



# AASTARAAMAT 2010



TALLINNA  
TEHNIKAÜLIKOO

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOLI  
AASTARAAMAT

2010

XVIII

TTÜ  
KIRJASTUS

Koostaja ja peatoimetaja Vahur Mägi

Toimetuskolleegium: Kai Aviksoo (ülikooli nõukogu, struktuur), Tiia Vihand (õppetegevus), Kiira Parre ja Pille Kasepuu (teadus- ja arendustegevus), Jüri Järs (raamatukogu), Jüri Veerits (kirjastus), Anu Johannes ja Madli Krispin (rahvusvaheline koostöö), Ülle Põder (majandustegevus), Kerly Orulaid (vilistlaskogu, arengufond), Ene Kahro ja Milvi Vahtra (publikatsioonid)

Fotod: TTÜ fotokogu

Kaane kujundanud Ann Gornischeff

*ISSN 1406-4529*

Autoriõigus: Tallinna Tehnikaülikool, 2011

# Sisukord

## **Rektori ametisse vannutamine**

Vabariigi presidendi Toomas Hendrik Ilvese tervitus .....	11
Rektor Andres Keevalliku kõne.....	12
Haridus- ja teadusministri Tõnis Lukase tervitus .....	16
Rektorite Nõukogu esimehe, Eesti Kunstiakadeemia rektori Signe Kivi tervitus.....	17

## **Vaateid ja visandeid**

Üllas Ehrlich. Kaks aastat dekaaniametis.....	21
Tõnis Kanger. Matemaatika-loodusteaduskond 2010.....	25
Tauno Otto. Mehaanikateaduskond – vaade tulevikku.....	27
Raimund Ubar. Integreeritud elektroonikasüsteemide ja biomeditsiinitehnika tippkeskus CEBE.....	29

## **Tallinna Tehnikaülikooli majandusteaduskonna 70. aastapäeva tähistamine**

Juubelinäituse “Majandusteaduskond 70” avamine ja ajalooraaamatu “Tallinna Tehnikaülikooli majandusteaduskond 1940–2010” esitlus .....	43
Juubeliaktus .....	45
Üllas Ehrlich. Avasõna .....	45
Eedo Kalle. Majandusteaduskond 70.....	47
Raoul Üksvärav. Elu ja inimesed teaduskonna esimesel ajajärgul .....	51
Märten Ross. Euroopa rahasüsteemi areng ja selle mõju Eestile .....	62

## **Tegevusaasta 2010**

Sündmusi .....	69
Ülikooli kuratoorium, nõukogu ja valitsus.....	89
Tallinna Tehnikaülikooli kuratoorium.....	89
Tallinna Tehnikaülikooli nõukogu .....	90
Tallinna Tehnikaülikooli valitsus .....	92
Ülevaade ülikooli nõukogu tegevusest .....	93
Ülikooli struktuur ja isikkoosseis.....	97
Akadeemiline struktuur ja asutused.....	97
Isikkoosseis .....	103
Professorid.....	105
Automaatikainstituut 50.....	111
Leo Mõtus. Teadusest automaatikainstituudis ja maailmas .....	111
Andres Kull. Mudelipõhine testimine .....	115
Andri Riid. Andmetöötlus hägusloogika vahenditega ja selle rakendused.....	118
Jaanus Tamm. Arupuru tegija Eestis .....	121

50 aastat Küberneetika Instituudi loomisest .....	125
<i>Jüri Engelbrecht</i> . Solitoni mitu nägu.....	125
<i>Enn Tõugu</i> . Küberneetika Instituut Eesti arvutiteaduses .....	130
<i>Ülo Jaaksoo</i> . Teadusuuringutest, arendustegevusest ja Eesti Asjast .....	137
Õppetegevus .....	141
Õppekavad.....	141
Õppekavade arendus.....	142
Vastuvõtt .....	142
Üliõpilased .....	144
Lõpetajad.....	149
Varasemate õpingute ja töökogemuse arvestamine .....	150
Õppetegevuse kvaliteedikindlustamine .....	151
Nõustamine ja karjäär.....	152
Katkestanute tagasitoomine.....	153
Teadus- ja arendustegevus .....	154
Üldandmed .....	154
Tulemuslikumad tegevused .....	155
Riiklikud preemiad .....	155
Teaduse tippkeskused.....	156
Riiklikud programmid .....	156
Tehnoloogia arenduskeskused.....	157
Eesti teaduse infrastruktuuride teekaart.....	158
Teadus- ja arendustegevust toetav motivatsioonisüsteem.....	158
Üliõpilaste teadustööde võistlused .....	159
Teadus- ja arendustegevuse sihtrahastamine .....	161
Teadus- ja arendustegevuse baasrahastamine .....	164
Eesti Teadusfondi meetmete kaudu rahastamine .....	166
Euroopa Liidu struktuurifondide rahastamisotsused.....	169
Teadustaristu uuendamine .....	171
Rahvusvaheline teaduskoostöö.....	172
Publikatsioonid.....	172
Leiutustegevus.....	174
Doktoriõpe.....	175
Kaitstud doktoritööd.....	179
<i>Rein Kuusik, Tiit Kaljuvee, Andres Triikkel</i> . Uurimusi happeliste gaaside emissiooni piiramiseks energeetikas.....	185
Akadeemik Heinrich Laul 100.....	203
<i>Mart Kalm</i> . Lauluga Ameerikale järele .....	203
<i>Valdek Kulbach</i> . 100 aastat Heinrich Laulu sünnist ja 50 aastat kaabelkonstruktsioonide uurimist Tallinna Tehnikaülikoolis .....	205
<i>Vahur Mägi</i> . Mälupilte Laulust ja laulukaarest .....	209
<i>Ülo Tärno</i> . Laul küsiks, kus me täna oleme?.....	211
Raamatukogu .....	218

Kirjastus.....	224
Ülikooli asutused .....	225
Rahvusvaheline koostöö .....	234
Majandustegevus .....	236
Konsolideeritud bilanss .....	236
Tähtsamad näitajad .....	237
Eelarve.....	238
Eelarve täitmine.....	239
Vilistlaskogu.....	241
Arengufond.....	243
Ettekanded, kõned, sõnavõttud .....	245
<i>Peeter Müürsepp</i> . Humanitaari pilguga tehnika lugu lugedes .....	245
<i>Raimund Ubar</i> . Inseneri ja tehnoloogia võidujooksust nanomeeterdistsantsil .....	249
<i>Anto Raukas</i> . Säätsev areng ja põlevkivi .....	261
Mitut tahku .....	267
<i>Enn Listra</i> . Tehtud, mõeldud? .....	267
<i>Karsten Staehr</i> . Väliskapitali kaardimajake .....	268
<i>Kaarel Kilvits</i> . Kriis möödub, probleemid jäävad .....	271
Konverentsimuljeid.....	275
<i>Tauno Otto</i> . DAAAM toob Eestisse innovatsioonipotentsiaali tõstjaid .....	275
<i>Eerik Lossmann</i> . Ojamaal lühilaineside hetkeseisu ja tulevikku arutamas .....	277
<i>Toomas Rang</i> . Balti elektroonikakonverents BEC 2010.....	279
<i>Peeter Müürsepp</i> . XXIV rahvusvaheline Balti teadusajaloo konverents .....	281
<i>Rein Munter</i> . India veeprobleemid puutuvad nüüd ka Euroopa Liitu .....	283
Raamatutesitlused .....	288
<i>Rein Jürgenson</i> . TTÜ ja informaatikainstituudi elust pöördelaegadel .....	288
<i>Mihkel Koel</i> . Roheline analüütiline keemia .....	290
<i>Maris Suits</i> . Tõeline renessansiaja inimene .....	292
<i>Eedo Kalle</i> . Majandusteaduskonna juubeliraamat .....	294
<i>Jüri Säärekönnu</i> . Käsiraamat insenerile ja kooliraamat üliõpilasele .....	296
Eesti insenerimõtte radadelt.....	299
<i>Arvo Ots</i> . Teaduspreemia pikaajalise tulemusliku teadus- ja arendustöö eest .....	299
Memuaar.....	321
<i>Adolf Gustav Parts</i> . Mälestusi möödunud.....	321
In memoriam.....	330
<b>Publikatsioonid</b>	
Ehitusteaduskond.....	341
Energeetikateaduskond .....	354
Infotehnoloogia teaduskond .....	372
Keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskond.....	391

Majandusteaduskond .....	409
Matemaatika-loodusteaduskond .....	427
Mehaanikateaduskond .....	444
Sotsiaalteaduskond .....	464
Muud väljaanded .....	472

## **Rektori ametisse vannutamine**



Inauguratsioonitseremoonia toimus esmaspäeval, 30. augustil 2010  
TTÜ aulas kell 12.00–14.00

# VABARIIGI PRESIDENDI TOOMAS HENDRIK ILVESE TERVITUS

Austatav rektor, hea akadeemiline pere, mu daamid ja härrad!

Eesti Arengufondi eelmisel nädalal avaldatud raport edastas Eesti otsustajatele ja laiemale avalikkusele selge sõnumi: Eesti teadmistepõhine majandus vajab tänasega võrreldes oluliselt rohkem loodus- ja täppisteaduse, tehnoloogia ja inseneri eriala ettevalmistusega spetsialiste.

See pole kitsalt Eesti väljakutse. Sama probleem vaevab mitmeid teisi Euroopa riike.

Me pole justkui adunud, et läänemaailma jõukust nautivad inimesed ei huvitu enam valdkondadest, mis panid kunagi aluse Euroopa edule ja rikkusele.

Tõsi, Arengufondi sõnum on suunatud eelkõige poliitikakujundajatele, elukutse lävel seisvatele noortele ja nende vanematele.

Aga see on signaal ka Tallinna Tehnikaülikoolile, et tema roll Eesti edasises arengus muutub üha olulisemaks.

Ülikooli rektori töö tähendab äärmiselt keeruka organisatsiooni juhtimist, paljude tundmatute ja muutuvate väärtustega võrrandi pidevat lahendamist. Tema kindel käsi peab olema otseühenduses avatud kõrvade ja lahtiste silmadega.

Me elame avatud piiridega maailmas. Meie parimatele noortele on avatud maailma tippülikoolid Euroopas ja Ameerikas. Tallinna Tehnikaülikool ei ole ainus koht, kus õppida maailmatasemel inseneriks või teadlaseks.

Seepärast ma loodan, et Tallinna Tehnikaülikool eesotsas oma rektoriga kehtestab end Eesti kõrgharidusmaastiku korrastamise jõulise eestkõnelejana. Et ta teeb ses valdkonnas tihedat ja sisulist koostööd teiste ülikoolide rektoritega.

Meie riigi ja rahva tulevane edu sõltub suurel määral Eesti kõrgharidus-süsteemist. Meie kõrghariduse tase peab andma meie parimatele noortele motivatsiooni jääda Eestisse. Siis ei pea me muretsema, kas talendid ikka tulevad koju. Siis ei tule meil asuda insenere, täppis- ja loodusteadlasi teistest riikidest sisse tooma.

Ma tänan südamest täna ametist lahkuvat rektorit professor Peep Sürjet, kellega me sageli ühiselt Eesti kõrghariduse ja majanduse probleeme arutasime.

Olen kindel, et rektor Andres Keevallik jätkab neid muutumise ja arenemise protsesse, mis Tehnikaülikooli iseloomustavad ning millest paljutki me siin Mustamäe ja Nõmme vahel oma silmaga näha võime.

Soovin teile kõigile, eriti aga rektor Keevallikule, jõudu ja kõigi võimuste tarka kasutamist Tallinna Tehnikaülikooli ja Eesti Vabariigi hüvanguks.

## REKTOR ANDRES KEEVALLIKU KÕNE

Väga austatud Eesti Vabariigi president Ilves, austatud president Rüütel, austatud riigikogu esimees proua Ergma, austatud ministrid, väga austatud Tallinna linnapea, kolleegid rektorid, daamid ja härrad!

Seistes täna siin Teie ees, valdab mind üks suur ja omamoodi raske tunne – vastutus. Vastutus oma *alma mater*'i, tema töötajate, üliõpilaste, vilistlaste ees, aga veelgi laiemalt – vastutus oma rahva ees. Sest on ju ülikoolide ülimaks sihiks teenida oma rahvast. Eesti Vabariigi eakaaslane, meie ainuke tehnikaukool on seda läbi aastakümnete teinud väarikalt ja ausalt.

Me anname endale selgelt aru, et tänasel päeval, tänases majandusolukorras vaadatakse meie poole võib-olla et isegi lootusrikkamalt kui kunagi varem. Meie majandus vajab uut hingamist, struktuurseid muutusi teadmistemahukama tootmise suunas, innovatiivsust ja julget pealehakkamist. Meilt oodatakse paremaid insenere, spetsialiste. Meilt oodatakse, et meie teadus toetaks tugevamalt meie majandusarengut, avaks selleks uusi võimalusi. Me oleme valmis pakkuma oma ülikooli mitmekülgset kompetentsi ühiskonna ees seisvate aktuaalsete majandus- ja sotsiaalprobleemide lahendamiseks.

Sel aastal võtame vastu 3500 uut üliõpilast. Loodetavasti kaitstakse meil sel aastal üle 70 doktoritöö, mis oleks meie ülikooli ajaloo parim tulemus. Käsitledes meie ülikooli arenguvõimalusi, olen rõhutanud märksõnade kombinatsiooni: kvaliteet, efektiivsus, stabiilsus. Julgen arvata, et need on tänasel päeval kohased ka meie kõrgharidussüsteemile tervikuna.

Meie ülikooliharidus ja -teadus said uue iseseisvusaja algaastatel tugeva vundamendi kahe väga olulise poliitilise otsuse näol – ülikoolid said avalikõigusliku asutuse staatuse ja sellega kaasnenud laialdase autonoomia ning enamik Teaduste Akadeemia instituute toodi ülikoolide alluvusse. Need riigimehelikult targad ja ratsionaalsed otsused on leidnud järgimist mitmes riigis. Ent autonoomia tähendab ka vastutust, sotsiaalset vastutust, mida meie ülikoolid on üldjuhul ka väarikalt kandnud. Miinuspoolele tuleks kanda aga see,

et meie ülikooliseaduse teatavast liberaalsusest tingitud vääraenguid korri-geerime me veel tänagi.

Tehnikaülikoolil on seljataha jäämas edukas kümnend, millele on kaasa aidanud esialgselt soodne majanduskeskkond ning ELi struktuurivahendite edukas hankimine ja otstarbekas kasutamine. Andku lugupeetud kolleegid teistest ülikoolidest mulle andeks, kui ma eksin, öeldes, et meie arengudü-naamika on olnud parimaid Eestis. Siit annabki seada uusi kõrgemaid sihte, mida me oma arengukavas aastateks 2010–2015 kindlasti ka teeme. Märk-sõnadeks muuhulgas teadusülikool, üliõpilassõbralik ülikool, ettevõtlik üli-kool, rahvusvahelistuv ülikool.

Loomulikult sõltub palju sellest, mida on meie riik võimeline ja valmis panustama teadus-arendustegevusse ja ülikoolihariduse arengusse. Meil on muljetavaldav kõrgharidusstrateegia ja selle rakendusplaan, ent osati arusaadavatel objektiivsetel põhjustel pole seda suudetud järgida. Tahaks väga loota, et majandusolukorra paranedes on kõrgharidus riigi kõrgeimate priori-teetide seas ja lubatu saab teoks. Pean silmas üliõpilaskoha baasmaksumust, RKTd ja sellega seotud amortisatsioonikomponenti, stipendiume loodus-, täppis- ja tehnikaalade üliõpilastele jne. Ülikoolide riiklikku rahastamist tuleb otsustavalt tõsta. Tõde on selles, et hea haridus ei ole odav. Harimatus aga lä-heks riigile veel kallimaks maksma.

Eraldi tahaks aga peatuda üliõpilaste sotsiaalsetel garantiidel ja õpitoetustel. Põlvest-põlve oleme me Eestis pidanud hariduse saamiseks pingutama ja vaeva nägema. Oma suguvõsa näiteks tuues tean, et isa pidi ennesõjaeegses Tartu Ülikoolis toimetulekuks majast-majja käies kartuleid müügiks pakkuma, kusjuures ta oli ainuke pere kuuest lapsest, kes sellist haridust endale lubada sai. Kõige kiuste jõudis ta Eesti Vabariigi stipendiaadina õppima Uppsalasse. Minul kogunes ülikooli lõpuks seitse suve maaparandaja ja ehi-taja staaži, ent semestri ajal ma töötama ei pidanud. Ka minu tütreid on saanud ülikoolis pühenduda õppimisele. See aga, et üle 60% tänase Eesti üliõpilas- test on sisuliselt sunnitud õppimise kõrvalt töötama ja et ainult 15% neist saavad tagasihoidlikke õppetoetusi, ei tee au meie riigile. Siit tuleb otsida ka suure väljalangevuse ning kohati ilmneva ebakvaliteetse hariduse peamisi põhjusi.

Riigi tasemel haridus- ja teadusprobleemide lahendamisel, parima võima-liku kvaliteedi saavutamisel on ülioluline meie ülikoolide tihedam ja koordi-neeritum koostöö. Konsolideerumine meie kõrgharidusmaastikul peab kind- lasti jätkuma! Haridus- ja teadusministeeriumis võetud suunda ühisõppe- kavadele, koostööle doktorikoolides, tehnoloogia arenduskeskustes ning tea- duse tippkeskustes tuleb igati tervitada. Meil on sisukas koostöö mitmete üli- koolide ja rakenduskõrgkoolidega. Eriti tahaks rõhutada hästiedenevat koos-

tööd Tartu Ülikooliga, keda peame oma strateegiliseks partneriks. Hästi edeneb meil koostöö Eesti Kunstiakadeemiaga arhitektuuri ja disaini suundadel. Perspektiivseks suunaks on ühisõppekavade arendamine välisriikide ülikoolidega – esimesed sammud on siin juba astunud.

Meid on kritiseeritud sellepärast, et oleme “pehmete” erialade suunas liialt kaldu. Minu vastus on, et pean meil teadlikult väljakujundatud struktuuri igati otstarbekaks. Rõhutame seejuures, et oleme Eesti ainus tehnikaülikool, millest tuleneb loomulikult eriline vastutus. Ent see ei tähenda kindlasti mitte muude valdkondade alatähtsustamist. Oleme seisukohal, et koostööst tehnika ja tehnoloogia, loodus- ja täppisteaduste, majandus- ja sotsiaalteaduste vahel tuleks kujundada meie konkurentsieelis. Muuseas, niisuguse kooslusega ülikoole nagu meie on hakatud nimetama nüüdisaegseteks ehk modernseteks ülikoolideks.

Täiendavaid võimalusi meie õppe- ja teadustöö kvaliteedi parandamiseks näeme “piiriülese” koostöö edendamises ka ülikooli enda sees. On meil ju 8 teaduskonda, 5 teadusastutust ja 4 kolledžit. Isegi teaduskondade sees saab ressursse paremini kasutada. Kavatseme tegelda rohkem õppekavade ökonoomikaga ja liikuda õppekavade arvu vähendamise suunas. Kaalume põhjalikult võimalust eliitühikute moodustamiseks võimekatest ja motiveeritud üliõpilastest, kes saaksid süvendatud teoreetilist ettevalmistust tulevast akadeemilist karjääri silmas pidades. Olen veendunud, et see võimaldab meil parandada ka doktoriõppe efektiivsust. Meie ülikooli mainekad teadustulemused peaksid olema oluliseks motiiviks, mis tooks siia õppima gümnaasiumi lõpetajate paremiku.

Olulist osa õpetamise ja teaduse kvaliteedi kindlustamisel Eestis, aga ka haridusmaastiku korrastamisel on edendanud meie ülikoolidevaheline kvaliteedilepe. Kuid ilmselt on saabunud aeg teha ka siin korrektiive. Seda enam, et osa selle sätteid on juba viidud ülikooliseadusse. Olen seisukohal, et meie kvaliteedihindamise kriteeriumid on ikkagi ülepingsutatult bibliomeetriakesksed. Olen nõus kolleeg Alar Karisega, kes on öelnud: “Õppejõudude valimisel tuleb lisaks teadustulemustele suuremal määral arvestada õpetamist”. Tõepoolest – rohkem tuleks õppejõudude atesteerimisel ja valimisel arvestada nende panust emakeelse õppekirjanduse ja monograafiade koostamisel ning oma teadusvaldkonna populariseerimisel ühiskonnas laiemalt. Üha enam tuleks väärtustada uute teadmiste vahendamist, teadmiste ja tehnoloogiate siiret, sest meie endi loodud teadmiste hulk jääb maailma masstaabis ikkagi kaduvväikseks.

Teadus-arendustegevuse juhtimise juurde tulles tuleb tunnistada, et TANi roll on lubamatult nõrk. On tekkinud suured disproportsioonid erinevate teadusvaldkondade rahastamisel, paigast on ära ka alus- ja rakendusüritingute

suhe. Erinevate ministeeriumide teadus- ja arendustegevus vajaks paremat koordineerimist. Ei saa leppida olukorraga, kus mitmed riigi majandusarengu mõttes olulised teadusvaldkonnad on “näljapajukil”. Ümberkujundamisel on riigi teadus-arendamise rahastamissüsteem. Tahaks loota, et rakendatakse teadusvaldkonniti mõnevõrra erinevaid kvaliteedikriteeriume ja et TAN võtab endale ülesande kujundada mõistlikud proportsioonid erinevate teadusvaldkondade vahel. Hiljuti lõppenud nn teaduse teekaardi konkursil, kus sisuliselt valiti meie teadusprioriteete pikemaks perioodiks, jäid tehnikateadused kaardilt hoopiski välja. Vaevalt saab seda pidada kaugelenägelikuks teaduspoliitikaks. Huvitav, millele hakkab baseeruma meie tulevane majanduskasv?

Meie ülikooli üks olulisemaid arengusuundi algaval perioodil on rahvusvahelistumine. Tänaise päeva seisuga on meil 650 välisstudengit ning 70 välis-teadurit-õppejõudu. Need arvud kasvavad kiiresti, sellest õppeaastast on meil juures üle 150 välisüliõpilase. Meie ingliskeelsete õppekavade arv läheneb kahekümnele.

Tehnikaülikool toetab jätkuvalt riigi regionaalarengut oma kolledžite ja loodetavasti nende baasil loodavate kompetentsikeskuste kaudu. Me tihendame koostööd omavalitsustega, seejuures Tallinna linnaga, meie suurima partneriga. Tallinna suurima ülikoolina vastutame me mitmeski mõttes meie pealinna hea käekäigu eest, linna infrastruktuuri ja elukeskkonna arendamise eest. Tallinna linnaga oleme partnerid ka Tallinna Teaduspargis, kus on lähiaastatel oodata uusi suuri arenguid. Muuseas, nimetus Tallinna Tehnopol tähendab meie ja Tallinna Teaduspargi ühendust.

Meie ehitusprogramm jätkub veel mitmete hoonete renoveerimise ja ehitamisega. Tahame käivitada nn *smart grid*-projekti, mis võimaldaks kaasajastada meie energiasüsteemid.

Lõpetades tahan rõhutada meie ülikoolipere – õppejõudude, teadurite, üliõpilaste, tugistruktuuri töötajate, vilistlaste, emeriitprofessorite ja -dotsentide suurt ühtekuuluvustunnet. Mulle eelmine kord ametiraha kaela pannud akadeemik Boris Tamm ütles tookord oma pöördumises, et hoidkem seda tunnet “nagu oma silmatera”.

Saatku meid vastastikune hoolivus ja oma *alma mater*’i vaimu – “raua-kooli vaimu” tunnetus! Väärtustagem loovust, pühendumust ja usaldusväärsust – need on meie põhiväärtused!

Lõpetuseks tahan ma avaldada tunnustust ka ametist lahkuvale rektorile professor Peep Sürjele, samuti tahaksin tänada meie teadusprorektorit professor Rein Vaikmäed meeldiva ja konstruktiivse koostöö eest.

## HARIDUS- JA TEADUSMINISTRI TÕNIS LUKASE TERVITUS

Austatud Eesti Vabariigi president, härra president, proua riigikogu esimees, professorid, üliõpilased, külalised, härra rektor!

Peale vaadates tundub, et just praegu on hea olla rektor, eriti Tallinna Tehnikaülikooli rektor. Tänapäevaks on laialt omaks võetud teadmine, et parim majanduspoliitika on haridus- ja teaduspoliitika. Kui Tallinna Tehnikaülikool on üks majanduse arengumootoreid, siis just praegu on hea oma rolli täita.

Aga milline see roll tänapäeval on? See ei pruugi olla sotsiaalvaldkonna laialdasemas arendamises. Loomulikult on meil olemas ühiskond, milles toimivaid suhteid tuleb uurida. Aga meil on ka maanteed ja raudteed, lennukid ja laevad, loomulikult ka energeetika ja ehitus. Mõistagi ka internetikiirteed ja geeniuurimine.

Kui Tallinna Tehnikaülikool on Eesti majanduse arengumootor, siis tuleks olla edukas oma põhirolli täitmisel ja tugevdada sellealast koostööd nii maailma tippteaduskeskustega kui Tartu ja Helsingi suunal.

Ühe prioriteetse suunana tooksin välja IKT arendamise. Kümme aastat tagasi pani TTÜ koos Tartu Ülikooliga koostöös vabariigi valitsuse ja valdkonna ettevõtjatega aluse Infotehnoloogia Kolledži asutamisele. Nüüd on koos samade partneritega tarvis astuda veel pikem samm edasi. Veetlev on ka huvitav valdkondade vaheline koostöökolmnurk TTÜ, TÜ ja Eesti Kunstiakadeemia vahel.

Teil on tugev rektor, nii nagu igal meeskonnal peab olema tugev liider. Kuid tugev liider sõltub oma meeskonnast – sellest, kui tugevad on ülejäänud tippjuhid rektoraadis ja dekanaatides, samuti keskastmejuhid. Teate ju hästi, et ükski on võimalik võita ühekordset “pealtpanemise” võistlust, kuid mitte täispikka korvpallimatši. Kohtunikke tuleks ka muidugi usaldada.

Suur tänu senisele rektorile ja edu ning jõudu uuele rektorile!

## REKTORITE NÕUKOGU ESIMEHE, EESTI KUNSTIAKADEEMIA REKTORI SIGNE KIVI TERVITUS

Austatud Eesti Vabariigi president, riigikogu esimees, riigikogu liikmed, minister, Tallinna linnapea, austatud Tallinna Tehnikaülikooli kuratooriumi liikmed, ülikooli akadeemiline pere, üliõpilased. Daamid ja härrad!

Mul on erakordselt suur au tänasel päeval tervitada professor Andres Keevallikut, aga tema kaudu ka kogu Tehnikaülikooli Rektorite Nõukogu nimel.

Nimelt on Rektorite Nõukogu – s.t Tallinna Tehnikaülikooli, Tartu Ülikooli, Eesti Maaülikooli, Eesti Muusika- ja Teatriakadeemia ja Eesti Kunstiakadeemia rektorite ühendus, mille töötavatest ja kooskäämistest ja teravatest vaidlustest teavad vähesed, aga mille arvamusi, otsuseid ja tihti ka teravat kriitikat kardavad paljud – vähemalt me ise arvame nii...

Rektorite Nõukogu on ühendus, kuhu iga uut liiget oodatakse teatava uudishimuliku umbusuga, aga neid, kes enam “salaklubisse” ei kuulu, armastatakse palavalt ja koheldakse emeriitrektoritena kõige selle seisuse juurde kuuluvate regaaliate ja respektiga.

Professor Keevallik ei ole Rektorite Nõukogus tundmatu mees. Tema jäätit, donkihhotlikku võitlust kõrghariduse positsiooni ja rahastamise, hariduse olulisuse, aga eelkõige Tehnikaülikooli parema tuleviku eest teavad nii endised kui ka tänased Rektorite Nõukogu liikmed. Ja uskuge, siin ei ole midagi tegemist ainult “kuuma” või “tulise” ... või ... taevas hoidku! “püsimatu” ja “vallatu” tegutsemisega – nagu võime lugeda ÕSi 1984. aasta väljandest seletusena sõnale “keev/keevaline”.

Professor Andres Keevallik on “reljeefselt otsekohene” – aga kui vaja, siis “loominguliselt laiahaardeline” nii oma väljautlemistes kui oma toimetamistes. Just seda me vajamegi.

Aga sõnadest: vabariigi president on esitanud meile kõigile üleskutse luua eesti keelde uusi keelendeid. Aga paljud võõrad sõnad meie keelde tulevad põhiliselt just Sinu eriala terminoloogiast: digitaaltehnik, elektromehaanika, telemehaanika, internet, mobiilinternet... Nii et Sul ja Tehnikaülikooli rahval on eriti põhjust võistlusest osa võtta. Aga siinkohal annan Sulle mõningaid mõtteid, kust algust teha. Teadagi, tuleb sõna “digitaal” ladinakeelsest sõnast *digitālis* ehk sõrm. Kuivõrd Tallinna Tehnikaülikooli loosung on *mente et manu* – mõistuse ja kätega – ja siin tegeldakse/tegeletakse digitaaltehnoloogiaga, siis sobib sõna juureks “sõrm” ju suurepäraselt. Aga sõrm on ju ka



näpp ja kui on olemas täppisteadus, siis miks mitte ka näppis- või näppusteadus... Näed, mina tegin algust, aga Sina saad jätkata ja leiutada ning luua, sest selleks oled Sa valitud – et leiutada ja luua midagi uut, mis viib ülikooli edasi.

Soovin Rektorate Nõukogu nimel Sulle selleks jaksu, tarkust ja inspiratsiooni!

Kui ma juba mõistetest hakkasin rääkima, siis mõtleme veel ka sõna “inaugureerima” tähendusele. *Inaugurer* prantsuse keeles tähendab investeerima ehk panustama. Ja ladinakeelne *inaugurare* tähendab kinnitama või heaks kiitma hea ende põhjal. Nii võib ju öelda, et ülikool, Sinu kolleegid ja üliõpilased, panustavad Sinusse heas usus, et Sa saadad korda midagi uut, midagi õiget ja kutsud esile muutusi ning neil on alust seda uskuda.

Kuid panustada ei saa ühekordselt valimisedelit täites, vaid see eeldab pidevat tuge ja toetust, kaasaraäkimist, kriitikat, mis on konstruktiivne/ülesehitav, mitte mahakiskuv...

Soovin seepärast ka Tallinna Tehnikaülikooli akadeemilisele perele tarkust ja oskust panustada oma rektorisse.

Veelkord – Rektorate Nõukogu nimel – palju õnne!

## **Vaateid ja visandeid**

## KAKS AASTAT DEKAANIAMETIS

### Tähelepanekuid ja tõdemusi TTÜ majandusteaduskonnast

Ülikool on keeruline süsteem, kus kõik on kõigega seotud. Ülikooli valdkondlikuks üksuseks on teaduskond, mis ülesannete paljusust ja mitmekesisust arvestades ei kuulu omaette võetuna samuti lihtsate kilda. Teadus, õppetöö, teaduskonnasisesed suhted, suhted teiste teaduskondadega nii kodu- kui ka välismaal, kontaktid teiste kõrgkoolidega nii kodu- kui ka välismaal, samuti kontaktid firmade- ja tööandjatega – kõik see kuulub dekaani igapäevategevuse hulka. Selle töö käigus peaaegu kahe aasta jooksul on allakirjutanul tekkinud teatud arusaam teaduskonnast, selle tegevusest ja esseisvatest ülesannetest, mida allakirjutanu püüab järgnevalt tutvustada.

Arendustöös tuleb silmas pida, et areng toimuks harmooniliselt, et ühte valdkonda ei arendataks teiste arvelt. Toon ühe näite: TTÜ majandusteaduskonna oluliseks prioriteediks on rahvusvahelistumise jätkumine ja välisüliõpilaste osakaalu suurenemine. Samas tahame kindlasti anda ka maailma parimat eestikeelset majanduskõrgharidust. Et seda näiteks doktoriõppe tasemel suuta, tuleb olla nii rahvuslik kui ka rahvusvaheline teaduskeskus.

Kahtlemata on teadus nii teadusülikooli staatusesse pürgivale ülikoolile tervikuna kui ka iga teaduskonna jaoks eraldi eelistus number üks. Tahtmata siinkohal arvustada Eesti teadusrahade jaotamise mehhanismi või põhimõtteid, tuleb siiski tõdeda, et riigi teadusraha (eelkõige sihtrahastamine ja ETFi grantid) jaotub teadusvaldkondade vahel väga ebahühtlaselt. Näitena võib tuua majandusteaduse, kus viimastel aastatel on rahastatud vaid ühte (!) sihtfinantseeritavat teemat. Vähe on selles valdkonnas ka Eesti Teadusfondi grante. Lihtne seletus majandusteaduse riigipoolsele rahastamisele (või õigemini, selle puudumisele) oleks, et võimekamad siirduvad muudesse teadusvaldkondadesse ja majandusteadusele pühenduvad teistsugused inimesed. Sellise põhjenduse vastu räägib aga medalistidest gümnaasiumilõpetajate suur osakaal majandusteaduskonna riigieelarvelistele kohtadele astujate hulgas. Tõenäoliselt tuleb erinevate teadusvaldkondade võimet konkureerida teaduse riigipoolsele rahastamisele otsida praegu kehtiva süsteemi korral siiski mujalt.

Jättes kõrvale poolhumeuriline tõdemuse, et teadus edeneb hästi valdkondades, kus valitseb suhteline tööpuudus, võiks teadusvaldkondade võrdlemisel keskenduda sellele, milline on doktorandi (ja ka teadlase) vajalik isiklik

vaimne panus finantseerituks osutumiseks hädavajaliku ETISi klassifikatsioonijärgse 1.1-publikatsiooni saamiseks-tekitamiseks. Igatahes näitab praktika, et rahastamisaotluste käsitlemine valdkonnaülese pingereana ei paku sotsiaalteadustele (k.a majandusteadus) just palju võimalusi. Eelmainitud arvestades on paratamatu, et teaduse kehtiva rahastamissüsteemi juures on riigi teadusraha saamine jaotatavate sihtfinantseerimiste ja grantide mahtu arvestades küll hädavajalik akadeemiline tunnustus, mitte aga määrav panus teaduskonna rahastamisse. Majandusteaduskonna põhisissetulekuallikaks on (ja ilmselt jääb ka lähemas tulevikus) õppetöö.

Tehnikaülikooli majandusteaduskonna eripära, võrreldes enamike teaduskondadega (v.a sotsiaalteaduskond, mis on sarnases olukorras), on asjaolu, et absoluutne enamus üliõpilasi (80–90% koguarvust) ei õpi riigi poolt tellitavatel kohtadel, vaid maksavad oma õpingute eest ise, mis tähendab, et majandusteaduskond võistleb üliõpilaste pärast teiste majandusalast kõrgharidust andvate avalik-õiguslike ja erakõrgkoolidega. See asjaolu seab konkurentsis püsimiseks kõrgendatud nõudmised peale õpetamise ka üliõpilaste teenindamisele. Iseenesest mõistetavalt vääriavad head teenindust kõik üliõpilased kõikides teaduskondades, sõltumata õpitavast erialast ja staatusest skaalal riigieelarveline-riigieelarveväline. Küll on aga erinevad tudengite võimaliku rahulolematuse tagajärjed. Kui riigi tellitud (ja makstud) kohal õppiv üliõpilane, eriti veel erialal, kus puudub pakkujapoolne konkurents, ei ole rahul õpikeskkonna ja teenindusega, siis ta kas esitab kaebuse või lahkub. Viimast takistab väike tõenäosus mujal RE-kohale õppima pääseda. Kui rahulolematu on oma raha eest õppija, läheb ta üle teise kõrgkooli samale erialale (et mitte öelda konkurendi juurde), tehes samal ajal negatiivset turundust oma endisele teaduskonnale ja seeläbi tervele ülikoolile. Tudengitepoolne suust-suhu ja sotsiaalmeedias leviv teave on mainekujunduslikult üliolulise (välitudengite puhul teaduskonnas tehtud küsitluste põhjal), sageli koguni määrava tähtsusega.

Turu tingimustes tegutseva firma üks jätkusuutlikkuse põhieeldusi on pidev tootearendus. Autotööstuses lasevad tootjad peaaegu igal aastal välja uued mudelid või nende modifikatsioonid. Teaduskonna tooteks on õppeained-õppekavad. Konkurentsis püsimiseks tuleb neid paratamatult uuendada, mistõttu ei ole näilisel paljude õppekavade ja peerialade-spetsialiseerumiste olemasolu mitte ressurside raiskamine, nagu pealiskaudsel vaatlusel võib järeldada, vaid hädavajalik abinõu konkurentsis püsimiseks. Selles valdkonnas on TTÜ-sisese potentsiaalse sünergia ärakasutamiseks palju arenguruumi. Peale subjektiivsete tegurite esineb ka bürokraatlikke takistusi. Näiteks asjaolu, et õppekava peab kuuluma ühe teaduskonna juurde ning

praktikas puudub mehhanism teaduskondadevaheliste õppekavade tegemiseks, mõjub teaduskondadevahelisele koostööle tihtilugu pärsivalt.

Tootearendusel ei ole mõtet ilma turunduseta. Seda mõistetakse hästi ka majandusteaduskonnas, kus on aastaid tegeldud teaduskonna õppekavade turundamisega, sihtrühmaks riigielarvevälised üliõpilaskandidaadid nii Eestis kui ka välismaal. Jälle võib sarnaselt spetsialiseerumissuundade paljususega kerkida küsimus, kas ei ole tegemist ressursside raiskamise ja ülikoolis niikuinii asendatava turunduse dubleerimisega. Vastus nõuab taas süvenemist teaduskonna eripärase. Üliõpilaskandidaat, kes tahab kõrghariduse omandada majanduse või rahvusvaheliste suhete valdkonnas, ei mõtle muid võrdseid võimalusi kaaludes mitte TTÜ ülejäänud teaduskondadele, vaid teistele kõrgkoolidele, kus majandust või rahvusvahelisi suhteid õpetatakse. Et venna teda langetama valikut TTÜ majandusteaduskonna kasuks, ei piisa üksnes TTÜ tugevast tootemargist ja selle reklaamist, mis ülikooli suurust ja mitmekesisust arvestades ei saa (ega ei peagi) keskenduma igale teaduskonnale eraldi. TTÜ kui terviku tootemargi tugevus ja tuntus on küll vajalik, kuid mitte piisav tingimus selleks, et tudengikandidaat otsustaks majandusteaduskonda õppima asuda. TTÜ tootemargi tugevusele ja tuntuks peab kindlasti lisanduma täpsem teave teaduskonna ja seal pakutava kohta, et tudengikandidaat saaks meie teaduskonda teiste samas valdkonnas kõrgharidust pakkuvate institutsioonidega võrrelda ja positsioneerida, et langetada siis selle alusel õige ja põhjendatud otsus. Seega on teaduskonna seisukohalt edukas turundus võimalik vaid TTÜ ja teaduskonna kooskõlastatud ja teineteist täiendavast turundustegevusest tekkiva sünergia oskusliku ärakasutamise kaudu.

Tõsiasi on, et Eestis väheneb lähiaastatel gümnaasiumilõpetajate ja seega ka potentsiaalsete üliõpilaskandidaatide hulk. Üliõpilaste arvu säilitamiseks tuleb teaduskonnal majandus- ja ärialase kõrghariduse turul oma osa suurendada, tuua kooli tagasi ülikooli poolelijättnud või bakalaureusekraadiga tööturule siirdunud ja suurendada rahvusvahelise õppe mahtu. Ükski neist ülesannetest ei lahene iseenesest, vaid eeldab sihipärast tööd, millega teaduskonnal kaasnevad ka täiendavad kulutused.

Kõrghariduses, nii nagu majanduseski, võrdub paigalseis tagasiminekuiga. Arvestades Eesti gümnaasiumilõpetajate arvu järsku langust lähiaegadel, aga ka võimalikke hariduspoliitilisi otsuseid, ei ole teaduskonnal muud valikut kui jätkata rahvusvahelistumist ja suurendada järjekindlalt välistudengite ning välisõppejõudude osakaalu. Niisuguse eesmärgi seadmisel ei saa aga eirata asjaolu, et hoolimata tugevast omavahelisest konkurentsist on maailma majandus- ja ärialast kõrgharidust andvad institutsioonid omandivormist sõltumata kogunenud rahvusvahelistesse ühendustesse, millest tähtsaimad on

AACSB (The Association to Advance Collegiate Schools of Business), EFMD (European Foundation for Management Development) ja CEEMAN (International Management Development Association for Central and Eastern European Countries). Majandus- ja ärialast kõrgharidust andva ülikooli või teaduskonna rahvusvaheline seisund on suuresti määratud liikmelisusega nimetatud ühendustes, osalusega nende jooksvas töös ja nende poolt antavate akrediteeringute taotlemise ja saamisega. Ei oska nimetada majandus- ja ärialast haridust andvaid ärikoole ega riiklike ning avalik-õiguslike ülikoolide majandusteaduskondi, mis oleksid rahvusvaheliselt edukad eelmainitud ühendustesse kuulumata ja ilma viimaste antavate rahvusvaheliste akrediteeringuteta. Eelmainitud arvestab oma rahvusvahelistumise strateegias ka TTÜ majandusteaduskond, mis osaleb toimekalt nimetatud ühenduste töös ja valmistub akrediteeringute taotlemiseks. Praegust välisüliõpilaste suhteliselt suurt osakaalu TTÜ kontekstis (ca 300 välisüliõpilast, s.o peaaegu kümnendik tudengite koguarvust) võib seletada pakutava hariduse hinna ja kvaliteedi hea suhtega. Arvestades aga ELi liikmesriikide eeldatavat konvergentsi, ei oleks õige ehitada rahvusvahelistumise tulevikku üles pakutava kõrghariduse suhteliselt madalale hinnale.

Ja lõpetuseks, millise positsiooni omandab dekaani ametikoht turukonkurentsi tingimustes tegutsevas teaduskonnas, kus töötajaid on saja viiekümne ja õpetatavaid kolme tuhande ringis? Eesti tingimustes oleks sellise mahu juures tegu päris korraliku firmaga, mille juhti nimetataks kõigi kriteeriumide kohaselt tippjuhiks. Kas dekaan on tippjuht? Allakirjutanu jätkaks selle au rektorile või laiemalt võttes, ülikooli juhtkonnale. Dekaan on eelkõige teaduskonna esindaja, teaduskonna ja ülikooli huvide vahendaja, teaduskonnasisese tegevuse kooskõlastaja ja paremal juhul ka huvide tasakaalustaja.

## MATEMAATIKA-LOODUSTEADUSKOND 2010

Matemaatika-loodusteaduskond loodi Tallinna Tehnikaülikoolis üksteist aastat pärast Eesti taasiseseisvumist 2002. aastal. Selle ajaga oli esialgne emotsionaalne vaimustus nii ühiskonnas tervikuna kui ka ülikoolihariduses asendunud pragmaatilisema ja asjalikuma ellusuhtumisega. Möödas olid ajad, mil rõhuv enamus gümnaasiumilõpetajaid soovis õppida nn “pehmeid” erialasid ja loodusteadlasi peeti veidrategs nohikuteks, kes nokitsesid ainult oma probleemide kallal. Ühiskonna edukas areng saab toimuda ainult tasakaalustatult, toetades ja arendades nii sotsiaal-, tehnika kui ka loodusteadusi. Ülikoolis oli selleks ajaks olemas sobilik õppejõudude ja teadlaste kaader. Vajadus loodusteadusliku struktuuriüksuse loomise järele tehnikaülikoolis tulenes seega nii ülikoolivälisest kui ka -sisestest teguritest.

Matemaatika-loodusteaduskonnas töötavad keemikud, geenitehnoloogid, füüsikud ja matemaatikud on koondunud nelja instituuti ja kahte teaduslaborisse. Peale selle on teaduskonnaga tihedalt seotud Maa-teadlased TTÜ Meresüsteemide Instituudist ja TTÜ Geoloogia Instituudist. On märkimisväärse tähendusega, et alates 2011. a sügisest toimub vastuvõtt Maa-teaduste bakalaureuseõppesse. Nii nagu loodus on ühtne tervik, ei saa loodusteaduslikke aineid õpetada ja uurida eraldiseisvatena. Keemia, geenitehnoloogia, tehnilise füüsika ja Maa-teaduste erialadel toimub õpe nii bakalaureuse ja magistri kui ka doktori tasemel.

Eduka õpetamise aluseks on teadustegevus. Ilma rahvusvahelisel tasemel teadustööta ei saa ülikooliõpet toimuda. Matemaatika-loodusteaduskonnas on teadustöö primaarne. Tunnistust sellest annavad Eesti Vabariigi teaduspreemiad, mida viimase nelja aasta jooksul on tulnud teaduskonda kolm (2008 prof Tõnis Timmusk, 2009 prof Erkki Truve, 2011 prof Peep Palumaa) ja kokku teaduskonda selle lühikese olemasolu jooksul kuus. See on saanud võimalikuks tänu kõrgetasemeliste publikatsioonidele rahvusvahelistes eriala tippajakirjades Science, Nature, Chemical Reviews jt ning tihedale rahvusvahelisele koostööle. Rahvusvahelistumine, mis ülikooli uues arengukavas on üheks prioriteediks, kajastub meie teaduskonnas eelkõige teadustöösse kaasatud välismaiste järel doktorite ning mitmete ülikoolis korraldatud rahvusvaheliste teaduskonverentside näol. Peale rahvusvahelisuse on teadus oma olemuselt erialadevaheline. Teaduskonna- ja ülikoolisisene koostöö tagab edu uute, klassikaliste piirimail tekkivate teadusharude arendamisel. Nii

tegeldakse varem nimetatute kõrval veel biomeditsiini, biomeditsiinitehnika (koostöös Tehnomeedikumiga), keskkonnaseire jm suundadega, samuti lüüakse kaasa teaduse tippkeskuste töös (keemilise bioloogia tippkeskus).

Teaduskond ei ela ega tööta suletud maailmas. Oma osa on tal ühiskonna teenimisel. Laiemas mõttes tähendab ühiskonna teenimine teaduse kui kultuuri ühe osa järjepidevuse hoidmist ja teadusliku järelkasvu tagamist loodusteadustes, kitsamas mõttes ootab ühiskond aga tegasusat sekkumist erialaste otsuste vastuvõtmisel ja elus esilekerkivate probleemide lahendamisel. Meie teadlased on kaasatud mitmetesse eksperdi- ja otsustuskogudesse. Eraldi tuleb märkida osavõttu tehnoloogia- ja arendusprogrammidest, nagu Toidu- ja Fermentatsioonitehnoloogia Arenduskeskus, Vähiuuringute Tehnoloogia Arenduskeskus, koostööd firmadega (AS Kevelt, Cambrex Tallinn) ja edukate *spin-off*-firmade teket (Biotap OÜ), millega tagatakse teaduskonnas loodud intellektuaalse omandi tehnoloogiasiare.

Teaduskonna ettevõtmistes osalevad agaralt ka üliõpilased, kes juba bakalaureuseõppes alates on kaasatud eksperimentaalsesse töösse teaduslaborites. Niimoodi õppejõududega külg külje kõrval töötades suureneb teaduskonnasisene ühtekuuluvustunne. Õppejõudude innustav eeskujud on teadustöö järjepidevuse aluseks.

Matemaatika-loodusteaduskonnas kohtuvad omavahel matemaatika, füüsika, keemia ja bioloogia. Need on teadused, millest on alguse saanud kõige olulisemad muutused meie maailmapildis. Sünergia, mis sünnib nende teaduste kokkupuutel, on jätkuvalt teaduskonna edasise arengu aluseks.



## MEHAANIKATEADUSKOND – VAADE TULEVIKKU

Tänane mehaanikateaduskond oma 130 töötaja ja 1100 üliõpilasega on ühtlaselt tugev nii teadus- ja õppetegevuses kui ka sotsiaalses panuses ühiskonda. Tehnikaülikool on eelkõige teadusülikool ja siit saadav haridus on tulevikuvaatav, pakutavate õppekavade tervikmõttest saadakse aru alles hiljem. Uued üliõpilased on teistsugused – virtuaalmaailma toel kasvanud, soovides olla toimekamad ja tegutsevamad. Bakalaureuse- ja magistriõppe kõrvalt tihti töötatakse, leitakse võimalus õppida semester rahvusvaheliste programmide toel välisülikoolis, võetakse bakalaureuseõppe järel aeg maha töökogemuse saamiseks. Nii lõpetabki bakalaureuseõppesse astunutest ligi kümnendik viie aasta pärast magistrikraadiga, enamikul võtab õpitee mõne aasta kauem.

Teekond inseneriks ning sealt edasi tööstusjuhiks saamiseni on pikk. Rahvusvahelise tööstustehnika ja juhtimise õppekaval alustajad on üldjuhul vahepeal juba ettevõttes töökogemuse omandanud. Bakalaureuse- või magistriskraad ei taga isenesest pehmet juhitooli, ergonomilist arvutitöökohta büroos või mugavat istet ametiautos. Pigem võiks rööpjooni tõmmata pargipingil istumise võimalusega: need pingid on projekteeritud riigi ja kodanike hüvanguks, et võtta hetk aega mõtiskeluks, arutleda sõpradega maailmaparandusteemadel või puhata läbitud teekonnast, kuid pikemalt istuma jäädes tuleb meelde, et ollakse alles teel. Tallinnas on ligi 1400 linnapinki, sh 150 Mustamäel, modernseimad nende seas on Martin Pärna disainitud 27 kummi- kattega istet TTÜ peahoone ees.

Septembrist käivitus koostöös Eesti Kunstiakadeemiaga professorite Martin Eerme ja Martin Pärna eestvedamisel rahvusvaheline ühisõppekava “Disain ja tootarendus”, kuhu vastuvõetavatest õppuritest on pooled tehnilise kõrgharidusega ning teise poole moodustavad disaineriharidusega õppurid. Koostöös Tartu Ülikooli ja TTÜ energetikateaduskonnaga valmistatakse ette tuumaelektrijaamade ühismagistriõppekava. Projekti tulemusena töötatakse välja õppetöök vajalikud materjalid ning õppekava alusel luuakse täiend- ja ümberõppemoodulid, mis võimaldab edaspidi Eestil rohkem kaasa rääkida mitte üksnes tuumaenergeetika, vaid ka muude kiirgus- ja soojus-eraldusega seotud tööstus- ja teadusprojektide juures. Tasulise õppe maht mehaanikateaduskonnas on väike, kuid oleme rohkem pööramas tähelepanu

täienduskoolituste korraldamisele. Selles on abiks ettevõtete ja ülikoolide koostöömeetme projekt, mille raames on käimas tööstuse vajaduste uuring ja loomisel kaugõppurite magistrikava “Mehhanotehnika”. Käivitatud on täienduskoolitusseminaride sari, mida korraldame Eesti eri paigus.

Teaduskond on olnud edukas riiklikes sihtrahastatavates projektides, mida 2010. aastal oli kokku viis. EASi TAK-programmis osalemise tulemusel asutati 14 tööstusettevõtte ning mehaanikateaduskonna ja automaatikainstituudi koostöös innovaatiliste masinaehituslike tootmissüsteemide tehnoloogia arenduskeskus IMECC. Teaduse osa peab nii töötajate arvus kui rahalistes mahtudes edaspidi oluliselt kasvama. Järgmiseks sammuks on suurem osalemine ELi raamprogrammi projektides, uute projektide algatamine ning tegus ettevalmistustöö nii ELi kui ka Eesti komisjonides meie ettevõtetele ja majandusele vajalike projektiteemade võimaldamiseks. Üheks võimaluseks on osavõtt ELi tehnoloogiaplatformide programmist, nagu tulevikutootmise platvorm Manufuture ([www.manufuture.ee](http://www.manufuture.ee)). See annab ka aluse Eesti teaduse infrastruktuuri teekaardile jõudmiseks, mille järgmine otsustusvoor saabub nelja aasta pärast.

Põhjamaade tehnikaülikoolides on kvaliteedijuhtimine juba aastaid kasutusel. Alustasime esimese TTÜ teaduskonnana kõrgkooli kvaliteedikindlustamise juhtprojekti raames vastavalt EFQM-mudelile oma kvaliteedisüsteemi ülesehitamist ja assessorite hinnang tehtud tööle oli julgustav. Aastatel 2012–2016 läbib kogu Eesti kõrgharidus institutsionaalse akrediteerimise, mille eelduseks on toimiv kvaliteedisüsteem.

Tähtsaks on tõusnud loovus ja selle tegelik rakendamine ühiskonna teenimisel, tehnikas ning tootmises. Ülikooli toovad värsket mõtlemist ja uusi ideid noored. Vaadates mehaanikateaduskonna üliõpilasnõukogu toimekust tudengiürituste korraldamisel, tudengite teadusklubide korraldatud Robotexi (robotiklubi) ning tudengivormeli (Student Formula) ürituste tuntust ja rahvusvahelist edu, võib järeldasvu üle rõõmu tunda.

## INTEGREERITUD ELEKTROONIKASÜSTEEMIDE JA BIOMEDITSIIINITEHNIKA TIPPKESKUS CEBE

Juba kolmandat aastat tegutseb meie Rauakoolis üks kooslus, mis pole ei teaduskond, instituut ega õppetool, kus aga ometi uuritakse teadusi ning jagatakse tudengitele teadmisi. Põrandaalune üritus see ei ole. Jutt on ühest Eesti seitsmest teaduse tippkeskusest CEBE (Centre for Integrated Electronic Systems and Biomedical Engineering), mis asub laiali mööda kampsust – raamatukogu kõrval Tehnomeedikumis (TM), peamaja II õppehoone Johann Seebecki nimelises elektroonika instituudis (ELIN) ja Raja tänaval asuvas IT-maja arvutitehnika instituudis (ATI).

### **Kolm piiririiki, suhtlusmeediumiks elekter**

See on keskus, kus uuritakse biosignaale, elektroonikat ja digitaalsüsteeme – need on iseseisvad riigid, kus räägitakse eri keeli, kus teadusruumid ja kultuuritavad on erinevad. Seda ahvatlevamad on aga piiriületused, kus iga seiklus uude ja võõraste keskkonda toob kaasa eksootikat ning põnevust. CEBE on ühendriik, kus tihedalt põimuvad elus- ja tehisloodus. Biosignaalide, transistoride ja bittide keeled on küll erinevad, kuid osariikidel on ühisvaluuta – elekter, mis vahendab inimrakkude ja -kudede krüpteeritud lugusid ühtses meedias.

CEBE ainulaadsus põhineb analüüsi ja sünteesi sünergial. Meditsiin analüüsib elusloodust, kuid vajab selleks tehnilisi seadmeid. Et elusloodust analüüsida, tuleb niisiis sünteesida tehisloodust. Nii me töötamegi keskses: Tehnomeedikum analüüsib ja interpreteerib inimese biosignaalidesse peidetud sisu, elektroonikud analüüsivad signaalide käitumist ja sünteesivad selle algoritmilisse kõnepruuki, arvutitehnika instituudi disainerid analüüsivad algoritme ja sünteesivad neist digitaalarhitektuure, mis aitavad välja arvutada biosignaalide mõistukõne saladusi.

CEBE tegevus on suunatud inimesele ja tema missiooniks on elukvaliteedi parandamine tehnoloogilise innovatsiooni abil.

## Visioonist ja kompassist

Tehismaailm meie ümber toetub arvutitele. Aga kõigest 2% kogu maailma arvutitest on “universaalsed” – desktopid ja laptopid. Kõik ülejäänud on rakendusarvutid, mis on kuhugi ära peidetud, mida me harilikult ei näe, mis mõõdavad mingeid signaale – rõhku, kiirust, temperatuuri, analüüsivad mõõtetulemusi ja reageerivad signaalidele. Need on sardsüsteemid. Reaalajas toimuva töö tõttu ei tohi need arvutamisel hilineda – õige tulemus, aga hilja, on vale tulemus. Need on pisikesed, mobiilsed ja erinõudeks on energia kokkuhoid.

Keskuse visiooniks on missioonikriitiliste sardsüsteemide loomine, mada-la energiatarbega veakindlate eriprotsessorite ning sensorvõrkude projekteerimine, nende rakendamine infohõiveks ja -töötlemiseks biomeditsiinitehnika valdkonnas ning uute võtete, algoritmide ja tööriistade väljatöötamine süsteemide disaini automatiseerimiseks. See on kiiresti arenev valdkond, mis põhineb suurt lisandväärtust ning tootlikkuse kasvu pakkuvatel tehnoloogiatel ja on seetõttu üks prioriteetsemaid teadus- ja arendustegevuse suundi Eestis.

Keskuse partnerid on üksteisest sõltumatult aastaid viljakalt tegutsenud konkreetsetes valdkondades ja saanud märkimisväärseid teadustulemusi. Samas ootab ühiskond oma teadlastelt midagi enam kui ainult publikatsioone. Et sünniks praktiline rakendus biomeditsiinitehnikas, on lisaks biosignaalistest arusaamise oskusele vaja ka tarkust signaalitöötlemiseks ja teadmisi selleks vajaliku aparatuuri ning tarkvara loomiseks. Just praktiliste rakendusteni jõudmiseks loodi kõne all olev keskus, ühendati eri valdkondade teadmised ja oskused ning käivitati erialadevaheline koostöö.

Meeskond munsterdas end laevale ja see on juba lahkunud reidilt ning künnab avamerd. Kaptenisillal tegutseb juhtkomitee, kuhu kuuluvad struktuuriüksuste direktorid Margus Kruus (ATI), Kalju Meigas (TM) ja Toomas Rang (ELIN), uurimisrühmade juhid Ivo Fridolin (TM), Mart Min (ELIN) ja allakirjutanu (ATI), CEBE teadussekretär Gert Jervan (ATI) ning “majandusjuht” Alvar Kurrel (ELIN). Kord kuus võtab juhtkomitee vastu otsuseid ja vajadusel muudab kurssi.

Kord aastas tuleb keskusele külla Euroopa 9 prominentsest teadlasest koosnev rahvusvaheline nõukoda, vaatab üle laeva logiraamatu ning aitab justeerida kompassi. Esimesel kohtumisel, kui CEBE oli ennast esitlenud, küsis nõukoda: “Te olete kolm tugevat meeskonda, aga miks te nimetate ennast keskuseks?” Sel hetkel meil tõepoolest puudus veel hästikooskõlastatud koostöökava. Aga innustatuna sellisest “müksust”, ilmus me logiraamatusse peagi oluline märksõna – CEBE koostööprojektid.

## Ilmakaartest kompassil

Oma kompetentside ja oskuste ühitamist koordineeritakse keskuses praegu, kolmandal tööaastal, seitsme koostööprojektiga, kus igasse on kaasa haaratud mitu töörühma kõigi kolme partneri juurest. Projektide nimetused määravad kindlaks seitse ilmakaart CEBE kompassil: (1) rakendus-spetsiifilised protsessorid signaalitöötluks biomeditsiinis, (2) digitaalsüsteemide test ja verifitseerimine, (3) optilised- ja bioimpedantsmeetodid kardiovaskulaarses diagnostikas, (4) EEG analüsaator aju seisundi hindamiseks, (5) neeruasendusravi häireteväba monitooring, (6) elektroonikasüsteemide testimine ja (7) pooljuhtseadiste uurimine.

Iga nende projektide koostööpartner arendab teooriat ning katsetab oma valdkonnas, aga rakendab uurimistulemusi ühises koostöömenetluses mingi kindla eesmärgini jõudmiseks. Kaudne stiimul on sünergia saavutamine, kus kaks pluss kaks on kindlasti enam kui neli.

CEBE avastas endas kahte tüüpi sünergeetilist ressursi – sissepoole koonduvat ja väljapoole avarduvat.

“Sisesünergia” tähendab läbimurret mingis ühe partneri konkreetses valdkonnas koostöö toel teise partneriga mingist teisest valdkonnast. Niisuguseks näiteks on projektis (5) Tehnomeedikumi väljatöötatud moodus dialüüsravi doosi hindamiseks optiliselt reaajas ilma vereproove võtmata. Probleemiks osutusid selle puhul aga häired optiliste signaalide töötlemisel. Koostöös arvutitehnika instituudiga õnnestus üllatuslikult rakendada ühte elektroonikasüsteemide aparatuuri diagnostikas kasutatavat ideed bionähtuste analüüsil, mille tulemusena saavutati mitte üksnes häirete mahasurumine, vaid loodi ka võimalus dialüüsiprotsesside kulgemise täpsemaks prognoosimiseks.

“Välissünergia” all mõtleme üksteise kompetentside ühendamist Tehnomeedikumi teoreetiliste tulemuste praktikasse viimiseks konkreetsete rakendustena biomeditsiinitehniliste seadmete väljatöötamise teel, kaasates elektroonikainstituudi signaalitöötluks kompetentsi ja arvutitehnika instituudi teadmisi eriprotsessorite disaini, verifitseerimise ja testimise alal.

Alljärgnev on lühiülevaade teoksil olevatest projektidest, nende eesmärkidest, probleemide kirjeldustest ja saavutatud tulemustest.

### Algoritmide arhitektuurideni (1)

Rakendusspetsiifiliste protsessorite projekti eesmärgiks on bioimpedantsi mõõtmisel vajaliku reaajas töötava andmete kogumis- ja filtreerimisprotsessorite ning sobivate signaaligeneraatorite loomine.

Biomeditsiinis kasutatakse organite ja kudede omaduste mõõtmiseks biosignaalide abil paljudel juhtudel mitmekanalilisi andmekogumisseadmeid.

Kasulik teave on üldjuhul maskeeritud keha või organi üldtegevusena tekki-  
vate muude signaalide poolt, mis konkreetse mõtmise puhul tähendab müra  
(näiteks südametegevust iseloomustavate signaalidega kaasnevad hingamis-  
tegevuse signaalid).

Bioimpedantsi mõõtmine on üks viis organi/koe omaduste hindamiseks,  
mille puhul õnnestub vältida mainitud kõrvalmüra. Meetodi aluseks on kude-  
de takistuse mõõtmine erinevatel sagedustel, mis lubab hinnata nii rakkude  
kui ka rakkudevahelise vedeliku seisukorda. Mitme elektroodi kasutamine  
mõotmisel lubab saada mõõtetulemusi keha/organi erinevate osade kohta, mis  
omakorda lubab hinnata erinevaid talitusi – südame tööd, vere seisundit,  
lihaste jm kudede olukorda.

Bioimpedantsi tulemuslikuks mõotmiseks on vaja kasutada mitmeid mõo-  
tepunkte ja väga kõrgeid töösagedusi. Sellest johtuv kõrge mõotmissagedus  
esitab suuri nõudeid signaalitöötlusele, mis vähemalt osaliselt tuleb teha  
reaalajas ja kohapeal. Probleemiks on valida signaalitöötalusalgoritmist lähtu-  
des sobivaim tasakaal jõudluse ja ressursinõude vahel. Arvesse tuleb võtta ka  
piiranguid – mõotmistäpsust, energiatarvet ja mobiilsustingimust (seade võib  
olla kantav).

Prof Mart Mini (ELIN) juhtimisel on välja töötatud originaalsed meetodid  
ja signaalitöötalusalgoritmide dunaamiliste objektide omaduste kiireks ana-  
lüüsiks laias sagedusribas elektrilise impedantsi mõotmise teel. Niisuguste  
objektide hulka kuuluvad rakud ja rakukultuurid kiire läbivusega miniatüür-  
setes kiilaborites, töötav südamelihase, pulseeruv kardiovaskulaarsüsteem,  
hingavad kopsud. Impedantsspektroskoopiat on rakendatud nii meditsiinis,  
näiteks ateroskleroosi varajasel avastamisel, kui ka tehnilises diagnostikas,  
näiteks euromüntide valmistamiseks kasutatavate metallisulamite vastavuse  
määramisel.

Projekti lähima eesmärgina tuleb välja selgitada sobivaim tasakaal eel- ja  
järeltöötamise keerukuse ja paindlikkuse vahel.

Koostöös ATI teaduritega prof Peeter Ellervee juhtimisel on välja tööta-  
tud impedantsi mõotmisel kasutatavate signaalitöötalusalgoritmide mitmeid  
realiseerimisi tõhusate eriprotsessoritena, mis vähima energiakulu juures ta-  
gavad arvutusprotsessi suurima kiiruse. On loodud konfigureeritav eelprot-  
sessor bioimpedantsi mõotmiseks, mis lubab pseudojuhulikku võendamist  
(loe: mõotmist) kasutada nn alias-efekti (ehk üldisemalt moonutuste) vähen-  
damiseks. Välja on valitud ühine platvorm prototüüpide realiseerimiseks  
(*Altium NanoBoard*). Koostöös muude projektidega on valminud signaali-  
töötluses vajalike virtuaalkomponentide esimesed versioonid.

Projekti panusena rahvusvahelisse teadusesse tuleb lugeda metoodikat ja  
tarkvaravahendeid rakendusspetsiifiliste signaalitöötalusprotsessorite projek-

teerimiseks, mis lähtub mitte ainult signaalitöötlusalgoritmist, vaid ka jõudlusest, täpsusest, energiatarbest ja mobiilsusest.

### **Sünergeetiline üllatus (2)**

Digitaalsüsteemide verifitseerimise ja diagnostika projekti eesmärgiks on luua töökindlate ja usaldusväärsete süsteemide projekteerimiseks vajalikke meetodeid ja tarkvaratööriistu ning rakendada neid CEBE raames loodavate seadmete väljatöötamisel. Projekti juhivad vanemteadur Jaan Raik ja allakirjutanu.

Mikroelektroonika areneb kiiremini, kui jõuame selle arengust praktilist kasu saada. See on põhjustanud omapärase kriisi mikroelektroonika süsteemide loomisel, – süsteemide projekteerimisjõudlus on tehnoloogia võimalustest kaugemale maha jäänud. Samas peitub igas kriisis uue arengu revolutsiooniline hüpe ehk T. Kuhni järgi – uue paradigma algus. Uuteks paradigma muutusteks mikroelektroonikas on kiipsüsteemid, kiipvõrgud, multi- ja paljtuumalised protsessorkiibid, 3-D kiibid jne. Nende hüpete varjus on aga jõudu kogumas uus kriis, mis on seotud süsteemide töökindlusega ehk niisuguste probleemide lahendamise, nagu mikroelektroonika süsteemide testide automaatne süntees, rikete analüüs ja diagnostika. Vigade avastamise ja parandamise ehk silumise maksumuseks kulub praegu teadaolevalt umbes 50–70% kogu kiibi projekteerimistsükli maksumusest. Samas on olukord halvenemas, sest tehnoloogia on jõudnud üksikosade mõõtmetes nanomeetrite piirkonda, mis tähendab uut tüüpi reaalsete defektide tekkimist, mida on üha raskem arvesse võtta süsteemide testimisel ja töökindluse tagamisel. See on valdkond, kus ATI teeb aktiivset uurimistööd. Rikete diagnostika ja elektroonikaseadmete silumisprotsessi automatiseerimine võimaldab projekteerimise kulusid märgatavalt kokku hoida.

ATIs on välja töötatud ülikiire rikete simuleerimise tarkvara, mis ületab jõudluselt elektroonikatööstuses praegu kasutatavaid simulaatoreid. Tarkvara põhineb uudsel rikete simuleerimise võttel, kus raskuspunkt on viidud skeemi topoloogia eelanalüüsile, mis võimaldab konstrueerida hästitoimiva mudeli. Ometi avastati, et uus mudel ei ole alati piisavalt tõhus. Ja nüüd avalduski oodatud “sisesünergia” kahe ATI tööühma vahel, võimaldades välja selgitada, miks simuleerimismudel ei anna mitte igakord oodatud tulemusi. Oli vaja disainerite ja testijate koostööd, et selgitada välja kriitiline topoloogia omadus, mis tegi “ninanipsu” simulaatorile. Ühtlasi sai selgeks, kuidas edasi toimida, et simulaator võistluses konkurentidega ka halvimatel tingimustel peale jääks.

Projekti (2) raames toimivas uurimistöös on peale kirjeldatud tulemuste töötatud välja rida muid uusi meetodeid ja tarkvaratööriistu digitaalskeemide ja -süsteemide diagnostika valdkonnas. Uued tööriistad võimaldavad tõsta sardsüsteemide projekteerimise kiirust ja süsteemide kvaliteeti ning usaldatavust. See annab võimaluse konkureerida rahvusvahelisel disainitarkvaraturul ja suurendada konkurentsivõimet uut tüüpi sardsüsteemide tootmisel ja rakendamisel.

### **Optika ja elektri koostöö (3)**

Kardiovaskulaarse diagnostika projekti eesmärgiks on töötada välja uued tõhusad ja kiiretoimelised meetodid ning algoritmid, et tõsta diagnoosi kvaliteeti kardioloogias. Meetodite uudsuseks on arterite tunnussuuruste kombineeritud ja mitteinvasiivne mõõtmine, kasutades rööbiti nii optilist kui ka elektrilist aparatuuri. Uurimistöe toimub TM professorite Kalju Meigase, Jüri Kaigi ja Margus Viigimaa juhtimisel, kellest kaks viimast on ühtlasi praktiseerivad arstid.

Ateroskleroos on enim varajast surma põhjustav patoloogia. USAs loetakse äkksurmade arvuks päevas 1500, Euroopas koguni 3000. Seejuures kuulub Eesti kõrgeima südame-veresoonkonna haiguste suremusega riikide hulka Euroopas. Vältida ateroskleroosi tüsistusi on seega eluliselt tähtis ehk mida varem haigus avastada, seda pikem ja täisväärtuslikum elu ootab patsienti ees.

Väljatöötavad meetodid põhinevad arterite jäikuse mõotmisel ja võimaldavad diagnoosida väga varaseid arteriseina mehhaanilisi muutusi. Veresoonte seinte jäikus on aga iseloomulik enamikule kardioloogilistele probleemidele ja on üheks ateroskleroosi riskiteguriks. Pulsilaine leviku kiiruse ja augmentatsioonindeksi muutused viitavad ateroskleroosist tingitud veresoonte struktuurilistele muutustele.

Mitteinvasiivne perifeerne veresoonte resistentsuse monitooring on tähtis mitmete südamehaiguste (eriti kõrgvererõhutõve ja südamepuudulikkuse) korral patsiendi seisundi kindlakstegemisel ja ravi juhtimisel. Tehniliselt on tegemist kompleksse ülesandega, mis põhineb ühelt poolt arterite jäikuse optilisel mõotmisel pulsilaine levimiskiiruse kaudu ja teisalt südame minutimahu mõotmisel, kasutades elektrilist impedantsmeetodit. Kombineerides optilise ja elektrilise meetodi, on eesmärgiks välja töötada liitandur, millega saaks hinnata arterite mehhaanilisi parameetreid ja nende ajalisi muutumisi. Lahendamist vajav küsimus on seotud signaalimüradega ja eeldab uute parimate signaalitöötlusprotsessorite loomist. Täiustades sellist liitandurit info-



tehnoloogiliste lahendustega, on võimalik teha patsientide pikaajalisi uurin-  
guid koos uuringutulemuste automaatse salvestamise ja töötlusega.

Senise töö tulemusena on välja töötatud pulsiline kiiruse ja kaju ana-  
lüüsil põhinev optiline meetod vererõhu mitteinvasiivseks löögilt-löögile  
mõõtmiseks ning ehitatud mõõtekompleks arterite erinevate parameetrite  
uurimiseks nii optilisel kui ka bioimpedantsmeetodil. Mõõtekompleksi on  
kasutatud Põhja-Eesti Regionaalhaiglas kõrgvererõhku ja diabeeti põdevate  
patsientide uurimiseks.

Uued meetodid ja algoritmid on panus nii rahvusvahelisse teadusse kui ka  
tervishoidu, võimaldades tõsta kardioloogilise meditsiiniteenuse kvaliteeti  
olukorras, kus südame-veresoonkonna haigused on põhilisi surmapõhjuseid  
Eestis ja mujal maailmas.

#### **Depressiooni matemaatika (4)**

Aju seisundi hindamise projekt põhineb prof Hiie Hinrikuse (TM) juhtimisel  
ajusignaalide uurimisvaldkonnas väljatöötatud spektraalse asümmeetria in-  
deksi (SASI) meetodil, mida saab kasutada depressiooni avastamiseks. Mee-  
tod on realiseeritud vanemteadur Maksim Jenihhini (ATI) juhtimisel valmis-  
tatud portatiivse EEG-analüsaatori prototüübina.

