse ja tuleviku-perspektiivid ei ole selged.

Konjunktuur ehituses ei parane tõenäoliselt enne 2009. aasta teist poolt. Põhiline vahend uute oludega toime tulekuks on kulude kontroll.

Buumi ajal tekkinud tööjõupuuduse probleem on õnneks lahenevas. Kui buumiaastail nägime alltöövõtjate leidmisega suurt vaeva, siis nüüd on nad end jälle ise hakanud pakkuma (Harju Ehitus tegeleb peatöövõtu ja ehitusprojektide juhtimisega, tellides ehitustööd alltöövõtjatelt – toim.).

Ehitusinseneride puudust, millest räägitakse kõrvalolevas kommentaaris, ei ole Harju Ehitusel seni olnud, ka buumi ajal mitte. Aga kaugemas perspektiivis võib tööpooldest saada ehitussektori arengut takistavaks probleemiks see, kui inseneri juurde ei koolitata.



FOTO: ARIPÄEV

BIOMEDITSIIINITEHNIKA

Tootjaid on vähe, arendajaid veelgi vähem

Biomeditsiinitehnikatööstus on Eestis praegu pea olematu, kuid siiski arvestatava tulevikupotentsiaaliga tegevusala.



JAAUNUS LASS,
EESTI BIOMEDIT-
SIINITEHNIKA JA
MEDITSIIINITEHNIKA
ÜHINGU JUHATAJA

Terviseinsenerlus ehk biomeditsiinitehnika on kogu maailmas kiiresti arenev interdistsiplinaarne ala, mille eesmärgiks on tehnika ja tehnoloogia kasutamine tervise ning elukvaliteedi parandamiseks. Eesti biomeditsii-

nitehnikatööstus on kahjuks pea olematu.

On mõned üksikud ettevõtted, kes teevad allhanketöid suurtele rahvusvahelistele ettevõtetele. Näiteks A&G Ltd. toodab andureid ja tarvikuid GE patsiendiseiresüseemidele. Karl Storz Video Endoscopy Estonia OÜ (endine Endoskoopiatehnika OÜ) tegeleb endoskoopiliste seadmete tootmisega, seadmeid turustab Saksamaal tegutsev emafirma. Need ettevõtted on pigem allhankefirmad, kus teadus- ja arendustegevus hetkel eriti ei panustata.

Nõukogude ajast tänapäevani (Tondi Elektroonika) on Eestis toodetud kuuldeaparaate. Paraku paistab, et maailma-

turule ei ole suudetud pürgida, kuuldeaparaate tehakse põhiliselt kohaliku turu tarbeks.

Meditsiinitehnoloogiat arendavaid ettevõtteid on Eestist veelgi raskem leida. Üks selline on LDI Ltd osalusel loodud firma Ldiamon, kes tegutseb hemodialüüsitehnika valdkonnas. Tartu tegemistest on silma jäänud lihaspinge mõõtmise seadme ehk müomeetri arendus (Müomeetria Ltd.).

E-tervishoiu alal pälvis suurt tähelepanu projekt doc@HOME, mis mõned aastad tagasi läks maailma vallutama. Tegu oli Eestist välja töötatud portatiivse ja kodus kasutatava patsiendi jälgimisüsteemiga, mis võimaldab arstil krooni-



STATISTIKA

BIOMEDITSIIINITEHNIKA

TABEL 1

Biomeditsiinitehnika tootjate müügi käive 2003–2006, mlj kr

KÄIVE 2003	KÄIVE 2004	KÄIVE 2005	KÄIVE 2006
334	393	474	602

TABEL 2

Biomeditsiinitehnika tootjate puhaskasum 2003–2006, mlj kr

KÄIVE 2003	KÄIVE 2004	KÄIVE 2005	KÄIVE 2006
17	42	46	55

ALLIKAS: STATISTIKAAMET



liste haigete seisukorda mugavasti jälgida ning vajadusel raviskeemi muuta ilma, et arst-patsient tarvitseksid kohutada. Vananevas Euroopas on mobiilsed meditsiinirakendused populaarsust kogumas, kuid Eesti ühiskond ja ravirahastussüsteem ei ole selliste lahenduste jaoks ilmselt veel küpsed.

Sellegipoolest võiks terviseinsenerluse teaduspoolel olla Eestis tulevikku. Esiteks on Eesti selle valdkonna teaduspoolega maailmakaardil täiesti olemas. Meil on teaduspotentsiaali, mida saaks tööstusesse kaasata. Biomeditsiinitehnika- ja meditsiinifüüsikaharidust antakse nii Tallinna Tehnikaülikoolis kui ka Tartu Ülikoolis. Kahjuks peab tunnistama, et tudengite hulgas ei ole biomeditsiinitehnika väga populaarne ning ka hariduse kvaliteet võiks parem olla.

Teiseks on meditsiin majandusharu, kus liigub aasta-aastalt üha rohkem raha põhjusel, et arenenud ühiskonnas ei ole inimese tervise parandamiseks pea ükski summa liiga suur; lisaks on arenenud ühiskond ka vananev ühiskond, mis omakorda esitab meditsiinile uusi väljakutseid.

Et võimalusi kasutada, peaks riik panustama inseneriharidusse, sest lõpuks jääb kõik ikkagi inimeste taha pidama. Kui meil ei ole kvalifitseeritud insenere, siis ei teki ka uusi tehnoloogiad arendavaid väikeettevõtteid ega tööstust. Teostamata ideed ei ole midagi väärt. Biomeditsiinitehnika kui interdistsiplinaarne valdkond, mis vajab erinevate erialade inseneride koostööd, tunnetab seda probleemi eriti teravalt.

KOMMENTAAR

Suurim väljakutse on usalduse võitmine Eesti ettevõttena



ARDO
REINSALU,
CURONIA RESEARCH
OÜ JUHATAJA

Doc@HOME-i tehnoloogiat on praeguseks rakendatud Inglismaal, kus presenteerime end pigem Inglise ettevõttena.

Curonia Research on olnud seitse aastat seotud patsientide koduseks tervisejälgimiseks mõeldud tehnoloogia doc@HOME väljatöötamisega. Haiglavälised seadmed ja tehnika, mis lubab patsiente jälgida nende kodus, on praegu biomeditsiinitehnika üks olulisemaid suundi.

Doc@HOME-i arendamisele tagasi vaadates võiks öelda, et tooteidee väljamõtlemine ja tehniline teostus oli lihtsam pool. Keerulisemad protsessi kohustuslikud rahvusvahelised kliinilised uuringud, toote ja ette-

võtte sertifitseerimine ning muidugi turundus.

Tänaseks on doc@HOME-i rakendatud Inglismaal, kus seda müüakse riikliku tervisekindlustuse kompenseeritava teenusena. Ehkki toote väljatöötajaks on Eesti firma, oleme sunnitud vajaliku usalduse äratamiseks esitlema end pigem Inglise ettevõttena.

Küsimus pole meie tehnilises võimekuses või kvaliteedis. Praegu arendatakse doc@HOME-i tehnoloogiat järgmist versiooni, jälle koostöös Eesti elektroonikafirmadega. Samuti on suur tõenäosus, et ka seadmeid hakatakse tootma Eestis. Just Eesti reputatsioon biomeditsiinitehnika väljatöötajana on üks suurimaid väljakutseid, millega meie valdkonnas tegutsejad peavad toime tulema.

Meie oleme olukorra lahendanud rahvusvaheliste partnerite kaasamisega. Doc@HOME-i tehnoloogia kliinilised uuringud toimusid lisaks Eestile Soomes, Saksamaal, Inglismaal, Iirimaal ja Portugalis. Inglismaal on meil oma investorid, kes lisavad ettevõttele rahvusvahelisemat ning vajadusel "inglaslikumat" jumet.

Veel üks meie valdkonda kimbutav probleem on Eesti väike siseturg. Biomeditsiinitehnika arendamine on ressursimahukas tegevus, mis vajab suuri investeeringuid ja seega korralikku turgu, kus investeeringud tagasi teenida. Eesti puhul tuleb selleks minna välismaale müüma, mis teatavasti on veelgi raskem. Lahenduseks on jällegi rahvusvahelised partnerid või praegusest tugevam avaliku sektori tugi, et uudset tehnoloogiat eksportturgudele viia.

Eestil on väikeriigina ka omad eelised: paindlikkus ning kiire manööverdamisvõime. Ka meditsiinis on meil võimalik kogu riigis rakendada süsteeme ning testida tehnoloogiat, mis suurriikides on märksa keerulisem ja aeganõudvam.

Heaks näiteks on meie meditsiinilised infosüsteemid, mis annavad juba tänna paljudele riikidele silmad ette, kuid

mille potentsiaal on märksa suurem, kui praegu kasutust leiab. Mobiilsed diagnostika- ja teraapiasüsteemid ning virtuaalsed konsultatsioonid võiksid tuua arstiabi patsiendile lähemale, hoides ühtlasi kokku kulutusi ja lõpptulemusena suurendades inimese kvaliteetset elu iga.





FOTOD: JAAK KADARIK



EDUKUSE VALEM

Me ei keevita. Me pakume teenust!

Ühel veebruariõhtul sõidab läbi Tallinna salapärane hiigelveos. Suur-Sõjamäelt sõidutatakse Muuga sadamasse 35 meetri pikkust kraanat, mille teekond viib Norrasse naftapuurtorni teenindavale laevale.

TOIVO TÄNAVSUU,
EESTI EKSPRESSI AJAKIRJANIK

See firma E-Profiil tsehhis valminud hiiglane tõestab, et kuuldu- sed Eesti rasketööstuse surmast on enneaegsed. Masinaehitus ja metallitööstus on konkurentsivõimelised ka kasvanud kulude tingimustes, kui kaasatud on nutikad ja efektiivsed insenerilahendused.

E-Profiil toodab Suur-Sõjamäel endises Dvigateli hiigeltsehhis suuri keerulisi metalltooteid: kraananooli, laevade tasakaalustusseadmeid, vintside detaile, mahu- teid jms. Varustades maailma kasvavat nafta- ja gaasitööstust, areneb ka AS E-Profiil, mis on viimasel neljal aastal kasvatanud käivet viis korda. Tööd jagub aastateks.

Inseneeria käis E-Profiilis ning uuris juhatuse liikmete Indrek Ustavi ja Toomas Jõgi käest, millega on firma võlunud suuri ja nõudlikke tellijaid, nagu maailma juhtiv nafta- ja gaasitööstusseadmete projekteerija ja tarnija National Oilwell Varco Norway.

Küsimus on seda huvitavam, et E-Profiili käsutuses on küll Põhjamaade suurim treipink, kuid suured ja keerulised metallitooted valmivad endise Dvigateli tehase 30-aastaste seadmetega. Vastus on lihtne – selle firma mõtteviis on ajast ees. Paljude teiste firmadega võrreldes on teistsugune ka suhtumine klientidele, töötajasse ja tööprotsessi.

“Me ei paku metall detaile, tööd ja keevitust. Me pakume teenust,” ütleb E-Profiili juhataja Toomas Jõgi. “Meil on projektipõhised tooted, millele lisame insenerilahenduse.”

Läbimurdetellimus kukkus ootamatult sülle

1990ndate lõpus oli E-Profiil osa Glaskeki kontsernist. Toodeti suurtes kogustes lihtsamaid fassaadielemente, alumiiniumprofile jms. Hiljem spetsialiseeruti metallkonstruktsioonidele.

Läbimurdeks kujunes 2004. aasta lõpus saadud suurtellimus National Oilwell Varco Norwaylt. Norrakad otsisid firmat, kes suudaks poole aastaga toota Kasahstani naftatöötlemiskeskuse jaoks 84-st eri suurusega mahutit koosneva kompleksi. Lepingu maht oli 32 miljonit krooni, mis oli toona sama suur kui E-profiili aastakäive.

Sel ajal tegutses firma Peterburi teel, endises Metallisti tehases. Jõgi sõnul olid konkurentidel tööd ees ja see seadis tellija raskesse seisuga. „Lühikese tähtaja, töö keerukuse ja suure mahu tõttu ei tahtnud keegi seda projekti võtta. Meie võtsime suure riski, lihtne oli näppe kõrvetada,” ütleb ta.

Mäng vääriski küünlaid. Tootmis- plaan arutati kümme korda läbi, pooleaas- tane töögraafik plaaniti tunnise täpsusega. Mahutid tuli mitte ainult toota, vaid ka testida, toruühendused luua, surve- testada, värvida ja korraldada keeruline logistika nii tootmissiseselt kui ka sadamasse.



E-Profiili valmistatud 35 meetri pikkune kraanadetail, mille teekond viib Norrasse.

FOTO: E-PROFIIL

“Saime tööga hakkama ja hoiame sellest positiivsest kogemusest kinni,” ütleb Jõgi.

Järgmisena telliti E-Profiililt 187-tonnine kraana, mis oli tellija jaoks seni suurim. Selle tootmine vajas oluliselt suuremat tsehhi ja teistmoodi tehnoloogilist lähenemist. 2005. aasta lõpus kolis E-Profiil endise Dvigateli tehase suurimasse tsehhi, kolm korda suuremale pinnale.

Norrasse müüdi 100 tonni kaaluv kraana

Indrek Ustav ütleb, et praegu pole firmal mõistlik toota väikesi ja kergeid konstruktsioone. Kas või seetõttu, et tsehhis on detailide liigutamiseks kuni

saadetakse laevadega edasi kliendi soovitud sihtkohta.

Metalldetailid ostetakse allhankijatel projektipõhiselt ja ise suuremat laovaru ei hoita. Detailid töödeldakse osaliselt kohapeal, “laines” lehed sirgestatakse ainulaadse sirgestusmasina või 1250-tonnise pressimisjõuga pressi abil, lõigatakse osa faasidest ja keevitatakse valmistooteks kokku. Lisaks sellele tehakse eri vaheoperatsioone masintöödeldavatele pindadele. Keevitumahud on suured ja paljuski “käsitöö” – osa toodete puhul on vaja materjali paksusest tulenevalt kvaliteetse keevisõmbluse saamiseks teha kuni 35 läbimit ja konstruktsiooni kallal tegutsevad keevitajad mitu nädalat.



Pappmakett võimaldab avastada tellijapoolseid konstruktsioonivigu, mida tsehhis otsida on lootusetult hilja.

80-tonnise tõstejõuga kraanad. Selle asemel tehakse raskeid, keerulisi ja kalleid nafta-, gaasi- ning masinatööstuse tooteid: pigem vähem, aga suuremaid.

2006. aastal saadeti Norra tellijale 187 tonni kaaluv kraananool. Tänavu veebruaril lõpus saadatud 47 meetri pikkune kraana kaalus ligi 100 tonni.

E-Profiil koostab kuni 440-tonnise tõstevõimega kraanakonstruktsioone, värvib, monteerib osaliselt hüdraulikat ja tšepordib tooted sadamasse, kust need

Kvaliteetse töö aitavad tagada viimase paari aasta jooksul ostetud 30 inverter-keevitusaparaati, mida võiks nimetada keevitusmaailma Mercedes-eks ja BMW-deks. Kui üks töötaja sellega kord hooletult ümber käis, toodigi kogu tsehhile võrdluseks BMW. Kõiki keevisõmbluseid kontrollitakse magnetpulber- või ultrahelikatsetega. Töö peab olema täpne ja kvaliteetne, sest näiteks 20-meetrine kraana tohib “köver” olla vaid kolme millimeetri jagu.

MULJETAVALDAV KÄIBEKASV

- E-PROFIILI KÄIVE (MLN KR)
- 2004 - 32
- 2005 - 64
- 2006 - 106
- 2007 - 161

ALLIKAS: AS E-PROFIIL

Kokkukeevitatud konstruktsioonid puhastatakse metallipuru-suruõhupritsi ja värvitakse kohapeal. Nende tööde kõrged kvaliteedinõuded lähtuvad toodete kasutamise keskkonnast – väga niisked ilmastikutingimused, kuni 20 meetri kõrgused lained jne.

Insenerid mängivad mudelitega

Suuremaid uuendusi ei tee E-Profiil siiski tsehhis, vaid kontoris. Enne, kui toode keevitajate-lukkseppade kätte jõuab, tehakse sellest pappmakett, mille insenerid põhjalikult läbi uurivad. Sar-nase maketi valmistavad ka arhitektid, enne kui kopp maasse lüüakse.

Erinevate tootetüüpide ja detailide maketid tehakse 25 korda väiksema mõõtkavaga. Jõgi sõnul võimaldavad need avastada tellijapoolseid konstruktorivigu, mida tsehhis otsida on lootusetult hilja, ja planeerida detailide koostamist, töötlemist ja liigutamist.

Nii suuri konstruktsioone tootes on tema sõnul äärmiselt oluline, kuidas muutub pööramisele raskusele ning kas tsehhi kaks 80-tonnise tõstevõimega sildkraanat on üldse võimelised detaili pöörata. Projektiga seotud inimesed, alates konstruktoritest, projektijuhist ja lõpetades brigadiriga, liigutavad kontoris mudelit enne paletiga, kui tegelik toode tsehhis kraanakonksu külge haagitakse.