Kiirenev elutempo ühiskonnas ja elanikkonna vananemine toovad kaasa  
stressi suurenemise ja aju vaimsete ning funktsionaalsete häirete kasvu. Nii  
kannatab NIHi (National Institute of Health, USA) andmeil ainuüksi sügava  
depressiooni all umbes 340 miljonit inimest (5% maailma elanikkonnast) ja  
see arv on viimase 10 aastaga 40 korda suurenenud. Nii aju degeneratiivsed  
kui vaimsed häired avastatakse üldjuhul hilja, kui aset leidnud muutused on  
patsiendi elu kvaliteeti juba kahjustanud. Ravi on pikaajaline ja tihti vähe-  
tulemuslik. Ajuhäirete varase avastamise võimalus tervise korrapärasel kont-  
rollil, näiteks perearsti juures, praktiliselt puudub.

Aju funktsionaalseteks uuringuteks on praegu olemas vaid suhteliselt  
kaudsed meetodid. Pildidiagnostika meetodid, nagu funktsionaalne magnet-  
resonantskuvamine (fMRI), positronemissioontomograafia (PET) ja mõned  
muud, annavad teavet ainevahetuse, vere või kindlate molekulide suhtelise  
jaotuse kohta ajus. Need meetodid on kallid ja kasutatavad vaid raskete  
meditsiiniliste näidustuste puhul. Elektro- ja magnetentsefalograafia (EEG ja  
MEG) registreerivad aju elektri- või magnetvälju, mis kirjeldavad aju bio-  
elektromagnetilist aktiivsust ja infotöötlust ajus. Kõige kättesaadavam nii  
lihtsuselt kui ka hinna poolest on EEG, mis ei kindlusta halvemat sage-  
duslikku eraldusvõimet kui MEG, küll aga kehvema ruumilise eristuse, võr-  
reldes MEG ja pildidiagnostika meetoditega. Kuna infotöötlus ajus põhineb

peamiselt elektrilistel protsessidel ja aju seisundi muutused ei ole seotud ainult üksikute kolletega, on just EEG sobiv aju tööõime hindamiseks terve iseregulaarsel kontrollimisel.

Vaimse häire tekitatud EEG muutuste uuringuid alustati koostöös CEBE ja Põhja-Eesti Regionaalhaigla vahel. Tehtud uuringute tulemusena jõuti järeldusele, et depressioon tingib muutusi EEG spektraalses tasakaalus, mida võib iseloomustada nn spektraalse asümmeetria indeksiga (SASI) aju seisundi hindamiseks. Väljatöötatud SASI-põhine moodus võimaldab indeksi arvulise väärtuse järgi eristada terveid inimesi depressiooni all kannatavatest.

Projekti käigus realiseeriti SASI arvutamise algoritm erilise signaalprotsektorina FPGA-tehnoloogia alusel. Protsektor tagab väljatöötatavas EEG-analüsaatoris SASI arvutuse reaajas. Meetodi eeliseks rakendatavuse seisukohalt on võimalus kasutada ainult ühte EEG-kanalit.

Täiendavad uuringud ning teadaolevad suundumused lubavad oodata, et väljatöötatud SASI-indeksit võib kasutada ka muude, depressioonist erinevate aju häirete puhul. Kavas on edasine SASI modifitseerimine mitmete ajuhäirete leidmiseks. Portatiivne ja lihtsalt käsitletav EEG-analüsaatorit võib kasutada aju seisundi hindamisel nii suure vastutusega töötajate (politsei, päästetöötajad, militaartöötajad) puhul kui ka elanikkonna korrapärasel terisekontrollil.

## **Dialüüsravi vereproovideta (5)**

Neeruasendusravi häirete vaba monitooringu projektile pani aluse prof Ivo Fridolini juhtimisel väljatöötatud dialüüsravi doosi hindamise reaajas toimuv optiline meetod, mis ei vaja vereproovide võtmist. Projekti eesmärgiks on välja töötada signaalitöötlusalgoritmid, mis võimaldaksid maksimaalselt püsivat ja häirete vaba dialüüsravi doosi hinnangut ravi käigus optilise monitori abil. Tulemused peaksid olema võrreldavad traditsiooniliste vereproovide alusel leitud doosi väärtustega.

Optilise dialüüsi monitooring on seotud mitmesuguste mõõtehäiretega, mille põhjusteks võivad olla õhumullid mõõtesüsteemis, verevoolu ja dialüüsaadivoolu kiiruse muutumine, fistula ebapiisav funktsioneerimine jne. Häiretest vabanemiseks on koostöös ATIGA välja töötatud algoritmid, mis detekteerivad, arvestavad ja parandavad reaajas mõõdetud signaali soovimatutest kõikumistest tingitud hälbeid. Selle tulemusena on dialüüsravi doosi hindamine dialüüsravi käigus optilise monitori abil stabiilsem ja häirekindlam. Käsil on meetodi edasiarendused, mis võimaldavad ennustada dialüüsravi

doosi võimalikult vara pärast ravisessiooni algust ning hinnata ureemiliste toksiinide elimineerimise kiirust.

Kahe uurimisrühma koostööna saavutatud huvitav ja ootamatu tulemus seisneb omapärasel sünergias, kus elusorganismis toimuvate protsesside diagnoosiks ehk dialüüsi protsessi jooksva info analüüsiks kasutatavate algoritmide väljatöötamisel võeti aluseks hoopis teises valdkonnas – tehniliste süsteemide riistvara diagnostikas kasutatavad diagnostika kontseptsioonid.

Uued võtted tagavad püsiva ja häirekindla reaajas toimuva monitooringu, võimaldades pidevat dialüüsi adekvaatsuse näitajate määramist igal patsiendil üksnes dialüsaadi põhjal, ilma vereanalüüsides võtmiseta, neeru-asendusravi kvaliteedi hindamiseks. Kokkuvõttes aitab see parandada raviteenuse majanduslikku tõhusust. Meetodi rakendamine võimaldab haigla meditsiinipersonalil otsustada, kas dialüüsi tulemus vastab patsiendi kliinilisele seisundile ja neeru-asendusravi nõuetele, panustades personaalse raviteenuse arengusse.

### **Legoklotsidest tehisintelligents (6)**

Elektroonika trükkplaatide testimise projekti eesmärgiks on leida oma konkreetne nišš ja tulemuslikult osaleda paradigmavahetuses, kus senine väliste testsüsteemide kasutamine asendub süsteemide isetestimisega. Elektroonika-plaatide testprogramme koostatakse tavaliselt käsitsi. CEBEs on loomisel meetodika ja tarkvara, mis esmakordselt võimaldab seda tööd automatiseerida, mis oleks äärmiselt vajalik lahendus elektroonikatööstuses. Nimetatud uurimistöö toimub koostöös firmaga Göpel Electronic GmbH Saksamaal, ühe maailma tuntuima ettevõttega antud valdkonnas.

Elektroonika trükkplaatide tootmisega kaasnevad pidevalt montaaži veid ja komponentide ühenduste rikked. Samas on välised testimisvahendid väga kallid ja amortiseeruvad tehnoloogia ülikiire arengu tõttu kiiresti. Seetõttu on üha rohkem levimas süsteemide nn isetestimise põhimõte nii mikrokiipides kui ka montaažiplaatidel, mida soodustab mikroprotsessorite või -kontrollerite olemasolu testitavas objektis, aga samuti ka FPGA tehnoloogia rekonfigureeritavuse võimalused. Keerukate paljukihiliste plaatide kasutamine ja montaažitiheduse kasv suurendavad küll kasutatavaid funktsionaalseid võimalusi, aga teiselt poolt mõjuvad ebasoovitavalt praeguste elektroonika-süsteemide töökindlusele ja raskendavad testimist. Elektroonikatööstus on astumas uude ajastusse, kus senised testimismoodused, mis põhinevad staatilisel tehnoloogial (nt *boundary scan standard*), on kaotamas oma võimekust. Samas puudub praegu nende asendamiseks alternatiiv.

CEBEs tehtava töö teoreetiliseks aluseks on kõrgtaseme otsustusdiagrammide teooria arendamine ja kasutamine elektroonikaplaatide testide programmeerimise üsna keeruka intellektuaalse protsessi automatiseerimiseks. Vanemteadur Artur Jutmani ja allakirjutanu juhtimisel on väljatöötamisel nn “legoklotsidel” põhinev uudne testprogrammide sünteesi kontseptsioon, kus tüüpiline testprogramm struktureeritakse arhiveeritavateks ja parametrizeeritavateks šabloonideks (legoklotsideks) ning automaatne testide generaator sünteesib šabloonidest lõpliku testprogrammi, mis kohandatakse automaatselt konkreetse plaadi ja konkreetsete testimiseesmärkidega seatud tingimustele. Uut testide sünteesi metodoloogiat rakendatakse CEBEs väljatöötatavate sardsüsteemide testimisel.

Kuna elektroonika trükkplaatide testprogrammide koostamine on valdkond, mida seni pole õnnestunud automatiseerida, siis on see projekt äärmiselt päevakohane nii teaduslikus kui ka praktilises mõttes. Kuna käsitsitöö on aeglane ja keerukate süsteemide puhul ka vigaderohke, siis testimisele kuluva aja märgatav vähendamine testide programmeerimise automatiseerimise abil võimaldab elektroonikatoodete turule jõudmist kiirendada ehk tootjaettevõttele olulist eelist konkureerivate firmade ees.

### **Energiamuundurite kiiruse saladus (7)**

Pooljuhtseadiste projektis tehakse prof Toomas Rangi (ELIN) juhtimisel pooljuhtide füüsikaalaseid rakendusuringuid galliumarseniidi (GaAs) ja ränikarbiidi (SiC) tehnoloogiatel põhinevate jõuseadiste hindamiseks, seadiste rakendamiseks kiiretoimelistes energiamuundurites ja uute prototüüpide loomiseks.

Uurimistöö eesmärkideks on Schottky diodide epitaksiaalkihi kontaktialuses üleminekualas asuvate lisandiatomite energiatasemete iseloomustamine meetodi *deep level transient spectroscopy* (DLTS) abil ja sobiva tehnoloogilise spetsifikatsiooni leidmine, et realiseerida SiC polütüüpseid heterosiidreid, kasutades pooljuhtplaatide ühendamist difusioonkeevituse meetodiga.

DLTS kuulub mahtuvuslike meetodite klassi ja selle abil uuritakse pooljuhtmaterjalides olevate energeetiliste lõksude olemasolu ja omadusi. Eksperimentide tulemusena saadakse teavet nii lõksude asukoha kui ka jaotuse kohta. Nende uuringute põhjuseks on asjaolu, et nii sügavate kui ka vahepealsete lõksude tekke, käitumise ning selle käitumise mõju kohta on olemasolev teave ja arusaamad ülimalt puudulikud. Katseeksemplarid pärinevad firmast Clifton AS, mis valmistab LPE-tehnoloogias *p-i-n*-struktuure jõudiodide tarbeks ja struktuurid SiC JBS, mis pärinevad Joffe elektrotehnikainstituudi

pooljuhtseadiste laborist (Sankt-Peterburg), kus lõpliku metallisatsiooni on teinud ELINi uurimisrühm.

Väljatöötatud uudne polütüüpsete siirete esilekutsumise tehnoloogia laiendab pooljuhtseadiste valikut. Heterosiirete kasutamise teel on võimalik tõsta MOS-jõutransistoride kiiretoimelisust kuni suurusjärgu võrra, samuti suurendada UV-andurite tundlikkust.

Nagu muude ülalloeletud CEBE projektide puhul, on ka siin koostöö väljunud keskuse raamidest. TTÜs on uuringutesse haaratud elektriajamite ja jõuelektroonika instituut.

### Arve CEBESt

Keskuse olemasolu vältel on partnerid osalenud kokku 12 rahvusvahelises projektis. Praegu koordineeritakse kahte FP7-europrojekti DIAMOND (Jaan Raik), kus partneriteks on tipp-tööstusfirmad IBM ja Ericsson, ning CREDES (Gert Jervan). Kolmandaks FP7-europrojekti, kus CEBE osaleb, on SafeMetal. Käivitumas on projekt programmi EUREKA-EUROSTAR raames. CEBE on tihedas koostöös rohkem kui 15 firmaga Euroopas ja USAs, sh IBM, Ericsson, St. Jude Medical jt ning kümne Eesti firma ja haiglaga. Südamestimulaatorite valdkonnas on CEBE uurijate (prof Mart Mini juhtimisel) saadud tulemusi juurutamas firma St. Jude Medical Estonia. Koostöös kardioloogiainstituudi polikliinikuga on südamehaiguste uuringutesse kaasatud 3000 patsienti aastas. Koostöös *spin-off*-firmaga Testonica Lab Eestis ja Saksamaa firmaga Göpel on turule jõudnud kaks uut toodet trükkplaatide testi automatiseerimise vallas.

CEBE teadustulemusi on avaldatud viimase kolme aasta jooksul rohkem kui 80 ajakirjaartiklis ning 160 konverentsi täisartiklis, valminud on kuus monograafiat. Tulemuste rakenduslikkust iseloomustab rohkem kui 15 avaldatud patenditaotlust või saadud patenti, mis annab jätkusuutliku innovatiivse koostöö kindluse nii Eesti kui ka rahvusvahelise tööstusega. Keskuse uurimistegevuses osalevad edukalt doktorandid, kahe aasta jooksul on kaitstud 9 väitekirja.

Eriliselt väärib esiletõstmist Eesti tehnikateaduste tänavuse aastapremia määramine CEBE ühele liidrile prof Mart Minile, kelle Euroopa Parlamendi presidendi juhitud žürii on esitanud ka ühena aunimetuse "Euroopa Leiutaja 2011" kolmest nominendist.

Keskuse eelarve on ühtlaselt kaetud kolme tuluallikaga: 30% ELi struktuurifondidest, 31% europrojektidest ja 32% sihtrahastamisest. Uurimistöö osaleb 44 õppejõudu ja teadurit ning 56 doktoranti. Keskuse tegemisi kajastavad kord aastas ilmuv Uudiskiri ja kodulehekülj veebis <http://cebe.ttu.ee>.

## **Kokkuvõtteks**

CEBE rahastamise aluseks on riikliku struktuurivahendite kasutamise strateegia 2007–2013 rakenduskava “Majanduskeskkonna arendamine” prioriteetse suuna “Eesti teadus- ja arendustegevuse konkurentsivõime tugevdamine teadusprogrammide ja kõrgkoolide ning teadusasutuste kaasajastamise kaudu” meede “Teaduse tippkeskuste arendamine”.

Lähtudes nimetatud meetme otsestest ja kaudsetest eesmärkidest, on CEBEle esitatud suur väljakutse: ühtaegu tuleb anda panus nii Eesti majanduskeskkonna arendamisse kui ka teadus- ja arendustegevuse konkurentsivõime tugevdamisse. Tuleb teenida kahte jumalat – olla väljapaistev nii tipp-teaduses kui ka tulemuste elluviimisel. Teisisõnu, tuleb ühtaegu konkureerida võrdsetel alustel nii looduseuurijatega, keda ei survesta teadustulemuste otsene rakendatavus, kui ka ettevõtlusega majandusturul, mis muretseb kasumi, aga mitte teadusmahukuse pärast. Seega ei taga tipptulemus teaduses tehnika-teadlasele veel edu.

Hoolimata paradoksist on väljakutse vastu võetud. Enesekindluse annab CEBEle meeskonna mitmekülgsus ning üksteise kompetentside vastastikune täiendamine tervikuks. Tähtis on see, et CEBE sihtobjektiks on inimene ja tema tervis. Sardsüsteemid on aga valdkond, kus Eesti võiks realselt rajada suurt lisandväärtust andva teadusmahuka tööstuse – meditsiinitehnika, targad elektroonikaseadmed, arvutustehnika leidlik rakendamine. Määravaks selles valdkonnas on teadmised ja seetõttu areneks siin kiiresti välja majanduse edukust kindlustav kahepoolne ühiskondlik tellimus – tööstuselt teadusmahukad probleemid teadlastele ja teaduselt rakendusküpsed ideed ning lahendused tööstusele. Selle tellimuse kaassaaduseks oleksid ülikooliõppe läbinud ja samaaegselt tööstuse ja ülikoolivahelises tellimussuhtlemises küpsuse saavutanud noored insenerid.

Autor tänab selle artikli heaks tehtud kaastöö eest oma kolleege kesku-  
sest.

**Tallinna Tehnikaülikooli  
majandusteaduskonna  
70. aastapäeva tähistamine**

# JUUBELINÄITUSE “MAJANDUSTEADUSKOND 70” AVAMINE JA AJALOORAAMATU “TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOLI MAJANDUSTEADUSKOND 1940–2010” ESITLUS

Esmaspäeval, 27. septembril 2010 majandus- ja sotsiaalteaduskonna  
hoone II korruse fuajees kell 14.00–15.30

Avasõnad ütles majandusteaduskonna dekaan **Üllas Ehrlich**. Seejärel tutvustas näitust kultuuriajaloo doktor **Vahur Mägi**. Eksponeeritud oli dokumente, teaduskonna õppejõudude kirjutatud õpperaamatuid ja monograafiaid ning nende loodud katseseadmeid, ka pakkus väljapanek ülevaate üliõpilaselust teaduskonnas. Näituse koostasid TTÜ Raamatukogu bibliograafia osakonna juhataja **Signe Jantson**, peabibliograaf **Katrin Bobrov** ja bibliograaf **Aiki Tibar**, kunstnikutöö tegi **Tiia Eikholm**. Majandusainete õpetamise algus Tallinnas jääb üle-eelmise sajandi algusesse, kui kreiskooli juures avati kaubandusklass. Seejärel jagas majandusharidust kubermangugümnaasium. 1881 avati muutunud ajavaimule paremini vastava sihiseadega õppeasutusena reaalkool, mille eesmärgiks oli poeglaste ettevalmistamine praktiliseks tegevuseks ja astumiseks kõrgematesse tehnilistesse õppeasutustesse. Kooli juures pandi käima kommertsharu, kus õpetati majandusteaduse ja õiguse aluseid, kaubandusaritmeetikat ning kaubanduskirjavahetust. Lõpetanud võisid õpinguid jätkata Riia polütehnikumis. Tegutsesid ka õhtused kaubanduskurused.

Juubeliks ilmunud TTÜ majandusteaduskonna ajalooramatut esitles ja rääkis teose sünniloost selle koostaja ja peatoimetaja, ärikorralduse instituudi dotsent **Eedo Kalle**. Kui 1918 alustas tegevust Eesti esimene insenerikool Tallinna Tehnikum, oli selle õppekavades algusest peale oluline koht ka majandusainetel. Üliõpilastele anti ettekujutus rahvamajandusest, tööstusettevõtetest, arvepidamisest, ärikirjadest. Kõikide erialade õppekavad hõlmasid majandusõpetust ka pärastises Tehnikainstituudis. Sõjajärel, -aegsetel ja -järgsetel aegadel pendeldas majandusteaduskond ja majandusainete õpetamine edasi-tagasi Tallinna ja Tartu vahet, kuni Tallinnasse jäi üksnes majandusinseneride koolitamine masinatööstusele. Uuesti pöördus asi tõusu-



teele kuuekümnendatel, kui TPIs loodi insener-majandusteaduskond, millest peagi sai majandusteaduskond ning jätkus ökonomistide ja majandusinseneride ettevalmistamine. Suured muutused toimusid üheksakümnendatel, korraldati ümber kogu õppe- ja teadustegevus, kateedritest said instituudid, siirduti ainesüsteemile. Majandusteaduskonna ajaloo kavakindlat tundmaõppimist ja kirjanemist alustati 2006. aastal. Selles lõi kaasa üle poolesaja inimese. Töö vili on nüüd lugejate hinnata.

Lõpetuseks tänas dekaan näituse koostajaid, esinejaid ja ajalooramatute autoreid ning kuulutas näituse ja koos sellega teaduskonna juubelinädala avatuks.

# JUUBELIAKTUS

Teisipäeval, 28. septembril 2010 TTÜ aulas kell 13.00–15.00

**Üllas Ehrlich**

## AVASÕNA

Austatud rektor, lugupeetud külalised, head kolleegid ja üliõpilased!

Täna 70 aastat tagasi viidi ellu tollases ühiskonnas pikka aega päevakorral püsinud otsus hakata andma Tallinnas kõrgemat majandusharidust ja Tallinna Tehnikaülikooli koosseisu moodustati majandusteaduskond. Ka siis arutati tõemeeli, kas majandusteadus ikka sobib kokku inseneri- ja tehnikateadustega ja kas Tallinnas on ülepea vaja kõrgemat majandusharidust anda, kui Tartus seda juba tehakse. Ajalugu ühiskondliku praktika näol on nendele küsimustele ühese vastuse andnud. Majandusteaduskond tuli, et jääda!

70 aasta jooksul on majandusteaduskonnast saanud üliõpilaste arvult suurim ja kõige rahvusvahelisem teaduskond Tallinna Tehnikaülikoolis.

Nii nagu Eesti Vabariikki, ei ole majandusteaduskond ja seal tehtav majandusteadus suure osa ajast oma eksistentsi jooksul saanud nautida vabadust. Erinevalt loodusteadustest, mille objektiivsust Nõukogude riigivõim mõningate mõõndustega tunnistas, kuulutati majandusteadused kehtetuks. Okupatsiooniaastatel oli võimude tellimuseks majandusteadusele eelkõige partei majanduspoliitika põhjendamine. Selles vaimus oodati ka õpetamist. Tagantjärele võib öelda, et seda, partei antud ülesannet, täideti meie kõikide õnneks kehvasti.

Vabale mõttele ebasoodsate olude ja välise surve kiuste õpetati majandusteaduskonnas mõtlemaid inimesi, kes poliitilise haarde lõdvenedes haarasid ühiskonnas ja eriti majanduses juhtosa nii muudatuste initsieerijate kui ka elluvijatena ja hoiavad seda seisundit tänaseni. Vaadates meie lõpetajate nimekirja, võib küsida: kas on Eestis teaduskondi, mille vilistlased oleksid ühiskonnas mõjukamad?

Kui mõtlema õpetamises oldi Nõukogude ajal üldiselt edukad, siis tugeva pitseri vajutas see periood majandusteadusele. Kui loodusteaduses jäi formatiooni muutudes rakk ikka rakuks ja tehnikateadustes sild ikka sillaks, siis majandusteadus pidi alustama uute paradigmadega, mis meie teaduskonna õpetamises ka kohe kasutusele võeti. Paraku on majandusteaduse mahaajämüst näiteks loodusteadustest paarikümne aastaga raske, kui mitte võimatu

tasa teha ja formaalsel, bibliomeetrial põhineval võrdlusel, annab see ka tunda.

Kuivõrd naiivne ja mittepaikapidav on arvamus, et vabaturu tingimustes majandusteaduse osa väheneb ja kõik paneb parimal viisil paika turg, näitas hiljutine majanduslangus. Majandusteadlaste analüüse ja hoiatusi arvesse võttes võinuks see niisugusel kujul olemata olla.

Täpselt niisamuti kui inseneri- ja loodusteadusi vajab riik ja ühiskond edukaks toimimiseks ka majandusteadust ja majandusteadlasi. Ei hakka ju terve mõistusega poliitik tegema ehituskonstruktiooni tugevusarvutust, muidugi kui ta seda tehnikaülikoolis juhtumisi õppinud ei ole. Küll aga sõandab sama poliitik pahatihti konsulteerimata vastu võtta sama keerukat analüüsi nõudva majandust puudutava otsuse. Ja selle tagajärjel midagi kohe nagu kokku ei kukugi, ainult Eesti jõudmine Euroopa Liidu viie rikkama riigi hulka lükkub taas väiksema või suurema sammukese võrra edasi.

Just majandusteadusliku mõtte ja teadmise senisest palju laialdasem ära kasutamine ühiskonna ees seisvate probleemide lahendamisel on määratu arengupotentsiaaliga valdkond, mille arengusse peavad panustama nii poliitikud kui ka majandusteadlased.

Ühiskonna vajadus kvaliteetse majandushariduse ja majandusteaduse järele on praegu ehk suurem kui kunagi varem. Tallinna Tehnikaülikooli majandusteaduskond on valmis seda vajadust rahuldama paremini ja suuremas mahus kui mis tahes eelneval ajajärgul oma seitsmekümneaastase ajaloo jooksul.

Palju õnne sünnipäevaks, TTÜ majandusteaduskond!

## MAJANDUSTEADUSKOND 70

Tallinna Tehnikaülikooli majandusteaduskonna 70-aastane ajalugu on keerukas, vaheldunud tõusude ja mõõnadega ning paratamatusena kulgenud ligi pool sajandit võõra võimu tingimustes.

Nõukogude korra kehtestamisega Eestis 1940. aastal kaasnesid ümberkorraldused kõrgharidusega majandusasjatundjate ettevalmistamisel. Arvati, et majanduslikku kõrgharidust on otstarbekas arendada pealinnas Tallinnas. 28. septembril 1940 andis ajutise ülemnõukogu presiidium välja Tallinna Tehnikaülikooli majandusteaduskonna asutamise seadluse. Selle kohaselt kaotati kõrgema majandusliku hariduse ratsionaliseerimise eesmärgil Tartu Ülikooli majandusteaduskond, mis alustas tegevust 1. jaanuaril 1938, ja see viidi üle Tallinna Tehnikaülikooli koosseisu.

1941. a kevadsemestril oli majandusteaduskond tehnikaülikoolis suurim teaduskond (ligi 600 üliõpilast), kus tegutses 5 kateedrit – poliitilise ökonomia, finants- ja krediidimajanduse, statistika ja raamatupidamise, tööstuse, kaubanduse kateeder. Teaduskonna esimene dekaan oli professor Paul Vihalem.

Õppetöö katkestas sõda. Pärast Eesti okupeerimist sakslaste poolt viidi 1941. a sügisel majandusteaduskond tagasi Tartusse, kuid 1944. a sügisel, nüüd siis nõukogude okupatsiooni tingimustes, toodi taas TTÜ (tol ajal TPI) koosseisu. Teaduskond valmistas ette ökonomiste tööstuse, kaubanduse ning rahandus- ja krediidi erialadel. Kaks viimatimainitud eriala anti 1953/1954. õppeaastal Tartu Ülikoolile. TPIs keskenduti 1950ndatel tööstusökonomikale.

Nõukogude ajal koolitati TPIs majanduse asjatundjaid paarikümnel erialal, neist pikemat aega järgmistel aladel: masinaehituse ökonomika ja organiseerimine, raamatupidamine ja majandusanalüüs, ehituse ökonomika ja organiseerimine, tööstuse planeerimine, majandusliku informatsiooni töötlemine, teeninduse ökonomika ja organiseerimine. Osadel erialadel tegutsesid eesti ja vene paralleelrühmad. Majandusharidust anti kolmes õppevormis – päevane, õhtune, kaugõpe – ja õppeaeg kestis 4–6 aastat. Majandusaineid õpetati ka tehnikateaduskondade üliõpilastele.

Erialade arvu kasvuga suurenes ka üliõpilaste arv. 1970–1980ndatel õppis teaduskonna erinevatel kursustel korraga 900–1000 üliõpilast ja aastas oli keskmiselt 300–400 lõpetajat. Majandusüliõpilased moodustasid umbes kol-

mandiku TPI üliõpilaskonnast. Ajavahemikus 1945–1985 Eestis ettevalmistatud kõrgharidusega majandusajandajatest tuli ligi 60% TPIst.

Nõukogude ajal tegutses majandusteaduskonnas 29 kateedrit – pikemat aega statistika ja raamatupidamise, tootmise ökonomika ja organiseerimise, ehituse ökonomika ja organiseerimise, tööstuse juhtimise ja planeerimise, teenindusökonomika, töökaitse, majandusmatemaatika, informatsioonitöötlemise, statistika, raamatupidamise, tööstusökonomika kateeder – ja kolm teaduslaborit – töökorralduse, kõrgkooli ökonomika, sotsiaal- ja majandusanalüüsi labor. Vaheatus 6 dekaani – Paul Vihalem, Juhan Vaabel, August Sipsakas, Eduard Inti, Juhan Toomaspoeg, Jaak Tamberg. Dotsent Juhan Toomaspoeg oli dekaaniks 22 aastat (1964–1985), mis on pikim dekaaniks oleku kestus tehnikaülikooli ajaloos. Teaduskonna õppejõudude keskmine arv oli 100, töötajaid kokku 170.

Teadustööd korraldasid ja aspirante juhendasid tuntud professorid-majandusdoktorid Eduard Kull (tööstusökonomika), Erik Linnaks (majandusarvestus), Uno Mereste (statistika ja analüüs), Salman Straž (kaubandusstatistika), Juhan Vaabel (statistika ja rahandus), Vello Vensel (ökonomeetria) ja Raoul Üksvärav (juhtimine). Neist praegu on elus veel ainult viimati mainitu. Kirjutati silmapaistval tasemel teadustöid ja raamatuid, mis olid kasutusel nii õpikute kui ka praktika käsiraamatutena. Osa neist ei ole kaotanud oma tähtsust nüüdki.

Seoses üleminekuga 1992. aastal uuele akadeemilisele struktuurile loodi majandusteaduskonnas viis instituuti 17 õppetooliga: käitismajanduse instituut (alates 2000 ärikorralduse instituut), majandusarvestuse instituut, teoreetilise majandusteaduse ja -metodoloogia instituut (alates 2000 rahvamajanduse instituut), territoriaalmajanduse instituut (alates 2002 avaliku sektori majanduse instituut), juhtimise ja turunduse instituut (1992–1994).

2008/2009. õppeaastal liitus TTÜga Audentese Rahvusvaheline Ülikool, mille tulemusena loodi majandusteaduskonnas rahvusvaheliste suhete instituut kolme õppetooliga. Peale instituutide on teaduskonnas asutatud kolm keskust: majandusuuringute teaduskeskus (2005), koolituskeskus (2005) ja rahvusvaheliste programmide keskus (2006). 2005. aastal loodi ergonoomia-labor. Tekkimas on ettevõtetus-arenduskeskus ärikorralduse instituudi juurde.

Seisuga 1. mai 2010 töötas majandusteaduskonnas 169 põhikohaga töötajat, nendest 118 olid õppejõud, sh 21 professorit ja 32 dotsenti. Õppejõududest 44% omab doktori- ja 38% magistrikraadi.

Dekaanideks on olnud uuemal ajal (alates 1992) Jaak Tamberg, Ene Kolbre, Alari Purju, Enn Listra ja alates 2009. aastast Üllas Ehrlich.

1995. aastast algas bakalaureuseõpe, 2002. aastast käivitusid 3 + 2 integreeritud bakalaureuse- ja magistriõppekavad. Bakalaureuseastmel on välja

arendatud neli põhisuunda – rahvamajandus, ärimine, rahvusvahelised suhted, rahvusvaheline ärikorraldus – koos spetsialiseerumisvõimalustega. Magistriõppes on õppesuundadeks kujunenud rahvamajandus, juhtimine ja turundus, äriühendus ja arvestus, ärikorraldus, rahvusvaheline ärikorraldus (inglise keeles), rahvusvahelised suhted ja Euroopa uuringud (eesti, vene ja inglise keeles). Doktoriooppes on olnud võimalik spetsialiseeruda majandusteooriale, finantsökonoomikale, ärikorraldusele ja rahvusvahelistele suhetele. Kõik bakalaureuse-, magistri- ja doktoriooppe kavad on riiklikult akrediteeritud ja rahvusvaheliselt tunnustatud.

Seisuga 1. mai 2010 oli majandusteaduskonnas ligi 3000 üliõpilast, neist 64% bakalaureuse-, 33% magistri- ja 3% doktoriooppes. Välisstudengite osakaal oli 12%. Teaduskonna üliõpilaskond moodustas 23% TTÜ üliõpilaste koguarvust. Majandusteaduskonna on koos õhtuse, kaugõppe, magistri- ja doktoriooppega lõpetanud ligi 15 000 inimest. Teaduskonnas on kaitstud 22 doktoritööd.

Välja on kujunenud neli teadustöö põhisuunda:

- \* majandussüsteemide modelleerimine ja sotsiaal-majanduslike süsteemide konvergents;
- \* ettevõtlus ja ärikeskkond;
- \* innovatsioonipoliitika ja juhtimine teadmistepõhises majanduses;
- \* rahvusvahelised suhted ja Euroopa uuringud.

Tehakse koostööd ühisprojektides nii kohalikes kui rahvusvahelistes ja osaletakse ühises doktorikoolis Tartu Ülikooliga.

1996 hakkas ilmuma majandusteaduskonna teadusartiklite kogumik Working Papers in Economics, mis 2009. aastast on rahvusvaheline teadusajakiri Research in Economics and Business: Central and Eastern Europe. Teaduskonnas on korraldatud arvukalt rahvusvahelisi ja kohaliku tähtsusega konverentse ning seminare, 8–10 üritust aastas. Teadustegevust evalveeriti rahvusvaheliselt 2000. ja 2010. aastal.

Teaduskonnas on töötanud kaks Eesti Teaduste Akadeemia akadeemikut – Juhan Vaabel ja Uno Mereste, teaduskonna vilistlane on akadeemik Raimund Hagelberg. Majandusteaduskonna ettepanekul on valitud 5 TTÜ au-doktorit.

Teaduskonnas tegutsevad ÜTÜ (1947–1990 ja alates 2006), üliõpilas-nõukogu (2005), vilistlasnõukogu (2008) ja klubi Majandusmagister (2001).

2008. aastal lüüdis teaduskond rahvusvahelisse Euroopa ülikoolide võrgustikku.

Institutsioonina on majandusteaduskond viie rahvusvahelise organisatsiooni täisliige. Need on: European Foundation for Management Development (EFMD), Central and East European Management Development

Association (CEEMAN), Baltic Management Development Association (BMDA) ja The European International Business Academy (EIBA).

Majandusteaduskond on asunud Tallinnas Kohtu tn 4 (aastail 1940–1941, 1944–1950, 1960–1968), Kopli 101 (1950–1953, 1968–2009) ja alates 2009. a sügisest uues hoones Akadeemia tee 3.

Teaduskonna ajaloost annab põhjaliku ülevaate äsjailmunud raamat “Tallinna Tehnikaülikooli majandusteaduskond 1940–2010”, mille peatoimetajakoostaja oli mul au olla. Ajalugu jätkub. Uute kohtumisteni!

## ELU JA INIMESED TEADUSKONNA ESIMESEL AJAJÄRGUL

### **Alustuseks**

Vana Rooma luuletaja Virgiliuse peamise teose “Aneis” üks luuletusi algab sõnadega “Aurea prima sata est quae vindice nullo” ehk eesti keeles lühidalt “Esimene oli kuldajastu”.

Kui silmas pidada, et pärast lühiajalisi eelmisi, Tartu ja Tallinna vahelisi sõelumisi algas 1944. a sügisel püsiv elu Tallinnas, võiks järgnenud pikemat ajavahemikku kuni 1952. aastani nimetada samuti kuldseks. Asuti ja tegutseti omaette, peaaegu nagu riik riigis, mille nimeks Tallinna Polütehniline Instituut. Kui aga juurde tuua ümbritsev oma puudujääkide, ebakõlade ja hirmudega, oli ajastu nii suurema kui ka väiksema “riigi” seisukohalt kuldsest kaugel.

Järgnenud hilisemate ajajärgude tõttu ehk kronoloogilises järjestuses sobiks seepärast esimest ajajärku nimetada majandusteaduskonna vanaks ajaks. Ka asukoha järgi ajajärku lühidalt Toompea ajastuks kutsuda on koha üldtuntuse ja väärikusele vihjavana omal kohal.

Antud ajajärku on iseloomustatud peasjalikult teaduskonna kõige suurema osa, s.o üliõpilaskonna vaatevinklist. Kuid täiendatud ka õppejõudude ning sekretäride väljaütlemiste ja ülalpidamise-väljanäidatuga, kellest mõnedki olid kaasa teinud Tallinn-Tartu reiseid.

### **Teaduskonna seisund, seosed ja suhted**

Tegevuse suunitluse, sisu ja erialade, aga ka tehnilis-tehnoloogilise tagala poolest oli majandusteaduskond tehniliste teaduskondadega võrreldes suuresti erinev. Nõukogude Liidus omamoodi erand, Ameerika Ühendriikides mitte. Inseneride Mekas, s.o Massachusettsi Tehnoloogiainstituudis (MIT) oli tugev majandusteaduskond, nagu mõnes teiseski insenerliku suunitlusega kõrgkoolis. Kuuludes Moskvaa asuva ministeeriumi tehniliste õppeasutuste peavalitsuse alla, kannatasid majandusteaduskonnale vajalikud teabevood ning erialased sidemed. Väljaspool instituuti valitseva üldise suhtumise taustal oli majandusteadlane inseneriga võrreldes keegi teise või kolmanda järgu tegelane.

Samas oli majandusteaduskond TPIle oma lihtsuse tõttu odav, sest kaubanduse kabinet ainsana ei maksnud tehnikaerialadele laborite ja töökodade



sisseseade ning tegevusega võrreldes midagi. Kõige suurema teaduskonnana, kus õppeedukus kõrge ning üliõpilaste väljalangevus tehniliste teaduskondadega võrreldes suhteliselt väike, ka tulus. TPIle oli kehtestatud norm 1 õppejõud 10,5 üliõpilase kohta. Sellest tingituna oli majandusteaduskond väärtuslik lisaallikas, millega tagati tehniliste teaduskondade õppejõudude puudujäägi korvamine, ühtlasi ka nõudlikkuse säilitamine, mis oli vajalik in-seneridele hea ettevalmistuse andmiseks.

Majandusteaduskonna head õppetöötulemused aitasid kummutada üht toona levinud hinnangut, mille järgi Tartusse lähevad need, kel pead ei jaga, aga kes kangesti õppida tahavad, Koplisse need, kel pead jagavad ja kes õppida tahavad, ning Toompeale need, kel pead jagavad, aga kes õppida ei taha. Taheti küll!

Kuid instituudilt saadi ka tagasi. Kõige väärtuslikum sellest oli TPI seisundist tulenev kattevari. Tehnilise suunitlusega õppeasutusena ei olnud ta ideoloogiliselt nii suure tähelepanu ja range kontrollimise all kui Tartu Riiklik Ülikool. See võimaldas rahulikumalt ja turvalisemalt kujundada teaduskonna tegevuskeskkonda. Üleliiduliselt kehtiva õppeplaani kui õppetöö alusdokumendi õppeainete suunitlust kohaldati ja kohendati kohalike arusaamade, eelistuste ja vajaduste kohaselt. Samuti toimiti õppeainete sisulisel esitamisel.

Tehnilise kallakuga õppeainete puhul saadi abi vastavatelt kateedrite õppejõududelt, üldpoliitiliste õppeainete puhul vastavatelt kogu instituuti teinindavatelt õppejõududelt. Tehnikateadlastega kaasnev vaimu- ning aine esitluslaad, neid hõlmav asjalikkus aitas ümbritsevat paremini tajuda ja hinnata, ühtlasi kahe jalaga kindlamalt maapinnale jääda.

Kopliga, kus asus TPI peahoone koos direktsiooni, mõne teaduskonna ja üldkateedriga, ning lähiümbruskonnas asuvate teaduskondadega, olid seosed väikesed ning suhtlemine harv ja juhuslik. Samuti ka vastupidi. Rohkem oli kokkupuuteid õppetöö välisel ajal, ühiste huvialade ja harrastuste pinnal, kus osalesid ka õppejõud. Nagu vahel öeldi – Kopli osa asub kuskil kaugel Soome piiri ääres. Ainukene liiklusvahend oli Balti jaamast lähtuv tramm, mis kujutas endast üht mootorvagunit. Sõit Koplisse üht rööpmepaari pidi, täistuubitud vagunis, oli omamoodi seiklus nagu reis läbi mustade maa.

Suurearvulised kokkupuuted olid mai- ja oktoobripühade aegseil paraadidel ning hiljem õhtust hommikuni kestvatel pidudel peahoone suurtes saalides, üks peopidamiseks ja pillerkaariks, teine tantsimiseks. Algusaastail toimus suurem vennastumine varahommikul Koplast Balti jaama sõitvas rongis.

## Väljanägemine ning eluolu

Majandusteaduskonna kasutusse antud hoonekogum Kohtu tänav 4 koosnes õuel asuvast peahoonest, tänavani ulatuvast tiibhoonest ning peahoonega maa-alust käiku pidi ühenduses olevast majast Pika jala alguses. Ahjukütte tarbeks oli küttepude ja -turba hoidmiseks kokku klopsitud laudadest sara.

Hooned, eelkõige nende sisejaotus, ei olnud mõeldud õppetegevuseks. Enne Eesti okupeerimist paiknes peahoones Soome saatkond. Tiibhoone oli müüdnud Konstantin Pätsile ja seda kasutati kortermajana. Saksa ajal hõivas peahoone Sicherheitsdienst (SD), mida võis selgesti välja lugeda peasissekäigu kõrval asuval seinal täpselt väljaraiutud esialgse teksti jäljendist.

Kuigi aastaid remontimata, oli nii hoonete kui ka siseruumide üldilme rahuldav. Enamasti olid seinad krohvitud, mõnes siseruumis oli tapeet. Harjunud mitmeid aastaid kitsastes oludes ja vähenõudlikult elama, ei pööratud niisugusele pisiasjale tähelepanu. Kasinus ja piskuga läbiajamine olid üldlevinud. Kunagisest hiilgusest andsid tunnistust peahoone suured lakitud ukсед ja mõned kaminad, tiibhoone nikerdatud ja lakitud trepikäsi puud ning väikeste ruutudega aknad.

Osaliselt õppetöö laadist tingituna piirdusid auditooriumeiks ümberkujundatud ruumid seinal asuva tahvliga ning selle ees asuvate laua- ja tooliridadega. Viimaste hulgas ilmselt saksa ajast pärit rasked ja ebamugavad toolimürakad, mille seljatoel väljarautatud vapipäljend. Neil istumine oli loengu või seminari lõpus nagu piinapingis viibimine.

Peahoones oli kaks suurt auditooriumi, üks I, teine II korrusel, tiibhoones üks seesugune III korrusel. Neisse mahtus kogu kursus, seega ligi 100 inimest, ning neid kasutati üldloengute pidamiseks. Peahoonesse sisenedes jäid need pärast väikest eeskoda paremat kätt, vasakul asusid väikesed kabinetid, kus alumisel korrusel paiknes ka TPI kaugõppe osakond. Kahte tiiba ühendas keskpaias asuv suurem ümarruum. I korrusel etendas see riidehoiu, II korrusel puhkeruumi osa, kus vaheajal peeti malelahinguid. Levinud oli ka igavate vooruloengute ajal taskumale mängimine. Tiibhoone lisapinnaks peale mõne kabineti olid väikesed trepiga seonduvad eeskojad.

Liikumisruum oli piiratud. Ilusate ilmade puhul viibiti vaheajal õues. Mõnevõrra ka peahoone II korruse ümarruumi rõdul, kus vaates vanalinnale troonis esiplaanil märtsipommitamist meenutav Niguliste kiriku säilinud pae-kivist torniosa.

Kel oli, näsis vaheajal püstijalu kodust kaasa võetud võileiba. Algu-aastail einelauda ei olnud, sööklasi ei osatud isegi juttu teha. Elavaks arutlusteemaks kujunes kord kellegi kaasatoodud, 19. sajandist pärinev ning tollaegses keeles väljaantud kokaraamat, millega igava loengu ajal järje-

korras tutvuti, mitmekesi pead koos. Et koostisosade kogused olid antud naeltes, toopides ja peotäites, kujunes vaidlusküsimuseks, kui suure hulga inimesi saab üldkogusega ära toita. Arvamused läksid küll lahku, kuid üldiselt leiti, et “rügemendile” peaks sellest piisama. Arutelu oli naljast kaugel.

Kummalgi hoonel olid ka kõrvaluksed. Peahoone kõrvaluks viis paari kateedrisse ning kõige ülemisel korrusel asuvasse instituudi õppeosakonna juhataja elutupa. Tiibhoone kõrvaluksest pääses I korrusel asuvasse sõjalise ettevalmistusega seotud tarbeesemete lattu, II korrusel asuva üldarsti ja hambaarsti kabinetti ning III korrusel asuvasse Akadeemilise Spordiklubi (ASK) pisikesse bürooruumi. ASK oli TPI Spordiklubi eelkäija, mis kuulus ülikooli hõlmavate spordiorganisatsioonide võrku Eestis.

### **Murranguline 1947. aasta**

1947. aastal toimus mitu erilaadset, midagi lõpetavat või alustavat muutust. Neist osa olid üldist ja kaudsest laadi, mõjutades tingimusi ka üldisemalt kui TPIs, osa aga vahetult ja üksnes majandusteaduskonda puudutavalt.

Sel aastal majandusteaduskonda vastu võetud olid ainukesed, kelle õppeaeg kestis 5 aastat. Enne neid oli õppeaja kestus olnud 4 aastat, järgmisel, s.o 1948 alustavail viidi õppeaeg üle 4,5-le, pärast neid jällegi 4-le aastale. Käigu pealt ühe aasta lisamine olulisi uute õppeainete lisateadmisi ei andnud, vesistades samas mõnd põhiõppeainet. Tagajärjeks oli, et 1951 ei olnud majandusteaduskonnas ühtegi lõpetajat. 1952 lõpetas aga kaks kursust, üks juunis, teine detsembris.

1947. aastal alustanud olid viimased, kes I semestril pidid maksma 300 rubla õppemaksu. Sealt edasi õppemaks kaotati. Küll aga jäi, võiks öelda, kaudne õppemaks ühe kuu stipendiumi ulatuses kogu õppeaja vältel, mis väljendus riigilaenu obligatsioonide “vabatahtlikus” tellimises. Obligatsioonide kustutamise ja võiduloosimiste tulemusena õnnestus küll hiljem suurem või väiksem summa tagasi saada, kuid see polnud enam see. Toona väljaantu oli ikkagi rahakoti pihta paras pauk. Igakuine ametiühingule makstav mõnikümmend kopikat oli selle kõrval kõõmes. Ega peale mõne juhusliku kingapaari ja riidetüki või puhkekodu tuusiku sealt ka midagi tagasi saadud.

Veelgi suurem löök tabas 1948. aastal ülikooli astunute rahakotti. 1947. aasta kursus oli viimane, kellele stipendiumi maksti ka rahuldatavate eksami-hinnete puhul. Alates järgmisest kursusest, s.t 1948. a sügisest, hakati stipendiumi maksma ainult heade ja väga heade eksamihinnete korral. See ei tähendanud üksnes stipendiumi kui üliolulise elatusvahendi saajate ringi ahenemist ning uute elatusallikate otsijate arvu suurenemist, vaid tegi ühtlasi karuteene ka üliõpilaste ja õppejõudude vahelistele suhetele. “Nelja” asemel “kolme”

saamine, kusjuures hinnetevaheline piir on õhkõrn ja ähmane, ei pruukinud riivata üksnes üliõpilase hinge, vaid ka eluolu, pannes nad samas hoolikamalt õppima.

Stipendiumimäärad jäid sealjuures paika. Vastavalt TPI tähtsusjärgule oli see I semestri jooksul 290 rubla. Kogu instituudi ulatuses oli erandiks määriala, kuhu valitsus lisas veel 100 rubla. Alates II semestrist, juhul kui kõik eksamihindend olid “väga head”, lisandus põhistipendiumile 25-protsendiline lisastipendium. Aasta-aastalt stipendiumimäär tõusis, mistõttu V kursusel moodustasid põhi- ja lisastipendium kokku ligi 500 rubla.

See oli üliõpilase jaoks korralik raha. Seejuures taotleti kõrgeid hindeid mitte üksnes rahast ja vajadusist lähtuvalt, vaid ka teaduskonnas valitseva õhkkonna ja suhtumise tõttu. “Rahuldav”, kuigi seda saadi, ei olnud nagu hinne. Kõrgendatud stipendiumi saajaid, ehkki vähe, oli muude teaduskondadega võrreldes suhteliselt palju. Raskema sisu ja rängema koorma tõttu oli neil märksa keerukam niisuguse tulemuseni jõuda.

Kui tähtis ja eluliselt vajalik saadud raha kellelegi oli, on omaette küsimus. Kel vanemate poolt peavari ja toit või maalt toiduabi, käis saadav raha rohkem taskuraha ette. Mõnele oli see aga ainus püsiv tulullikas, millele püüti juhutöödega lisa saada. Niisuguseid õppetööd vähesegavaid töötösi leidis eelkõige mitmesugustel transporditöödel.

Toimetulekut aitavad selgitada mõnede toodete ja teenuste hinnad: kilogrammine leivapäts – 1.50, 0,5 liitrit õlut 2.10, meeste kummitallaga kingad 50.-, koht ühiselamus kuus 15.-, tramm 3 ja autobuss 5 kopikat, rongi Balti jaam – Pääsküla aastapilet 50.50, kalleim kinopilet 50 kopikat, sama palju maksis ka teatri- või kontserdipilet.

Teisalt, raekoja kõrval asuvas kommerts-, rahvasuus endise omaniku järgi Kaarmani kaupluses maksis 1 kg suitsuvorsti delikatessvorstina 90–150 rubla. Paar sammu edasi, Müürivahe ja Väike-Karja tänavate nurgal asuvas komisjonikaupluses Eduard Wiiralti originaalne graafiline leht “Virve” (1943) 250 rubla. Sama palju maksis ka praeguse autobussijaama kohal asunud vanakraamiturul (rohkem tuntud rahvasuus täisturust tuletatud täikana) toona moodne kummivoodriga puuvillasest riidest uus valge kevad-suvemantel.

Tänu 1946. aasta teadustöötajate ja kõrgkooli õppejõudude palgareformile, mis teistega võrreldes märgistas nende eelisseisundit ühiskonnas, tõusis eriti teaduskraadi omajate palk. Professori palk ületas viienda kursuse kõrgendatud stipendiumi kümnekordselt. Suuresti erineva rahakukru alusel järeltati ka, miks õppejõududel ja teenistujatel oli oma ja üliõpilastel oma ametiühing. Räägiti esimeste kartusest kaotada ühises katlas oma suur panus.

1947. a detsembris toimus rahareform ning kaotati toiduainete kaardisüsteem, defitsiitsete kaupade ostuload säilisid.

Rahareform, mille olulise põhjusena toodi ettekäändena esile sakslaste poolt sõja ajal käibele lastud suure koguse valeraha ärakorjamise vajadust, igapäevaelu nimetamisväärselt ei muutnud. Hinnaskaala müntidena, millest suurim 20 kopikat, jäi kehtima. Kuuldus eesolevast rahareformist koos eelmainituga põhjustas müntide käibelt kadumise juba mitmed päevad enne rahareformi. Tagajärjeks oli: kui bussi- või trammikonduktoril pakutavast rublast või enamast kops üle maksa keeras, keris ta pakkujale meetrite viisi pileteid.

Toidukaartide kaotamise mõju oli üldsusele suurem. Küll piiratud valikus, kvaliteedilt ja väljanägemiselt soovida jätvad, kuid toiduaineid võis siiski vabalt osta. Vahetu mõju majandusteaduskonnale avaldus peahoone I korruse imepiseses ruumis einelaua avamine, kust võis saada üht-teist lihtsat suhupandavat. Hinnatud kaup oli halvaa. Hind ei olnud probleemiks, küll aga lühikese vaheaja jooksul ostuni jõudmine. All-linna võimaluste kasutamine langes õppetöö välisele ajale.

## **Inimpool**

Majandusteaduskonna üliõpilaskond oli ajajärgu algusaastail kirev. Ajapikku see tasandus.

1944 moodustus üliõpilaskond peaausjalikult inimestest, kelle varasemad õpingud majandusteaduse valdkonnas Tallinnas ja Tartus olid mitmeil põhjusil vahepealsete segaste aegade tõttu katkenud ning kes nüüd soovisid seda jätkata. Peale selle need, kel ainelisil või muil põhjusil polnud varem õnnestunud ülikooli astuda. Need olid, mõned neist juba soliidises eas, proud ja härrad, kes küll õppisid päevaõppes, kuid peaausjalikult käisid tööl. Igapäevases koolitöös ei hakanud nad suurt silma, nende puudumistele vaatas dekanaat läbi sõrmede. Eksmatrikuleerimised toimusid neil õppetööst mitteosavõtu tõttu.

Teadmata kui võrd tõsiselt seda mõeldi, kuid kord 1947. a sügispäeval kursusekaaslastega siseõues viibides kuulsime, kuidas üks mööduja ütles kaaslastele: “Vaata! Ülikooli on hakatud juba lapsi võtma!” Oma 18 ja 19 aastaga, mõned kaaslastest sõjaski osalenud, tundsi end täiskasvanuna ja väljaütlemisest solvatuina.

Alates 1945. aastast hakkas teaduskonna üliõpilaskonna ealine koosseis tasanduma. Sügise sisseastujate põhikoosseisu moodustasid samal aastal keskkooli lõpetanud. Poiste koosseis oli tüdrukute omast siiski natuke vanem, sest Saksa või Soome sõjaväes olnuil oli keskkool vahepeal katkenud. Kuigi väiksemal määral, oli sama ilming omane ka 1946. aasta vastuvõtule. 1947. ja

1948. aasta vastuvõtus leidis neid üksikuid; oli ka mõni nõukogude armeesse mobiliseeritu.

Repressioonidest üliõpilaskond ei pääsenud, kuid õnneks tabas see vähe-seid. Mitmed arreteeriti 1947. aastal kahtlustatuna Tõnismäel asunud mälestussamba “õhkulaskmises”. 1949. a märtsiküüditamine tabas vahetult vähe-seid, kuid maapiirkondadesse keskendatuse tõttu kaudselt paljusid. Ka sel vii-sil, et nii mõnedki sõitsid oma pruutidele või peigmeestele hiljem vabataht-likult Siberisse järele, kust hiljem juba abiellunuina tagasi tuldi. Narvast pärinevail, keda sõja ajal samuti sealt evakueeriti, keelas Nõukogude võim hiljem oma kodulinna tagasipöördumise. Peidetud hirm oli kõigi kaaslane.

## Õppejõud

Tagapõhjast ja ettevalmistusest lähtudes võib toonased õppejõud jagada kahte leeri.

Esimesse leeri kuulusid põhiainete õppejõud, kes olid kõrghariduse omandanud tsaari- või Eesti ajal ja end hiljem täiendanud ning teaduskraade saanud välismaal, põhiliselt Kesk-Euroopas (Saksamaa, Austria, Tšehhoslo-vakkia). Nad olid oma valdkonna asjatundjad. Nende poolt edasiantavasse mahtus ka kogemus ning teadmised, mille nad olid saanud, töötades Eesti ajal kas õppejõudude või ametnikena või ühildades mõlemad. Siia lisandusid nen-de sõjaeelsed teadusartiklid.

Nad olid teaduskonna erialase hinge kandjad, andes igal sammul teada ja tunda, kui tähtis on majandusteadus ning kui tarvilikud sellealased teadmised ja oskused. Õhtupoolikuti võis neid kohata Feishneri, hiljem Tallinna-ni-melise kohviku II korruse saalis, kus isikunime ette käis härra, proua või prei-li ning kus intelligentide vestlust ei häirinud salongimuusika. Nende hulka võib arvata ka meesüliõpilasi reservohvitserideks sõjaliselt ette valmistavad lektorid Eesti Korpusest, kes olid osalenud Vabadussõjas, või Tondi Sõja-kooli kunagised lipnikud, kel oli õnnestunud ellu jääda ning polkovniku au-astmeni jõuda.

Teise leeri kuulusid Koplast tulnud ühiskonnateaduste õppejõud, kes olid hoopis teist masti mehed. Rahvuselt olid nad eestlased, pärit Venemaalt, pea-miselt Peipsi-tagustelt aladelt. Nende haridustee oli kulgenud Nõukogude Venemaal, lõppedes niinimetatud punase professoriga Leningradis. Sealne kujutas endast õppeasutust, mis oli mõeldud Nõukogude Liidu loodeosa väikerahvuste hulgas harituma kaadri ettevalmistamiseks, eelkõige ideoloogi-lises valdkonnas. Nende üldine teadmiste tase tekitas küsimusi.

Oma loomult ei olnud nad pahad. Rohkemgi veel, neid võis nimetada nõksu- ja napsumeesteks. Paistis, et meil oli nende suhtes vedanud. Olles

oma varasema tegevuskeskkonna tingimuste ja hädade õnnelikud üleelajad, olid nad paratamatult saanud sealt külge palju meile sobimatut. Ega nad meie keskkonnaga suurt kohanenudki, hoidsid ja pidasid “pidu” rohkem omaette.

### **Meelsus ja vaimsus**

Käsitlev ajajärk langeb kokku ajastuga, mida üldisemalt nimetatakse Eesti-järgseks ajaks. Nii ka majandusteaduskond oli koht, kus valitses eesti keel ja meel ning aeti Eesti asja.

Tooni andsid inimesed, kes olid kasvanud ja keda oli kasvatatud Vabadussõja vaimus, kasvatajaks ka need, kes ise olid sellele vaimule aluse pannud. Nad olid sirgunud või töötanud Eesti Vabariigis, Eesti ajal ning oma silmaga näinud seal toimuvat. Neid oli küpsetatud esimesel Nõukogude aastal ning järgnevail sõja-aastail, nad olid kohanud nii vene soldatit kui ka saksa sõdurit. Mõeldi, võiks öelda, ühtedel alustel ja suundades, samal ajal, kui vastavalt seltskonnale, väljendati end mitmeti. Kaksikmoraal oli kohal. Ühiselt läbielatud rasked ajad, nendega kaasnenud hädad ja õnnetused, neist tulenevad hoiakud, aga ka paiknemiskoha kokkusurutus ning pead-jalad koos tegutsemine-elamine. Aitamis- ja abistamissuhted ei olnud erandlik nähtus. Ka üldisemas mõttes.

Tegemist oli üldjoontes inimestega, kellele ülaltpoolt kaela valatav uue korra ideoloogia oli nagu hane selga vesi. Peale selle veel ehteestlaslik suhtumine – räägi, ise tean paremini, kuidas asjad olid ning on, teen, nagu paremaks ja õigemaks pean. Komnoori igal kursusel mõni oli, ka üksikuid parteilasi Nõukogude tagalast tulnute näol, kuid need sulandusid valitsevasse õhk-konda, avaldamata sellele mõju. Räägiti, kui 1944. a sügisel oktoobrirevolutsiooni aastapäeva tähistamise koosolekul Koplis oli instituudi partorg suures saalis pidanud sel puhul avakõnet ja tagaridadest oli kuulnud leegionäride laulu.

Vaimsus, seevastu, ei olnud teaduskonnas nii üheplaaniline, vaid mitmetahulisem, hargnedes laiuti ja sügavuti ning väljendudes mitmeti. Oli omaette nokitsejaid ning väiksemaid sõprusringe, kuid üldine kambavaim – *esprit de corps* – löi harva välja. Vajadusel ilmnis pigem kohalik külatalguvaim, kus inimesed tulid korraks kokku. Nii nagu see juhtus teaduskonna ainsal ühispeol ning esimesel üleinstituudilisel spartakiaadil. Harvad olid ka kursuste ja õpperühmade ühised ettevõtmised.

Mõjutusi ja tingimusi, mis inimesi igapäevaselt ja järjekindlalt lahutasid, oli märksa enam. Vastavalt vajadusile, huvialadele ja harrastusile kadus pärast õppetöö lõppu igaüks oma kanti. Kes elatist hankima, kes koju, kokkusaamisele või treeningule. Ka instituut oma laialipaisatuse ning Tallinna linn

oma suuruse, paljude võimaluste ja ahvatlusiga aitas omalt poolt inimeste lahutamisele kaasa. Tantsupidusid oli nädalalõpul mitmel pool, igaühel oma "püsigunded".

### 1949. aasta spartakiaad

Teaduskonna ühisvaimu, aga ka -võimu näitamise tipuks kujunes 1949. a sügisel peetud TPI esimene spordialade spartakiaad. Olümpiaadi mõiste, millega nimetati ka samalaadset varasemat koolinoorte kevadist suurüritust, oli selleks ajaks ametlikult käibelt kõrvaldatud, kuid sisu elas endiselt edasi.

Teaduskonna hiilgavale esinemisele aitas kõvasti kaasa paljude üliõpilaste spordilembus. Viimane asjaolu oli üheks põhjuseks, miks majandusteaduskond edasiõppimiseks valiti. Tehniliste teaduskondadega võrreldes oli seal rohkem vaba aega oma spordiala harrastamiseks. Tipptegijaid kuni Nõukogude Liidu tšempionini välja jagus malest mootorspordini, pallimängudest purjetamiseni.

Ühisvaimu näitamine algas juba natuke varem, siis kui selgus, et teaduskondadele antavad karikad on ette nähtud mitte ainult spordialadele, vaid ka massilise osavõtu ja üldvõidu eest.

Sellest said alguse mitmesugused rehkendused. Kaks poissi, kes ise spordist kaugel, olid välja uurinud, et vasaraheites on ainult kaks osavõtjat. Vajaliku oskuse saamiseks läksid nad enne võistlust heitmist proovima, kusjuures tugevama poisi parim heide oli ulatunud 18, nõrgemal 14 meetrini. Võistlusel olid nad kindlalt kuue parema hulgas. Barutole sarnane poiss veendi osa võtma maadluse raskekaalus. Võistlusel selgus, et vastaseid oli ainult üks, väiksem ja kergem, kuid sama oskamatu kui tema. Maadlusest neil nii palju aimu oli, et matil püsti tammusid, hoides ühe käega teise kaelast kinni ning teise käega ka midagi tehes. Kuidagiviisi vastane kukkus, tõmmates kaasa meie poisi, kes jäi peale. Tulemuseks oli allajääja käeluumurd ja pealejääja kuulutamine võitjaks.

Spartakiaadi esimeseks üldiseks tipphetkeks kujunes ilusal sügisel pühapäeval osalejate ja toetajate rongkäik Toompealt Kadrioru staadionile, kus avaüritusena peeti kergejõustikuvõistlused. Teine, ühtlasi majandusteaduskonna tipphetk, oli spartakiaadi pidulik lõpetamine tollases Tompi, varasemas ja hilisemas Mustpeade klubis.

Saali tagaosas oli lava, millele antud ürituse puhul oli asetatud pikk laud, kus istusid teaduskondade dekaanid. Õhtu algas spordivõistluste tulemuste teatavaks tegemisega ning võidetud karikate üleandmisega ala esindajaile. Majandusteaduskonna esindaja oli esimene karika kättesaaja, kes asetask selle dekaani ette lauale. Sama järgisid teised. Üleandmise lõppedes oli 14 karikast



12 majandusteaduskonna ja 2 mehaanikateaduskonna dekaani ees, ülejäänud pidid leppima tühjade kätega. Võite kujutada ette dekaanide nägusid.

Üldisemalt näitas ühisvaimu parimast küljest mehaanikateaduskond. Oma vähest saaki nähes suutsid nad spartakiaadi lõpu poole kõik seni mitte osalenud tuua ujumisvõistlusele, saavutades sellega 100-protsendilise osavõtu, millega pälvisid massikarika. Need, kes ujuda ei osanud, kasutasid abivahendina basseini külgedel jooksvat toru.

Ametlik osa lõppenud, kutsus meie dekaan, ise rahulolust särades, asjaosalised enda juurde ning ütles: “Nüüd viime need karikad Toompeale!” Ta võeti õlgadele ja seati sammud sinna. Oma kabinetti jõudnud, tõmbas dekaan taskust paki üherublaseid, öeldes: “Siin on sada ilma üheta”. Läks siis kapi juurde, võttis sealt 200 rubla ja vabandas: “Oleks ma teadnud, oleks kodust rohkem kaasa võtnud”. Pistis raha ühe poisi kätte, lisades: “Minge tooge selle eest viina ja tulge kiiresti tagasi!” Leiti kuskilt mingi suurem metallalus pudelite paigutamiseks ning mindi mitmekesi all-linna viina järele. Tagasi jõudnud, kiitlesid, et olid kogu riivi tühjaks ostanud.

Nii need karikad dekaani kabinetis puhtaks pesti. Öhtu kontsertosa küll ei näinud, kuid tantsimisajaks oldi vikside poistena peorumis jälle tagasi.

### **Toompea ajastu ning ajajärgu lõpp**

Läks täide eesti vanasõna “Pill tuleb pika ilu peale”. Varsti pärast tipphetke algas langus, mis lõppes majandusteaduskonna sulgemisega. Põhjused tulid väljastpoolt, lähemalt ja kaugemalt.

Esimene pauk tuli Koplast laevaehitusteaduskonna moodustamise tõttu. Kas kuskil väljaspool või instituudi enda algatatuna – sellel ei ole siinjuures tähtsust. Kuna kohapealsete noorte hulgas ei leidunud teaduskonda astuda soovijaid piisavalt, hangiti lisa mujalt, teiste liiduvabariikide kõrgkoolide jääkidest. Nende paigutamiseks leiti sobiva lahendusena lõpetada Toompeal õppetegevus ning seada vabanenud ruumidesse sisse ühiselamu. Toompeale jäid teaduskonna dekaanat, kateedrid ja kaugõppe osakond. Üliõpilased jätkasid õpinguid Kopli õppehooneis teises vahetuses, mis oli nii teisiti ebamugav ja harjumatu. Võimu-, valitsemis- ja ärikeskusest äraminekuks vaadati kui asumisele saatmisele.

Teise ja viimase, majandusteaduskonnale saatuslikuks saanud paugu pani Moskva võimude järjekordne uus suunavõtt viiekümnendate aastate algul. Esiplaanile seati hiilgavad tehnilised lahendused. Mida need maksma läksid, polnud tähtis. Majanduspraktikas seati esikohale mahulised näitajad ning kasvutempod, tehtava majanduslik otstarbekus oli teise-kolmandajärguline.

Majandusteadlaste ettevalmistamist vähendati, majandusteaduskondi likvideeriti, ühena neist 1952. aastal ka TPI majandusteaduskond.

Õnneks ei langenud majandusteaduskond surmaunne, vaid mehaanikateaduskonnas masinaehituse insener-ökonomika eriala ühe õpperühma näol ainult koomasse, kust see 1960. aastal jälle üles äratati. Vanaajale järgnes uusaeg, praegu kestab uusim aeg.

## EUROOPA RAHASÜSTEEMI ARENG JA SELLE MÕJU EESTILE

Rahaliidu arengut analüüsid on Eesti avalikus keskustelus tihti küsitud, kas tegu on majandusliku või poliitilise projektiga. Paljudele inimestele on selle küsimuse tagamõte seotud usaldamatusega poliitika vastu. Ehk, et kui rahaliit on majanduslik ettevõtmine, siis on selle vastu rohkem usaldust. Kui aga tegu oleks poliitilise projektiga, oleks see justkui kergeloomuline. Minu arvates ei ole selline käsitlus õige, kuid küsimus ise on tähtis, et rahaliidu toimimist ja eesmärke õigesti mõista.

Küsimusele vastamisel tuleks lähtuda tõdemusest, et raha on raha. Pole suurt vahet, kas tegu on raha riigisisese või rahvusvahelise mõõtmega. Sarnaseid eesmärke ja ülesandeid peab rahasüsteem järgima mõlemal puhul. Seega, nii nagu raha ülesanne on maksete sooritamise lihtsustamise ning raamatupidamis- ja säästmisvahendi pakkumise kaudu toetada majandustegevust riiklikus mõõtnes, on seesama ülesanne rahasüsteemil rahvusvaheliselt.

Euro loomisel võis olla ka muid põhjuseid, kuid peamised taotlused ühisraha loomisel olid ikkagi need eelnimetatud raha funktsionaalsuse põhimõtted. Euro peab lihtsustama Euroopa-sisest kaubavahetust, soodustama finantsteenuste pakkumist üle riigipiiri ning pakkuma kogu Euroopale usaldusväärse säästuvahendi. Nende kriteeriumide põhjal on euro peamiselt majanduslik küsimus.

Ei saa eitada, et rahaliidu loomisel on omad poliitilised mõõtmed. Esiteks on poliitiline küsimus see, et kui raha abil tahetakse majanduslikku läbikäimist tihendada, siis kellele seda tahetakse saavutada? Seda võib tõesti nimetada poliitiliseks kriteeriumiks. See, et euro on avatud kõigile Euroopa Liidu riikidele, on selge poliitiline suunis selle kohta, et just need liikmesriigid peavad moodustama kunagi ühe tervikliku ja tõhusalt toimiva siseturu.

Samuti võib poliitiliseks otsuseks pidada põhimõtet lõpetada raha kui abivahendi kasutamine riikliku identiteedi tõstmiseks liikmesriigi tasandil. Kuigi see on ilmselt olnud üks enim diskuteeritud teemasid kogu rahaliidu loomise ja liitumise ajal, peab tõdema, et selline otsus on praegu vähem poliitiline kui varem. On loomulik, et parema infoedastusviisi puudumisel oli ammustel aegadel hädavajalik kasutada ühe vahendina raha, et teavitada alamatele, kes parasjagu Rooma impeeriumi troonil istub. Kuid täna on sel-

leks ka tõhusamaid võtteid, mistõttu sellel raha kõrvalisel ülesandel ei ole enam varasemat tähtsust.

Nii et kuigi Euroopa ühisrahal on ka nii-öelda poliitilisi mõõtmeid, on see alati olnud siiski majanduslikke eesmäärke lahendada püüdev projekt.

### **Rahaliit pole pelgalt makromajanduslik küsimus**

Teine küsimus, mis rahaliidu tulevikku analüüsides lahendamist vajab, on liidu majanduslik olemus. Jälgides avalikku arutelu, jääb mõnikord mulje, et rahaliit on valdavalt makromajanduslik küsimus. Näiteks arutledes euro vajalikkuse üle, tekitab kõige enam huvi, kuidas see mõjutab makromajanduslikku stabiilsust. Teisisõnu on küsimus optimaalses valuutapiirkonnas. Ka Maastrichti kriteeriumid ning stabiilsuse ja kasvu pakt on valdavalt pühen-datud just nende aspektide käsitlemisele.

See on õige lähenemine selles mõttes, et ühisraha mõju ühe või teise riigi või ka kogu liidu makromajanduse stabiilsusele on kohati vastuoluline ja kirgi tekitab teema. Kuid sellise rõhuasetuse häda on, et see jätab kõrvale samaolulised ühisraha mikromajanduslikud ülesanded. Nii on see arutelu olnud kohati liiga ühekülgne.

Siinkohal on huvipakkuv, et igapäevases läbikäimises ja nii-öelda rohu-juuretasandi kohtumistel valitseb arutelus nimelt mikromajanduslik aspekt. See, et firmade ekspordi ja impordi tehingukulud vähenevad, üksikinimene võib raha säästa teisest riigist soodsamalt ostes, hindade võrdlemine lihtsus-tub ja rahaturud on rohkem integreerunud, on neis aruteludes hoopis kesk-semal kohal kui majanduspoliitilises mõttevahetuses.

Minu arvates on rohujuuretasandi vaatenurk paremini tasakaalus. Pole mingit põhjendust, miks rahaliidu loomise makromajanduslik eesmärk peaks domineerima rohkem, kui selle osa tegelikult on. Ilmselt oleme ka meie kui ökonomistid kaasa aidanud seesuguse kallutatud meelsuse kujunemisele raha-liidu diskussioonis, sest see on meid ka akadeemiliselt rohkem huvitanud. Edaspidi peaks seda asjaolu silmas pidama ning käsitlema teemat tasakaalus-tatumalt.

### **Kuidas euro on seni hakkama saanud?**

Tulles nüüd konkreetset euro juurde, võib küsida, kas rahaliit on olnud seni oma ülesannetes edukas. Peab tunnistama, et euro saavutused on olnud märkimisväärsed. Ei ole teist võrreldavat perioodi sõjajärgsel ajastul, millal Euroopas oleks hinnatõus olnud nii hästi ennustatav ja ühtlasi madal. See peab paika isegi Euroopa rahastabiilsuse keskuse ehk Saksamaa kohta.

Veelgi enam, ka valuutakursi püsivus on nüüd Euroopas tunduvalt suurem kui eelnevatel pikkadel aastakümnetel. Kasvanud on piiriülene kaubandus, mille tähtsust ei vähenda tõsiasi, et akadeemilised uuringud erinevad selles suhtes, kui suur see mõju on täpselt olnud.

Ilma ühisrahata ei oleks olnud võimalik nii ulatuslikult edasi liikuda ühise maksesüsteemi loomisel. Samuti on selge, et finantsturg on integreeritum kui varem, kuigi Euroopal on selles suhtes veel arenguruumi. Euro on omandanud laialdase usaldusväärsuse ja kasutatavuse maailma rahasüsteemis, millele ei avaldanud märkimisväärset mõju ka palju kirgi tekitanud võlaprobleemid mõnes euroalariigis selle aasta kevadel. Seega võime tõdeda, et olulisimate kriteeriumite põhjal on euro oma ülesannetega seni hästi hakkama saanud.

### **Euroala laienemine ja ühisturu tõhusus**

Eelnev tõdemus ei tähenda, et tuleks eitada probleeme, mis võivad eurot edaspidi ohustada või mis ei lase ka tänasel päeval rahaliitu oma täielikku potentsiaali kasutada.

Esimene probleem rahaliidu tulemusliku toimimise seisukohast on tõsiasi, et rahaliiduga ei ole liitunud veel kõik Euroopa Liidu riigid. Mõeldes sellele, milline on raha ülesanne ning selles kontekstis ka rahaliidu eesmärk, on ilmne, et mikromajanduslikud kasutegurid ei saa paratamatult olla niivõrd mõjusad, kui raha ringlus on piiratud. Järelikult on pärsitud ka ühisturu võimalused ning see pole küll kellegi huvides.

Möödunud kriis näitas, et kuigi vahetuskursside probleem on märgatavalt väiksem kui euroeelsetel ajastul, on ka täna paraku nii, et valuutade volatiilsus tekitab majanduspingeid isegi Euroopa Liidu sees. Sellest suudame vabaneda vaid siis, kui euro ringleb kogu Euroopa Liidus. Tõsi, tuleb rõhutada, et see probleem ei ole täna enam nii suur kui varem.

### **Majanduspoliitika koordineerimise tõhustamine**

Teiseks probleemiks peetakse seda, et rahaliidu riikide majandustsüklid on teineteisest tugevasti lahknenu, tekitades vaatlejate arvates pingeid õige rahapoliitika valimisel. Sama võib väita liikmesriikide eelarvepoliitika kohta. Kuigi seda ei saa eitada, tuleb tõdeda, et riikide majandustsüklite erinevus ei ole senimaani takistanud rahaliitu oma põhiülesandeid edukalt täitmast. Ka muudes suurtes rahapiirkondades tuleb ette piirkondlikke erinevusi ning see ei pruugi takistada tõhusat rahapoliitika teostamist. Järelikult pole probleemiks lihtsalt erinevused majandustsüklis või poliitikas. Probleemid on pigem üksikasjades.

Üks suuremaid probleeme on väärastunud arusaam rahaturgudel. Nimelt ei suutnud või tahtnud turuosalised pea kümme aastat tunnistada tõsiasi, mis alles nüüd kevadel avastati, et liikmesriikide võla riskisust ei saa pidada automaatselt samaseks. Loomulikult ei ole õige ainuüksi turgu sarjata, sest selliseid signaale on tulnud ka riikide endi poolt.

Olukorda halvendas tõsiasi, et stabiilsuse ja kasvu pakti ei tahetud ka headel aegadel piisavalt järgida ning rikkumisi esines juba esimeste raskuste ilmnemisel 2003.–2004. aastal. Tõsi on ka see, et lõppkokkuvõttes ei olnud süsteem valmis probleemide korral valmistuma korraliseks võla restruktureerimiseks juhul, kui majanduspoliitika ei ole piisavalt konservatiivne ning süsteemi tabab tõsisem šokk. Seega on selge, et rahaliidu sujuvaks toimimiseks tuleb täiustada majanduspoliitilist raamistikku.

See on keeruline, kuid samas kindlasti mitte ületamatult raske. Suurem tähelepanu näiteks riikide võlatasemele aitaks ennetada riigieelarveprobleeme. Samuti tugevdaks suurem automaatsus reeglite kontrollimisel ning sanktsioonide karmus stabiilsuse ja kasvu pakti toimimist. Nüansse on muidki ning vastavat arendustööd Euroopa tasandil tuleb igati toetada.

Esialgu on alust mõõdukaks optimismiks ka turgudel. Kui praeguses maailmas on midagi kindlat, siis see, et mitte ükski Euroopa Liidu riik ei arva täna, et turud jätaavad “karistamata” tasakaalustamata eelarvepoliitika. Selles mõttes on olukord hoopis teistsugune kui veel aasta tagasi ning jääb loota, et see põhimõte ei silluta varsti jälle teed valele oletusele, et riske võib vale eelarvepoliitika korral lihtsalt teiste kaela veeretada.

## **Euro ja Eesti?**

Kõige olulisem mõju meile ei tule mitte euro kasutuselevõtust Eestis, vaid ühisraha olemasolust ja sellest, kuidas see toetab ühisturu toimimist Euroopas. Õigupoolest on küsimus “Mis kasu toob euro Eestile?” teisejärguline, kui saame jaatavalt vastata küsimusele “Kas euro on vajalik Euroopale?”. Teisisõnu, kui Euroopa vajab eurot, siis meile kui liikmesriikidele on muud küsimused teisejärgulised. Kui eurot täna ka poleks, tuleks see leiutada.

Loomulikult avaldab euro meile ka otsesest mõju, kui me rahaliidu liikmeks saame. Ükskõik kuidas olukorda analüüsida, on selge, et usaldus meie majanduse vastu on rahvusvaheliselt siiski suurem euroala sees olles. Seda ka juhul, kui eeldada, et meie raha- ja majanduspoliitika toetab igati majanduse stabiilsust. Selle tõsiasi vastu lihtsalt ei saa. Samas on tõsi seegi, et euro varjus tahtakse põhjendamatult loorberitele puhkama jääda. Loodetavasti on kevadine võlakriis Euroopas andnud meile selles suhtes hea õppetunni.

Euroalaga ühinemine annab panuse ka sellesse, et Eesti ettevõtete majandustegevus Euroopas lihtsustuks ning paraneks hindade võrreldavus. Samas peab kordama, et euro loodetav mõju meie siseturule ehk konkurentsi suurenemine ei pruugi kõigile turulosalejatele meeldida, sest esialgu võib see nende elu raskendada.

Kokkuvõttes ei pruugi euro koondmõju majandusele lähitulevikus olla väga suur, sest osa mõjust on juba avaldunud ning mõned rahaliidu kasutegurid avalduvad alles pika aja peale.

### **Euro tulek ja Eesti hinnad**

Lõpetuseks käsitlen küsimust, mis köidab paljude meeli – kas euro mõjutab Eesti inflatsiooni?

Ma ei taha ütelda, et praeguses olukorras saab igas detailis väga kindel olla. Tegemist on harukordse muutusega majanduse raamistikus, mistõttu majanduse täpset käitumist, eriti lühiajaliselt, on varasema kogemuse puudumise tõttu raske ennustada.

Küll aga peab teadvustama, et euro hinnastabiilsuse ankur on tugevam kui krooni oma. Kuigi krooni kurss on olnud euro suhtes kindlalt fikseeritud ning rahapoliitiline muutus peaks seega olema väike, siis mingi ebakindlus krooni kursi püsimise suhtes on avalikkusel siiski aeg-ajalt esinenud. See tähendab, et kui krooni ajal on õhus olnud kas või väike devalveerimisohu, on kindlus hinnastabiilsuse ja inflatsioonitaseme suhtes olnud mõnevõrra väiksem, kui see on pärast euro kasutuselevõttu.

Euroalaga ühinedes aitab hinnastabiilsust Eestis paremini tagada ka hindade parem võrreldavus kui praegu. Loomulikult võib olla erandlikke valdkondi, kus euro kasutuselevõtt võimaldab hindu tõsta, sest senimaani on krooni kasutus neid valdkondi n-ö diskrimineerinud. Sel puhul peab tõdema, et tegu on “õiglase” hinnakorrektsiooniga. Küll aga avab euro kasutuselevõtt konkurentidele paremini neid majandussektoreid, kus konkurent on seni olnud nõrk ning kus euro tulek pigem ohjeldab hinnatõusu.

Kokkuvõttes ei ole ühtegi kaalukat põhjendust, miks eurole üleminek toetaks hinnatõusu Eestis või võimaldaks tootjal-müüjal küsida kõrgemat marginaali.

# **Tegevusaasta 2010**



# SÜNDMUSI

## 7. jaanuar

Aulas anti kätte diplomid Tallinna Kolledži 77 lõpetajale.

## 8. jaanuar

Teaduskondade lõpuaktused. Lõpetajaid oli koos kolledžitega ühtekokku 405, neist 167 magistri-, 132 bakalaureuse- ja 106 rakenduskõrgharidusõppes, *cum laude* lõpetajaid oli 16.

## 11. – 16. jaanuar

Pärnu Tervis SPA hotellis VIII rahvusvaheline sümposium “*Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering*”. Osalejaid Baltimaadest, Poolast, Saksamaalt, Soomest, Ukrainast, Ungarist ja Venemaalt. TTÜ oli esindatud seitsme instituudiga: elektriajamid ja jõuelektroonika, elektroenergeetika, elektrotehnika alused ja elektrimasinad, mäendus, soojustehnika, mehhatroonika ning masinaehitus. Viimasel päeval anti Giessen-Friedbergi Rakenduskõrgkoolis õppinud üliõpilastele Viktor Beldjajevile ja Silver Otile kätte saksa inseneridiplomid.

## 14. jaanuar

Lõppes talvine vastuvõtt rakenduskõrgharidus-, bakalaureuse- ja magistriõppesse. Populaarseimaks erialaks oli tehnikaõpetaja magistriõpe, kus 18 tasuta õppekohale esitati 46 avaldust.

## 16. jaanuar

Ülikooli raamatukogus jagas Eesti Kultuurkapitali nõukogu esimees, kultuuriminister Laine Jänes kultuurkapitali aastapreemiaid. Rahvakultuuri sihtkapitali preemia sai sisuka hooaja ja tantsukultuuri edendamise ning tutvustamise eest TTÜ rahvatantsuansambel Kuljus. Selle vilistlasrühma juhti Ülo Luhti auhinnati tegevuse eest viimase üldtantsupeo “Meri” kunstilise juhina.

## 20. jaanuar

Rektor Peep Sürje avas elektroenergeetika instituudis kõrgepingelabori. Elektriagamite ja jõuelektroonika instituudi korraldatud teabepäeval energeetikamajas arutati uusi suundumusi valgustehnikas.

## 2. – 5. veebruar

Spordihoones TTÜ saaljalgpalli meistrivõistlused. Osa võttis 22 võistkonda, parim väravakütt oli Rasmus Munskind.

*18. veebruar*

TTÜ Tartu Kolledž korraldas koolituspäeva õpetajatele. Programmeerimist näitas dotsent Jüri Vilipõld, globaalsetest kliimamuutustest rääkis teadusprorektor Rein Vaikmäe, keskkoolilõpetaja vajadusest luua maailmast teravikpildi professor Raivo Vilu ja üldhariduskooli reaalinete õpetamisest tehnikailikooli vaatevinklist kolledži direktor Lembit Nei.

*19. veebruar*

Aulas Eesti Haridusfoorumi XV aastapäeva foorum “Eesti haridus tagasi ja edasivaates”. TTÜ rektori valimiskomisjoni koosolekul vaadati läbi rektori konkursile saabunud ettepanekud. Infotehnoloogia teaduskonna, sotsiaalteaduskonna ja TTÜ Tartu Kolledži nõukogu esitasid kandidaadiks arendusprorektor professor Andres Keevalliku ja TTÜ Raamatukogu teadusnõukogu ja ehitusteaduskonna nõukogu rektor professor Peep Sürje. Komisjoni tööd juhtis professor Margus Lopp.

*22. veebruar*

Aulas Eesti Vabariigi 92. aastapäeva pidulik koosolek. Avasõnad oli rektor Peep Sürjelt, aastapäevakõne “Humanitaari pilguga tehnika lugu lugedes” pidas professor Peeter Mürsepp. *Mente et manu* teenetemärgi said emeriitprofessor Peep Christjanson, polümeeride instituudi professor Tiit Kaps, emeriitdotsent Heino Ross ja emeriitprofessor Leo Võhandu. Aasta teadlaseks kuulutati materjaliteaduse instituudi professor Enn Mellikov, aasta noorteadlaseks elektriainjamite ja jõuelektronika instituudi vanemteadur Dmitri Vinnikov, aasta tudengiteoks Robotexi korraldamine, aasta kultuuriteoks rahvatantsuansambel Kuljus, aasta sportlaseks Mikk Pahapill. Laulis TTÜ akadeemiline naiskoor Raul Talmari juhtimisel ja mängis tudengite bigbänd Riivo Jõgi juhtimisel.

*23. veebruar*

Eesti Panga Iseisvussaal is andis president Toomas Hendrik Ilves iseisvuspäeva puhul kätte riiklikud autasud. TTÜ töötajatest said Valgetähe IV klassi teenetemärgi mehaanikateaduskonna dekaan, materjalitehnika instituudi professor Priit Kulu ja matemaatika-loodusteaduskonna geenitehnoloogia instituudi professor Tõnis Timmusk.

*24. veebruar*

Toompeal Eesti TA saalis andis peaminister Andrus Ansip Eesti Vabariigi preemia pikaajalise tulemusliku teadus- ja arendustöö eest TTÜ emeriitprofessorile akadeemik Arvo Otsale. Kultuuripreemia said TTÜ Raamatukogu hoone projekteerimise eest Eero Endjärv, Priit Pent, Illimar Truverk, Mattias Agabus, Kristi Lents ja Hannelore Kääramees. Parima teadustöö eest

tehnikateadustes said tööde tsükliga “Uurimusi happeliste gaaside emissiooni piiramiseks energeetikas” preemia TTÜ anorgaaniliste materjalide teaduslaboratooriumi juhataja juhtivteadur Rein Kuusik ja vanemteadur Tiit Kaljuvee ning keemiatehnika instituudi professor Andres Triikkel.

*26. – 28. veebruar*

Viinistus üliõpilaskonverents “Talveakadeemia 2010”, vaatluse all oli Läänemeri. TTÜ Meresüsteemide Instituudi juhtivteadur Urmas Lips tegi ülevaate mere ökoloogilisest seisundist, Maailma Looduse Fondi merenduse asjatundja Sampsa Vilhunen rääkis eutrofeerumisest. Säästvat arengut käsitlevate teadustööde konkursil osales 46 kirjatööd.

*1. märts*

TTÜ rektori valimise komisjon kinnitas rektori kandidaatideks arendusprorektor Andres Keevalliku ja rektor Peep Sürje.

*3. – 4. märts*

Ülikoolis karjääripäevad “Võti tulevikku 2010”. Peahoones oli ettevõtete mess, peeti üliõpilaste, õppejõudude ja ettevõtete ümarlaud, toimusid töötoad, sai osa võtta koolitustest ja külastada firmasid.

*4. märts*

TTÜ rektor Peep Sürje, TÜ rektor Alar Karis ja Eesti Maaülikooli rektor Mait Klaassen allkirjastasid Tartus tehnika ja tehnoloogia ning loodus- ja majandusteaduste suunitlusega strateegilise koostöö lepingu. Edendada loodetakse ettevõtlust ja innovatsiooni, luua uusi ühisõppekavu ja arendada kirjastustegevust.

*4. – 5. märts*

Materjaliteaduse instituudis tutvustas Bruker AXS uut aatomjõumikroskoopi N8 NEOS.

*5. märts*

Teklitseremoonial andis rektor Peep Sürje sajale parimale alustajale kätte enda viseeritud tekli.

*10. – 11. märts*

TTÜ Kuressaare Kolledžis rahvusvaheline innovatsiooni ja loova mõtlemise seminar. Tutvuti Muhu käsitööettevõtjate tegevusega ja käidi vaatamas Saaremaa väikelaevaehitusettevõtteid. Osalejaid oli Eesti, Läti, Soome ja Rootsi kutse- ja rakenduskõrgkoolidest.

*12. märts*

48. automaatikapäevaga tähistati 50 aasta möödumist automaatika kateedri loomisest. Professor Olav Aarna rääkis automaatikainstituudi käekäigust aegade vältel, professor Leo Mõtus teadusest automaatikainstituudis ja maailmas, professor Vello Kukk haridusmuredest. Kahel päeval oli aulas avatud ülevaatenäitus instituudi ajaloo ja erialames.

*16. – 17. märts*

Elektriamite ja jõuelektroonika instituut viis Pärnus läbi energia- ja geotehnika doktorikooli tooteloome kursuse.

*17. märts*

TTÜs pidas Swinburne'i Tehnikaülikooli IKT teaduskonna dekaan Leon Sterling Melbourne'ist videokonverentsi vahendusel avaliku loengu tarkvara kvaliteedinõuete modelleerimisest.

*18. märts*

Eesti Ajakirjanike Liidu XXIII kongressil Raadiomajas anti Vikerraadio toimetajale ja TTÜ ajalehe *Mente et Manu* tegevtoimetajale Mart Ummelele üle aasta ajakirjaniku tiitel.

*22. märts*

Ülikooli avatud uste päev. Aulas toimus erialasid ja teaduskondi tutvustav mess, sai külastada teaduskondi ja laboreid, võtta osa loengutest, teha karjääriteste, näha uut raamatukogu.

*7. aprill*

Aulas inseneride *moeshow* "Illusioon", korraldajad TTÜ ja Tallinna Tehnikakõrgkool.

*7. – 9. aprill*

TTÜ Tallinna Kolledžis külas Schmalkaldeni Rakenduskõrgkooli delegatsioon Saksamaalt. Professor Robert Richert pidas loengu Euroopa majandus- ja rahaliidust.

*8. – 9. aprill*

Ülikoolis esmakordselt toimunud tehnikapäevadel tutvustasid üliõpilased oma tehnikaid. Rohket tähelepanu pälvis Margus Kullerkupu multitretnažöör *Muscletrike*.

*9. – 10. aprill*

Haapsalus toimunud XI kammerkooride festivalil saavutas TTÜ kammerkoor A kategoorias esikoha.

*12. aprill*

VI õppehoone aatriumi T-galeriis avati TTÜ üliõpilasesinduse ja MTÜ Eesti Noorte Kunstnike Liidu koostöös näituskonkurss “Rääkimata lugu”. Võit läks jagamisele kolme autori – Jaana Nõu (kompositsioon), Maarja Treufeldti (kuivnõel) ja Mikk Jägeri (maal) vahel.

*14. aprill*

Aulas rektorikandidaatide Andres Keevalliku ja Peep Sürje avalik debatt.

*17. aprill*

Rahvusraamatukogu saalis TTÜ puhkpilliorkestri 60. aastapäeva kontsertendus “Kohtumistund”, dirigeeris Reet Brauer.

*19. aprill*

Allkirjastati TTÜ ja Eesti Kunstiakadeemia uue rahvusvahelise magistritaseme disaini ja tootearenduse ühisõppekava koostööleping eesmärgiga siduda teadus, tehnoloogia ja disain ühtseks loovaks distsipliiniks. Õppekava tootearenduse suunda esindas mehaanikateaduskonna professor Martin Eerme ja disaini suunda kunstiakadeemia strateegilise disaini külalisprofessor Martin Pärn.

*19. – 22. aprill*

Ülikoolis Erasmuse programmi rahvusvaheline nädal partnerülikoolide esindajatele.

*21. – 25. aprill*

Ülikoolis peeti BEST Estonia eestvõttel Balti riikide ja Venemaa inženrivõistlus BaBEC (*Baltic Best Engineering Competition*). Osalejate loovat mõtlemist ja valmisolekut oma teadmisi tegelikkuses rakendada hindasid firmad Elisa ja Ericsson.

*22. aprill*

Rahvusraamatukogu kuppelsaalis rahvusvaheline konverents “Eesti teadlased välismaal”.

*22. – 24. aprill*

Tallinnas toimus VII Doonau-Aadria Automatiseerimise ja Töötlemise Assotsiatsiooni (*Danube Adrian Association for Automation & Manufacture*, DAAAM) rahvusvaheline konverents, korraldajaks TTÜ mehaanikateaduskond. Tegutses viis sektiooni: masinate projekteerimine, tootmistehnika, materjalitehnika, tootmise juhtimine ning mehhatroonika ja süsteemitehnika. Sadakond osavõtjat esindasid 12 riiki.

*23. aprill*

Aulas TTÜ valimiskomisjoni kinnisel istungil valiti rektorit. Osales 261 valimiskogu liiget, kehtivaid hääli anti 256. Rektoriks valiti 148 häälega Andres Keevallik, Peep Sürje kogus 108 häält.

*27. aprill*

Eesti Elektroenergeetika Seltsi üldkoosolekul energeetikamajas anti kätte auhind üliõpilastööde konkursil parimaks osutunud võistlustöö “Elektritarbimise ja tuulegeneraatorite võimsuse muutused ja nende mõju elektrisüsteemi talitlusele” autorile, TTÜ elektroenergeetika instituudi endisele doktorandile Kalle Kilgile. Järgnenud infopäeval andis akadeemik Endel Lippmaa ülevaate energeetika arengutest, emeritprofessor Arvo Ots rääkis põlevkivi põletamisest ja insener Heldor Pitsner elektroenergeetika ajaloost Eestis ning selle talletamisest.

*28. aprill*

Aulas Eesti Keemia Seltsi keemiapäev. TTÜ Geoloogia Instituudis konverents geoloogia õpetamisest koolis, arutati loodusteaduste ja ühiskonna suhteid ning Eesti-Rootsi-Soome-Läti keskkonnahariduse algatust.

*30. aprill*

Ülikoolis peeti noortekonverentsi “Juhtimisteed 2010”. Niguliste muuseum-kontserdisaalis TTÜ vilistlaste naiskoori ja akadeemilise naiskoori dirigent Alma Tamme 100. sünniaastapäevale pühendatud kontsert.

*2. – 7. mai*

TTÜ Küberneetika Instituudi vanemteadurile Irina Didenkulovale anti Euroopa Geoteaduste Liidu aastakoosolekul Viinis kätte Pliniuse medal, kandidatuuri esitasid ühiselt Eesti Teaduste Akadeemia ja Norra Teaduste Akadeemia.

*3. mai*

Majandusteaduskonnas külas Helsingi majandusuuringute keskuse direktor Otto Toivanen. Ta esines majandusteooria doktorantide seminaris ettekan dega.

*4. – 7. mai*

Tallinna üliõpilaste kevadpäevad. Peeti öölaulupidu, pappmasinate ralli, tudengirammumeeste jõukatsumine, Raekoja platsi Tudengimajas sai osaleda vabaainetes. Üritusi oli kokku üle poolesaja.

*5. mai*

Tallinna linnavalitsus saatis volikokku TTÜ linnaku detailplaneeringu kehtestamise otsuse eelnõu, planeeringu koostas K-Projekt. Leica Eesti OÜ, mäenduse ja geoloogia teadusklubi ning TTÜ mäeinstituudi ühisseminaril tutvustati uut Leica 3D skannerit ScanStation C10, mida mäeinstituut hakkab kasutama põlevkivi kaevandamise tagajärjel toimuva maastikumuutuse seiresüsteemi loomisel. Eesti Draamateatris ülikooli vilistlaste teatriõhtu, vaadati Andrus Kivirähki lavatükki “Vassiljev ja Bubõr ta tegid siia...”, õhtu lõppes rektor Peep Sürje vastuvõtuga.

*6. mai*

Kunagise rektori ja haridusministri Paul Kogermani (1891–1951) poja, keemik Avo Kogermani perekond kinkis ülikoolile professori inglise-, prantsuse-, saksa- ja venekeelse raamatukogu. Kogu avamisel kõnelesid perekonna liikmed Aili ja Priit Kogerman, teadusloolane Vahur Mägi ja akadeemik Mihkel Veiderma.

*7. mai*

Aulas peeti Eesti Soojustehnikainseneride Seltsi X aastapäeva puhul soojustehnika päev. Räägiti põlevkivi põletamise probleemidest elektrijaamades, põlevkiviõlitööstuse tulevikust, Narva elektrijaamade arenduskavadest, keskonnakaitsest energeetikas ning biokütuste ressursist ja kasutamisest Eestis. Avatud oli soojustehnika instituudi tegevuse näitus. Õhtul pidulik koosviibimine Glehni lossis.

*11. mai*

Weizmanni Teadusinstituudi professor Baruch Raz pidas ülikoolis loengu kõrgtehnoloogilise tootmise ja teadmismahuka ettevõtluse võimalustest ja ohtudest Iisraeli näitel.

*13. mai*

Avati pidulikult TTÜ Tehnomeedikumi biomeditsiinitehnika instituudi uued ruumid.

*14. mai*

Mehaanikateaduskond korraldas ettevõtetele masina- ja metallitööstuse innovaatiliste tehnoloogiate seminari. Tartus Dorpati konverentsikeskuses SA Archimedes ning haridus- ja teadusministeeriumi ühine ülikoolide juhtimise seminar.

*15. mai*

Poska majas jagati Tallinna linna Jaan Poska stipendiume. TTÜ üliõpilastest said stipendiumi Merike Viigisalu (ehitusteaduskond), Veiko Karu

ja Tanel Jalakas (energeetikateaduskond), Ivo Mürsepp ja Juri Belikov (infotehnoloogia teaduskond), Olga Velts (keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskond), Aleksandr Michelson (majandusteaduskond), Boriss Gubaidulin (matemaatika-loodusteaduskond), Martin Esinurm (mehaanikateaduskond) ja Eleriin Tekko (TTÜ Tartu Kolledž). Stipendiumid andis üle linnavolikogu esimees Toomas Vitsut.

*20. mai*

Ülikoolis esines andmebaaside ülesehituse avaliku loenguga relatsiooni-  
liste andmebaaside eriteadlane C. J. Date.

*21. mai*

Tallinnas istus koos kuut Põhjamaade teadusülikooli (Turu Ülikool, Abo Akadeemia, Turu Majanduskõrgkool, Stockholmi Kuninglik Tehnikaülikool, Taani Tehnikaülikool, TTÜ) ühendava info- ja kommunikatsioonitehnoloogia magistrirõppe võrgustiku NMS iICT (*Nordic Master School in Innovative ICT*) juhtkomitee.

*21. – 23. mai*

Tartus XXVI SELLi üliõpilasmängud. Osales üle 1600 sportlase 15 riigist, kaugemad tulijad olid Hiinast. Eesti oli mängudel esindatud 15 kõrgkooliga. TTÜst sai Märt Israel I koha kettaheites (61,56 m) ja Magnus Kirt odaviskes (71,41 m). Maaülikooli peahoones sai vaadata Eesti Spordimuu-  
seumi näitust “Eesti üliõpilassport muutub ajas”.

*22. ja 23. mai*

Aulas TTÜ akadeemilise meeskoori kevadine kontsertetendus “Lindikava”.

*24. mai*

Raekojas TTÜ Arengufondi ja Vilistlaskogu pidulikul vastuvõtul jagati stipendiume ja autasustati ülikooli sponsoreid. Kuldsponsoriks sai Schneider Electric Eesti AS, ausponsoriks Kiviõli Keemiatööstuse OÜ.

*25. mai*

Vilistlaskogu üldkoosolekul andis rektor Peep Sürje ülevaate ülikooli tegevusest aastatel 2005–2010. Juhatuse uueks esimeheks valiti ASi Eesti Telekom'i juhatuse esimees Valdo Kalm.

*26. mai*

Teadusajaloo ja Teadusfilosoofia Eesti Ühenduse aastakoosolekul Eesti TA majas Toompeal arutati Eesti teaduse biograafilise leksikoni väljaand-



mise olukorda ja sügisel TTÜs peetava XXIV Balti teadusajaloo konverentsi ettevalmistusi.

*27. mai*

Ülikoolis pidasid Eesti Elektroenergeetika Selts ja Soome *Sähköinsinöörien Liito* vaheldumisi Tallinnas ja Helsingis toimuvat üritust “*Sähköpäiva*”.

*28. – 30. mai*

TTÜ akadeemiline naiskoor viibis Prantsusmaal Tours'is rahvusvahelisel koorikonkursil “*Florilège Vocal de Tours*”, kus naiskooride seas saavutati teine koht.

*3. juuni*

Alfred Otsa Fond nimetas seekordseteks stipendiaatideks Milen Mäe ja Andrei Tomba, kes hakkavad Göteborgis Chalmersi Tehnikaülikoolis õppima tarneahelate juhtimist.

*7. – 9. juuni*

Tallinna Ülikoolis rahvusvaheline Bologna protsessi ja kõrgharidusreformi seminar, peateemaks kõrghariduse kvalifikatsiooni tunnustamine. Koos oli üle 150 hariduseksperti Euroopast ja mujalt maailmast. Osalejaid võõrustasid TLÜ ja TTÜ.

*8. juuni*

TTÜ sõlmis koostöölepingud Tallinna Arte Gümnaasiumi, Saku Gümnaasiumi ja August Kitzbergi Gümnaasiumiga.

*10. juuni*

Hotelli Euroopa konverentsikeskuses pilootprojekti “Kvaliteedi kindlustamine kõrgkoolis” lõpuseminar, TTÜst osales projektis mehaanikateaduskond.

*13. – 15. juuni*

Majandusteaduskond korraldas koostöös ühingu *Society for the Study of Emerging Markets* (USA) ja Eesti Pangaga rahvusvahelise konverentsi “*Economies of Central and Eastern Europe: Convergence, Opportunities and Challenges*”, peaesinejaks Ida-Euroopa temaatikaga tegelev tuntud USA majandusteadlane professor Josef C. Brada Arizona ülikoolist. Töötas neli sektsiooni: makromajandus, rahandus, majanduskeskkond ja ettevõtte majandus, ettekandeid kokku 70.

*14. – 19. juuni*

Pärnus peetud IX rahvusvahelisel sümposiumil “*Topical Problems in the Fields of Electrical and Power Engineering*” kaitses avapäeval doktori-väitekirja “Võimsate kõrgepingeliste alalispingemuundurite uurimine ja val-

mimine” TTÜ elektriinženerite ja jõuelektroonika instituudi teadur Tanel Jalakas.

*15. juuni*

Esitleti keemiainstituudi juhtivteaduri Mihkel Koeli ja analüütilise keemia professori Mihkel Kaljuranna monograafiat “*Green Analytical Chemistry*”. Teose avaldas *Royal Society of Chemistry* kirjastus.

*16. juuni*

Materjaliteaduse instituut koos Optika & Diagnostika OÜga esitles skaneerivat mikroskoopi CSM 700. Ettekande tegi ja praktilist osa juhendas Carl Zeissi tehase esindaja dr Matthias Vaupel.

*16. – 18. juuni*

Elektrotehnika aluste ja elektrimasinate instituudi korraldamisel toimus Kuressaares VII IEEE (*The Institute of Electrical and Electronics Engineers*) rahvusvaheline konverents “Elektrikvaliteet ja toitekindlus”. Vaeti elektriga seotud tehnoloogiate tõhusust ja energia kasutamist. Esindatud oli 16 riiki, teiste seas Austria, Saksamaa, Soome, Ungari ja Austraalia.

*18. – 22. juuni*

Mäeinstituudis rahvusvaheline mäeprofessorite aastakonverents SOMP (*Society of Mining Professors*) AGM 2010, esindatud 23 riiki. Kuulati ettekandeid ja tehti kolm õppekäiku. AS Kunda Nordic Tsement näitas külalistele Ubja põlevkivikarjääri, Aru-Lõuna lubjakivikarjääri ning Kunda tsemenditehast ja sadamat. Eesti Energia Kaevandused AS viis külalised Estonia kaevandusse, Narva karjääri ja elektrijaama. Kolmanda ekskursiooni käigus nägid mäeprofessorid Põhja-Kiviõli põlevkivikarjääri (Kiviõli Keemiatööstuse OÜ), radioaktiivsete jäätmete ladustamisala (AS Silmet) ja Aseri savikarjääri ning tellisetehast (AS Wienerberger).

*21. juuni*

Aulas TTÜ Tallinna Kolledži lõpuaktus, lõpetajaid 62. Kadriorus president Toomas Hendrik Ilvese vastuvõtt parimatele koolilõpetajatele.

*22. juuni – 19. juuli*

Peahoones üleval TTÜ endise rektori, akadeemik Boris Tamme 80. sünniaastapäeva puhul mälestusnäitus “Boris Tamm 80”.

*24. – 26. juuni*

Saaremaal TTÜ ja TÜ keemikute ühine seminar, arutati infovahetust teoreetilise ja praktilise keemia vahel ning keskkonnasäästliku “roheline keemia”

võimalusi ja arenguid. Külalisi oli Saksamaalt, Suurbritanniast, Kanadast ja Ameerika Ühendriikidest.

*28. juuni*

TTÜ kuratoorium arutas ülikooli eelmise majandusaasta tulemusi.

*28. – 30. juuni ja 1. – 2. juuli*

Kevadised lõpuaktused. Lõpetajaid ülikoolis kokku 1441, neist magistriõppes 584, bakalaureuseõppes 752 ja rakenduskõrgharidusõppes 105. *Cum laude* lõpetajaid oli 154.

*1. – 3. juuli*

Värskas TTÜ, TÜ ja Mattimar OÜ ühisel korraldamisel rahvusvaheline majanduspoliitika konverents. Kaasa löid välispartnerid Saksamaalt Greifswaldi ülikoolist ja Kieli majanduskoolist.

*2. juuli*

Lõpuaktus TTÜ Virumaa Kolledžis, lõpetajaid 35.

*7. juuli*

Lõpuaktus TTÜ Tartu Kolledžis, magistriõppe lõpetajaid 10 ja bakalaureuseõppe lõpetajaid 16.

*21. juuli*

Niitvälja golfikeskuses III TTÜ golfiturniir. Meeste võistlusklassis tuli võitjaks Andris Jegers, naiste võistlusklassis Anne Petter.

*26. – 27. juuli*

TTÜ spordiklubi ja Iisalmi Ülem-Savo ametikooli tennisistide 17. sõpruskohtumine. Esimesel päeval võisteldi Tallinnas, teisel jätkusid mängud Võsul. Võiduga 5 : 4 jäi peale TTÜ spordiklubi.

*1. – 15. august*

Saaremaal Mustjalal TTÜ Kuressaare Kolledži korraldatud rahvusvaheline säästva matuorismisuveülikool. Osales üliõpilasi ja õppejõude Eestist, Lätist, Soomest, Prantsusmaalt, Suurbritanniast ja Ameerika Ühendriikidest.

*12. – 26. august*

Rahvusraamatukogus avatud raamatunäitus “50 aastat Küberneetika Instituuti”.

*17. – 19. august*

Gotlandil Rootsi Rahvusliku Raadiokomitee ja Skandinaavia Raadioühingu korraldamisel peetud Põhjamaade lühilainekonverentsil esindasid TTÜd raadio- ja sideinstituudi professor Erik Lossmann, dotsent Urve Madar ja

doktorant Mari-Anne Meister, kes ühtlasi pälvisid auhinna parima publikatsiooni eest.

*20. august*

Rocca al Mare tennisekeskuses TTÜ vilistlaskogu XIII tenniseturniir. Osavõitjaid 26, võitjaks tulid Sulev Alajõe ja Indrek Raig.

*25. august*

Näitusega “Vulkaan – looja ja hävitaja” avati ülikooli muuseumi Futurumi galerii.

*26. august*

Õppeaasta avakoosolek aulas. Kordaminekutest ülikoolis aastatel 2005–2010 andis ülevaate lahkuv rektor Peep Sürje, teadusest rääkis uus, ametisse astuv teadusprorektor Erkki Truve ja õpetegevusest õppeprorektor Jakob Kübarsepp. Pärast peeti piknikku.

*27. august*

Teaduskondade avaaktused, uusi üliõpilasi alustas ühtekokku 3766, neist 463 rakenduskõrgharidus-, 262 inseneri-, 1734 bakalaureuse-, 1145 magistri- ja 162 doktoriõppes. Ülikooli raamatukogul olid külas kolleegid Riia Tehnikaülikooli raamatukogust.

*30. august*

Professor Andres Keevalliku TTÜ rektori ametisse vannutamine. Kõnelesid president Toomas Hendrik Ilves, haridus- ja teadusminister Tõnis Lukas, Eesti Kunstiakadeemia rektor Signe Kivi, Tallinna linnapea Edgar Savisaar, TTÜ kuratooriumi esimees Toomas Luman, Eesti Koostöö Kogu juhatuse esimees Peep Mühls ja üliõpilasesinduse juhatuse esimees Karel Kunderats.

*2. – 4. september*

Eesti Teaduste Akadeemias ja Rahvusraamatukogus Alexander von Humboldti fondi toetusel kollokvium “Läänemeri kui sild”, korraldajateks TTÜ Küberneetika Instituudi vanemteaduri Tarmo Soomere eestvõttel fondi endised stipendiaadid Eestist ja Soomest.

*3. september*

TTÜ Küberneetika Instituut tähistas konverentsiga “50 aastat Küberneetika Instituudi asutamisest” oma poolesajandat sünnipäeva. Avatud olid näitused teaduspõhisest kunstist ja teaduslikust vanarauast läbi aegade. Aastapäeva puhul andis Eesti Post välja instituudi esimeste direktorite Nikolai Alumäe ja Boris Tamme mälestuseks postmargid.

*6. – 8. september*

TTÜs ja TÜs olid visiidil eksperdid Uppsala Ülikooli innovatsiooni üksusest et hinnata siin loodud leiutiste kommertsipotentsiaali.

*8. september*

Firma BiotaP avas ülikoolis metagenoomsete analüüside katselabori, esimese omataolise keskkonnaseire uurimiskeskuse Euroopas.

*10. september*

Tähistati professor Heinrich Lauulu 100. sünniaastapäeva. Akadeemiku elutöö näituse avamisel peahoones kõnelesid TTÜ teadusprorektor Erkki Truve, endine rektor Peep Sürje, Eesti TA asepresident Jüri Engelbrecht ja ehitusteaduskonna õppeprodekaan Siim Idnurm, väljapaneku naelaks oli Tallinna laululava kõlaekraani mudel, millel pool sajandit tagasi uuriti laulukaare tugevus- ja akustilisi omadusi. Järgnenud seminaril esinesid prof Mart Kalm (Eesti Kunstiakadeemia), emeriitprofessor Valdek Kulbach, vanemteadur Vahur Mägi ja emeriitprofessor Ülo Tärno. Esitleti raamatut “Heinrich Lauul 100”.

*12. september*

SEBi Tallinna sügisjooks. Suurima osalejaskonnaga organisatsioon oli TTÜ, rajale läks üle 310 üliõpilase.

*12. – 15. september*

WDSA2010 (*Water Distribution Systems Analysis*) konverentsil Arizona Ülikoolis Tusconis (USA) korraldatud veevarustusvõrkude mudelite kalibreerimise võitlusel saavutas TTÜ hüdro- ja aeromehaanika õppetoolis loodud meetodika ja tarkvaraga kalibreeritud mudel kolmanda koha.

*17. september*

Ülikooli 92. aastapäev. Piduliku koosoleku aulas avas rektor Andres Keevallik. Matemaatika-loodusteaduskonna dekaaniks inaugureeriti professor Tõnis Kanger ja mehaanikateaduskonna dekaaniks Tauno Otto. Ülikooli teenetemedali “Mente et manu” said emeriitprofessorid Maido Ajaots, Ilmar Kleis ja Leo Valdma, TTÜ Virumaa Kolledži direktor Viktor Andrejev ning humanitaar- ja sotsiaalinetelektoraadi juhataja Ene Peterson ning endine ülikooli kantsler Jüri Tanner. Emeriidi seisusesse siirdunud professoreid Juha Kallast, Tiit Kapsi, Rein Küttnerit, Rein Laaneotsa, Väino Rajangut ja Jüri Sutti autasustati ülikooli tänukirjaga. 49 värsele doktorile anti kätte doktori-diplom. Aasta vilistlaseks kuulutati Ericsson Eesti ASi juhatause esimees Veiko Sepp.

*22. september*

Ülikooli külastas ja kohtus rektor Andres Keevallikuga USA suursaadik Michael J. Polt. Tartus Dorpati konverentsikeskuses SA Archimedes kõrgharidusfoorumil “Euroraha ja kvaliteet” anti TTÜ mehaanikateaduskonnale üle tunnuskiri osalemise eest pilootprojektiis “Kvaliteedi kindlustamine kõrgkoolis”.

*23. september*

Ülikoolis käis Hiina Rahvavabariigi kultuuri- ja haridusdelegatsioon eesotsas Hiina juhtiva poliitiku Li Changchuniga. Jutuajamisel rektor Andres Keevallikuga peatuti põhjalikumalt põlevkivitemaatilal, küberkaitsel ja üliõpilasvahetusel Hiinaga. Külalistele näidati elektroonikainstituudi laboreid.

*27. september*

Majandus- ja sotsiaalteaduskonna maja teise korruse fuajees avati näitus “Majandusteaduskond 70”. Väljapanekut tutvustas teadusloolane Vahur Mägi, järgnes ajalooramatu “Tallinna Tehnikaülikooli majandusteaduskond 1940–2010” esitlus, selle sünniloost tegi ülevaate teose koostaja, tootmis- ja teeninduskorralduse õppetooli dotsent Eedo Kalle.

*28. september*

Majandusteaduskonna 70. aastapäeva puhul avati kahele teenekale majandusteadlasele pühendatud nimelised auditooriumid: professor Juhan Vaabeli auditoorium (X-311) ja Vello Venseli auditoorium (X-413). Juubeliaktusel aulas olid avasõnad rektor Andres Keevallikult ja dekaan Üllas Ehrlichilt, dotsent Eedo Kalle rääkis teaduskonna sünnist ja kasvamisest aegade vältel, emeritprofessor Raoul Üksvärav elust ja inimestest teaduskonna esimestel aastakümnetel, Eesti Panga asepresident Märten Ross Euroopa rahasüsteemi arengutest ja nende mõjust Eestile. Päeva lõpetas dekaani vastuvõtt.

*28. september – 1. oktoober*

Ülikoolis toimus tudengiteatrite festival. Kaasa tegid Turu Ülikooli üliõpilasteater, Altermanni teatritrupp, VAT Teater ja T-Teater.

*30. september*

Energeetikamajas elektriajamite ja jõuelektronika instituudi ning Schneider Electric Eesti AS koostöös uue põlvkonna moodulkaitseautomaatide seminar. Käsitleti madalpingeseadmete ohutust, töökindlust ja kavandamist. Osavõtjad tutvusid instituudi poolt avaldatud erialakirjandusega.

*1. oktoober*

Majandusteaduskonna töötajate juubelilõuna Lauluväljaku klaassaalis; tudengite sünnipäevapidu peeti õhtul majandus- ja sotsiaalteaduskonna

majas. Loomevõistluse “TTÜ viib NASAsse” peaauhinna avalikul loosimisel tuli võitjaks lugu “Maksuameti koostöö Tallinna Loomaaiaga”, mille autor Hans Üürike sõidab Kennedy kosmosekeskusesse.

### *2. oktoober*

Aulas Baltimaade sumorobotite karikavõistlusel saavutas TTÜ robot “Põrgupoiss” teise koha.

### *3. oktoober*

Estonia kontserdisaalis kuulutati XVII rahvusvahelise õigeusu vaimuliku muusika festivali “Credo” võitjaks TTÜ akadeemiline naiskoor Raul Talmari juhatusel, ühtlasi teenis koor eripreemia helilooja Arvo Pärdi teose prima esituse eest.

### *4. oktoober*

Aulas üle-eestilise ettevõtlusnädala puhul avalik väitlus “Ettevõtlik Eesti”. Kaasa löid majandusminister Juhan Parts, meediategelane Hans H. Luik ja ettevõtja Tiiu Järviste.

### *4. – 6. oktoober*

Ülikoolis XII rahvusvaheline Balti elektroonikakonverents BEC 2010, korraldajaks elektroonikainstituut koos arvutitehnika instituudiga. Kokkutulekuga tähistati termoelektrilise efekti avastaja, Tallinnast pärit eesti-saksa õpetlase Thomas Johann Seebecki 240. sünniaastapäeva.

### *4. ja 6. oktoober*

Energeetikateaduskonna korraldamisel seminar energia optimaalsest muundamisest ja juhtimisest arukates ning väike-elektivõrkudes.

### *7. oktoober*

Tallina ettevõtluspäev, põhiteemaks koostöö ja klastrid. Tallinna ettevõtlusamet korraldas Viru hotellis hommikufoorumi ja edulugude seminari, maksu- ja tolliamet alustava ettevõtja seminari, statistikaamet seminari statistika tähtsusest ettevõtjale. Tudengitele toimus koostöö olemust mõtestav ettevõtluse ööpäevalaager. Küllastati Ülemiste veepuhastusjaama, Targa Äri Linna Ülemiste Citys ja Baltika Grupi logistikakeskust. Rakendusliku teadustöö eriauhinna sai TTÜ elektriainjamite ja jõuelektronika instituudis loodud alalispinge muundur taastuvenergeetika rakendustele.

### *8. – 9. oktoober*

Ülikoolis oli koos XXIV rahvusvaheline Balti teadusajaloo konverents. Swissôtelis peeti TTÜ inimõiguste keskuse eestvõttel rahvusvahelist konverentsi “Erinevus rikastab”.

*11. oktoober*

Peahoones avati akadeemik Agu Aarna 95. sünniaastapäevale pühendatud näitus, üliõpilased viisid õpetlase rinnakuju jalamile Akadeemikute alleel lilli.

*11. – 12. oktoober*

Energeetikateaduskonna korraldamisel Pärnus energia- ja geotehnika doktorikooli valgustustehnika nüüdisküsimuste intensiivkursus.

*11. – 20. oktoober*

Peeti teaduskondade vahelise võistlussarja spordietapp, võisteldi neljal alal – jalgpallis, võrkpallis, *frisbee's* ja ümberkoolijooksus. Esimeseks tuli ehitusteaduskond, järgnesid energeetikateaduskond ja matemaatika-loodus-teaduskond.

*14. oktoober*

Ülikoolis käis Euroopa Komisjoni regionaalpoliitika volinik Johannes Hahn, kes tutvus ELi toetusel siin ellu viidud projektidega – TTÜ raamatukogu ja vähiuuringute tehnoloogia arenduskeskusega.

*16. oktoober*

Ülikoolis üliõpilaste mõttetalgud “Minu otsus” eesmärgiga muuta kõrgharidus etemaks ja tudengisõbralikumaks.

*18. oktoober*

Üleülikooliline infotund: rektor Andres Keevallik andis ülevaate ülikooli seaduseelnõu projektist ja finantsdirektor Ardo Kamratov eelarve koostamise seisust, vanemteadur Vahur Mägi esitles ülikooli aastaraamatu XVII köidet, kirjastuse direktor Jüri Veerits tutvustas uue trükikoja võimalusi.

*19. oktoober*

Ülikooli nõukogu kinnitas Tallinna Tehnikaülikooli seaduseelnõu. TTÜ audoktori nimetus otsustati anda Ungari majandusteadlasele Andras Inotaile panuse eest Eesti majandusteadusesse ja Euroopa Liidu alastesse uurin-gutesse ning Eesti ja Ungari teadusalase koostöö pikaajalise arendamise eest.

*21. oktoober*

Rektor Andres Keevallik andis TTÜ rakenduslike teadustööde konkursi võitjatele kätte auhinnad. Esikohale tuli uuring “Alalispinge muundur taas-tuvenergeetika rakendustele”, töö juht vanemteadur Dmitri Vinnikov, põhi-täitjad vanemteadur Indrek Roasto ja teadur Tanel Jalakas. Keskkonnamüra konverentsil energeetikamajas arutati keskkonnamüra ja tuulikute müra mõju tervisele ning müra ohjamise võimalusi.



*22. oktoober*

Energeetikamajas ASi Eesti Energia ja MTÜ Eesti Tuumajaam korraldamisel III Eesti tuumaenergiakonverents. Eesti Raamatukoguhoidjate Ühing kuulutas eriala- ja teadusraamatukogu päeval aasta teoks teadusraamatukogus Rait Agurauja loodud TTÜ avakogu juhi, esimese sellelaadse tarkvaralahenduse Eestis.

*25. oktoober*

Avatud uste päev, huvilisi kogunes üle tuhande. Sai uudistada teaduskondade messi, käia laborites, kuulata loenguid, osaleda õpitubades, teha karjäärifesti ja lustida tudengimelus. Kuressaarest, Narvast, Pärnust, Rakverest, Tartust, Viljandist ja Võrust oli huvilistele korraldatud tasuta kohalesõit.

*29. oktoober*

Aulas infotehnoloogia ja telekommunikatsiooni konverents “Visioonist lahendusteni 2010”, hariduse tähtsusest kõneles president Toomas Hendrik Ilves.

*4. november*

Küberneetika majas matemaatika-loodusteaduskonna III teaduskonverents, jutuks füüsika, keemia, matemaatika ja geenitehnoloogia.

*16. november*

Rektor Andres Keevallik ja Sandor Liive allkirjastasid TTÜ ja Eesti Energia vahelise elektroenergeetika instituudi toetamise lepingu. Eesti Energia aitab korraldada üliõpilastele õppekäike, välja anda õpikuid ja toetab õppejõudude enesetäiendamist välismaal.

*17. november*

Külalisprofessor Gunnar Prause Saksamaalt Wisnari Ülikoolist pidas avaliku loengu demograafilistest muutustest ja nende mõjust majandusele, pannes kuulajatele südamele senisest tõsisemalt tegelda talentide hoidmisega kodumaal. Järgmisest kevadest avab Saksamaa oma tööturu, hakates peibutama kõrge töötasuga.

*19. november*

Aulas Eesti Soojuspumba Liidu seminar “Soojuspumpade päralt on tulevik”, teemaks soojuspumpade energeetiline ja majanduslik tõhusus.

*24. november*

Raekojas TTÜ Arengufondi ja Vilistlaskogu pidulikul vastuvõtul jagati stipendiume ning sõlmiti uusi koostöö- ja toetuslepinguid. Boris Tamme nimelise stipendiumi pälvis automaatikainstituudi dotsent Eduard Petlenkov, professor Heinrich Lauulu nimelise stipendiumi mehaanikainstituudi assistent

Andrus Räämet. Jagati ka ühingu Eesti Rahvuskomitee Ühendriikides stipendiume. Allkirjastati koostöölepingud Bruker Baltics OÜga, Eesti Energia ASiga, Linxtelecom Estonia OÜga ja PKC Eesti ASiga, toetusleping Põhja-Eesti Regionaalhaigla SAGA. Tänukirja pikaajalise ja tulemusliku töö eest TTÜ Arengufondi nõukogu ja Vilistlaskogu juhatuse liikmena said Gunnar Okk, Tarmo Noop, Erkki Raasuke ja Tiit Vähi.

*25. november*

JCI Tallinna 2010. aasta parimate ja ambitsioonikaimate üliõpilaslõputööde hindamisel sai BeWise meeskonnalt eriauhinna Kaur Sarv (TTÜ) tööga "Autojagamine linnade jätkusuutliku transpordipoliitika vahendina". Balti Kella ASilt sai auhinna Märt Ridala.

*26. november*

TTÜ üliõpilasesindus kuulutas välja võistluse valmiva üliõpilasmaja nime leidmiseks. Aulas ülikooli sügisball, sedakorda kümnes. Balli avas rektor Andres Keevallik, tervitussõnad külalistele ütles vilistlaskogu juhatuse esimees Valdo Kalm. Esinesid Estonia solistid, Revalia tantsukooli võistlustantsijad ja Kuljus, tantsuks mängis Bel-Etage swingorkester. Öhtut juhtis Mart Sander.

*29. november*

Üleülikooliline infotund. Teadusprorektor Erkki Truve rääkis Eesti ja Euroopa teaduspoliitikast ning teadus- ja arendustegevuse korralduse seaduse uue versiooni valmimisest, haldusdirektor Margus Leivo tutvustas õppehoonete renoveerimise käiku ning TTÜ ja Tehnopolü kuvandiloome võistlusele laekunud ettepanekuid.

*2. detsember*

Valitsus nimetas ülikooliseaduse alusel Tallinna Tehnikaülikooli kuratööri liikmed: Ülo Jaaksoo, Kaia Jäppinen, Lembit Kaljuvee, Valdo Kalm, Mart Laar, Sandor Liive, Andres Lipstok, Toomas Luman, Eiki Nestor, Alar Tamkivi ja Tea Varrak.

*2. – 3. detsember*

TTÜ Geoloogia Instituudi vanemteadur akadeemik Anto Raukas sai Leibnizi medali ja kutsuti esinema Hannoveri Euroopa Loodusteaduste Akadeemia rahvusvahelisele nõupidamisele "Säästva elulaadi keskkonnakaitseks, inseneriteaduslikud ja juriidilised aspektid", kus ta tegi ettekande "Säästev areng Eestis ja põlevkivist".

*2. – 4. detsember*

Eesti Näituste messikeskuses noorte infomess "Teeviit".

*3. – 4. detsember*

TTÜ spordihoones peetud robotivõistlusega “Robotex 2010” tähistati ürituse X aastapäeva. Osales 33 võistkonda, võistlusalaks jalgpall. Esmakordselt kestis võistlus kaks päeva, pealtvaatajaid kogunes mõlemal korral üle tuhande. Võistlus käis kahes tasemerühmas: avatud rühmas läks esikoht robotiga Goblin võistkonnale Kuulipildur (Tartu Ülikool/Tallinna Tehnikakõrgkool), PRO rühmas kuulus esikoht robotiga Neve võistkonnale N.E.V.E. (Eesti Infotehnoloogia Kolledž), TTÜ robotiklubi võistkond Mäger jäi robotiga Darth Mäger kolmandaks. Toimus tehnikamess ja hulk töötube. Joonistusvõistluses osales rohkem kui 250 joonist, millest poolsada pääses näitu-sele.

*10. detsember*

Ülikooli akadeemilise meeskoori ja Tartu Ülikooli akadeemilise naiskoori jõulukontsert Tartu Jaani kirikus, kontserdile andsid värvi Cätlin Jaago ja Sandra Sillamaa torupillidel. Eesti Inseneride Liit tähistas inseneride päeva piduliku koosviibimisega Eesti Teaduste Akadeemia saalis Toompeal.

*11. detsember*

Eesti Rahvuskultuuri Fond jagas stipendiume. Mattias Varul sai Anton Aare mälestusfondi stipendiumi õpinguteks tootarenduse ja tootmistehnika erialal, Kristjan Maruste Ants Seileri fondi stipendiumi õpinguteks mehhatroonika erialal ja Tõnis Agasild Boris Tamme fondi stipendiumi õpinguteks ehitustehnika erialal ja vahetusüliõpilasena Soomes Aalto Ülikoolis. Ernst ja Erica Kesa fond toetab TTÜd koobioloogia õppevahendite soetamisel.

*15. detsember*

Haridus- ja teadusminister Tõnis Lukas andis kätte preemiad 2010. aasta üliõpilaste teadustööde konkursi parimate tööde autoritele.

*17. detsember*

Lõpuaktus TTÜ Kuressaare Kolledžis, 11 lõpetajat.

*17. ja 18. detsember*

Ülikooli akadeemiline meeskoor ja tšellokvartett C-Jam andsid ühise jõulukontserdi “Nii elevel, nii rõõmus” Kaarli kirikus, dirigeerisid Peeter Perens ja Siim Selis. Kontserdiks ilmus koorilt uus jõuluplaad “Oh laulgem südamest!”.

*18. detsember*

Ülikooli akadeemilise meeskoori 65. aastapäeva pidu Viimsi kooli aatriumis.

SÜNDMUSI

*20. detsember*

Aulas TTÜ Tallinna Kolledži lõpuaktus, 65 lõpetajat, neist neli *cum laude*ga.

*22. detsember*

TTÜ Virumaa Kolledži lõpuaktus Kohtla-Järvel, 25 lõpetajat, neist üks *cum laude*ga.

# ÜLIKOOLI KURATOORIUM, NÕUKOGU JA VALITSUS

## TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOLI KURATOORIUM

(Nimetatud Vabariigi Valitsuse poolt 2. detsembril 2010)

*Ülo Jaaksoo*

*Kaia Jäppinen*

*Lembit Kaljuvee*

*Valdo Kalm*

*Mart Laar*

*Sandor Liive*

*Andres Lipstok*

*Toomas Luman*

*Eiki Nestor*

*Alar Tamkivi*

*Tea Varrak*

# TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOLI NÕUKOGU

(4. oktoobrist 2010)

<i>Andres Keevallik</i>	– rektor, nõukogu esimees
<i>Sulev Mäeltsemees</i>	– sotsiaalteaduskonna dekaan, nõukogu juhataja
<i>Jakob Kübarsepp</i>	– õppeprorektor
<i>Erkki Truve</i>	– teadusprorektor
<i>Peep Sürje</i>	– eelmine rektor
<i>Üllas Ehrlich</i>	– majandusteaduskonna dekaan
<i>Tõnis Kanger</i>	– matemaatika-loodusteaduskonna dekaan
<i>Tõnu Lehtla</i>	– energeetikateaduskonna dekaan
<i>Roode Liias</i>	– ehitusteaduskonna dekaan
<i>Tauno Otto</i>	– mehaanikateaduskonna dekaan
<i>Ennu Rüstern</i>	– infotehnoloogia teaduskonna dekaan
<i>Andres Öpik</i>	– keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskonna dekaan
<i>Viktor Andrejev</i>	– TTÜ Virumaa Kolledži direktor
<i>Jüri Elken</i>	– TTÜ Meresüsteemide Instituudi direktor
<i>Jüri Järs</i>	– TTÜ Raamatukogu direktor
<i>Anne Keerberg</i>	– TTÜ Kuressaare Kolledži direktor
<i>Kalju Meigas</i>	– TTÜ Tehnomeedikumi direktor
<i>Udo Meriste</i>	– TTÜ Tallinna Kolledži direktor
<i>Lembit Nei</i>	– TTÜ Tartu Kolledži direktor
<i>Andrus Salupere</i>	– TTÜ Küberneetika Instituudi direktor
<i>Alvar Soesoo</i>	– TTÜ Geoloogia Instituudi direktor
<i>Margus Kruus</i>	– infotehnoloogia teaduskonna esindaja
<i>Irene Lill</i>	– ehitusteaduskonna esindaja
<i>Tiit Nirk</i>	– keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskonna esindaja
<i>Aadu Paist</i>	– mehaanikateaduskonna esindaja
<i>Toomas Piliste</i>	– majandusteaduskonna esindaja
<i>Tiina Randma-Liiv</i>	– sotsiaalteaduskonna esindaja

<i>Nigulas Samel</i>	– matemaatika-loodusteaduskonna esindaja
<i>Heiki Tammoja</i>	– energeetikateaduskonna esindaja
<i>Laur Hiob</i>	– haldus-tugistruktuuriüksuste esindaja
<i>Kati Keel</i>	– üliõpilaskonna esindaja
<i>Oliver Kiisler</i>	– üliõpilaskonna esindaja
<i>Martin Kontus</i>	– üliõpilaskonna esindaja
<i>Sirli Krikk</i>	– üliõpilaskonna esindaja
<i>Karel Kundrats</i>	– üliõpilaskonna esindaja
<i>Anton Luigend</i>	– üliõpilaskonna esindaja
<i>Robert Peetsalu</i>	– üliõpilaskonna esindaja
<i>Reeno Reeder</i>	– üliõpilaskonna esindaja
<i>Toomas Rang</i>	– rektori nimetatud liige

Nõukogu sekretäri ülesandeid täitis ülikooli sekretär *Kai Aviksoo*.

# TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOLI VALITSUS

(19. oktoobrist 2010)

<i>Andres Keevallik</i>	– rektor, valitsuse esimees
<i>Jakob Kübarsepp</i>	– õppeprorektor
<i>Erkki Truve</i>	– teadusprorektor
<i>Ardo Kamratov</i>	– finantsdirektor
<i>Margus Leivo</i>	– haldusdirektor
<i>Heiki Lemba</i>	– administratsioonidirektor
<i>Üllas Ehrlich</i>	– majandusteaduskonna dekaan
<i>Tõnis Kanger</i>	– matemaatika-loodusteaduskonna dekaan
<i>Tõnu Lehtla</i>	– energeetikateaduskonna dekaan
<i>Roode Liias</i>	– ehitusteaduskonna dekaan
<i>Sulev Mäeltsemees</i>	– sotsiaalteaduskonna dekaan
<i>Tauno Otto</i>	– mehaanikateaduskonna dekaan
<i>Ennu Rüstern</i>	– automaatikateaduskonna dekaan
<i>Andres Õpik</i>	– keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskonna dekaan
<i>Alvar Soesoo</i>	– TTÜ Geoloogia Instituudi direktor
<i>Lembit Nei</i>	– TTÜ Tartu Kolledži direktor
<i>Karel Kundrats</i>	– TTÜ üliõpilasesinduse juhatuse esimees

Valitsuse sekretäri ülesandeid täitis ülikooli sekretär *Kai Aviksoo*.



# ÜLEVAADE ÜLIKOOLI NÕUKOGU TEGEVUSEST

2. *veebruari*l otsustati ehitusteaduskonna keskkonnatehnika magistriõppe õppekava, mehaanikateaduskonna tootearenduse ja tootmistehnika magistriõppe õppekava ning sotsiaalteaduskonna tehnoloogia valitsemise magistriõppe õppekava muutmine;

kinnitati ehitusteaduskonna keskkonnatehnika inseneriõppe õppekava uus versioon, keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskonna materjalitehnoloogia magistriõppe õppekava uus versioon, sotsiaalteaduskonna halduskorralduse bakalaureuseõppe õppekava uus versioon, TTÜ ja Eesti Mereakadeemia mereanduse magistriõppe ühisõppekava ning TTÜ ja Eesti Mereakadeemia väike-laevaehituse rakenduskõrgharidusõppe ühisõppekava;

otsustati muuta riigieelarveväliste üliõpilaste, avatud ülikooli õppurite ja eksternide tasemeõppeteenuste tasumäärad 2009/2010. õppeaastaks;

otsustati ehitusteaduskonna professori ametikoha täitmine konkursi korras;

ettepanekute esitamine infrastruktuuri objektide lülitamiseks Eesti teaduse infrastruktuuride teekaarti, osalemine MTÜ Infoühiskonna Arendamise Seltsi asutamisel, MTÜ Eesti Personalitöö Arendamise Ühingu liikmeks astumine, lootusetute nõuete bilansist mahakandmine ja ebatõenäoliselt laekuvate nõuete hindamine, õiguse instituudi struktuuri ja põhimääruse muutmine, auditooriumidele professor Juhan Vaabeli ja Vello Venseli nime andmine;

kinnitati emeriitprofessori ja -dotsendi tasu suurus ja maksmise kord 2010. aastaks;

kinnitati emeriitprofessori ja -dotsendi statuut.

16. *märtsil* otsustati majandusteaduskonna rahvamajanduse bakalaureuseõppe ja magistriõppe õppekava, rahvusvahelise ärikorralduse bakalaureuseõppe õppekava, äriduse bakalaureuseõppe õppekava, rahvusvaheliste suhete bakalaureuseõppe õppekava, ärikorralduse magistriõppe õppekava ja majanduse doktoriõppe õppekava muutmine;

kinnitati majandusteaduskonna juhtimise ja turunduse magistriõppe õppekava uus versioon ning sotsiaalteaduskonna personalitöö ja -arenduse magistriõppe õppekava;

kinnitati TTÜ ja Eesti Kunstiakadeemia disaini ja tootearenduse magistriõppe ühisõppekava;

otsustati materjalitehnika instituudi juhtivteaduri ametikoha moodustamine, õiguse instituudi professori ametikoha nimetuse muutmine ja üleviimine teise õppetooli ning professori ametikoha likvideerimine;

otsustati MTÜ Toidu- ja Fermentatsioonitehnoloogia Arenduskeskus lõpetamine ja osalemine ASi Toidu- ja Fermentatsioonitehnoloogia Arenduskeskus asutamises;

otsustati Loodusteaduste maja omandamine ja laenuitingimuste muutmine; kinnitati nõukogu tööplaan 2009/2010. õppeaasta kevadsemestriks.

20. aprillil otsustati kinnisasja ja hoonestusõiguse asukohaga Akadeemia tee 15/15a/15b koormamine realservituudiga ning kinnistu Kopli tn 116 koormamine isikliku kasutusõigusega;

kinnitati TTÜ teadus- ja arendustegevuse 2009. aasta aruanne;

otsustati TTÜ baasrahastamise toetusfondist uurimisrühmadele 2010. aasta rahastuse eraldamine;

suleti majandusteaduskonna rahvusvahelise ärijuhtimise ja TTÜ Tallinna Kolledži äriõiguse õppekava;

otsustati TTÜ Raamatukogu struktuuri ümberkujundamine ja põhikirja muutmine;

kinnitati TTÜ muuseumi põhimäärus;

otsustati auditooriumile akadeemik Aleksander Voldeku nime andmine;

otsustati ehitusteaduskonna, keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskonna, majandusteaduskonna, matemaatika-loodusteaduskonna, mehaanikateaduskonna ja TTÜ Tartu Kolledži professori ametikohtade täitmine konkursi korras;

otsustati majandusteaduskonna rahvusvaheliste suhete professori ametikoha konkursi korras täitmata jätmise;

otsustati keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskonna ning matemaatika-loodusteaduskonna juhtivteaduri ametikoha täitmine konkursi korras;

otsustati Tallinna Tehnikaülikooli üliõpilaste vastuvõtutingimuste ja -korra muutmine.

18. mail kinnitati riigieelarveväliste üliõpilaste, avatud ülikooli õppurite ja eksternide tasemeõppeteenuste tasumäärad 2010/2011. õppeaastaks;

kiideti heaks ühisõppekava koostöölepingute sõlmimine;

otsustati TTÜ baasrahastamise toetusfondist uurimisrühmadele 2010. aasta rahastuse eraldamine;

kinnitati TTÜ 2009. aasta konsolideeritud majandusaasta aruanne;

otsustati lootusetute nõuete bilansist mahakandmine;

otsustati energeetikateaduskonna professori ametikoha täitmine konkursi korras (Heiki Tammoja) ja mehaanikateaduskonna juhtivteaduri ametikoha täitmine konkursi korras (Irina Hussainova);

otsustati polümeermaterjalide instituudi professori ametikoha moodustamine;

muudeti rahvamajanduse instituudi erakorralise professori ametikoha moodustamise otsust;

otsustati SA TTÜ Arengufond nõukogu liikmete määramine.

*15. juunil* otsustati TTÜ Tartu Kolledži maastikuarhitektuuri bakalaureuse- ja magistriõppekavade muutmise;

kinnitati ehitusteaduskonna hoonete energiatõhususe magistriõppe ning sotsiaalteaduskonna personalitöö ja -arenduse magistriõppe õppekava;

kinnitati üliõpilaste vastuvõtu piirarvud 2010/2011. õppeaastaks;

otsustati OÜ Institute for European Studies osa võõrandamine;

otsustati laenu refinantseerimine;

otsustati mehaanikateaduskonna ja TTÜ Tehnomeedikumi professori ametikoha täitmine konkursi korras ning õiguse instituudi professori ametikoha üleviimine;

otsustati biorobotika keskuse põhimääruse muutmise;

kinnitati üliõpilaste esindusnorm TTÜ nõukogus 2010/2011. õppeaastaks.

*26. augustil* otsustati avaliku halduse instituudi professori ametikoha moodustamine, rahvamajanduse instituudi professori ametikoha likvideerimine, ehitusteaduskonna ning keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskonna professori ametikohtade täitmine konkursi korras;

otsustati keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskonna juhtivteaduri ametikoha täitmine konkursi korras;

otsustati Eesti Teaduste Akadeemia akadeemikute kandidaatide esitamine.

*28. septembril* valiti TTÜ nõukogu juhataja asetäitja 2010/2011. õppeaastaks;

otsustati kinnistute Männiliiva tn T1 ja T4 tasuta võõrandamine Tallinna linnale ning korteriomandi Kollane tn 12-10 omandamine;

otsustati TTÜ 2010. aasta eelarve muutmise;

otsustati ehitusteaduskonna keskkonnatehnika inseneriõppe õppekava muutmise;

kinnitati riigieelarveväliste üliõpilaste, avatud ülikooli õppurite ja externide tasemeõppeteenuste tasumäärad 2010/2011. õppeaastaks;

tunnistati kehtetuks TTÜ nõukogu otsus doktorantuuri tõhususe tõstmise kohta;

otsustati ehitiste projekteerimise instituudi professori ametikoha moodustamine;

muudeti TTÜ nõukogu alaliste komisjonide põhimäärust.

*19. oktoobril* otsustati audiitori nimetamine TTÜ 2010. majandusaasta raamatupidamisaruande kontrollimiseks, õiguse instituudi professori ametikoha üleviimine ja nimetuse muutmine, TTÜ audoktori nimetuse andmine, akadeemik Heinrich Laulu mälestuse jäädvustamine;

kinnitati jätkuõppijate vastuvõtu kord doktorikoolidesse;

kiideti heaks TTÜ seaduse eelnõu;

kinnitati TTÜ nõukogu 2010/2011. õppeaasta sügissemestri tööplaan.

*16. novembril* otsustati keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskonna materjalitehnoloogia magistriõppe õppekava ning toidutehnika ja tootearenduse magistriõppe õppekava ja matemaatika-loodusteaduskonna biomeditsiinitehnoloogia magistriõppe õppekava muutmine;

kinnitati sotsiaalteaduskonna õigusteaduse doktoriõppe õppekava;

otsustati TTÜ osalemine MTÜ Rakuravi asutamises;

otsustati korteriomandi Rävala pst 13 müük.

*21. detsembril* otsustati ettepanekute esitamine Eesti Vabariigi 2011. aasta teaduspreemiate määramiseks, sotsiaalteaduskonna õigusteaduse doktoriõppe õppekava nimetuse muutmine, kinnistu Spordibaasimetsa koormamine isikliku kasutusõigusega, TTÜ nõukogu teistes juriidilistes isikutes osalemist puudutavate otsuste muutmine ja kehtetuks tunnistamine;

kinnitati riigieelarveväliste üliõpilaste, avatud ülikooli õppurite ja ekster-nide tasemeõppeteenuste tasumäärad 2011/2012. õppeaastaks;

kinnitati TTÜ 2011. aasta eelarve;

kinnitati emeriitprofessori ja -dotsendi tasu suurus ja maksmise kord 2011. aastaks;

otsustati emeriitdotsendi nimetuse andmine (Uno Juurvee, Inga Lõokene, Enn Tali, Eduard Tearo, Villu Vares, Rein Oidram);

otsustati sotsiaalteaduskonna professori ametikoha täitmine konkursi korras (Tanel Kerikmäe) ja matemaatika-loodusteaduskonna juhtivteaduri ametikoha täitmine konkursi korras (Priit Kogerman);

muudeti TTÜ Sertifitseerimisasutuse põhikirja;

kinnitati TTÜ akadeemilise kohtu põhimäärus;

kuulutati välja TTÜ akadeemilise kohtu VII koosseisu valimised.

Kokku võttis TTÜ nõukogu 2010. aastal vastu 116 otsust ja 13 määrust.

# ÜLIKOOLI STRUKTUUR JA ISIKKOOSSEIS

## AKADEEMILINE STRUKTUUR JA ASUTUSED

### EHITUSTEADUSKOND

#### **Ehitiste projekteerimise instituut**

*Õppetoolid:* ehitusfüüsika ja arhitektuuri, ehituskonstruksioonide. Ehituskonstruksioonide teadus- ja katselaboratoorium.

#### **Ehitustootluse instituut**

*Õppetoolid:* ehitusmaterjalide, ehitustehnoloogia, ehitusökonomika ja -juhtimise. Ehitusmaterjalide teadus- ja katselaboratoorium.

#### **Keskkonnatehnika instituut**

*Õppetoolid:* keskkonnakaitse aluste, kütte ja ventilatsiooni, veetehnika. Veekvaliteedi teadus- ja katselaboratoorium.

#### **Mehaanikainstituut**

*Õppetoolid:* hüdro- ja aeromehaanika, rakendusmehaanika, tehnilise mehaanika. Hüdromehaanika teadus- ja katselaboratoorium. Tugevuse teadus- ja katselaboratoorium.

#### **Teedeinstituut**

*Õppetoolid:* geodeesia, sillaehituse, teetehnika, veonduslogistika. Teede ja liikluse teadus- ja katselaboratoorium.

#### **Insenerigraafika keskus**

*Lektoraadid:* disaini, insenerigraafika, kujutava geomeetria.

### ENERGEETIKATEADUSKOND

#### **Elektriamite ja jõuelektroonika instituut**

*Õppetoolid:* elektriamite ja elektrivarustuse, robotitehnika.

#### **Elektroenergeetika instituut**

*Õppetoolid:* energiasüsteemide, kõrgepingetehnika.

**Elektrotehnika aluste ja elektrimasinate instituut**

*Õppetoolid:* elektrimasinate, elektrotehnika aluste.

**Mäeinstituut**

*Õppetoolid:* maavarade kaevandamise, rakendusgeoloogia.

**INFOTEHNOLOOGIA TEADUSKOND**

**Arvutiteaduse instituut**

*Õppetoolid:* teoreetilise informaatika, võrgutarkvara, üldinformaatika.

**Arvutitehnika instituut**

*Õppetoolid:* arvutitehnika ja -diagnostika, digitaaltehnika, süsteemitarkvara.