Mudelite tegemine on aeganõudev kunst, millega enamik selle valdkonna Eesti ettevõteteid ei tegele. Paljudel puudub selleks ka vajadus.

"Meie põhimõte on lihtne: leida vead võimalikult varakult. Üks tund tegemata inseneritööd tähendab kümme tundi tööd tsehhis ning see omakorda hiljem sadat lisatundi montaažis," räägib Jõgi.

Vaatamata sellele, et kliendid kasutavad tellimuste puhul nii 2D- kui ka 3D-jooniseid, on papist mudelid end siiski igati tõestanud. Kord jäi näiteks kraana projekteeerijal arvutis kahe silma vahele kaks auku, kust oleks vesi kraanasse pääsenud ja võinud tekitada väga suuri probleeme. Tellija projekteeerijad ei pööranud arvutis mudelit nii, et nad oleksid auke näinud.

"Papist makett on visuaalselt palju paremini tunnetatav," märgib Jõgi. Selliseid "mänguasju" leiab E-Profiili kontorist kõikide suuremate tootegruppide kohta.

Makettide abil erinevad olukorrad läbi "mänginud", saadavad konstruktorid

ja insenerid tsehhi väga täpsed detailide koostamise ja töötlemise juhtnöörid. Jõgi ütleb, et kui keevitaja ja lukksepp teavad väga täpselt, mida ja kuidas teha, tekib ka vähem praaki.

Vigade parandus on kallim kui vigade ennetamine

E-Profiili konkurendid asuvad nii Aasias kui ka Ida-Euroopas. Lähimad on suured Poola tehased, kellest eestlased püüavad olla paremad tootmise kvaliteedi ja paindlikuma teenuse poolest.

Jõgi ütleb, et kui kõige tähtsam oleks hind, toodetak kõik juba ammu Hiinas. "Meie eelis on suhtumine kliendisse. Teeme asju nii, nagu tellija ootab," ütleb ta.

Lihtne põhimõte, kuid elus mitte nii must-valge. Kui osa konkurente võtab joonise ette ja teeb toote valmis, siis E-Profiil võtab joonise ette, konstruktorid töötavad selle põhjalikult läbi ning toovad välja võimalikud küsimused.

On olnud juhuseid, kus toode on valmis, kuid hiljem tekivad probleemid ja tootja on öelnud tellijale – meie tegime teie jooniste järgi. Õige küll, aga tellija jaoks on vigade parandus alati palju kallim kui vigade vältimine.

"Ka meie võiksime toote valmis teha ja öelda: ise tahtsite sellist. Samas tähendab probleem tellija jaoks seda, et järgmine kord valib ta teise firma, kes asja korralikult ära teeb," märgib Jõgi.

 E-Profiili juhatuse esimees Toomas Jõgi näitab tootemudelit, mille tegemiseks ja uurimiseks kulub kontoris palju aega, kuid mis aitab tootmistsehhis aega kokku hoida.



VALIK E-PROFIILI SUUREMAID KLIENTE

- **NATIONAL OILWELL VARCO NORWAY**
Maailma juhtivam gaasi- ja naftapuurimisseadmete projekteeerija, tootja ja müüja. New Yorgi börsil noteeritud 140-aastase ajalooaga firma käive lähenes mullu 10 miljardile dollarile (104 miljardit Eesti krooni).

E-Profiil valmistab suurfirmale nafta-platvormide varustuslaevade kraananooli, lisaks laevade tasakaalustussüsteeme ja mahuteid, sh survemahuteid.

- **HYDRAMARINE**
Nafta- ja gaasitööstusseadmete ning -süsteemide projekteeerimise ja tootmisega tegelev Norra firma, mille hiljuti ostis suur tööstusgigant MacGregor Group. Viimane on üks maailma juhtivaid laevanduse ning sadamatootuse seadmete ja masinatega varustajaid. Kontserni turg hõlmab ligi 50 laevanduse ja laevaehitusega tegelevat riiki, grupi eelmise aasta käive küündis üle 11 miljardi krooni.


E-Profiil valmistab Hydramarinele kraananooli ning vintsiiosi.

- **MORGARDSHAMMER**
Rootsi firma, kelle amplyaaks on terasetööstuskonveieri osade tootmine.

E-Profiililt tellitakse konveieritele statiive ja presslaudu.

E-Profiilis töötab 157 inimest, neist 25 on juhid ja insenerid ning umbes 130 töötab tsehhis: keevitajad, lukksepad, masintööluse ja tegevuste spetsialistid.

Jõgi ütleb, et viimaste aastate palgaralli on olnud üsna ränk. Konkurents ellu jääda on võimalik ainult tootmise efektiivsusesse investeerides.

E-profiil mõlgutab uue ja logistiliselt sobilikuma tootmishoone rajamise ning tööprotsessi automatiseerimise mõtteid. Plaanis on soetada uut keevitusautomaatikat, et tootmist efektiivsemaks muuta ja palgasurvet vähendada. 

TARKVARA

Teamcenter kiirendab tooteloomet

Kas tead, mis on PLM-süsteem? Lähemalt kirjutab PLM-süsteemidest ehk toote elutsükli haldusest Teamcenteri tarkvara näitel **Indrek Kiolein** Pro-STEP OÜ-st.

Teamcenterit loetakse toote elutsükli halduse ehk PLM-i (*product lifecycle management*) tarkvaralahenduse standardiks, mis sisaldab nõuete ja standardite haldust, tootearendusprotsessi haldust ning allhankijatega suhtlemise ja hooldustööde jälgimise meetodeid. Teamcenter paistab silma avatuse ja modulaarse ülesehituse poolest, seda saab seadistada vastavalt ettevõtte suurusele ja vajadustele.

Kuna kuni 80% toote maksumusest määravad tooteloome varajases faasis vastu võetud otsused, siis ongi Teamcenter suunatud just tooteloome optimeerimisele. Standard võimaldab varakult avastada toote vigasid ja ebakõlasid. Kuna

selle abil on võimalik üheaegselt nii toota kui toodet arendada, kiirendab see ka uute toodete väljatootamist. Tänu Interneti-põhisele töökeskkonnale aitab Teamcenter meeskonnaks liita maailma eri kohtades töötavaid isikuid, säilitab partnerite ja allhankijate investeeringud CAD, CAM ja CAE vallas. Info on kõigile projektis osalejatele reaalselt kättesaadav.

Järgnevalt tutvustame TeamCenteri erinevaid funktsioone.

Toote andmehaldus

Teamcenter sisaldab PDM-i (toote andmehaldus, *product data management*) baasfunktsionaalsust, võimaldades tootearendusgruppidel hallata, otsida ja

jagada informatsiooni. PDM-i võimalused:

- » andmete säilitamine ja versiooni haldus. Meeskonnad saavad kasutada ühist ning turvalist andmehoidlat, kus ligipääs andmetele ja toimingud on määratud kasutaja õigustega (andmetele ligipääsu saab piirata). Kui toote andmetes tehakse muudatusi, haldab TeamCenter erinevaid versioone ning teavitab meeskonda tehtud muudatustest.

- » veebiliides tagab meeskonnaliikmete ligipääsu andmetele Internetis, varustades tooteloome protsessis osalejaid (ka koostööpartnereid) värskema informatsiooniga, sõltumata nende asukohast.

- » CAD andmete haldamine, säilitades failide omavahelisi sidemeid. Andmete salvestamiseks, otsimiseks ja nendega töötamiseks ei pea kasutaja avama TeamCenteri kasutajaliidest, vaid saab seda teha CAD süsteemist otse.

- » toote andmete haldamine. Toote kirjeldamine ei piirdu kunagi ainult CAD andmetega. Kogu ülejäänud informatsiooni lisamiseks toote definitsioonile tuleb avada TeamCenteri kasutajaliides ja lisada soovitud dokumendid või omadused (nt lepingud, katseprotokollid, standardid jne). Tänu sellele on kogu toote/projekti kohta käiv informatsioon loogiliselt seotud, kiiresti leitav ning hallatav.

- » võimalus luua töövoogusid (st ühtset ja standardset töökeskkonda) ettevõtte igapäevaste tegevuste juhtimiseks ja jälgimiseks. Kasutajad saavad ise algatada töövooge, määrata tegevuste täitjaid, jälgida ülesannete täitmise kulgu jne. Samuti on igapäevale näha temale delegee-



Teamcenteri töökeskkond

TOOTE ELUTSÜKLI HALDUS KIIRENDAB TOOTEARENDUST

Toote elutsükli haldus on tarkvaralahendus toote elutsükli kajastava info haldamiseks ning meeskonnatöö organiseerimiseks nii ettevõttesiseselt kui ka koostöös partneritega.

Toote elutsükli halduse ehk **PLM-i** (*product lifecycle management*) eesmärk on info kasutamine vajalike tootmisressursside minimeerimiseks, tuues välja strateegilised küsimused ja probleemid, millega tegelemine suurendab klientide rahulolu. Olukorras, kus toodete keerukusaste kasvab ja ning allhankijate ja partnerite ring laieneb, aitab PLM ettevõttel lühendada tootearendusprotsessi, ühtlasi vähenedes tootearenduskulusid.

PLM-i võimalikku mõju tootmisele võrdlevad analüütikud **Henry Fordi** poolt läbi viidud uuendustega masstootmises. Kui Fordi unistuseks olid vertikaalse integratsiooniga projektid nagu River Rouge, siis PLM-i integratsiooni mudel on horisontaalne, seotud suure hulga äripartnerite ning allhankijatega, kes teevad koostööd toote loomisel.

PLM koosneb järgmistest osadest: raalprojekteerimine ehk **CAD** (*computer-aided design*), raalootmine ehk **CAM** (*computer-aided manufacturing*), inseneriarvutused ehk **CAE** (*computer-aided engineering*), toote andmehaldus ehk **PDM** (*product data management*), toote loetelud/tükilehed ehk **BOM** (*bill of materials*), kliendihaldus ehk **CRM** (*customer relationship management*) ning tootmishaldus ehk **MPM** (*manufacturing process management*).

ritud tööd ning nende prioriteetid. Auto- maatselt on lahendatud ka tööde edasisuunamine töötaja puhkuse või haiguse korral.

Visualiseerimisvahendid

Visualiseerimisvahendid võimaldavad kogu tootearendusgrupil – ka neil, kes ei oska CAD tööriistu kasutada –

näha toote geomeetriat kogu arendusprotsessi jooksul. Olulisemad omadused:

» 2D-visualiseerimine võimaldab näha 2D-jooniseid, kontori tarkvara dokumente (MS World, PDF jt) ning rastergraafikat;

» 3D visualiseerimine võimaldab CAD süsteemi mittetundval kasutajal näha 3D detaile, jooniseid, aga ka analüüsitulemusi, tootmisinformatsiooni, sõltuvalt kasutatud CAD programmist;

» märkuste (markup) lisamine nii 3D-kui ka 2D-failidele aitab kasutajatel paremini selgitada eemal asuvatele meeskonna liikmetele probleemi sisu ning hoiab aega kokku;

» mõõtmine ja puuteanalüüs võimaldab CAD mittekasutajal saada temale vajalikke mõõte inseneri poole pöördumata, samuti teha kehade vahelisi kauguse kontrollide. Süsteem võimaldab ka lõigete tegemist ja nende mõõtmestamist;

Digital Mockup võimaldab koostada 3D-kooste detailidest, mis pärinevad erinevatest CAD süsteemidest, luua veel mitte eksisteerivaid kooste, kontrollida nende funktsionaalsust ja mehaanilist liikumist.

Inseneriprotsesside haldamine

Inseneriprotsesside haldamine laieneb toote definitsiooni CAD andmetest toote täieliku kirjeldamiseni, kaasates muu dokumentatsiooni ja muudatuste halduse. Inseneriprotsesside haldamiseks luuakse töövooge, mis viivad vajaliku informatsiooni kontrolliks ja kinnitamiseks õigel ajal õige inimese kätte. Olulisemad omadused:

» dokumendihaldus võimaldab hallata kõiki ettevõttes ringlevaid dokumente ja rasterpilte;

» klassifitseerimine võimaldab liigitada tooteid (andmeelemente) erinevate tingimuste/omaduste alusel, võimaldades kõikidel kasutajatel kiiresti otsida ja leida soovitud andmeelementi;

» toote muudatuste haldus võimaldab suunata kõik muudatused, kasutades eeldefineeritud töövoogu, vajalikele meeskonnaliikmetele kontrolliks ja kin-

nitamiseks. Kõik muudatused säilitatakse süsteemis, koos olulise informatsiooniga (muudatuse põhjus, muudetud detailid, uued detailid jne);

» alternatiivkomponentide defineerimine lubab kasutajal määrata asenduskomponente, aga ka asendatud komponente lähtudes toote tootmise kuupäevast (st süsteemi abil on võimalik näha, milline on toote kooslus täna ning milline see oli kolm aastat tagasi);

» toote komplekteerija lubab määrata tootele erinevaid kooslusi, lähtuvalt erinevate turgude nõudmistest (nt erinev seadusandlus või tarbimistavad). Seejuures võimaldab moodul maksimaalselt ära kasutada olemasolevat kooslust. Uute konfiguratsioonide defineerimisel kasutatakse komponentidevahelisi seoseid ja reegleid (nt valides võimsama mootori, tuleb valida ka võimsam sidur).

Teamcenterit saab siduda ERP-ga

Teamcenter Engineering on integreeritav suuremate ERP (ettevõtte ressursside planeerimise) süsteemidega, samuti on tal olemas universaal moodul, mida konfigureerides on võimalik luua ühendus teiste andmebaasidega.

Tavaliselt sünkroniseeritakse PDM süsteemist ERP süsteemi infot toote struktuuri, elementide atribuutide (nt materjal), tootmiseks vajalike ressursside ja operatsioonide kohta. ERP süsteemist PDM süsteemi tuuakse aga insenerile vajaliku infot nagu laoseis ja tarneajad.

Teamcenterit kasutavale ettevõttele on tagatud turvaline ligipääs andmetele ja teenustele nii ettevõtte sees kui ka väljaspool tulemuuri. See võimaldab meil lihtsalt kasutada ressursse väljaspool ettevõtte piire, muretsemata selle asukoha pärast. Samuti on oluline sama ettevõtte erinevate osade serverite integreerimine ühtseks tervikuks. Süsteem on jõukohane elementaarseid arvutialaseid teadmisi omavale inimesele. ■

LOE LISA: [HTTP://WWW.PLM.AUTOMATION.SIEMENS.COM/EN_US/PRODUCTS/TEAMCENTER/INDEX.SHTML](http://www.plm.automation.siemens.com/en_us/products/teamcenter/index.shtml)

▶ TOOTLIKKUSE TÕSTMISE KOOL

INSENERIA ALUSTAB LUGUDE SEERIAGA, MILLE EESMÄRK ON KIRJELDADA ERINEVAID TOOTLIKKUSE TÕSTMISE MEETODEID PUNKT PUNKTI HAAVAL, TUUES VÄLJA NENDE HEAD JA VEAD. ÜHTLASI TUTVUSTAKSE MEETODITE AJALOOLIST TAUSTA.

Toyota perekonna ja Toyota tootmissüsteemi ajalugu

Kavatsen tunduvalt vähendada ajakadu tehnoloogilistes protsessides ning detailide ja materjalide tarnimisel. Minu põhimõte on „täpne ajastus“, mis tähendab, et toodang peab olema tarnitud just täpselt määratud ajal, ei varem ega hiljem. **Kiichiro Toyota**, Toyota Motor Company looja 1938. aastal Toyota Koromo tehase avamisel.

Toyota põhisaavutuseks on tootmisfilosoofia, mida nimetataksegi Toyota tootmissüsteemiks (TPS – *Toyota Production System*). Seda peetakse järgmiseks sammuks tootmisjuhtimise arengus pärast **Henry Ford**i masstootmise süsteemi. TPS-i analüüsitakse ja kasutatakse praegu paljudes maades. Toyota kompaniist väljaspool kasutatakse selle kohta ka mõistet *kulusäästlik tootmine (Lean Production)*.

Vaatamata Toyota korporatsiooni suurusele, on tegemist siiski pereäri. Toyota nimi ongi tulnud Toyoda perenimest, kus täht *d* on asendatud mugavama häälduse huvides *t*-ga. Selleks et paremini mõista TPS-i ning kulusäästliku tootmise põhimõtet, tuleks kõigepealt tutvuda selle mõjuvõimsa perekonna ajaloo, sest see määraski suures osas Toyota ettevõttekultuuri. Erilist rõhutamist väärib nende järjepidevus ning filosoofia muutumatus, mida edastatakse ühelt juhilt teisele, sõltumata sellest, kas ta on Toyoda perekonna liige või mitte.

Kindlate põhimõtetega liidrid

Asi sai alguse **Sakichi Toyodast**, kes oli leiutaja ja kuldsete kätega mees. Tol ajal oli Jaapanis suure au sees kudu-

mine ning riigijuhid toetasid väikest kodutootmist. Veel poisina õppis Sakichi oma isalt ka tiseritööd, mis tuli talle hiljem abiks kudumismasinat loomisel. 1894. aastal lõi ta paremad ja odavamad masinad. Muidu võis tema süda rahul olla, kuid üks asi häiris: nimelt see, et ema ja õde pidid terve päeva kudumistelgedes juures veetma. Siit tuli idee teha ajamkudumismasin.