**Automaatikainstituut**

*Õppetoolid:* automaatjuhtimise ja süsteemianalüüsi, reaajasüsteemide, siduteooria ja -disaini.

Proaktiivtehnoloogiate teaduslaboratoorium.

**Elektroonikainstituut**

*Õppetoolid:* elektroonikadisaini, rakenduselektronika, sensorsignaali-töötluse.

**Informaatikainstituut**

*Õppetoolid:* informaatika aluste, infosüsteemide, infoturbe, tarkvaratehnika, teadmussüsteemide.

Rehabilitsatsioonitehnoloogia teaduslaboratoorium.

**Raadio- ja sidetehnika instituut**

*Õppetoolid:* mikrolainetehnika, raadiotehnika, signaalitöötluse, telekommunikatsiooni.

Elektromagnetilise ühilduvuse teaduslaboratoorium.

**Biorobootika keskus**

**KEEMIA- JA MATERJALITEHNOLOOGIA TEADUSKOND**

**Keemiatehnika instituut**

*Õppetoolid:* keemiatehnika, keskkonnakaitse ja keemiatehnoloogia.

**Materjaliteaduse instituut**

*Õppetoolid:* füüsikalise keemia, pooljuhtmaterjalide tehnoloogia.

**Polümeermaterjalide instituut**

*Õppetoolid:* polümeeride tehnoloogia, puidutöötlemise, tekstiilitehnoloogia.

Mööbli katselaboratoorium. Tekstiili katselaboratoorium. Põlevkivi ja taastuvkütuste teaduslaboratoorium.

**Toiduainete instituut**

*Õppetoolid:* toiduteaduse, toidutehnoloogia.

**Materjaliuuringute teaduskeskus**

*Õppetool:* materjaliuuringute.

Materjaliuuringute teadus- ja katselaboratoorium.

**Anorgaaniliste materjalide teaduslaboratoorium**

**MAJANDUSTEADUSKOND**

**Avaliku sektori majanduse instituut**

*Õppetoolid:* avaliku sektori ökonomika, keskkonnaökonomika, majanduspoliitika, majandussotsioloogia, majandusõiguse.

**Majandusarvestuse instituut**

*Õppetoolid:* finantsarvestuse, juhtimisarvestuse.

**Rahvamajanduse instituut**

*Õppetoolid:* majandusmatemaatika, majandusteooria, rahanduse ja panganduse, statistika ja ökonomeetria.

**Rahvusvaheliste suhete instituut**

*Õppetoolid:* Euroopa uuringute, kommunikatsiooni ja kultuuri, rahvusvaheliste suhete ja politoloogia.

**Ärikorralduse instituut**

*Õppetoolid:* kinnisvara, logistika ja ettevõtluse; organisatsiooni ja juhtimise, tootmis- ja teeninduskorralduse, turunduse, töökeskkonna ja -ohutuse.

Ergonoomia laboratoorium. Ettevõtluskeskus. Äriuuringute ja arenduskeskus.

**Koolituskeskus**

**Majandusuuringute teaduskeskus**

**Rahvusvaheliste programmide keskus**

## MATEMAATIKA-LOODUSTEADUSKOND

### Füüsikainstituut

*Õppetoolid:* rakendusfüüsika, teoreetilise füüsika.

### Geenitehnoloogia instituut

*Õppetoolid:* geenitehnoloogia, genoomika ja proteoomika, molekulaarbioloogia, molekulaardiagnostika.

### Keemiainstituut

*Õppetoolid:* analüütilise keemia, anorgaanilise keemia, bioorgaanilise keemia, biotehnoloogia, molekulaartehnoloogia, orgaanilise keemia. Keemilise analüüsi teadus- ja katselaboratoorium.

### Matemaatikainstituut

*Õppetoolid:* algebra ja geomeetria, matemaatilise analüüsi, matemaatilise füüsika, rakendusmatemaatika.

### Integreeritud süsteemide bioloogia keskus

### Mitmefaasiliste keskkondade füüsika teaduslaboratoorium

## MEHAANIKATEADUSKOND

### Masinaehituse instituut

*Õppetoolid:* autotehnika, raalintegreeritud tootmise ja projekteerimise, tootearenduse, tootmistehnika.

### Materjalitehnika instituut

*Õppetoolid:* materjaliõpetuse, metallide tehnoloogia. Pulbertehnoloogia teaduslaboratoorium. Triboloogia teaduslaboratoorium.

### Mehhatroonikainstituut

*Õppetoolid:* kvaliteeditehnika ja metroloogia, masinaelementide ja peenmehaanika, masinamehaanika, mehhatroonikasüsteemide. Mehhatroonika-, masina- ja mõõtesüsteemide teadus- ja katselaboratoorium.

### Soojustehnika instituut

*Õppetoolid:* soojusenergeetika, soojusjõuseadmete, tööstusliku soojustehnika.

### Mehaanika ja metroloogia katselaboratoorium



## SOTSIAALTEADUSKOND

### Avaliku halduse instituut

*Õppetoolid:* filosoofia, haldusjuhtimise ja halduspoliitika, innovatsiooni- poliitika ja tehnoloogia- ja tehnoloogialitsemise, kohaliku omavalitsuse ja regionaal- poliitika, riigiteaduse.

### Tööstuspsühholoogia instituut

*Õppetoolid:* hariduspoliitika, psühholoogia.

### TTÜ Eesti inseneripedagoogika keskus

#### Õiguse instituut

*Õppetoolid:* avaliku õiguse, Jean Monnet Euroopa õiguse, tehnoloogia- õiguse.

Inimõiguste keskus.

#### Keeltekeskus

*Lektoraadid:* eesti ja vene keele, inglise ja põhjamaade keelte, saksa ja prantsuse keele.

#### Spordikeskus

## ASUTUSED

### TTÜ Geoloogia Instituut

*Osakonnad:* isotoop-paleoklimatoloogia, litosfääriuuringute, paleontoloogia ja stratigraafia, pärastjääaja geoloogia, teaduskogude.

*Õppetool:* füüsikalise geoloogia.

### TTÜ Küberneetika Instituut

*Osakonnad:* juhtimissüsteemide, mehaanika ja rakendusmatemaatika, tarkvara.

*Laboratooriumid:* foneetika ja kõnetehnoloogia, fotoelastsuse, lainetuse dünaamika, süsteemibioloogia.

Raamatukogu.

### TTÜ Meresüsteemide Instituut

*Sektorid:* merefüüsika, rannikumere, ökohüdrodünaamika.

*Õppetool:* okeanograafia.

### TTÜ Raamatukogu

*Osakonnad:* bibliograafia-, info-, kataloogimis-, komplekteerimis-, teenindus-.

*Talitused:* infotehnoloogia-, teadus- ja arendus-.

TTÜ muuseum. TTÜ kirjastus.

## **TTÜ Tehnomeedikum**

### **Biomeditsiinitehnika instituut**

*Õppetoolid:* biomeditsiinitehnika, meditsiinifüüsika.

### **Kliinilise meditsiini instituut**

*Õppetoolid:* kliinilise meditsiini, tervishoiutehnoloogia.

### **Kardioloogiakeskus**

*Õppetool:* elektrofüsioloogia.

## **TTÜ Kuressaare Kolledž**

*Lektoraadid:* ettevõtluse ja humanitaarainete, reaali- ja tehniliste ainete; turismi, toitlustuse ja teeninduse.

Väikelaevaehituse kompetentsikeskus.

## **TTÜ Tallinna Kolledž**

*Lektoraadid:* ettevõtluse ja juhtimise, majandusarvestuse ja ökonomika, reaali- ja tehniliste ainete, õiguse ja üldainete.

## **TTÜ Tartu Kolledž**

*Õppetoolid:* keskkonnakaitse, maastikuarhitektuuri, säästva tehnoloogia, üldainete.

## **TTÜ Virumaa Kolledž**

*Lektoraadid:* ehituse ja mehaanika, energeetika ja automaatika, humanitaar- ja sotsiaalainete, keemiatehnoloogia, matemaatika ja infotehnoloogia.

*Õppetool:* kütuste keemia ja tehnoloogia.

Põlevkivi kompetentsikeskus.

Kütuste tehnoloogia teadus- ja katselaboratoorium.

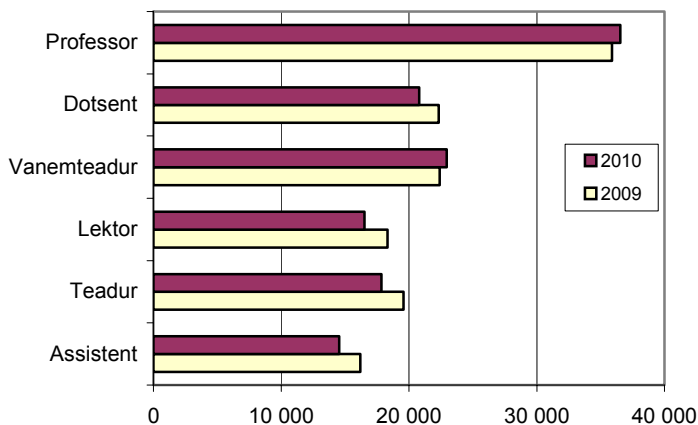
## **TTÜ Sertifitseerimisasutus**

# ISIKKOOSSEIS

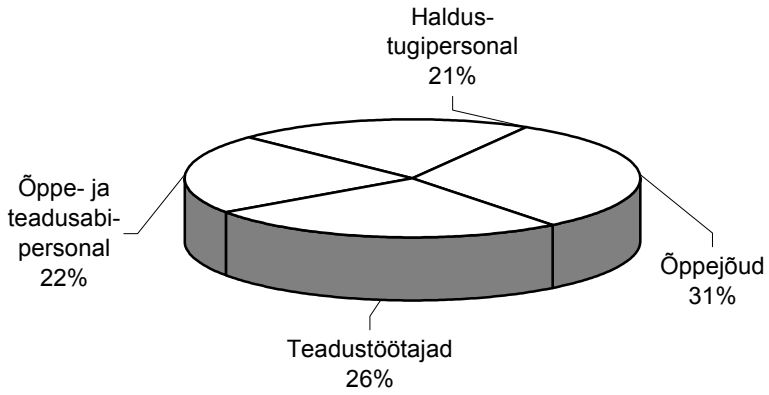
Töötajaid ametikohtade järgi  
(31. detsember 2010)

Ametikoht	TTÜ	TTÜ asutused
Professoreid	121	16
Dotsente	135	27
Lektoreid	170	51
Assistente	78	3
Õpetajaid	4	8
<b>Kokku</b>	<b>508</b>	<b>105</b>
Teadustöötajaid	383	152
<b>Kokku</b>	<b>891</b>	<b>257</b>
Õppe- ja teadusabipersonali	352	100
Haldus-tugipersonali	226	212
<b>Kõik kokku</b>	<b>1469</b>	<b>569</b>

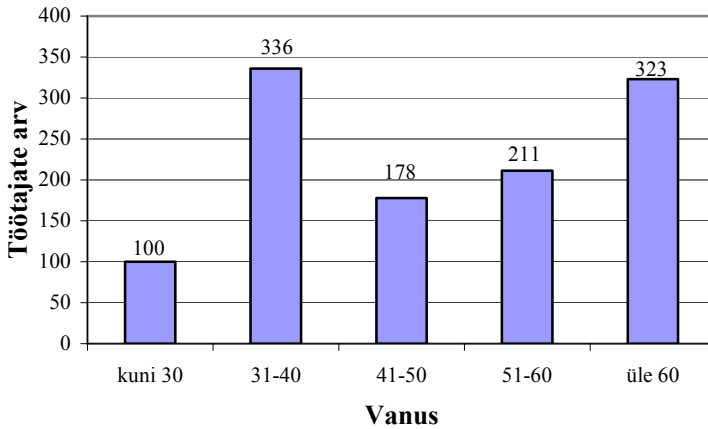
## Keskmine ametipalk



### Ametikohtade jagunemine



### Akadeemiline personal vanuse järgi



# PROFESSORID

(31. detsember 2010)

## **EHITUSTEADUSKOND**

### **Ehitiste projekteerimise instituut**

Targo Kalamees – ehitusfüüsika professor, Karl Õiger – puit- ja plastkonstruktsioonide professor.

### **Ehitustootluse instituut**

Roode Liias – kinnisvara halduse professor, Irene Lill – ehitustehnoloogia professor, Lembi-Merike Raado – ehitusmaterjalide professor.

### **Keskkonnatehnika instituut**

Teet-Andrus Kõiv – kütte ja ventilatsiooni professor, Enn Loigu – vee-kvaliteedi ja -kaitse professor.

### **Mehaanikainstituut**

Jüri Engelbrecht – rakendusmehaanika professor, Aleksander Klauson – tehnilise mehaanika professor, Tiit Koppel – hüdro- ja aeromehaanika professor, Andrus Salupere – deformeeruva keha mehaanika professor.

### **Teedeinstituut**

Andrus Aavik – teedemajanduse professor, Dago Antov – transpordi planeerimise professor, Artu Ellmann – geodeesia professor; Siim Idnurm – sillaehituse professor, Ott Koppel – veonduslogistika professor, Peep Sürje – teetehnika professor.

## **ENERGEETIKATEADUSKOND**

### **Elektriamite ja jõuelektroonika instituut**

Tõnu Lehtla – robotitehnika professor, Valery Vodovozov – jõuelektroonika professor.

### **Elektroenergeetika instituut**

Mati Meldorf – elektrisüsteemi siirdeprotsesside professor, Heiki Tammoja – energiasüsteemide professor, Juhan Valtin – kõrgepingetehnika professor.

### **Elektrotehnika aluste ja elektrimasinate instituut**

Kuno Janson – elektrimasinate professor, Jaan Järvik – elektrotehnika aluste professor.

### **Mäeinstituut**

Ingo Valgma – maavarade kaevandamise professor.

## **INFOTEHNOLOOGIA TEADUSKOND**

### **Arvutiteaduse instituut**

Jaan Penjam – teoreetilise informaatika professor, Tanel Tammet – võrgu-tarkvara professor, Tarmo Uustalu – programmeerimiskeelte semantika professor, Jüri Vain – üldinformaatika professor.

### **Arvutitehnika instituut**

Peeter Ellervee – digitaalsüsteemide disaini professor, Thomas Hollstein – sardsüsteemide professor, Ahto Kalja – süsteemitarkvara professor, Raimund-Johannes Ubar – arvutitehnika ja -diagnostika professor.

### **Automaatikainstituut**

Vello Kukk – siduteooria professor, Leo Mõtus – reaajasüsteemide professor, Ennu Rüstern – automaatjuhtimise ja süsteemianalüüsi professor.

### **Elektroonikainstituut**

Toomas Rang – elektroonikadisaini professor.

### **Informaatikainstituut**

Ahto Buldas – infoturbe professor, Rein Kuusik – informaatika aluste professor, Kuldar Taveter – tarkvaratehnika professor, Jaak Tepandi – teadmussüsteemide professor.

### **Raadio- ja sidetehnika instituut**

Eerik Lossmann – telekommunikatsiooni professor, Andres Taklaja – mikrolainetehnika professor, Tõnu Trump – signaalitöötuse professor.

### **Biorobotika keskus**

Adriano Cavalcanti Da Silva – biomehaanika professor, Maarja Kruusmaa – biorobotika professor.

## **KEEMIA- JA MATERJALITEHNOLOOGIA TEADUSKOND**

### **Keemiatehnika instituut**

Rein Munter – keskkonnakaitse ja keemiatehnoloogia professor, Vahur Oja – keemiatehnika professor.

### **Materjaliteaduse instituut**

Dieter Meissner – päikeseenergeetika materjalide professor, Enn Mellikov – pooljuhtmaterjalide tehnoloogia professor, Andres Triikkel – anorgaaniliste materjalide professor, Andres Öpik – füüsikalise keemia professor.

**Polümeermaterjalide instituut**

Matti Antero Elomaa – polümeeride keemia professor, Andres Krumme – polümeeride tehnoloogia professor, Anti Viikna – tekstiilitehnoloogia professor.

**Toiduainete instituut**

Toomas Paalme – toiduainete tehnoloogia professor, Raivo Vokk – toiduaineõpetuse professor.

**Materjaliuuringute teaduskeskus**

Urve Kallavus – materjaliuuringute professor.

**MAJANDUSTEADUSKOND****Avaliku sektori majanduse instituut**

Üllas Ehrlich – keskkonnaökonoomika professor, Kaarel Kilvits – majanduspoliitika professor, Ants Kukrus – majandusõiguse professor, Katrin Paadam – majandussotsioloogia professor, Alari Purju – avaliku sektori ökonoomika professor.

**Majandusarvestuse instituut**

Jaan Alver – juhtimisarvestuse professor, Lehte Alver – finantsarvestuse professor.

**Rahvamajanduse instituut**

Kaie Kerem – majandusteooria professor, Enn Listra – rahanduse ja panganduse professor, Tairi Rõõm – mikroökonoomika professor, Ako Sauga – statistika professor, Boris Shvartsman – arvutusmeetodite professor, Karsten Staehr – rahvusvahelise ja avaliku sektori rahanduse professor.

**Rahvusvaheliste suhete instituut**

Aksel Kirch – Euroopa uuringute professor, Peeter Mürsepp – teadusfilosoofia ja metodoloogia professor.

**Ärikorralduse instituut**

Ene Kolbre – kinnisvara ja investeringute professor, Maksim Saat – tootmis- ja teeninduskorralduse professor, Milvi Tepp – organisatsiooni-käitumise külalisprofessor, Piia Tint – töökeskkonna ja -ohutuse professor, Urve Venesaar – ettevõtluse professor.

## **MATEMAATIKA-LOODUSTEADUSKOND**

### **Füüsikainstituut**

Jüri Krustok – rakendusfüüsika professor, Rein-Karl Loide – teoreetilise füüsika professor.

### **Geenitehnoloogia instituut**

Lilian Järvekülg – molekulaardiagnostika professor, Peep Palumaa – geenoomika ja proteoomika professor, Mart Saarma – bioetika professor, Tõnis Timmusk – molekulaarbioloogia professor.

### **Keemiainstituut**

Mihkel Kaljurand – analüütilise keemia professor, Tõnis Kanger – orgaanilise sünteesi professor; Mati Karelson – molekulaartehnoloogia professor, Margus Lopp – orgaanilise keemia professor, Nigulas Samel – bioorgaanilise keemia professor, Toomas Tamm – anorgaanilise keemia professor, Raivo Vilu – biotehnoloogia professor.

### **Matemaatikainstituut**

Jaan Janno – numbrilise analüüsi professor, Eugen Paal – matemaatilise füüsika professor, Peeter Puusepp – algebra ja geomeetria professor, Ivar Tammeraid – matemaatilise analüüsi professor.

### **Integreeritud süsteemide bioloogia keskus**

Madis Metsis – bioinformaatika professor, Toomas Neuman – süsteemi-bioloogia professor.

## **MEHAANIKATEADUSKOND**

### **Masinaehituse instituut**

Martin Eerme – raalintegreeritud tootmise ja projekteerimise professor, Jüri Lavrentjev – autotehnika professor, Tauno Otto – tootmistehnika professor, Lembit Roosimölder – tootearenduse professor.

### **Materjalitehnika instituut**

Priit Kulu – metalliõpetuse professor, Jakob Kübarsepp – metallide tehnoloogia professor, Renno Veinthal – komposiitmaterjalide professor.

### **Mehhatroonika instituut**

Andres Kiitam – kvaliteeditehnika professor, Toomas Kübarsepp – metroloogia ja mõõdetehnika professor, Toivo Pappel – masinamehaanika professor, Mart Tamre – mehhatroonikasüsteemide professor.



**Soojustehnika instituut**

Ivan Klevtsov – tööstusliku soojustehnika professor, Aadu Paist –soojus-energeetika professor, Andres Siirde – soojusjõuseadmete professor.

**SOTSIAALTEADUSKOND****Avaliku halduse instituut**

Wolfgang Drechsler – riigiteaduse professor, Ülo Kaevats – filosoofia professor, Rainer Kattel – innovatsioonipoliitika ja tehnoloogia valitsemise professor, Michael Kull – mitmetasandilise valitsemise professor, Jan Allan Kregel – finants- ja arengupoliitika külalisprofessor, Sulev Mäeltsemees – kohaliku omavalitsuse ja regionaalpoliitika professor, Carlota Perez – tehnoloogia ja sotsiaalmajandusliku arengu külalisprofessor, Tiina Randma-Liiv – haldusjuhtimise ja halduspoliitika professor, Erik S. Reinert – tehnoloogia arengu juhtimise külalisprofessor.

**Tööstuspsühholoogia instituut**

Mare Teichmann – psühholoogia professor.

**Õiguse instituut**

Tanel Kerikmäe – Euroopa õiguse professor, Ülle Madise – avaliku õiguse professor, Katrin Merike Nyman-Metcalf – tehnoloogia õiguse professor.

**TTÜ ASUTUSED****TTÜ Geoloogia Instituut**

Alvar Soesoo – füüsikalise geoloogia professor, Rein Vaikmäe – füüsikalise geoloogia professor.

**TTÜ Meresüsteemide Instituut**

Jüri Elken – okeanograafia professor, Sirje Keevallik – meteoroloogia professor, Urmas Lips – rakendusokeanograafia professor, Victor Zhurbas – merefüüsika professor.

**TTÜ Tartu Kolledž**

Mari Ivask – keskkonnakaitse professor.

**TTÜ Tehnomeedikum****Biomeditsiinitehnika instituut**

Ivo Fridolin – meditsiinifüüsika professor, Kalju Meigas – biomeditsiinitehnika professor, Margus Viigimaa – kardiovaskulaarse meditsiini külalisprofessor.

**Kliinilise meditsiini instituut**

Thomas Edward Fehniger – eksperimentaalse patoloogia külalisprofessor,  
Priit Kogerman – kasvajate bioloogia professor, Ruth Sepper – molekulaarmeditsiini külalisprofessor.

**Kardioloogiakeskus**

Jüri Kaik – elektrofüsioloogia külalisprofessor, Sergei Nazarenko – külalisprofessor.

**EMERIITPROFESSORID**

Olav Aarna, Alo Adamson, Leo Ainola, Maido Ajaots, Ilmar Arro, Peep Christjanson, Hiie Hinrikus, Kaido Hääl, Rein Jürgenson, Juha Kallas, Kaido Kallas, Jüri Kann, Tiit Kaps, Ilmar Kleis, Vladimir Koslov, Valdek Kulbach, Kaupo Kumm, Rein Küttner, Andres Lahe, Jüri Laving, Jaak Leimann, Uno Liiv, Ülo Lille, Jusef Livshits, Ants Meister, Jaan Metsaveer, Valdek Mikkal, Heino Mölder, Leevi Mölder, Arvo Ots, Marje Pavelson, Ilmar Pihlak, Enn-Aavo Pirrus, Väino Rajangu, Vello Reedik, Värdis Reiman, Enno Reinsalu, Endel Risthein, Eduard Schults, Jüri Sutt, Ülo Tärno, Otu Vaarmann, Mati Valdma, Leo Valdma, Mihkel Veiderma, Enn Velmre, Harald-Adam Velner, Kuulo Vimmsaare, Leo Vöhandu, Raoul Üksvärav.

# AUTOMAATIKAINSTITUUT 50

48. automaatikapäev reedel, 12. märtsil 2010  
auditooriumis I-202 kell 10.00–14.30

**Leo Mõtus**

## TEADUSEST AUTOMAATIKAINSTITUUDIS JA MAAILMAS

*“... vihata passiivsust, mõtteloidust ja ükskõiksust;  
olla uudishimulik, otsiv, järjekindel;  
austada mõistust ja taunida pimedat usku;  
vihata rutiini, ühekülsust ja eluvõõrust ...”*

Noore automaatiku vandest

Loodan, et juubel paneb kaasvilistlased ja ka mõned õppejõud mõtlema kas ja kuidas 1960ndatel sõnastatud idealistlikud soovid, reeglid ja eesmärgid on ajaproovile vastu pidanud. Ma ei hakka oma spekulatsioone laiendama ülikooli, teaduskonna ja instituudi praeguse seisuga analüüsile, püüdes ühtlasi vältida liigset filosoferimist. Kuigi vahel tekib kiusatus targutada Kreeka mütoologia aluste tekkimise põhjuste üle või arutada, miks revolutsioon oma lapsi sööb.

Pragmatilise insenerina üritan teha lühikokkuvõtte automaatika arengust maailmas ja kuidas instituut sellega kaasas on käinud. Ajalimiit ja ettekande maht ei võimalda nimetada kõike instituudis tehtut (olgu või õppetööd), ka jäävad väljapaistvad õppejõud enamuses nimetamata. Kogu automaatikainstituudi ajaloo kirjapanek vajaks ja vääraks asjakohast raamatut.

### **Maailma spiraalset arengut kinnitav tähelepanek automaatikainstituudi perspektiivist lähtudes**

#### **1960. aastad**

Toimus automaatjuhtimisega seotud teaduslike erialade, aga ka uute ideede plahvatuslik kasv.

- \* Arvutite, automaatika, elektroonika ja muude sõjapidamisvahendite arendamisel tekkinud vajaduste, probleemide ja meetodite segu (vahel nimetatud ka “ürgsupiks”) lagunes paljudeks uuteks teaduserialadeks: automaatjuhtimisteooria, arvutiteadus, tehisintellekt, robotika, suurte

süsteemide teooria. Eraldi tuleb nimetada metateooria teket, mis sai tuntuks küberneetika nime all.

- \* Tekkis huvi iseorganiseeruvate seadmete tegemiseks, millest realiseerusid üksikud osad – katsed seadmete iseõppimise ja adapteerumisega, närvivõrkude arendamise esimene etapp, ekspertsüsteemide alused, mitmeetapiliste otsuste tegemise teooria (Pontrjagin, Feldbaumi duaalse juhtimise probleem, Bellmann-Waldi optimaalsusprintsip ja dünaamiline planeerimine).
- \* Uutel erialadel sündis palju huvitavaid teooriaid, mis sobisid suhteliselt kitsale rakenduste klassile või äärmiselt rangete kitsenduste korral. Tekkisid ka dissidendid, kes üritasid edasi arendada teoreetiliste ning tehniliste raskuste tõttu varem seisma jäänud ideid. Näiteks Turingi ideed laiendada arvutusteooria aluseks olevat funktsioonide klassi, erialadevaheline (kaasates bioloogilisi süsteeme) lähenemine iseõppimisele ja iseorganiseeruvatele süsteemidele. Mõlemad näited elasid vaikset, pinnaalust elu kuni sajandi lõpuni.

## 2000. aastad

Vahepeal ootele jäetud teoreetilised ideed, mille arenguks ja kasutuselevõtuks ei olnud 1960ndatel piisavat tehnoloogilist baasi ja sageli ka majanduslikku huvi, tõusid sajandi lõpus uuesti päevakorda – peamiselt tehnoloogia arengust tingitud tungivast praktilisest vajadusest, kuid osaliselt ka puhtast inimlikust uudishimust. Alljärgnevalt mõned näited.

- \* Juba 1990ndate lõpus tekkis vajadus kombineerida mitmeid (1960ndatel) tekkinud teooriaid, selleks et adekvaatselt lahendada tegelikke probleeme – näiteks olid tolleaegse tehisintellekti, suurte süsteemide teooria, robotika ja arvutiteaduse piirid hakanud hägustuma. Väga tugevalt on seda hägustumist mõjutanud edusammud bioloogilise maailma olemuse mõistmisel – tehissüsteemide arhitektuur ja tööpõhimõtted püüavad imiteerida bioloogilise maailma käitumist ja ülesehitust.
- \* Tekkis vajadus iseorganiseeruvate süsteemide järele, ilmusid autonoomsetest tehissüsteemidest ehitatud süsteemid. Kui 1960ndatel tegeldi peamiselt ühe tehissüsteemi komponentidega, siis nüüd tõusis tähtsaks probleemiks komponentide integreerimine etteantud omadustega süsteemiks ja süsteemide adaptiivsuse tagamine. Ilmnes vajadus integreerida tehissüsteeme ja looduslikke süsteemseid kooslusi viimaste toimimise parandamiseks. 20. sajandil tekkinud sard-süsteemid (kus arvuti juhtis suhteliselt lihtsat tehisseadet või tehissüsteemi komponenti) kasvasid ümber tajumatuteks arvutisüsteemi-

deks (kus arvutid toimivad tehise- või loodusliku keskkonna osadena) ja nende võrkudeks.

- \* Tekkis olukord, kus tehnilised rakendused arenesid kiiremini kui nende tööd kirjeldavad ja omadusi analüüsivad teooriad. Oluliseks muutus ilmneva käitumise haldamine ja kompleksüsteemide käitumise mõjutamine. Ilmnev käitumine ei tulene süsteemi või selle osade spetsifikatsioonist, vaid dünaamiliselt süsteemi ja keskkonna koostmõjust. Näiteks on pidevas ja diskreetses ajas toimivatele automaatsuhtimisteooriatele lisandumas teooria, mis toimib ka diskreetse aja juhuslikult moodustatud alamhulgas – vajadus selle järele tekkis arvutite ja füüsilise maailma nähtuste dünaamilise koostoime haldamise raskustest.

### **Automaatikainstituudi uurimistöö on üllatavalt täpselt järginud (automaatika) maailma arengut**

Automaatikainstituudi kui terviku, aga ka selle teadustöö areng on olnud äärmiselt tugevalt seotud professor Hanno Sillamaa isikuga. Ilma tema entusiasmi, maailma arengute tajumise võime ja inimeste juhtimise oskusega ei oleks automaatikainstituut kunagi suutnud genereerida nii paljude muude instituutide teket tehnikaülikoolis. Vabandan teiste kolleegide ees nende nimetamata jätmise pärast – on ju päris selge, et üks inimene ilma kolleegide abita ei oleks suutnud automaatikainstituudi arengut tagada.

#### **1960. aastad**

- \* Automaatikainstituut alustas 1960. aastal automaatsuhtimisteooriat ja selle rakendamise meetodeid ning võimalusi õpetava ja uuriva asutuseks – seega tegeles instituut peamiselt “ürgsupist” eraldunud ühe konkreetse teadusharuga.
- \* 1962. aastal asutati tootmisprotsesside automatiseerimise probleemlaboratoorium, mis keskendus andurite ja mõõteseadmete väljatöötamisele, millele hiljem lisandusid automaatide teooria põhiste meetodite uurimine, sidu- ja süsteemiteooria meetodite uurimine, tehnoloogiliste protsesside modelleerimine ja juhtimine. Peamised rakendused paiknesid keemiatööstuses, toliaegse tehnoloogia kohaselt ehitati jäiga struktuuriga kontrollereid ja juhtimissüsteeme.

#### **2000. aastad**

- \* Automaatikainstituudi uurimistöö üritas ühendada automaatsuhtimist, tehiseintellekti ja arvutiteadust – ehk kasutada koos 1960ndatel lahku läinud erialasid. Heaks näiteks on arupuru tehnoloogial põhinevad

rakendused, mis ühendavad lisaks nimetatud kolmele erialale ka kommunikatsiooni.

- \* Jäiga struktuuriga kontrollereite ja juhtimissüsteemide asemel on valdavaks uurimisteemaks saanud tarkvaramahukad seadmed, mille funktsionaalsust saab programmi muutmisega lihtsalt muuta. Tarkvaramahukad seadmed ühendatakse sageli spontaanvõrguga, mille topoloogia võib töö käigus dünaamiliselt muutuda. Ehitatavad seadmed ja süsteemid on üldjuhul proaktiivsed ja situatsioonitundlikud – ehk omavad tehisintellekti alusel ehitatud kognitiivset võimet.
- \* Keemiatööstuse rakenduste asemel on tööstuse struktuurimuutuste tõttu tootva ja töötleva tööstuse peamised rakendused dünaamiline seire ja diagnostika. Päris uue suunana on tekkinud kaitseuringud. Kohaliku tööstuse piiratud huvi ja finantseerimisvõime tõttu on rahastamisküsimused lahendatud Euroopa projektidega.

### **Kokkuvõtteks**

Asutamisest peale on instituudi uurimistöö olnud suhteliselt maailma huvipunktide lähedal ning muutunud vastavalt maailma muutumisele. Automaatika on oma olemuselt erialadevaheline. Kaudselt näitab seda tõsiasi, et mitmed IT teaduskonna instituudid on otseselt pungunud või tugevalt mõjutatud automaatikainstituudist. Kahjuks on automaatikainstituudi teaduskoostöö huvi nihkunud 21. sajandil tugevalt mehaanikateaduskonna poole, huvi on näidanud ka energeetikateaduskond. Alles üsna viimasel ajal on tekkinud üksikisikute koostöö ka mõne IT teaduskonna instituudiga. Nende tendentside muutmine vajaks ilmselt põhjalikumat analüüsi.

Instituudi areng on olnud püsiv, välja arvatud madalseis aastatel 1990 – 1993, mil toimus viimane suur pereheitmine. Madalseis ja mõningane segadus teadustöö korraldamisel kestis veidi pikemalt, osaliselt seoses Eestis toimunud teaduse rahastamise kestvate ümberkorraldustega.

20. sajandi tootmisprotsesside automatiseerimise probleemlaboriumi 21. sajandi analoogiks on 2007. aastal moodustatud proaktiivtehnoloogiate uurimislabor. Selle kaudu on korraldatud lõviosa instituudi lepingutest, labori uurimistöösse ja lepingute täitmisse on kaasatud paljud õppejõud ning enamus doktorante.

**Andres Kull**

## MUDELIPÕHINE TESTIMINE

Mudelipõhine testimine on lai uurimisvaldkond. Mina käsitlesin oma eelmise aasta detsembris kaitstud doktoritöös “Reaktiivsete süsteemide mudelipõhine testimine” selle üht kitsast lõiku, milleks oli testide automaatne genereerimine süsteemi testimiseks “musta kasti” meetodil, kus testid genereeritakse süsteemi käitumist kirjeldavast mudelist.

Testimine “musta kasti” meetodil on funktsionaalse testimise meetod, kus testitavat süsteemi vaadeldakse musta kastina. Testitakse, kas süsteem vastab korrektselt nõuetele, mis on süsteemi käitumise kohta spetsifitseeritud selle sisendite-väljundite tasemel. Süsteemi sisemise ülesehituse kohta teadmiste omamine ei ole “musta kasti” testimise puhul oluline. Tähtis on see, et testitava süsteemi sisendeid saaks mõjutada ja väljundeid saaks jälgida. “Musta kasti” meetodil süsteemide testimisel ühendatakse süsteemi sisendid ja väljundid testiva süsteemiga (testriga). Viimane kontrollib, kas süsteemi käitumine vastab spetsifitseeritud (õigele) käitumisele. Testimiseks mõjutab tester testitava süsteemi sisendeid sisendsündmustega ja jälgib, kas testitav süsteem reageeris neile sisendsündmustele oodatud (spetsifitseeritud) viisil.

Juhul, kui “musta kasti” test on automatiseeritud, juhib testrit mingi testkood, mis on üldjuhul programm mingis programmeerimiskeeles (Java, Python, TTCN-3 jne). Tavaliselt saadakse testkood käsitsi kodeerides. Käsitsi kodeerimise puudusteks on kodeerimise tööajamahukus. Hea testkoodi kirjutamine võib võtta sama kaua või rohkemgi aega kui testitava süsteemi koodi kirjutamine. Testkoodi tuleb siluda, sest ka seal võivad esineda vead. Tihti ei ole projektides küllaldaselt aega hea katvusega testkoodi kirjutamiseks. Seega katab käsitsi kirjutatud testkood sageli väga väikese alamhulga testitava süsteemi funktsionaalsusest. Teiseks kitsaskohaks on käsitsi kirjutatud testkoodi haldamine aastaid kestvate suurte süsteemide tootearenduses. Juhul, kui süsteemi funktsionaalsuses või liidestel toimub mingi märkimisväärsem muutus, tuleb ükshaaval läbi käia kõik testkoodi failid, mis muutunud osa võiksid testida ning viia testkood kooskõlla testitavas süsteemis tehtud muudatustega. Testkoodi kvaliteetne haldamine on kallis.

Eelpool loetletud kaht põhilist probleemi, testkoodi viletsat kvaliteeti ja selle loomise ning ülalpidamise kallist hinda on võimalik tunduvalt leevendada, asendades testkoodi käsitsi kirjutamine selle automaatse genereerimisega testitava süsteemi mudelist.

Mudelipõhine testimine algab testitavate nõuete analüüsist. See on samm, mis tuleb enne testimise alustamist alati läbi teha, sõltumata sellest, kas kasutusel on mudelipõhine testimine, kas testid on automatiseeritud käsitsi testkoodi kirjutades või toimub testimine algusest lõpuni käsitsi.

- \* Käsitsi testimise puhul analüüsib testija süsteemi nõudeid ja moodustab sellest oma peas mingi “mudeli” süsteemi käitumise kohta, mida ta seejärel käsitsi teste sooritades hakkab testima.
- \* Mudelipõhise testimise puhul analüüsib testija süsteemi nõudeid ja moodustab nendest testitava süsteemi formaalse mudeli. See kirjeldab süsteemi spetsifitseeritud (õiget) käitumist. Testkood genereeritakse mudelist automaatselt, kasutades testigeneraatorit.

Mudelipõhine testimine annab positiivse tulemuse juba süsteemi mudeli loomise käigus. Samuti, nagu mudelipõhise tarkvara arenduse käigus modelleerides, selguvad ka siin juba mudeli loomise ajal süsteemi nõuete vasturääkivused. Seega paraneb süsteemi kvaliteet nõuete täpsustamise kaudu juba enne testimise tegelikku alustamist. Testigeneraator genereerib mudelist testid süstemaatiliselt, osates genereerida teste nõnda, et oleks tagatud kasutaja defineeritud testide katvus. Testigeneraator suudab genereerida mõne minutiga märksa katvama testkoodi kui inimene nädalate või kuude kaupa käsitsi teste kodeerides. Genereeritud testkood ei vaja enam silumist, seega jääb ära tülikas testkoodi enda testimise ja silumise töö. Olemasolevate testide haldamine muutub palju lihtsamaks ja odavamaks, võrreldes käsitsi kodeerimisega. Hallata ei ole vaja enam testkoodi, vaid mudeleid. Mudel on abstraktsem kui testkood ja seega paremini loetav ja mõistetav. Testitava süsteemi funktsionaalsuse muutuse korral tuleb teha vastav muudatus olemasolevatesse mudelitesse ja minutitega genereeritakse kogu testkood algusest peale uuesti. Mudelipõhise testimise otstarbekus on eriti ilmne testide haldamise järgus. Mida rohkem testide haldamise tsükleid tootearenduses esineb, seda suuremaks muutub mudelipõhisest testimisest saadav ajaline ja rahaline võit.

Kõik ei ole siiski nii sujuv, kui eelneva jutu põhjal võiks arvata. Mudelipõhine testimine nõuab käsitsi testimisest ja käsitsi testkoodi kodeerimisest pisut erinevaid oskusi. Testija peab olema võimeline formaliseerima nõudeid ja esitama need mudeli kujul. On selge, et mudelipõhiseks testijaks ei ole võimalik õpetada käsitsi testijaid ning mitte kõik käsitsi kodeerijad ei valda abstraherimisoskust, mis on vajalik mudelite loomisel. Mudelipõhise testimise juurutamine eeldab täiendavat koolitust uute meetodite ja tööriistade selgeksõppimiseks. Mudelite loomine nullist on töömahukas protsess, mis nõuab alginvesteeringuid ja aega. Juhul, kui loodud teste ei ole kavas kasu-



tada rohkem kui ühe testimistsükli tarbeks, ei ole otstarbekas mõelda testide automatiseerimisele ega teha seda ka mudelipõhiselt.

Mudelipõhine testimine ei ole midagi väga uut. Mudelipõhise testimise meetoditega on akadeemilistes ringkondades tegeldud juba 50. aastate lõpust, kuid tööstuses ei ole mudelipõhine testimine veel läbi löönud. Erinevatel põhjustel ei ole mudelipõhine tehnoloogia laiemaks kasutuseks piisavalt küps. Tööstuses kasutavad seda seni vaid üksikud pioneerid. Hetkel võib ülemaailmse mudelipõhise testimise tehnoloogia vallas välja tuua vaid väikese hulga tugevaid tegijaid. Nendeks on Conformiq Soomest, SmartTesting Prantsusmaalt, Microsoft ja IBM.

Eestis on mudelipõhise testimise tehnoloogia arendamisega tegeldud alates 2003. aastast OÜ Elvior ja TTÜ arvutiteaduste instituudi koostöös. Elvioris on välja töötanud mudelipõhine testigeneraator, mis genereerib TTCN-3-keelset testkoodi testitava süsteemi UML-i olekudiagrammidest. Aastatel 2007–2009 osalesid Elvior, Eliko TAK ja TTÜ arvutiteaduste instituut üleeuroopalises ITEA2 projektis D-MINT, kus mudelipõhist testimist rakendati erinevatel tööstuslikel testimisülesannetel. Projekti üheks eesmärgiks oli välja selgitada, kas mudelipõhise testimise tehnoloogia on valmis rakendamiseks tööstuses. Teiseks eesmärgiks oli anda tööstusest tagasisidet mudelipõhise tehnoloogia pakkujatele toodete täiustamiseks. D-MINT-projekti Eesti konsortium rakendas mudelipõhist testimist Tartu linnas kasutusel olevate valgustussüsteemi kontrollerite testimisel. Kontrollerite testimine hõlmas kaks testimistsükli. Esimese jooksul loodi testikeskkond, mis koosnes kontrollerist, süsteemiadapterist (et ühendada kontrolleri elektriline liides testimisüsteemi sõnumipõhise liidesega) ja testimissüsteemist. Loodi süsteemi mudelid ja genereeriti testid ning testiti nendega kontrollerit. Teine testimistsükkel sai alguse sellest, et kontrolleri tarkvaranõuetes toimus sügav muudatus, mistõttu kontrolleri käitumine märgatavalt muutus. Olemasolevate käitumuslike mudelite muutmine tundus uues olukorras ebaratsionaalne. Loodi uued mudelid ning genereeriti uus testkood, millega testiti kontrolleri uut tarkvara.

Valgustussüsteemi kontrolleri testimisel veendusime, et testide saamise tootlikkus on oluliselt suurem käsitsi kodeerimisest. Eriti suur vahe ilmnes teise testimistsükli ajal. Selle alguseks olid tehtud esialgsed investeeringud ainevaldkonna tundmaõppimiseks (valgustussüsteemi kontroller), oli loodud testikeskkond ning arendatud välja esimese testimistsükli tarbeks süsteemi mudelid. Kui esimene testimistsükkel võttis aega 210 päeva, siis teine tsükkel sooritati 10 päevaga. Efektiivsuse tõus on seletatav asjaoluga, et alginvesteeringud testikeskkonna loomisesse ja ainevaldkonna tundmaõppimisse olid tehtud juba eelmise tsükli ajal. Esimese testimistsükli jooksul genereeriti

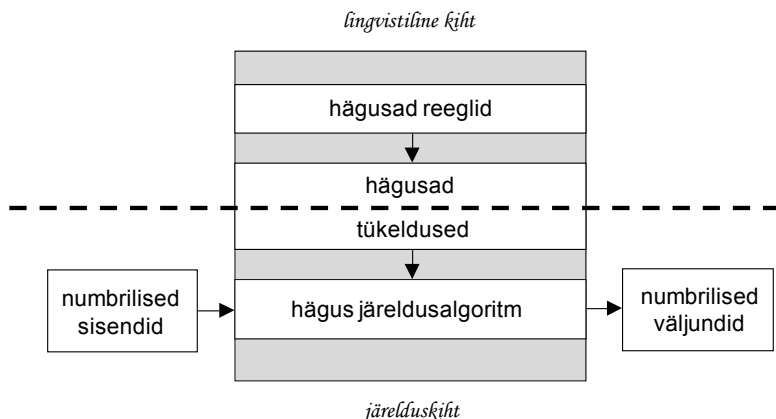
umbkaudu 9000 rida testkoodi, teise testimistsükli jooksul 8000 rida koodi. Esimese testimistsükli tootlikkuseks tuli niisiis 43 rida testkoodi päevas. See on võrreldav käsitsi koodikirjutamise tootlikkusega. Seevastu teine testimistsükkel demonstreeris tootlikkust 800 rida testkoodi päevas, mis tähendab 18-kordset tootlikkuse tõusu, võrreldes esimese testimistsükli ja ka käsitsi testkoodi kirjutamise kiirusega.

Kokkuvõtteks võib öelda, et mudelipõhine testimine võimaldab märgatavat aja ja raha kokkuhoidu, võrreldes käsitsi testide kodeerimisega. Mudelipõhise testimise tootlikkus võib erinevate testimisülesannete puhul olla erinev. Soome firma Conformiq räägib klientidelt saadud andmetele toetudes 5–20-kordsest tootlikkuse tõusust, võrreldes käsitsi kodeerimisega.

**Andri Riid**

## ANDMETÖÖTLUS HÄGUSLOOGIKA VAHENDITEGA JA SELLE RAKENDUSED

Hägasad süsteemid, mis kujutavad endast hägusloogika vahenditega realiseeritud tajutava ja mõõdetava maailma vahelisi liideseid, võimaldavad tõlkida inimteadmuse (või sellest inspireeritud arutluskäigu) väliskeskonda sobituvateks numbrilisteks väärtusteks, millega opereerivad insener-tehnilised seadmed. Võimalik on ka vastupidine – hägusa süsteemi genereerimine mõõdetud-kogutud numbrilistest andmetest, mis viib informatsiooni inimesele paremini hoomatava suurema üldistusastmega kujule – st et liides on mõlemasuunaline. See on võimalik tänu sellele, et hägus süsteem loob oma sisendite ja väljundite vahelised seosed kahel rööbitisel, kuid ühtaegu seotud tasandil, kus numbritega opereerib nn järeluskiht. Teist, lingvistilist kihti, võib käsitleda hägusa süsteemi pealisehitisena, mille põhiliseks elemendiks on KUI-SIIS-tüüpi reeglid, mis kirjeldavad süsteemi sisendite ja väljundite vahelisi põhjuslikke seoseid, kasutades selles hägusaid hulki, milleks vastavate muutujate muutumispiirkonnad on tükeldatud. Just hägus tükeldus on sillaks, mis viib numbrite maailmast lingvistiliste üldistuste maailma (või vastupidi) ning sellest tulenevalt jookseb eraldusjoon lingvistilise ja järeluskihi vahel läbi hägusa tükelduse.

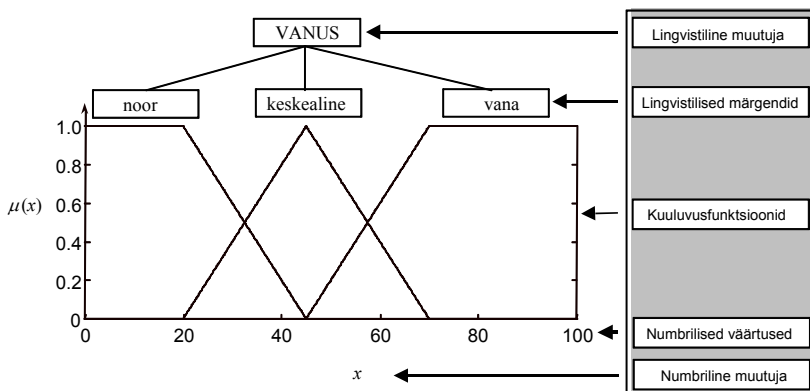


### Hägusa süsteemi kahekihilisus

Hägusloogika rakendusvõimalused on mitmesed. Ajalooliselt tuntuim on ekspertteadmistel põhinev süntees (tegevusjada, mis hõlmab endas hägusa süsteemi muutujate, nende muutumiskiirkondade, hägusate tükelduste, KUI-SIIS-reeglite ning järelalusalgorithmi parameetrite määratlemist), kus süsteem pannakse kokku sisuliselt käsitsi ning kogu informatsioon, mida sünteesitav hägus süsteem endas kätkeb, pärineb seda konstrueeriva(te)lt isiku(te)lt. Antud kontekstis võib hägusloogikas näha ekspertsüsteemide realiseerimise meetodikat. Kuna taolise lähenemisviisi edukus sõltub otseselt süsteemi konstrueeriva inimese “kvaliteedist” (edukas süntees eeldab kompetentse eksperdi olemasolu ning ühtlasi temapoolset hägusloogika omaduste head mõistmist), on viimasel ajal üha enam hakatud kasutama vähemal või suuremal määral automatiseeritud häälestus-, modelleerimis- ja optimeerimisalgoritme, mis võimaldavad inimoperaatori ja viimasega kaasneva subjektiivsuse sünteesihelast suuremal või vähemal määral välja lülitada.

Tänapäeval on väga levinud hägusate süsteemide modelleerimine kogutud arvandmetest, mis üldjuhul eeldab hägusa süsteemi järelalusalgorithmi viimist nn lihtsustatud kujule, et võimaldada optimeerimisalgoritmil süsteemi parameetreid matemaatiliselt manipuleerida. Siin on üks suur “aga”. Hägusa süsteemi interpreteeritavus (s.o omadus, mis tagab süsteemi lingvistilise ja järeldukkihi vahelise kooskõla) ei ole nende süsteemide vaikeomadus, seetõttu viib selle ignoreerimine üldjuhul olukorrani, kus modelleerimisprotsessi tulemusena saadud hägus mudel on numbriliselt küll korrektne, kuid sisaldab lingvistilise kihi tasemel väära või vigast informatsiooni. See on kahtlemata ebasoovitav nähtus, iseäranis juhul, kui meil on kavatsus hägusa süsteemi reegleid mingil moel kasutada mudeli valiidsuse tõendamisel, analüüsil või

mis tahes muudes mudeliga ettevõetavates edasistes tegevustes. Korrektselt interpretatsiooni võimaldavate hägusate süsteemide modelleerimine on võimalik, kui interpreteeritavuse tingimused on modelleerimisalgoritmi juurutatud. See eeldab küll inseneriteaduste muudest valdkondadest ülevõetud modelleerimistehnikate üsnagi tülikat modifitseerimist.



Hägus tükeldus. Inimeste vanus ja selle numbriliste väärtuste rühmitamine hägusate hulkade (kuuluvusfunktsioonide) kaudu

Suurimaks praktiliseks väljakutseks on kahe eelmainitud lähenemise ühendus ehk kombineeritud rakenduskeem, kus kasutame katseandmetest modelleeritud süsteemi platvormi ja informatsiooniallikana selleks, et luua mingi uus kvalitatiivselt erinevate omadustega süsteem. Seesuguse lähenemise põhieelduseks on, et identifitseeritud mudeli kaudu ilmsiks tulnud põhjuslikud seosed oleksid pööratavad. Tüüpnäitena võib tuua mingi protsessi kulgu juhtiva regulaatori sünteesi, kus mudeli protsessi käitumist kirjeldavate reeglite analüüsil oleme huvitatud eeskätt sellistest, mis kirjeldavad juhtimiseesmärkidega kooskõlas režiime. Kui mudel on koostatud korrektselt, s.o relevantsete sisendite ja väljundmuutujatega, võimaldab nende juhiste analüüs välja selgitada protsessi soovitud olekus hoidmise tingimused. Regulaatori sünteesisprotseduuri on võimalik teha automatiseeritult, vastava sünteesiaalgoritmiga, mis selekteerib soovitud talitlustele vastavad juhised ja pöörab nendes esitatud põhjusliku seose. Tõsi, hägusa loogika ligikaudsuse tõttu ei sobi see lähenemine hästi olukorras, kus eesmärgiks on reguleeritava muutuja hoidmine mingil täpsel väärtusel, küll aga juhtumitel, kui eesmärgiks on selle maksimeerimine või minimeerimine. Praktika lisab omad nõudmised – modelleerimisalgoritm peab toimima (st suutma genereerida meid rahuldava kvaliteediga mudeleid ja tooma välja olulised seosed) ka tingimustes, kus

andmed on puudulikud või sisaldavad mõõtevigu (müra). Peale üldise numbrilise täpsuse ja interpreteeritavuse osutuvad seega süsteemi määravateks nõueteks selle juhiste relevantsus ja usaldatavus, mille tagatus sõltub otseselt kasutatud modelleerimisalgoritmi omadustest.

Viimase kümne aasta vältel, mil nende küsimustega on TTÜ automaatika-instituudis tegeldud, töötati välja:

- \* hägusate süsteemide läbipaistvuse tingimused, mille järgimine tagab, et lingvistilise ja järeluskihhi vaheline seos on ühene, ootuspärane ning interpretatsiooni toetav;
- \* hägus täisautomaatne modelleerimisalgoritm läbipaistvate hägusate süsteemide genereerimiseks, mis on arvutuslikult vähekulukas, toodab usaldusväärseid relevantseid mudeleid ning suudab toime tulla ka andmetega, mis sisaldavad müra ja/või vigaseid lugemeid;
- \* hägusa süsteemi lihtsustusalgoritm, mis vähendab väljundparameetrite arvu minimaalse informatsiooni- ja täpsuskaoga, tõstes sellega ühtlasi veelgi süsteemi usaldusväarsust;
- \* hägusa süsteemi lihtsustusalgoritm, mis kõrvaldab hägusast süsteemist redundantsuse, vähendades sellega süsteemi keerukust 30–60% ulatuses;
- \* automaatne regulaatorisünteesija poolperioodilisele fermentatsiooni-protsessile.

Need algoritmid moodustavad tööriistade kogumi, mis võimaldab senisest paremini kasutada hägusate süsteemide interpreteeritavust, mis muidugi ei tähenda, et uurimistöö sellega lõppenud oleks.

**Jaanus Tamm**

## ARUPURU TEGIJA EESTIS

### **Tehnoloogia areng**

Kui esimesed pikemad sammud arvutite arengus tehti eelmise sajandi keskpaigas suurarvutite loomise ajal, siis tänapäeval on toimumas uus revolutsioon, kus arvutid muutuvad aina väiksemaks. Suurarvutite ajastul oli arvuti kasutamine küllaltki ebamugav: esialgselt olid need seadmed loodud asjatundjate jaoks ja arvuti kasutamine eeldas vastavat erialast koolitust või eri-

alateadlase abi. Nüüdseks on arvuti jõudnud massidesse ja selle ülesanne on märgatavalt muutunud.

Tänapäeval on personaalarvuti võtnud mitmesuguseid erinevaid vorme – nii digitaalsete märkmike kui ka nutitelefone võib nimetada väikeseformaadilisteks ja erikujulisteks arvutiteks. Kuid hoolimata arvutite füüsiliste mõõtmete vähenemist ja erinevatest vormidest on arvuti kasutamise põhimõtted jäänud samaks.

Muutus, millest eespool juttu oli, muudab arvuti tähendust ning seda, kuidas inimesed arvuteid kasutavad. On vältimatu, et arvutid saavad veel vahetumalt meie igapäevaelu osaks, olles “peidetud” meie poolt kasutatavatesse seadmetesse. Need on juba praegugi kõikjal: televiisorites, rõstrites ja autodes. Kuid enamike selliste protsessoritega varustatud seadmete funktsionaalsus on identne analoogsetele seadmetele, kus puudub arvuti, ning võib öelda, et arvuti on lisatud sinna selleks, et parandada seadmete algset funktsionaalsust ning muuta nende tootmine odavamaks.

Eristatakse tajumatut ja tajuvat arvutust. Suurt osa arvutustest, mida arvuti teeb, me ei teadvusta. Teadvustamine ei ole tajumine.

### **Tajumatu arvutus**

Suure hulga “tarkade” seadmete integreerimist füüsilisse maailma ning nende ühendamist võrku, mis toetaks inimest tema igapäevaelus, nimetatakse tajumatuks arvutuseks. Tajumatute arvutusseadmete ülesanne erineb konventsionaalsete arvutusseadmete omast – tajumatutelt seadmetelt eeldatakse teatud määral proaktiivsust. Need seadmed ei reageeri mitte ainult inimese antud käskudele, vaid täidavad mitmeid ülesandeid iseseisvalt, lähtudes oma arusaamast maailma kohta ja oma sihifunktsioonist. Inteli uurijad sõnastavad proaktiivsuse järgmiselt: proaktiivse arvutusmudeli korral ennustavad arvutid meie vajadusi ning tegutsevad vahel meie eest. Meie suhtleme vaid mõne oma läheduses oleva arvutiga, kuid suur enamus arvutitest on sügavale meie keskkonda paigutatud, kus need koguvad andmeid ning tegutsevad vastavalt kogutud andmetele ilma inimese vahelesegamiseta.

### **Sensorvõrgud ja arupuru**

Arupurukübe on väike arvuti, mis on varustatud sõltumatu energiaallika ja traadita andmesideliidesega, mis on võimeline suhtlema muude omasugustega ning töötama iseseisvalt. Targa tolmu arendamine ja uurimine on suuressti toimunud tänu rakendusvaldkonna väga laialdasele tundmaõppimisele. Kübemetekonstruktsioonide väljatöötamine tsiviilvaldkonnas on alles algusjärgus ning seetõttu on arupururakendusi igapäevaelus veel vähe.

Sensorvõrke saab põhimõtteliselt rakendada nutika keskkonna loomiseks tootmisettevõtetes ja logistikas.

Suure hulga kaupade automaatset jälgimist võimaldavad lahendused on juba olemas. Esimesed konteinerite asukohta ja olukorda reaajas jälgivad rakendused töötati välja eelmise sajandi lõpul. Tark tolm lubab seda kontseptsiooni edasi arendada – tehnoloogia täiustudes ja odavnedes on põhimõtteliselt võimalik iga toote külge kinnitada kübe, mis jälgiks toote asukohta ning seisukorda. Selliste süsteemide erilahendused võimaldaksid jälgida ka toodete seisukorda, alates valmimisest, nende transpordist tootja juurest hulgi- lattu kuni jõudmiseni tarbijani. Toote külge kinnitatud kübemelt oleks võimalik hankida informatsiooni toote veo- ning säilitustingimuste kohta.

Põllumajandus pakub kübemetele mitmeid rakendusi: kübete abil saab väikese ajaintervalliga mõõta ja salvestada erinevaid keskkonnatingimusi (õhu ja maapinna niiskus, õhu ja maapinna temperatuur jms). Kõrvutades hiljem erinevate ajajärkude keskkonnatingimusi teatud kasvupiirkondade saagikusega on võimalik leida kasvatatavate taimede optimaalsed keskkonnatingimused. See omakorda võimaldab vähendada tootmise hinda, parandada kvaliteeti ja suurendada saagikust. Piirkondades, mis vajavad pidevat niisutust, on võimalik saavutada kokkuhoidu vee säästmise arvel, kuna keskkonna täpne jälgimine annab informatsiooni, millele toetudes saab taimi niisutada võimalikult säästlikult.

### **Rakendused keskkonna jälgimisel**

Kübemed võimaldavad jälgida keskkonda, avaldades samas keskkonnale minimaalset mõju – seega jälgida kaitsealuseid loomi ja linde, sekkumata nende elukeskkonda. Kübete võrgu omadused – juhtmete puudumine ning lihtne konfigureeritavus tähendavad seda, et keskkonna jälgimiseks vajalik võrk on võimalik paigaldada kiiresti ja lihtsalt. Peale loomade jälgimise saab kübemeid kasutada ka seismiliste nähtuste jälgimisel ning seeläbi maaväri- nate ennustamisel. Üheks keskkonna jälgimise näiteks on Ameerika Ühendriikides tehtud eksperiment, mille käigus paigaldati arupurukübemed looduskaitsealale (Great Duck Island) ning jälgiti seal toimuvat minimaalse mõjuga keskkonnale.

### **Arupuru rakendamine Eestis**

TTÜ proaktiivtehnoloogiate laboris on tehtud selle valdkonna uuringuid alates 2003. aastast. Tehtud on erinevaid projekte, koostöös IMECCiga rakendatakse arupuru tööstusjälgimiseks. Tallinna Tehnopolis tegutsev ette- võtte Defendec on realiseerinud erinevaid arupurutehnoloogial põhinevaid

rakendusi. Algselt nime all Smartdust Solutions tegevust alustanud ettevõtte on praeguseks keskendunud peamiselt kaitsevaldkonnaga seotud sektorile. Samas saab Defendecis arendatavat sensorvõrkude võrgukihti rakendada erinevates valdkondades. Defendecis ja ProLabis ühiselt korraldatava EASi rahastatava rakendusuuringu käigus arendatakse võrguprotokolli ning panakse üles tuhandest võrgusõlmest koosnev testvõrk TTÜ ja Tehnopoly ümbrusse Nõmme mändide alla. Võrgu moodustavad arupurukübed on varustatud erinevate sensoritega, mis võimaldavad jälgida erinevaid keskkonnatunnuseid.

Kuhu see tehnoloogia edasi liigub ja mis on peamised uurimisvaldkonnad ja tegevussihid, näitab aeg.



# 50 AASTAT KÜBERNEETIKA INSTITUUDI LOOMISEST

Konverents reedel, 3. septembril 2010 Küberneetika maja saalis  
kell 15.00–17.00

Jüri Engelbrecht

## SOLITONI MITU NÄGU

Küberneetika Instituudi aastapäevaüritusi on alati saatnud teadusettekanded, kus juttu põnevatest probleemidest. Samas ei saa ettekanded olla väga tehnilised, vaid peaksid rõhutama nii põhimõtteid kui ka tulemusi ning päris kindlasti heitma pilgu tulevikku.

Solitonid on värvikas peatükk matemaatilises füüsikas, milles teooria ja rakendused on tihedalt põimunud. Solitoni kontseptsiooni nurgakiviks on mittelineaarsus, mille tähtsust mõistis juba Aristoteles (summa on suurem kui üksikosad kokku liidetuna).

Mis siis on soliton? Füüsikalises maailmas on olulised jäävusseadused – massi jäävus, impulsi jäävus, energia jäävus. Ometi näeme me maailma muutumas. See aga tähendab protsesse, kus energia kandub üle ühest vormist teise, kuid midagi võib olla ka tasakaalus, vähemalt teatud aja jooksul. Nii ongi füüsikalises vaatepunktist soliton määratletud kui üksiklaine, mis levib kuju muutmata ning interaktsioonis teise samasugusega säilib oma kuju ja energia. Nagu juba öeldud, on solitoni eksistentsi oluliseks nurgakiviks mittelineaarsus, kuid sellest üksi ei piisa. Vaja on ka teist füüsikalist nähtust, mis peaks tasakaalustama mittelineaarsuse mõju. Üldjuhul võib öelda, et selleks on dispersioon, s.t leviva laine Fourier' komponendid levivad eri kiirusega. Mittelineaarsuse ja dispersiooni koosmõju tulemiks ongi stabiilne üksiklaine.

Solitoni ajalugu on värvikas. Esimesena kirjeldas solitoni (tegelikult küll üksiklainet, nähtusel polnud ju nimesilti küljes) šoti laevaehitusinsener John Scott Russel 1834. aastal. Ta märkas, et kui kitsal kanalil Edinburghi lähistel veeti hobuste jõul praami ja hobused mingil põhjusel peatusid, eraldus praami vööril laine, mis hakkas kanalis levima oma kuju muutmata. J. S. Russel ise ratsutas kanali kaldal ning jälgis lainet paar miili. Ta hindas ka kvantitatiivseid näitajaid – kõrgus jalg või poolteist, lainepikkus umbes 30 jalga ning

kiirus 7–8 miili tunnis. Algas vaidlus, tollane teadlaskond arvas, et veepinnal levivad lained peaksid olema siinusfunktsiooniga kirjeldatud. Alles Bousinesq (1871) ja Rayleigh (1876) näitasid, et ka hüperboolse seekansi ruuduga kirjeldatav “külm” on võimalik. Veelgi hiljem, 1895 tuletasid D. J. Korteweg ja G. de Vries võrrandi, mis seesugust lainet ka kirjeldab. Elegantne osatuletistega diferentsiaalvõrrand, mis lubab lahendit hüperboolse seekansi ruudu kujul, kannab nüüd nende nime, lühidalt on see KdV võrrand. Järgnes rohkem kui poole sajandi pikkune vaikus, diferentsiaalvõrrandeid oli ju palju, KdV võrrandil oli tõesti erilahend olemas, kuid meelevaldsetel algtingimustel seda lahendada ei osatud. Arvuteid samuti polnud.

Uue hoo sai probleemi areng alles 1955. aastal, kui A. Fermi, J. Pasta ja S. Ulam asusid uurima termodünaamilist tasakaalu kristallvõres. Eesmärk oli näidata, milliste mittelineaarsetest tulenevate moodide vahel jaotub energia. Nende harilike diferentsiaalvõrrandite süsteem andis aga üllatava tulemuse – esialgne olukord taastus mõne aja jooksul. Fermi-Pasta-Ulami probleem, nagu seda probleemi nüüd nimetatakse, võeti uuesti käsile 1965, mil N. J. Zabusky ja M. D. Kruskal teisendasid Fermi-Pasta-Ulami süsteemi osatuletistega diferentsiaalvõrrandiks, milleks osutus KdV võrrand. Numbriline simulatsioon näitas, et harmoonilistest algtingimustest tekkis üksikimpulsside (üksiklainete) jada, iga üksiklaine levis oma kiirusega, interaktsioonis teisega tema kuju ei muutunud ning teatud aja möödudes oli taastunud esialgne harmooniline kuju. Järgides tuntud eeskujusid (elektron, prooton, neutron), nimetasid nad selle üksiklaine solitoniks (*solitary wave*). Algas solitoni võidukäik. Selgus, et probleemide ring, kus taoline üksiklaine eksisteerib, on väga lai – lained veepinnal, siselained vees, lained dispersiivsetes (mikrostruktuuriga) tahkistes, lained plasmal, optilistes kiududes, bioloogilistes makromolekulides, vooluahelates jm. KdV võrrand pole ainuke, mis taolist lahendit omab – solitonivõrrandite perekond on lai – mittelineaarne Schrödingeri võrrand, sine-Gordoni võrrand, Davõdovi võrrand, Kadomtsev-Petriashvili võrrand jne. Kui KdV võrrand on ühedimensiooniline, siis nüüd teame ka kahe- ja kolmedimensioonilisi mudeleid. Eksisteerib hulk elegantseid meetodeid nende mittelineaarsete võrrandite lahendamiseks – pöördhajumise meetod, Hamiltoni formalism, Bäcklundite teisendus.

Miks on solitoni kontseptsioon oluline? Tegemist on energia jäävusega konservatiivses süsteemis, s.t üksiklaine – soliton kannab edasi signaali, mille energia on jääv. Loomulikult kerkib kohe küsimus võimalikust dissipatsioonist, mis päris kindlasti kõiki protsesse suuremal või vähemal määral mõjutab. Siiski on ka konservatiivsetel süsteemidel oluline osa protsesside mõistmisel ja selles peitubki solitonide tähtsus. Võiks ehk lisada, et optilistes kiududes (mittelineaarne Schrödingeri võrrand) levivad signaalid tuhandete

kilomeetrite kaugusele ning teada on meetodid, kuidas algsignaali vajadusel uuesti võimendada. Samas on uuringute objektiks ka dissipatiivsed solitonid, mille puhul lahend eksisteerib teatud ajaintervallis.

KdV võrrandi 100. aastapäeval (1955) korraldati J. S. Russeli katse samal kanalil, seda küll mootorpaadiga. Koht ise asub praeguse Heriot-Watti ülikooli kampuse lähedal ja on tähistatud mälestustahvliga. Asjahuviline saab rohkem infot aadressil [www.ma.hw.ac.uk/solitons/](http://www.ma.hw.ac.uk/solitons/). Kirjandust solitonidest on palju, siinkohal viitame vaid paarile hiljutisele väljaandele [1, 2]. Kindlasti võiks soovitada solitonide teooria matemaatilist arengulugu [3]. Ka käesoleva loo autor on kirjutanud essee solitonidest [4].

Järgnevalt mõned näited laiast solitonide maailmast. Üks huvitavamaid nähtusi on solitonide interaktsioon. Nagu öeldud, pärast interaktsiooni solitonid säilitavad oma kuju ja kiiruse. Protsess on hästi uuritud KdV solitonide juures, ometi toimub iga interaktsiooni puhul faasi muutus (nihe trajektoiril  $x-t$  tasandil). Mis aga toimub interaktsiooni ajal? Kui ühedimensioonilise KdV solitoni puhul ei saa protsessi eriti hästi jälgida, siis kahedimensioonilise protsessi puhul on interaktsioon ilmekas. Seda ka kõige otsesemal moel, sest kahedimensioonilised solitonid esinevad veepinnal. Kirjeldatud on need Kadomtsev-Petriashvili võrrandi abil. Selgub, et interaktsiooniprotsessis tekivad nn interaktsioonisolitonid, mille amplituud on otseselt seotud interaktsioonis olevate solitonide amplituudiga. Siin ilmneb mittelineaarsete protsesside omapära – summa on suurem kui osad kokku liidetuna. Kui oletada, et kokku saavad võrdse amplituudiga solitonid, siis interaktsioonisolitoni amplituud pole mitte  $1 + 1 = 2$ , vaid kõigi aritmeetika reeglite vastaselt võib  $1 + 1 = 4$ . Tegemist pole aritmeetikaga, vaid füüsikaga. Ja “võib” tähendab seda, et tulem sõltub solitonide kohtumisnurgast, ning väärtus 4 ilmneb üksnes piirjuhtumil, seega väga harva. P. Peterson ja T. Soomere on neid protsesse uurinud, teoreetiliselt on interaktsioonisolitoni amplituud leitud, arvutisimulatsioon näitab seda samuti ning nii meil kui ka teistel on tabatud “fototunnistused”. Siin pole aga tegemist pelgalt olulise teoreetilise tulemusega, taoline interaktsiooniprotsess võib olla oluline nii sadama akvatooriumides kui ka avamerel. Kui sadama kai lähistel (üks kiirlaev lahkub, teine saabub) poolemeetrised lained kohtuvad, võib interaktsioonisolitonil olla amplituudiks 2 m. Kuidas see väikesele purjekale mõjub, võib igaüks ette kujutada. Asjahuvilised võivad sellest nähtusest rohkem teavet saada T. Soomere entsüklopeedilisest ülevaatest [5]. On võimalik, et avamerel on taoline protsess üks põhjustest nn mõrvarlainete tekkimisel.

Solitonide maailm on oluline kaioon-akustiliste lainete analüüsil. Nii on kahe- ja kolmedimensiooniliste kompaksete solitonide (kompaktonide) analüüs näidanud, et taoliste solitonide tekkeprotsess on sarnane ühedimensioo-

niliste solitonide tekkeprotsessile [6]. Praegu pole aga veel selge, kas niisugused kompaktonid käituvad interaktsioonil elastselt (s.t ilma kaju, seega ka energiat muutmata) või mitte.

Äärmiselt huvitavad on solitonid optilistes kiududes. Need on kirjeldatud mittelineaarse Schrödingeri võrrandiga, kus haaratud on dispersioon ja intensiivsusest sõltuv nn Kerri mittelineaarsus. Soliton on sel juhtumil impulsside jada mähkija ning tegemist on nn skalaarse solitoniga. Üldistades seda olukorda vektorsolitonile, on tulemus üllatav. Vektorsolitonide kirjeldamiseks kahte seostatud mittelineaarset Schrödingeri võrrandit ja vektori komponentideks on kaks polarisatsiooni või fotorefraktiivsete kristallide puhul kaks mittekorreleeritud valgusvihku. Vektorsolitone kutsutakse Manakovi solitonideks ning nende interaktsioonimehhanism on rikkam kui skalaarsolitonide interaktsioon. Peale faasinihke toimub vektorsolitonide interaktsioonil ka energia ümberjaotamine komponentide vahel. See on andnud tõuke ideele, et solitone võiks kasutada loogikatehete sooritamiseks – nn *soliton computing* [7]. Nimelt saab interaktsiooniprotsessi kirjeldada Boole'i loogika abil, iseloomulik on kaskaadsus, on võimalik konstrueerida loogikalülitisi (AND-gate, NOT-gate). Esimesed katsed on paljutõotavad [7], kuidas edasi, seda näitab tulevik.

Solitonide maailm on tõepoolest lai ning pakub palju huvitavat. Näiteks palmiksolitonid, kus tegemist on kahe solitoni “põimumisega” ja need leviavad koos. TTÜ Küberneetika Instituudis on A. Salupere koos kolleegidega näidanud sedalaadi struktuuride olemasolu granuleeritud materjalides ning vardas, mille materjal allub nn Mooney-Rivlini seadusele. Kolmedimensioonilisel juhul võiks tegemist olla kahest kimbust “põimitud” kõiega, nagu on optilises keskkonnas ka tuvastatud [8]. Kui aga on tegemist tugeva mittelineaarsusega, siis mittelineaarsuse ja dispersiooni tasakaal pole veel päris selge.