Arendusosakonda, kelle käest nõu ja abi küsida, polnud tollal veel olemas. Kõik tuli ise välja mõelda. Kõigepealt proovis ta kasutada kudumismasina ajamina aurumasinat. Katsetamise käigus tulid teadmised ning lõpuks sai ülesanne lahendatud. Nüüd on seesama meetod üks Toyota tootmissüsteemi põhialustest. Seda nimetatakse *genchi genbutsu*'ks, tõlkes 'et lahendada probleemi, pead seda ise nägema'. 1926. aastal asutas Sakichi ettevõtte Toyota Automatic Loom Works, mille baasil loodi hiljem Toyota Group.

Keeruliste automaatsete ajamitega masinate ja muude leiutiste hulgas oli ka spetsiaalne mehhanism, mis pani masina seisma niipea, kui niit katki läks. See omakorda on kujunenud teraviklikuks süsteemseks printsibiiks *jidoka*'ks, mis tähendab automatiseeri-

mist inimintellekti abil. *Jidoka*'l on kaks põhimõtet:

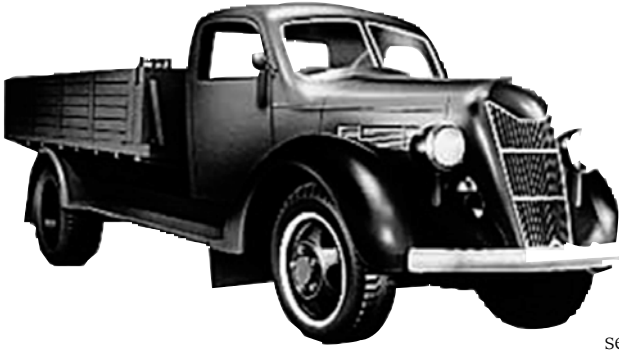
- 1) kvaliteedi tagamine tootmisprotsessis (vigade ennetamine);
- 2) suurema lisaväärtuse loomine (inimesed ei pea jälgima masinate tööd ja saavad sel ajal muud teha).

Toyota Motor Company

Seade, mis aitas vigu ennetada, sai populaarseks Toyoda mudeliks. 1929. aastal saatis Sakichi oma poja Kiichiro Inglismaale, et pidada sealse kudumiseadmete suurtootjaga **Platt Brothers** läbirääkimisi patendiõiguste müümise asjus. Summa pandi paika – 100 000 Inglise naela – ja juba 1930. aastal investeeriti see raha stardikapitalina **Toyota Motor Corporationi** loomiseks.

Kiichiro Toyota oli haiglane mees ja paljud arvasid, et temast ei tule tugevat ja sihikindlat juhti. Tema isa arvas aga teisiti. Sakichi andis pojale ülesande luua autotootmisettevõte – ta sai aru, et ajamipingid on varsti minevik ning tulevikku on autotööstusel. Lisaks soovis ta, et poeg teeks ise midagi uut ja panustaks inimkonna healusse.

Nii saadeti Kiichiro õppima masinaehitust mainekasse Tokyo Imperaatorlik-



ku Ülikooli, erialaks mootorid. Kudumisseadmete tootmisel saadud korralik metallivalukogemus, lisaks perekonna töökultuur ja järjepidevus asjade katsetamisel viis eduni. Tema poeg **Shoichiro Toyoda** on öelnud: „Mu isa ei tuginenud intuitsioonile, vaid kontrollis kõik praktikas järele. Kui oli vaja välja mõelda, kuidas valmistada mootor, siis tegi ta kõigepealt katseks väikese mootori.“

Kiichiro lõi Toyota firma vastavalt oma isa äri filosoofiale ja juhtimispõhimõtetele, kuid lisas veel midagi. Kui Sakichi rakendas esimesena *jidoka* põhimõtet, siis *just in time* ehk täppisajastuse süsteem on Kiichiro idee. See tekkis tal muide ühe külaskäigu ajal Fordi tehastes Michiganis. Tehased üle vaadatud, jäi tema pilk pidama hoopis supermarkettidel, kus kaup ilmus riiulitele täpselt õigel ajal vastavalt sellele, kui kiiresti see ära osteti.

Algas Teine maailmasõda. Jaapan

Kiichiro oli tõeline juht – ta võttis vastutuse endale ning lahkus Toyota juhi kohalt. See vaigistas töötajaid ning rahu oli taastatud. Aga see andis üldsusele lisaks ühe olulise teadmise, mis saigi

Toyota juhtimisfilosoofia aluseks – pikaajaline heaolu on tähtsam kui isiklikud huvid ning iga töötaja peab kandma vastutust.

Pärast Kiichiro t asus firma etteotsa **Eiji Toyoda**, Sakichi Toyoda vennapoeg, Kiichiro onupoeg. Ka Eiji oli õppinud Tokyo Imperaatorlikus Ülikoolis masinaehitust.

Eiji Toyoda oli nagu ta onu ja onupoeg täiesti veendunud, et kõike saab teha – tuleb vaid ise vaeva näha ja katsetada. Eiji Toyoda sai presidendiks ja seejärel kogu ettevõtte esimeheks. Tema oli see, kes juhtis firmat kõige raskematel aastatel, keerulistel 1950-ndatel ning arendas Toyotast suure rahvusvahelise ettevõtte.

Tootmissüsteemi loomine

1930. aastatel tootis Toyota peamiselt tavaveokeid, primitiivse tehnoloogiaga kokku pandud madalakvaliteedilisi auto-

hävitatud kahe aatompommiga, enamik tööstusharusid ei toiminud, elanikel polnud rahalisi vahendeid. Kui tolaeagne Toyota tegevdirektor Eiji järjekordselt külaskäigult USA autotehastest tagasi tuli, andis ta tehase juhile **Taichii Ohno**le uue ülesande. Ülesanne oli lihtne – saavutada samasugune tootlikkus nagu Fordi tehastes. Kui USA-s tuli tootmisliinilt 9000 ühikut kuus, siis Toyotas oli võimalik toota ainult 900 ühikut kuus – vahe oli kümnekordne. Fordi masstootmissüsteem oli ehitatud selleks, et toota väga suuri koguseid ühte ja sama toodet. Toyota pidi ehitama erinevaid autosid väikestes partiides ja kõike seda ühel ja samal tootmisliinil. Ford sõna otseses mõttes ujus rahas, selja taga suur Ameerika ja rahvusvaheline turg. Nappide ressursidega Toyota pidi leidma oma tootmise jaoks lahendused – nendeks said kõrge kvaliteet, madal hind, lühike arendusaeg ning suur paindlikkus.

Kui Eiji Toyoda koos teiste ettevõtte juhtidega 1950. aastate keskel uuesti Fordi tehastesse külla läks, leiti, et 1930. aastatest saadik ei ole midagi muutunud. Nad avastasid palju puudusi: seadmed olid kohmakad, valmisdetailid seisid kaua, etapid olid kooskõlastamata ja nii



Shoichiro Toyoda: „Mu isa ei tuginenud intuitsioonile, vaid kontrollis kõik praktikas järele. Kui oli vaja välja mõelda, kuidas valmistada mootor, siis tegi ta kõigepealt katseks väikese mootori.“

kaotas ning ameeriklased, kes oleks võinud ka kohaliku autotööstuse seisma panna, said aru, et Jaapan vajab autosid oma majanduse taastamiseks. Ameerika esitas pärast sõda palju tellimusi, kuid suur inflatsioon sõi tulu ära. 1948. aastal oli Toyota võlg kaheksa korda suurem kui ettevõtte kogukapital. Pankroti ärahoidmiseks võeti kasutusele karm kokkuvõtte poliitika, vähendati vastastikusel kokkuleppel kõikide juhtide ja töötajate palka. Kiichiro lootis, et see aitab ja koondamist pole vaja. Kuid välja kukkus hoopis teisiti: koondati 1600 töötajat, mis põhjustas suuri meeleavaldusi.

sid, ega olnud edukas ettevõte.

1930. aastate lõpus sõitsid Toyota juhid Ameerika Ühendriikidesse tutvuma Fordi ja General Motorsi koostamisliinidega. Toyota oli samalaadset konveierisüsteemi ning mastaapide efekti juba kudumismasinat tootmisel proovinud, kuid peagi saadi aru, et Jaapani turg on Ameerika omaga võrreldes liiga väike. Nõudlus on ebaühtlane ja järelikult masstootmise kontseptsioon ei sobi. Et ettevõtte edasi tegutseks, tuli kohandada masstootmise põhimõte just Jaapani turu jaoks.

Nagu öeldud, oli autotööstus pärast sõda Jaapanis peaaegu olematu. Riik oli

kogunes suur hulk pooltoodangut, töökohtadel oli suur korralagedus, tõstukid paigutasid detailimägesid ühest kohast teise ning tehased meenusid rohkem ladu.

Toyota juhid said aru, et neil on võimalik konkureerida. Ohno tegi seda, mida oleks teinud iga teine juht. Ta külastas konkurendi tehast, uuris Fordi raamatut „Today and Tomorrow“ ning veendus, et Toyota kõige tähtsam eesmärk on vooltootmise kontseptsiooni elluviimine. See tähendab, et tooteid liigutatakse töökohtade või operatsioonide vahel ühe tüki partiidena, mis annab vajaliku

paindlikkuse ja kuluefektiivsuse. Selle parimaks näiteks olid Fordi poolt 1900. aastate alguses väljatöötatud liikuvad koostamisliinid, millega Ford muutis töökoja tootmise paradigmat ning lõi uue masstootmise, mis vastas XX sajandi vajadustele.

Kui Taichii Ohno selle kõigega alustas, polnud tal konsultante ega Interneti, rääkimata tootmisjuhtimise tarkvarast. Tal oli ainult usk, töökogemus tsehhis ning meeskond, kes uskus asjasse ning oli nõus tegema muudatusi ettevõtte edukuse nimel. Tema rakendaski Toyotas ellu vooltootmise põhiprintsiibi, kuid selle erinevusega, et kui Ford tootis oma liikuvale koostamisliinil ühte marki auto-

1980. aastal tõmbus TTS-i printsiipide rakendamine maailmas tagasi ning nõrgenes. 1990. aastal alustati aga Massachusettsi Tehnoloogia Instituudis viieaastast autotööstuse uurimise programmi, mille tulemusena ilmus bestseller „Masin, mis muutis maailma“ („The Machine that Changed the World“), autorid **James P. Womack**, **Daniel T. Jones** ja **Daniel Roos** andsid nime sellele, mida Toyota on õppinud ning aastate jooksul välja arendanud. Sellest aga räägime järgmises artiklis.

Kokkuvõte

Veel möödunud sajandi keskel polnud eriti keegi Toyota nimegi kuulnud – nüüd on see üks suuremaid autotootjaid

Kiichiro Toyoda: „Toyotas valitses filosoofia, et ettevõtte pikaajaline heaolu on tähtsam kui isiklikud huvid ning iga töötaja peab kandma vastutust.“



sid, siis tema pani liini tööle nii, et sai toota erinevaid marke. Järgmine samm, mille Ohno läbi viis, oli *jidoka*, mis tähendab, et tootmisprotsess seisatakse, kui ilmneb kvaliteediprobleem. Väikesed partiid võimaldasid paindlikkust klientide nõudmiste rahuldamiseks ning kohe- ne probleemide lahendamine nende ilmlemisel tagas kvaliteedi.

Üks tõestus selle tootmisprotsessi elujõulisusele on kindlasti esimene nافتakriis 1973. aastal – Toyota elas selle üle paremini kui teised Jaapani ettevõtted, taastus kiiremini ning hakkas peagi tulu teenima.

maailmas. 2003. aasta märtsis oli Toyota kasum 8,13 miljardit dollarit, enam kui Fordi, General Motorsi ja Chrysleri kasum kokku. Toyota kasumimarginaal on vähemalt kaheksa korda suurem kui autotööstuse keskmine. 1989. aastal toodi turule Lexus, mis konkureerib nüüd BMW ja Mercedes-Benzi luksusklassi mudelitega.

Toyotal on kõige kiirem autode arendusprotsess maailmas – uue auto või veoki projekteerimiseks kulub vähem kui 12 kuud, samas kui konkurentidel võtab see aega kaks-kolm aastat. Toyota on praegu maailma autotööstuse liider. ■



ALEKSANDR MIINA on Tallinna Tehnikaülikooli majandusteaduskonna doktorant ning FM Partners OÜ juhatuse liige ja konsultant. 2001. aastal omandas ta TTÜ-s bakalaureuse kraadi transporditehnika erialal ning 2003. aastal tootmise juhtimise ja korraldamise magistriskraadi. Hetkel kirjutab Aleksandr Miina doktoritööd teemal „Kulusäästliku tootmise juurutamise kriitilised edufaktorid Eestis“, mis peaks valmima 2009. aastal.

MIKS JUST TOYOTA?

Vastus sellele küsimusele on lühike: Toyota alustas esimesena mõtlemist ja tegutsemist tootmise optimeerimise ja tõstmise suunas. Paljud uurijad peavad **kulusäästlikku** ehk *lean*-tootmist tähtsusele järgmiseks tootmismeetodiks **mass-tootmise** järel. 1990. aastal sündis maailmas veel üks meetod – **agile-tootmine**.

Lean-tootmise märksõnad on väärtust mittelisavate tegevuste kõrvaldamine ning täppisajastus (*just in time*). *Agile*-tootmise märksõnad on paindlikkus ning kiire vastus muutuvale turu keskkonnale. Järgmisena ennustatakse **mass-eritootmise** meetodi levikut – massiliselt toodetakse kliendi soovile vastavaid erinevaid tooteid.

Laialt levinud tootlikkuse tõstmise vahend on ka **20 võtme meetod**, mille on välja arendanud professor **Iwao Kobayashi** (vt „20 võtit töökeskkonna parandamiseks“, „20 Keys to Workplace Improvement“, 1988). See meetod sündis suuremate Jaapani ettevõtete (sh Toyota) uurimisel.

Viimasel ajal on saanud tuntuks ka **5S-metodoloogia**, mis on mõeldud töökeskkonna loomiseks. Nimetus tuleb jaapani keelest: *seiri* – sorteeri ehk eemalda töökohast mittevajalik; *seiton* – organiseeri ehk paigalda asjad nii, et need oleksid alati kättesaadavad; *seiso* – puhasta töökoht tolmust ja mustusest; *seiketsu* – standardiseeri ehk hoiu seda puhtust ja korda pidevalt; *shitsuke* – enesedistsipliin ehk järjepidevus nende põhimõtete rakendamisel.

Eestis ei ole tootlikkuse tõstmise teema olnud väga populaarne, millele andis kinnitust ka 2006. aastal Aleksandr Miina doktoritöö kirjutamise raames 700 tootmisfirmas korraldatud küsitlus. Ainult 30% vastanutest teadis, mis üldse on lean-tootmine ning vaid 14% kasutab mõnda selle põhimõtet. Ettevõtlike Arendamise Sihtasutuse 2006. a esimese üheksa kuu statistika näitab, et vaid neli koolitustoetust 575st olid mõeldud kulusäästliku tootmise tundmaõppimiseks.

Viimasel ajal on aga seoses majanduskasvu aeglustumisega see teema taas päevakorras. Inimeste huvi *lean*-tootmise koolituste ja konsultatsioonide vastu tõuseb, sellele on pühendatud ka viimane logistikauhingu aastakonverents.

Stockholmi mööblimess: sektsio ja valge kõrgläige on taas moes

5.–9. veebruarini eksponeerisid Skandinaavia mööblitootjad oma parimaid tooteid Stockholmi mööblimessil. Nähtust annab Inseneeriale ülevaate Eesti Mööblitööstuse Liidu juhataja **August Kull**.

Võrreldes tänavust Stockholmi mööblimessi aastataguse Milanos toimunud Kesk-Euroopa suurima mööblimessiga, võib öelda, et olulisi muutusi ei ole aastaga toimunud. Samas on mitmed Kesk-Euroopa mullused trendid kanda kinnitamas ka Skandinaavia mööblitööstuses. Võrdlus Milano messiga on toodud sellepärast, et nagu rõivamood algab just Kesk-Euroopast, algab sealt ka mööblimood. Need

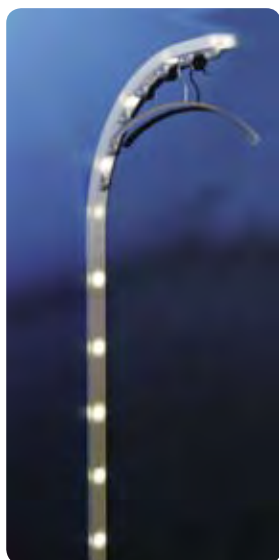
kaks tööstusharu on omavahel lähedalt seotud.

Valge kõrgläige on taas moes

Stockholmi messil hakkas silma musta mööbli taandumine. Tagasi on tulnud valge kõrgläige ja murtud toonid. Pole ka midagi imestada, sest musta suudavad kvaliteetselt teha vähesed tootjad – see on pretensioonikas värv, millelt jäävad

defektid kergesti näha. Suurepärast näidet musta töötlemisest Skandinaavia mööblitootjate hulgas Stockholmis silma ei hakanudki.

Materjalikasutuselt on skandinaavlast keskeurooplastest konservatiivsemad. Levinuim materjal on endiselt puit. Proovitakse ka klaasi, plastikut ja metalli, samas on nende käsitlemise (nt klaasi painutamise) tehnoloogiad Skandinaavias suhteliselt algelised.



Kilde Stockholmi mööblimessilt

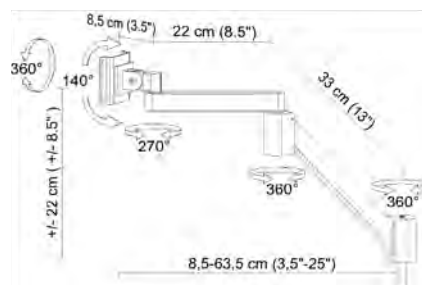
UUDNE DISAIN OTSE KOOLIPINGIST
Messil osalesid enda disainitud toolide ja valgustitega ka Bergeni Rahvusliku Kunstiakadeemia disainitudengid.
Vaata lisa: www.khib.no/stockholm

PÕRANDALAMP MEER LUZ (Mere Valgus), disainer Senneseth Hildegunn Lønne (materjal: pleksiklaas).

PEIDETUD VALGUS

Mängides valguse ja koriaani läbikumavuse astmega, võib lihtsa riidenagigi silmatorkavaks muuta. Koriaan on firma DuPont toodetav komposiitmaterjal kaubandusliku nimetusega Corian®.

RIIDENAGI BÄGEN, disainerid Bengt Persbratt ja Per Melgaard Lökenf, tootja Capti Design (materjal: koriaan, LED-valgustid). Vaata lisa: www.captidesign.com



LIIGUTA MONITORI, NAGU SÜDA IHKAB
Olgu monitor ühe- või neljakilone, saab hoidja fikseerida nii, et see jääb endiselt kergesti reguleeritavaks ega vaju ära.
Tootja Space International AS. Vaata lisa: www.space.dk

MONITORIDE HOIDJA



onkapid

Puitudest on tagasi tulnud tamm ja pähkel. Kuigi okaspuu osakaal on vähenemas, võib eeldada selle naasmist paari aasta möödudes, kuid siis juba kas termotöödeldult või õlitatult.

Uusi tuuli toovad furnituuritootjad

Rohkem on hakanud mööblitootjad rõhku panema ergonomikale. Suurimaid muutusi selles suunas on kaasa toonud furnituuritootjad, kes pakuvad üha läbimõeldumaid lahendusi, nt elektrilised leevendid ja mugavad käepidemed.

Milanos võis märgata, et juhtivad Euroopa mööblitootjad on hakanud taas tegema seksioonkappe, kuhu on hea paigutada ka raamatuid. Skandinaavia klientuur on aga suhteliselt konservatiivne ja see suund on endiselt nõrgalt esindatud.

Oluline erinevus Stockholmi ja Milano mööblimesi vahel on see, et Milanos tulid tootjad valdavalt näitama oma parimat toodangut, Stockholmis seevastu hakkas silma palju viletsa kvaliteediga

MESS ARVUDES

- » **OSALEJAD:** 750 eksponenti, sealjuures suurimad osalejariigid peale Rootsi olid Taani (120), Norra (43) ja Soome (37 eksponendiga).
- » **KÜLASTAJAD:** 40 000 külastajat 58 erinevast riigist

ROOTSI MÖÖBLITÖÖSTUS

Rootsi mööblitööstuse käive on kümne aastaga kahekordistunud

- » **AASTAKÄIVE 2007:** 22 miljardit Rootsi krooni (ca 37 mld Eesti krooni)
Käibekasv võrreldes 2006. aastaga: 2%
- » **EKSPORDI OSAKAAL:** 2/3 mööblitoodangust (15,9 mld Rootsi krooni), sh suurim ekspordimaa on Norra

eksponaate. Aga kui messile minnakse nõrga tootega, siis kuidas võita usaldust?

Eesti tootjatest jätsid Stockholmi messil oluliselt parema mulje pehme mööbli tootjad kui kilpdetailmööbli tootjad. Kui vanasti oli võimalik mööbli põhjal kohe öelda, milline on Eesti ning milline Skandinaavia päritolu, siis nüüdseks on pehme mööbli tootjad suutnud saavutada Skandinaavia tootjatega üsna sama taseme, kuid toodete disain jääb Milano mööblimesil nähtule veel kõvasti alla.



JA HELID SUMBUVAD

Heliisolatsioonmaterjal, mis sobib ka välispidiseks kasutamiseks. Materjali pinnale sattuvad helilained põrkuvad kolmnurksete eendite vahel ja sumbuvad.

Tootja: Abinitio (materjal: intelligentne tekstiil kaubandusliku nimetusega Cullus).
Vaata lisa: www.abinitio.se



KAKS VIISI, KUIDAS MUUTA TOOL ERGONOOMILISEKS:

TOOL HÅG SIDEWAYS

Tooli istmikuosa valmistamisel on kasutatud spetsiaalset tekstiili Softgrid, mis tagab, et toolil oleks mugav istuda ka 180° nurga all. Ennast välja keerates saab inimene toetada kää ümber seljatoe kaarduvale käetoele.

SADULTOOL HÅG CAPSICO

Tool on inspireeritud ratsasadulast, laseb istujal ennast aktiivselt liigutada ning võtta erinevaid asendeid.

Tootja: HÅG AS. Vaata lisaks: www.hag.no



PUIDU- JA METALLI ABIELU

Süsteemi abil saab lauast teha kas arvuti- või kirjutuslaua vaid ühe käeliigutusega. Lahendus on mõeldud tavalisele LCD-monitoriga lauaarvutile. Tootja Terco AB. Vaata lisa: www.terco.se

Gaasid aitavad kaladel kasvada ja autodel sõita



Öeldakse, et õhk ei maksa midagi. Ometi, kui kasutada õiget gaasi, kasvavad kiiremini nii kalad kui ka tomatid. Uutest gaaside kasutusvõimalustest kirjutab Eesti AGA AS-i müügi-juht **Kaupo Juhandi**.

KAUPO JUHANDI,
EESTI AGA AS MÜÜGIJUHT

Põhjus, miks viimastel aastatel on nõudlus tööstusgaaside järele märgatavalt kasvanud, peitub ettevõtete vajaduses tõsta oma toodete kvaliteeti ning töö efektiivsust. Täna on gaasid tunginud valdkondadesse, kus varem puudus nende järele vajadus. Näiteks kalakasvatuse, kus vee rikastamine hapnikuga kiirendab kalade kasvu, või siis kurgi-, tomati- ja roosikas-

vatusse, kus CO₂ lisamine õhku suurendab kasvuhoonetaimede saagikust.

Kõige kiiremini kasvab nõudlus gaaside järele toiduainetööstuses. Suurenenud on uute külmutus- ja jahutusmeetodite vajadus. Näiteks muudavad veeldatud lämmastikul töötavad **jahutus- ja külmutustunnelid** värske toiduainete ja valmistoitude külmutamise ning jahutamise ülikireks – tundide asemel toimub see nüüd vaid minutitega, kusjuures toiduained säilitavad pärast ülessulatamist oma esialgse maitse ja kuju.

Toiduainete **pakendamine gaasiga** pikendab toitude säilivustähtaega säilitusaineid lisamata. Tulevikus võib oodata **lõhnastatud** pakkegaaside kasutamise kasvu, mis tagab, et pakendi avajat tervitab alati hea lõhn.

Gaasid suurendavad keevituse puhtust

Üha populaarsemaks on muutunud roostevaba torustiku keevitamisega juurekaitsegaasi Formier (N₂+H₂) kasutamine, mis tagab torustiku sisemuses keevise puhtuse ning torustikku saab edukalt kasutada toiduaine- ja farmaatsiatööstuses.

Seoses laserlõikepindide laiema kasutusega saadab edu ka eriti puhtaid gaase (ülipuhas heelium, lämmastik, süsihappegaas), mida nimetatakse **resonaatorgaasideks**. Resonaatorgaase kasutatakse laseri resonaatoris elektri muutmisel laserkiireks. Lisaks kasutatakse lõikamise, keevitamise ja pinnatöötlemise juures ka **töögaase**, mis mõjutavad oluliselt toote kvaliteeti ja tõstavad tootlikkust. Näiteks tööstushapnikust puhtama hapniku kasutamine võimaldab laserlõikusel tekkivat põlemisreaktsiooni, suurendades lõikekiirust kuni 20%.

Gaasiballoonid hoonest välja

Kuna tootmiskahtude kasvu tõttu on tootmisettevõttes iga ruutmeeter kasutusel, on tsentraalsete gaasijaotussüsteemide järele tekkinud väga suur nõudlus. Gaasijaotussüsteemi puhul viiakse gaasiballoonid hoonest välja ja keevituskohtade gaasiga varustamiseks ehitatakse tsentraalne torustik (st kaovad balloonikäruga töömehed). Gaasijaotussüsteemi hankimine on väga kulukas, kuid kuna



FOTOD: EESTI AGA AS

Vesiniku tankimine toimub sarnaselt bensiini tankimisega. Sõiduauto tankimine võtab aega kolm minutit.

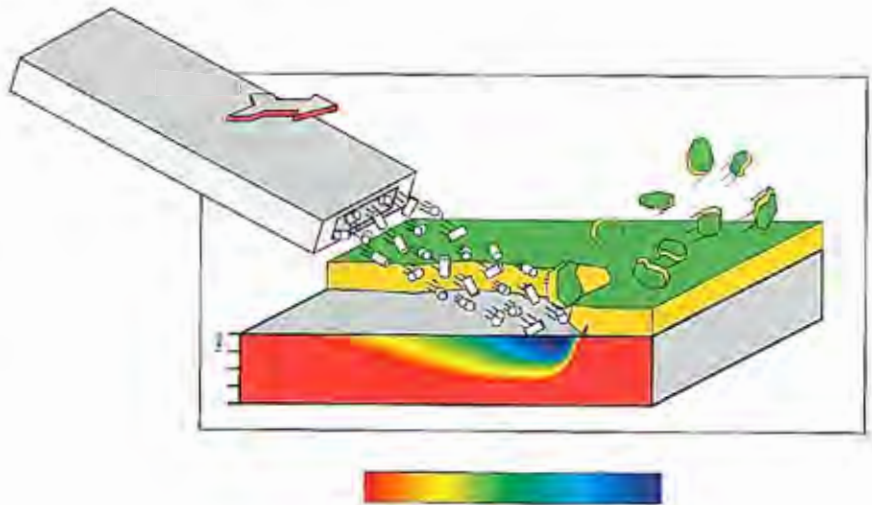
selle töökindlusest sõltub investeeringu tasuvus, peaks see olema siiski võimalikult efektiivne ning toimima katkestusteta. Juhul kui gaasijaotussüsteem pole piisavalt kõrge kvaliteediga, muutub kallis kvaliteetne lasergaas gaasikasutuskohas ebapuhtaks ning töö kvaliteet langeb.

Vajadus gaaside järele on tõusnud ka **plasmalõikepinkide** kasutamise kasvuga tootmisettevõtetes. Kui lõikeprotsessis on plasma ülesanne lõigatava aine sulatamine ja lõikejääkide eemale juhtimine, siis eelnevalt sulatatud lõigatava materjali väljapuhumine lõikejoonelt toimub tavalises põlevgaaslõikus pealevoolava **lisahapniku** abil. Metallilõikamiseks plasmalõikepingil kasutatakse lisaenergia elektroodi ja lõigatava detaili vahel tekkinud elektrikaart. Plasmajuga saab võimendada, ümbritsedes seda teise gaasiga või veekardinaga.

Lumi, mis sulades lendub

Põnev toode, millele on viimasel ajal üha uusi kasutusvaldkondi leitud, on **kuivjää**. Kuivjää valmistatakse vedelast süsinikdioksiidist, mis suure kiirusega rõhu alt vabanedes muutub süsihappelumeks, sellest moodustuvad kokkupressitud omakorda kuivjää ehk süsihappelume graanulid. Eriliseks muudab kuivjää asjaolu, et sulades muutub see gaasiks ning lendub jälgi jätmata. Kuivjää on suurepärase abimees tingimustes, kus puudub jahutamiseks vajalik energiaallikas või ei taheta jahutusseadmetega müra tekitada.

Uudne kuivjää kasutusala on Cryoclean® puhastusmeetod. Seda kasutatakse samal põhimõttel nagu liivapritsi – kuivjäägraanulid pihustatakse suruõhu abil suure kiirusega puhastatavale pinnale, mis eraldab pinnalt ka raskesti eemaldatava mustuse. Kemikaalide ja muude pesulahuste puudumine kuivjääs muudab selle puhastusmeetodi keskkonناسõbralikuks. Kuna kuivjää sulamisel aurustub, on puhastus praktiliselt jäägivaba. Jäägraanulid on liivaga võrreldes pehmed ning nendega saab puhastada ka õrnemaid pindu. Kuna Cryoclean® puhastusmeetod on täiesti kuiv, sobib see ka materjalidele, mille puhul ei saa kasutada vett, lahusteid, liiva või muid pinda kahjustavaid aineid. Hõlbus on kuivjääga puhastada näiteks õli-, rasva-, liimi-, tah-



▶ Kuivjää puhastuse skeem: kuivjäägraanulid pihustatakse suruõhu abil suure kiirusega puhastatavale pinnale, mis eraldab pinnalt ka raskesti eemaldatava mustuse.

ma-, tolmu- ja värviplekke, kummi- ja plastmassijäänuseid, isegi grafitit saab selle abil majaseinalt eemaldada.

Kuivjää kasutatakse ka meelelahutusüritustel efektide tekitamiseks. Saksamaal kasutatakse spetsiaalseid kuivjääsuitsumasinaid, mis suudavad minutis väljastada u 760 m³ suitsu. Valades kuivjääle vedelikku, tekib veeaurust ja süsihappegaasist koosnev udu. Et kasutada seda efekti jookide serveerimisel, on väl-

ja töötatud spetsiaalsed plastist joogitopsid – SpaceCup'id – milles jää "lukustatakse" kindlalt topsi põhjas olevasse kapslisse ning sel pole võimalik suhu sattuda. "Udutopsid" on pilgupüüdjateks pidudel ja vastuvõttudel.

Vesinik tulevikukütuseks

Täiesti uudeks gaasikasutusvaldkonnaks on **heitvee neutraliseerimine gaasidega**.

Võrreldes mineraalhapetega (soolhape, väävelhape) on süsihappegaas aluselise heitvee neutraliseerimiseks tunduvalt lihtsam ja ohutum aine. Heitvee puhastamisel on abi ka hapnikust, mis suurendab biopuhastite jõudlust – seda on vaja selleks, et bakterid saaksid aktiivselt reostusest "toitada" ega sureks hapniku puudusesse.

Tulevikust rääkides ei saa üle ega ümber **vesinikust**. Praegu kasutatakse seda kõige enam keemiatööstuses, keemiatööstuses, raketikütusena, kuid vesinik kuulub ka sünteetiliste külmainete koostisse: vesinik-fluor-süsinik-külmaine on kloori sisaldavatest freoonidest keskkonناسõbralikumad ja edukalt kasutusel näiteks toiduainetetööstuses (E 949).

Väga suure tõenäosusega saab vesinikust **tulevikukütus**. Vesiniku tankimine toimub sarnaselt bensiini tankimisega, isegi vesinikutankuri püstol sarnaneb bensiinitankuri püstoliga. Tavalise sõidutoo tankimiseks kulub aega umbes kolm minutit. Täna on vesinikutanklad välja ehitatud mitmetes riikides. Aeg, mil bensiinijaama asemel sõidame vesinikutanklasse, läheneb kiiresti. ▶



TÖÖD, MILLEKS KASUTATAKSE KUIVJÄÄD:

- » erinevate materjalide kuivpuhastuseks,
- » toiduainetetööstuses toodete madala temperatuuri hoidmiseks (nt hakkliha valmistamisel),
- » jahutamiseks ja külmutamiseks keemiatööstuses, meditsiinis, transportis jt tööstusharudes,
- » külmutatud ja jahutatud toiduainete transportimiseks (nt lennukites ja rongides),
- » toidu säilitamiseks *catering*il,
- » külmsobitusel – metalldetailide (nt kuullaagrid, võllid, läbiviigud, ventiilühendid jms) sobitamiseks,
- » katsetel teaduslaborites,
- » meelelahutusüritustel suitsuefektide tekitamiseks

▶ KIIRVALMISTAMISE TEHNOLOOGIA:

Kahe tunniga V-mootorini



Kiirvalmistamise tehnoloogiaid on erinevaid, kuid mõte on kõigil sama – nende abil valmistatakse kolmemõõtmelisi detaile CAD programmidega tehtud failidest.