TTÜ Küberneetika Instituudis on viimastel aastatel analüüsitud mitmeid küsimusi solitonide teoorias: solitonstruktuurid, peidetud solitonid, solitonid veepinnal, interaktsioonisolitonid. Viited [9–14] esitavad vaid väikese valiku huvitavatest tahkudest. Oluliste rakendustena tuleb esiteks rõhutada interaktsioonisolitonide tekkemehhanismi ja parameetrite analüüsi, mis on äärmiselt tähtis meresõidu ohutuse seisukohalt, ja teiseks pöördülesannete lahendamist. Mikrostruktuuriga materjalides on võimalik solitonide levi, kuid mikrostruktuuri mittelineaarsusest tingituna on solitonid erinevalt klassikalisest KdV solitonist ebasümmeetrilised [12, 14]. Seda omadust saab kasutada materjali teatud tunnussuuruste määramiseks ultrahelil põhinevas mittepurustavas katsetamises akustodiagnostikas.

## Kirjandus

1. Encyclopedia of Nonlinear Science, A. Scott (ed.), Routledge, 2004.
2. Dauxois, T., Peyrard, M. Physics of Solitons, Cambridge University Press, 2006.
3. Weissert, T. P. The Genesis of Simulation in Dynamics, Springer, 1997.
4. Engelbrecht, J. Beautiful dynamics. Proc. Estonian Acad. Sci. Phys. Math., 1995, 44(1), 108–119.
5. Soomere, T. Solitons interactions. In: Encyclopedia of Complexity and Systems Science, R. A. Meyers (ed.), Springer, 2009, vol. 9, 8479–8504.
6. Rosenau, P., Hyman, J. M., Staley, M. Multidimensional compactons. Phys. Rev. Lett., 2007, 98, 024101.
7. Rand, D., Steiglitz, K. Computing with solitons. In: Encyclopedia of Complexity and Systems Science, R. A. Meyers (ed.), Springer, 2009, vol. 2, 1376–1395.
8. Stegeman, G. I., Segev, M. Optical spatial solitons and their interactions: universality and diversity. Science, 1999, 286, 1518–1523.
9. Peterson, P. Reconstruction of multi-soliton interactions using crest data for  $(2 + 1)$  dimensional KdV type equations. Physica D: Nonlinear Phenomena, 2002, 171, 4, 221–235.
10. Salupere, A., Engelbrecht, J., Peterson, P. On the long-time behaviour of soliton ensembles. Math. Comp. Simul., 2003, 62, 137–147.
11. Engelbrecht, J., Salupere, A. On the problem of periodicity and hidden solitons for the KdV model. Chaos, 2005, 15, 15114.
12. Janno, J., Engelbrecht, J. Solitary waves in nonlinear microstructured materials. J. Phys. A: Math. Gen., 2005, 38, 23, 5159–5172.
13. Soomere, T., Engelbrecht, J. Weakly two-dimensional interaction in shallow water. Eur. J. of Mech. – B/Fluids, 2006, 25, 636–648.
14. Randrüt, M., Braun, M. On one-dimensional solitary waves in microstructured solids. Wave Motion, 2010, 47, 217–230.

## KÜBERNEETIKA INSTITUUT EESTI ARVUTITEADUSES

Astudes ajas viiskümmend aastat tagasi, satume keskkonda, kus valitseb tuumasõja hirm, teadus on pandud teenima eelkõige riigikaitset ja on hakatud rääkima teadusest nimega “küberneetika”. Viimane sai NLis esialgu teatavaks kui kapitalistlik ebateadus. Ballistiliste rakettide juhtimiseks vajatakse aga arvuteid, seetõttu tehakse pööre suhtumises ning peagi võib ajalehest lugeda järgmist: “Ebakompetentsete ajakirjanike soperdiste tulemusena on sõna “küberneetika” omandanud negatiivse tähenduse ja küberneetiline kirjandus on olnud keelatud isegi spetsialistidele, mis on kahtlemata kahjustanud informatsiooniteooria, elektrooniliste arvutusmasinate ja automaatsuhtimise süsteemide arengut” (NLKP KK aruandest). Sellistes oludes loodi Eesti NSV Teaduste Akadeemia Küberneetika Instituut.

Küberneetika sisu moodustasid sel ajal nii juhtimisteadus, arvutustehnika kui ka arvutiteaduse alged. A. Kolmogorov määratleb 1958. aastal küberneetika kui teadusharu, mis uurib “informatsiooni vastuvõttu, salvestamist, töötlemist ja kasutust masinates, elusolendites ja nende kogumites”. See on tänini täiesti sobiv definitsioon. Iseloomulik on tolle aja õppekava, mille järgi kiires korras hakati õpetama arvutiasjanduse ja automaatsuhtimise asjatundjaid kõige kõrgemal tasemel (alljärgnevalt on sulgudes loengutundide arv, millele lisandus ligikaudu 400 tundi arvutite projekteerimise praktikat):

harilikud diferentsiaalvõrrandid (90), algebra (90), kompleksmuutuva funktsioonid (90), tõenäosusteooria ja statistika (105), osatuletistega diferentsiaalvõrrandid (30), arvutusmeetodid (60); programmeerimine (55), juhtimissüsteemid (204), pooljuhid ja magnetelementid (60), elektronseadmed (150), elektriachelate teooria (60), arvutite aritmeetika ja loogika (45), analoogarvutite teooria ja projekteerimine (90), numbriliste arvutite teooria ja projekteerimine (108).

Nagu näha, oli õppekavas tugev matemaatiline osa, kuid peaaegu puudus õpetus programmide kohta. Tarkvara mõiste tekkimist tuli oodata veel kümme aastat. Tuleb silmas pidada, et antud programmi alusel õpetati ainult kõrgharidusega füüsikuid, matemaatikuid ja elektroonikuid, kes olid juba tuttavad kõrgema matemaatika üldosaga (vähemalt analüüsi, analüütilise geomeetria ja klassikalise algebraga). Näitena toodud programmi alusel said õpetust ka kümme noort eesti teadlast, kellest küll ükski ei sattunud esialgu

tööle Küberneetika Instituuti, vaid enamik läks Aleksander Voldeku eestvõttel loodud Elektrotehnika Teadusliku Uurimise Instituuti, mis nende õpetamise oli kinni maksnud (selle instituudi nime muudeti korduvalt, mistõttu see sai tuntuks lihtsalt kui Pirita tee instituut).

Küberneetika Instituudis tekkis arvutialane kompetents eelkõige iseõppinud innukate inseneride ning asjast huvitatud matemaatikute näol (Arno Reitsakas, Ivar Petersen jt). Mõne aasta jooksul lisandusid neile Moskvast ja Kiievis aspirantuuris või stažeerimas olnud noored teadlased (Malle Kotli, Vello Kuusik, Juhan Pruuden, Reet Pukk, Ernst Raik, Henn Salum, Mark Sinisoo, Boris Tamm, Raul Tavast). Peagi hakkas ka Tartu Ülikoolist tulema arvutusmatemaatika haridusega noori. Instituudi asutaja ja esimese direktori akadeemik Nikolai Alumäe käe all kasvasid esimesed professionaalselt arvuteid kasutavad mehaanikud (Hillar Aben, Leo Ainola, Uno Nigul), kes kõik peagi oma doktoritööd kaitsesid ning aspirante enda järglasteks kasvasid. Võib öelda, et Küberneetika Instituut sai maksimaalse võimaliku tempoga hoo sisse. Seda tänu juhtkonna loodud heale õhkkonnale instituudis ning noorte teadlaste andumusele.

Kui esialgu vaadeldi küberneetikat kui ühte tervikut, siis peagi (juba kuuekümnendate aastate lõpus) hakkasid eristuma selle vägagi erinevad osad. Juhtimisteadus, mehaanika ja arvutusmatemaatika eraldusid omaette valdkondadeks. Tekkis tarkvara mõiste, programmeerimiskeelet arendamisest sai alguse arvutiteadus. Eristumist suurendas mahukate rakenduste loomine: mehaanika ülesanded – Nikolai Alumäe, planeerimisülesanded – Maret Tamm, protsessijuhtimine – Raul Tavast, statistika rakendused – Ivar Petersen, numbriline juhtimine – Boris Tamm, tarkvarasüsteemide loomine – Juhan Pruuden, majandusandmete töötlus – Henn Sarv (nimetatud on vaid rakenduslikud suunad ja nende kõige nähtavamad juhtfiguurid).

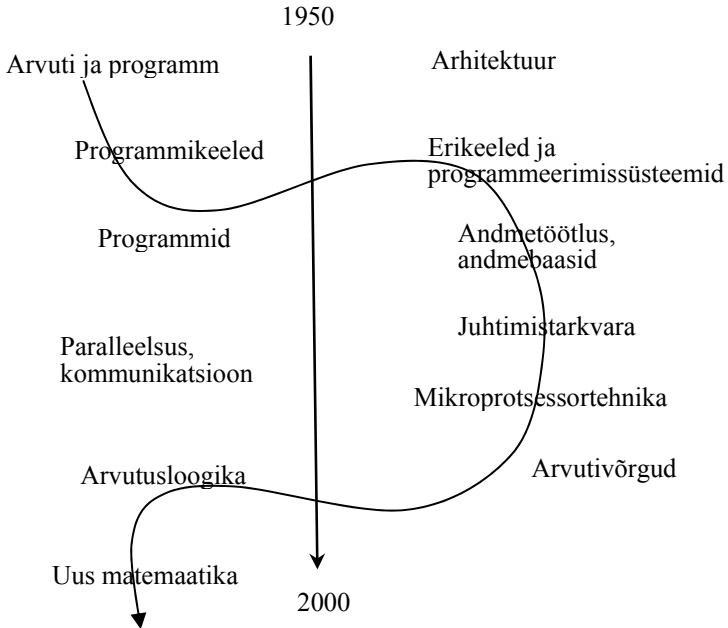
Aastaks 1976 oli instituut leidnud endale kindla koha nii NLi kui ka rahvusvahelises arvutiteaduses. Toimusid rahvusvahelised konverentsid, mainekad suve- ja talvekoolid, Minski arvutitehas pöördus korduvalt konsultatsioonide ja hinnangute saamiseks instituudi inseneride, eelkõige Arno Reitsaka poole. Nimetatud aasta osutus mitmes mõttes instituudi elus murranguliseks. Instituudi direktor Boris Tamm koos Eesti ühe andekama arvutiinseneri Harry Taniga olid ette valmistanud instituudi juurde mikroprotsessoritehnikat uuriva ja arendava allüksuse loomise, mis sai ka teoks. See allüksus arenes peagi sisuliselt iseseisvaks mikroprotsessoritehnika uurimis- ja arenduskeskuseks nimega EKTA. Samaaegselt kutsus B. Tamm terve osakonna tarkvaraga tegelevaid teadlasi tööle Küberneetika Instituuti endisest A. Voldeku Pirita tee instituudist. Olin selle osakonna juht ning lootsin koostöös B. Tammega jätkata tarkvarauuringuid, mis olid juba alanud. Arvatavasti

kartes B. Tamme mõju liigset tugevnemist akadeemias, otsustas vabariigi kõrgem juhtkond ta üle viia TPI rektoriks. Selle tagajärjel sai TPI suurepärase rektori, kuid Küberneetika Instituut peaaegu kaotas teadlase ja organisaatori, kes oli just ette valmistanud tingimused arvutiteaduse (riistvara, tarkvara ja rakenduste) mitmekülseks arendamiseks. Boris Tamm jäi küll seotuks instituudiga, kuid rektoriamet ei võimaldanud tal enam väga tõsiselt oma isiklike uuringutega tegelda. Tema ettevalmistustest said kasu teised, eelkõige muidugi instituut, kus jätkus nii ajusid kui ka raha kuni NLi kokkuvarisemiseni. Sellele järgnesid rasked ajad, mil direktorid Ülo Jaaksoo ja hiljem Jaan Penjam pidid instituudi säilitamiseks lausa mustkunstniku kombel ressursse tagama.

Kui vaadata lähemalt Küberneetika Instituudi panust arvutiteadusesse, tasub alustada selle valdkonna arengu üldiseloostusega. Nimelt on arvutiteadus viiekümne aasta jooksul tundmatusest muutunud, võrreldes sellega, mida jutu alguses esitatud ainekava meile pakkus. Joonis kirjeldab 1950. aastast algava vertikaalse ajatelje suhtes riistvara ning rakenduste (parem pool) ja teoreetilise arvutiteaduse (vasak pool) keskseid (võiks ka öelda oma aja moodsaid) probleeme, täpsemalt – nende algusaegu. Muidugi ei saa see jaotus olla täpne. Pealegi on valdkondade sisu aja jooksul muutunud. See, mis oli arvutiteaduse esialgses põhisuunas – programmeerimiskeeltes – teoreetiliselt huvitav, on nüüd saanud praktikas igavalt igapäevaseks. Mõned valdkonnad, mida on joonisel raske näidata, pakuvad jätkuvalt huvi. Nendeks on arvutisüsteemide arhitektuur, samuti tehisintellekt, mida pole joonisele paigutatud, kuigi selles vallas tegutseti instituudis juba varakult. Veel võib öelda, et mitte kõik arvutiteaduse valdkonnad pole saanud Küberneetika Instituudis võrdset tähelepanu.

Tähelepanu ja uuringuteemade muutumist instituudis näitab joonisel kõver, mis algab arvuti ja programmi ning seejärel programmeerimiskeeltega, läheb siis rakenduste poolele, naastes arvutusloogikasse kaheksakümnendatel aastatel. Esialgu jäid peaaegu puutumata programmid uurimisobjektina ja paralleelsed arvutused ning kommunikatsioon, välja arvatud ehk Leo Mõtuse tööd ajamudelite kohta ja Toomas Plaksi tööd paralleelsete ja süstoolsete arvutuste alal. Tööd instituudis arvutiteaduse olulistest valdkondades, eriti programmide semantikas, algasid hilinemisega ja neid liigitatakse praegu sageli arvutusloogika ning formaalsete meetodite alla.





Muutuv arvutiteadus ja Eesti küberneetikute teekond selles

Küberneetika Instituudi teadlased on olnud tegusad enamuse probleemide uurimisel. Arnold Reitsaka tegevust instituudi algusaastatel võib julgelt lugeda teadustööks arvutite ja sellel täidetavate programmide alal. Oli ju tegemist esimese universaalarvuti M3 loomisega Eestis, milles osalesid peale Reitsaka veel algusest peale Henn Salum, Heiki Sumre, Mark Sinisoo ja Jüri Pukk. Kuigi arvuti M3 dokumendid tuli Minski arvutitehasest, tehti selles palju täiendusi. Põhiline muudatus oli tolle aja kohta kiireima mälutüübi – feriiitmälu lisamine.

Esimesed silmapaistvad tulemused saadi programmeerimiskeelte alal, kus loodi kaks üsna laia kasutust leidnud universaalkeelt: Malgol (autor Malle Kotli) ja Velgol (autor Vello Kuusik). Muidugi, nende keelte realiseerimise ja täpsustamise juures oli autorite kõrval teisigi instituudi töötajaid. Samal ajal algas ka erikeelte – probleemorienteeritud keelte uurimistöö (Juhan Pruuden), mis oli tihedalt seotud tööpinkide numbrilise juhtimise töödega (Boris Tamm), mis andsid rakendusi nii lennukitööstuses kui ka laevaehituses ja töid kuulsust instituudile NLis, kuna vastasid Nõukogude teaduse eesmärkidele toetada sõjatööstust. Need tööd muutusid hiljem programmeerimiskeskondade arendustöödeks, mille tulemusena sündisid süsteemid MEMO ja AP-

ROKS. Sarnaste töödega hakkas seitsmekümnendatel aastatel tegelema veel teinegi, Pirita teelt tulnud uurimisrühm, kus uuriti programmide automaatset koostamist spetsifikatsioonide põhjal, ning loodi süsteemid Priz, MicroPriz ja Nut.

Andmetöötleses löid instituudi töötajad kaasa ETKVLi suurte keskladude automatiseeritud arveldus/juhtimissüsteemi loomisel. See süsteem sai tuntuks kogu NLis kui üks esimesi korralikult töötavaid andmetöötlussüsteeme. Velgol-keelega põhjal loodi tabelarvutussüsteem MATS (autorid Leo Heinla, Henn Sarv), mis võeti kasutusele plaanikomitees. See süsteem töötas põhimõtteliselt nii nagu praegu Excel. Ainus oluline erinevus oli selles, et puudus interaktiivne kasutajaliides, andmed tuli sisestada perfokaartidelt. Töö andmebaaside alal sai õige hoo sisse siis, kui Pirita tee instituudi teadurid tulid Küberneetika Instituuti üle. Selles vallas kaitsesid väitekirju Ahto Kalja ja Hele-Mai Haav.

Juhtimissüsteemide ja nende tarkvara uuringud algasid üsna vara, neid juhtis Raul Tavast. Kaasa tegid Ants Wõrk, Leo Mõtus, Ülle Kotta, Ülo Nurges ja mitmed teised. See valdkond on andnud rea huvitavaid rakendusi, sh karbamiidi tootmisprotsessi juhtimise ja Tallinna Veepuhastusjaama protsesside juhtimise. Samas toimusid vastava tarkvara alased tööd, mille tulemusena tekkis muuhulgas uudne reaalaraja operatsioonisüsteem Medius (Leo Mõtus, Vello Hanson). Juhtimissüsteemidega on seotud kohtvõrkude riist- ja tarkvara alased tööd, mis andsid mitmele poole müüdnud CONET-võrgu (Anti Ira).

Suure uurimisvaldkonna moodustas instituudis mikroprotsessoritehnika, kus on tihedalt omavahel seotud riist- ja tarkvara. Selle valdkonna algatajaks ja juhiks oli EKTA teadusdirektor Harry Tani. Ta tõi oma taskus Saksa sõpradelt saadud komplekti INTEL 8085 kiipe, millest pandi kokku esimene Eesti mikroarvuti MIKI, mida Harry siis masinkoodis programmeeris. Kahesakümnendatel EKTA uurimistööde temaatika laienes. Peale raha saamiseks vajalike arendustööde tehti edukaid uuringuid mitmes mikroprotsessoritega seotud suunas: protsessijuhtimine, eksperimendi automatiseerimine, signaalitöötlus, kõrgtäpsusega signaalimuundurid ja digitaalsüsteemide diagnostika. Raimund Ubari juhitud rahvusvaheliselt tunnustatud digitaaldiagnostika kollektiiv sai alguse EKTAst. EKTA tegevust iseloomustab Harry Tani oma meenutustes järgmiselt (vt Mati Kutser, toimetaja. Küberneetika Instituut muutuvast ajast, Tallinn, 2000): “Teatud mõttes oli EKTA tegevus sellel perioodil unikaalne terves Nõukogude Liidus. Nimelt, vaatamata totaalsele plaanimajandusele, ei planeerinud EKTA tööd mitte ükski riiklik organ ja praktiliselt saime töid valida oma äranägemise järgi. See tuli sellest, et Eesti Teaduste Akadeemial ei olnud meie tarbeks raha ja järelikult

pidid nad meile jätma vabad käed. Tänu heale reputatsioonile oli lepingute pakkumisi rohkem, kui suutsime vastu võtta ning seega ei tekitanud finatseerimine probleeme. Selle peamiseks põhjuseks oli muidugi ajsjaolu, et EKTA-s valmistatud teadusaparatuur oli kvaliteetsem kui tööstuses toodetavad seadmed.” EKTA hea maine kujundamisel oli teadlaste kõrval oluline osa tippasemel inseneridel, nagu Rein Haavel, Raul Rebane ja paljudel teistel, keda siin ei õnnestu kõiki nimetada. Eestis sai EKTA tuntuks kooliarvuti Juku väljatöötamisega. See oli oma aja kohta igati tasemel personaalarvuti, mille suuremahuliseks tootmiseks EKTA-l endal võimsust ei jätkunud ning NLis polnud tehaseid, kes seda oleks suutnud kvaliteetselt valmistada.

Joonisel puudub tehisintellekti valdkond, seda hägusate piiridega ala on sinna raske paigutada. Esimeseks tööks tehisintellekti alal instituudis võib lugeda Reet Puki väitekirja intelligentsetest integreerimismetoditest, mille ta Moskvast kaitses juba kuuekümnendatel aastatel. Samasse paigutuvad tööd kõne analüüsi ja sünteesi alal, mis algasid Eugen Künnapil juhtimisel instituudi alguspäevil ning on kestnud edukalt tänaseni. Muidugi ei saa võrrelda esimesi kõnesünteesi aparate praegustega, kuid ilma Eugen Künnapil ja Mart Rohtla töödeta oleksid nüüdsed tulemused, kus põhitegijateks on Einar Meister ja Tanel Alumäe, vaevalt saanud tekkida. Tehisintellekti alla sobivad ka esimesed tööd programmide automaatse sünteesi kohta, mis andsid struktuurse sünteesi meetodi (Enn Tõugu). Seda meetodit on hiljem loogikas kirjeldatud ja täpsustatud (Grigori Mints, Enn Tõugu) ning rakendatud mitmete programmeerimiskeskondade loomisel. Viimane neist – CoCoViLa on praegu kasutusel mitmes valdkonnas, eelkõige matketarkvara loomisel. Kandidaaditöid on sünteesivatest programmeerimiskeskondadest instituudis kaitsnud Mait Harf, Mihail Matskin, Aleksander Shmundak, Milvi Kahro, Kestutis Urbaitis, Benjamin Volozh ja Peep Eomois ning uuemal ajal PhD-kraadi – Pavel Grigorenko. Need tööd paigutuksid ka programmeerimissüsteemide või keelte uurimise alla. Koos programmide sünteesiga töötavaid ekspertsüsteeme uuris Merike Koov, kes kaitses sel alal ka oma kandidaativäitekirja.

Tööd nüüdiaegse teoreetilise arvutiteaduse alal algasid Küberneetika Instituudis maailma kontekstis hilinemisega. Esialgne edu formaalsete keelte süntaksis pärssis programmide semantika uuringuid Eestis, mis mujal said hoo sisse juba seitsmekümnendatel. Küberneetika Instituut lülitus teoreetilise arvutiteaduse uuringutesse kahekümnendatel, kui Grigori Mints ja Peeter Lorentsi mõjul tekkis tugev loogikale tuginev noorte rühm (Tarmo Uustalu, Tanel Tammet, Mati Pentus). Loogika mõju laienes ka programmide sünteesi rühmale (Jaan Penjam, Enn Tõugu, Mihail Matskin). Pärast instituudi ümber-

korraldamist lahkus enamik selle suuna teadlasi ja arvutiteaduse uuringuid jäi oma direktoriameti kõrval ülal hoidma Jaan Penjam. Tal õnnestus taas instituuti tuua Tarmo Uustalu, kes peale Norras, Rootsis ja Portugalis õppimist ning töötamist naasis doktorikraadi omava eduka teadlasena. Viimase kümnenendi jooksul on Uustalu juhitud uurimisrühm pidevalt üllatanud uute tulemustega ning koondanud enda ümber teadlasi mitmest riigist. Praegu kuulub sellesse rühma peale eesti teadlaste järeldoktooreid Inglismaalt, Jaapanist ja Itaaliast. Viimase valdkonnana on joonisel nimetatud uus matemaatika, mille teket võib märgata eelkõige selles, et uurimine matemaatikas on üha enam suundumas arvudelt ja arvufunktsioonidelt keerulisematele objektidele. See suundumus algas nüüdisaegse algebra tekkega, kuid on märgatavalt kiirenenud teoreetilise arvutiteaduse mõjul. On ju sellised objektid, nagu kategooriad, graafid, algoritmid, tõestused leidnud rakendust eelkõige teoreetilises arvutiteaduses – semantikas, tüübiteoorias, aga ka arvutiteaduse rakenduslikumas osas – programmide konstrueerimisel, korrektsuse tõestamisel ning uute programmeerimisvahendite loomisel. Need on tänased uurimis-suunad ka Küberneetika Instituudis.

## TEADUSUURINGUTEST, ARENJUSTE GEVUSEST JA EESTI ASJAST

Austatud külalised, endised ja praegused kolleegid!

Viimasel ajal on minu käest küsitud, mis on Küberneetika Instituudi ellujäämise põhjus. Ei ole just palju jäänud järele elujõulisi endiseid Teaduste Akadeemia instituute. Ja ma olen vastanud, et põhjus on lihtne: algusest peale on instituudis tehtud kvaliteetseid teadusuuringuid ja insenerlikku tarkust ja vaistu nõudvat arendustööd ning aetud Eesti Asja, mida iganes see erinevatel aegadel on tähendanud. Ja kui mul tuli valida teema, millest täna teile rääkida, siis mõtlesingi, et räägin teadusuuringutest ja arendustegevusest üldiselt ning Eesti Asjast mõne konkreetsema näite varal.

Alustame teadusuuringutest. Teadusorganisatsiooni esmane ülesanne on teadustöö korraldamine. Üldiselt tunnustatud klassifikatsiooni järgi jaotatakse teadusuuringud alusuuringuteks ja rakendusuuringuteks.

Siinkohal väike meenutus. Umbes 25 aastat tagasi oli Teaduste Akadeemia väljasõidustung Tõravere Observatooriumi, kus toimus kosmoloogia-teemaline arutelu. Üks ettekandja rääkis väga põhjalikult ja emotsionaalselt sellest, mis toimus ajahetkel 10 astmel -50 sekundit pärast Suurt Pauku. Ettekande järel võttis sõna akadeemik Nikolai Alumäe, kes ütles: “Lugupeetud akadeemikud. Täna saime teada tõeliselt fundamentaalsetest tulemustest, mis ei oma mitte mingisugust praktilist väärtust.” See avaldus pani mind mõtlema, kui erinevad on teadusuuringud. On neid, millel puudub igasugune majanduslik eesmärk ja on neid, mida tehakse just sellepärast, et saavutada turul konkurentsieelis ja saada majanduslikku kasu.

Kui uuringutel eesmärk puudub, siis tehakse seda ju puhtast uudishimust. Nüüd oleks sobiv küsida, kas uudishimu on suunatav, kas alusuuringute korraldamine kui protsess on juhitav. Julgen arvata, et praktiliselt mitte. Ainuke, mida teha saab ja tegema peab, on andekate inimeste äratundmine ja neile töötõingimuste loomine. See on kõik ja sellega lõpevad alusuuringute instituudi direktori kohustused.

Kui nüüd mõelda instituudi ja AS Cybernetica peale, siis me pole kunagi olnud nii rikkad, et oleks saanud alusuuringuid, s.t teadlaste uudishimu rahuldandamist rahastada suures mahus. Kuid me pole kunagi olnud ka nii vaesed ja lühinägelikud, et üldse poleks alusuuringute jaoks vahendeid leidnud. Oma

valdkonna piiride kompromiss, teadmiste ja teadmatuse piiri tajumine on selle maja seinte vahel alati au sees olnud.

Erinevalt alusuuringutest on rakendusuuringutel alati tulemuste kasutamise eesmärk.

Vähemalt 50 aastat käib rakendusuuringutega kaasas loosung: “Ei ole midagi praktilisemat kui hea teooria.” See on tõsi. Teadusuuringud määravad piirid, kas seaduste või mõnel muul viisil, mille sees insenerid saavad vabalt tegutseda, kartmata kokku puutuda teostamatuga. Toome näiteks Moore’i seaduse, mille Inteli arendusinsener Moor sõnastas 45 aastat tagasi ja mis ütleb, et sama raha eest saadav arvutusvõimsus kahekordistub iga 18 kuu jooksul. See seadus ei ole igavikuline, vaid ajutine – kõik siin ilmas on ju tegelikult ajutine –, kuid lähituleviku süsteemide projekteerijatele on see osutunud väga kasulikuks. Teame, et 5 aasta pärast saame sama raha eest 10 korda rohkem arvutusvõimsust ja 10 aasta pärast 100 korda rohkem kui praegu.

Nüüd on sobiv küsida, mis me selle arvutusvõimsusega peale hakkame? Vastus on lihtne. Arendame uusi tooteid ja teenuseid. Nüüd jõuame arendustegevuseni. Kui alusteadust tehakse huvi pärast, siis uut toodet ei hakata lihtsalt huvi pärast välja töötama. Kuigi seda on meilgi juhtunud ja kahjuks mitu korda. Vaja on nõudlust uue toote järele, vastasel juhul kulutatakse aega ja raha asjata. Seda kinnitab ka eesti vanasõna: “Mis liiga hästi tehtud saab, see ikka hukka lä’eb.” Millise uue arendusega siis tegelda?

Viimase 100 aasta jooksul toimunud tehnilise revolutsiooni käigus on loodud suur hulk suurepäraseid “asju”: autod, lennukid, telefonid, kodutehnika ja üks tõeliselt suur asi – arvuti, mille võimsus, nagu rääkisime, kasvab ajas logaritmiselt. Kuigi ma tean, et enamik ennustusi läheb mööda, ja võib tuua väga drastilisi näiteid – IBM juhatuse president arvas 1943. aastal, et maailmas jagub turgu vahest viiele arvutile – julgen väita, et enamik vajalikke asju siin ilmas on juba olemas ja lähema paarikümne aasta jooksul täiesti enneolematut, kuid vajalikku asja kasutusele ei võeta. See aga ei tähenda, et tehnoloogilist arengut ei toimuks. Toimub küll, aga seda infotöötlaste laialdase rakendusega juba olemasolevates asjades. Näiteks, kui te eriti ei koonerda, siis uus auto on varustatud positsioneerimissüsteemiga, kaamera- ja radaritega ja laseritega. Mootori tööd juhib niikuinii arvuti. Autost, mis siiani on olnud masin, on saanud arvuteid täistopitud aparaat. Sama kehtib lennukite, laevade, rongide ja muu tehnika kohta. Seda, mis toimub, võib nimetada digitaalseks revolutsiooniks, mis eelnenud tehnilisest revolutsioonist erineb selle poolest, et ei looda uusi asju, vaid olemasolevad asjad panakse IKTd kasutades paremini ja tõhusamalt tööle, mille tulemusel paraneb meie elu kvaliteet.

Hinnanguliselt 40 protsenti SKT juurdekasvust arenenud riikides saadakse infotehnoloogia rakendamise teel. Tehnilise revolutsiooni käigus on meie keskkond tundmatuseeni muutunud. Seoses digirevolutsiooniga on info ja privaatsuse kaitse muutunud üheks kõige olulisemaks küsimuseks. Mida tõeliselt peame kartma, on üleilmne infokriis, mööduva finantskriisi analoog, kui turvalisuse ja privaatsuse kao kartuses tõmmatakse arvutid võrgust välja. Sellisel tegevusel, nagu mõistate, on otsene negatiivne mõju reaal-majandusele. Infoturbealaste alus- ja rakendusuuringute olulisus ajaga ainult kasvab. Mul on heameel tõdeda, et me alustasime infoturbealaste uuringutega Cyberneticas juba 15 aastat tagasi ja tänaseks oleme saavutanud rahvusvaheliselt tunnustatud taseme.

Tuleme nüüd viimase osa – Eesti Asja juurde. Mis on ühe teadus-arendus-ettevõtte või asutuse jaoks Eesti Asja ajamine?

Küberneetika Instituut ja Cybernetica on alati teadus- ja arendustegevuse kõrval ajanud Eesti Asja. Selle selgituseks mõned näited. Ma arvan, et 25-aastasest tagasivaatest piisab, kaugemale ei lähe.

Möödunud sajandi 80ndate aastate lõpul töötati välja kooliarvuti “Juku”, koostati tootmisdokumentatsioon ja korraldati tootmine tehases Baltijets. Valmistati ligikaudu 3000 arvutit. Moodustati kümnest arvutist koosnevad kohtvõrku ühendatud klassikomplektid. Üht “Ürgjukut” võite näha fuajees improviseeritud vanarauanäitusel. Tuletame meelde Moore’i seadust, mis ütleb, et arvutusvõimsus kahekordistub iga 18 kuu järel. 90ndate aastate alguses me ei suutnud käia kaasas arvutustehnika arenguga ja lõpetasime väikearvutite projekteerimise ning tootmise. Sellele vaatamata julgen arvata, et sellel ettevõtmisel oli märkimisväärne mõju Eesti infotehnoloogilise kultuuri ja taseme kujunemisel järgnevatel aastatel.

Vahetult taasiseseisvumise järel modelleerisime koos piirivalveameti asjatundjatega Eesti mereseiresüsteemi, kasutades kolmemõõtmelist Eesti digitaalset kaardi ja radarite mudeleid. Ma tean, et sellest tööst oli otsene kasu. Selle modelleerimissüsteemi nüüdisajastatud varianti kasutasime tänava tuuleparkide mõju hindamisel radari pildi kvaliteedile.

Vene sõjaväe lahkumise järel olid Eesti veeteed väga halvas seisus. Koostöös veeteede ametiga töötati välja LED-põhised kaasaegsed valgusnavigatsioonisüsteemid ja moodsad raadiosidesüsteemid, mille tulemusel on Eesti veeteed ühed paremini varustatud veeteed regioonis, võib-olla koguni terves maailmas.

Selleks, et riik funktsioneeriks sujuvalt, on vaja riiklike andmebaasidevahelist turvalist andmevahetust. Juba aastast 2002 töötab andmevahetust tagav süsteem X-tee, kus on 100 teenusepakkujat, kes pakuvad 2000 teenust. 2009. aastal tehti süsteemis 100 miljonit transaktsiooni.

Koostöös maksu- ja tolliametiga nüüdisajastati vastavalt Euroopa Liidu nõuetele Eesti tollisüsteem.

Eesti teedel sõidab üle 200 nüüdisaegsete sidevahenditega varustatud patrullauto, mis võimaldavad kohapeal identifitseerida nii juhti kui ka sõidukit, kasutades vastavaid riiklikke andmebaase.

Võimalus valida parlamendisaadikuid interneti teel on saanud rahvusvahelise tuntuse.

Seda loetelu võib jätkata veel ja veel ja veel, nagu üks populaarne laul ütleb. Arvan, et sellest piisab, et aru saada, mida me mõistame Eesti Asja ajamise all.

Lõpetuseks – Küberneetika Instituut on algusest peale olnud pidevas muutumises, kuid ta ei ole kunagi kaotanud oma nägu ja muutunud kellekski teiseks, vaid alati uueks iseendaks. Küberneetika Instituut ja Cybernetica on jäänud ellu ja arenevad edasi tänu haritud ja uuendusmeelsele meeskonnale. Suur tänu teile kõigile ühiselt kordasaadetud tegude eest!



# ÕPPEGEVUS

## ÕPPEKAVAD

Aktuaalseid õppekavasid oli sügissemestri algul ülikoolis kokku 106. Vastuvõtt toimus 98 õppekava järgi: rakenduskõrgharidusõppes 13 (sh 3 ainult riigieelarveväline (REV) õpe), bakalaureuseõppes 26 (sh 4 ainult REV-õpe), inseneriõppes 3, magistriõppes 46 (sh 15 ainult REV-õpe), doktoriõppes 10. Kaugõpe toimus 24 õppekaval – bakalaureuseõppes 10, inseneriõppes 1, magistriõppes 8, rakenduskõrgharidusõppes 5.

2010/2011. õppeaasta sügissemestrist käivitati 4 uut õppekava, neist 3 ühisõppekava:

- \* väikelaevaehitus (rakenduskõrghariduse ühisõppekava Eesti Mereakadeemiaga);
- \* merendus (magistriõppe ühisõppekava Eesti Mereakadeemiaga);
- \* disain ja tootarendus (magistriõppe ühisõppekava Eesti Kunstiakadeemiaga);
- \* personalitöö ja -arendus (magistriõppekava).

Ülikooli nõukogu kinnitas 2 uut õppekava, mis rakenduvad järgmisest õppeaastast:

- \* hoonete energiatõhusus (magistriõppekava);
- \* Euroopa õigus (doktoriõppekava).

Uued peerialad lisandusid järgmistele 2. astme õppekavadele:

- \* Juhtimine ja turundus
  - inimressursi juhtimine;
- \* keskkonnatehnika
  - maastikuplaneerimine ja -disain;
- \* materjalitehnoloogia
  - plasttoodete tehnoloogia.

Inglisekeelne õpe toimus 20 õppekava alusel, sellest bakalaureuseõppes 4 ja magistriõppes 16 õppekaval.

Vene keeles toimus õpe kogu õppekava ulatuses 9 õppekaval (rakenduskõrghariduses 4, bakalaureuseõppes 2 ja magistriõppes 3 õppekaval). Õppekava üld- ja alusõppeainete ulatuses sai vene keeles õppida bakalaureuse- ja rakenduskõrgharidusõppe 18 õppekaval.

## ÕPPEKAVADE ARENDUS

Õppekavade reformi käigus mindi Eesti kõrghariduses alates 1. septembrist 2010 üle väljundipõhisele hindamisele. Kevadsemestril korraldas Õppeosakond kõikides teaduskondades ja kolledžites vastavat määrust ja selle rakendamist tutvustavad infoseminarid. Huvilistele korraldati väljundipõhist hindamist selgitavad koolitused ja infopäevad. Nendest üritustest võttis osa 221 osalejat. Infotunnid ja koolitused korraldati inimressursi arendamise rakenduskava meetme “Teaduspoliitika ja kõrghariduse kvaliteedi arendamine” kolmanda tasemeõppe kvaliteediarendamise programmi Primus (edaspidi ESF-programm Primus) toel.

Programmi Primus toel oli peale väiksemate õppekavade arendust puudutavatele tegevuste, võimalik osaleda üle-eestilistel õppekavanõustajate koolitustel.

Sügissemestril toimus praktika korraldusealane siseaudit. Auditeeriti kõiki TTÜ akadeemilisi struktuuriüksuseid, kes tegelevad õppetööga, hõlmates ka üliõpilaste praktikat. Tulemusi kasutatakse edaspidi TTÜ praktikasüsteemi arendamisel.

Üliõpilastele suunatud tegevustena toimusid õppekavaarendusega seotud seminarid ning valmis videojuhend, miks ja kuidas ÕISis õppeainetele tagasisidet anda.

Jätkus õppekavade arendus koostöös teiste Eesti kõrgkoolidega. Struktuurifondide alameetme “Ülikoolide ja ettevõtete koostöö” toel jätkus ühisõppekavade arendus. Käivitati õppetöö õppekavadel “Väikelaevaehitus” (rakenduskõrghariduse ühisõppekava Eesti Mereakadeemiaga), “Merendus” (magistriõppe ühisõppekava Eesti Mereakadeemiaga), “Disain ja tootearendus” (rahvusvaheline magistriõppe ühisõppekava Eesti Kunstiakadeemiaga). Programmi Primus toel süvendati infotehnoloogia teaduskonna ja IT Kolledži vahelist koostööd õppekavade arendamisel ning lepiti kokku koostöötingimused üliõpilasvahetuseks.

## VASTUVÕTT

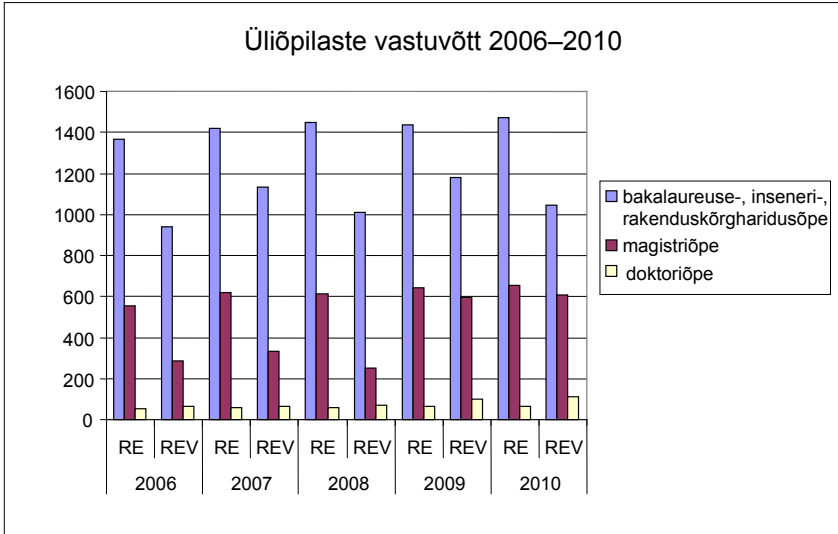
2010. aasta vastuvõtuperioodil esitati SAISis kõikidele õppetasemetele juba teist aastat järjest kokku üle 10 000 avalduse.

Kandidaadid, kes ei olnud sooritanud bakalaureuse- või inseneriõppesse kandideerimiseks vajalikke riigieksameid, said teha sisseastumiskatsed matemaatikas ja õppekeeles. Esmakordselt said matemaatika katsel tulla tegema ka sisseastujad, kellel oli riigieksam küll tehtud, kuid kes polnud oma tulemusega rahul ja soovisid oma sissesaamisvõimalusi parandada. Matemaatika katsel osales 157 inimest, kellest 64 polnud varem riigieksamit teinud. Eesti keele katsel osales 10 ja vene keele katsel 19 inimest.

Bakalaureuse-, inseneri- ja rakenduskõrgharidusõppesse esitati kokku 7850 avaldust, nendest 5618 RE- ja 2232 REV-õppekohtadele. Vastu võeti 2517 uut üliõpilast. Suurim konkurss oli ärinduse, kinnisvara haldamise, rahvamajanduse, rakenduskeemia ja biotehnoloogia, geenitehnoloogia, äriinfotehnoloogia ja toidutehnika erialadele.

Magistriõppesse astumiseks esitati kokku 2675 avaldust. Vastu võeti 1305 üliõpilast. Suurim konkurss magistriõppe RE õppekohtadele oli majandus- ja sotsiaalteaduskonna erialadele, äriinfotehnoloogia, Maa-teaduste, keskkonnakorralduse ja puhtama tootmise ning tootearenduse ja tootmistehnika erialadele. Esimest korda toimus vastuvõtt disaini ja tootearenduse õppekavale.

Doktoriõppe 62 riigieelarvelisele õppekohale oli konkurss 2,74. Koos riigieelarvevälise vastuvõtuga asus õppima 173 doktoranti.



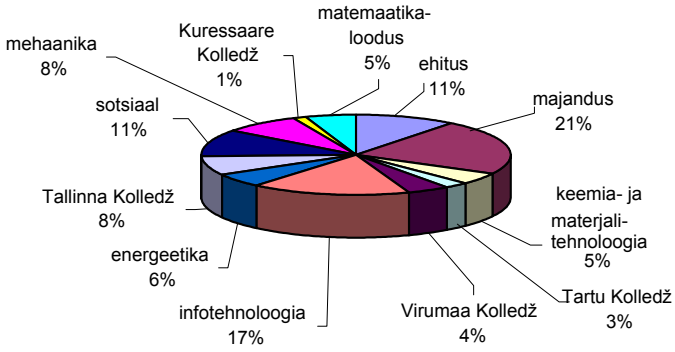
Vastuvõtt arvudes

Õppe- tase	Riigieelarveline õpe				Riigieelarve- väline õpe		Vähendatud tasumääraga riigieelarve- väline õpe		Kokku
	Kohti	Vastu- võtt suvel	Vastu- võtt talvel	Vastu- võtt kokku	Vastu- võtt suvel	Vastu- võtt talvel	Vastu- võtt suvel	Vastu- võtt talvel	
Rakendus- kõrgharidus- õpe	<b>196</b>	160	–	<b>160</b>	107	–	24	–	<b>291</b>
Rakenduskõrg- haridus (KÕ)	<b>35</b>	37	–	<b>37</b>	131	3	4	–	<b>175</b>
Bakalaureuse- õpe	<b>1025</b>	1036	–	<b>1036</b>	475	12	8	–	<b>1531</b>
Bakalaureuse- õpe (KÕ)	<b>44</b>	23	–	<b>23</b>	189	41	3	–	<b>256</b>
Inseneriõpe	<b>115</b>	213	–	<b>213</b>	32	–	–	–	<b>245</b>
Inseneriõpe (KO)	–	–	–	–	17	–	–	–	<b>17</b>
Magistriõpe	<b>701</b>	592	108	<b>700</b>	520	50	33	2	<b>1305</b>
Doktoriõpe	<b>62</b>	62	–	<b>62</b>	100	11	–	–	<b>173</b>
<b>Kokku</b>	<b>2178</b>	<b>2123</b>	<b>108</b>	<b>2231</b>	<b>1571</b>	<b>117</b>	<b>72</b>	<b>2</b>	<b>3993</b>

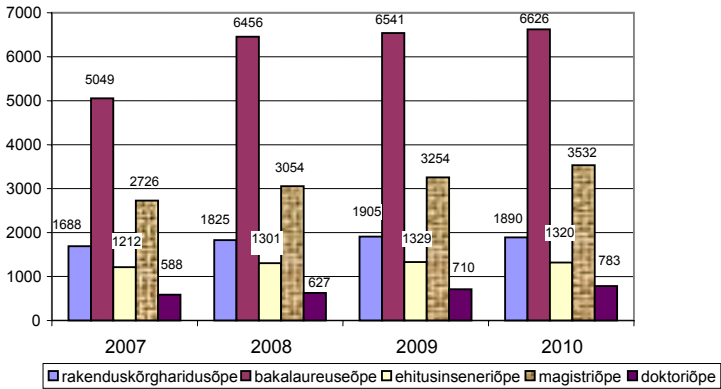
## ÜLIÕPILASED

2010/2011. õppeaasta algul (seisuga 1. oktoober 2010) õppis TTÜs 14 151 üliõpilast, neist riigieelarvelistel õppekohtadel 6936 (49%) ja riigieelarvevälistel 7215 (51%). Suurim teaduskond on majandusteaduskond, kus õppis sügissemestri algul 3131 üliõpilast. Suuruselt teine on infotehnoloogia teaduskond, seal õppis 2363 üliõpilast. Väikseim on keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskond 675 üliõpilasega. Ülikooli neljas kolledžis õppis kokku 2262 üliõpilast (16%). Kaugõppes oli 2583 üliõpilast (18%).

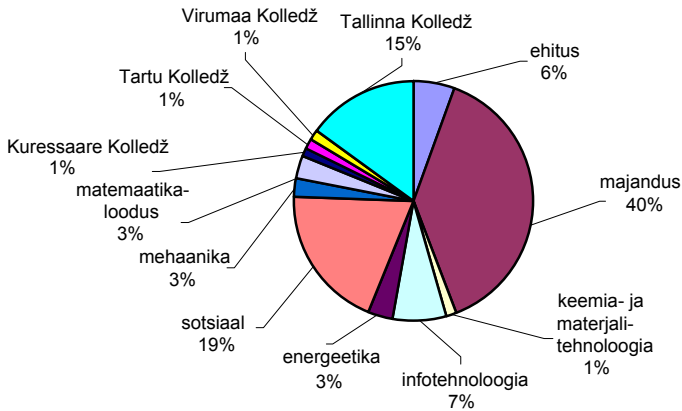
## Üliõpilaste jaotus teaduskonniti ja õppeasutuseti



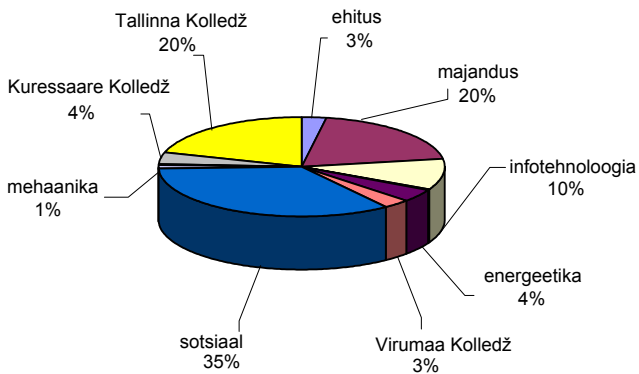
## Üliõpilaste arv õppetasemeti 2007–2010



### Riigieelarveväliste üliõpilaste jaotus teaduskonniti ja õppeasutuseti



### Kaugõppe üliõpilaste jaotus teaduskonniti ja õppeasutuseti



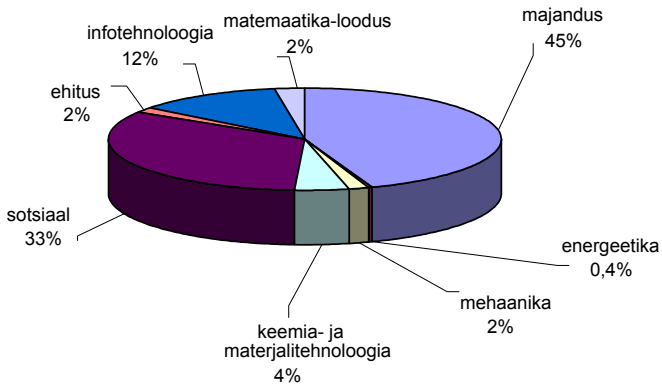
Välisüliõpilasi-mitteresidente, kelle elukohamaaks ei ole Eesti, oli 460. Enim õppis soomlasi (215), lätlasi (29) ja hiinlasi (26).  
Doktoriõppes õppis 35 välisüliõpilast.

Välisüliõpilaste osakaal õppetaseteni  
(seisuga 01.10.2010)

Õppetase/õppekava	Välis- üliõpilasi	Välis- üliõpilaste %	Kokku üliõpilasi
<b>Bakalaureuseõpe (inglisekeelsed õppekavad)</b>	<b>290</b>	<b>23,3</b>	<b>1246</b>
International Business Administration	66	72,5	91
Law	115	24,3	474
Business Administration	60	16,6	359
International Relations	49	15,2	322
<b>KOGU BAKALAUREUSEÕPE</b>	<b>290</b>	<b>4,3</b>	<b>6626</b>
<b>Magistriõpe (inglisekeelsed õppekavad)</b>	<b>128</b>	<b>18,3</b>	<b>698</b>
International Business Administration	13	48,1	27
Information Technology	0	0,0	2
Environmental Management and Cleaner Production	2	6,7	30
Industrial Engineering and Management	5	11,9	42
Technology Governance	12	42,9	28
Technology Governance (1,5 year)	2	66,7	3
Law (1 year)	4	6,3	63
Law	12	6,2	194
Cybersecurity	20	33,9	59
Software Engineering	28	70,0	40
Materials and Processes for Sustainable Energetics	17	47,2	36
Health Care Technology	5	20,0	25
International Relations and European Studies	6	7,1	84
Business Administration	2	3,4	59
Business Administration	0	0,0	6
<b>KOGU MAGISTRIÕPE</b>	<b>128</b>	<b>3,6</b>	<b>3532</b>
<b>Doktoriõpe</b>	<b>35</b>	<b>4,5</b>	<b>783</b>
Ülejäänud õppekavad	7	0,1	11 424
<b>KOKKU</b>	<b>460</b>	<b>3,3</b>	<b>14 151</b>

Väliskülalisüliõpilasi oli kokku 151.

### Välisüliõpilaste jaotus teaduskonniti



Väljalangevus 2010. aastal põhjuste kaupa oli järgmine:

* edasijõudmatus	651
* seoses õppekoha kaotamisega	97
* õppetööst mitteosavõtt	628
* omal soovil	552
<b>Kokku eksmatrikuleeriti</b>	<b>1932</b>

Väljalangevus teaduskonniti

Teaduskond/kolledž	Exmatrikuleeritute arv	Exmatrikuleeritute % üliõpilaste arvust
ehitus	194	13,0
energeetika	108	13,5
infotehnoloogia	446	18,9
keemia- ja materjalitehnoloogia	76	11,3
majandus	384	12,3
matemaatika-loodus	96	12,6
mehaanika	109	9,6
sotsiaal	170	11,1
Kuressaare Kolledž	32	16,8
Tallinna Kolledž	169	15,4
Tartu Kolledž	33	8,9
Virumaa Kolledž	115	19,1
<b>Kokku</b>	<b>1932</b>	<b>13,7</b>



# LÕPETAJAD

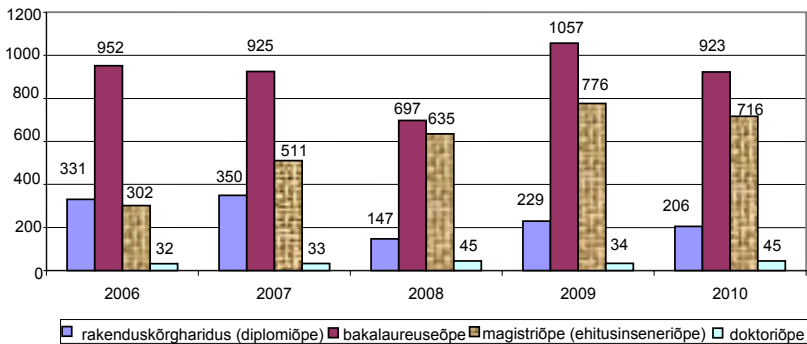
2010. aastal sai ülikooli lõpudiplomi 1890 lõpetajat. *Cum laude* diplomi sai 179 lõpetajat.

Lõpetajad õppetasemeti:

* rakenduskõrgharidusõpe	206
* bakalaureuseõpe	923
* magistriõpe	716
* doktoriõpe	45

Enim lõpetajaid oli infotehnoloogia teaduskonnas ja majandusteaduskonnas.

TTÜ lõpetajad 2006–2010



Doktoriõppes jagunesid lõpetajad õppekavati järgmiselt:

ehitusteaduskond	
ehitus- ja keskkonnatehnika	5
energeetikateaduskond	
energia- ja geotehnika	4
infotehnoloogia teaduskond	
info- ja kommunikatsioonitehnoloogia	8
keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskond	
keemia- ja materjalitehnoloogia	5
majandusteaduskond	
majandus	2

matemaatika-loodusteaduskond	
keemia ja geenitehnoloogia	8
tehniline füüsika	3
mehaanikateaduskond	
mehhanotehnika	8
sotsiaalteaduskond	
avalik haldus	2

## VARASEMATE ÕPINGUTE JA TÖÖKOGEVUSE ARVESTAMINE

Peatähelepanu oli kolledžitel, VÕTA-seminarid korraldati Kohtla-Järvel, Kuressaares, ja Tartus.

Üliõpilastele töötati välja kursus “Eneseareng: eile, täna, homme”, mille üliõpilastest juhtrühm läbis detsembris.

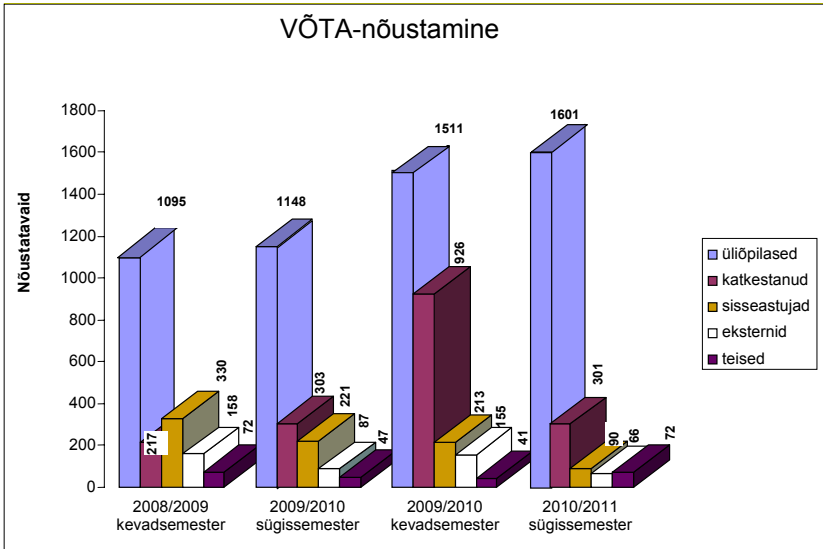
VÕTA-nõustajad said osa võtta TTÜ ja TLÜ ühisseminarist ja õppereisist Soome, Aalto ülikooli, kus kohtuti sealsete kolleegidega, kellega vahetati kogemusi.

Kevadel toimus üle-eestiline VÕTA-teavituskampaania, mille raames toimus ülikoolis infopäev, kus ligi pooled osalejatest olid TTÜ üliõpilased.

Teavituskampaania, mille käigus tutvustati TULE-programmi, tõi suvel TTÜsse arvukalt neid, kes soovisid jätkata poolleijäänud õpinguid. TULE-kandideerijad esitasid sügissemestril 171 VÕTA-avaldust.

	2008/2009 sügis- semester	2008/2009 kevad- semester	2009/2010 sügis- semester	2009/2010 kevad- semester	2010/2011 sügis- semester
<b>Õppekava täitmiseks esitatud taotlusi</b>	<b>542</b>	<b>612</b>	<b>539</b>	<b>425</b>	<b>692</b>
sh ainete ülekandmine	510	529	489	355	585
täiendusõpe	23	36	25	39	45
töökogemus	9	42	23	31	57
<b>Arvestatud ainepunkte</b>	<b>8141,5</b>	<b>6188,3</b>	<b>9643</b>	<b>4663,5</b>	<b>26421</b>

VÕTA-nõustamisel käidi 4976 korral, nõustamistunde kogunes 2614.



## ÕPPETEGEVUSE KVALITEEDIKINDLUSTAMINE

### Sisemine kvaliteedikindlustamine

Tööd jätkas õppetegevuse kvaliteeditöörühm, kus põhiliikmeteks on teaduskondade õppeprodekaanid ja kolledžite õppetöö eest vastutavad isikud.

Teist aastat koguti üliõpilastelt elektroonilist tagasisidet õppeainete ja õppeaineid õpetavate õpetajadude kohta.

### Vilistlaste uuring

Primus programmi raames korraldati 2009. aastal ülikooli lõpetanute üle-eesiline uuring.

## NÕUSTAMINE JA KARJÄÄR

**TTÜ nõustamissüsteem.** Nõustajate eesmärk on aidata üliõpilasel toime tulla kõigi segavate asjaoludega või esilekerkinud probleemidega, et kesken- duda jäägitult õppimisele. Hästitoimiv nõustamine peaks väljenduma välja- langevuse vähenemises ning nominaalajaga lõpetajate arvu kasvus.

2010 korraldati üliõpilaste hulgas uuring nõustamisteenuste ja tugisüs- teemiga rahulolu ning nõustamisteabe kättesaadavuse hindamiseks. Nõusta- misküsimustiku täitmisel osales 1018 üliõpilast. Eestikeelset küsimustikku täitis 586 üliõpilast, venekeelset 432.

Kõige suurem oli rahulolu kaasüliõpilase (93%), tuutori (89%) ning õp- pejõu (87%) puhul. Rahul oldi ka õppeosakonna akadeemiliselt nõustajalt (83%) ja psühholoogilt (81,5%) saadud nõustamisabiga.

Korraldati esmakursuslaste küsitlus, et hinnata kuidas õnnestus ülikooli- ellu sisseelamine ja õpingute alustamine. Mõned tulemused:

- \* esimeste koolinädalate peamisi probleeme oli teabe üleküllus, ei tunta õpingukaaslast, ei osata kasutada ÕSi ja veebiõppe keskkondi, ei mõisteta vaba- ja valikainete erinevust, ei leita üles ruume;
- \* eelnädala tundidest peeti kõige vajalikumaks õpingukorraldust, tuu- toritundi, erialatutvustust ning sportimisvõimaluste tutvustust. Eba- tähtsaks peeti enesejuhtimist, karjääri- ja nõustamisteenuste tutvustust ning infootsuskuste õpetust;
- \* tuutorite kasu nähti eelkõige selles, et need jagasid teavet õppekor- ralduse kohta.

Korraldati doktoriõppurite ning kaugõppurite probleemide kaardistus. Valdav osa doktoriõppurite ülikooli ja õpingutega seotud probleemidest on seotud õppejõudude ja juhendamise (36,8%) ning rahvusvahelistumisega (22,4%). Väljendati ka muret tuleviku ja karjääriväljavaadete pärast. Kaug- õppurite probleemide kaardistusest selgus, et kõige enam esineb probleeme õppetöö korraldusega (23%) ning õppejõududega (19%). Probleemina nime- tatakse ka seda, et kaugõppuritel ei teki rühmatunnet ning puudub kaas- üliõpilastelt tugi.

**Karjäärinõustamine.** Individuaalset karjäärinõustamist sai aasta jooksul 260 inimest. Sagedasemad teemad olid karjäärikavandamine, edasiõppimis- plaanid, töötamine. Aasta jooksul peeti 17 karjääriseminari, kus osales 314 üliõpilast.

**Psühholoogiline nõustamine.** Psühholoogi vastuvõtul käis 89 üliõpilast, neist 38 naist ja 51 meest. Üliõpilaste peamised probleemid puudutavad nii

akadeemilist toimetulekut, sotsiaalsuhteid kui ka isiklikku elu. Nõu vajavad enamasti I ja III aasta üliõpilased ja magistrandid.

**Erivajadustega tudengite nõustamine.** 2010. aasta sügisest saadik töötab ülikoolis erivajadustega tudengite nõustaja. Peale programmi Primus toel pakutavate stipendiumide vahendamise on sellega erivajadustega üliõpilastele loodud soodsamad võimalused jagada oma probleeme ülikooli töötajatega ning neid lahendada.

## KATKESTANUTE TAGASITOOMINE

2010. aastal käivitus Euroopa Sotsiaalfondi programm TULE, mis pakub kõrgharidustasemel õpingud katkestanud inimestele võimalust oma õpingud lõpule viia. Programmi abiga saavad kõrgharidusteed tasuta jätkata need, kes on õpingud katkestanud õppeaastatel 2003/2004 kuni 2008/2009 ning kellel ei ole läbida rohkem kui pool õppekavast. Sügissemestril võeti ülikooli selle programmi raames 97 üliõpilast, neist 85 meest ja 12 naist, keskmise vanusega 30 aastat.

Jätkatav õppetase	Üliõpilaste arv
3 + 2 bakalaureuseõpe	62
3 + 2 magistriõpe	19
integreeritud bakalaureuse- ja magistriõpe	13
rakenduskõrgharidusõpe	3
<b>Kokku</b>	<b>97</b>

### Vastuvõetute jagunemine õppevaldkonniti:

* tehnika, tootmine ja ehitus	57
* teenindus	3
* loodus- ja täppisteadused	29
* sotsiaalteadused, ärimus ja õigus	8

Keskmiselt olid nende varasemad õpingud kestnud 5,5 aastat. 91 vastanut olid katkestanud Tallinna Tehnikaülikooli, 3 Tartu Ülikooli, 3 õppeasutuse International University Audentese.

# TEADUS- JA ARENDUSTEGEVUS

## ÜLDANDMED

Tallinna Tehnikaülikooli teadus- ja arendustegevust iseloomustavad 2010. aastal järgmised üldnäitajad.

- \* Teadus- ja arendustegevusega vahetult seotud töötajate arv ülikoolis oli aastalõpu seisuga 1 488 (neist teadureid/vanemteadureid 539).
- \* Haridus- ja teadusministeeriumi rahastatavaid teemasid oli 43, neist 10 TTÜ asutustes. Eesti Teadusfond rahastas 92 granti, neist asutustes 19.
- \* Teadus- ja arendustegevust rahastati 2010. aastal kogumahus 404,6 mln krooni, sh haridus- ja teadusministeeriumi eelarvest eraldatud 155 mln krooni teadusteemade siht- ja baasrahastamiseks, infrastruktuuri kulude katteks, riiklike programmide projektide täitmiseks ja teadusinformatsiooni hankimiseks raamatukogule. Eesti Teadusfond rahastas grandiprojekte ja järeldoktoreid 225,8 mln krooniga. Rahvusvaheliste finantseeringute maht oli 85,9 mln krooni, riiklikud lepingud ja teenused 72,5 mln krooni (sh 12,8 mln krooni EASi arendustoetus).
- \* Avaldati 1 583 teaduspublikatsiooni, neist 29 monograafiat ja kogumikku, 1 218 artiklit eelretsenseeritavates/refereeritavates ajakirjades/kogumikes ja 280 teadusartiklit/teesi muudes ajakirjades. Teadusväljaannete toimetamisi oli 35. Publikatsioonide üldarv oli 1 830.
- \* TTÜ töötajate poolt või nende juhendamisel kaitsiti 49 doktorikraadi (sh TTÜ doktorantide kaitsmisi TTÜs 45).
- \* TTÜ nimel esitati kaheksa Eesti, kuus USA, kolm rahvusvahelist (PCT), kolm Euroopa (EP), üks Hiina ja üks India patenditaotlus. TTÜ töötajate osalusel loodud leiutiste kaitseks esitati üks Eesti, üheksa USA, neli Euroopa, kaks Kanada ja kaks Mehhiko patenditaotlust. TTÜle anti kümme Eesti patenti, kaks USA, üks Euroopa ja üks Hiina patent. TTÜ töötajate osalusel loodud leiutiste kaitseks anti üheksa välispatenti, sh kolm USA, kaks EP, kaks Suurbritannia ja kaks Hongkongi patenti. TTÜ nimel esitati kaks kasuliku mudeli taotlust ja TTÜle anti üks kasuliku mudeli registreerimise tunnistus.
- \* Taristu uuendamiseks tehtud kulutused moodustasid 37,8 mln krooni, millest teaduskonnad said 26,7 mln krooni.

## TULEMUSLIKUMAD TEGEVUSED

- \* Edukalt möödus teaduse evalveerimine. Ülikool sai kõigis neljas evalveeritavas valdkonnas – loodusteadused- ja tehnika, bio- ja keskkonnateadused, terviseuringud, ühiskonnateadused ja kultuur – positiivse hinnangu.
- \* Edukas oli ülikooli osavõtt energiatehnoloogia programmi konkursist, toetuse said viis projektitaotlust.
- \* Kasvas rahvusvaheliste lepingute tulu.
- \* Suurenes kõrgetasemelistes rahvusvahelistes teadusajakirjades avaldatud artiklite arv.

## RIIKLIKUD PREEMIAID

### Kandidaatide esitamine Eesti Vabariigi teaduspreemiale

TTÜ nõukogu esitas Eesti Vabariigi teaduspreemiate konkursile teaduspreemia taotlemiseks silmapaistvate teadustöö tulemuste eest järgmised TTÜ teadlased.

Pikaajalise tulemusliku teadus- ja arendustöö eest:

- \* emeriitprofessori Ülo Lille.

Aastapreemiale keemia ja molekulaarbioloogia valdkonnas:

- \* matemaatika-loodusteaduskonna geenitehnoloogia instituudi professori Peep Palumaa teadustööde tsükliga “Tsingi ja vase rakulised funktsioonid ning roll Alzheimeri tõve patoloogias”.

Aastapreemiale tehnikateaduste valdkonnas:

- \* infotehnoloogia teaduskonna elektroonikainstituudi juhtivteaduri Mart Mini teadustööga “Signaalid impedants-spektroskoopias: originaalsed meetodid, uused rakendused”.

Aastapreemiale geo- ja bioteaduste valdkonnas:

- \* matemaatika-loodusteaduskonna geenitehnoloogia instituudi töörühma koosseisus: juhtivteadur Merike Kelve, vanemteadur Anne Kuusksalu, vanemteadur Annika Lopp ja teadur Tõnu Reintamm uurimistööga “Nukleotiidide metabolismis osalevate uute ensüümide iseloomustamine madalaimates hulkraksetes loomades – käsnades”.

TTÜ Geoloogia Instituudi nõukogu esitas

- \* aastapreemiale geo- ja bioteaduste valdkonnas vanemteaduri Tarmo Kiipli, vanemteaduri Enli Kiipli ja teaduri Toivo Kallaste teadustöö:

“Vulkaaniliste ja geokeemiliste markerite kasutamine Balti paleobas-seini geoloogilise arenguloo selgitamisel”.

TTÜ Küberneetika Instituudi nõukogu esitas

- \* aastapreemiale täppisteaduste valdkonnas vanemteaduri Tarmo Uus-talu teadustöö “Programmismantikate ja -loogikate matemaatiline struktureerimine”.
- \* aastapreemiale tehnikateaduste valdkonnas juhtivteaduri Tarmo Soo-mere teadustöö “Pinnalainete dünaamilised ja statistilised tavatingi-mused ning ekstreemsused”.

## TEADUSE TIPPKESKUSED

Eesti Teaduse tippkeskused:

- \* TTÜ Küberneetika Instituudi vanemteaduri Tarmo Uustalu juhitud “Arvutiteaduse tippkeskus”,
- \* TTÜ arvutitehnika instituudi professori Raimund Ubari juhitud “Integ-reeritud elektroonikasüsteemide ja biomeditsiinitehnika tippkeskus”,
- \* Tartu Ülikooli Tehnoloogiainstituudi professori Tanel Tensoni juhitud “Keemilise bioloogia tippkeskus”, mille tegevuses osalevad TTÜ kee-miainstituudi professorite Mati Karelsoni ja Margus Loppi uurimis-rühmad.

TTÜ tippkeskused:

- \* mittelineaarsete protsesside analüüsi keskus CENS (Jüri Engelbrecht),
- \* kõrgtehnoloogilised materjalid ja seadised alternatiivsele energeetikale (Enn Mellikov),
- \* kliima- ja keskkonnamuutused (Rein Vaikmäe).

## RIIKLIKUD PROGRAMMID

Eesti Energiatehnoloogia programmi alusel kinnitas haridus- ja teadus-minister oma määrusega 31. märtsist 2010 meetme “Energiatehnoloogia teadus- ja arendustegevuse toetamine” tingimused.

Esimesse taotlusvooru laekus 21 taotlust, millest osaliselt rahastati seitse projekti, neist viis TTÜ projekti (kogumahus 54,8 mln krooni):

- \* energiasüsteemi talitluse optimeerimine muutuvkoormuste tasakaalus-tamiseks,
- \* põlevkivi põletamisega kaasnevate tahkjäätmete uute kasutusvalade alused,



- \* põlevkivitehnoloogiate arendustöodes vajalike ainesüsteemide termodünaamilised omadused: eksperimentaalne ja arvutuslik määramine ning määramisvõimaluste parendamine,
- \* uued materjalid päikeseenergeetikale,
- \* anaeroobsel kääritamisel põhinevate biogaasi energiatehnoloogiate biokeemiliste protsesside optimeerimine ning monitooringu ja juhtimismeetodite arendamine.

## TEHNOLOOGIA ARENDUSKESKUSED

Tegevust jätkasid viis TTÜ osalusega tehnoloogia arenduskeskust:

- \* OÜ Eliko Tehnoloogia Arenduskeskus (elektroonika, info- ja kommunikatsioonitehnoloogia),
- \* MTÜ Toidu- ja Fermentatsioonitehnoloogia Arenduskeskus (bio- ja toidutehnoloogia),
- \* AS Vähiuuringute Tehnoloogia Arenduskeskus (tehnoloogiliste platvormide väljaarendamine ning rakendamine vähktõve varasel diagnoosimisel ja prognoosimisel),
- \* Innovaatiliste Masinaehituslike Tootmissüsteemide Tehnoloogia Arenduskeskus (e-tootmise ja toote olelusringi juhtimise süsteemidele tuginev äri ja tootmise planeerimise integreerimine),
- \* OÜ Tarkvara Tehnoloogia Arenduskeskus (tehnoloogiate väljatöötamine tarkvara arendamise tõhususe ja kvaliteedi tõstmiseks).

### ***Spin-off* ettevõtted**

TTÜ *spin-off* ettevõtted on Otter AG OÜ, IB Uneko OÜ, Vähiuuringute Tehnoloogia Arenduskeskus AS, Crystalsol OÜ, Stratum OÜ, Testonica Lab OÜ, Biolaborid OÜ.

### **Regionaaltegevus**

EASi toetuse said TTÜ Kuressaare Kolledži juurde rajatav Väikelaevaehituse Kompetentsikeskus ja TTÜ Virumaa Kolledži juurde rajatav Põlevkivi Kompetentsikeskus.

Partnerina osaleb TTÜ SolarBase.ee (innovatiivse hoone ja elukeskkonna kompetentsikeskuse), Targa Maja Kompetentsikeskuse ning Puidutöötlemise Tehnoloogia ja Tootearenduse Kompetentsikeskuse tegevuses.

## EESTI TEADUSE INFRASTRUKTUURIDE TEEKAART

Eesti teaduse infrastruktuuride teekaardi koostamise töörühm valis teekaardi esimesse vooru laekunud 50 ettepanekust 20 objekti, mis said õiguse investeerimissettepaneku taotluse esitamiseks. TTÜ koordineerib järgmisi ettepanekuid:

- \* Eesti PET-keskus,
- \* taimebioloogia infrastruktuur – molekulidest kõrgtehnoloogilise põllumajanduseni,
- \* Läänemere uurimislaev,
- \* Eesti struktuuribioloogia infrastruktuur.

## TEADUS- JA ARENDUSTEGEVUST TOETAV MOTIVATSIOONISÜSTEEM

Aasta parimateks teadusartikliteks valiti:

- \* tehnika ja tehnoloogia valdkonnas – Ratassepp, M., Fletcher, S., Lowe, M. J. S. (2010). Scattering of the Fundamental Torsional Mode at an Axial Crack in a Pipe. *Journal of the Acoustical Society of America*, 127(2), 730–740,
- \* loodus- ja täppisteaduste valdkonnas – Blake, R. E., Chang, S. J., Lepland, A. 2010. Phosphate Oxygen Isotopic Evidence for a Temperate and Biologically Active Archaean Ocean. *Nature* 464 (2010), 1029–1032,  
Banci, L., Bertini, I., Ciofi-Baffoni, S., Kozyreva, T., Zovo, K., Palumaa, P. (2010). Affinity Gradients Drive Copper to Cellular Destinations. *Nature*, 465(7298), 645–648,
- \* sotsiaalteaduste valdkonnas – Pijetlovic, Katarina. 2010. Another Classic of EU Sports Jurisprudence: Legal Implications of *Olympique Lyonnais SASP v Olivier Bernard and Newcastle UFC (C-325/08)*. *European Law Review*, 858–869.

Aasta parimaks noorteadlaseks valiti TTÜ Küberneetika Instituudi vanemteadur Irina Didenkulova.

Aasta teadlaseks valiti TTÜ Küberneetika Instituudi juhtivteadur Tarmo Uustalu.

Aasta parimad rakendusliku väljundiga uurimistööd:

I koht – “Alalispinge muundur taastuvenergeetika rakendustele” (juht vanemteadur Dmitri Vinnikov);

II koht – “Alzheimeri tõve ravimite *in vitro* skriiningtesti väljatöötamine” (juht prof Peep Palumaa);

III koht – “Eesti eluasemefondi ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga” (juht prof Targo Kalamees).

Mitu konkursile esitatud tööd kandideeris ka Tallinna ettevõtluspäeva raames korraldatavale linna ettevõtlusauhindade konkursile. Parimaks rakenduslikuks teadustööks 2010 (koostöös Tallinna Tehnikaülikooliga) tunnustati TTÜ konkursil I koha saanud elektriinjamite ja jõuelektroonikainstituudi vanemteaduri Dmitri Vinnikovi juhitud teadustöö “Alalispinge muundur taastuvenergeetika rakendustele”.

## ÜLIÕPILASTE TEADUSTÖÖDE VÕISTLUSED

### ÜLIÕPILASTE TEADUSTÖÖDE RIIKLIK VÕISTLUS

#### Bio- ja keskkonnateaduste valdkond

*Rakenduskõrgharidusõppe ja bakalaureuseõppe üliõpilaste astmes:*

- \* I auhind – Eneken Helk “Alzheimeri amüloid beeta peptiidi fibrillatsiooni inhibiitorite skriining MALDI-TOF MS meetodil”;
- \* III auhind – Julia Gavrilova “Keskkonnatingimuste ja Zn(2+) ionide mõju insuliini fibrillatsioonile”;
- \* tänukiri – Ingrid Lekk “BDNF 5’ ja 3’ mittetransleeritavate alade mõju reportergeeni mRNA translatsioonile”.

*Magistriõppe üliõpilaste astmes:*

- \* II auhind – Kaspar Valgepea “Süsteemide bioloogia järgi lähenemine paljastas, et *Escherichia coli* atsetaadi ülevoolu metabolism on reguleeritud läbi atsetüül-CoA süntetaasi kataboliitse repressiooni”;
- \* tänukiri – Liie Lumiste “Radionukliidide kõrvaldamine põhjaveest õhustamise ja filtrimisega”.

#### Terviseuringute valdkond

*Magistriõppe üliõpilaste astmes:*

- \* I auhind – Merle Saaremäe “ $\beta$ -tubuliini isovormide ekspressioon ja roll mitokondri välismembraani läbitavuse regulatsioonis”.

*Doktoriõppe üliõpilaste astmes:*

- \* tänukiri – Andra Noormägi “Pankreasest koos insuliiniga sekreteeritavad Zn(II) ioonid suruvad maha monomeerse insuliini fibrillisatsioonid”.

**Loodusteaduste ja tehnika valdkond**

*Rakenduskõrgharidusõppe ja bakalaureuseõppe üliõpilaste astmes:*

- \* I auhind – Victor Alari “Laineenergia vähenemine ranniku lähedal avamere tuulikute tõttu”;
- \* II auhind – Marek Kõllo “9,11-sekosterooli D-ringi sünteesi uurimine”;
- \* III auhind – Johannes Ehala “Bokode passiivmarkeri lahendused”.

*Magistriõppe üliõpilaste astmes:*

- \* tänukiri – Jaana-Kateriina Gomon “Süsinik nanotorude disperseerimine alumiiniumis, kasutades planetaarset kuulveskit”;
- \* tänukiri – Julia Iljina “Cu<sub>2</sub>ZnSnSe<sub>4</sub> kilede moodustumine elektrokeemiliselt sadestatud lähtekilede seleniseerimisel”.

*Doktoriõppe üliõpilaste astmes:*

- \* I auhind – Kairit Zovo “Afiinsuse gradient suunab vase rakulistesse sihtkohtadesse”;
- \* II auhind – Aivo Jürgenson “Ründepuude paralleel- ja jadamudelite efektiivsed semantikad”;
- \* III auhind – Deniss Klauson “Bioloogiliselt mittelagunevate saasteainete fotokatalüütiline oksüdatsioon vesifaasis”;
- \* tänukiri – Maris Tõnso “Arvutialgebra vahendid mittelineaarsete juhtimissüsteemide modelleerimiseks, analüüsiks ja sünteesiks”.

**Tänukirjad üliõpilaste teadustööde riiklikul võistlusel I auhinna pälvinud teadustööde juhendajatele**

*Rakenduskõrgharidusõppe ja bakalaureuseõppe üliõpilaste astmes:*

- \* **Kairit Zovo** – Eneken Helgi konkursitöö “Alzheimeri amüloid beeta peptiidi fibrillisatsiooni inhibiitorite skriining MALDI-TOF MS meetodil” juhendamise eest bio- ja keskkonnateaduste valdkonnas;
- \* **Urmas Raudsepp** – Victor Alari konkursitöö “Laineenergia vähenemine ranniku lähedal avamere tuulikute tõttu” juhendamise eest loodusteaduste ja tehnika valdkonnas.

*Magistriõppe üliõpilaste astmes:*

- \* **Sirje Rüütel Boudinot** – Merle Saaremäe konkursitöö “β-tubuliini isovormide ekspressioon ja roll mitokondri välismembraani läbitavuse regulatsioonis” juhendamise eest terviseuuringute valdkonnas.

*Doktoriõppe üliõpilaste astmes:*

- \* **Peep Palumaa** – Kairit Zovo konkursitöö “Afiinsuse gradient suunab vase rakulistesse sihtkohtadesse” juhendamise eest loodusteaduste ja tehnika valdkonnas.

## **TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOLI ÜLIÕPILASTE TEADUSTÖÖDE VÕISTLUS**

### **Loodusteaduste valdkond**

*Bakalaureuseõppe astmes:*

- \* I koht – Victor Alari “Application of the Swan Wave Model for Estonian Coastal Sea”.

*Magistriõppe astmes:*

- \* I koht – Ann Tiiman (Karafin) “Alzheimeri amüloid- $\beta$  peptiidi fibrilatsioon ja agregatsioon Zn(II) ja Cu(II) toimel”.

### **Tehnikateaduste valdkond**

*Bakalaureuseõppe astmes:*

- \* I koht – Merike Vent “Elektrit juhtivate ZNO kilede sadestamine keemilise pihustamise meetodil”.

*Magistriõppe astmes:*

- \* I koht – Martin Esinurm “Goliath Wind OÜ tuulegeneraatori konstruktsiooni arendamine”.

### **Sotsiaalteaduste valdkond**

*Bakalaureuseõppe astmes:*

- \* I koht – Natalja Napsep “Pensionifondide edukuse hindamine Eesti II samba fondide näitel”.

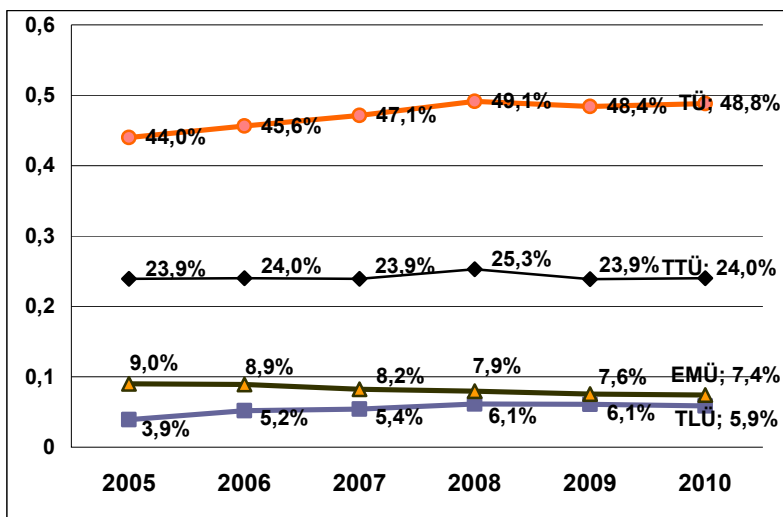
*Magistriõppe astmes:*

- \* I koht – Karin Kondor “Explaining Differences in EU Countries’ GDP Growth in the Global Financial and Economic Crisis”.

## **TEADUS- JA ARENDUSTEGEVUSE SIHTRAHASTAMINE**

Haridus- ja teadusministeerium eraldas 2010. aastal TTÜle teadusteemade sihtrahastamiseks kokku 86,5 mln krooni. Eestis tervikuna moodustas sihtrahastatavatele teadus- ja arendustegevuse teemadele eraldatud summa 360,6 mln krooni.

## Ülikoolide sihtrahastamine 2005–2010



Ülikool esitas üheksa taotlust uute sihtrahastatavate teadusteemade avamiseks, millest rahuldati kaks. Jätkuvaid sihtrahastatavate teadusteemade taotlusi oli 41. Kokku täideti TTÜs 2010. aastal 43 sihtrahastatavat teemat.

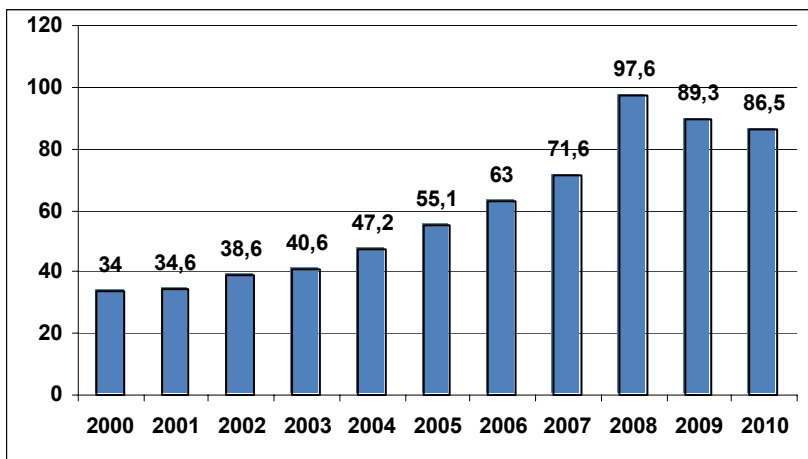
Sihtrahastatavad teemad ja rahaliste mahtude jagunemine ülikoolis 2010. aastal

Teaduskond/asutus	Teemad	Kokku (tuh krooni)	Ülikoolisene osakaal (%)
Ehitus	1	1 494	1,7
Infotehnoloogia	4	10 768	12,5
Keemia- ja materjalitehnoloogia	9	16 964	19,6
Matemaatika-loodus	13	21 471	24,8
Mehaanika	5	11 698	13,5
Sotsiaal	1	651	0,8
TTÜ Geoloogia Instituut	4	8 348	9,7
TTÜ Küberneetika Instituut	4	10 496	12,1
TTÜ Meresüsteemide Instituut	1	2 577	3,0
TTÜ Tehnomeedikum	1	2 009	2,3
<b>Kokku</b>	<b>43</b>	<b>86 477</b>	<b>100,0</b>

## Sihtrahastatavate teadusteemade mahud 2005–2010 (tuh krooni)

<b>Teaduskond/ asutus</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
Ehitus	1 528	966	1 086	1 755	1 585	1 494
Energeetika	1 224	1 271	1 464	1 590	–	–
Infotehnoloogia	5 902	6 632	7 598	10 575	9 665	10 768
Keemia- ja materjalitehnoloogia	9 270	11 337	13 128	19 139	16 743	16 964
Majandus	1 160	1 160	714	1 062	983	–
Matemaatika-loodus	13 397	15 934	16 861	22 568	22 694	21 471
Mehaanika	6 181	7 790	9 441	13 545	12 316	11 698
Sotsiaal	–	–	–	720	665	651
TTU Geoloogia Instituut	8 031	8 392	8 613	9 684	9 684	8 349
TTU Küberneetika Instituut	6 208	7 253	8 275	11 700	11 700	10 496
TTU Meresüsteemide Instituut	2 170	2 285	2 598	2 970	2 970	2 577
TTU Tehnomeedikum	–	1 146	1 873	2 340	2 340	2 009

## Sihtrahastatavate teadusteemade üldmaht ülikoolis 2000–2010



2010. aastal lõppes kaks sihtrahastatavat teadusteemat:

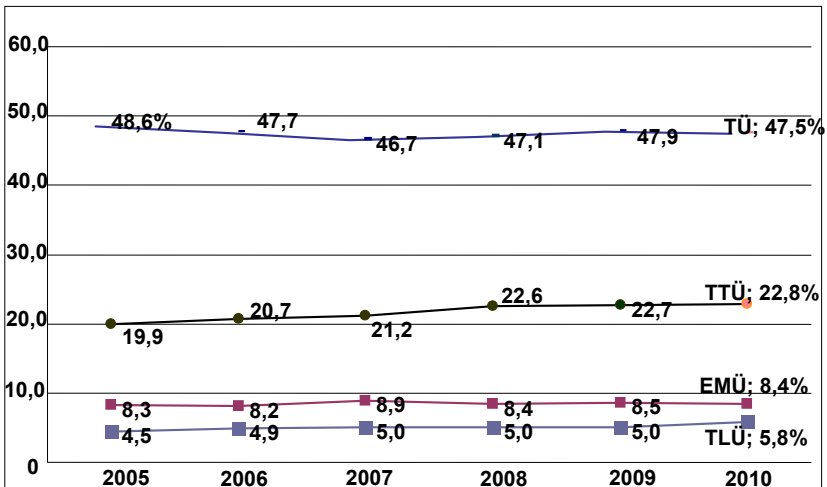
- \* mehaanikateaduskonna masinaehituse instituudi teema “Toodete ja tootmisprotsesside kiire teostamine – teooria ja metodoloogia” (teema juht R. Küttner);

- \* keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskonna polümeermaterjalide instituudi teema “Sünteesiliste ja looduslike polümeermaterjalide omadused ja vääristamine” (teema juht A. Viikna).

## TEADUS- JA ARENDUSTEGEVUSE BAASRAHASTAMINE

Haridus- ja teadusministeerium eraldas Tallinna Tehnikaülikooli teadus- ja arendustegevuse baasrahastamiseks 25,6 mln krooni. Kogu teadus- ja arendusastuste baasrahastamise maht Eestis oli 112,4 mln krooni.

Baasrahastamise jagunemine ülikooliti 2005–2010 (%)

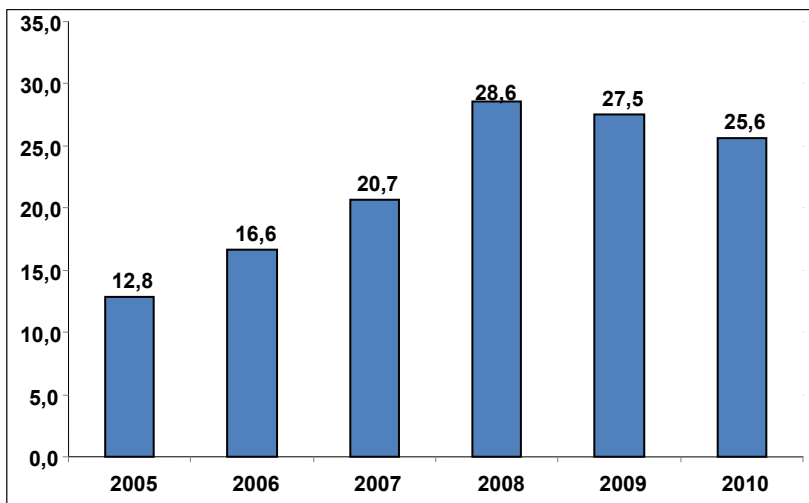


Eraldatud raha kasutas TTÜ oma strateegiliste arengueesmärkide elluviimiseks, rahastades TTÜ asutusi, üleülikoolilisi teadus- ja arendustegevuse projekte ning moodustades struktuuriüksuste teadusprojektide toetusfondi.

Ülikooli nõukogu otsusega eraldati asutustele 5,5 mln krooni (TTÜ Geoloogia Instituudile 1,7 mln krooni, TTÜ Küberneetika Instituudile 2,1 mln krooni, TTÜ Meresüsteemide Instituudile 1,2 mln krooni ja TTÜ Tehnomeedikumile 0,5 mln krooni).



## Baasrahastamine TTÜs 2005–2010 (mln krooni)



TTÜ asutused kasutasid baasrahastamise vahendeid teadusteemade rahastamiseks, riiklike ja riigiväliste projektide kaasrahastamiseks, infrastruktuuri ülalpidamiseks ning ajakohastamiseks (Meresüsteemide Instituudi uurimislava Salme ülalpidamise toetamine ja uute teadustöövahendite soetamine, Geoloogia Instituudi laborite aparatuuri ja põhivara uuendamine ning hooldamine), samuti teadusaparatuuri väikevahendite soetamiseks ning teadusürituste korraldamiseks ja seal osalemiseks.

Nõukogu otsusega eraldati üleülikooliliste teadus- ja arendusprojektide rahastamiseks baasrahastamise vahendeid 6,7 mln krooni, sh TTÜ tippkeskustele 0,9 mln krooni, Spinno kaasrahastamiseks 0,9 mln krooni, tehnoloogia arenduskeskuste kaasrahastamiseks 2,3 mln krooni, intellektuaalomandi arendamiseks 0,5 mln krooni, TTÜ motivatsioonisüsteemi arendamiseks 0,2 mln krooni, doktorikoolide kaasrahastamiseks 0,2 mln krooni, raamatukogu teavikute soetamiseks 0,7 mln krooni ning TTÜ Tehnomeedikumi arendamiseks 1,0 mln krooni.

Teadusprojektide toetusfondist rahastati ülikooli arengu seisukohalt olulistes valdkondades tegutsevaid uurimisrühmi ja uute uurimisrühmade loomist.

Uurimisrühmi oli kokku üheksa, sh kaks noorteadlaste juhivat rühma.

## Teadusteemad

- \* biorobootika keskuse käivitamine;
- \* integreeritud süsteemide bioloogia keskus;
- \* sünteetilised retseptorid molekulaarselt jäljendatud elektrit juhtivatest polümeeridest;
- \* elektri tarkvõrkude (*smart grid*) uus tehnoloogia ja võimalikud rakendused Eesti elektrisüsteemis;
- \* avaliku halduse reformid ja moderniseerimine;
- \* madala energiatarbega hoonete kavandamise uurimis- ja kompetentsikeskus;
- \* TTÜ metroloogiaalase võimekuse ja jätkusuutlikkuse arendamise teadus- ja arendustegevused 2010;
- \* majandusüksikud Kesk- ja Ida-Euroopa üleminekumajandustes;
- \* elektroni-tuuma magnetresonants (ENMR).

Projektide rahastamiseks toetusfondist korraldati kaks taotlusvooru, kuhu laekus kokku 73 taotlust. Projektide hindamiseks kaasati eksperte ning arvestati teema olulisust, probleemi püstitust ja taotluse läbitöötatust, uurimisrühma kompetentsust, kavandatud eelarvet ja taotletava summa vastavust projektile. Ekspertide ja teadusprorektori ettepanekul eraldati toetusfondist 32 projektile 12,3 mln krooni vahendeid.

Aastatel 2006–2010 eraldati teadusprojektide toetusfondist erinevate tegevuste täideviimiseks kokku 66,7 mln krooni.

## EESTI TEADUSFONDI MEETMETE KAUDU RAHASTAMINE

Sihtasutuse Eesti Teadusfondi rahastamismeetmed:

- \* ETFi grandid,
- \* järeldoktori grandid (Ermos ja Mobilitas),
- \* tippteadlaste grandid (Mobilitas),
- \* Euroopa Teadusfondi (Research Networking) programmid,
- \* ERA-Net projektid,
- \* teaduskoostöö toetusskeemid (Euroopa Majanduspiirkonna finantsmehhanismi ja Norra finantsmehhanismi toetused),
- \* Euroopa Liidu ühiste tehnoloogiaalgatuste (*joint technology initiative*) projektid,
- \* Eesti-Prantsuse ühisprogramm “Parrot” (reisigrandid).

**ETFi grandid**

TTÜ teadlastele eraldatud ETFi grantide maht 2010. aastal moodustas 22,4 mln krooni.

Ülikooli õppejõud ja teadurid esitasid 92 uut granditaotlust (teaduskondadest 73 ja asutustest 19 taotlust). Esitatud taotlustest rahuldati 26 taotlust, s.o 28,3%. Jätakuvalt rahastati 96 ETF granti, mis algasid aastatel 2007–2009. Täidetud grantidest neli olid ühisgrandid muude asutustega (koostöö Eesti Maaülikooli, TÜ Füüsika Instituudi, Tartu Observatooriumi ning KBFiga). Arvestades ühisgrante, kujunes ülikooli 122 grandid kogusummaks 22,4 mln krooni, sh teadustöö kulud 18,6 mln krooni ja üldkululõiv 3,7 mln krooni.

**ETFi grandid teaduskondades ja asutustes**

Teaduskond/asutus	Uued taotlused 2010		Täidetavaid grante kokku	2010. eraldatud finantseerimine (tuh krooni) sh			Ülikoolisisene osakaal (%)
	esitati	rahuldati		teadustöötoetus	üldkulu-lõiv	kokku	
Ehitus	1	–	3	501,7	100,3	602,0	2,7
Energeetika	10	1	6	813,9	162,8	976,6	4,4
Infotehnoloogia	13	2	7	1 026,8	205,4	1 232,2	5,5
Keemia- ja materjalitehnoloogia	16	8	25	3 634,5	726,9	4 361,4	19,5
Majandus	3	–	–	–	–	–	–
Matemaatika-loodus	15	7	28	4 464,7	892,9	5 357,6	24,0
Mehaanika	12	3	9	1 260,4	252,1	1 512,4	6,8
Sotsiaal	3	2	5	821,8	164,4	986,2	4,4
<b>Teaduskonnad</b>	<b>73</b>	<b>23</b>	<b>83</b>	<b>12 523,7</b>	<b>2 504,8</b>	<b>15 028,4</b>	<b>67,2</b>
TTÜ Geoloogia Instituut	5	2	13	1 750,9	350,2	2 101,1	9,4
TTÜ Küberneetika Instituut	4	1	14	2 068,8	413,7	2 482,5	11,1
TTÜ Meresüsteemide Instituut	3	–	8	1 546,4	309,3	1 855,7	8,3
TTÜ Tartu Kolledž	4	–	–	–	–	–	–
TTÜ Tehnomeedikum	3	–	4	739,1	147,8	886,9	4,0
<b>TTÜ asutused</b>	<b>19</b>	<b>3</b>	<b>39</b>	<b>6 105,2</b>	<b>1 221,0</b>	<b>7 326,2</b>	<b>32,8</b>
<b>Kokku</b>	<b>92</b>	<b>26</b>	<b>122</b>	<b>18 628,9</b>	<b>3 725,8</b>	<b>22 354,7</b>	<b>100</b>

- Peale grantide rahastati ETFi erinevate meetmete kaudu järgmisi projekte:
- \* Ermos järeldoktori grant (P. Zusmanovich, juhendaja E. Paal, matemaatikainstituut);
  - \* ETFi ja Civilian Research and Development Foundationi (USA) grant “Fotokatalüüsi kombinatsioon fermentatsiooniga vesilahustest vesiniku ja hapniku tootmiseks” (D. Klauson, keemiatehnika instituut);
  - \* ERA-Net projektid:
    - SmartGrids-projekt “Elektri tarkvõrgu kliendivalduse elektrikvaliteedi ja inimeste ning elektriseadmete ohutusnõuded” (T. Lehtla, elektriainstituut);
    - Europolar ühisprogrammi EuroClimate projekt “Svalbardi liustike tundlikkus kliimamuutuste suhtes” (R. Vaikmäe, TTÜ Geoloogia Instituut);
    - Läänemere uuringute ühisprogrammi Bonus+ projekt “Merehoovuste rakendamine Läänemere merenduse keskkonnahoidlikuks haldamiseks (BalticWay)” (T. Soomere, TTÜ Küberneetika Instituut);
    - Läänemere uuringute ühisprogrammi Bonus+ projekt “Tänapäevane modelleerimisvahend Läänemere ökosüsteemi arengustenaariumide jaoks, et toetada otsuste vastuvõtmist (Ecosupport)” (U. Raudsepp, TTÜ Meresüsteemide Instituut);
  - \* Euroopa Majanduspiirkonna finantsmehhanismi ja Norra finantsmehhanismi teaduskoostöö toetuskeemi projektid:
    - “Narva Elektriijaamade tuhaheitmete keskkonnamõjud: kombineeritud geokeemiline ja ökotoksikoloogiline uuring” (L. Bitjukova, TTÜ Geoloogia Instituut);
    - “Pikkade lainete uhtekõrguse analüüs kiiralaevainete baasil” (I. Didenkulova, TTÜ Küberneetika Instituut);
    - “Avamere tuuleparkide võimalikud asukohad ning nende meteoroloogilised, hüdrograafilised, jää- ja keskkonnaningimused” (A. Erm, TTÜ Meresüsteemide Instituut).
  - \* ELi ühiste tehnoloogiaalgatuste (*joint technology initiative*) meetme raames rahastati projekti “Iseorganiseeruv intelligentne vahevara platvorm tootmis- ja logistikaettevõtete jaoks” (L. Mõtus, automaatika-instituut);
  - \* “Parrot”-grandid koostööks Prantsusmaaga:
    - A. Klauson (reaalteadused ja tehnika): “Hoovuste hüdroturbiini vibroakustiline monitooring”;
    - E. Truve (keskkond ja elusloodus): “Viraalse VPg ja taimse eIF4G molekulaarsete interaktsioonide roll peremeeste ringi laienemises”.

## Järeldoktorid

2010. aastal esitati 19 Mobilitase järeldoktori taotlust, millest rahuldati üheksa. Ermos-programmi raames rahuldati üks viiest esitatud taotlusest.

Ülikoolis töötas kokku 20 järeldoktorit, neist neli geenitehnoloogia instituudis ja neli TTÜ Geoloogia Instituudis.

# EUROOPA LIIDU STRUKTUURIFONDIDE RAHASTAMISOTSUSED

## Ettevõtluse Arendamise Sihtasutus

ELi Struktuurifondide rakendusüksus EAS eraldas 2010. aastal kõrgkoolidele teadus- ja arendustegevuse edendamiseks 2,26 mln krooni. Tallinna Tehnikaülikooli neli projekti said kokku toetust summas 2,04 mln krooni. Rahastamise mahu järsu languse taga on meetme muutunud tingimused, mis majanduslanguse tingimustes on ettevõtjatele ja kõrgkoolidele ebasoodsamaks tehtud.

## Sihtasutus Archimedes

Majanduskeskkonna arendamise rakenduskava eelissuuna “Eesti teadus- ja arendustegevuse konkurentsivõime tugevdamine teadusprogrammide ja kõrgkoolide ning teadusasutuste kaasajastamise kaudu” meetme “Teadus- ja arendusasutuste ning kõrgkoolide õppe- ja töökeskkonna infrastruktuuri kaasajastamine” raames sai 2010. aastal rahastamisotsuse projekt “Tallinna Tehnikaülikooli materjali- ja tehnikateaduste hoonestik” (168,9 mln krooni).

Eesti Energiatehnoloogia programmile tuginedes kinnitas haridus- ja teadusministeerium meetme “Energiatehnoloogia teadus- ja arendustegevuse toetamine” tingimused. Esimesse taotlusvooru laekus kokku 21 taotlust. Positiivse rahastamisotsuse sai seitse projekti, sh viis Tallinna Tehnikaülikooli projekti (54,8 mln krooni):

- \* energiasüsteemi talitluse optimeerimine muutuvkoormuste tasakaalustamiseks,
- \* põlevkivi põletamisega kaasnevate tahkjäätmete uute kasutusvaldade alused,
- \* põlevkivitehnoloogiate arendustöodes vajalike ainesüsteemide termodünaamilised omadused: eksperimentaalne ja arvutuslik määramine ning määramisvõimaluste parandamine,
- \* uued materjalid päikeseenergeetikale,

- \* anaeroobsel kääritamisel põhinevate biogaasi energiatehnoloogiate biokeemiliste protsesside optimeerimine ning monitooringu ja juhtimismeetodite arendamine.

Meetme “Rakenduskõrgharidusõppe ja õpetajakoolituse õppeinfrastruktuuri kaasajastamine” alameetme “Rakenduskõrgharidusõppe õppeinfrastruktuur” esimese taotlusvooru raames rahastati Virumaa kolledži taotlus “TTÜ Virumaa Kolledži ehituskoja kompleksne kaasajastamine”.

Meetme “Kõrgkoolide koostöö ja innovatsiooni arendamine” alameetme “Kõrgkoolide ja ettevõtete koostöö” eesmärgiks on kõrgkoolide suutlikkuse tõstmine tööturuarengutega arvestamisel. 2010. aastal langetas SA Archimedes rahastamisotsused Euroopa Sotsiaalfondist toetuse saamiseks järgmistele TTÜ projektidele:

- \* TLÜ, TÜ ja TTÜ ühismoodul: Aasia ühiskonnad, majandus ja poliitika (3,3 mln krooni, TTÜ partnerina);
- \* magistritasemel logistikavaldkonna ühisõppekavade “Tarneahela juhtimine” ja “Logistika” väljatöötamine Tallinna Tehnikakõrgkooli ja Tallinna Tehnikaülikooli koostöös, tulenevalt tööturu vajadusest (3,5 mln krooni, TTÜ partnerina);
- \* Tallinna Tehnikaülikooli magistriõppekava “Arvutisüsteemid” arendamine (3,5 mln krooni);
- \* Tallinna Tehnikaülikooli ja Eesti Maaülikooli ühisõppekava “Taastuvatel energiaallikatel põhinev hajaenergeetika” (3,5 mln krooni);
- \* väikelaevaehituse ühisõppekava arendamine koostöös ettevõtjatega (3,5 mln krooni);
- \* polümeermaterjalide instituudi ja ettevõtete koostöö väljakujundamine magistriõppekava “Materjalitehnoloogia” alusel korraldatava taseme- ja täiendkoolituse õpiväljundite süsteemi ellurakendamisel ja täiustamisel (3,5 mln krooni);
- \* kütuste keemia ja tehnoloogia magistriõppekava loomisprojekt (3,5 mln krooni);
- \* ettevõtlusõpe Tartu Ülikooli ja Tallinna Tehnikaülikooli bioõppekavades (2,7 mln krooni, TTÜ partnerina).

Meetme “Kohandumine teadmistepõhise majandusega” teaduse populariseerimise alameetme “Teeme” eesmärk on teadus- ja arendustegevuse ning loodus- ja täppisteaduste ning tehnoloogia (LTT) valdkonna populariseerimine noorte seas ning huvi äratamine teadlas- ja insenerikarjääri vastu.

SA Archimedese rahastamisotsused Euroopa Sotsiaalfondist toetuse saamise kohta järgmistele TTÜ projektidele:

- \* robotika rakendamine Eesti gümnaasiumi- ja põhikooli vanemas astmes,

- \* hammasrattast tuulegeneraatorini,
- \* Robotex 2011–2013,
- \* ümber Terra Cucersita (Põlevkivimaa).

### **Doktoriõppe ja rahvusvahelistumise programm DoRa**

Tegevus 2 (kõrghariduse kvaliteedi parandamine läbi välisõppejõudude kaasamise) esimeses taotlusvoorus rahuldati TTÜ taotlus kümne välisprofessori kutsumiseks, teisest voorust lisandus neile 3 kohta. 2009. aastal alustas TTÜs tööd neli välisõppejõudu, 2010. aastal lisandus neile kaks.

Tegevus 7 (magistrantide õpiränne) raames on ainekursuste ja praktika läbimiseks välismaa kõrgkoolides saanud toetust 17 magistranti.

### **Sihtasutus Eesti Teadusfond**

2009. aastal teadlasmobiilsusprogrammi Mobilitas raames Tallinna Tehnikaülikooli tööle asunud kaheksale järel doktorile lisandus 2010. aastal kümme järel doktorit.

Esitati kaheksa Mobilitas tippteadlase grandit taotlust, millest rahuldati üks.

### **Sihtasutus Keskkonnainvesteeringute Keskus**

Jätkusid keskkonnaprogrammist rahastatavad projektid “Prügilavee uuringud ja erinevate puhastustehnoloogiate analüüs II” ja “Looduslike õlide ja põlevkivi orgaanilise aine hüdrogeenimise laboratoorsed uuringud”.

Raha eraldati järgmistele uutele TTÜ projektidele: “TTÜ Särghaua maa-teaduste ja keskkonnatehnoloogia õppekeskuse rajamine”, “Reovee väikepuhastite tehnoloogiliste ja tehniliste lahenduste soovitude ja juhendmaterjalide koostamine kohalike omavalitsuste tarbeks”, “Reoveesette kompostväetises sisalduvate ravimijääkide akumuleerimine mullast toidutaimesse”.

## **TEADUSTARISTU UUENDAMINE**

Teadus- ja arendustegevuseks vajaliku aparatuuri uuendamiseks tehtud investeeringud TTÜs moodustasid 2010. aastal 37,8 mln krooni, sellest said teaduskonnad 26,7 mln krooni. Suuremad investeeringud tehti geenitehnoloogia instituudis (6,6 mln krooni), elektroonikainstituudis (4,5 mln krooni) ja keemiainstituudis (4,2 mln krooni).

Taristu uuendamine toimus ELi struktuurifondide meetme “Teadusaparatuuri ja -seadmete kaasajastamine” raames käivitatud alameetmete toetusel.

Alameetme “Väikesemahulise teaduse infrastruktuuri kaasajastamine Eesti teadus- ja arendusasutuste teadusteemade sihtfinantseerimise raames” toetust saab taotleda vaid sihtrahastatavatele teadusteemadele. Toetust tohib kasutada väikesemahulise teadusaparatuuri, instrumentide, seadmete, andmebaaside ja erialatarkvara soetamiseks või nüüdisajastamiseks. Väikesemahulise teadusaparatuuri nüüdisajastamiseks esitatud 30st taotlusest sai positiivse rahastamisotsuse 26 taotlust, toetuse summa I voorus – 23,37 mln krooni.

Alameetme “Teadus- ja arendusasutuste teadusaparatuuri ja seadmete kaasajastamine” raames esitas Tallinna Tehnikaülikool 10 projektitaotlust, millest rahuldati neli, maksimaalse toetuse kogumahuga 58,7 mln krooni:

- \* Loodusteaduste maja infrastruktuuri edasiarendus (matemaatika-loodusteaduskond);
- \* integreeritud elektroonsed süsteemid ja komponendid (infotehnoloogia teaduskond);
- \* nano- ja mikrostruktuursete uuringute komplekslabor (keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskond);
- \* arukad energiasüsteemid (energeetikateaduskond).

## RAHVUSVAHELINE TEADUSKOOSTÖÖ

2010. aastal registreeriti ülikooli teadus- ja arendusosakonnas 47 uut teadusprojekti, sh:

- \* 9 projekti koostöös välismaa ülikoolide või teadusasutustega,
- \* 3 projekti välismaa ettevõtetega,
- \* 8 projekti programmi Erasmus LLP raames,
- \* 7 projekti Euroopa Komisjoni programmide raames,
- \* 15 projekti Interregi programmi raames,
- \* 5 õppevaldkondade projekti.

Käimasolevaid välisprojekte oli 93, neist 19 koordineeris TTÜ.

Rahvusvaheliste teadusprojektide täitmisest laekunud tulu moodustas 74,6 mln krooni.

## PUBLIKATSIOONID

### **Teaduspublikatsioonid**

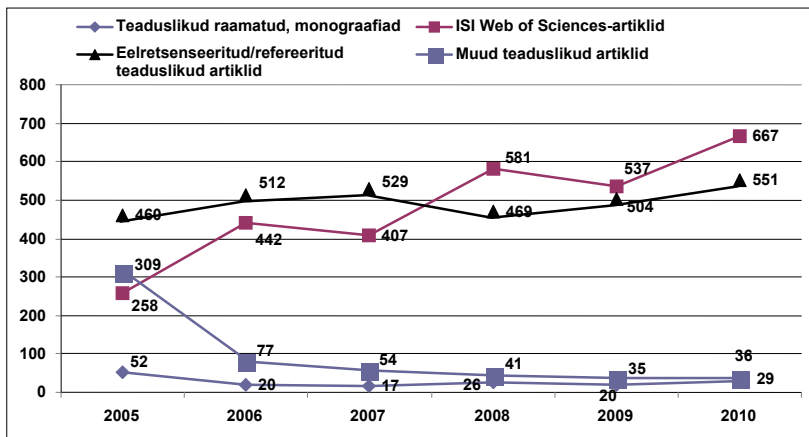
Teaduspublikatsioone avaldati 2010. aastal TTÜs 1 583, sh:

- \* 29 monograafiat ja kogumikku,



- \* 1 218 artiklit eelretsenseeritavates/refereeritavates ajakirjades ja kogumikes,
- \* 280 teadusartiklit või teesi muudes ajakirjades/kogumikes,
- \* 35 teadusväljaannete toimetamist.

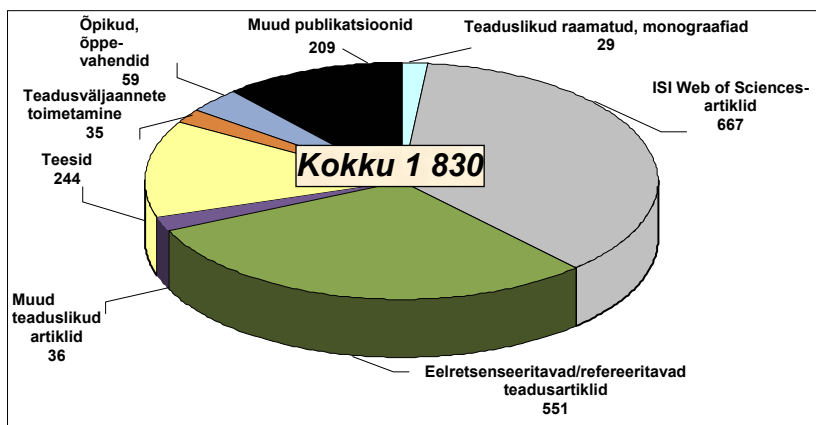
### Teaduspublikatsioonid 2005–2010



Teadustöökohusliku isiku kohta avaldati keskmiselt 1,73 teaduspublikatsiooni.

### Publikatsioonide üldarv

Publikatsioonide üldarv oli 1 830.

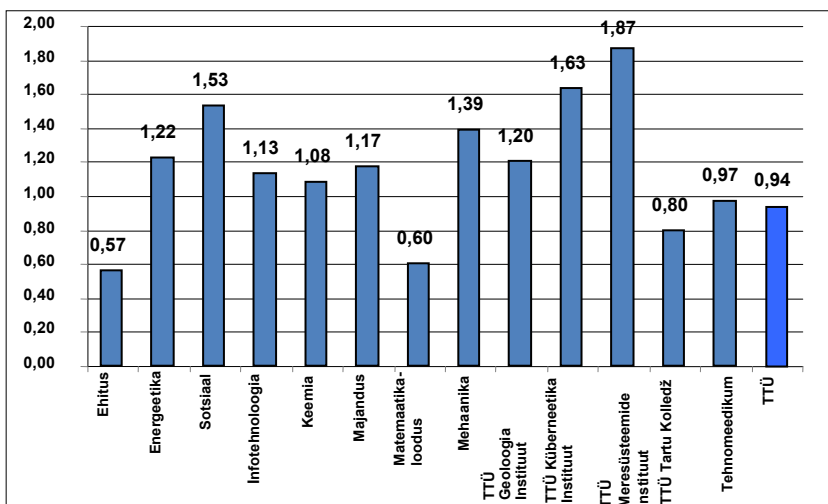


### Eelretsenseeritavad/refereeritavad publikatsioonid

Eelretsenseeritavate/refereeritavate publikatsioonide avaldamisel olid edukamad keemiainstituut (48 publikatsiooni) ning arvutitehnika ja avaliku halduse instituudid (41).

Asutustest väärivad esiletõstmist TTÜ Küberneetika Instituut, (103) ja TTÜ Geoloogia Instituut (59).

#### Eelretsenseeritavaid/refereeritavaid publikatsioone ühe teadustöökohustusliku töötaja kohta



Ühe teadustöökohustusliku töötaja kohta olid eelretsenseeritavate/refereeritavate publikatsioonide avaldamisel toimekamad materjaliuuringute teaduskeskus (4,0), majandusuuringute teaduskeskus (2,5), elektri- ja jõuelektronika instituut (2,4), anorgaaniliste materjalide teaduslaboratoorium (2,25) ning avaliku halduse instituut (2,16), asutustest TTÜ Meresüsteemide Instituut (1,87) ja TTÜ Küberneetika Instituut (1,63).

## LEIUTUSTEGEVUS

### TTÜ patendiportfell 31.12.2010

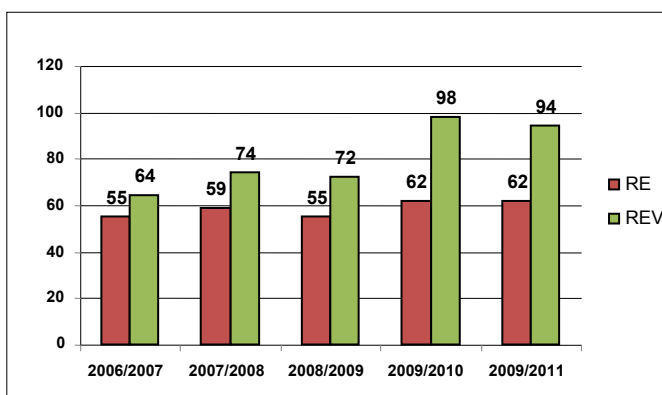
Eesti patente: 22;

Eesti patenditaotlusi: 24;

Välispatente kokku: 8;  
 Patenditaotlusi muudes riikides kokku: 29;  
 Kasuliku mudeli taotlusi: 2;  
 Kasuliku mudeli tunnistusi: 16;  
 Tööstusdisainilahendusi: 1;  
 Kaubamärgitaotlusi: 1;  
 Kehtivaid kaubamärke: 10.

## DOKTORIÕPE

Vastuvõtt doktoriõppesse 2006–2010

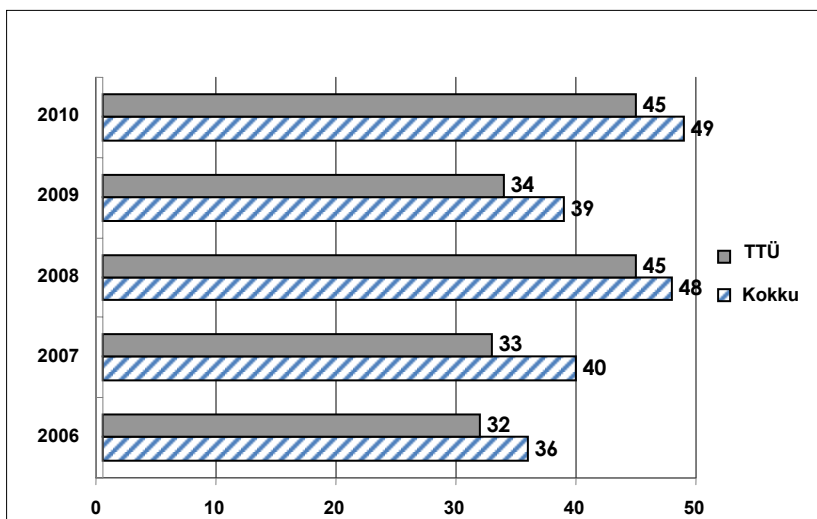


### Teaduskraadide kaitsmine

Aasta jooksul kaitsti TTÜ doktorantide ja töötajate poolt ning TTÜ töötajate juhendamisel väljaspool TTÜd kokku 49 doktorikraadi, sh

- \* TTÜ doktorantide kaitsmisi TTÜs – 45,
- \* TTÜ töötajate juhendatud, väljaspool TTÜd õppinud ja kaitsnud doktorante – 2,
- \* TTÜ töötajate väljaspool TTÜd kaitstud doktorikraade – 2.

## Kaitstmised 2006–2010



## Riiklik koostellimus ja doktoriõppe tegelikult lõpetanud

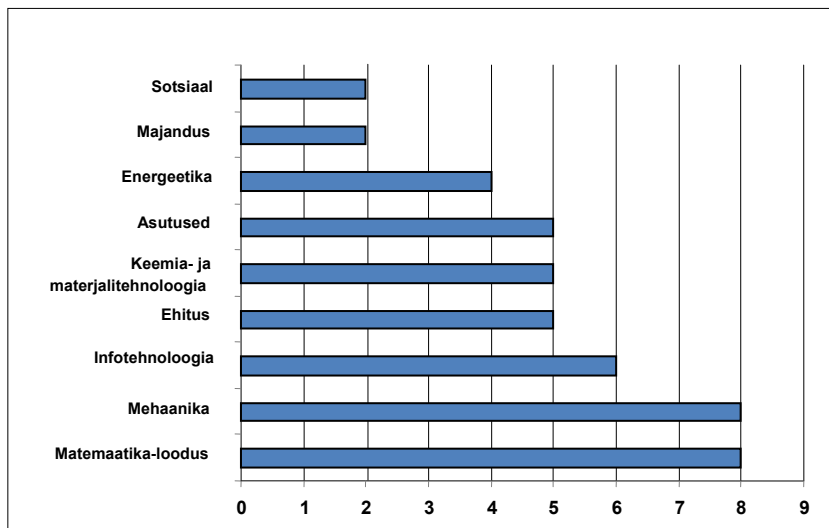
Õppe-suund	2006		2007		2008		2009		2010	
	RKT	Tegelik	RKT	Tegelik	RKT	Tegelik	RKT	Tegelik	RKT	Tegelik
Sotsiaal- ja käitumisteadused	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2
Bio-teadused	3	4	3	3	5	3	5	2	6	8
Füüsikalised loodusteadused	5	4	4	2	4	3	4	2	6	3
Arvutiteadused	9	3	9	5	10	7	10	6	11	8
Tehnikalad	24	18	23	11	22	25	22	18	26	19
Arhitektuur ja ehitus	6	3	7	3	5	7	5	5	5	5
<b>KOKKU</b>	<b>48</b>	<b>33</b>	<b>47</b>	<b>26</b>	<b>47</b>	<b>46</b>	<b>47</b>	<b>35</b>	<b>55</b>	<b>45</b>

2010. aastal olid kaitstmistes edukamad matemaatika-loodusteaduskond ja mehaanikateaduskond (mõlemas 8 kaitstmist).

Instituutidest osutasid edukamateks geenitehnoloogia instituut ning materjaliteaduse instituut (mõlemas 4 kaitsmist).

Asutustest oli edukaim TTÜ Küberneetika Instituut (4 kaitsmist).

### Doktorikraadide kaitsmised TTÜs 2010



Aastatel (2006–2010) on kaitsmistes edukamad olnud mehaanikateaduskond (31 kaitsmist), matemaatika-loodusteaduskond (30 kaitsmist) ning keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskond (28 kaitsmist). Instituutidest oli enim kaitsmisi keemiainstituudis (14), materjalitehnika instituudis (13) ja materjaliteaduse instituudis (10). Asutustest oli edukaim TTÜ Küberneetika Instituut (9).

### Doktorantide mobiilsus

Doktorantide mobiilsuse toetamiseks on käivitatud doktoriõppe ja rahvusvahelistumise programm DoRa.

DoRa tegevused 2010. aastal:

Tegevus 3 (teadusalane koostöö ülikoolide ja ettevõtete vahel) raames esitatud 17 taotlusest sai TTÜ positiivse rahastamisotsuse üheksa lisadoktorantuurikoha loomiseks koostöös ettevõtetega, kokku on ülikoolis 21 DoRa 3 stipendiaati.

Tegevus 4 (välisüliõpilaste kaasamine doktoriõppesse) raames 2009. aastal alustanud 2 välisdoktorandile Indiast ja Itaaliast lisandus 2010. aastal 2

doktoranti Lätist, 1 Lõuna-Koreast ja 1 Palestiinast, kokku 6 pikaajalist välisdoktoranti.

Tegevus 5 (külalisdoktorantide lühiajalised uurimisprojektid) raames eraldati 73 kuuks 14 uurimissipendiumi (doktorandid Itaaliast, Hiinast, Lätist, Soomest, Ukrainast, Venemaalt).

Tegevus 6 (rahvusvaheliste koostöövõrgustike arendamine Eesti doktorantide õpirände abil) raames läbis TTÜ doktorantidest oma õppesemestri välismaal 18 üliõpilast (sõidutoetusi 1,1 mln krooni).

Tegevus 8 (noorteadlaste osalemine rahvusvahelises teadmisteringluses) raames käis rahvusvahelistel konverentsidel, seminaridel ja erikursustel osalemas või välisülikoolides ja -teadusasutustes uurimistööd tegemas 225 üliõpilast ja noorteadlast (sõidutoetusi 3,9 mln krooni).

### Doktorikoolid

TTÜ juhtimisel jätkasid tegevust järgmised doktorikoolid:

- \* info- ja kommunikatsioonitehnoloogia,
- \* energia- ja geotehnika,
- \* ehitus- ja keskkonnatehnika.

Partnerina jätkas TTÜ järgmistes doktorikoolides:

- \* biomeditsiini- ja biotehnoloogia,
- \* funktsionaalsed materjalid ja tehnoloogiad,
- \* maateadus ja ökoloogia,
- \* majandus ja innovatsioon,
- \* matemaatika ja statistika.

2010/2011. õppeaastaks doktorikoolidesse vastuvõetud doktorandid

Doktorikool	Liikmeid kokku	TTÜ doktorandid
info- ja kommunikatsiooni-tehnoloogia	105	72
energia- ja geotehnika	70	65
ehitus- ja keskkonnatehnika	96	80
biomeditsiini- ja biotehnoloogia	270	122
funktsionaalsed materjalid ja tehnoloogiad	134	61
maateadus ja ökoloogia	223	22
majandus ja innovatsioon	154	94
matemaatika ja statistika	36	–

### Üleminekuhindamine

2010. sügisel hinnati õppekavarühma “Tehnika, tootmine ja tehnoloogia”, kuhu kuulub kolm TTÜ doktoriõppe õppekava kolmest teaduskonnast: energia- ja geotehnika, keemia- ja materjalitehnoloogia ning mehhanotehnika.

Eesti Kõrghariduse Kvaliteediagentuuri hindamisnõukogu 11. oktoobri 2010 otsuse alusel tegi haridus- ja teadusminister valitsusele ettepaneku anda TTÜle õigus korraldada nimetatud õppekavarühmas doktoriõpet ning väljastada õppekava läbimisel vastavaid akadeemilisi kraade ja diplomeid. Õppekavad on kooskõlas ülikooli tegevussuundadega, eesmärgid ja väljundid on selgelt sõnastatud ja õppe jätkusuutlikkus tagatud.

## KAITSTUD DOKTORITÖÖD

Tallinna Tehnikaülikoolis

*Erika Matsak* (arvutitehnika instituut): “Loogiliste konstruktsioonide avastamine eesti laste keelest”. Juhendasid dots Margus Kruus ja prof Peeter Lorents. Kaitstud 8. jaanuaril 2010. Anti filosoofiadoktori (arvuti- ja süsteemitehnika) kraad.

*Paul Annus* (elektroonikainstituut): “Paljukanaliline bio-impedants spektroskoopia: mõõtemetodid ja disaini printsiibid”. Juhendas prof Mart Min. Kaitstud 11. jaanuaril 2010. Anti filosoofiadoktori (elektroonika) kraad.

*Jüri Virkepu* (matemaatikainstituut): “Lagrange'i formalismist Lie teooriale ja harmooniline peraadostsillaator madalates dimensioonides”. Juhendas prof Eugen Paal. Kaitstud 22. jaanuaril 2010. Anti filosoofiadoktori (rakendusmatemaatika) kraad.

*Maris Tõnso* (TTÜ Küberneetika Instituut): “Arvutialgebra vahendid mittelineaarsete juhtimissüsteemide modelleerimiseks, analüüsiks ja sünteesiks”. Juhendas Ülle Kotta. Kaitstud 27. jaanuaril 2010. Anti filosoofiadoktori (arvuti- ja süsteemitehnika) kraad.

*Natalja Savest* (keemiatehnika instituut): “Eesti põlevkivide pundumine lahustites: termokeemilise konversiooni mõju pundumisprotsessile”. Juhendas prof Vahur Oja. Kaitstud 18. veebruaril 2010. Anti filosoofiadoktori (keemia- ja materjalitehnoloogia) kraad.

*Madis Ratassep* (mehaanikainstituut): “Lainete interaktsioon defektidega plaatides ja torudes”. Juhendasid prof Aleksander Klauson ja Michall J. S. Lowe. Kaitstud 23. veebruaril 2010. Anti filosoofiadoktori (ehitus- ja keskkonnatehnika) kraad.

*Triin Märtsen* (polümeermaterjalide instituut): “Metoodika ja seadme väljatöötamine kiirelt kristalluvate polümeeride optilisteks uuringuteks”. Juhendasid vanemteadur Andres Krumme ja prof Anti Viikna. Kaitstud 1. märtsil 2010. Anti filosoofiadoktori (keemia- ja materjalitehnoloogia) kraad.

*Kati Helmja* (keemiainstituut): “Meetodid fenoolsete ühendite määramiseks ja nende antioksidatiivsuse hindamiseks”. Juhendas prof Mihkel Kaljurand. Kaitstud 12. märtsil 2010. Anti filosoofiadoktori (keemia) kraad.

*Merike Sõmera* (geenitehnoloogia instituut): “Sobemoviirused: genoomi organisatsioon, rekombinatsioonipotentsiaal ja valgu P1 vajalikkus süsteemseks infektsiooniks”. Juhendas prof Erkki Truve. Kaitstud 12. märtsil 2010. Anti filosoofiadoktori (geenitehnoloogia) kraad.

*Kristjan Laes* (materjaliteaduse instituut): “CuIn<sub>3</sub>Se<sub>5</sub> fotoabsorberil põhinevate hübriidsete struktuuride uurimine impedantsispektroskoopia meetodil”. Juhendasid vanemteadur Sergei Bereznev ja prof Andres Öpik. Kaitstud 19. märtsil 2010. Anti filosoofiadoktori (keemia- ja materjalitehnoloogia) kraad.

*Kristin Lippur* (keemiainstituut): “2,2’-bimorfoliini ja selle 5,5’-asendatud derivaatide asümmeetriline süntees”. Juhendas prof Tõnis Kanger. Kaitstud 16. aprillil 2010. Anti filosoofiadoktori (keemia) kraad.

*Raivo Linnas* (avaliku halduse instituut): “Kohaliku omavalitsuse auditi ja järelevalve terviklik mudel Eesti näitel”. Juhendas prof Sulev Mäeltsemees. Kaitstud 28. aprillil 2010. Anti filosoofiadoktori (avalik haldus) kraad.

*Simon Lang* (avaliku halduse instituut): “Euroopa Liidu teadus- ja arendustegevuse ning regionaalpoliitika muutused mitmetasandilise valitsemise raamistikus. Euroopa Liidu muutuv olemus 10 aastat pärast Lissaboni strateegia käivitamist”. Juhendas prof Wolfgang Drechsler. Kaitstud 28. aprillil 2010. Anti filosoofiadoktori (avalik haldus) kraad.

*Igor Krupenski* (soojustehnika instituut): “Turbulentsete kahefaasiliste voolude matemaatiline modelleerimine tuha tsirkuleerivas keevkihis”. Juhendasid prof Andres Siirde ja vanemteadur Aleksander Kartušinski. Kaitstud 21. mail 2010. Anti filosoofiadoktori (soojusenergeetika) kraad.

*Merike Luman* (biomeditsiinitehnika instituut): “Dialüüsravi doosi ja patsientide toitumuse hindamine optilise meetodiga”. Juhendas prof Ivo Fridolin.



Kaitstud 3. juunil 2010. Anti filosoofiadoktori (biomeditsiinitehnoloogia) kraad.

*Tiia Pedusaar* (keskkonnatehnika instituut): “Ülemiste järve kui joogiveehoidla haldamine”. Juhendas prof Enn Loigu. Kaitstud 4. juunil 2010. Anti filosoofiadoktori (ehitus- ja keskkonnatehnika) kraad.

*Andres Petritšenko* (mehhatroonikainstituut): “Risttaladest tasandraamide võnkumised”. Juhendas dots Gennadi Arjassov. Kaitstud 9. juunil 2010. Anti filosoofiadoktori (mehhatroonika) kraad.

*Aleksandr Hlebnikov* (soojustehnika instituut): “Eesti kaugkütte soojusvõrkude efektiivsuse analüüs ja optimeerimine”. Juhendas prof Aadu Paist. Kaitstud 11. juunil 2010. Anti filosoofiadoktori (soojusenergeetika) kraad.

*Deniss Klauson* (keemiatehnika instituut): “Bioloogiliselt mittelagunevate saasteainete fotokatalüütiline oksüdatsioon vesifaasis”. Juhendas vanemteadur Sergei Preis. Kaitstud 11. juunil 2010. Anti filosoofiadoktori (keemia- ja materjalitehnoloogia) kraad.

*Tanel Jalakas* (elektriamite ja jõuelektroonika instituut): “Võimsate kõrgepingeliste alalispingemuundurite uurimine ja välmimine”. Juhendasid prof Tõnu Lehtla ja vanemteadur Dmitri Vinnikov. Kaitstud 14. juunil 2010. Anti filosoofiadoktori (energia- ja geotehnika) kraad.

*Helena Lind* (mäeinstituut): “Eesti põlevkivimaardla lääneala veerežiimi mudel”. Juhendas prof Ingo Valgma. Kaitstud 17. juunil 2010. Anti filosoofiadoktori (energia- ja geotehnika) kraad.

*Tõnn Talpsepp* (rahvamajanduse instituut): “Investorite käitumine ning volatiilsuse asümmeetria”. Juhendas prof Karsten Staehr. Kaitstud 17. juunil 2010. Anti filosoofiadoktori (finantsökonoomika) kraad.

*Kaire Pöder* (rahvamajanduse instituut): “Sotsiaalsete lõksude struktuuralsed lahendid: formaalsed ja mitteformaalsed institutsioonid”. Juhendasid prof Kaie Kerem ja prof Alari Purju. Kaitstud 17. juunil 2010. Anti filosoofiadoktori (majandusteooria) kraad.

*Arvi Hamburg* (elektroenergeetika instituut): “Energeetika arenguperspektiivide analüüs”. Juhendas emeriitprofessor Mati Valdma. Kaitstud 17. juunil 2010. Anti filosoofiadoktori (energia- ja geotehnika) kraad.

*Renee Joost* (materjalitehnika instituut): “Uudsed meetodid WC-Co kõvasulamite valmistamiseks ja taaskasutamiseks”. Juhendas vanemteadur Jüri Pirso. Kaitstud 18. juunil 2010. Anti filosoofiadoktori (materjalitehnika) kraad.

*Andre Gregor* (materjalitehnika instituut): “PVD kõvapinded tööriistamajanduses”. Juhendas prof Priit Kulu. Kaitstud 18. juunil 2010. Anti filosoofiadoktori (materjalitehnika) kraad.

*Erkki Joason* (informaatikainstituut): “Kompeaistingul põhineva tagasisidega seade multipuutelise kasutajaliidese jaoks”. Juhendas dots Jaak Henno. Kaitstud 21. juunil 2010. Anti filosoofiadoktori (informaatika) kraad.

*Jürge-Sören Preden* (automaatikainstituut): “Spontaanvõrgu sõlmede situatsiooniteadlikkuse, taju ja arutlusvõime täiendamine”. Juhendas prof Leo Mõtus. Kaitstud 21. juunil 2010. Anti filosoofiadoktori (arvuti- ja süsteemitehnika) kraad.

*Tamara Aid-Pavlidis* (geenitehnoloogia instituut): “BDNF geeni struktuur ja regulatsioon”. Juhendas prof Tõnis Timmusk. Kaitstud 21. juunil 2010. Anti filosoofiadoktori (geenitehnoloogia) kraad.

*Mihhail Berezovski* (TTÜ Küberneetika Instituut): “Lainelevi numbriline simulatsioon heterogeensetes ja mikrostruktuuriga materjalides”. Juhendas prof Jüri Engelbrecht. Kaitstud 21. juunil 2010. Anti filosoofiadoktori (rakendusmehaanika) kraad.

*Karin Pachel* (keskkonnatehnika instituut): “Veevarud, nende terviklik haldamine ja säästlik kasutamine Eestis”. Juhendasid prof Enn Loigu ja dots Arvo Iital. Kaitstud 21. juunil 2010. Anti filosoofiadoktori (ehitus- ja keskkonnatehnika) kraad.

*Aivo Jürgenson* (informaatikainstituut): “Ründepuude paralleel- ja jadamudelid efektiivsed semantikad”. Juhendasid prof Ahto Buldas ja Jan Villemson. Kaitstud 21. juunil 2010. Anti filosoofiadoktori (informaatika) kraad.

*Andrus Räämet* (mehaanikainstituut): “Läänemere lainetuse tingimuste ajalisruumiline muutlikkus”. Juhendas prof Tarmo Soomere. Kaitstud 22. juunil 2010. Anti filosoofiadoktori (ehitus- ja keskkonnatehnika) kraad.

*Olga Bragina* (geenitehnoloogia instituut): “Sonic Hedgehog signaaliraja roll neurogeneesis ja vähi tekkes”. Juhendasid prof Priit Kogermann, Lilian Järvekülg ja Svetlana Sergejeva. Kaitstud 10. augustil 2010. Anti filosoofiadoktori (geenitehnoloogia) kraad.

*Alar Just* (ehitiste projekteerimise instituut): “Klaasvillaga täidetud ning kipsplaatidega kaetud puittarindite tulepüsivus”. Juhendasid prof Karl Õiger, Jürgen König ja Birgit Östman. Kaitstud 18. oktoobril 2010. Anti filosoofiadoktori (ehitus- ja keskkonnatehnika) kraad.

*Merle Randrüüt* (TTÜ Küberneetika Instituut): “Lainelevi mikrostruktuursestes tahkistes: üksik- ja perioodilised lained”. Juhendasid prof Jüri Engelbrecht ja prof Andrus Salupere. Kaitstud 21. oktoobril 2010. Anti filosoofiadoktori (rakendusmehaanika) kraad.

*Alina Sivitski* (materjalitehnika instituut): “Õhukeste kõvapinnete liugekulumine: väsimuse ja mõõtmise aspektid”. Juhendasid prof Priit Kulu ja prof Maidu Ajaots. Kaitstud 1. novembril 2010. Anti filosoofiadoktori (materjalitehnika) kraad.

*Tõnu Roosaar* (materjalitehnika instituut): “WC- ja TiC-baasil keraamilismetallsete komposiitide kulumiskindlus”. Juhendas prof Jakob Kübarsepp. Kaitstud 1. novembril 2010. Anti filosoofiadoktori (materjalitehnika) kraad.

*Mall Orru* (mäeinstituut): “Eesti turba omaduste sõltuvus maastikutüüpidest ja turbalasuundi toitumistingimustest”. Juhendasid vanemteadur Ülo Sõstra ja lektor Hans Orru. Kaitstud 11. novembril 2010. Anti filosoofiadoktori (energia- ja geotehnika) kraad.

*Pavel Grigorenko* (TTÜ Küberneetika Instituut): “Lamedate keelte kõrgemat järku atribuutsemantika”. Juhendas juhtivteadur Enn Tõugu. Kaitstud 17. novembril 2010. Anti filosoofiadoktori (informaatika) kraad.

*Marju Laars* (keemiainstituut): “Asümmeetriline organokatalüütiline Michaeli ja aldoolreaktsioon tsükliiliste amiinide toimel”. Juhendas prof Tõnis Kanger. Kaitstud 25. novembril 2010. Anti filosoofiadoktori (keemia) kraad.

*Anna Rannaste* (arvutitehnika instituut): “Hierarhilised testigeneerimise ja mittestitavuse identifitseerimise meetodid sünkroonsetele järjestikskemiidele”. Juhendas vanemteadur Jaan Raik. Kaitstud 25. novembril 2010. Anti filosoofiadoktori (arvuti- ja süsteemitehnika) kraad.

*Maarja Grossberg* (materialiteaduse instituut): “Päikesepatareides kasutatavate mitmikpooljuhtühendite optilised omadused”. Juhendas vanemteadur Jüri Krustok. Kaitstud 26. novembril 2010. Anti filosoofiadoktori (keemia- ja materjalitehnoloogia) kraad.

*Alla Maloverjan* (geenitehnoloogia instituut): “Selgroogsete fu kinaasi homoloogide roll Sonic Hedgehogi signaali ülekanderajas”. Juhendasid prof Priit Kogermann, dots Marko Piirsoo ja Torben Osterlund. Kaitstud 17. detsembril 2010. Anti filosoofiadoktori (geenitehnoloogia) kraad.

*Sergei Kramarenko* (masinaehituse instituut): “Fraktaalne lähenemine multi-projekti juhtimisel tootmisettevõtetes”. Juhendas teadur Tatjana Karaulova. Kaitstud 22. detsembril 2010. Anti filosoofiadoktori (tootmistehnika) kraad.

## Mujal

Lappeenranna Tehnikaülikoolis kaitsesid doktorikraadi TTÜ erakorralise vanemteaduri Juha Kallase juhendatud doktorandid *Hannu Alatalo* (“Super-Saturation-Controlled Crystallization”) ja *Henry Hatakka* (“Effect of Hydrodynamics on Modelling, Monitoring and Control of Crystallization”). TTÜ töötajatest kaitses doktoritööd Lapi Ülikoolis ärikorralduse instituudi lektor *Anu Leppiman* (“Arjen elämisiä – Leiri- ja elämispohjainen Arkipäivät-perhepalvelu sosiaalisen kokemuksen tuottaja”) ja Lappeenranna Tehnikaülikoolis sama instituudi lektor *Mait Rungi* (“Management of Interdependency in Project Portfolio”).

# UURIMUSI HAPPELISTE GAASIDE EMISSIOONI PIIRAMISEKS ENERGEETIKAS

Kommentaar Eesti Vabariigi teaduse aastapremia pälvinud  
tööde tsüklile

## Taust

Säästlik loodusressursi kasutus ning keskkonnahoid on praeguse maailma majandus- ja teaduspoliitika esmatähtsad märksõnad. Energiatootmine, millega kaasnevad suuremahuliste tahkheitmete teke ning kahjulikud emissioonid atmosfääri, on selle teesi lihtsaim kinnitus. Just energiatootmisele on omane happeliste gaaside (CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> jt) emissioon atmosfääri, millega kaasnevad olulised keskkonnanähtused, nagu happelised vihmad, globaalne soojenemine jm. See on põhjuseks, miks nende valdkondadega seotud alus- ja rakendusuringutele pööratakse maailmas nii suurt tähelepanu, luuakse riikide, Euroopa Liidu ja maailma tasemel sihtprogramme ja koostöövõrgustikke ning koondatakse märkimisväärseid vaimseid jõude ja finantsvahendeid.

Eesti maavaradest on suurima aastase kaevandamismahuga karbonaatsed kivimid ja põlevkivi. Esimeste põhiline rakendusala on ehitus, vähemal määral kasutatakse neid ka tehnoloogilise toormena. Põlevkivi katab 63–65% ulatuses riigi primaarenergia vajaduse soojuse- ja elektritootmisel, olles aluseks põlevkiviõli tootmisel ning keemiasaaduste valmistamisel. Mõlemad põlevkivi kasutusala on jäätmerikkad – neid iseloomustab suuremahulise tahkheitme – tuha või poolkoksi teke koos atmosfääri suunatavate suitsugaaside koostises olevate happeliste gaaside emissiooniga. Nimetatud heitmeid kasutatakse piiratult ning need tuleb ladustada, millega kaasnevad märgatavad kulutused keskkonnohiole. Teisalt, selle töödetsükli autoritel on varasem laialdane mitmesuguste termiliste heterogeensete protsesside uurimise ja tööstusliku katsetamise kogemus. Nende kogemuste rakendamine ülmärgitud küsimuste lahendamiseks Eesti tingimustes oli loomulik areng. Nii kujunes autorite ja nende kolleegide üheks oluliseks uurimissuunaks põlevkivienergeetikale iseloomuliku happeliste gaaside emissiooni vähendamise võimaluste selgitamine, vaadeldes võimalike sorbentidena nii Eesti looduslikke (lubjakivid, dolomiidid) kui ka tehnilisi (põlevkivituhad, poolkoks) lubimaterjale-tööstusheitmeid mitmete heterogeensete gaas-vedel-tahke-protsesside tingimustes.

## Tööd vääveldioksiidi alal

Peamiseks happeliste vihmade tekitajaks on SO<sub>2</sub>, mis pärineb suures osas (EEA-32 riikide rühmas 62%) energiatootmisest. Kui lisada siia muud põletamisega seotud tööstusprotsessid, siis isegi 87%. Samas on viimasel kahel aastakümnel SO<sub>2</sub> emissioon pidevalt vähenenud – aastatel 1990–2005 66% (EEA-32). Eesmärk (NEC direktiiv) oli vähendada seda aastaks 2010 69%, võrreldes baasaastaga 1990 (EL-27 riikidele etteantud piiriks seati 8297 kt). Eestile esitatud kohustused nägid ette vähendada SO<sub>2</sub> emissiooni 63%, tegelik vähenemine aastatel 1990–2005 oli 72% (peale baasaastat vähenes energiatootmine oluliselt). Kuid ka Eestis kehtestatud normatiivid näevad ette SO<sub>2</sub> sisalduse edasise (tehnoloogilise) vähendamise. Vastavalt välisõhu kaitse seadusele on alates 1. jaanuarist 2010 Eesti paiksetest ja liikuvatest saasteallikatest välisõhku eralduva SO<sub>2</sub> heitmete summaarne piirkogus 100 kt kalendriaastas, mis vastab NEC-direktiivile. Kui enne 2003. aastat käikulastud tahket kütust kasutavate suurte põletusseadmete korral lubatakse lahkuvates gaasides sõltuvalt soojusvõimsusest SO<sub>2</sub> sisaldust kuni 2000 mg/Nm<sup>3</sup>, siis hiljem käikulastud seadmetes soojusvõimsusega üle 100 MW<sup>th</sup> vaid kuni 200 mg/Nm<sup>3</sup>. Ka Eesti Energia kui peamise elektritootja süsteemis on kahanemine märgatav. EE SO<sub>2</sub>-heitmed 2003/2004 olid 75,3 kt, 2007/2008 70,3 kt. Vähenemine on tingitud eeskätt uuele keevkihtpõletustehnoloogiale üleminekust. Edasiseks vähendamiseks plaanitakse aastaks 2012, kui Narvas asuvatele energiaplokkidele rakenduvad senisest karmimad SO<sub>2</sub> piirangud, käiku lasta ka uued SO<sub>2</sub> püüdmissaadmed.

## SO<sub>2</sub> emissiooni kontrollivõimalused energeetikas

Väävlisaaste kontrolliks energeetikas on kolm teed.

- \* kütuse eelnev puhastamine väävliühenditest;
- \* põletusprotsessi organiseerimine selliselt, et tekkiv SO<sub>2</sub> seotaks kütuse mineraalosaga või sel otstarbel põlemiskoldesse suunatavate lisanditega;
- \* suitsugaaside puhastamine kahjulikest lisanditest enne nende suunamist atmosfääri.