KAIMO SONK

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOI MASINA-
EHITUSE INSTITUUT, ASSISTENT

Kiirvalmistamine pärineb 1980. aastast ning seda kasutatakse eri majandus-sektorites, sh meditsiinis, masinaehituses, arhitektuuris ja kunstis. Kiirvalmistamine

Kiirvalmistamise tehnoloogiaks (*rapid prototyping*) peetakse detailide automaatset tootmist, kasutades selleks erinevaid tahkete kehade vabavormi valmistamise meetodeid. Detaili kiirvalmistamiseks muudab arvutiprogramm detaili paljudeks kahemõõtmelisteks kihtideks, mis lõpuks kihtide kaupa välja prinditult moodustab detaili. Valmistada on võimalik väga erineva keerukustmuga detaile, teetassist töötava V-mootori (väntvõlli pööramise liiguvad kolvid mootorisilindrites) ja keerulise molekulimudelini.



V-MOOTOR

avab uusi võimalusi tootearendusega tegelevatele firmadele, võimaldades luua ühest tootest kiiresti uusi variante. Laialdast kasutamist on tehnoloogia leidnud ka ergonomiliste detailide (nt haamri käepide ja mobiiltelefoni korpus) prototüüpide valmistamisel.

Nüüd lähemalt kahest Eestis kasutatavast kiirvalmistamise tehnoloogiast – kolmemõõtmelisest printimisest ja sula settevormimisest.

Kolmemõõtmeline printimine

Kolmemõõtmeline printimine on üks kiiremini arenevaid kiirvalmistamise võimalusi, mille puhul kasutatakse detailide loomiseks väga peeneks jahvatatud kipsilaadset pulbrit. Pulber jaotatakse ühtlase õhukese kihina ehitusalusele, misjärel prinditakse ettenähtud kohtadesse sideainet, protsessi korratakse kuni detaili valmimiseni.

Pulbrid jagunevad kolmeks: nn tavalised pulbrid, polümeerse te omadustega pulbrid ja valupulbrid. Tavalised pulbrid

KIIRVALMISTAMISE SEADMED EESTIS

Olemasolevatel andmetel võttis kolmedimensioonilise printeri esimest korda Eestis kasutusele Tallinna Tehnikaülikool, hiljem ostis endale samalaadseid seadmeid ka AS Ferdida, kes pakub ettevõtetele prototüüpide valmistamise teenust. Eesti ainuke sula settevormimise masin asub Eesti Kunstiakadeemias.

» Mudel: **ZPRINTER 310**

» Tootja: Z Corporation

» Tüüp: ühevärviline

» Printimise kiirus: 2-4 kihti minutis.

» Ehitatava detaili mõõdud: max 200 x 250 x 200 mm

» Prinditava detaili resolutsioon: 300 x 450 dpi

» Asukoht: Tallinna Tehnikaülikool

» Mudel: **SPECTRUM Z510**

» Tootja: Z Corporation

» Tüüp: värviline

» Printimise kiirus: 2-4 kihti minutis

» Ehitatava detaili mõõdud: max 254 x 356 x 203 mm

» Prinditava detaili resolutsioon: 600 x 540 dpi

» Asukoht: AS Ferdida

» Lisaks omab Ferdida ka printereid ZPrinter 310 Plus ja ZPrinter 450.

» Mudel: **DIMENSION BST 768**

» Tootja: Stratasy Inc.

» Materjal: ABS plastik (erinevad värvid)

» Kihi paksus: 0,245 mm või 0,33 mm

» Ehitatava detaili mõõdud: max 203 x 203 x 305 mm

» Asukoht: Eesti Kunstiakadeemia

3D-printimine on üks kiirvalmistamise meetodeid. 3D-printeriks nimetatakse ainult masinaid, mis kasutavad detailide valmistamiseks tavalise printeri printimispead. Spetsiaalseid otsikuid kasutavaid masinaid (nt sula settevormimise masin) 3D-printeriteks nimetada ei saa.

on ilma eriliste omadusteta ning seega laialt kasutatavad. Valmisdetaili tugevdamiseks kaetakse see liimiga.

Polümeersete omadustega pulbreid kasutatakse elastsete detailide (nt võtme- hoidjate ja jalatsitaldade prototüüpide) printimiseks. Valmisdetaili töödeldakse epoksüüli või muu sarnase keemilise ainega. Valupulbrite hulka kuuluvad sarnased materjalid liivsavalu vormide valmistamiseks kasutatavate materjalidega. Pulbrid on suureteralised ning vajavad erilist sideainet. Lõpptöötamiseks on detailide kuumutamine hästiventileeritud ahjus 150°C juures. Valmis valuvormisse võib kohe peale jahtumist valada materjali, mille sulamistemperatuur jääb alla 700°C (nt alumiinium ja erinevad plastid).

Sula settevormimine

Sula settevormimise (*fused deposition modelling*) tööpõhimõte sarnaneb kolmemõõtmelise printimisega, kuid pulbri asemel kasutatakse põhiliselt plasti, täpsemalt 0,15 mm diameetriga plasti- niiti või -pelleteid, mis läbi düüsi välja surutakse. Plasti sulatamiseks kuumuta-

takse otsikut, milles düüs asub. Kuna otsik on hästi liikuv ning selle ehitus võimaldab plasti voolamise kiirust ja mahtu kontrollida, sedastab see täpselt õige koguse plasti vajalikes kohtades. Plast tahkub kohe pärast otsikust välja surumist ning sulab kokku alumise kihiga.

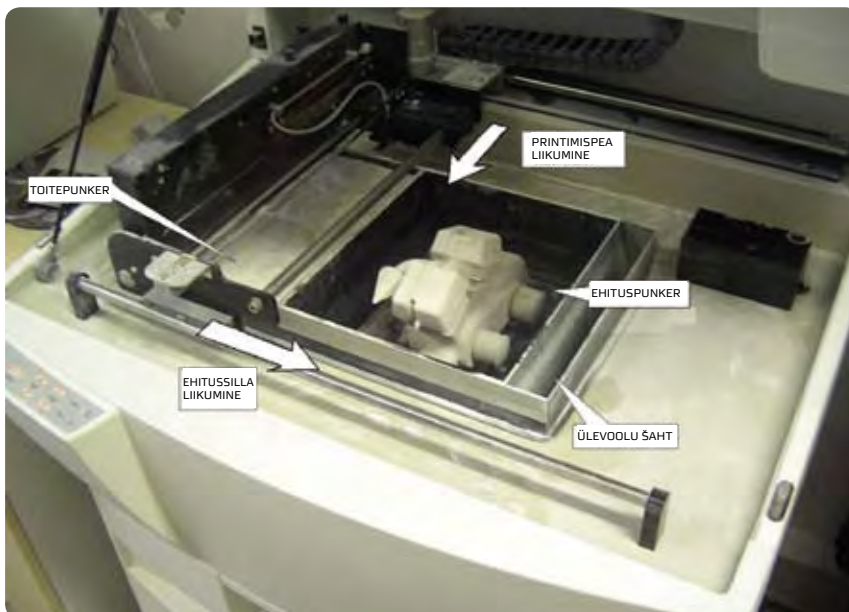
Sula settevormimisel kasutatakse ka ABS plasti, mis parandab kihtide omavahelist haakumist ning seega ka detaili lõppviimistlust, ühtlasti vähendades selle robustsust. Välja on töötatud ka täiesti uusi materjale, nagu nailonitaoline polümeer, töödeldavad vahad ja koorikute moodustamiseks valumudelitel kasutatavad vahad.

Karniiside ja väljaulatuvate osade jaoks peab CAD-mudelile lisama tugede süsteemi. Toed valmistatakse kas eraldi või koos detailiga ning eemaldatakse järeltöötuse ajal. Nende tegemiseks võib kasutada materjali, mida on kerge hiljem ära murda, või vees lahustuvat materjali, mis võimaldab toed pärast detaili valmimist lihtsalt ära pesta.

LISAINFO:

KAIMO SONK, KAIMO.SONK@MAIL.EE.

3D-printeri koostisosad



3D-PRINTIMISE JA SULA SETTEVORMIMINE – MIINUSED JA PLUSSID

- **FÜÜSIKALISED OMADUSED.** Kolmemõõtmelisel printeril valmistatud pulberdetailid on haprad ning purunevad kergesti väände- ja paindepingete mõjul. Samas on nad vastupidavamad tõmbe- ja survepingetele. Sula settevormimise masinal toodetud prototüübid on elastsemad ja vastupidavamad. Spetsiaalsete plastide kasutamine võimaldab suurendada detailide tõmbepinge isegi u 25%-ni terase tõmbepingest.
- **PINNAKAREDUS.** Detailide pinnakaredus sõltub lõpptöötusest. Pulberdetailide on võimalik katta liimiga ja lihvida või katta parafiiniga. Lihvimisel on võimalik saavutada pinnakaredus 32-63 μm (mikromeeter), parafiiniga kattes 16 μm . Plastikust valmistatud detailide puhul on võimalik saavutada pinnakareduseks 32 μm .
- **TÄPSUS.** Ilma lõpptöötusega on kolmemõõtmelisel printeril valmistatud detailid täpsemad, mõõtmete hälbed jäävad +/- 0,1 mm vahele. Sula settevormimise meetodil valmistatavate detailide täpsus on +/- 0,2 mm. Lõplikud mõõtmised sõltuvad lõpptöötuse viisist ning täpsusest.
- **HIND.** Võttes hinnavõrdluse aluseks ühe detaili maksumuse, on need kaks tehnoloogiat võrdsed - 1 cm^3 maksab keskmiselt 25 kr. Hind sõltub detaili suurusest, kujust ning paigutusest ehitusallas. Väiksemate detailide hind tuleb kõrgem, kuna detaili suurusest sõltumata peavad need pärast valmimist masinas 30 minutit tahkuma.

UUS TÖÖRIIST

Lahendus, mis võib päästa tuule

Tohutuule mastidele megavatiste generaatorite ja hiigeltiivikute upitamise tehnoloogia on tänu parimatele kraanafirmadele nagu Manitowoc Crane Group filigraanselt välja arendatud, aga tulevikus ei pruugi tiivikutaguses korpuses tingimata generaator pesitseda.

MARGUS H. KUUSE,
AJAKIRJANIK

Nimelt tuli väikese USA ettevõtte Mechanology üks asutajaid **Eric Ingersoll** 2003. aastal mõttele ühendada tiivikuga hoopis kompressor ja vabaneda seega täielikult tuule tujukusest.

Skeem on lühidalt selline. Kompressor masti tipus toodab kuni 100-baarise rõhuga suruõhku, mis talletatakse mahutitesse. Suruõhk paneb pöörlema generaatorit käitava turbiini üksnes siis, kui elektrienergia ostja seda oma võrku voolama soovib. Tuulelekter tellimuse järgi ehk Dispatchable Wind Power System™ on kahtluseta olulisim läbimurre alates aegadest, mil õpiti tuule abil elektrit toot-

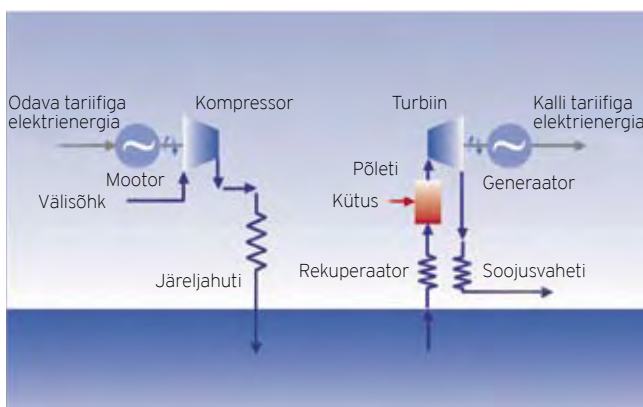
ma. Mis tahes epohhiloova uuenduse evitamine on aeganõudev ja keeruline, katsekemparide arendamine aga teadagi kallis.

Lootus, et ideest asja saab, muutus tugevamaks läinud kevadel, kui Mechanology oli suutnud koguda 8,1 miljoni dollari suuruse kapitali ning tellis spetsiifilise arendustöö juhtivalt firmadelt nagu näiteks Ricardo plc. Laiemale avalikkusele tuntud kui tipptegija mootorite ja käigukastide valdkonnas, on seitsmes riigis arenduskeskusi omav ja auhindadega pärjatud Briti ettevõtte loomulikult parim abimees.

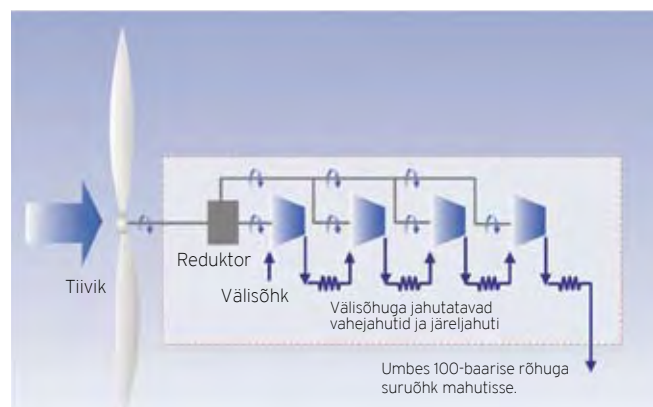
Esimesena lahendamist vajav probleem oli luua piisavalt võimas kompressor, mis ei nõuaks seejuures rohkem ruumi kui tüüpiline tänapäeva tuulepargigeneraator. Teisisõnu – voolujooneline korpus peab olema transporditav. Mec-

hanology ja selle tütarettevõtte General Compression nupumehed **Steve Chomyszak** ja **Alex Doohovskoy** löid uuelaadse kompressori kontseptsiooni, millele andsid nime Dragonfly (tähendab kiili). Selle neljaastmelise, kolme vahe- ja ühe järeljahutiga telgkompressori ehituslikud üksikasjad on esialgu konfidentsiaalsed. Ricardo hindas lahenduse tehniliselt elegantseks ja võttis idee viimistleda.

Tiiviku ja kompressori vahel asub reduktor, mis peab olema võimeline muutma ülekandearvu vähemalt kolm korda. Millised kõrged nõuded esitatakse kompressoragregaadi töökindlusele, seda võime üksnes aimata, sest regulaarne hooldus on ette nähtud kord aastas ja väljavahetamine toimub enam kui 20 aasta järel. Mechanology ehitas esmalt 37 kW katsekempari, nüüd tegeldakse



Suruõhuenergia tootmise ja kasutamise tavaskeem. Suurim selline süsteem (CAES) asub Saksamaal Hüntdorfis, võimsus 290 MW. Mahutitena pruugitakse endisest soolakaevandusest moodustunud kaverne maapinnas.



Dispatchable Wind Power System™ tähendab tiiviku ühendamist neljaastmelise telgkompressoriga läbi muutuva ülekandearvuga reduktori. Mahutite mahtu saab vähendada, kui tõsta neis rõhku näiteks 100 baarini.

pargid



375 ja 575 kW agregaatidega, mille katsetustega loodetakse tänava lõpule jõuda.

Juba 2009. aasta esimeses kvartalis võib valmida esimene täismõõtu (1 MW) Dragonfly. Selle katsetamisel annab abi USA energeetikaministerium, kellel on ainsana stendid kuni 1,5 MW generaatorite proovimiseks. 2010. aasta teises kvar-

talis loodetakse käivitada maailma esime-
ne, kolmest tuulekompressorist koosnev
park ning veel 12 kuud hiljem alustada
megavatiste Dragonflyde seeriatootmist.
Tuuleenergeetikasse vankumatult usku-
jatel seisavad ees põnevad ajad. ■

TUULEENERGIA OSAKAAL TÕUSEB

Umbes poolttest tuhandet tuuleparki esin-
dava maailmaorganisatsiooni GWEC (*Global Wind Energy Council*) aastakokkuvõte
on rõõmustav. Lisandus 20 GW uusi võim-
susi ehk enam kui viiendik aasta lõpuks
käigus olnud tuulegeneraatorite 94 GW-st.

Kui areng jätkub ligilähedaseltki samas
tempo, pole üldse võimatu, et maailmas
toodetakse 2020. aastal vajaminevast
elektrienergiast tuule arvel tervelt 12%
(praegu ületab see pisut ühe protsendi
piiri).

Saksamaa on selgelt liidrikohal 22,3
GW-ga, järgnevad USA ja Hispaania vasta-
valt 16,8 ja 15,1 GW-ga. India ja Hiina jäävad
Saksamaast maha kolm korda, kuid näi-
teks viimane võib mõne aastaga tõusta
suurimaks tuulegeneraatorite tootjaks
maailmas.

KAESER KOMPRESSORID

www.kaeser.com

Rohkem suruõhku vähema energiakuluga ...