Meie uuringud hõlmasid viimast juhtu, kus kasutuselolevad menetlused jagunevad märg-, poolkuiv- ja kuivmeetoditeks. Esimesed märgpuhastusseadmed võeti kasutusele juba seitsmekümnendatel aastatel. Protsessis kasutatakse lubja/lubjakivi suspensioone, millest heitgaasid läbi juhitakse. Peamisteks probleemideks on reaktsioonides tekkivast kipsist põhjustatud ummistused. Protsessi tulemuslikkus ulatub üle 90%, kuid lisaseadmete mahu-

kuse tõttu saab selle kasutusele võtta siiski pigem uutes ehitamisel olevates elektrijaamades.

Poolkuivad meetodid põhinevad lubimaterjalide sissepuhkel  $\text{SO}_2$  püüdmistsooni koos vähese veega. Sorbentide ülekulu on 30–40%,  $\text{SO}_2$  püüdmise tulemuslikkus 85–90%. Problemaatiline on selles protsessis tekkivate tahkete saaduste  $\text{CaSO}_3 \cdot \text{CaSO}_4$  utiliseerimine.

Kuivprotsessid, milles tahket kuiva sorbenti juhitakse heitgaasidesse või viiakse koldesse, pole küll nii tõhusad, kuid võimalus kasutada neid vanemates elektrijaamades, kus puudub ruum lisaseadmetele, on huvipakkuv. Raskusi tekitab siin sorbentide paakumine, nende ebahühtlane jagunemine ja sellest tingitud ebapiisav kontakt gaasifaasiga. Nii optimaalse temperatuurijaotuse kui hühtlase segunemise saavutamiseks on oluline sissepuhkekoha valik. Vaadeldavad meetodid eeldavad erilisi sorbente (Ca, Fe, Zn, Cu, Ni oksiidid või soolad,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , keevkihtpõletamisel ka  $\text{CaSiO}_2$ ,  $\text{BaTiO}_2$  ning leelis- või leelismuldmetallide oksiidid ja karbonaadid), mis toob kaasa kulutuste kasvu. Kulutuste kärpimiseks oleks otstarbekas kasutada looduslikke materjale (lubjakivi, dolomiit) või tööstusjääke (tuhad, mis sisaldavad Ca ja Mg okside).



### Lubjakivid ja dolomiidid $\text{SO}_2$ sorbentidena

Lubjakivide ja dolomiitide sorbeerimisvõime põhineb karbonaatide lagunemisel tekkiva CaO ja osaliselt ka MgO reaktsioonil vääveldioksiidiga. Kõrgematel rõhkudel reageerib kaltsiumkarbonaat ka otse vääveldioksiidiga. Arvutused näitavad, et Ca ja Mg oksiidide täieliku reageerimise puhul seob 100 g kaltsiiti 64 g  $\text{SO}_2$ , 100 g dolomiiti aga 69,4 g  $\text{SO}_2$ . Sellest järeldub, et kui lubjakivi ja dolomiidi kasutamistastmed on võrdsed, võib dolomiiti pidada  $\text{SO}_2$  sorbeerimiseks sobivamaks reagentiks. Teiselt poolt on aga leitud, et dolomiidi lagunemisel tekkiv MgO ei võta kõrgematel temperatuuridel  $\text{SO}_2$  sidumise protsessist osa. Seepärast tuleb küsimus ühe või teise materjali sobivuse kohta otsustada individuaalselt.

Karbonaatsete kivimite liigitamiseks on esitatud mitmeid klassifikatsioone. Lihne ja otstarbekas on T. Kiipli esitatud klassifikatsioon, mis põhineb karbonaatsete kivimite CaO, MgO ja lahustumatu jäägi sisaldusel. Neist on Eestis levinumad järgmised: lubjakivid 40%, savikad lubjakivid 14%, dolomiidid 12%, dolomiitsed lubjakivid 8% ja merglid 7% ulatuses. Meie uurimistöodes kasutati paljusid proove, mis hõlmasid nii dolomiite, kaltsiite, dolomiitseid lubjakive kui lubidolomiite ning kaldoliite. Valiti nii puhtaid kui ka suure lisanditesisaldusega ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) savikaid ning mergliseid proove, samuti erineva geoloogilise vanuse ja kristallstruktuuriga proove, mis hõl-

maksid kõigi Eesti põhiliste leiukohtade kivimeid, sealhulgas nii tehnoloogilist tooret, ehitus- ja viimistlusmaterjaliks kasutatavaid kivimeid kui ka mõningaid kaevandusjääke.

Kasutatud proovide iseloomustamiseks sorbentidena kasutati mitmesuguseid näitajaid – sidumismahukus (mg seotud SO<sub>2</sub> 100 mg algmaterjali kohta), sidumiskiirus, konversiooniaste (eeldusel, et kogu CaO osaleb sidumises ja saaduseks on CaSO<sub>4</sub>). Katsetulemuste matemaatilise töötlemise käigus esitati sidumisprotsessi kineetilised tunnussuurused. Karbonaatide lagunemise ja SO<sub>2</sub> sidumise uurimiseks kasutati termogravimeetrist analüüsi, nii lähtematerjale kui saadusi uuriti skaneeriva elektronmikroskoopia, röntgendifraktsioonanalüüsi, kõrgrõhuporosimeetria, elementanalüüsi jm võtetega.

Uuritud Eesti lubjakivide omadusi:			
CaCO <sub>3</sub>	66,5 – 98,4%		
MgCO <sub>3</sub>	0,31 – 18,4%	Lubjakivi lähteproov ja dekarboniseeritud proov	
L.j.	0,27 – 14,4%		
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,15 – 10,9%		
Eripind	0,60 – 13,2 m <sup>2</sup> /g		
<i>L.j. – soolhappes lahustumatu jääk</i>			

#### Kasutatud lubjakiviproovide üldised tunnussuurused

Uuritud karbonaatsete materjalide eripind karbonaatide lagunemise käigus valdavalt kasvab. Eripinna kasv sõltub R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) sisaldusest ning on seda suurem, mida väiksem on R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) sisaldus. Sulfatiseerimisprotsessi käigus sorbendiosakeste poorsus väheneb, aga poorid täielikult ei sulgu. Määrati erinevate materjalide sidumissuurused ning avati protsesside mehhanism. Elementanalüüsiga tehti kindlaks, et seotud väävli sisalduse jaotus kogu osakese mahus mõõduka temperatuuri ja sidumise kestuse juures oli ühtlane, mis viitab olulise saaduskihi difusioonitakistuse puudumisele vähemalt sidumise algfaasis. Temperatuuri tõstmine vähendab oluliselt poorsust, mistõttu peaks kõrgemal temperatuuril dekarboniseeritud osakeste puhul olema SO<sub>2</sub> tungimine osakese sisemusse raskendatud ja reaktsioon toimuma põhiosas vaid osakeste pinnal. Üleminek keemilise reaktsiooni kui limiteeriva staadiumi piirkonnast difusiooni piirkonda toimub sel juhul oluliselt madalamatel konversiooniasmetel. SO<sub>2</sub> seoti peamiselt anhüdrüüdi või γ – CaSO<sub>4</sub> vormis. CaSO<sub>3</sub> ja CaS leidumine sulfatiseerimissaadustes on vähetõenäoline. Mg-ühendite osalus SO<sub>2</sub> sidumisprotsessis kasvab pärast seda, kui dekarboniseerimisel tekkiv vaba CaO on suures osas seotud. Põhiühendina tekkis sel juhul kaksiksulfaat CaMg<sub>3</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>.



Matemaatiliselt saab dekarboniseerimisprotsessi rahuldava täpsusega kirjeldada pooride juhusliku jaotuse mudeliga, mille põhjal arvutatavad efektiivsed tunnussuurused võimaldavad erinevaid materjale omavahel võrrelda. Sulfatiseerimisprotsessi matemaatilise kirjelduse aluseks on reageerimata kaha-neva sfääri mudel, mida täiendati konversioonisõltuva efektiivse difusiooni sisseviimisega. Mudeli põhjal määrati sidumise kineetilised näitajad ning difusioonikonstandid.

Kokkuvõtteks võib öelda, et valdav osa arvelevõetud Eesti karbonaatsetest kivimitest on kõrge või arvestatava reaktsioonivõimega  $\text{SO}_2$  suhtes ja sobivad kasutamiseks suitsugaaside puhastamiseks kuivpuhastusmenetluse tingimustes. Konkreetse materjali valik ning otstarbekus sõltuvad peamiselt kasutatavast tehnilisest lahendusest (kõrgtemperatuuriline põletusprotsess, klassikaline või retsirkuleeriv keevkiht jne) ja püstitatud eesmärgist.

### **Mg-ühendite osalus vääveldioksiidi sidumisel**

Kuigi dolomiite rakendatakse heitgaaside puhastamiseks vääveldioksiidist, johtub see igal üksikjuhul pigem selle kättesaadavusest (hinnast) ja  $\text{SO}_2$  sorbendina arvestatakse üldjuhul vaid dolomiidi koostises olevat kaltsiitset osa. Kuna andmeid Mg-ühendite võimaliku osaluse kohta vääveldioksiidi sidumisel tahkesse faasi oli suhteliselt vähe ja need olid vastukäivad, siis et leida kinnitust Mg-ühendite osalusele vääveldioksiidi sidumisel tahkesse faasi, korraldati katsed laias temperatuuripiirkonnas (400–900 °C) erinevatel  $\text{SO}_2$  osarõhkudel segus õhk– $\text{SO}_2$ . Sealjuures kaasati erinevaid lubimaterjale: MgO ja CaO põhjal koostatud mudelsegud, erinevate leiukohtade dolomiidi ja lubjakivi proovid, Eesti põlevkivi tolmpõletamisel moodustunud nn kõrgtemperatuurilised tuhad (1200–1400 °C), Eesti põlevkivi põletamisel tsirkuleeriva kihiga katseseadmel ning selle poolkoksi põletamisel hõljuva kihiga katseseadmel 800–850 °C juures moodustunud tuhad (madalatemperatuurilised tuhad). Samuti uuriti vääveldioksiidi sidumise iseärasusi tahkesse faasi vahetult Eesti põlevkivi ja selle poolkoksi termooksüdatsiooni käigus ning termooksüdatsioonil tekkinud tühkade täiendaval sulfatiseerimisel.

Tehti kindlaks, et Mg-ühendeid sisaldavate looduslike lubimaterjalide ja kütuste põletamisel tekkinud tühkade sulfatiseerumissaadustes esineb madalatemperatuurilises piirkonnas peale anhüdriidi  $\text{CaMg}$ -kaksiksulfaati  $\text{CaMg}_3(\text{SO}_4)_4$ , viimasest märgatavalt vähem või jälgedena ka  $\beta$  –  $\text{MgSO}_4$ . Temperatuur 500 °C on  $\text{CaMg}$ -kaksiksulfaadi tekkeks ja püsimiseks juba piisav ning selle teke kogutud röntgendifraktsioonanalüüsi andmetel toimub üle  $\text{CaSO}_4$  ning  $\text{MgSO}_4$  tekke.

Seega Mg-ühendeid sisaldavate lubimaterjalide (esmajoones dolomiidid, aga ka dolomiitsed lubjakivid ning põlevkivituhad) kasutamisel heit(suitsu)gaaside puhastamisel vääveldioksiidist on otstarbekas arvestada põhiprotsessi tehnoloogilisi näitajaid (esmajoones temperatuuri) kogu tehnoloogilise trakti ulatuses, et maksimaalselt ära kasutada lubimaterjalides sisalduvate magneesiumühendite SO<sub>2</sub>-sidumispotentsiaali. Esmajoones tähendab see õige koha valikut lubimaterjalide sisestamiseks süsteemi ehk optimaalseid temperatuuritingimusi (700–800 °C) CaMg-kaksiksulfaadi tekkeks ja püsimiseks. Selleks sobib küllaltki lai temperatuuripiirkond (500–900 °C), kuid madalamatel temperatuuridel (ka reaktsioonidel β – MgSO<sub>4</sub> tekkega) jäävad reaktsioonikiirused tagasihoidlikuks, kõrgematel temperatuuridel on aga CaMg-kaksiksulfaat ebastabiilne.

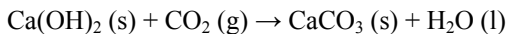
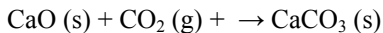
### Vääveldioksiidilt süsinikdioksiidile

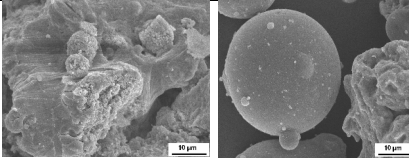
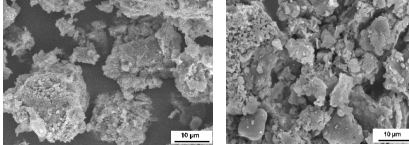
Vastavalt sellele, kuidas on tõusnud tähelepanu keskmesse kasvahooneefekt ja globaalne soojenemine, on teadlaste tähelepanu järjest suuremal määral pöördunud süsinikdioksiidi emissiooni vähendamisele. Kuna SO<sub>2</sub> emissiooni vähendamise mooduseid on praeguseks laialt uuritud ja sellega saadakse ka üsna hästi hakkama – direktiividega määratud piiridesse ei mahu ilmselt vaid mõned Euroopa riigid (näiteks Türgi, Makedoonia ja Kreeka), siis hakkasid paljud uurimistühmad samal ajal tegelema teise happelise gaasi CO<sub>2</sub> probleemidega. Nii meiega.

Kõrvuti SO<sub>2</sub> sidumisega on hakatud lubjakivisid käsitlema ka kui tsükliilise sidumis-dekarboniseerimisprotsessi võimalikke CO<sub>2</sub> sorbente. Lubjakivi dekarboniseeritakse ja tekib vaba lubi. Madalamal temperatuuril seob CaO heitgaasidest CO<sub>2</sub>, seejuures tekkiv osaliselt karboniseeritud lubi suunatakse teise seadmesse, kus karbonaadid lagundatakse CO<sub>2</sub> keskkonnas. Nii on võimalik saada kontsentreeritud CO<sub>2</sub> voog, mida on lihtsam puhastada ja ladustada.

### Põlevkivituhad SO<sub>2</sub> ja CO<sub>2</sub> kuivsidumisprotsesside sorbendina

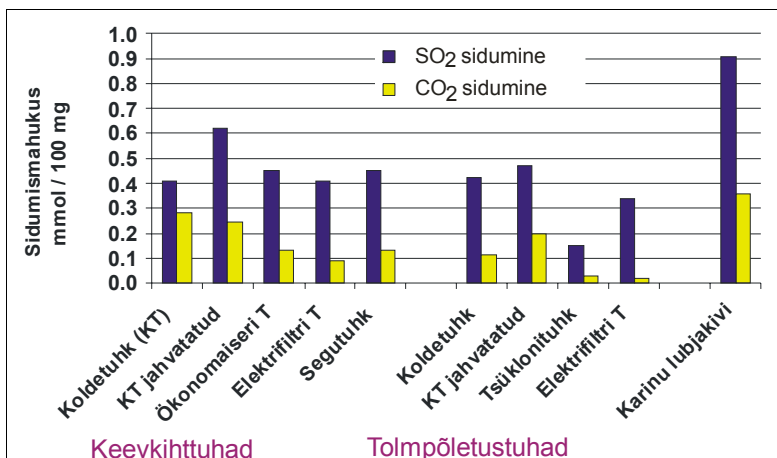
Eesti eripäraks on energeetikatööstuses tekkivad põlevkivituhad, mis sisaldavad vabasid Ca ja Mg okside, tuhkade seismisel ja hüdrotranspordil tekkinud hüdroksiidide ning lagunemata karbonaate ja võiksid samuti omada happeliste gaaside sidumise võimet vastavalt eespool esitatud ning järgnevale reaktsioonivõrranditele:



Tolmpõletustuhkade omadusi: CaO 27 – 54% CaO <sup>vaba</sup> 5,9 – 25% CO <sub>2</sub> 0,70 – 2,8% Eripind 0,36 – 1,8 m <sup>2</sup> /g	 Tolmpõletustuha iseloomulikud SEM-fotod
Keevkihttuhkade omadusi: CaO 28 – 49% CaO <sup>vaba</sup> 2,1 – 19% CO <sub>2</sub> 1,2 – 15% SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 1,7 – 7,7% Eripind 2,1 – 8,7 m <sup>2</sup> /g	 Keevkihttuha iseloomulikud SEM-fotod

### Kasutatud põlevkivituhkade üldised tunnussuurused

Nii SO<sub>2</sub> kui ka CO<sub>2</sub> kuivsidumisprotsesse oleme uurinud laias temperatuuride jm tingimuste vahemikus, kasutatud on erinevate põletamistehnoloogiate käigus kogutud tuhaproove (tolmpõletustehnoloogia – TP ja keevkihttehnoloogia – KK) ning tuhaproove erinevatest seadmetest (kolle, tsüklonid, elektrifiltrid jt). Sidumisnäitajate üldistavaks võrdluseks on joonisel esitatud erinevate tühkade valik, sidumisprotsess mõlema gaasiga on tehtud temperatuuril 700 °C, katse kestus 30 minutit.



Erinevate lubimaterjalide SO<sub>2</sub> ja CO<sub>2</sub> sidumismahukused (mmol gaasi 100 mg algsproovi kohta) temperatuuril 700 °C. p(SO<sub>2</sub>) = 0,25 atm, p(CO<sub>2</sub>) = 0,15 atm

SO<sub>2</sub> süsteemis arvutati mõlema oksiidi (CaO ja MgO) konversiooniaste ning nende väärtused jäid KK ja TP tuhkade korral vastavalt vahemikku 50–91% ja 21–28%. Tuhkade sidumisomadusi püüti parandada erinevate aktiveerimismeetoditega (jahvatamine, hüdratiseerimine jt), nii saadi SO<sub>2</sub> süsteemis lubjakividega võrreldavaid tulemusi. CO<sub>2</sub> sidumismahukused sõltusid eelduspäraselt peamiselt vaba CaO sisaldusest tuhas. CO<sub>2</sub> sidumine põlevkivituhkadega kuivprotsessis jääb ometi tagasihoidlikuks, protsessile avaldab sekundaarsete tahkfaasireaktsioonide tõttu negatiivset mõju nii jahvatamine kui ka protsessi temperatuuri tõstmine.

Sidumisprotsesside kineetika analüüs näitas, et mõlemad sidumisprotsessid on enamiku tuhkade korral tervikuna limiteeritud gaasi difusiooniga tahkes sorbendiosakeses (3-dimensionaalne difusioon, sfääriline sümmeetria). Samas saab paljudel juhtudel eristada ka keemilise reaktsiooni kineetika limiteeritud lühikese algstaadiumi (esimest järku kineetika, juhuslik reaktsioonitsentrite teke). Temperatuuri tõstmine vähendas üldjuhul mõlema gaasi kiiruskonstantide väärtusi, tulemus oli oluliselt suurem CO<sub>2</sub> süsteemis ja suurema lisanditesisaldusega tuhkade puhul. Proovide eelnev jahvatamine vähendas aga kiiruskonstantide väärtusi CO<sub>2</sub> süsteemis, kuid suurendas neid SO<sub>2</sub> süsteemis. Kui võrrelda dekarboniseeritud lubjakividega, siis on nende SO<sub>2</sub> sidumisreaktsiooni kiiruskonstantide väärtused oluliselt suuremad, jäädes suurusjärku 10<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup> ja sidumisreaktsiooni saab enamiku lubjakivide puhul kirjeldada esimest järku kineetika võrranditega.

Kokkuvõttes võib öelda, et põlevkivituhad sobivad teatud rakendustes happeliste gaaside kuivsidumiseks. KK-tuhkade sidumisomadused on võrreldes TP-tuhkadega paremad mõlema gaasi süsteemis, jäädes siiski maha lubjakivide sidumisomadustest. Tuhkade eelnev töötlus mõjutab sidumisparameetreid, samuti protsessi mis tahes staadiumi temperatuur. See mõju on oluliselt suurem CO<sub>2</sub> sidumisprotsessile.

### **Tööstuskatsed vääveldioksiidi emissiooni vähendamiseks tolmpõletuskatlas**

Esimesed tööstuskatsed suitsugaasidest täiendava koguse SO<sub>2</sub> sidumiseks kuivpuhastusmeetodil korraldati varasemal perioodil (1998) ühes Balti Elektriijaama töötavas boileris (põlevkivi kulu 60 t h<sup>-1</sup>, auru toodang 150 t h<sup>-1</sup>), sisestades boilerisse tagasi eelnevalt tööstuslikus kuulveskis jahvatatud tsüklontuhka. Tsüklontuha sisestuspunkt boilerisse (20 m kõrgusel boileri põhjast, kus suitsugaaside temperatuuri on vahemikus 850–900 °C) oli valitud, arvestades aerodünaamikat ning temperatuuriprofiili kütuse põletuskambris, aga samuti SO<sub>2</sub> sidumise simulatsioonil CaO-ga saadud katsetulemusi.. Katsete käigus vähenes gaasifaasis SO<sub>2</sub> kontsentratsioon olenevalt taasing-

lusse suunatud tuha kogusest (21–32% kogu tekkivast tuhast, vaba CaO/S moolsuhe vahemikus 1,6–2,8) 17–34% ehk SO<sub>2</sub> sidumisaste kasvas 57%-lt 72%-ni. Tuha sisestuspunkti nihutamisel temperatuuripiirkonda üle 950 °C kaasnes sisestatava sorbendi (tuha) inaktiveerumine sulamisnähtude tekke tulemusena. Seejuures on kõrgendatud temperatuuridel oodata ka sulfaatide lagunemist, millega kaasneks SO<sub>2</sub> uus emissioon. Sisestades katlasse segus põlevkiviga eelnevalt kuivatatud heitvete sadestusbasseini muda (SBM, vahetegur 6 : 1), vähenes gaasifaasi SO<sub>2</sub> emissioon 40–50% võrra ning üldine SO<sub>2</sub> sidumisaste kasvas 68%-lt 85%-ni.

Seega tõestasid tööstuskatsed mõningate tuhaliikide ja SBM-i sobilikkust kasutamiseks taasringluses, et vähendada gaasifaasi põlevkivi tolm põletamisel SO<sub>2</sub> emissiooni, viidates samal ajal sissepuhkekoha hoolika valimise vajadusele.

### **Poolkoks väävlisidumises**

Põlevkivi termilisel Kiviteri tehnoloogia kohasel (Kiviter-protsessis) töötlemisel püstretortides tekib 1 tonni toorkivi kohta rohkem kui 0,8 tonni tahket tootmisjääki – poolkoksi niiskusesisaldusega 25–30%. Seni on tuhamägese ladustatud ligi 100 miljonit tonni poolkoksi ning praeguste tootmismahtude juures lisandub seda aastas üle miljoni tonni. Kasutatavat tehnoloogiat iseloomustab asjaolu, et suur osa põlevkivi orgaanilisest süsinikust jääb kasutuna poolkoksi (viimastel aastatel on siin olukord paranenud). Kahjulikke lisandeid (veeslahustuvaid fenoole, sulfide, polütsüklilisi aroomaatseid süsivesinikke) sisaldav poolkoks suurendab piirkonna saastekoormust.

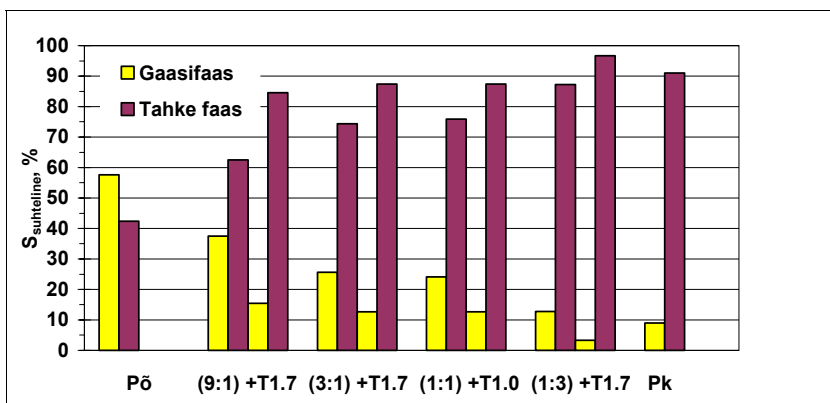
Mitmete töödega, sealhulgas autorite osavõtul, on näidatud poolkoksi põletamise otstarbekus ja tingimused (KK-tehnoloogia, põlevkivi või kivisöe lisandid jm) nii selle energeetilise jääkväärtuse ära kasutamise kui ka tekkiva tuha suurema keskkonnoahutuse kontekstis. Võtnud arvesse poolkoksi mineraalosa nn lubjarikkust, näitasid autorid poolkoksi toimivust väävlühendite sidujana selle põletamisel väävlirikaste kivisütega segus.

### **Väävlühendite transformatsioonid poolkoksi ja fossiilkütuste termooksüdatsioonil**

Tööd korraldati dünaamilise temperatuuritõusu tingimustes atmosfääriõhu voolus, kasutades kombineeritud termogravimeetrist-gaasitrimeetrist või termogravimeetrist-FTIR-spektraalanalüüsi aparatuuri, mis võimaldavad jälgida gaasifaasi emiteerunud ühendite dünaamikat, nende omavahelisi seoseid ja määrata kvantitatiivselt termooksüdatsioonil tekkinud ning gaasifaasi emi-

teerunud väveldioksiidi koguseid. Tahkjäägi analüüs lubas selgitada mineraalosas toimunud muutusi.

Näidati põlevkivi mineraalosas toimuvate muutuste tähtsust väävliühendite sidumisel. Neist olulisim on karbonaatide lagunemine, mille tulemusena lenduv väävel seotakse osaliselt kas CaS või CaSO<sub>4</sub>-na. Osa sulfiidsest väävlist, mis tekib püriidi lagunemisel, on poolkoksis FeS-na. Kuna Kiviterprotsessis tekkinud poolkoks laaditakse välja märgmeetodil, siis karbonaatide osalisel lagunemisel tekkinud CaO kustub ja tekib Ca(OH)<sub>2</sub>, mis hakkab lagunema temperatuuridel üle 400 °C. Seega sisaldab poolkoks ühendeid, mis on võimelised termooksüdatsioonil tekkivat väveldioksiidi tõhusalt siduma juba temperatuuri madalamas piirkonnas (< 400–450 °C). Kõrgematel temperatuuridel aga seotakse SO<sub>2</sub> tahkese faasi karbonaatide täiendaval lagunemisel tekkiva vaba CaO poolt. See teadmine lubas järeldada, et ringleva keevkihiga põletustehnoloogia kasutamine poolkoks-põlevkivi segude korral, mida iseloomustab kõrge mineraalosa juuresolek protsessis, loob eeldused energia saamiseks keskkonda happeliste gaasidega peaaegu kahjustamata. Uuringud mitmete fossiilkütuste kasutamisega näitasid, et see järeldus kehtib ka erinevate leiukohtade põlevkivide ja põlevkivi ning poolkoksi segude kohta väävliirikaste kivisütega.



Väävli jagunemine gaasifaasi ja tahkefaasi vahel põlevkivi (Põ), poolkoksi (Pk) ja nende erinevates massivahekordades tuhalisandita või tuhalisandiga (+T) segude (CaO<sup>vaba</sup>/S moolsuhe segus 1,0 või 1,7) termooksüdatsioonil

### CO<sub>2</sub> mineraliseerimine põlevkivienergeetikas

Maailma üldsuses on võetud omaks arusaam, et nn kasvuhuoneefekt ja sellega kaasnev kliima soojenemine on tingitud inimtegevusest – pingelisest

tööstuslikust arengust, millega käib kaasas gaasiliste heitmete emissioon atmosfääri. CO<sub>2</sub> kontsentratsioon atmosfääris on tõusnud industrialiseerimisele tasemelt 280 ppm näiduni 384 ppm aastal 2007, sealjuures alates aastast 2000 on aastase kasvu kiirus olnud 2 ppm. Siiski, esineb ka teistsuguseid seisukohti, millest valdav tees on kliimamuutuste looduslik tsüklilisus.

Senini valdavalt fossiilsete kütuste kasutamisele tuginev energiatootmine on peamine kasvahoonegaasi CO<sub>2</sub> atmosfääri emiteerija; CO<sub>2</sub> sisaldus atmosfääris tõuseb kiirenevalt. Hinnatakse, et juba enne aastat 2100 on õhu CO<sub>2</sub><sup>(8)</sup>-sisaldus 0,06 %, mis võib põhjustada Maakera keskmise temperatuuri tõusmist optimistlike prognooside alusel 2,5 °C võrra, pessimistlikud prognoosid pakuvad välja isegi 6 °C. Sellealased uuemaid uurimistulemusi vaheatakse, arutatakse ja analüüsitakse elavalt maailma ja Euroopa Liidu erinevatel tasanditel, mitmesugustel veebilehtedel (nt <http://www.zero-emission-platform.eu/>, <http://www.gi.ee/co2net-east/jt>) ja rahvusvahelistel sarikonverentsidel, näiteks Greenhouse Gas Control Technologies (viimane GHGT-9 toimus 2008 Washingtonis, järgmine peetakse 2010 septembris Amsterdams) jm. Rahvusvahelisel tasandil on sõlmitud mitmeid riikidevahelisi kokkuleppeid (nt Kyoto protokoll 1997), millega ka Eesti Vabariik on ühinenud. CO<sub>2</sub> emissiooni vähendamiseks on vastu võetud mitmed strateegilised otsused, õigusaktid ja programmid, näiteks Eesti Rahvuslik Keskkonnastrateegia, Kasvahoonegaaside Vähendamise Programm aastaks 2003–2012. Üldine suund on energiakasutuse efektiivsuse tõstmine ning taastuvenergia allikate laiem kasutamine.

CO<sub>2</sub> sisaldust atmosfääris saab stabiliseerida kas loodusliku/bioloogilise CO<sub>2</sub> sidumise suurendamisega või CO<sub>2</sub> emissiooni vähendamisega. Viimast võib saavutada:

- \* (a) mittefossiilsete energiaallikate kasutamisega soojuse ja elektri tootmisel,
- \* (b) fossiilsete kütuste kasutamise vähendamisega,
- \* (c) laialdasema süsiniku sidumise ning ladustamise (siin ja edaspidi ingliskeelne lühendina CCS – *Carbon Capture and Storage*) tehnoloogiate rakendamisega.

Viimasel juhul on sidumisetapi sisuks CO<sub>2</sub> eraldamine muudest gaasidest. Fossiilsetel kütustel põhinevas energiatootmises on selleks kolm põhimõtet: lahenduskeemi – põletamisjärgne ja põletamiseelne eraldamine ning nn hapnikuspõletamise (*oxy-fuel*) tehnoloogia. CO<sub>2</sub> eraldamine on seni küllalt energiamahukas (kütuse erikulu tõus energiaühiku kohta ca 11–40%), erimaksumus kivisöel või gaasil töötavates elektrijaamades 15–75 USD/t CO<sub>2</sub>.

Eesti energiatootmises on ka veel lähitulevikus põhitoomeks põlevkivi. Tingituna viimase koostise eripärast (eelkõige suur lubjakivi-dolomiidi sisal-

dus mineraalosas) kaasneb selle põletamisega võrreldes muude energia- kandjatega suurem CO<sub>2</sub> eriheide atmosfääri (29,1 t C/TJ, võrreldes 25,8 ja 15,2 t C/TJ, vastavalt kivisöe ja loodusliku gaasi puhul), millest kuni 20% moodustub nimetatud karbonaatide termolagunemisel, ning leeliselise tuha teke. Olukorras, kus CO<sub>2</sub> emiteerivas tootmises tekib samaaegselt seda teatud tingimustes siduvat ja seetõttu CO<sub>2</sub> sorbendina vaadeldavat tuhka – esmakordselt juhtisid sellele tähelepanu J.-M. Punning ja A. Karindi – on loogiline käsitleda süsteemi ülalesitatud variandi (c) ühe alamvariandi valguses. Tulemuseks on nii CO<sub>2</sub> emissiooni vähendamine selle sidumise tõttu mittelelahustuvate karbonaatidena (sellest nimetus: CO<sub>2</sub> mineraliseerimine) kui ka leeliselise tuha osaline või täielik neutraliseerimine. CO<sub>2</sub> mineraliseerimise idee püstitati esmakordselt 1990. aastal ning selle mõte oli kiirendada looduslike porumisprotsesse tööstuslikult vastuvõetava tasemeni. Protsessi paljudest variantidest töötasid autorid lihtsaima ja ilmselt odavaima variandi – tuha vesisuspensiooni otsekarboniseerimine suitsugaasidega – aluste uuri-misega.

### **Eeldused suitsugaasides sisalduva CO<sub>2</sub> sidumiseks põlevkivituhaga**

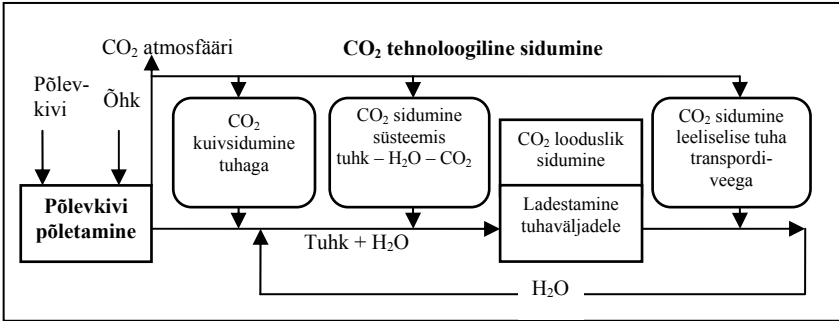
Termodünaamiliste arvutustega näidati ning katsetega kinnitati, et mitmed tuha komponendid on CO<sub>2</sub> suhtes reaktsioonivõimelised ja seda nii gaas-tahke- kui ka gaas-tahke-vesi-süsteemidel. Neist peamisteks on vabad Ca-Mg-oksiidid ja viimaste hüdratatsioonisaadused (tekivad tuha kokkupuutel vee või õhuniiskusega). Näiteks reageerib vaba lubi kiiresti õhus sisalduva süsihappegaasiga. Mitmete töödega on näidatud põlevkivituhaga kui CO<sub>2</sub> sorbendi positiivse eripärana, võrreldes looduslike mineraalidega, on küllalt intensiivne põlemisprotsessis tekkinud sekundaarsete Ca-Mg-silikaatide (näiteks beliit Ca<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>, pseudovollastoniit CaSiO<sub>3</sub>, merviniit Ca<sub>3</sub>Mg(SiO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> jt), nn klin-kermineraalide reaktsioon CO<sub>2</sub>-ga ja seda nimelt vesisuspensioonis. Viimase asjaolu valguses on teiseks tähtsaks eelduseks CO<sub>2</sub> lahustuvus vees süsihappe tekkega ja viimase dissotsiatsioon sõltuvalt lahuse pH väärtusest. Lahustuva CO<sub>2</sub> kogus/kontsentratsioon lahuses nagu ka lahustumise kiirus on võrdelised selle osarõhuga gaasifaasis, mis suitsugaaside korral on võrreldes atmosfäärisisaldusega kõrge (12–15%).

### **Tuha hüdroeraldamine ja märgladustamine kui süsteem CO<sub>2</sub> sidumiseks**

Eesti põlevkivienergeetikas realiseeritud tuha märgeraldamise ja -ladustamise skeemi korral toimub looduslik CO<sub>2</sub> sidumine tuhaväljal ning Ca-ioonidega küllastatud ringlusveega, mistõttu kogu kompleks on vaadeldav CO<sub>2</sub> siduva süsteemina. Looduslik sidumine on aeglane protsess, kuid selle ulatuse on autorid selgelt tõestanud ning keskkonnaministeerium on vastava paranduse lülitanud õhku heidetava CO<sub>2</sub> mahtude arvutamise metoodikasse. Uuringute



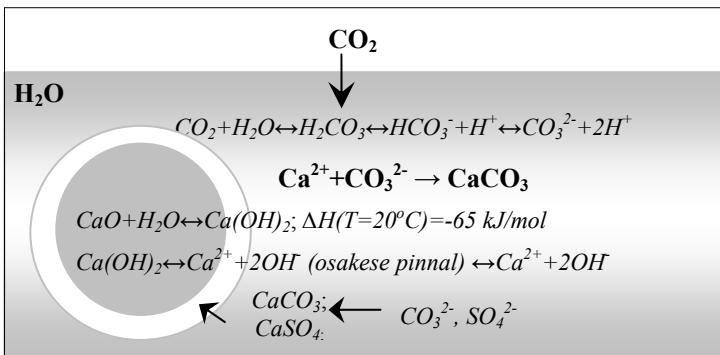
tsükliks näidati CO<sub>2</sub> kui happelise gaasi ning tuha leeliseliste komponentide vaheliste reaktsioonide kiirendamise võimalused ja protsessid keemilis-tehnoloogiliste meetoditega, et kasutada täielikult ära põlevkivituha sidumis-potentsiaali. Sealjuures oleks CO<sub>2</sub> allikaks suitsugaas (12–15% CO<sub>2</sub>), leeliselisteks voogudeks aga tuha vesisuspensioon ja/või süsteemis ringlev leeliline transpordivesi. Peale selle analüüsiti tuhavälja CO<sub>2</sub> sidumispotentsiaali ning kuivsidumisprotsessi võimalusi (vt ülalpool). Hinnati ka tuha sideainliste omaduste muutusi, mis kaasnevad vaba lubja sisalduse vähendamisega.



CO<sub>2</sub> mineraliseerimisvõimalused tuha märgkõrvaldamise ja -ladestamise korral

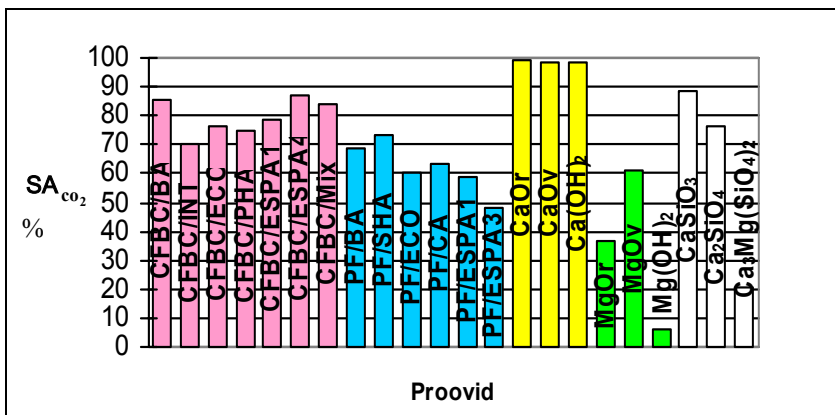
### Tuha vesisuspensiooni karboniseerimine suitsugaasiga

Tuha vesisuspensiooni karboniseerimiseks suitsugaasiga on tarvilik mitmete astmete samaaegne toimumine. Protsessi seaduspärad selgitati uuringutega perioodilises ja pidevtoimega reaktorites.



CO<sub>2</sub> ja lubja transformatsioonid põlevkivituha märgkarboniseerimisel

Selgitati tuhaerimite ning rea mudelainete reaktsioonivõimet süsinikkioksiidiga perioodilistes mudeltingimustes. Näidati, et oodatult on kõige enam aktiivsed tuha komponendid  $\text{CO}_2$  suhtes  $\text{CaO}$  ja  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , aga ka sekundaarsed kaltsiumsilikaadid.  $\text{CaSiO}_3$  ja  $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$  näitasid neis n.ö pehmetes tingimustes (atmosfäärirõhk ja temperatuur 30–50 °C) head reaktsioonivõimet, erinedes sellega positiivselt looduslikest silikaatidest. Katsetingimustes oli keevkihttuhkade (CFBC)  $\text{CO}_2$  sidumisaste 70–85% ja tolmpõletustuhkade (PF) oma 50–70% teoreetilisest Ca- ja Mg-ühendite põhisest sidumismahukusest (ehk 110–145% vaba lubja põhisest sidumismahukusest). Töötati välja ja kontrolliti eksperimentaalselt tingimusi, mille juures õnnestub  $\text{CO}_2$  sidujana mobiliseerida ka nimetatud silikaatidesse seotud kaltsium ning esitati vastav patenditaotlus.

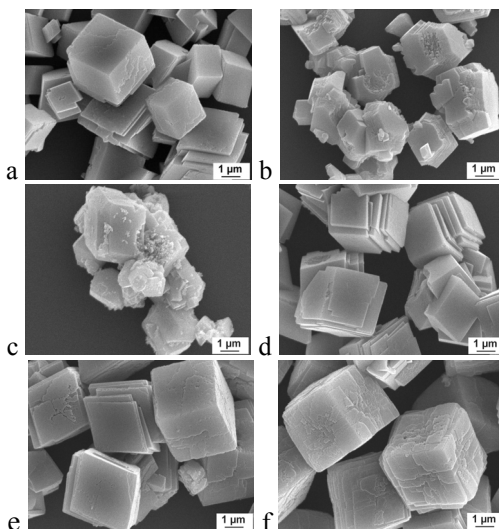


Erinevate tuhaliikide ning nende koostisosade  $\text{CO}_2$  sidumisvõime ( $S_{\text{CO}_2}$  %) vesisuspensioonis mudeltingimustes

Tingituna madalamast vaba lubja sisaldusest on keevkihttuhkade poolt seotav  $\text{CO}_2$  kogus väiksem (75–100 kg  $\text{CO}_2$  ühe tonni tuha kohta). Samas realiseeritakse selle sidumismahukus peaaegu täielikult suurema poorsuse tõttu. Tolmpõletustuhkade korral on see number 110–170 kg, kuid väiksema poorsuse ning pooride väiksema läbimõõdu tõttu blokeeruvad need, eriti suurema soolsusega ringlusvee korral, kergemini reaktsiooniproduktidega ja Ca-iioonide difusioon vedelfaasi takerdub ning protsess aeglustub või seiskub. Seetõttu jäi pidevkatsetes seadme koormuse 2,6 kg/h korral lubjasisaldus CFBC- ja PF-tuhkade korral ringlusvee kasutamisel vastavalt 0,6–0,8% ja 1,1–2,9% tasemele.

### Ringlusvee töötlemine suitsugaasiga

Tuha hüdroeraldamise süsteemis ringleb miljonites kuupmeetrites leeliselist (pH ~ 12–13) vett, mis on küllastunud Ca-ioonidega (800–1200 mg/L). Selle CO<sub>2</sub> sidumise potentsiaal on märkimisväärne. On töötatud välja meetod leeliselise ringlusvee intensiivseks neutraliseerimiseks suitsugaasis sisalduva CO<sub>2</sub>-ga, saades seejuures kasulikku kõrvalsaadust – sadestatud kaltsiumkarbonaati (SKK). Viimast saab kasutada täiteainena mitmesugustes komposiitides. Uus protsess lühendab reaktsiooni tegemiseks vajalikku aega, võimaldab protsessi väikesemõõtmelises aparatuuris ning kindlustab suure intensiivsuse – eritootlikkuse (võrreldes barbotaaž- või absorberkolonnidega) on aparatuuri mahuühiku kohta kuni 50 korda kõrgem. Analüüsiti ka suitsugaasi muude happeliste komponentide SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> ja HCl juuresoleku mõju ja järeldati, et oma vähesuse tõttu need leeliselise ringlusvee CO<sub>2</sub>-ga neutraliseerimise protsessi praktiliselt ei mõjuta. Eksperimendisükkel SO<sub>2</sub> mõju hindamiseks leeliselise ringlusvee neutraliseerimisel suitsugaasidega kinnitas eelöeldut. Hinnati mõningad leeliselise ringlusvee suuremahulise käitlemise tehnilisi näitajaid ning koostati soovitusel protsessi kontrolliks juhtseadmel.



Erinevates tingimustes formeerunud SKK proovid

## **CO<sub>2</sub> looduslik tagasisidumine tuhaväljal**

CO<sub>2</sub> looduslikku tagasisidumist atmosfääriõhust tuhaga on uuritud mitmes etapis, hilisemad tulemused on saadud tolmpõletus- ja keevkihttuhkade ning nende segude kasutamiseга erinevatel aastaaegadel. Selgitati välja sidumisprotsessis toimuvad muutused. Näidati, et sidumise eelduseks on tuha mõõdukas niiskussisaldus ning hea kontakt (suur kontaktpind) õhuga. Leiti, et mõlema tuhaliigi ja ka nende segu puhul seotakse CO<sub>2</sub> tugevalt mõne sentimeetri ulatuses, sügavamal on sidumine tagasihoidlik. Siiski, kokku seotakse tuhaväljadel 50–60 tuhat tonni CO<sub>2</sub> aastas. Seda kogust saab kergesti kahekordistada tuhavälja pealispinna korrapärase kobestamisega. Tuhapulbri valmistamise tehnoloogia CO<sub>2</sub> looduslikku sidumist tuhkadesse ei mõjuta.

## **Võimalikud CO<sub>2</sub> sidumismahud**

Laboritööde kokkuvõttena on selge, et looduslikult seotakse praegu tuhaväljadel 2,3–3,0% tekkivast CO<sub>2</sub>-st ning ringlusvee neutraliseerimisega saab seda tõsta 5%-ni. Tõhusaim viis on tuhapulbri sügav karboniseerimine, mille tulemusena õnnestub siduda 10–12 ja 60–75% CO<sub>2</sub> vastavalt selle summaarsele ja mineraalsele tekkele. Seotava CO<sub>2</sub> üldkogus võib ulatuda 160–230 tuhande tonnini 1 miljoni tonni tuha kohta, praeguste tootmismahude juures 1–1,2 miljoni tonnini aastas.

## **Põletusprotsess keemilise hapnikuvahendusega (CLC)**

Teaduspreemia vääriliseks tunnistatud töödekompleksi üheks osaks oli ka panus, mis anti ühisprojekti raames mitme ülikooli, uurimisinstituudi (Chalmersi ja Viini tehnikaülikoolid, CSIC-Saragosa) ning tuntud firmaga (Alstom, Shell, WITO) uudse põletusprotsessi arendusse aastatel 2006–2008. Selles protsessis viiakse põlemiseks vajalik hapnik õhust kütuseni tahke hapnikukandjaga, mis retsirkuleerib nn õhureaktori (metalliline kandja oksüdeerub) ja kütusereaktori (siin toimub põlemine, milleks vajaliku hapniku loovutab õhureaktorist tulev metallioksiid) vahel. Protsessi tulemusena sisaldab kütusereaktorist väljuv suitsugaas üksnes veeauru ja süsihappegaasi. Esimese kondenseerimise järel on CO<sub>2</sub> valmis veeldamiseks ja ladustamiseks, s.t ta ei emiteeru atmosfääri.

## **Tööde rakendusi**

Tulemusi on kasutatud

- \* Keskkonnaministeeriumis CO<sub>2</sub> emissioonimahtude arvutusmetoodika korrigeerimisel ning alusmaterjalina Euroopa Liidu vastavale komisjonile taotluse koostamisel, et tunnustada parima võimaliku tehnoloogia

loogiana praegu kasutatavat põlevkivituha hüdrotranspordi ja märgladustamise süsteemi. Taotlus aktsepteeriti ning kuna uusi tehnoloogiasid ei olnud vaja kasutada, sai riik ilma keskkonnaseisundit kahjustamata kokku hoida investeeringuid sadade miljonite kroonide ulatuses.

- \* AS Eesti Energias alusmaterjalina projektipakkumise koostamisel oma ettevõtte CO<sub>2</sub> emissiooniküsimuste komplekseks rahvusvaheliseks hindamiseks, samuti alusinfona pakkumiskonkursi tingimuste koostamisel DeSO<sub>x</sub>-protsessi lahenduste saamiseks ja rakendamiseks tolm-põletuskateldel. Süsteemi tuhk-SO<sub>2</sub> reaktsioonide parameetrite teadmine ja kasutamine võimaldas loobuda suitsugaaside väävlipuhastuse süsteemis kaubalubja kasutamisest, mis märgatavalt alandab protsessi maksumust. Peale selle võimaldab tõhusa ja odava väävlipuhastuse rakendamine hoida tolm-põletuskatlad jätkuvalt eksploatatsioonis ka pärast 2012. aastat. Tarneleping on sõlmitud.
- \* Koostöös Eesti Energia Narva Elektriijaamad ASiga, mille tulemusel koostati ja esitati taotlused uute CO<sub>2</sub> sidumisprotsesside tehniliste lahenduste autorikaitseks. Taotlused on menetluses.
- \* Juhtseadme talitluste valikuks CLC-võrgustiku partnerite juures.

## Kokkuvõte

Kirjeldatud töödega loodi võrdlev alusteave ning süsteemne kuvand Eesti lubjakividest, dolomiitidest, poolkoksist ning põlevkivituhkadest kui happeliste gaaside sorbentidest. Uudse tulemusena selgitati SO<sub>2</sub> ja CO<sub>2</sub> heterogeensete gaas-tahke sidumisprotsesside kulgemise ja pidurdumise kemism/mehanism, rakendati ja täiustati SO<sub>2</sub> sidumise protsessi matemaatiline mudel. Sealjuures tõestati materjalides sisalduvate Mg-ühendite osalemine SO<sub>2</sub> sidumisel tahkesse faasi ning avati poolkoksi SO<sub>2</sub> emissiooni vähendava nähtuse olemus selle põletamisel koos S-rikaste kütustega (näiteks kiviseõega), samuti selle S- ja Cl-ühendite emissiooni pärssiva toime kemism. Töötati välja kontseptsioon kasvahoonegaasi CO<sub>2</sub> emissiooni piiramiseks Eesti põlevkivienergeetikas keemilis-tehnoloogiliste meetoditega, kasutades CO<sub>2</sub> mineraliseerimiseks suitsugaasidest samas protsessis tekkivat põlevkivituhka, vaadeldes tuha hüdroeraldamise ja märgladustamise realiseeritud tehnilist lahendust süsihappegaasi siduva süsteemina. Tõestati, et erinevalt looduslikest mineraalidest saab peale vaba lubja kasutada põlevkivituhkade vesisuspensioonis CO<sub>2</sub> mineraliseerimiseks ka märgatavat osa tuhas sisalduvast sekundaarsetesse silikaatidesse seotud kaltsiumi-magneesiumi kogusest. Hinnati oodatavaid tulemusi, töötati välja kahe uue tehnilise lahenduse teoreetilised alu-

sed, koostati tehnoloogilised soovitud protsesside kontrolliks juhtseadmes. Aidati kaasa mitme tehnilise lahenduse leidmisele, mis aitavad kindlustada riigi energiasüsteemi varustuskindlust ja leevendada keskkonnaprobleeme. Selgitati põhimõtteliselt uues, kontsentreeritud CO<sub>2</sub> heitgaaside vooga põletusprotsessis (inglise keeles *chemical looping combustion* – CLC-process) kasutatava hapnikukandja termopüsivuse muutuse olemus/põhjused ning piirid.

Kirjeldatud tööd on tehtud Tallinna Tehnikaülikooli anorgaaniliste materjalide teaduslaboris ning nende edukuse tagatis on olnud kogu labori väga suur panus nii loominguks (eelkõige Mai Uibu) kui ka teostuslikus (Helle Ehala, Helgi Veskimäe, Marve Einard, Endel Kalnapenk jt) osas. Emeriitprofessor akadeemik Mihkel Veiderma konstruktiivne ja heasoovlik kriitika on olnud edasiviiv ning toetav. Tihe on olnud koostöö kolleegidega paljudest ülikooli teistest struktuuriüksustest – Tõnu Pihu, Andres Siirde ja Ants Martins, Valdek Mikli ja Urve Kallavus, Mihkel Koel ning Alla Šogenova, aga ka teistest partnerülikoolidest (Kalle Kirsimäe Tartust, Anders Lyngfelt Göteborgist, Ron Zevenhoven Turust, Carl-Johan Fogelholm ja Sebastian Teir Helsingist, Gintaras Denafas Kaunasest) ning asutustest ja firmadest kodu- (Reet Pruul ja Peeter Eek keskkonnaministeeriumist, Mati Uus, Olev Parts, Arvo Tordik, Tõnis Meriste jt ASist Narva Elektriijaamad jm) ning välismaal (Shell, Alstom, Wito, CSIC jt). Loetelu pole ammendav. Autorite siiras tänu kõigile!

*Rein Kuusik, Tiit Kaljuvee, Andres Trikkel*

# AKADEEMIK HEINRICH LAUL 100

Seminar reedel, 10. septembril 2010 TTÜ VI õppehoone  
Humala auditoriumis kell 13.00–15.00

**Mart Kalm**

## LAULUGA AMEERIKALE JÄRELE

Heinrich Lauulu osalus Tallinna laululava projekteerimisel on suurepärase näide inseneri ja arhitekti koostööst, mis on hädavajalik heade ehitiste sünniks. Laul kirjutas nii liigutavalt oma mälestuses, kuidas Alar Kotli pärast laululava konkursi võitu oma kavandit edasi arendas ja jõudes ripptarindini, tegi kodus siis papist ja lõngast maketi, mida jooksis Laulule näitama. Enim imestas Laul Kotli intuitsiooni üle, sest arhitekt oli määranud kaarte kalde- nurgad tunde järgi algusest peale õigesti, mida inseneride hilisemad arvutused ainult kinnitasid.

1960. a valminud Tallinna laululava on Hruštšovi sulaaja uute arusaamade üks ilmekamaid näiteid. Pärast akademismist viimast väänanud ja Läänt vaenanud stalinismi oli 1950ndate lõpu osaline liberaliseerimine nii joovastav. Ehkki külm sõda jätkus, polnud Lääs järsku enam nii paha, sellega tuli hoopis võistlusse astuda ja Ameerikast ette jõuda. Käimas oli teaduse ja tehnika revolutsioon, mida püüti näha ideoloogiavabalt. Sõjajärgse kümnendiga oli maailm palju edasi arenenud, nüüd lubati seda suurte sõdmudega ahmida, tasapisi hakati inimesi uuesti välismaale lubama. Kotlile anti pärast laululava konkursi võitmist võimalus minna 1958. a Brüsseli maailmanäitusele, mis pakkunuks kontsentratsiooni kõigest sellest, millest sõja järel Eestis ilma oli olnud, kuid, nagu meenutas tema lesk, käis pakkumisega kaasas kohustus koputajaks hakata ja Kotli loobus. Siiski on ühe Eesti arhitekti reisimuljed Brüsseli suurüritusest ilmunud ja igauks võib ise järeldusi teha. Kotli sai teada maailma arhitektuuri vahepealsetest arengutest eelkõige ajakirjade vahendusel, mida ta käis, nagu teisedki arhitektid, lugemas Teaduste Akadeemia raamatukogu erihoius.

Kui Kotli võistlustööl 1957. a kattis laululava veel kuppel, siis varsti jõudis ta ripptarindini. Eeskujuks, nagu paljudele teistelegi, oli noore, äsja Ameerikasse jäänud poolaka Matthew (Maciej) Nowicki (1910–1950) kavandatud J. S. Dorton Arena Raleigh's Põhja-Carolinas (1948–1952). Seda tõu-

loomanäituste paviljoni kattis uuenduslik kahe kaare vahele tõmmatud tros-sidel rippkatus, mis pakkus universaalhallidele tohutult uusi võimalusi. Kui näiteks slovakiid kopeerisid Bratislava jäähokistaadionil (Jozef Chovanec, Sportova hala Pasienky, 1959–1962) otseselt Dortoni areeni tarindit, siis Kotli mitte. Julge ja uudne oli mõte kasutada hüpari sisepinda kõlaekraanina, kuigi peagi saabus elektrilise helivõimenduse ajastu ja ehitise see aspekt ei osutunud jätkusuutlikuks. Tarinduslikult ennekuulmatu oli ühe kaare alt toetamata jätmine ja nii-öelda ülesriputamise. Ehkki seetõttu ei suudetud enam kaarekandu viisakaks vormistada, tegi see laulja suu metafoori loonud võtte kogu lahenduse õhuliseks. Tõrvatilgaks jäi arhitektide meelest betoonist esikaare asendamine metalltoruga, mis oli tarinduslikult lihtsam, kuid muutis vormi “rasvaseks”, huultemetafoori pardinokaks. Pealegi tehti kaar äärmiselt räpakalt ja see riivab silma tänaseni. Vaatamata Henno Sepmanile, kes jätkas laululava projekteerimist pärast Kotli ehitusinstituudist lahkumist ja muutis kogu ehitist moodsamaks, jäi tänu paekivile osalt probleemiks katusetarindi avangardistlikkuse ja ülejäänud traditsioonilisuse vastuolu.

Ehkki Eestis oldi pahased, et leedulased kopeerisid Tallinna laululava Vilniuses (kohandas Rimantas Alekna, 1963), vastas see täielikult sulaaegsele modernistlikule paradigmat, mis soosis tüüplahenduste ökonoomsust ja oli veendunud nende globaalses universaalsuses, sh sobivuses. See, et katoliiklikus Leedus pole koorilaul nii oluline kui luterliku kultuuritaustaga Eestis, on ehk aidanud pingeid maja pärast vähendada. Teine asi, et ehkki rajatis istub kenasti Vingise parki, pole see asukoht nii muljetavaldav nagu Tallinnas mere ja vanalinna panoraamil loodusliku panga vastas.

Kõige veidram on lauluava juures aga vastuolu selle kosmoseajastut kuulutava vormi ja 19. sajandi koorilauluharrastuse funktsiooni vahel. Võib ju mõista, et ENSV 20. juubeliks ehitati turvaliselt rahvariides taidlejate peopaik ja et läänele järelejäudmist üritavad projekteerijad püüdsid teha nii moodsalt kui võimalik, mis kokku näitabki, kui hübriidne oma olemuselt oli Nõukogude Eesti kultuur.



**Valdek Kulbach****100 AASTAT HEINRICH LAULU SÜNNIST JA  
50 AASTAT KAABELKONSTRUKTSIOONIDE  
UURIMIST TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOLIS**

Meenutades Heinrich Laulu kui kõrgetasemelist inseneri ning silmapaistvat isiksust, pakub kahtlemata huvi tema kujunemine Pelgulinna koolipoisist Tallinna Tehnikaülikooli üheks kuulsamaks professoriks ja Eesti Teaduste Akadeemia liikmeks. See rada polnud sugugi nii sirgjooneline kui tavaliselt ette kujutatakse ning oli kindlasti seotud ka suure muutusega tema maailma-vaates. Mis puutub seotusse teadustööga tema elu viimasel 30 aastal, siis mängis siin kesket osa rippkatuste uurimistöö, mis sai alguse Tallinna laululava kõlaekraani projekteerimise ja ehitamise aastatel. Alljärgnevalt esitatakse materjal põhineb suures osas teabel, mis on saadud selle kirjutise autori isiklikest kontaktidest ja muljetest H. Laulu kui otsese ülemuse ja kolleegiga.

Lõpetanud 1930. aastal Tallinna Poeglaste Humanitaargümnaasiumi (praeguse Gustav Adolfi Gümnaasiumi) *cum laude*, omandanud 1931–1934 ehitustehnika kutse Tallinna Tehnikumi juures korraldatud tehnikakursustel ning töötanud suvevaheajal praktikandina mitmetel Nõmme ehitustel, asus ta 1934. aastal õppima Tartu Ülikooli tehnikaharus juba omaseks saanud ehituse erialal. Jätkanud 1936–1939 õpinguid Tallinna Tehnikaülikoolis, lõpetas ta 1939 ülikooli ehitusinsenerina *cum laude*. Juba 1935. aastal asus H. Laul professor Ottomar Maddisoni kutsel õppimise kõrval assistendina tööle tugevusõpetuse laboratooriumi, algul ajutise abijõu, 1940. aastast ülemassistendi ametis. Õppetöö kõrval tuli tal professor Maddisoni korraldusel tegelda ka ebameeldivate ülesannetega. Nii näiteks pidi ta esitama kirjaliku kindla suunitlusega hinnangu 1939. aastal avatud raudbetooni alase professuuri konkursil kandideerivate kolleegide kohta ja eelistama Dresdenist suure teoreetilise pagasiga naasnud August Komendandile professor Maddisoni õpilast Hugo Oengut. Ametikoht jäigi täitmata, õppetööd tegi professor Maddison ise. Tabavalt on A. Komendandi eemaletõrjumise põhjusi ühes oma artiklis kirjeldanud akadeemik Nikolai Alumäe: “Õppeülesande täitja jättis sügavad jäljed ehitusteaduskonda. Üks neist avaldub edukate uurimuste kaudu koorikute teoorias, mida A. Komendandi Kopli-päevil tema enda väite kohaselt vaid vähesed suutsid käsitleda. A. Komendant jäigi tehnikatülikoolis ajutiseks – selle nõukogu ei pidanud teda adjunktprofessori kohale sobivaks. Võttes

iroonilise hoiaku, võib põhjenduseks pidada asjaolu, et puhuti oli professorite loengutase vähe erinev tehnikumiõpetajate pakutatavast.”

Edasi järgnevad H. Lauulu elus paljude jaoks küsimusi tekitavad aastad. Nimelt lahkub ta 1940. aastal TTÜst ja läheb peainseneriks Tallinna täitevkomitee kommunaalmajanduse osakonda (osakonna juhatajaks oli insener Johannes Hint), kus tema põhiülesandeks sai linna kaitserajatiste ehitustööde juhtimine. Selle sammu peamisi põhjusi oli ettekande autori arvates kaks. Esiteks ei näinud Heinrich Laul Ottomar Maddisoni alluvuses jätkates teda rahuldavat tulevikuperspektiivi. Teiseks põhjuseks võis olla Lauulu selleaegne teatav pahempoolsus, mis põhines ühelt poolt päritolul (ta isa oli autojuht), teisalt aga noorusaastad koos Nikolai ja Vladimir Alumäega. Teatavasti oli viimaste isa tuntud revolutsionäär, kes vabanes vanglast 1938. aastal. Arvatavasti mängisid need suhted tähtsat osa ka H. Lauulu muusikalises arengus ning sportlikes saavutustes, eeskätt kergejõustikus. Pärast NLi okupatsiooni asendumist Saksa okupatsiooniga töötas H. Laul Tallinna Elektriijaama ehitusosakonna juhatajana, korraldades jaama taastamistöid. Siin tabas teda ebaõnn – üks jaama taastamisel töötanud punaarmealasest sõjavang poetas betoonisegusse suhkrut, mis lõppes ühe tarindi varisemisega. See asjaolu, mis lõhnas sabotaaži järele, töö Nõukogude organites 1940–1941 ning ühe kolleegi pahatahtlik salakaebus H. Lauulu poliitilise meelsuse kohta viisid tema vahistamiseni 1941. aasta lõpul. Veetnud aasta sunnitöölaagris Tallinnas ja Ellamaal, asus H. Laul Raudteedevalitsuses tööle sillainsenerina. Pärast okupatsioonivõimude järjekordset vahetumist 1944. aasta sügisel jätkus tema tegevus Maanteedevalitsuse vaneminseneri ametikohal sildade taastamisel, projekteerimisel ja ehitamisel. 1945. aastal viidi H. Laul üle Arhitektuuri- ja ehitusvalitsuse projekteerimis- ja planeerimiskeskuse grupijuhiks, kus ta juhendas suure hulga vastutusrikaste ehitiste projekteerijaid. Seal töötades sai tema tähtsaimaks ülesandeks Estonia teatrihoone rekonstrueerimistööde tehniline juhtimine peakonstruktori ametis, koostöös projekti autori arhitekti Alar Kotliga.

1945. aasta sügisel asus H. Laul tööle vanemõpetajana, aasta hiljem dotsendina tehnikaülikooli ehitus- ja mehaanikateaduskonna ehitusmehaanika ja -konstruktsioonide kateedris. 1947. aastal valiti ta ehitusteaduskonna dekaaniks, 1950. aastal ehituskonstruktsioonide kateedri juhatajaks. Töötades TPi juhtivatel ametikohtadel dekaanina 1947–1958 ja kateedrijuhatajana 1950–1975 arendas H. Laul välja eriala teaduskraadide kaitsmise süsteemi, olles sageli ise kaitsmisnõukogu esimees, kandidaaditööde juhendaja ning oponent Eestis ja sellest väljaspool. Ise kaitses ta kandidaadiväitekirja 1947. a TPi ning doktoriväitekirja 1955. a Leningradi Raudteetranspordi Instituudis. H. Laul ei kuulunud kunagi punaparteisse, pärast sõda oli tema maa-

ilmavaates toimunud nähtavasti tõsine pööre parempoolsuse suunas. Huvitav on märkida sedagi, et H. Lauulu käitumine sõjajärgsetel aastatel TPIs oli parteifunktsionääride suhtes üsna provokatiivne. Samal ajal võib tuua arvukalt näiteid H. Lauulu väga heatahtlikust suhtumisest üliõpilastesse ja kolleegidesse. Tihti suutis ta üliõpilastega töötamisel leevendada omaaegse ülemuse O. Maddisoni nii põhjendatud kui ka põhjendamata vihapurskeid. Hoolimata H. Lauulu halvustavast suhtumisest Nõukogude juhtivtöötajatesse, olid tollaegsed ametivõimud sunnitud teda tema silmapaistva inseneritegevuse tõttu küllalt sageli autasustama. Tal oli teenelise teadlase aunimetus, teda oli autasustatud Ülemnõukogu Presiidiumi aukirjadega, mitme medali ning Nõukogude Liidu rahvamajandussaavutuste näituse suure kuldaurahaga.

Heinrich Lauulu nooremate kolleegide väitekirjade koostamise ja kaitsmise käigus kujunes tema algatusel välja ehituskonstruksioonide kateedri (praeguse ehitiste projekteerimise instituudi) uurimissuund, mille nimeks sai "Õhukeseseinalised ja ruumkonstruksioonid". Selle üheks alamsuunaks olid "Kaabelkonstruksioonid" (esialgu "Rippkatused"). Tegevus nimetatud valdkonnas algas 1958. aastal seoses Tallinna laululava kõlaekraani projekteerimise ja ehitamisega. Sellesisulise teadustöö alguseks tuleb lugeda aga 1960. aastat, kui asuti ette valmistama materjale üleliidulistel ja rahvusvahelistel konverentsidel esinemiseks (1961–1966) ning teadusartiklitena avaldamiseks [1]. Teadustööde juhendaja või kaasjuhendajana ning rahvusvaheliste trükiste kaasautorina oli H. Laul tegev 1985. aastani. Tema eestvõttel rajatud uurimissuuna rippkonstruksioonide osa laienes aja jooksul üksikkaablitele, ripp-sildadele, eelpingestatud tasandkonstruksioonidele, radiaalkanduritega rippkatustele, elliptilise kontuuriga hüparikujulistele rippkatustele ning vantidega toetatud tõstemastidele. 2007. aastal õnnestus mul avaldada koguteos [2], mis käsitleb kõigi eelnimetatud konstruksioonide arvutamise ja projekteerimise küsimusi.

Vaatleme nüüd lähemalt 1960. aastal valminud Tallinna laululava kõlaekraani ning selle ettekande autori teadustöö põhjal ja algatusel 1984. aastal valminud Tartu laululava kõlaekraani konstruktiiivseid erijooni. Kahe tasandkaare vahele pingestatud kaabelvõrguga rippkatuste esimeseks näiteks oli USAs 1952. aastal ehitatud universaalhall Raleigh Arena. Kahjuks oli selle rippkatuse tundlik tuuledünaamikale. Katuse aktsepteeritava käitumise tagamiseks oldi sunnitud kasutama katusevõrku halli seintega ühendavaid kaldvante. Üldse on seda tüüpi rippkatuse negatiivseks eripäraks kaablite kõveruse suur erinevus kaetava pinna ulatuses. Kaarte kandade kõrval paiknevatel aladel esinevad järsud üleminekud, kuid kaaretippude kõrval on pind väga lame, katuse koormamisel on isegi mõeldav negatiivse Gaussi kõveruse üleminek positiivseks. Tallinna laululava kõlaekraani puhul lisandus nendele

küsitavustele veel toetamata esikaare probleem. Professor H. Lauulu ettepanekul kasutati momendi tasakaalustamiseks betoonmassi lisamist terastoruna kujundatud kaare sisse. Tuuledünaamika küsimuse lahendas ekraani pinna moodustamine suhteliselt suure paindejäikusega paneelidest. Võimsaid kontrastforse nõudnud konstruktsioon oli vastuvõetav tänu neid toetavale tugevale liivakivile. Kõiki seda arvestades on Tallinna kõlaekraan oma aja kohta ülimalt silmapaistev ehitis.

On huvitav märkida, et Nõukogude Liidu ehituskomitee ja selle allasutused ei lasknud avaldada Tallinna kõlaekraani kohta koostatud materjale üleliidulistes ajakirjades. Esimese ühise ettekande ja selle põhjal kirjutatud artikli saime esitada alles 1961. aastal toimunud rahvusvahelisel konverentsil Moskvast. Minu ja mu aspirantide töödest selgus, et väga soodsalt töötab ellipsikujulise kontuuri sisse pingestatud hüperboolse paraboloidi kujulise pinnaga kaabelvõrk. Sellisel võrgul on suhteliselt ühtlane kõverus ning võrgu ja kontuurirõnga sobivate parameetrite valiku korral ei vaja konstruktsioon rõhtsuunaliste jõudude välist tasakaalustamist. Tartu laululava kõlaekraani konstruktsiooni parameetrite valikul osutus mõneti ebasoodsaks kaabelvõrgu suund – ekraani kandekaablid paiknevad võrgu lühemas suunas, mis pole materjali kulu seisukohalt optimaalne. Hoolimata sellest on valitud lahendus asjakohane. Konstruktsiooni kasutamisel tuli ka Tartus nagu Tallinnaski kasutada kontuuri toetamata esikülje momendi tasakaalustamiseks kontuuri osalist täisbetoneerimist. Projekteerimise käigus selgus, et kontuurirõnga valmistamise kõige otstarbekamaks võimaluseks on selle koostamine sirgetest erineva pikkusega torulõikudest. Terastorust moodustatud kontuurirõnga korral langevad ära selle väändejäikuse küsimused, samuti on suhteliselt lihtne kaablite ühendamine kontuuriga. Professor Karl Öigeri algatusel kasutati ekraani pinna moodustamiseks kolmekihilist laudist, mis ühendati kontuurirõngaga. Ekraani töö jälgimine pikema aja jooksul näitas nii ekraani head käitumist lume ühepoolse kogunemise toimet kui ka võimalike vibratsioonide viivitamatut sumbumist. Viimase asjaolu peamiseks põhjuseks näib olevat võrgu ja kontuurirõnga erinevate dünaamikaomaduste soodne mõju.

Tallinna Tehnikaülikooli ehitiste projekteerimise instituut võib uhkusega tagasi vaadata nendele aastatele, mil silmapaistva inseneri, teadlase ja legendaarse professori Heinrich Lauulu loodud teotahteline ja sõbralik meeskond paistis silma nii ehitusinseneride koolitamisel kui ka teadus- ja arendustegevuses. Langetades pea 100 aasta möödumisel Heinrich Lauulu sünnist, jäävad tema õpilased ja kunagised kolleegid meenutama teda kui oma lugupeetud juhti ja mitmekülgset säravat isiksust.

## Kirjandus

1. Laul, H., Kulbach, V. Aus den Erfahrungen beim Modellversuch und beim Prüfen des Hängedachs des Musikpavillon in Reval. – Hängedächer (I. M. Rabinovitš, ed.) Wiesbaden, Berlin: Bauverlag GmbH 1966, 202–206.
2. Kulbach, V. Cable Structures: Design and Static Analysis. Tallinn: Estonian Academy Publishers 2007.

**Vahur Mägi**

## MÄLUPILTE LAULUST JA LAULUKAAREST

Minu ilmapilti ilmus professor Heinrich Laul, arvata võib, kusagil teisekolmanda kursuse aegu ja sedagi pigem kuidagi servapidi, tinglikult, kui otse. Meie, mehaanikud, ehitusteaduskonna professoritega kokku ju ei puutunud, kuid tudengkonnas liikus ringi kõiksuguseid legende ja müüte õppejõudude kohta ning mõnigi neist oli seotud professor Lauluga. Meelde on jäänud, et tegemist olla karmi, kuid teadja mehega. Sagedamini hakkas Laulu nime kuulma siis, kui päevakorrale kerkis uue laululava ehitamine Kadriorgu. Kuski Kopli peamaja laborite sügavuses tehti mingeid katseid, uuriti tulevase ehitise võimalusi ja väljanägemist. Ka oli tähtis, mida see kõlaliselt töötab. Laululava mudelist ja sellel tehtavatest katsetest kõneldi põnevusega ka meeskooris, mille liikmetest paljud olid ehitajad.