... ülemaailmselt tunnustatud SIGMA PROFILE'ga



**Kaeser'i lai ja kõrgekvaliteediline
tooteprogramm sisaldab:**

- Kruvikompressorid
- Kolbkompressorid
- Teisaldatavad diiselmotorid
- Juhtimiskeskused
- Rootor-puhurid
- Vaakumpumbad
- Suruõhu kuivatid ja filtrid
- Suruõhu käsitööriistad

KAESER KOMPRESSORID

Kesk tee 23, Jüri Tehnopark, Aaviku, 75301 Rae vald, Harjumaa • Estonia
Phone: (+372) 651 4000 • Fax: (+372) 651 4007 • E-post: info.estonia@kaeser.com

► **PERSOON**

Elutöö iseenesest-mõistetavate asjade nimel

Ants Jakobson, kes sai eelmise aasta lõpus tiitli „Aasta insener 2007“, rassis praegu Tallinna Vabaduse väljaku projekteerimisega. Kes on see mees, kellel pole mahti pensionile mõeldagi ning kes alati just kõige kaelamurdvamad projekteerimistööd saab?

VILLU PÄÄRT, NOVAATOR
JA TAIVO PAJU, DIRECTOR

Kuidas mahutada Vabaduse väljakule trammiliini, Vabadussõja võidusammas, maa-alune parkla ja kõike seda nii, et linlased tulemusega rahule jääksid? Selle küsimuse lahendamise nimel töötab projekteerimisfirma Sweco Projekt projektijuht Ants Jakobson vähemalt kuni augustikuuni äärmiselt pingeliselt.

Erinevaid osapooli ja huviseid, mis põrkuvad, on palju: linnavalitsus, avalikus, külgepidi Vabaduse platsi omanik Vjat eslav Leedo... „Kindlasti me saame mõne koha pealt sarjata, kui ei tee midagi õigeaks ajaks valmis või midagi jääb venima. See on paratamatu,“ arutleb Ants Jakobson. „Aga selliseid olukordi on ennegi olnud.“

Kui kellelgi on sellise suure töö jaoks piisavalt külma närvi ja kogemust, siis on see just Ants Jakobson. Tema projekteerimiskogemus ulatub 1965. aastasse ning selle aja jooksul on ta välja arendanud oma teede- ja raudteede projekteerimise koolkonna. Olgu nimetatud vaid mõned viimase aja projekteerimistööd, mõned juba kivvi raiutud, mõned alles ootamas ehitust: Eesti-Vene piirijaam Koidulas, Peterburi maantelõik Kukruse ja Jõhvi vahel, Põhjaväil ja Tartu maantee laiendus koos maa-aluse parklaga Tallinnas.

Vaieldamatu proff, ent avalikkusele tundmatu!?

Selle jutu peale muutub mees tõsisemaks ning räägib, kuidas kohtus hiljaaegse kunagiste Tallinna Reaalkooli koolikaaslastega. „Kõik me rääkisime oma elust ja tööst. Aga mulje jäi järgmine: see, et vesi jookseb toru pidi, et tramm käib ja autod sõidavad, ei ole mingi saavutus – kõik see on nii iseenesestmõistetav. Midagi sellist, nagu käiks hea koristaja lapiga üle toa. Vajalik küll, aga ei midagi märkimisväärselt, lihtsalt normaalse olukorra tagamine. Alles siis, kui oled arst või kunstnik, oled midagi erilist ära teinud,“ arutleb ta. „Ühesõnaga, kui kõik on hästi, siis sellest lihtsalt ei räägita.“

Vabadussambaga on sama lugu – kõik vaidlevad ju selle üle, kas klaasist või mitte, kas rist või mitte. Seda, millise vundamendi aga insener sambale teeb, võetakse kui loomulikku asja. Tallinnas Tartu maantee laienduse puhul olid ainsad, mis veidigi tähelepanu äratasid, postid ja ketid. Nad ei ole halvad, aga öeldakse, et nagu Peterburis. Aga samasugused on ka Pariisis – et inimesel oleks kitsa tänava peal turvalisem liikuda!“

Ants Jakobson on üks neid vana kooli mehi, kes on saanud hakkama ka rahvusvahelises äris. Esimene suurprojekt oligi Koidula piirijaam koos Soome ja Taani inseneridega. Seejärel Põhjaväila projekt koos prantslastega.



FOTO: STINA KASE

„Välismaalastega töötades on vaja eneseväarikust ja enesekehtestamisost, et olla neile mitte pelgalt abijõud, vaid koostööpartner,“ arutleb Ants Jakobson. „Selleks on vaja esiteks keeleoskust, teiseks teadmisi. Lääne inimesed oskasid asja sama palju ning tegid samasuguseid vigu nagu meie inimesed. Lihtne see ei ole, aga liigestest respektist välismaalaste vastu tuleb üle saada – nii töötegemise kui ka rahajagamise juures.“

Otsus teedeehituse kasuks sündis komisjoni ees

Ants Jakobson kiidab veneaegset TPI inseneriharidust. Tema sattus sinna mõneti ka tänu oma joonestusõpetajale. Toona oli reaalkoolis veel väljapaistev eestiaegne õpetaja **Voldemar Vahar** – mees, kes hästi Viiraltit tundis. Tema sorteeris ruumitaju järgi inimesed ära ning ütles, kellel tasub TPI-sse minna ja kellel mitte.

Eks see oli üks tegur, mis kallutas ka Ants Jakobsoni valiku humanitaarialt TPI kasuks, lõplik otsus valida teede ja sildade ehitus sündis alles sisseastumiskomisjoni ees.

Selle jutu peale, nagu oleksid insenerid elukauged oma maailmas nokitsejad, hüüab Ants Jakobson ootamatult kõvasti: „Absoluutselt mitte!“ Ta ise pole end kunagi joonestuslaua taha sulgenud. Oli tudengiajal TPI jalgpallitiimis ning tuli mitmel korral Tallinna meistriks. Sealt välja kasvanud sõpruskonnaga harrastas ta aastakümneid metsajooksu. Ta on üks Pääsküla rabajooksu algatajaid ja alles hiljuti loovutas peakorraldaja koha noorematele. Pääsküla rabajooks, mis tänava kevadel tuleb juba 69. korda, on vist ainus jooksuüritus Eestis, mis osalejatele alati tasuta olnud.

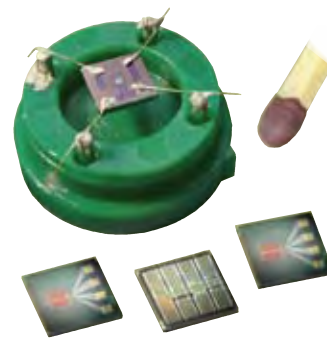
„Füüsiline ja vaimne pool peavad ikka tasakaalus olema,“ ütleb Ants Jakobson. Ehkki tunnistab, et viimastel aastatel ta enam nii kõva spordimees pole, ka jääaugus ujumine on tagaplaanile jäänud. „Vaimset poolt saab veidi ikka füüsilisega kompenseerida ja mul see nõnda on,“ ütleb ta mõnusa naeratusega.

Aga kohe seejärel muutub tõsisemaks. „Aitab nüüd jutust, Vabaduse väljakuga seoses on palju probleeme, tähtajad käivad hinge peale.“ ■



Praktilise kasuta ei ole arendusel mõtet

▣ **EVIKON MCI ARENDAB KOOS NANOTEHNOLOOGIDEGA UUDSEID GAASISENSOREID**



Kuidas panna gaasiandur reageerima ainult maagaasile? Pole ju kasu maagaasiandurist, mis sigaretisuitsu peale pröökama hakkab. See on vaid üks näide küsimustest, mille lahendamiseks teevad koostööd Eesti Nanotehnoloogiate Arenduskeskus ja Evikon MCI OÜ.

ÕNNE PÄRL
VABAKUTSELINE AJAKIRJANIK

Parendada võib sensoreid mitmel moel: et nad ei tunneks ära segavaid gaase, tarbiks vähem voolu, töötaksid kiiremini. Kuna sensoritehnoloogia jääb mitme teadusharu vahepeale, saab parimaid tulemusi, kui koos töötavad erinevate erialade teadlased, insenerid ja muud spetsialistid. Kui iga-

üks neist püüaks lahendada probleemi vaid oma eriala piires, jääksid kasutamata teiste teadusharude sageli veelgi paremad võimalused. Eesti kapitalile rajatud mõõtevahendite tootja Evikoni roll selles koostöös on püstitada praktilisi ülesandeid, millega Tartu ülikooli füüsikud, keemikud, materjaliteadlased ja ka Evikoni elektroonikud ühe arenduskeskuse projekti raames juba mitu aastat maadelnud on.

Tehnoloogiaarenduskeskuste idee on lihtne: projektirühmas tegeleb igaüks

sellega, milles ta on kõige kompetentsem. Teadlased saavad kasutada rakendusürituste tulemusi teaduskarjääri raames, üliõpilased aga harjutada kätt ja saada kogemusi. Kui teema on huvitavalt püstitatud, ei jää teadusartiklidki ilmumata.

Tootmisfirma osaks on pigem tehniline kompetents, sest teadusartikli ilmutamisega küsimused alles algavad. Kas soovitud tulemus on korratav? Kas sellest annab vormida müügikõlbulikke tooteid? Teadustulemuse muutmise korratavaks tehnoloogiaks on aeganõudev protsess. Näiteks on kasvatatud uus mõnekümne aatomi paksune gaasitudlik kile, mis peaks anduri tööd parendama. Kile testimine võtab aga aega: ei saa ju enne andurit tootmisse anda, kui pole teada, kas see töötab ühe kuu või mitu aastat.

Evikonis nähakse, et hiljemalt nelja aasta pärast lähevad uued nanotehnoloogilised sensorid tootmisse. Samas on mõningaid arendustulemusi toodetes juba rakendatud, mis lisas Evikoni gaasidetektoritele olulisi konkurentsieeliseid. Võib öelda, et gaasidetektorid on nüüd märksa kvaliteetsemad. "Vajalik on praktiline kasu, muidu ei oleks arenduskeskuses mõtet," selgitab ettevõtte juhatuse esimees **Madis Einasto**.

Ehkki Evikoni praeguses huviorbiidis on ohutus- ja keskkonnanõuete karmistudes oluliseks muutunud gaasidetektorid, on ettevõtte oma 17 aasta jooksul tegelenud mitmete mõõteaparatuuride väljarendamisega.

Lähtutud on turusituatsioonist. Näiteks kui 1990ndate alguses oli Eesti piimatööstustel vajalik mõõta niiskust piimapulbris, siis elati oma esimese müügiartikli, füüsikainstituudi teadlaste abil loodud optilise ekspressniiskus-



▣ Evikoni juhatuse esimees Madis Einasto näitab koostöös Eesti Nanotehnoloogiate Arenduskeskusega arendatud gaasidetektorit.

TÖLGE REKLAAMILE:

Vajuta progressi nupule
Kogege homset automatiseerimistehnoloogiat
Koostamine • Robotika • Tehisnägemine
Innovatsioon ja lahendused
3. rahvusvaheline automatiseerimise mess
10-13 juuni 2008 • Uus Müncheni messikeskus



mõõtja toel. Tollal polnud ju kellelgi valuutat, et osta kalleid lääne seadmeid.

Ühe tootega ei pea kaua vastu. Niisiis uuriti toiduainetetööstuse ettevõtetelt, mida veel vajakse. Selgus, et puudus on täpsetest kaas-kantavatest temperatuurimõõtjatest ning pH-meetritest. Nende väljaarendamine panigi aluse uuele tooterühmale. Nüüd on pH-meetrite turg küll taandunud, aga asemele on tulnud uued tootegrupid, nagu digitaalse andmevahetusega temperatuuri- ja gaasiandurid.

Erinevate andurite arendamine on toimunud printsibil, et turu nõudmised ees ning Evikon lahenduste pakkujana järel. "Kõige kiiremini oleme välja arendanud kliendile vajaliku uue toote ühe kuu jooksul päringuhetkest," meenutab Einasto.

Ekki tänu põhjalikule veebileheküljele on Evikon müünud oma tooteid ligi tosinasse riiki, on firma olnud tugevalt seotud just Eesti turuga. Nüüd on eesmärgiks luua lai müügivõrk ja uutele turgudele laieneda. Tänu rahvusvaheliselt tuntud tehnoloogiainvestori Ambient Sound Investmentsi investeeringule kasvas tootmisvõimsus ja käivitus pidev eksportturundus. Sihiks on koostöö suurte hulgemüügikettidega, näiteks Klinkmanniga, kes turustab automaatikaseadmeid nii Soomes, Baltikumis kui ka Venemaal.

Eesti tööstuse seisukohast näeb firmajuht Einasto üht põhi-mõttelist probleemi: "Eestis on tugev teadlaskond, aga tõsine puudus insenertehniliste oskustega töötajatest. Eestis peaks olema võimalus lihtsamalt tööle võtta võimekaid inimesi ka mujalt riikidest, kasvõi Indiast. Kolme koolitatud noore automaatikainseneriga aastas ei jõua me Eestis kaugele." ■

Mark-Line Systems
(Märkimissüsteemid ja tarvikud)

Tindipriit- ja lasermarkeerijad
Etiketiprinterid ja -paigaldajad
Võotkoodilugejad
Konveier- ja pakkeseadmed

Mark-Line Systems OÜ
Läike tee 7, Peetri, Rae vald
Harjumaa
<http://www.markline.ee>
Tel. 6235575
info@markline.ee

PUSH THE PROGRESS BUTTON

Experience tomorrow's automation technology

AUTOMATICA
INNOVATION AND SOLUTIONS

3rd International Trade Fair for Automation
10-13 June 2008 | New Munich Trade Fair Centre

www.automatica-munich.com

MIDA UURIVAD DOKTORANDID JA MAGISTRANDID?

Eesti kõrgkoolides kaitstud tootmis- ja tehnikaalaste doktori- ja magistritööde nimekiri

Avaldame Tallinna Tehnikaülikooli ehitusteaduskonna 2007. aasta edukamate doktori- ja magistritööde nimekirja.

Dokoritööd

RAIDO PUUST

JUHENDAJA: TIIT KOPPEL, DRAGAN SAVIC, ZORAN KAPELAN

- ▣ Lekete töenäosuse määramine torustikes algoritmi SCEM-UA abil

SERGEI ZUB

JUHENDAJA: VIKTORIJA BLONSKAJA

- ▣ Pärimistootuse sulfaatiderikka melassi-jäägi kombineeritud töötlemine

KRISTJAN PIIRIMÄE

JUHENDAJA: ENN LOGU

- ▣ Toiteelementide transpordi pikaajalised muutused Soome lahe vesikonnas – PoF-low mudeli rakendus

Magistritööd

ARGO ALLIK

JUHENDAJA IVAR TALVIK

- ▣ Külmpainutatud C-profilide survekandevõime määramine

EEL VÄLJAOTS

JUHENDAJA ELMAR-JAAN JUST

- ▣ Liimpuidu standarditele vastavuse hinnang

MAARJA ÕISPUU

JUHENDAJA JÜRI SUTT

- ▣ Tallinnas, Sadama 11a ehitatava "Tallink Spa & Conference Hotel" ehitustööde projekt

DENISS-EDUARD JUGANSON

JUHENDAJA KARL ÕIGER

- ▣ Puitpaneelide teoreetiline ja katseline tulepüsivuse uurimine

MARGUS SARMET

JUHENDAJA ROODE LIAS

- ▣ Ehitiste planeerimise ning projekteerimise võtmeprobleeme ja lahendusi

VITALI TSENONOSKIN

JUHENDAJA JÜRI SUTT

- ▣ Omanikujärelvalve rakendamise analüüs ehituses

TRIIN KIVI

JUHENDAJA KALJU LOORITS

- ▣ Ruumilised sõrestikud

GERO SCHUMACHER

JUHENDAJA VALDU SUURKASK

- ▣ Hinnang Eesti prügimajanduse toimimisele EL direktiivide valguses

OLGA TURKOVA

JUHENDAJA ENN LOIGU

- ▣ Geneetiliselt muundatud organismid ja nende mõju keskkonnale

SVETLANA DOBRJANSKAJA

JUHENDAJA TEET-ANDRUS KÕIV

- ▣ Tüüpkoolimaja soojusliku käitumise modelleerimine

JANET ROOSIMÄGI

JUHENDAJA ENN LOIGU

- ▣ Nitraaditudlike alade vete seisund

KAJA KIRSTEN SUNE

JUHENDAJA TEET-ANDRUS KÕIV

- ▣ Sisekliima uurimine lasteaedades ja algklassides

SILVER SIHT

JUHENDAJA VELLO MESPÄK

- ▣ Killustikmastikasfaldi omaduste ja standardite iseloomustus ja analüüs

RIHO MILVA

JUHENDAJA ANDRUS AAVIK

- ▣ Geotekstilide ja -võrkude kasutamine Eesti riigimaanteede remondil 2002–2006

ANDRES VOORAND

JUHENDAJA TIIT METSVAHI

- ▣ Pargi ja Reisisüsteemi rakendamise võimalused Tallinna linnas

RÕHUME ÕHULE
KOMPRESSORIKESKUS



Suruõhu- ja vaakumtehnika
terviklahendused

TALLINNAS:

Kadaka tee 5 Tel 626 7750
10621 Tallinn Faks 626 7754
info@kompressorikeskus.ee

TARTUS:

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

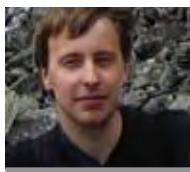
VIRUMAAL: Tel 507 9758

www.kompressorikeskus.ee

DOKTORITÖÖ

Veelekete hindamine vee- torustikes SCEM-UA meetodil

Üks uudsemaid meetodeid veelekete hindamiseks veevõrgus on stohhastilisel algoritmil rajanev SCEM-UA meetod, mis võimaldab lekkeid otsida ka siis, kui mõõtmisi on teostatud vaid mõnes üksikus punktis, kirjutab oma doktoritöös Raido Puust.



**RAIDO PUUST
(PHD),**
TALLINNA TEHNIKA-
ÜLIKOOLI TEADUR

Veevõrgu lekkeid saab hinnata väga erinevatel viisidel. Võib kasutada akustilisi meetodeid, aga ka arvutimudeleid. Viimaste juures on oluline roll veevõrgus tehtavatel mõõtmistel ning arvutimudeli täpsusel. Tänapäeval leiavad üha enam kõlapinda stohhastilised (tõenäosusel põhinevad) algoritmid, millest üks uuemaid kannab nimetust SCEM-UA (*Shuffled Complex Evolution Meteropolis*).

Lisaks algoritmile on veelekete hindamiseks mudelite abil vaja ka veevõrgumudelit ning tarkvarakeskkonda, kus need kaks omavahel liidetakse. Vajalike arvutuste läbiviimiseks on programmeerimiskeskkonnas MATLAB omavahel liidetud hüdraulilise mudeli arvutus-tarkvara EPANET 2.0 ning SCEM-UA algoritm.

Kalibreerimisülesande lahendamiseks on vaja täpset veevõrgumudelit (torupikkused, kõrgusmärgid, tarbimised jms), mõõtmisi veevõrgus (rõhu ja vooluhulga) ning sihifunktsiooni. Viimane püüab minimeerida vahet mõõtmisandmete ja mudeli poolt arvutatud andmete vahel. Näiteks sihifunktsioon E näeks

survete vahe ruudu minimeerimiseks välja alljärgnev:

$$E = \sum_{i=1}^M (h_i^m - h_i)^2,$$

kus h_i^m – mõõdetud survekõrgus sõlmes; h_i – arvutatud survekõrgus sõlmes ning M – mõõtmiste arv.

SCEM-UA algoritmi on reaalselt kasutatud Rakvere linna veevõrgu jaoks. Eelnevalt kalibreeritud mudelit kasutati tehnilikult loodud veelekete (hüdrandikat-

sed) hindamiseks. Nimetatud testjuhtum tõi esile asjaolusid, mida peab kalibreerimis-ülesande lahendamisel arvestama.

Üks Eesti veevõrkude sagedasemaid probleeme on väga väike voolukiirus torudes, mis on peamiselt tingitud vee-tarbimise, aga ka hoonetes aset leidvate lekete olulisest vähenemist alates 1991. aastast. Seetõttu ei õnnestu veelekkeid hinnata paljalt rõhumõõtmiste teel, vaid kindlasti peab kasutama ka vooluhulga-mõõtureid. Nimelt toob leke väikese

DETERMINISTLIK KÄSITLUS

LEKKE SUURUS:
20 ÜHIK/S

LEKKE SUURUS:
2 ÜHIK/S

STOHHASTILINE KÄSITLUS

LEKKE SUURUS:
20 ÜHIK/S (P = 0.1)

LEKKE SUURUS:
2 ÜHIK/S (P = 0.8)



Parempoolne tulp esitab lekkeid koos tõenäosusega (P), mis muutub vahemikus 0-1. Mida lähemal on väärtus 1-le, seda kindlamalt võib väita, et leitud tulemit võib uskuda. Seetõttu on antud näite juures mõistlikum minna otsima väikest leket (P = 0.8). Deterministlikul käsitlusel (vasakpoolne tulp) oleks otsima mindud suurt leket (20 ühik/s), kuid tõenäoline on see, et nimetatud leke on põhjustatud süsteemi vigadest.



JONNIS 2A



JONNIS 2B



JONNIS 2C



JONNIS 2D



JONNIS 2E



JONNIS 2F

▶ Olgu meie peategelaseks kanguru. Kanguru püüab leida ekstreemumi (ala kõige kõrgemat tippu), kuid tema nägemisulatust piirab tihe udu (Joonis 2a). Ettevaatlikult ümbrusega tutvudes ja liikudes alati ülespoole, võib kanguru jõuda ka tippu (Joonis 2b). Samas ei pruugi olla see ainus ekstreemum antud piirkonnas (Joonis 2c) ning asja teeks veelgi keerulisemaks olukord, kus kanguru lõpetab otsimise liiga vara (Joonis 2d). Asja ei parandaks ka see, kui tegemist oleks ainukese tipuga tasandikul (Joonise 2e), sest sellisel juhul kanguru lõpetab otsimise, kuna tema lähiümbrus ei muutu. Tänapäeva meetodid võimaldavad ekstreemumeid otsida globaalselt. Teisisõnu, otsingutes osaleb mitu kangurut (Joonis 2f), kes on võimalised omavahel infot vahetama ning koonduma teatud piirkonnas, mis ongi lõplik ekstreemum.

voolukiiruse korral torustikus kaasa väga väikese survemuutuse lekke piirkonnas. See väike muutus võib aga rõhuandurite veapiiridesse ära kaduda ning leke jääbki avastamata. Rõhuandurite puhul kasutatakse sageli mõõtmistäpsust 0,5 m veesammast. Kui vaadata lekke ja rõhu omavahelist seost, siis saab teha lihtsa arvutuse nimetatud täpsuse kohta:

$$q = k \cdot H^\beta,$$

kus q on lekke voluhulk (l/s), k ja β – lekke tüüpi ning iseloomu esitavad parameetrid (β varieerub vahemikus 0,5–2,95), H – survekõrgus lekkepunktis.

Seega tasub eelnevalt mudeli abil läbi mängida olukorrad, milles vaadeldakse rõhu muutumist teatud lekke korral (süsteemi tundlikkuse analüüs), et selle alusel mõõtmispunktid paika panna.

Vastused esitatakse veapiiridega

Üks suuremaid stohhastiliste meetodite (sh SCEM-UA) eeliseid tavapäraste (deterministlike) ees on asjaolu, et lisaks eeldatavale lekkeväärtusele mingis punktis antakse ka selle tõenäosusjaotus.

Joonisel 1 on toodud sellekohane näide. Veapiiridega (ja tõenäosusega) tulemused annavad meile rohkem informatsiooni lekke olemuse kohta ja operaatore saadab töömehed otsima sellist leket, millele on matemaatiline mudel andnud suurema tõenäosuse. Sellega vähendatakse oluliselt uuritava võrgu pindala (torude arvu). Lekke leidmiseks kuluvad aeg ja ressursid vähenevad.

Mittelineaarsetes ülesannetes seisneb põhiküsimus tihtipeale teatud ekstreemumite leidmises, mis annavad ülesandele lahendi. Ekstreemumi ülesannet SCEM-

UA juures võib vaadelda joonise 2 näitel. Üks stohhastiliste meetodite olulisemaid eeliseid on see, et põhimõtteliselt võib lekkeid hakata otsima ka olukorras, kus on mõõtmisi teostatud vaid mõnes üksikus punktis. Hiljem on võimalik tulemusi uuendada lisamõõtmiste teel.

Eesti linnades võib veevõrgulekkeid hinnanguliselt olla keskmiselt 20–25 %. Teaduslik veevõrgus leiduvate leketega tegelemine on hetkel kogu maailmas väga aktuaalne. Tallinna Tehnikaülikoolis on veevõrgulekete otsimeetodite arendamisega tegeldud pea kümme aastat. Olulist rolli on mänginud just matemaatiliste meetodite väljatöötamine ning rakendamine. ▶

RAIDO PUUST KAITSES DOKTORITÖÖ SÜGISL 2007, VT TÖÖD: [HTTP://DIGI.LIB.TTU.EE/1/?120](http://digi.lib.ttu.ee/1/?120).

KASULIK MUDEL

Valik 2006. ja 2007. aastal Eestis registreeritud kasulikest mudelitest

Tunnustamiseks Eestis tehtud ja registreeritud teadus- ja arendustööd, avaldame selles Inseneerias valiku huvipakkuvaimatest 2006. ja 2007. aastal Eesti Patendiametis registreeritud kasulikest mudelitest. Valiku tegid patendiameti eksperdid.

Põlevkiviõli tootmise seade

MUDELI OMANIK: ANDRES SIIRDE, ANTS MARTINS
AUTORID: ANDRES SIIRDE, ANTS MARTINS
KEHTIVUSE ALGUS: 03.04.2007

Lühikirjeldus: Leiutise objekt on seade põlevkiviõli tootmiseks põlevkivi utmisega keevkihtseadmes. Seade koosneb keevkihtretordist ja utmise käigus tekkivate väävlit sisaldavate poolkoksi ja generaatorgaasi neutraliseerimise sõlmest. Põlevkivi utmise ja jääkainete neutraliseerimise protsessid toimuvad üheaegselt ja on omavahel tagasisidestatud. Neutraliseerimine toimub jääkainete põletamisega tsirkuleerivas kiirkeevkihis, kusjuures keevkihist väljuvat kuuma poolkoksituhka (koldetuhka) kasutatakse keevkihiretordis põlevkivi utmise läbiviimiseks ja osa generaatorgaasist kasutatakse utmiseks vajaliku keevkihi ülalhoidmiseks.

Biogaasi kogumissüsteem

MUDELI OMANIK: OÜ KL-PROJECT
AUTORID: KÅRE LÖFGREN, INDREK TIIDEMANN
KEHTIVUSE ALGUS: 17.07.2006

Lühikirjeldus: Leiutis pakub kogumissüsteemi prügila jäätmetes oleva orgaanilise aine anaeroobsel lagunemisel tekkiva biogaasi kogumiseks ja kasutamiseks elektri- või soojusenergia tootmiseks. Leiutisekohane biogaasi kogumissüsteem koosneb põhiolemuselt horisontaalselt paigaldatud gaasikogumis- ja ühendustorustikest ning reguleer- ja kompressorjaamast.

Seadmestik gaasivahetuseks biolagunevate jäätmete aeroobsel töötlemisel kaetud kompostiaunades

MUDELI OMANIK: ECOCLEANER OÜ
AUTORID: JOACHIM BRUMMACK, TOMMY BIENE, GUNTER HENKEL, INDREK PAAL
KEHTIVUSE ALGUS: 09.06.2006

Lühikirjeldus: Leiutise objekt on seadmestik gaasivahetuseks biolagunevate jäätmete aeroobsel töötlemisel kaetud kompostiaunades, kusjuures seadmestik sisaldab püstiseid väljatõmbekanaleid ja kompostiauna aluspinnal lamavaid gaasisestuskanaaleid. Eelnevalt kindlaks määratud kaugusele igast eelmisest lamavast gaasisestuskanalist on paigaldatud järgmine gaasisestuskanal. Leiutise eripära on see, et vertikaalsed väljatõmbekanaleid on paigutatud iga kahe järjestikuse gaasisestuskalani vahele, eelistatavalt kompostiauna pikiteljele ja mõlemast gaasisestuskanalist võrdsele kaugusele.



Meetod biolagunevat materjali sisaldavate jäätmete töötlemiseks kompostiaunades

MUDELI OMANIK: ECOCLEANER OÜ
AUTORID: JOACHIM BRUMMACK, TOMMY BIENE, GUNTER HENKEL, INDREK PAAL
KEHTIVUSE ALGUS: 09.06.2006

Lühikirjeldus: Leiutise objekt on meetod biolagunevat materjali sisaldavate jäätmete töötlemiseks kompostiaunades kompostimise ja kuivatamise teel. Esmalt jäätmed vajaduse korral eelsorteeritakse, milleks eemaldatakse suuremõtmelised objektid ja väärtuslikud materjalid, kuid ei eraldata biolagunevat materjali. Meetodi eripära on see, et jäätmed võivad sisaldada laia suhteskaala piires kas biolagunevat või lagunematut materjali.

Desintegraatorveski löökkulumiskindluse uurimiseks

MUDELI OMANIK: TALLINNA TEHNKAÜLIKOO
AUTORID: JÜRI SARANDI, RIHO TARBE
KEHTIVUSE ALGUS: 06.01.2006

Lühikirjeldus: Desintegraatorveski löökkulumiskindluse uurimiseks käsitleb uuritavatest materjalidest katsekehade mehhaanilist kinnitamist konsoolsete jahvatusorganitega horisontaalse teljega desintegraatorveskis. Sobiva suurusega risttahuka-kujulised katsekehad paigutatakse tugisõrmede pesadesse ja kinnitatakse jahvatusketastel asuvasse avadesse ühise kinnituselemendiga. Tugisõrmed koos kinnituspesaga tagavad katsekeha tööpinna konstantsuse ja optimaalse kohtumisnurga jahvatatava materjaliga, samuti protsessil tekkivate tsentrifugaal- ja pörkejõudude vastuvõtmise ning katsekeha stabiilse asendi. Lahendus on kasutatav ka jahvatusorganite armeerimiseks erinevate kulumiskindlate materjalidega antud tüüpi desintegraatorveskis.

Kolle madala kalorsusega väävlirikka gaasi põletamiseks

MUDELI OMANIK: ENTEH ENGINEERING AS
AUTORID: VLADIMIR SIDORKIN
KEHTIVUSE ALGUS: 24.04.2007

Lühikirjeldus: Kolle madala kalorsusega väävlirikka gaasi põletamiseks kuulub kütuse põletamise seadeldiste hulka ja võib kasutust leida soojusenergeetikas, sh. katlamajades. Kolde eripära on spetsiaalne põlemisprotsessi aerodünaamika, mis lubab põletada madala kalorsusega gaasi ning efektiivselt siduda gaasi põlemisproduktides olevaid väävlühendeid.

VAATA LISA: WWW2.EPA.EE/PATENT/MUDEL.NSF

EKSPORDITOETUSED

EAS avas 400 miljoni kroonise eksporditoetuste programmi

Ettevõtluse Arendamise Sihtasutus (EAS) pani veebruaris käima 400 miljoni kroonise mahuga eksporditurunduse toetusprogrammi, mille abil soovib järgmise kuue aastaga suurendada ettevõtete ekspordikäivet 50 miljardi krooni ulatuses.



ALLAR KORJAS,
EAS-I TEGUTSEVATE
ETTEVÕTETE
DIVISJONI DIREKTOR

Saksa kolleegidega vesteldes jäi kõlama mõte, et ettevõtluse edendamiseks ning Eesti majanduse eduloo jätkamiseks on lisaks ekspordile väga olulised ka püsivad töökohad. Ehkki praegu räägitakse pigem tööjõupuudusest, peame siiski arvestama, et keskmise palgataseme tõusuga võivad paljud töökohad kaduda. Löögi alla satuvad eeskätt need firmad, kus tootlikkuse kasv ei suuda palgakulusid

kompenseerida. Olulisemateks tööandjateks muutuvad edaspidi just rahvusvahelise konkurentsivõimega ettevõtted.

Ekspordi olukord tervikuna pole praegu sugugi halb. 2006. aastal oli ühtekokku üle 4500 ettevõtte, kelle ekspordikäive ületas 2 miljoni krooni piiri. 2004.–2007. aastal on eksport jõudsalt kasvanud – 75 miljardil kroonilt 125 miljardile kroonile. Masinatööstus on läbi aegade andnud Eesti suurima ekspordiosa, mis 2007. aastal jäi 20% piirimaile.

Murelikuks teeb aga see, et eksport jääb mahu poolest impordile alla ja vahe on viimaste aastate jooksul pidevalt suurenenud. 2005. aastal oli kaubavahetuse puudujääk 31 miljardit krooni, 2006. aastal 46 miljardit krooni ning 2007. aastal juba 50 miljardit krooni. Samuti on selge, et pikemas perspektiivis jäävad eksportima ettevõtted, kelle tootlikkus ehk lisandväärtus töötaja kohta on rahvusvaheliselt konkurentsivõimeline.

Kus mure kõige suurem, seal abi kõige lähem

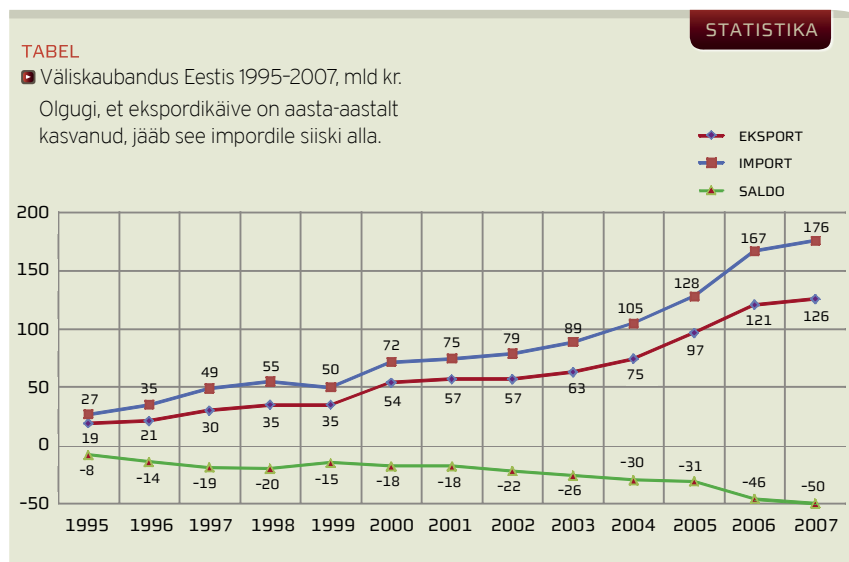
Kuigi eksportijate arv on Eesti kohta üsna suur, on ettevõtete ekspordikäibed siiski suhteliselt väikesed. Üks protsent eksportijatest annab pea poole kogu ekspordimahust. Ilmselt oleks parem, kui see suhe poleks nii drastiline. Teiseks tuleks igati kaasa aidata ekspordi kasvule tervikuna, et hakkaks vähenema vahe impordi ja ekspordi vahel.

EAS-i kaudu on viimastel aastatel välisurgetele laienemiseks toetust saanud 121 ettevõtet kokku 84 miljonit krooni. EAS jätkab ka sel aastal panustamist ekspordi arendusse, luues meie firmade konkurentsivõime toetuseks mitmeid võimalusi.

Veebruaris algas eksporditurunduse toetusprogramm kuni aastani 2013. Eesmärk on aidata kaasa ettevõtte turundusplaani elluviimisele välisurgetele minekul. Euroopa Regionaalarengu Fondist kaasrahastatud toetusprogrammi maht on kokku rohkem kui 400 miljoni krooni.

Mille jaoks toetust antakse?

Toetust saab küsida näiteks selleks, et osaleda messidel või neid küllastada, turundusüritusi korraldada, trükiseid,





reklamaterjale ja tootenäidiseid valmistada, tooteid sihtturu nõuetega vastavusse viia, disaini sihtturu vajadustele vastavaks kohandada, kaubamärke sihtturul registreerida jne. Toetuse maksimumsuurus on 1,5 miljonit krooni ja kuni 50% projekti maksumusest. Toetust saavad küsida nii juba tegutsevad kui ka

alles alustavad eksportijad, sõltumata ettevõtte suuruselt.

Tähtis on eksportijatele suunatud infoteenus, mis pakub infot sihtturgude kohta. EAS-i konsultantide abiga on võimalik koguda erinevatest andmebaasidest just oma ettevõttele vajalikku infot huvipakkuva ekspordituru kohta. Eelmisel aastal andsid EAS-i konsultandid vastuse enam kui 2000 päringule, mis puudutasid infot mõne välisuru või sealse konkreetse tegevusvaldkonna kohta. Üsna palju oli ka välisfirmade päringuid koostöövõimaluste kohta. Valdavalt sooviti leida Eestist konkreetses valdkonnas tegutsevaid ettevõtteid, kes oleksid huvitatud allhankest. Koostöömõtete otsiti

võimalusi välisurul esimesi samme teha. Ühisturundusprogramm on mõeldud nii alustavate kui ka tegutsevate eksportijate koostööprojekte edendama. Näitena võib tuua maakondlike arenduskeskuste korraldatud ettevõtete kontaktütusi, mis on mõnigi kord andnud väikeettevõttele otsustava tõuke ekspordile orienteeruda, samuti juba tegutsevate eksportijate koostöös korraldatud ühised turundusprojektid sihtturul.

EAS-i välisesindused aitavad ettevõtjaid 10 riigis

EAS arendab edasi ka messitoetuste programmi, et pakkuda abi olulisematel messidel osalemiseks nii ühisstendis koos teiste Eesti ettevõtetega kui ka oma messiväljapanekuga. Messiprogramm käivitub käesoleva aasta teise kvartali lõpus.

Üha tugevamaks abikäeks Eesti firmade välisurgudele laienemisel kujuneb EAS-i välisesinduste võrk. Välisesindu-

KUIDAS TOETUST TAOTLEDA?

Eksportiturunduse toetuse taotlusi võtab EAS vastu jooksvalt. Taotlusi saab esitada elektrooniliselt digitaall-kirjaga või paber kandjal allkirjastatult koos elektronkoopiaga.

Toetuse taotlemiseks on vajalik esitada **taotlus** koos järgmiste dokumentidega:

- » ekspordiplaan;
- » projekti eelarve tegevuste lõikes;
- » kasumiaruanne ja rahavoogude prognoos;
- » ettevõtte viimase majandusaasta aruanne;
- » ettevõtte jooksva majandusaasta finantsaruanded;
- » volikiri, kui ettevõtte esindusõiguslik isik tegutseb volituse alusel;
- » projektijuhi ja projektimeeskonna liikmete kompetentsi tõendavad elulookirjeldused.

Märtsis algavad ettevõtjatele-eksportijatele eesti- ja venekeelsed teabepäevad, kus tutvustatakse toetusi ning antakse nõu taotlemisel esitatavate küsimuste osas.

Vajaliku info (sh näidised ja vormid) leiate EAS-i kodulehelt www.eas.ee/eksporditurundus. Lisainfot saate helistades EAS-i infokonsultantidele telefonil 627 9700 või saates e-kirja info@eas.ee. Eelnõustamisega tegelevad EAS-i ja maakondlike arenduskeskuste ettevõtluskonsultandid.

Eksporditurunduse toetusprogrammi raames
ühele ettevõttele jagatav toetus võib ulatuda kuni
1,5 miljoni kroonini.

ka väga spetsiifilist oskusteavet või tehnoloogiat evivaid Eesti ettevõtteid.

Selle aasta teisel poolel tehakse algust ekspordikoolitustega, mida korraldatakse koos erialaliitude ja teiste ettevõtlusorganisatsioonidega, kelle ettepanekud määravadki koolitusteemad. Kindlasti on kavas läbi viia eksporditurundusplaani koostamise koolitusi, samuti peamisi eksporditurge ja nende spetsiifikat tutvustavaid seminare.

Uueks meetmeks on ekspordikoostöö arendamine ühisturundusprogrammi kaudu, mis plaanitakse avada tänava suvel. Eesmärk on innustada ekspordipotentsiaaliga ettevõtteid ühisprojektidele, et saavutada sünergia ja mahuefekt ning parandada ka alustavate ettevõtete

sed on Soomes, Rootsis, Saksamaal, Suurbritannias, Venemaal Moskvast ja Peterburis, USA-s Silicon Valleys, Ukrainas, Hiinas ja Jaapanis. EAS-i välisesinduste töötajad on valmis igati aitama meie ettevõtete eksporditegevust asukohariigis käima lükata.

Kokkuvõtteks võib öelda, et ekspordi ei saa suurendada Eesti riik, Euroopa Liidu abifondid ega EAS. Seda saavad teha ainult ettevõtjad, kellele riik peab omalt poolt looma võimalikult soodsad tingimused välisurgudele laieneda ning nõu ja jõuga olema abiks. Loodan, et tänu Eesti ettevõtjate ideedele ja innukusele ei jää sajad miljonid toetuskroonid kontodele seisma, vaid annavad oma panuse Eesti konkurentsivõime kasvule maailmas. ■



Technology investments by Estonian companies

The story introduces four Estonian companies and their investments into new equipment and technologies.

Wienerberger AS built a new brickworks factory in the village of Aseri and established an automated line for the production of Linkge ceramic bricks at a cost of 16 million euros. Thanks to the adoption of the new line, production costs for the product fell 50%, and the company became Estonia's only producer of Porotherm bricks.

Over the last three years, the meat dumping maker Uvic AS has invested over 100 million kroons into technology and its new plant in Aruküla. Today, UVIC has become the biggest Baltic producer of frozen meat convenience foods. The sales turnover for the company has risen 60% in those three years, and export is up from 42,000 kroons to 77 million kroons.

Bestnet AS has invested into new production equipment and technologies that optimize planning of production. Bestnet is engaged in the development, manufacture and marketing of trailers for automobiles under the Tikitreiler, Tiki Tilhenger and AKU trademarks. Last year AS Bestnet was in second place among producers, according to data from local motor vehicle registries in Finland and Sweden.

AS Tehnoplast produces plastic canisters, buckets and bottle as well as suitable caps and plugs, handles and lids. The company, with annual sales of about 65 million kroons, invested 10 million kroons in 2006, buying four new blowing machines and three new pressure casting devices. In addition, it also acquired a number of auxiliary devices such as testers, crushers and the like. Turnover rose 24% in the year following the investments.

We don't weld: We offer service!

One February evening, a mysterious giant cargo shipment passed through Tallinn. A 35-metre-long crane was transported from Suur-Sõjamäe to the Port of Muuga. Its journey will take it to Norway, where it will be used aboard a ship that services an oil rig.

The behemoth made in the production plant of the company E-Profiil shows that rumours about the death of heavy industry in Estonia are premature. Machine-building and the metal industry remain competitive even as expenses soar, thanks to intelligent and effective engineering solutions.

E-Profiil produces large, complex metal products in the giant facility of the former Dvigatel factory in the Suur-Sõjamäe district: jibs, ship balancing devices, winch components, tanks, etc. By supplying the world's growing oil and gas industry, E-Profiil is developing apace, quintupling its turnover over the last four years. Norwegian "bread" is long and sweet - there will be contracts for years.



Inseneria visited E-Profiil and asked members of the management board Indrek Ustavi and Toomas Jõgi how the firm were able to attract big and demanding clients such as a leading designer and supplier of oil and gas industry equipment, National Oilwell Varco Norway.

A life spent working toward self-evident things

Ants Jakobson, the recipient of the title of Engineer of the Year 2007 at the end of last year is currently hard at work on the development of the design for Tallinn's central Freedom Square. How to fit the tram line, the monument to the War of Independence, an



underground parking garage into the square, and do it in a fashion that would satisfy city residents? There are many different parties involved, and conflicting interests: city government, the public, and the owner of areas adjacent to the Freedom Square, Vjat eslav Leedo...

The article discusses Jakobson's work and interests as well as providing insight into his personality. Jakobson's engineering experience dates back to 1965 and in this time he has developed his own school of thought when it comes to engineering roads and railways. Just a few of his latest engineering projects, some of them already "carved" into stone, some of them still awaiting construction: the Estonian-Russian border station in Koidula, the segment of Peterburi maantee (St. Petersburg road) between Kukruse and the town of Jõhvi, the Põhjaviil boulevard and the widening of Tartu maantee together with an underground parking facility in Tallinn

The history of the Toyota family and Toyota's production system

Inseneeria has started a series of stories that provide blow-by-blow coverage of various methods for raising productivity, highlighting the pros and cons of each method. Another aim is to shed light on the historical background of the methods. The first instalment in the series is a look at the Toyota family and the Toyota production system. The reason is

simple: Toyota was the first to start thinking and acting in the direction of optimizing and increasing production, as a result of which many experts consider cost-effective (lean production) to be most important production method after mass production.

Kite flight 2008: Juhan Parts invites industrialists to a discussion

What Estonian industrial sector's products could be sold to 500 million people? That was the question Ministry of Economic Affairs and Communications Juhan Parts posed to Estonian companies at "Tuulelohe lend" (Kite Flight), an economics forum held on 8 February. Leading figures in the Estonian economics such as Juhan Parts, Endel Lippmaa, Valdo Kalm, Indrek Neivelt and Enn Veskimägi discussed the future of Estonian industry and economic policy.

At the forum, Minister Parts introduced the government's strategic decision to increase spending on research and development from



a little over 1% to 2% of GDP by 2012 in order to raise the productivity of Estonian companies. The Estonian Development Fund is being counted on for the primary assistance. The Fund is charged with developing priorities for the national growth strategy.

Participants at the forum were unanimous in the conclusion that due to Estonia's small size, companies should focus primarily on developing applied solutions in fields where the market is within reach. It was also found that the state's economic policy needs change, as low taxes alone will not be enough to draw investors to the high-tech sector. The sector being proposed as having the biggest export potential is the field of electrical energy.

Evikon MCI developing new gas sensors together in cooperation with nanotech researchers



How to get a gas sensor to react only to natural gas? After all, there is no point in having a natural gas detector that starts screaming upon sensing cigarette smoke. This is one example of the issues to which the Estonian Nanotechnology Development Centre and Evikon MCI OÜ are working to find a solution.

The article talks about the cooperation that Evikon, a producer of measuring instruments founded on Estonian capital, is pursuing with the Estonian Nanotechnology Development Centre. Currently, Evikon is interested in gas detectors, which have become more important as safety and environmental requirements become stricter. In this connection, the company has been engaged for its 17 years of existence in developing a number of measurement deuces. In the early 1990s, Evikon produced optical hygrometers for the Estonian dairy industry, portable thermometers and pH meters. ■

Projekt „Insener on looja” sai avapaugu

Eesti Inseneride Liit korraldas koos partneritega õpilastele tootearenduskonkursi. Noored tehnikahuvilised tutvustasid oma saavutusi Tartus Intellektika messil.

Parim võistkond oli õpilasfirma WriteGo (Kaisa Kangro, Annika Lindemann, Ott Nool) võistlustööga „Pastakataskuga vihikud”. Il koht läks jagamisele Tartu Raatuse Gümnaasiumi (Marge Kruus ja Liina Kerman) võistlustöö „Loodust säästvad prügist valmistatud ehted ja pühadekaunistused” ja Pärnu Raeküla Gümnaasiumi võistkonna (Marian Vares ja Anna Veldemann) võistlustöö „Proovi virtuaalselt” vahel.

Individaalvõistlejate I koha võitis Kadrioru Saksa Gümnaasiumi õpilane Andreas Rosenfeldt tööga „Iseliikur”. Tunnustuse pälvi-

sid veel Jaan-Tähver Vene (Nõmme Gümnaasium), Roland Lepp (Kadrioru Saksa Gümnaasium) ja Anvor Arak (Nõmme Gümnaasium).

Tootearenduskonkurs oli ühtlasi esimene projekti „Insener on looja” raames läbi viidud üritus. Loe lähemalt lk 10. ■



Installatsioon „Mis tunne on surra?” valmis inseneriga koostöös



8.-20. jaanuarini Linnagaleriis eksponeeritud Anu Juuraku meditatiiv-meditatsioonilise installatsiooni „Mis tunne on surra?” ettevalmistamisel osales näituse tehnilise installeerijana Kalle Tiisma.

Näitusel sai külastaja astuda kuueks minutiks haiglamiljöösse, intensiivravi palatisse ning proovida kogeda tunnet, mis võib olla hetk enne surma.

Kalle Tiisma roll oli monteerida ning installaerida näituse eksponaat, tõlkides selleks videosse võetud tansijate liigutused robotite keelde. „Inseneritöö seisukohast ei olnud see töö keeruline, keeruline oli just fikseerimata mõtete teostamine tehniliste vahenditega.” Installatsiooni tegemisel kasutati Festo pneumotehnoloogialahendusi. ■

TalveAkadeemia keskendus keskkonnale

TalveAkadeemia üliõpilaskonverentsil „Säästlik tarbimine – muut või tegelikkus?” esinesid Björn Utgård maailma juhtivast keskkonnaorganisatsioonist Bellona, sotsiaalteadlane Margit Keller, moekunstnik Reet Aus, Silbeti arendusdirektor Urmo Kala ja projekti „Teeme ära 2008” esindaja Raimo Oinus ja.

TalveAkadeemial tutvustavad tundengid oma teadustöid (sh tootmises rakendatavaid), osalevad diskussioonidel ning otsivad võimalike jätkuprojektide jaoks koostööpartnereid.



Lisainfo www.talveakadeemia.ee



TTÜ AASTA TEADLASEKS 2007 VALITI PRIIT KULU

Tallinna Tehnikaülikooli teaduskomisjon valis tänava 13.veebruariil TTÜ aasta teadlaseks 2007 mehaanikateaduskonna dekaani, professor Priit Kulu. Eelkõige arvestati professor Kulu panust teadus- ja arendustegevusse just viimasel aastal, kuid ka tagasiulatuvalt kuni 3 aastat.

Parima noorteadlase tiitli pälviv TTÜ küberneetikainstituudi vanemteadur Marko Vendelini. ■



INNOACT II PROJEKT PAKUB ETTEVÕTETELE OSKUSTÖULISI

SA Harju Ettevõtlus- ja Arenduskeskuse projekti INNOACT II raames toimuvad töötutele erialalsed koolitused eesmärgiga leida eriõppe läbinutele töökohad Tallinna ja Harjumaa ettevõtetes.

Projekti rahastatakse EL struktuurifondidest. Koolitused toimuvad masina-metallitööstuse, elektroonikatööstuse, puidu- ja mööblitööstuse, ehitusmaterjalide tööstuse ning ehituse valdkonnas.

Lõpetanute kohta annab infot projektijuht Demis Voss, 558 0322, 5331 4025,demis@hedc.ee ■

Rahvusvahelise töökogemusega **keemiainsener**, viimased 4 aastat protsessiinsenerina, soovib leida **erialast tööd** Eestis.

Francisco Heras (Hispaania)
Kontakt: tel +34 628 255 402
tel +372 53 814 524
fherasp@gmail.com