Kui lõpuks ehitus lahti läks, kuuldus peagi, et töö ei edene nii nagu vaja, töömehi on vähe ja töökorraldus lonkab. Tipi meeskooris on alati hakkajaid mehi leidunud. Nii võeti seegi kord mõte üles ja otsustati laululava ehitajatele appi minna. Kuidagi pääses kõmu meie ettevõtmisest avalikkuse ette ja kui me siis ühel õhtupoolikul kokkulepitud ajaks Lauluväljaku ehitusplatsile jõudsime, sagis seal meie ootel kenake summ lehemehi ja piltnikke. Eesti Raadio oli kohale saatnud oma esihääle Valdo Pandi isiklikult. Ega me end segada lasknud. Usun mäletavat, et Arno Kallikorm ütles paar sõna laulva eesti rahva kiituseks, mispeale haarasime kangid-kirkad-labidad. Ehitus oli veel üsna algusjärgus, püsti oli üksnes lava astmestik. Võttis kõhedaks – on's tõesti võimalik, et juba järgmisel suvel siin lauldakse? Meie algatus langes vastuvõtlikule pinnale. Pärast tipikaid käisid Lauluväljakul abiks paljud koorid ja muudki rahvast. Igatahes sai võimas laulukaar koos sinna alla mahtuva lavaga valmis ja ilma hilinemiseta.

1960. aasta laulupidu läks ajalukku oma kuulsa paduvihmaga. Juba rongkäigu kogunemise ajal Toompuiesteel võttis taevast üha kurjakuulutavama ilme. Mida edasi Narva maanteel jõudsimel, seda pimedamaks läks. Esimesed piisad saime kaela Russalka kohal, päris valla tegi ilmataat taevaluugid aga siis, kui parajasti ronisime ülesse, jämedama häälega meeste alatisse asupaika laululava viimasesse serva kaare all, kus pea käib vaat et vastu lage. Koore aga aina tuli ja tuli. Esiotsa järjest tihenevat sadu vapralt trotsides, seejärel sammu lisades ja lõpuks lausa jooksujalu. Pasunamehed lasid pillidel täiel häälel üürata ja lauljad tormasid, kuidas jalad võtsid, päästva katuse alla. Aga varju ei jätkunud seal kauaks. Alul mõnes üksikus kohas, siis aga järjest laiemalt hakkas vett katusest läbi tulvama. Olime kui tormitseva kose meelevalda sattunud. Pageda polnud kuhugi, lava oli rahvast puupüsti täis. Hakkas kostma, esialgu vaikse üminana, peaaegu et sosinal, siis aga ikka valjemalt: “Ehitajad, häbi, häbi, katus sajab läbi! Ehitajad, häbi, häbi, katus sajab läbi!” Püüti üles võtta ka laulu, aga dirigendid ei sõandanud kooride ette tulla, kõigest mõni noorem võttis südame rindu. Polnud see küll Kotli, seda enam Laulu süü, ent tõsi see oli, et katus läbi sadas ja võimsalt. Küllap viga pärast üles leiti, hiljem pole millestki seesugusest enam kuulma juhtunud.

Minu esimene vahetu kokkupuude Lauluga on meelde jäänud pisut ehmatava sündmusena. Koorivend Ülo Tärno, kes oli selleks ajaks tema aspirandiks saanud, kutsus vaatama, kuidas ta oma väitekirja tarvis katseid teeb. Järsku tormas sisse professor ja kukkus väga tõredalt põrkima – kes võõrad laborisse laskis, mis siin üldse toimub? Rääkisime asja küll selgeks, aga mingi okas jäi. Olen hiljem mõelnud, millest säärane käredus? Kas vana “hirmu ja armu” jagaja, legendaarse tehnilise mehaanika ja ehituskonstruksioonide heitliku meelega professori Maddisoni järelmõju või mis? Laul oli omal ajal tegutsenud ju tema ülemassistenti *alias* “ülemsortina”. Võib-olla hakkas vana Peterburi koolitusega mehest midagi külge. Harri Tivar iseloomustab oma romaanis “Keerdtrepp” “ülemsorts” Laulu küll abivalmis ja heatahtliku mehena. Akadeemik Alumäe on vihjanud Laulu ja sellase Euroopa parima raudbetooni asjatundja professor Kurt Beyeri juures Saksamaal õppinud August Komendandi suhetele. Õppeülesande ajutine täitja Komendant jättis oma teadmistega Kopli ehitusteaduskonda silmnähtava jälje ja kaheldamatult sai Laul sellest osa. Õigemini oli ta esimene, kes mõistis, kust “tuul puhub”, nagu ütleb Alumäe.

Uuesti viis elurada mind Lauluga lähemalt kokku paljude aastate pärast. Ühel kevadpäeval 1990 astus minu tööruumi ülikooli teadusliku uurimise sektoris sisse ehituskonstruksioonide kateedri juhataja professor Valdek Kulbach. Muidu muhe mees oli seekord üsna mureliku olemisega. Ehitajate ajakiri “Ehitus ja Arhitektuur” olla seisma jäänud ning koos sellega jäänud toi-

metusse tolmu koguma ka mitmed Laulu käsikirjad. Polevat mingit lootust neid liikuma saada. Akadeemikul juubel tulemas, mida teha? Laulu tunti ladusa sulega kirjamehena. Mitmed tema laiemale publikule mõeldud kirjatükid inimesest ja tehnikast olid suurt tähelepanu pälvinud ja kõrgeid auhindu teeninud. Pakkusin välja mõtte need kokku koguda ja koos seismajäänud ja võib-olla mõne seniajani veel sahtlipõhjas koltuva käsikirjaga autori-kogumikuks koondada. Raamatu kokkupanemise vaeva võtsin enda peale. Ühtlasi palusin võimalust akadeemikuga tema elukäigu ja tegemiste üle mikrofone ees mõtteid vahetada. Olin varemalt püüdnud mitmel korral meelitada Laulu Raadiomajja teadusest rääkima, aga alati äraütlemise osaliseks saanud. Seekord ta nõustus. Siiski, võõra katuse all ta oma mõtteid jagada ei soovinud, leppisime lood linti rääkida siinsamas Mustamäel.

Auväärne akadeemik võttis oma ülesannet suure kohusetundega. Oli igaks eelseisvaks etteasteks põhjalikult ette valmistunud, märkmeid teinud, asjaolusid ja isikuid täpsustanud. Enne mikrofone avamist tegi ta alati teatavaks, mida ta iseäranis esile tõsta tahab. Kahju on vaid sellest, et tundlikumatel teemadel peatudes tuli mikrofon intervjuueeritava palvel kinni panna. Need olid vana mehe tõelised tarkuseivad, mida siis kuulsin. Paljut enam ei mäleta, oleks pidanud agaramalt üles tähendama. Meie raamat ilmus ja võeti hästi vastu. Landid ootavad oma aega. Kui ma mõni aasta hiljem asusin kokku panema Eesti insenerikultuuri ülevaadet, tuli sealgi mõistetavalt juttu laululavast ja selle akustilisest ekraanist. Emakeelsuse poole püüdlejana tegin meie ehitajatele ettepaneku asendada kohmakas võõrkeelne oskussõna maa-keelse kõlavarjuga. Oldi nõus, ehkki pooleldi. Nõnda sündis tänane kõla-ekraan. Olgu see minu panus Laulu laulukarde.

**Ülo Tärno**

## LAUL KÜSIKS, KUS ME TÄNA OLEME?

Ettepanek sõnavõtuks mulle tehti ja peale mõningast kaalumist võtsin selle ka vastu. Miks mina? Võib-olla tingituna sellest, et olen professor Heinrich Laulu raudbetoonkookrite koolkonna vanim tehnikadoktor ja olnud aegade välitel tehnikaülikooli ainukene ruumkonstruktsioonide professor. Täna olen vabahärra – ma ei sõltu kellestki ega ka minust sõltu keegi. Minu poliitikast loobumise põhjustas mu kasvatus, mu poliitikasse sobimatu iseloom ning

soov lõpetada professor H. Lauulu koorikute arvutusmeetodi viimine uuele tasandile.

Alustan oma raamatu “Insener kui inimene” sissejuhatavate lausetega: “Teadus- ja tehnikakultuur on üldkultuuri osad. Seadmed ja masinad võivad oma kujundusega pakkuda tõelist esteetilist naudingut. Otstarbekas seade on reeglina ka ilus. Teadustöö tulemused võivad olla elegantsed ja ilusad, kuigi sageli arusaadavad ja nauditavad vaid piiratud gruppide inimestele – selles on palju ühist puhta kunsti erinevate vooludega”.

Tehnika – see ongi tehnikateaduste eripära, mida Tartu Ülikool kritiseeris. Laulutekstide loojalt insener Otto Rootsilt on mõte – kas keegi teab inimest, kelle sõber teaks humanitaari, kes on teinud inseneritööd. On aga tehnikaharidusega Toomas Paul ja Jaan Tammesalu. TTÜs saavad kõrge harituse insenerid ja tehnikateadlased, kes on võimelised viima tehnika ja selle teenindamise tasemele, mis tagaks meie pensioni masinalt, mitte inimeselt. Nendest kriteeriumidest lähtudes peaks tehnikaülikooli tulemuslikkuse hindamiseks olema täiesti erinevad kriteeriumid.

Võtan endale voli pidada kõiki enne 1992. aastat TTÜ ehitusteaduskonna tööstus- ja tsiviilehituse eriala lõpetanuid professor Lauulu õpilasteks. TPI ehitajate õpingud olid kuratlikult rasked, tulemused aga vähemalt Moskvas ja Leningradis kõrgelt hinnatud. Mind teevad tigidaks väliseestlaste arvamused, et Eesti tehnikaharidus on vilets. Väidan, et kuni 1992. aastani said meie insenerid väga hea tehnilise hariduse, mis vastab kindlasti magistrinõuetele. Ehitaja on ehitaja ehitiste rajamise mõttes, laevaehitaja laevade ehitamise mõttes, lennukiehitaja lennukite ehitamise mõttes. Mina samastan end kõigepealt ehitusinseneri ja alles seejärel teadlasega.

Eesti ehitusinseneridel on omad “lauluraamatud”, professor Lauulu “Raudbetoon” I ja II. Nende lehitsemine tõstatab küsimuse, kas ongi vaja ehitusnorme. Samas tuleb tunnistada, et vene normid on väga kõrgel tasemel – tegijateks olid ju suured erialased uurimisinstituudid.

Minu jaoks oli Laulu parim õpetaja – erudeeritud insenerina (ka muusika, male, sport, kriminullid) oskas ta äratada huvi ja samas andis tegijale vabaduse. Laulu oli insenerivaistuga, mida praegu ei kasvatata, insener, juhendaja, kes lasi ise mõelda ja tegutseda ja ka vastutada. Laulu leidis ehitusteaduses hõivamata ala – õhukeseseinaliste struktuuride uued arvutusalsused, mida meil oli võimalik avardada. Laulu kohta kehtib kindlasti Eesti Kunstiaakadeemia arhitektuuriteaduskonna dekaani Jüri Soolepa mõte: “Loovus on anne, mis on unikaalne, alati isiklik ja ülimalt väärtuslik. Loovust ei saa õpetada, seda saab vaid ettevaatlikult kasvatada. Ja kasvatada tervikliku kultuuri sees, kust see sirutab ennast kunstide, teaduse ja tehnika sügavamate alustaladeni”.



Minu esimene silmast-silma kohtumine Ottomar Maddisoni ja Heinrich Lauluga toimus 1957. aastal Kopli peamaja trepipedestil, järgmine sai minu “koorikute epöpea” alguseks – minu jaoks teeks L(1)auluga (TAMis) läbi TPI. Laul juhendas mind ÜTÜs, tema juhendamisel valmis 1960. a diplomitööna Narva koorikute 1. ehitusjärjekord, Laulu kutsel astusin 1963. a aspirantuuri, Laul viskas mu kassipojana vette ja lasi sealt ise välja rabeleda. Kuigi Laul eelistas spordiga tegelevaid aspirante, oli tal vaist leida potentsiaalseid tegijaid – fanaatikuid. Juhendamise ja edaspidise koostöö kõrval jäid meie suhted teie-tasandile.

Vaieldamatult on Laul Eesti ehitusinseneride (konstrueerimisinseneride) ja ruumselt töötavate struktuuride koolkonna looja ja pikaajaline arendaja. Laul oli TPI teadlane. Laulu suhtumine Eesti TAsse oli kriitiline: “...neil ilmub artikkel iga torusse vaadates saadud andme kohta”. Võib-olla oli põhjuseks teadmine, et sellase Eesti eelarvest teaduse jaoks eraldatud rahadest läks 50% Teaduste Akadeemiale ja ainult 19% kõrgkoolidele, TPIs tehti aga inseneride õpetamise ja kasvatamise kõrval tõhusat uurimistööd. Ka TAST TPIsse tulnutesse suhtus Laul teatud eelarvamusega ja aeg näitas, et ta ei eksinud. Laulul oli Moskvas ja Leningradis suur autoriteet. Olime IASS-i NLi rahvusliku komitee liikmed. Selles teadlaste seltskonnas ei räägitud poliitikast, sealt pärines meie infovoog ja seal edastasime ka oma tulemusi.

Professor Laulu nihkejõudude aproksimatsioonimeetod vastab Albert Einsteinini mõttele: “Kõik tuleb teha nii lihtsaks kui võimalik, kuid mitte lihtsamaks”. Laulu silindrilise kooriku idee tugineva meetodi ülesehitus on ju lihtne ja loogiline. Tuleb vaid kujutada ette koorikute tööd, seda matemaatilisel kirjeldada ning veenduda katsete abil ka saadud tulemuste vastavuses tegelikkusele. Laul ise ei olnud eksperimentaator, kuid ta kasvas ehituskonstruksioonide katsetajate koolkonna. Laulu tegusate meesaspirantide kohta öeldi, et need on kõigeeks võimelised, välja arvatud sünnitamine.

Laulu nihkejõudude aproksimatsioonimeetodi idee tuginev keskpikkade translatoorsete koorikute arvutusmeetodit saab kasutada, kui piki- ja põikraadiuste suhe on suurem kui 5 ning kooriku piki- ja põikava suhe on väiksem või võrdne 1,5ga, siis valdab pikiavas lihttala skeem. On kaks võimalust: kooriku ja ääreliikme kontaktülesanne või nende lahendus koos. Juba Laulul olid lõplike ribade meetodi alged. Põhitingimusteks on tasakaalu ja pidevustingimused, mis rahuldatakse ühikpõikribade ulatuses ning viimaste arv oleb vajadusest. Tasakaalu- ja pidevustingimused rahulduvad erineva nihkejõudude juurdekasvu jaotuse korral, kuid viimane peab tagama süsteemi potentsiaalenergia juurdekasvu miinimumi. Ka koormuse ja sisejõudude potentsiaalenergiad on erinevad, väga suured või väikesed, kuid muutuvad erine-

valt. Sellest tingituna on otstarbekas osade mõjust loobuda – kasutame üksnes põikpaindemomentide ja pikinormaaljõudude osa.

Meil on loodud universaalne keskpikkade erineva Gaussi kõverusega koorikute arvutusmeetod, mis võimaldab arvutada elastsete ja nõrgestustega koorikute sisejõudusid ning paigutisi. Meil on loodud translatoorsete koorikute SEM-ekspertmeetod, tehispragudega koorikumudelite katsetetoodika. Meil on võetud kasutusele klaasplastist koorikumudelid, mida kasutati ka Moskva ja Peterburi konstruktsioonide uurimisel. On loodud vastavad arvuti-programmid ning üksikasjalikud arvutuseeskirjad ja kasutusnäited. Praegu on objektideks silindrilised, kaksikkõverad – positiivsed ja negatiivsed, kvaasisilindrilised, rippkoorikud ning tahkkandjad. Üksikult seisvad või sisemise laine koorikud on elastsed, põik- ja pikipragudega, toetamata või toetatud pikiääreliikmetega. Kasutusel on kuus põhiarvutusskeemi, peale selle tõmbiga kaar-ääreliige. Need erineva Gaussi kõverusega translatoorsed koorikud käituvad olenevalt geomeetriast ja koormustest väga erinevalt. Arvutustulemused on kontrollitud makrotasakaalutingimustega piisavas arvus põiklõigetes, suure arvu katsetulemustega, haprast materjalist koorikute pragudepildiga, koormusega tekitatud tehispragudega, katsetega tehispragude olukorras, paigutiste võrdlusega, SEM-meetodi parameetrite võrdlusega laias diapasoonis. Kavas on laiendada vaadeldavate objektide valdkonda.

Praeguse arvutusmeetodi loomist võib võrrelda klassikalise maratoni-jooksuga. Meeskonnas osales neil aegadel sadakond tudengit ja kaastöölist ning raha saadi Moskva ja Leningradi hoopis muu temaatikaga lepingutöödelt. 43 aastat tagasi ütles minu õpetaja professor Laul enam-vähem järgmised sõnad: “Tärno, olete väga auahne noor mees, teie esitatud uurimisprogrammi *Laulu silindriliste koorikute nihkejõudude aproksimatsioonimeetodi rakendamine laia diapasoonis kaksikkõverate koorikute jaoks* täitmiseks on vaja mitme uurimisinstituudi tööd, palju aega ja raha ning ka siis ei ole kindlust püstitatud ideede õnnestumises”. Muidugi olin sügavalt solvunud – pole ma olnud kunagi auahne, küll aga eesmärgikindel. Vähemalt toona oli sooviks panna end riskides proovile.

Kunagi ütles rektor Boris Tamm, et küünlaid väärivale algideele (seda kiitis kandidaaditöö kaitsmisel 1967. a mais Nikolai Alumäe) kulub 1 kogus raha, selle katsemudelini viimiseks (doktoritöö kaitsmisel 1983. a juunis Moskva Ehitusinseneride Instituudis ennustati, et uudset ainulaadset arvutusmeetodit hakatakse kasutama) 10 kogust raha ja lõpptulemuse (juhendid, arvuti-programmid ja valmis koorikkonstruktsioonid) saamiseks 100 kogust raha. Me oleme kulutanud kõik 111 kogust. Praeguseks on toonased ideed ellu viidud, Laulule antud lubadus on täidetud. Laulu koolkonda püüdsin hoida üleval aastani 1992. 2003. aastast oli eesmärgiks muuta arvutusmeetod

kõigile ehitusinseneridele ilma teooriasse süvenemata kasutatavaks ja protsess jälgitavaks.

Professor Ottomar Maddisonilt said tõuke Nikolai Alumäe ja Heinrich Laul – üks alustas Venemaal, teine Saksa vangilaagris. Laulult said alguse raudbetoonkoorikute koolkond ja rippkonstruktsioonide koolkond. Raamatu riulit sirvides leidsin, et Laulu esimene koorikutealane ilming TPI Toimetistes pärineb aastast 1950 (kirjutatud 1949). Nihkejõudude aproksimatsioonimeetod loodi elektronarvutiteta ajastul. Praegu kasutusel olevad suure täpsusega tabelid arvutas Laul (kuut kohta peale koma tingisid suurte arvude väikesed, kuid olulised vahed), kasutades analüütilist integreerimist ning Felixi ja Rheinmetali tasemel mehaaniliste arvutite abi. Praegu kasutame numbrilisi meetodeid ja elektronarvuteid.

Nüüdseks on analüütikud ja eksperimentaatorid loonud sünergia. Laulu koolkonnas kontrollitakse teooriat katsetega ja katsetulemusi püütakse selgitada teooriaga. Suurim probleem oli ja on saadud tulemuste tegelikkusele vastavuse kontroll. Samas suhtus Laul eksperimentidesse mõningase kahtlusega. Laulul oli suurepärase struktuuritunnetus, mis põhines aastatega kogutud andmebaasil ja mõttetööl. Tal oli oskus struktuure tükeldada ja iga osa mõju hinnata. See kandus üle ka tema kaastöölistele: Laulu “noortel kukkedel” avastas tema vana sõber Nikolai Alumäe hea konstruktsiooni käitumise tunnetuse.

Laulu koolkonna pikaajase uurimistöo kvantiteet on muutunud uueks kvaliteediks. Laul vaatles silindriliste koorikute probleeme lihtsustatult. Tegelikult on need koorikud kõige keerulisemad. Laulu koolkonna eeliseks on kooriku ja ääreliikme kontaktülesande asemel lahendada seda ühes ülesandes. Kuigi Laulu koolkond uuris koorikuid, mille geomeetriselised parameetrid (olenevalt paksuse ja raadiuse suhtest, ribide vahelisest kauguse ja raadiuse suhtest, elastsusmoodulist) ei luba kõikumisi, võimaldavad tulemused kontrollida ka stabiilsuse kadu. Meie meeskonda on aastate jooksul kuulunud umbkaudu 100 endist ehitusteaduskonna üliõpilast, praegust inseneri.

Kui Nõukogude Liidu ajal teenis valdav osa Eesti tehnikateadusest militaarvaldkondi, siis Laulu koorikute koolkond oli puhas Eesti teaduskoolkond, kes ei tegutsetud sõjatööstuse huvides ka kaudses mõttes. Laulu koolkond ei olnud ka suurte ettevõtjate ripats, nagu on praegu paljud meie ettevõtmised. Küll aga olime Moskva ja Peterburi uurimisinstituutide partnerid, nemad sõltusid meil tehtavatest eksperimentidest. Meil olid tihedad kontaktid vene matemaatikute ja tehnikateadlastega (ehitusmehaanikute ja koorikumehaanikutega), kes olid vaieldamatult maailma parimad. Seda tingis režiimi põhjustatud tarve mõelda, tehnika ja rakendamine oli vilets. Vaidle-

matult olid ja on vene koorikuteadlased maailma tipus. Mujal koostati üksnes nendel teooriatel põhinevaid arvutiprogramme.

Laul oli ehitusinsener, kes suutis täita arhitekti mõistlikke soove – ettepanekuid ja mõtteid. Konstruksiooniinsener on ehituses põhiline vastutaja, autor on praegu arhitekt. Juhtus kätte “Tallinn – 20. sajandi arhitektuurijuht” (Eesti Arhitektuurimuuseum. Tallinn, 2002). Seal ei leia sõnagi ehitusinseneridest, kellela vähemalt Eesti arhitektid ei ole millekski võimelised. Kas auarhitektile, vastutus ehitusinsenerile?

Mõned näited:

hotell Viru (lk 45) – arhitektid Henno Sepmann, Mart Port,  
Eesti Rahvusraamatukogu (lk 95) – arhitekt Raine Karp,  
Linnahall (lk 120) – arhitektid Raine Karp, Riina Altma,  
Tallinna laululava (lk 138) – arhitektid Alar Kotli, Henno Sepmann, Uno Tõlpus. Inseneridest mitte sõnagi.

Raamatus “1001 ehitist” on Tallinna laululava autoriks ainuüksi A. Kotli. Kuid laululava on ju Laulu lava – põhiprobleemiks oli seal pingestustrosside pingestamine, mida ka modelleeriti.

Samas on tähtis ka arhitektile inseneritunnetuse ja inseneri küünarnukitunde loomine. Olen aastaid rõhutanud, et arhitektid tuleb tagasi tuua TTÜsse, õpetades neile kunsti EKAs, jättes sinna ainult kunstiarchitektid.

Praegu mureteks Laul ehitusinseneride kasvatamise kriitilise seisu pärast. Üheks võimaluseks oleks ehitiste projekteerimise ja mehaanikainstituudi ehitusmehaanika ning tugevusõpetuse osa ühendamine, mis ühtlasi tagaks ühise teaduse tegemise. Nii oli see varemgi. Kahjuks on mehaanikainstituudis praegu ehitajatele tingimata vajalike tugevusõpetuse ja ehitusmehaanika osakaal väike. On kartus, et kui tugevusõpetuse ja ehitusmehaanika õppejõuks on vaid arvuti, ei vii see meid sihile – arvutid ja arvuti-programmid on insenerile vaid töövahendid. Selle kõrval peab olema inseneritunnetus. Laulu eesmärk oli kasvatada insenerivaistu, -vastutust, missioonitunnet. Laul küsiks, kus me täna oleme? Hoonet lõhkuda oli kerge, varemtest midagi mõistlikku üles ehitada aga väga raske. Kas kehtib Laulu soov – ehitusteaduskond peab olema TTÜ parima tehnilise hariduse andja? Kogu TTÜ ehitusinseneride praegune ettevalmistuse tase sai alguse 1992. aastal. Kohe selgusid valed alused – loobuda kõigest saavutatust ja lähtuda ainuüksi väljapakutavatest lubadustest. Algas edu rajamine lati allalaskmisele. Algas elamine võlgu. Dekaanid ja instituutide direktorid ning me kõik peame vaatama peeglist. Kas Jean Monnet’l ja Charles Darwinil oli õigus? “On kahte liiki inimesi: need, kes tahavad olla keegi ja need, kes tahavad teha midagi” (Jean Monnet). “Ellu ei jää mitte kõige tugevamad ega arukamad. Püsima jäävad need, kes on kõige kohanemisvõimelisemad” (Charles Darwin).

Kindlasti esitaks Laul ka küsimuse: kes on tehnikas (ehituses) bakalaureus, magister ja doktor? Ta aksepteeriks ehitusteaduskonnas tehtud tagasi-pööret viis aastat kestvale inseneriõppele. Kuna minul on üldkehtivatest doktorinõuetest põhimõtteliselt erinevad nõuded, siis praeguste doktoritöödega tegelemist pean ma enda jaoks vastuvõtmatuks. Meie varasemast kõrgest tasemest saadi näiteks Soomes ja Rootsis väga hästi aru ning seda hinnati. Seoses eelnevaga vajavad lahtimõtestamist mõisted *uurija*, *teadur*, *teadlane*. Minu jaoks on teadlane mõtleja ja looja. Minu jaoks on mõttetud teadlane-poliitik, teadlane-administraator, teadlane-andmekoguja. Võib-olla tuleks teha vahet teadlase ja uurija vahel. Kuidas soovite, kuid kõik teadlased ei ole uurijad. Võib palju teada ja selle alusel mitte midagi uut luua, aga võib ka natuke vähem teada ja olla võimeline uurima ja looma. Viimane on kaasa-sündinud omadus.

Leidsin Nikolai Alumäe ütlused 1986. aastast TPI 50. sünnipäeval: “Lektor peaks õpetama noort inimest rohkem iseseisvalt mõtlema. Koolitami-se huvides poleks TPIle professoreid ega teisi õpetatud päid vaja: kooli-papa ametiga saab hakkama vähemalt üks saja lõpetaja seast. Iidsetest aegadest peale on kõrgkooles hinnatud nende teaduspotsiaali järgi. Ei vanane fundamentaalteadmised, mida saadakse matemaatika-, füüsika-, keemia-kursustes ja neile otseselt toetuvates õppeainetes (ehitused, elastsus-plastsus-teooria, koorikute teooria, ehitusmehaanika, pinnasemehaanika). Nende õp-peainete mahtu tuleks võrreldes praegusega suurendada.”

Võib-olla minu kunagised tudengid, praegused insenerid imestavad, miks ma kolan mööda ehitisi ja küsin “Mille konkreetsega te tegelete?” See on minu kui ehitusprofessori missioon ja peaks olema kõigi ehitusteaduskonna õppejõudude missioon.

Ehitisteta ei oleks tingimusi millegi muuga, ka nn kõrgteadustega tegelemiseks. Võib-olla tingituna keskkonnatingimustest on tuleviku inimkonnal vaja varjuda enda loodud teokarpidesse, kilpkonnakilpide alla, tunnelitesse, luua ka maa peal praegustele kosmoselaboritele sarnaseid suletud keskkondi. Võib-olla tuleb meil tulevikus elada aastaid kaetud linnade tehislooduses. Võib-olla me ehitame juba praegu ruumstruktuuride elemente sisaldavaid Noalaevu. Palume jumalat, et viimaseid ei tuleks kasutada. Enne aga, mis on see kõikvõimas Jumal – kas loodus tervikuna.

Võib-olla oli eelnev Laulu raudbetoonkoorikute koolkonna matusekõne. Entusiastlikku järelkasvu meil ei ole, teha oleks aga palju. Raamat minu käes on professor Heinrich Laulu doktoritöö, mille annan TTÜ raamatukogule. Väidan, et aksepteeritava teadusuuringu tulevikuväärtus on pöördvõrdeline selle mahuga – professor Laulu doktoritöös on 126 lehekülge, minul 430 lehekülge. Eesti praegusel haridus- ja teaduspõllul visklemise kohta sobivad Lennart Meri sõnad – tule taevast appi!

# RAAMATUKOGU

Raamatukogu on teadus- ja arendusasutus, mille põhiülesanne on varustada ülikooli õppe-, teadus- ja arendustegevuse teabega. Vastavalt valitsuse korraldusele täidab raamatukogu üldkasutatava, riigi rahastatava teadusraamatukogu ülesandeid. 2010. aastal eraldas haridus- ja teadusministeerium raamatukogule teadusinformatsiooni hankimiseks 8,5 mln krooni ja jooksvateks kuludeks (avaliku teenuse osutamiseks) 6,5 mln krooni.

Raamatukogu uue hoone kasutuselevõtuga kasvas 2010. aastal märgatavalt ülikooliväliste lugejate arv. Kui 2009. aastal oli neid 6 601 (30%), siis 2010. aastal 9 654 (37%). Raamatukogus moodustati kolm uut kolleksiooni: professor Paul Kogermani kogu, kaardikogu ja pisitrükiste kogu.

1. mail 2010 moodustati raamatukogu koosseisus iseseisva struktuuriüksusena TTÜ muuseum, mille ülesanneteks on TTÜ ainelise kultuuripärandi säilitamine, näituste korraldamine, virtuaalsete keskkondade loomine, Eesti tehnikaajaloo kultuuripärandi uurimine ja tehnikahariduspropaganda korraldamine noorte hulgas.

TTÜ kirjastuses, mis kuulub raamatukogu koosseisu 2009. aastast, seadistati operatiivse digitrükiteenuse (*print-on-demand*) osutamiseks värviline ja must-valge tootmisliin.

## Raamatukogu arvudes, 2008–2010

	2008	2009	2010
Saadud paberkandjal raamatuid	11 798	24 642*	13 953**
sealhulgas: ostud	6 585	4 639	2 936
annetused	1 418	1 149	1 547
sundeksemplarid	3 359	3 935	3 882
Ligipääs e-raamatutele (nimetusi)	28 000	40 000	60 000
Saadud paberkandjal ajakirju (nimetusi)	560	570	460
Ligipääs e-ajakirjadele (nimetusi)	37 000	41 000	65 000
Lugejaid	19 315	22 531	25 851
sealhulgas lugejaid väljastpoolt TTÜd	6 122	6 601	9 654
Külastusi	246 529	220 823	281 371
Laenutusi	1 451 048	1 117 319	1 374 992
sealhulgas: kojulaenutusi	112 159	121 193	200 620
laenutusi avariilultelt	1 257 503	963 885	1 172 618
Teavikute ostusummad (mln krooni)	14,2	10,8	12,1
Teavikute ostusumma ühe üliõpilase kohta (kroonides)	1 090	800	860

Raamatukogu personal	73,5	74,5	74,0
Personal koos kirjastuse ja muuseumiga		81,25	83,75

\* Sealhulgas International University Audentese raamatukogust 14 543 eksemplari.

\*\* Sealhulgas International University Audentese raamatukogust 5 054 eksemplari.

## Kogude arendamine

Peale raamatukogu eelarve vahendite (12,1 mln krooni) rahastati “E-teadusinfo” programmi raames Elnet Konsortsiumi kaudu teadusraamatukogude e-ressursside ühishanget kokku 31,5 mln krooni ulatuses, millest osa kulus eelmise aasta arvete tagantjärele tasumiseks. Tänu “E-teadusinfo” programmi käivitumisele õnnestus säilitada tähtsamate e-ressursside ühistellimuste järjepidevus.

Raamatukogu eelarvest kulutati perioodika hankimisele 70%. Sellest 2% läks Eestis ilmuvale ja 24% välisperioodikale ning 74% perioodika andmebaasidele. 2010. aastal saabus jooksvalt 460 nimetust paber kandjal ajakirju, millest 84 olid Eestis ilmuvad ja 376 välismaised (sealhulgas 78 venekeelset). Kokku võimaldas raamatukogu ligipääsu umbes 65 000 e-ajakirja täistekstidele, millest hinnanguliselt üks kolmandik ei vasta otseselt tehnika-ülikooli profiilile, kuid on kättesaadav tarnijate paketi kaupa müügipoliitika tõttu. Võrreldes eelmise aastaga suurenes ülikooli arvutivõrgu kaudu kättesaadavate ajakirjade arv 24 000 võrra. E-ajakirjade otsinguks ja haldamiseks kasutati raamatukogus kohandatud Ebsco A-to-Z teenust. Uute andmebaasidena lisandusid 2010. aastal Westlaw International ja viiteandmebaas Scopus. Koostöös riigihangete osakonnaga korraldati andmebaaside ostmiseks neli riigihanget.

Raamatute ostmiseks kulutati 28% eelarvevahenditest, sealhulgas 10% Eesti ja 27% välismaa raamatutele ning 63% raamatute andmebaasidele. Õpikute kogusse osteti raamatuid 265 000 krooni eest. Eelarvekärbete tõttu on paber kandjal raamatute ostmine viimasel kahel aastal oluliselt vähenenud. Saabunud sündeksemplaridest võeti kogusse arvele 3 882 eksemplari. Annetusena saadi 1 547 trükist. International University Audentese raamatukogu fondide liitmisega lisandus 5 054 trükist. Raamatukogul oli 113 vahetuspartnerit 22 riigis. Välisvahetuse teel saadi 338 raamatut ja jätkväljaannet ning 103 nimetust ajakirju. Euroopa Dokumentikeskuse kogusse lisandus 433 uut dokumenti. TTÜ rektori (1936–1939) professor Paul Kogermani perekond annetas raamatukogule tema 266 raamatut ja ajakirjakõidet, millest moodustati memoriaalkogu. Vaadati läbi Geoloogia Instituudi antud raamatud ja ajakirjad. Arvele võtmiseks valiti välja 1 500 raamatut, millest suurem osa suunati hoidlakogusse. Loodi kaardikogu, mis hõlmab ligi 900 kartograafia-trükist ja alustati pisitrükiste temaatiliste mappide koostamist. Vahetati välja

kolimisjärgsed ajutised avakogusildid. Uued valdkonnaviidad ja liigiloendid riulite otstel on ingliskeelse rööptekstiga.

Ülikooli arvutivõrgu kaudu tehti kättesaadavaks kümme e-raamatute andmebaasi, mis kokku sisaldasid ligi 60 000 monograafiat, õpikut, käsiraamatut ja teatmeteost. Võrreldes eelmise aastaga kasvas e-raamatute nimetuste arv 20 000 võrra. Ehitusteavet on nüüd võimalik otsida ETFi kartoteegi veebiversioonist selleks reserveeritud arvuti kaudu. Avatud ligipääsuga TTÜ digikogu sisaldab 528 dokumenti, sealhulgas kõik alates 2005. aastast TTÜs kaitstud doktoritööd.

Arvele võeti 13 953 raamatut keskmise eksemplaride arvuga 1,3. Õpiku keskmine eksemplaride arv oli 9,6. Ajalehti saadi 20 nimetust, sealhulgas 13 eesti- ja 7 võõrkeelset. Jätkus kogude puhastamine aegunud ja üleliigsete eksemplaridega kirjandusest. Eesti Hoiuraamatukogule anti üle 156 nimetust (1 663 aastakomplekti) teabeperioodikat. Kokku kustutati 28 448 arvestusüksust. Aasta lõpuks oli kasutuskogudes 716 299 arvestusüksust.

### **Raamatukogu- ja infoteenindus**

Lugejate arv kasvas enam kui kolme tuhande võrra. TTÜ üliõpilased moodustasid lugejaskonnast 58,0%, TTÜ õppejõud ja teadurid 2,5%, TTÜ teenistujad 2,2%, ülikoolivälised lugejad 37,3%. 25 851 lugejat külastas raamatukogu kokku 281 371 korral, mis tähendab, et keskmiselt külastas raamatukogu tuhatkond lugejat päevas ja keskmine lugeja käis aasta jooksul raamatukogus 11 korda. Kokku laenutati 1,375 mln teavikut, mis on 258 000 võrra rohkem kui eelmisel aastal. Kojulaenutuste arv oli 200 620. Kokkuleppel üliõpilasesindusega oli raamatukogu eksamiteks valmistumise ajal avatud kaks tundi kauem.

Ligikaudu 15% kojulaenutustest ja tagastustest vormistati iseteenindusega automaatide kaudu. Septembris paigaldati pääslasse lugejate jaoks eraldi kuvar, mis külastust registreerides näitab, kas kõik on korras, kaart aegunud või võlgnevus tasumata. Probleeme esineb endiselt laenutustähtaegade eirajatega. 10.–15. maini kehtis viivisevaba kord – tagastati 1 723 raamatut. Raamatukogu laenutussüsteem saadab lugejatele e-posti teel pidevalt eelteateid ja meeldetuletusi, sellele vaatamata oli aasta lõpul 1 878 võlglast, kelle käes oli 5 290 teavikut.

Raamatukogu hankis 2010. aastal ligipääsu enam kui 80 litsentseeritud andmebaasile, milles tehti 465 654 otsingut ja laaditi alla 503 907 sisuüksust. E-raamatute andmebaasides tehti 20 150 otsingut ja laaditi alla 60 416 sisuüksust. Digikogu külastati kokku 14 632 korral, vaadati 53 143 lehekülge. Portaali Ebsco A-to-Z kaudu tehti 22 452 otsingut ja ligi 10 000 edasi-



pöördumist. Raamatukogu veebiserveris tehti üle 11 miljoni päringu. Ülikooli VPN-portaali kaudu saab e-ressursse kasutada 24 tundi päevas. Ülikoolivälised lugejad saavad andmebaase kasutada ainult raamatukogus. Peale ostetud andmebaaside tehti ülikooli arvutivõrgus lühiajaliselt kättesaadavaks kümme sidusandmebaaside tutvumispaketti. Infoosakonna ainespetsialistid nõustasid lugejaid e-ressurssidele viitamisel ja andmebaaside, e-kataloogi, raamatukogu veebisaidi ning tutvumispakettide kasutamisel. Ülikooli allüksustele koostati raamatute, ajakirjade ja e-ressursside teemanimestikke ning tutvustati raamatukogu teenusi. Tellimiseesmärgil kirjandusega tutvumiseks korraldati vahendusfirmade raamatunäitusi.

Raamatukogudevahelise laenutuse (RVL) teel saadi 277 trükist või koopiat (Eestist – 69, välismaalt – 208). Tellimuste täitmise protsent oli 97,2. RVLi teenuse aktiivsemad kasutajad olid Tehnomeedikum (22 tellimust), keemiatehnika instituut (20 tellimust) ja materjaliteaduse instituut (20 tellimust). RVLi teel saadeti välja 216 trükist või koopiat. Tellimuste täitmise protsent oli 94,2. Kokku tellis TTÜRist kirjandust 54 raamatukogu ja 2 firmat. Peale selle saadi 175 ja saadeti 57 dokumenti elektroonilise dokumendi vahetuse teel PDF-failidena.

Elektronkataloogi Ester sisestati 14 707 bibliograafiakirjet ja 23 049 eksemplarikirjet ning tehti parandusi ligi 20 000 bibliograafiakirjes ja 60 000 eksemplarikirjes. Jätkus võõrkeelsete raamatute ja perioodika retrospektiivne kataloogimine. Aasta lõpuks sisaldas Ester 201 763 TTÜRi bibliograafiakirjet ja 441 225 eksemplarikirjet (61,2% teavikutest).

Infoosakond vastas 5 445 päringule, neist 958 elektroonilise infoteeniduse ja 57 LIB-chati kaudu. Ainespetsialistid vastasid 94 päringule ning nõustasid õppejõude ja teadureid 59 korral. Bibliograafiaosakond vastas 44 päringule õppejõudude eluloofaktide, TTÜ publikatsioonide ja ülikooli ajaloo kohta. Struktuuriüksuste tellimisel koostati publikatsioonide nimestikke ja tehti bibliograafiaosakonnas koostatavate andmebaaside väljatrükke. Kasutajakoolituse raames koolitati kokku 2 019 üliõpilast ja 259 õppejõudu. Kokku kulus koolitusele 847 tundi. Uudse õppevahendina võeti loengutes kasutusele õppevideod laenutus- ja tagastusautomaatide kasutamise kohta ning interaktiivne õpiobjekt e-kataloogi Ester kasutamiseks. Koostati seitsmesosaline temaatiline voldikute sari “Kuidas leida kirjandust?”

Korraldati 39 teema-, isiku- ja tähtpäevanäitust ning 40 uudiskirjanduse näitust. Jätkati TTÜ õppejõudude ja teadurite publikatsioonide aastanäituste korraldamist. Töömahukaks projektiks kujunes Heinrich Lauulu 100. sünniaastapäeva tähistamine, mida toetas Eesti Kultuurkapital. Koostöös ehitusteaduskonna ja arhitektuuriajaloolaste Carl Dag Lige ja Maris Suitsuga koostati ulatuslik näitus, korraldati seminar ja anti välja raamat “Heinrich Lau

100”. Näituse koostamise ajal leiti Kopli 101 hoone põõningult H. Lauulu inseneritöö – lauluklaare katsetusmudel, mis pandi näitusele välja. Mudeli puhastamisel ja restaureerimisel olid abiks Eesti Kunstiakadeemia üliõpilased.

Loodi raamatukogu uus kodulehekülg, mis on ülikooli uue veebilehe alamosa. Veebilehel on loodud sihtrühmapõhine navigeerimissüsteem, mis kiirendab info kättesaadavust. Aasta lõpuks oli enamus teavet uude veebi üle kantud. Kodulehele tekitati ka raamatukogu uudistevoog RSS. Külastajad, kes on endale RSS-voogu tellinud, saavad pidevalt värskaid uudiseid raamatukogu kohta. Alates maikuust saavad raamatukogu kasutajad oma arvamusi ja ettepanekuid edastada sotsiaalmeedia võrgustikus Facebook. Ingliskeelseid lühisõnumeid raamatukogu kohta avaldatakse Twitteris. Loodi ka ainespetsialistide blogi, kust saab teada nii ainespetsialistide tegemistest kui kogu raamatukogu üritustest ja uudistest.

Raamatukogu tutvustati ülikooli avatud uste päeval märtsis ja oktoobris. Esitluseks valmistati slaidiprogramm, plakat ja flaiier. Raamatukogu uue hoonega käis aasta jooksul tutvumas rohkem kui 100 ekskursiooni, kokku umbes 2 300 inimest.

### **Teadus- ja arendustegevus**

Raamatukogu töötajad avaldasid 43 artiklit ajakirjades ja kogumikes (neist 5 eelretsenseeritavates) ning 5 ajaleheartiklit. Koostati või toimetati 4 monograafiat ja kaks käsikirja. Raamatukogu ning andmebaaside tutvustamiseks koostati e-publikatsioone, voldikuid, videoklippe, lehtmaterjale ja pressiteateid. Raamatukogu töötajad osalesid 20 konverentsil või seminaril, kus peeti 19 ettekannet. Koostöös rahvusvaheliste suhete osakonnaga korraldati Baltechi võrgustiku raames seminar “E-resources and e-services in practice”, kus osalesid kolleegid Stokholmi, Linköpingi, Lundi, Helsingi, Riia, Kaunase ja Vilniuse tehnikaülikoolidest. Mais korraldati ülikooliraamatukogude ainespetsialistide suvekooli teemal “Ainespetsialistilt noorteadlasele”, kus peatekande tegi teadusproffessor Rein Vaikmäe. Doktorandid rääkisid, mis laadi infoteenuseid ja tuge ootab raamatukogult noorteadlane.

Raamatukogus oli üks vanemteaduri ja üks teaduri ametikoht. Ühel töötajal on doktorikraad, viis on doktoriõppes. Teadus- ja arendustegevusega oli hõivatud kokku 26 töötajat bibliograafiaosakonnast, IT-talitusest, infoosakonnast, teenindusosakonnast, juhtkonnast ja komplekteerimisosakonnast. Raamatukogul ei ole sihtotstarbeliselt rahastatavat teadustöö teemat. Tegeldakse peamiselt rakendus- ja arendusuuringutega, mille tulemusi saab kasutada raamatukogu tegevuse optimeerimiseks, ning ülikooli bibliograafia ja

Eesti tehnikaartiklite retrospektiivse bibliograafia koostamisega. Oluline teadussuund on TTÜ ajaloo ning Eesti tehnilise mõtte ja tehnikahariduse ajaloo uurimine.

TTÜ publikatsioonide andmebaasi sisestati 3 076 kirjet. Alustati Eesti tehnikaartiklite retrospektiivbibliograafia viimase köite (1940–1944) trükiks ettevalmistamist. TTÜ teadlaste ja õppejõudude isikuloolises faktiandmebaasis avati 35 uut kirjet ja täiendati olemasolevaid. Vastavalt raamatukogudevahelisele tööjaotusele sisestati artiklite ühisandmebaasi ISE (Index Scriptorum Estoniae) 1 120 kirjet. TTÜR vastutab nimetatud baasi tehnika-valdkonna haldamise eest. Raamatukogu on TTÜ publikatsioonide lõppkinnitaja ETISes, kus kinnitati 2 911 publikatsioonikirjet. Tuli ka parandada olemasolevaid kirjeid ning konsulteerida õppejõude ja teadureid publikatsioonide klassifikaatori kasutamisel. Valmis veebipõhine bibliograafiliste andmebaaside tarkvara, mis võeti kasutusele sügisel. Vanast keskkonnast andmete üleviimiseks töötati välja erinevate andmestruktuuride ja kooditabelite konverteerimise lahendused.

\*

Raamatukogu uus hoone on saanud soodsat vastukaja nii lugejate seas kui ka laiemalt. Lugejad hindavad eriti mugavat töökeskkonda, avakogusid, rühmatööruume ja individuaalkabiine. Jaanuaris toimus raamatukogu fuajees Eesti Kultuurkapitali aastapreemiate pidulik auhinnagala. Hoone arhitektuurse lahenduse ja sisekujunduse eest pälvisid arhitektid Eero Endjärv, Priit Pent, Illimar Truverk, Mattias Agabus, Kristi Lents ja Hannelore Kääramees riigi kultuuripreemia. Eesti Kultuurkapitali rahvakultuuri sihtkapital andis raamatukogu direktorile Jüri Järsile 2010. aasta tunnustuspreemia. Eesti Raamatukoguhoidjate Ühing nimetas avakogu juhi tarkvara loomise teadusraamatukogude aasta teoks, selle autor Rait Agurajjuja valiti raamatukogu aasta kolleegiks.

# KIRJASTUS

Ilmus 101 nimetust õppe- ja teaduskirjandust kogumahuga 1 725,6 poognat.

## Õppekirjandus

<b>Teaduskond</b>	<b>Nimetusi</b>	<b>Maht (trükipoognates)</b>	<b>Trükiarv</b>
Ehitus	9	57,8	2 700
Keemia- ja materjalitehnoloogia	4	32,4	1 300
Majandus	3	9,7	620
Matemaatika-loodus	4	30,6	800
Mehaanika	2	15,8	800
<b>Kokku</b>	<b>22</b>	<b>146,3</b>	<b>6 220</b>

**Teadus- ja teatmekirjandus** (ülevaated, eeltrükised, monograafiad, väitekirjad, referaadid, õppeteadmikud, konverentside materjalid):

**kokku** **79** **1 579,3** **20 545**

Kolmeteistkümnendat aastat ilmus Tallinna Tehnikaülikooli väljaandena infotehnoloogiaajakiri A&A (Arvutustehnika ja Andmetöötlus). Ajakiri on lülitatud üleülikooliliste IT-projektide hulka ning seda rahastab TTÜ. Lugejateni jõudis ülikooli aastaraamat 2009.

Jätkuvalt on tegeldud kirjastuse väljaannete levitamise ja väljaspool ülikooli.

# ÜLIKOOLI ASUTUSED

## **TTÜ Geoloogia Instituut**

*Direktor prof Alvar Soesoo*

Instituudis tegutseb viis osakonda: litosfääriuringute, paleontoloogia ja stratigraafia, isotoop-paleoklimatoloogia, pärasjäaaaja geoloogia ja teaduskogude osakond ning füüsikalise geoloogia õppetool.

Teadus- ja arendustegevuse põhiteemad:

- \* Fennoskandia ja Baltika litosfääri evolutsioon: geokeemia, geokronoloogia, paleokeskkond ja mineraalsed ressursid;
- \* Ordoviitsiumi ja Siluri elustiku mitmekesisus Baltika paleokontinendil: evolutsioon ning muutuva keskkonna mõjud;
- \* isotoop- ja geokeemiliste indikaatorite kasutamine globaalsete kliima- ja keskkonnamuutuste uurimisel;
- \* pärasjäaaegsetes soo- ja järvesetetes talletunud keskkonnatingimuste ja kliima muutused ning nende modelleerimise võimalused.

Põhiline osa teadustööst tehti 2010. aastal nelja sihtrahastatava teema, nelja järeldoktori teema, 12 ETFi uurimistoetuse, viie SA Keskkonnainvesteringute Keskusega sõlmitud lepingu ja kolme välislepingu raames.

Jätkati O-S-i läbilõigete vulkaanilistel kihtidel asetseva Baltika ürgkontinendi kemostratigraafia väljatöötamist ja vulkaaniliste kihtide leviku ning keemilise olemuse täpsustamist. Korraldati Tallinna ja Narva elektrijaamade piirkondade muldade geokeemiline kaardistamine ning (pudel)joogivee geokeemilise koostise uuringud. Selgitati Eesti aluskorra A-tüüpi graniitide tüpoloogiat ja seost Svekofennia lõunapiirkonna arenguga.

Esmakordselt valmisid ülevaade mikrofütoplanktoni mitmekesisusest Baltika paleokontinendil ning kokkuvõtted konodontide mitmekesisusest Ordoviitsiumis ja Alam-Siluris. Mikrofossiilide globaalse levikupildi analüüs võimaldas rekonstrueerida kliimavõõrmete muutused Ordoviitsiumi ajastul. Olulisi tulemusi saadi stabiilsete isotoopide uurimisel, valmis Ordoviitsiumi standardne isotoopstratigraafiline skeem, mis on detailseim maailmas ning aluseks mujal tehtavale tööle.

Kevadel algasid uuringud rahvusvahelise koostööprojekti SvalGlac raames Hollandi-Eesti-Norra-Rootsi ühisekspeditsiooniga Teravmägedel Nordenskiöldbreeni liustikul ja Lomonosovfonna liustikuplatool, eesmärgiks liustikujää liikumiskiiruse mõõtmiseks paigaldatud GPS-ide võrgu ja meteojaamade hooldus, liustikujää paksuse radarmõõtmine ning lumeproovide ko-

gumine kliima- ja keskkonnauuringuteks. Valmis Tallinna piirkonna Kambriumi-Vendi põhjavee dünaamiline ja tarnspordimudel, mida kalibreeriti varasemate geokeemiliste ning isotoopuuringute tulemuste põhjal. Valmis sai ka Tallinna mattunud orgude levikuskeem koos andmetega neid täitvate setete koostise ja vanuse kohta, mida saab kasutada põhjavee dünaamika, koostise ja kujunemise selgitamiseks paekalda lähedases regioonis. Luminestsents-dateerimismeetodite arendamisel koostatud elektronide energia ülekandmisega seotud nähtuste matemaatiline mudel on heas kooskõlas eksperimentaalsete andmetega.

Leiti, et Balti riikides sobib CO<sub>2</sub> geoloogiliseks ladustamiseks kõige paremini Kambriumi põhjaveekiht Lätis, modelleeriti CO<sub>2</sub> püüdmise, transpordi ja geoloogilise ladustamise maksumus Eesti-Läti riigipiiri ületava stsenaariumi jaoks. Merepõhja ladustamisel omavad suurimat potentsiaali Norra Põhjamere põhjaveekihid ja nafta-gaasimaardlad. Lääne-Venemaal on suurim potentsiaal CO<sub>2</sub> abil täiendavaks nafta- ja gaasitootmiseks. Eestil, Leedul ja Soomel CO<sub>2</sub> ladustamise võimalus puudub, küll on mõningad väljavaated selle karbonaatseks mineraliseerimiseks. Rekonstrueeriti Eesti ja naaberlade pärast- ja hilis-jääaja taimestiku- ja kliimatingimusi, veekogude seisundi muutusi ning Läänemere varasemate staadiumide ajalist ning ruumilist arengut. Tuvastati hilis-rauaaegse põllumajanduse mõju lepa populatsioonile Baltikumis ja Soomes ning tehti kindlaks viikingiaegse asustuse mõju ulatus Keavas.

Instituut koordineerib Eesti geoloogilise rahvuskollektsiooni (GI kogu- dele lisaks kuuluvad siia veel Tartu Ülikooli ja Eesti Loodusmuuseumikogud) arendamist. Jätkus töö kollektsioonide süstematiseerimisel, korrastamisel ja elektroonilisel kataloogimisel. Tähtsa pidepunktina olgu märgitud osalemine Eesti teaduse infrastruktuuri teekaardi "Loodusteaduslikud arhiivid ja andmevõrgustik" eeltaotlemisel. Esimesena maailmas liitus GI teaduskogude andmebaas loodava rahvusvahelise andmevõrgustikuga. Instituudi teaduskollektsioone kasutati TTÜ muuseumi Futurum-galeriis korraldatud näitusel "Vulkaan – looja ja hävitaja".

## **TTÜ Küberneetika Instituut**

*Direktor prof Andrus Salupere*

Instituut on juhtiv teadusasutus Eestis matemaatika rakenduste valdkonnas. Siin tehtava teadustöö sisuks on matemaatiliste struktuuride, meetodite ja mudelite edasiarendamine ja kasutamine erinevates teadusvaldkondades, sealhulgas arvutiteaduses, automaatjuhtimises, informaatikas, keeletehnolo-

gias, matemaatikas, mehaanikas, rannikutehnikas ja süsteemibioloogias. Instituudil on kolm osakonda: juhtimissüsteemide, mehaanika ja rakendusmatemaatika ning tarkvara osakond, ning neli laborit: foneetika ja kõnetehnoloogia, fotoelastsuse, lainetuse dünaamika ning süsteemibioloogia labor.

Teadus- ja arendustegevuse põhiteemad:

- \* usaldusväärsed tarkvara- ja inimkeeletehnikad (T. Uustalu);
- \* keerukate mittelineaarsete juhtimissüsteemide süntees (Ü. Kotta);
- \* mittelineaarne dünaamika ja kompleksüsteemid (J. Engelbrecht);
- \* mittelineaarsed puuduliku informatsiooni ja keeruka struktuuriga matemaatilised mudelid (I. Kangro, J. Janno).

2010. aastal täideti nelja riigieelarvest sihtrahastatavat teemat, ETF rahastas uurimistoetuste kaudu 13 teemat ja kaht järeldoktori teemat. Instituut osaleb riikliku programmi “Eesti keele keeletehnoloogiline tugi (2006–2010)” projektide “Eestikeelse kõnetuvastuse meetodite uurimine ja arendamine” (T. Alumäe), “Kõne analüüs ja variatiivsuse mudelid” (E. Meister) ning “Kõnekeele ressursid ja kõnetehnoloogia andmebaasid” (E. Meister) täitmisel. Rahvusvahelisel tasandil osaleb instituut kolmes ELi raamprogrammi projektis, välislepinguid on neli.

Eesti keele foneetika alal uuriti vokaalide omakestuse osa kontrastiivsete kestuskategooriate lühike vs. pikk eristamisel. Vokaali omakestus mõjutab lühike või pikk kategooriapiiri taju – kõrgete vokaalide puhul tajutakse kategooriapiiri lühema stiimuli kestuse korral, võrreldes madalate vokaalidega. Uuriti eesti keele vältete taju eesti ja vene emakeelega katsealuste puhul. Analüüs näitas, et erinevused kumbagi rühma vältevastanduste tajus tulevad esile ka katseisikute hääldega.

Eesti keele kõnesünteesis ja -tuvastuses jätkati tööd keelemudeli adapteerimisel, mis on tähtis praktiliste kõnetuvastusülesannete juures. Tähelepanu all olid eeskätt maksimaalse entroopia põhimõtet kasutavad mudelid, nende adapteerimise võimalused ning treeningualgoritmid. Jätkati tööd täisautomaatse eestikeelse kõne transkribeerimissüsteemi kallal.

Tahkise mehaanika uurimisel asus peamine tähelepanu multimastaapsel mittelineaarse lainelevi modelleerimisel mikrostruktuuriga materjalides. Õpiti tundma solitonide tekkemehhanismi ja seaduspärasusi, näidati mikrostruktuurist põhjustatud dispersiooni mõju solitonide kujule. Koostatud mikrostruktuuriga materjalide mudelid on olulised nende materjalide konstrueerimisel ja nende omaduste määramisel mittepurustavate meetoditega.

Hüdrodünaamikas analüüsiti tuulelainete parameetrite pikaajalist muutlikkust Läänemeres ja Soome lahes. Välitööde ja numbrilise modelleerimise kombineeritud rakendamisega määrati kiirlaevade tekitatud lainete omadused

Tallinna lähel, lainete peamiste tunnussuuruste empiirilised jaotused ja ruumiline muutlikkus, laineharja kõrguse ja vao sügavuse asümmeetria, laevalainete suhteline osakaal tuulelainetega võrreldes ning võimalused laevalainete interpreteerimiseks energia reostusena.

Näidati, et intensiivsed laevalained võivad osutada rannikuprotsesside iseloomu määravaks teguriks, eriti randade erosioonis. Aegna muuli lähistel põhjustavad kiirlaevade lained setete edasikande looduslikule transpordile vastupidises suunas. Mudelarvutuse alusel identifitseeriti Läänemere lainecliima ruumiline muster. Töötati välja meetod optimaalse laevatee paiknemise pöördülesande lahendamiseks ja arutati optimaalne laevatee Soome lahes. Sõnastati madala vee hiidlainete üldine kontseptsioon, demonstreeriti selle tähtsust rannikutehnika ja rannikuvee hüdrodünaamika kontekstis.

Eesti Keskkonnaühenduste Koda valis aasta keskkonnateoks Ivar Puura ja Tarmo Soomere algatuse Nord Streami gaasitoru rajamise võimalikele ebasoovitavatele keskkonnamõjudele tähelepanu juhtimisel. Nikolai Alumäe mehaanikaloengu 2010 pidas prof Rein Küttner teemal “Masinaehituslike toodete ja protsesside struktuuranalüüs ja optimeerimine”. Akadeemik Hillar Aben esitas Eksperimentaalmehaanika Seltsi aastakonverentsil Indianapolises William M. Murray loengu “*Photoelastic Tomography with Linear and Non-linear Algorithms*” tema autasustamise puhul William Murray medaliga. 41. rahvusvahelisel füüsikaolümpiaadil Zagrebis said instituudi vanemteaduri Jaan Kalda juhendatud Eesti kooliõpilased ühe hõbe- ja kaks pronksmedalit ning kaks aukirja.

## **TTÜ Meresüsteemide Instituut**

*Direktor prof Jüri Elken*

Instituudi tegevusteks on Maa-teadused ja sellega seotud keskkonnateadused ning bioteadused. Tegutsevad merefüüsika, rannikumere ja ökohüdrodünaamika sektorid. Põhitemaatika alusel osutab instituut teadmusteenuid ja korraldab rakenduslikke mereuringuid. Operatiivset seiret ja prognoose tehakse merevee taseme, õlireostuse leviku ja sinivetikate vohamise kohta. Projektid käsitlevad maismaalt pärineva reostuse ning süvendustööde ja maavarade veeluse kaevandamise keskkonnamõju, jäätingimusi, kaugseiret jm.

Teadus- ja arendustegevuse põhisuunad:

- \* meres ja veekogudes toimuvate füüsikaliste ja biogeokeemiliste nähtuste süsteemne tundmaõppimine ja modelleerimine atmosfääri- ja maismaaprotsesside ning inimtegevuse koosmõjude kontekstis;



- \* veeökosüsteemide funktsioneerimise ja püsivuse uurimine, seisundi muutuste modelleerimine ja prognoos rakendustega merekeskkonna kaitses ja haldamises;
- \* rannikumere, maismaa ja inimtegevuse vastastikmõju nähtuste kvantifitseerimine ja modelleerimine rakendustega vesiehitiste rajamise ja ranniku haldamise valdkondades;
- \* mere ja veekogude seisundi operatiivsete analüüsi- ja prognoosimeetodite ning vastavate infosüsteemide arendamine rakendustega mereressursside haldamise, keskkonnamõtjude hindamise, laevaliikluse ohutuse ja riigikaitse alal.

Teadustöö põhiteema:

- \* Läänemere vee- ja ainevahetusprotsessid muutuvate välismõtjude tingimustes (J. Elken).

Põhiteemaga seotult täideti 2010. aastal kaheksat ETFi granti, 13 välislepingut ja 13 siseriiklikku rakendusuringute lepingut. Hoones Tehnopolis-3 (Akadeemia 15a) valmisid instituudile uued tööruumid. Teaduse infrastruktuuri teekaardile lülitati instituudi eestvõttel objekt Läänemere uurimislaev. Ka osaleb instituut teekaardi objektis Eesti Keskkonnaobservatoorium. Lõppes infrastruktuuri objekt Rannakeskkonna Observatoorium, mille korraldamise ja tulemuste kohta andis EASi audit kiitva hinnangu. Uurimislaeva Salme kasutamist kontrollis PRIA audit, kellelt samuti saadi kiitev hinnang.

Tulemuslikum alusuuring:

- \* tööde tsüklil meremeteoroloogia alalt (S. Keevallik, J. Hinnov, K. Loitjäär, A. Männik, T. Soomere).

Mereuuringute seisukohalt on tähtis teada atmosfääri tingimuste sesoonset ja aastatevahelist muutlikkust ning konkreetseid olusid välitööde ajal uurin-gute piirkonnas. Teadaolevalt ei saa ilma kriitilise kontrollita kasutada rannikujaamade mõõtmisi, et iseloomustada tuule- või kiirgusvälja mere kohal, mistõttu on uuritud ilmaennustussüsteemi HIRLAM võimalusi meretuule hindamiseks. Näidati, et atmosfääris toimuvate suuremõõtmeliste liikumiste analüüsiks sobib tuule kiiruse ja suuna asemel kasutada tuulevektori komponente. Vilsandil on keskmine jaanuari ja veebruari õhuvoolu vektor pöördunud 38 aasta jooksul ligi 90 kraadi päripäeva. Merepinna jõudva päikese-kiirguse kirjeldamist alustati Läänemere ümber olevate aktinomeetriaamade andmete analüüsist ja võrdlusest olemasolevate mõõtmistega laevadelt. Läänemere keskosale langevaid kiirgusvoogusid esindavad paremini mõõtmised Visbyl, lõunaosa kiirgusvoogusid seevastu mõõtmised Kolobrzegis.

Tulemuslikum rakendus- ja arendusuuring:

- \* Nord Streami gaasijuhtme rajamise mõju uuring Soome lahe merekeskkonnale (U. Lips).

Eesmärk oli kaardistada Soome lahe merekeskkonna seisund enne Nord Streami gaasijuhtme ehitustöid ning dokumenteerida piiriülest keskkonnamõju. Esimest korda üle 20 aasta tehti ohtlike ainete analüüsid Soome lahe avaosast Eesti majandusvööndis setetest kogutud proovidest, kus mõõdeti dioksiinide ja raskmetallide sisaldust. Sihtarvust kõrgemad raskmetallide kontsentratsioonid esinevad kohati tsingi ja kaadmiumi puhul. Paigaldustööde ajal mõõdeti kolmel korral foonist tunduvalt suuremad hägususe väärtused põhjalähedases veekihis.

Üliõpilaste teadustööde riiklikul konkursil sai loodusteaduste ja tehnika valdkonnas rakenduskõrgharidus- ja bakalaureuseõppe astmes I preemia V. Alari töö “Laineenergia vähenemine ranniku lähedal avamere tuuliku tõttu” eest, juhendaja U. Raudsepp teenis haridus- ja teadusministeeriumilt tänukirja.

## **TTÜ Tehnomeedikum**

*Direktor prof Kalju Meigas*

Tehnomeedikumi teadus- ja arendustegevus hõlmab meditsiini, tehnoloogiat ja biomeditsiini. Õppe- ja teadustöös osalevad arst-õppejõud ning arst-teadurid erinevatest haiglatest, samuti õppejõud ja teadurid TTÜ teistest teaduskondadest ning asutustest ja Tehnomeedikumiga seotud ettevõtetest. Tehnomeedikumi koosseisus tegutsevad biomeditsiinitehnika instituut, kliinilise meditsiini instituut ja kardioloogiakeskus.

Teadus- ja arendustegevuse teema:

- \* biosignaalide interpreteerimine meditsiinitehnikas.

Teema läbitöötamises osalevad biomeditsiinitehnika instituut ja kardioloogiakeskus.

Biomeditsiinitehnika instituudi biomeditsiinitehnika ja meditsiinifüüsika õppetooli uurimisrühmade biosignaalide, bioelektromagnetismi ja biooptika alane ning kliiniline kogemus-kompetents loob sünergia biosignaalide interpretatsiooni uuringuteks. Teema hõlmab järgmisi alateemasid:

- \* aju elektriliste võnkumiste ja kognitiivsete protsessidega seotud bioelektriliste signaalide analüüs;
- \* vererõhu- ja südame-veresoonekonna seisundi mitteinvasiivse monitooringuga seotud optiliste signaalide interpreteerimine;

- \* südame-veresoonkonna haiguste riskitegurite profiil ja selle suundumised;
- \* biovedelike optiliste signaalide analüüs kliiniliste raviprotseduuride monitooringuks.

Kliinilise meditsiini instituudi teemad:

- \* astma ja kroonilise obstruktiivse kopsuhaiguse tekke ja arengu põhjused;
- \* vaskulaarsete ja metaboolsete haiguste uurimine, sh eluviisist tingitud haiguste, nagu ateroskleroos ja diabeet, põhjuste uurimine;
- \* onkoloogia ja hematoloogia, kasvajate onkobioloogia ja rinnavähi diagnostika;
- \* e-tervise teadussuund.

Kardioloogiakeskuse teemad:

- \* kardiaalsest äkksurmast ohustatud patsientide identifitseerimise mitte-invasiivsete parameetrite väljatöötamine eri südamehaiguste puhul;
- \* südamevatsakeste repolarisatsioonifaasi ajalist ja ruumilist variaablust iseloomustavate parameetrite tundmaõppimine seoses sooliste iseärasustega südamehaigustega naistel.

Tehnomedikumil on üks sihtrahastatav teadusteema, peale mille täideti 2010. aastal nelja ETFi granti, kaht SA Keskkonnainvesteeringute Keskusega sõlmitud lepingut ja kaht ELi Raamprogrammi projekti.

Kliinilise meditsiini instituut lisab siiani puuduva kompetentsi TTÜ eelisarendatavate valdkondade – keemia- ja biotehnoloogia, biomeditsiin – arendusse. Üks eesmärke on sulandada arstiteadustehnikaülikooli loodusteaduste ja tehnoloogiaga. Arstide seas on tõusnud huvi teadustegevuse vastu. E-tervise valdkonnas on koostöös E-Tervise SA, sotsiaalministeeriumi ja Eesti Haigekassaga käsil digitaliseeritud tervishoiu andmevahetussüsteemi mõjude hindamise meetodika väljatöötamine. Kliiniline meditsiin on ka kardioloogiakeskuse teadustegevuse suunaks, peale selle tegeldakse siin teadusuuringute tulemuste kasutamisele sihitud arendusprojektidega. Alaprojekt südamevatsakeste repolarisatsioonifaasi ajalist ja ruumilist variaablust iseloomustavate parameetrite soolistest iseärasustest eri südamehaigustega naistel on jätkuks Eesti Kardioloogia Instituudis tehtud uuringutele. Naiste südame “elektriskeem” erineb mõnevõrra meeste omast. Südamerakkude ioonkanalid on geneetiliselt determineeritud ning suguhormoonide poolt mõjustatavad. Nende iseärasuste täpsem toime südame elektrofüsioloogiale on teadvustunud alles viimasel ajal. Uudse, soolisi iseärasusi arvestava mitte-invasiivse diagnoosimisvõtte väljaarendamine parandab äkksurma riski hin-

damise ja arütmiavastase ravi tulemuslikkust südamehaigetel naistel. Projekti tulemused võivad olla eelduseks uude tark- ja riistvara loomisele.

Märkimisväärselt paranesid töötingimused. Biomeditsiinitehnika instituut sai uued ruumid TTÜ raamatukogu hoones, kus sisustati kolm laborit: aju elektriliste signaalide mõõtmise labor, füsioloogiliste ja biooptiliste mõõtmise labor ning õppelabor, kus saab teha erinevaid mõõtmisi vastavalt vajadusele. Sügisel valmisid Tehnopol-3-s uued ruumid kliinilise meditsiini instituudile, neist suure osa hõlmab uuenenud sisseseadega rakubioloogia labor.

### **TTÜ Kuressaare Kolledž**

*Direktor Anne Keerberg*

Kolledžis tegutseb kolm lektoraati: ettevõtluse ja humanitaarainete, reaali- ja tehniliste ainete ning turismi, toitlustuse ja teeninduse lektoraat. Kolledži teadus- ja arendustegevus on suunatud ühiskonnateaduste ja kultuuri ning loodusteaduste ja tehnika valdkonnale, põhiteema “Eesti saarte sotsiaal-majanduslik ja tehnoloogiline areng”.

2010. aastal osales kolledž teemaga seotud Interregi projektides ja juhtis rahvusvahelist säästva turismi suveülikooli projekti. Heaks kiideti järgmine Interregi projekt Basis, mis viiakse ellu aastatel 2011–2013.

Viimasel ajal on jõuliselt arendatud koostööd väikelaevaehitajatega, algatatud on mitmed projektid ühisõppekava ja kompetentsikeskuse arendamiseks. 2010 korraldati uuring “Eesti väikelaevaehituse sektori ülevaade” ning tehti ettevalmistusi kolledži koosseisus teadus-arenduskeskuse – väikelaevaehituse kompetentsikeskuse – asutamiseks. Koostöö arendamiseks sõlmiti kokkulepped ülikoolidega Soomes, Horvaatias ja Saksamaal.

Kolledži töötajad osalevad maakonna arengustrateegia koostamise töörühmades ning Saaremaa Ettevõtjate Liidu ja Saaremaa Turismikeskuse juhtimises. 2010. aastal korraldas kolledž Saare maakonnas kolm konverentsi, Merepäevade aegu peeti visioonikonverents “Tõsised jutud messis”.

### **TTÜ Tartu Kolledž**

*Direktor Lembit Nei*

Kolledžis on neli õppetooli ja üks osakond: keskkonnakaitse, maastikuarhitektuuri, säästva tehnoloogia ja üldainete õppetool ning tehnikaosakond, mille koosseisu kuulub säästva tehnoloogia õppetool.

2010. aastal täitis kolledž seitset teadus- ja arenduslepingut, neist kaks rahvusvahelist. Üliõpilasi võeti vastu maastikuarhitektuuri, tööstusökoloogia,

tööstus- ja tsiviilehituse spetsialiseerumisega ehitiste restaureerimisele ja keskkonnatehnika spetsialiseerumisega materjalide taaskasutamisele ning ehitus-, energeetika- ja mehaanikateaduskonna erialadele (esimese aasta õpe Tartus, edaspidi Tallinnas).

# RAHVUSVAHELINE KOOSTÖÖ

2010. aastal osalesime Unica peaassambleel Viinis, kus Unica tähistas oma 20. aastapäeva, ülikoolide rahvusvaheliste osakondade esindajate seminaril Berliinis, ELi teaduskontaktisikute seminaril Roomas ning rektorite seminaril Tallinnas. Üle aasta toimub Unica üliõpilaskonverents ja saavad kokku ülikoolide raamatukogude ning kirjastuse esindajad. Seekordse üliõpilaskonverentsi korraldasid Rooma ülikoolid. TTÜst osales 5 üliõpilast. Lisabonis toimus raamatukogude seminar.

Jätkus koostöö Baltechi võrgustikus, mille eesmärk on tugevdada Läänemere piirkonna tehnikaülikoolide partnerlussidemeid ja laiendada loodusteaduste-, tehnika- ja tehnoloogia- ning tööstuse juhtimisalast koostööd. Toimusid haldus- ja tugistruktuuride kogemuste vahetamise tööseminarid. Mais peeti TTÜ Raamatukogus e-teenuste seminar, kus osalesid kõik võrgustikku kuuluvad ülikoolid. Baltechi aastakonverents toimus aprillis Kaunase Tehnikaülikoolis. Tasemeüliõpilastele jagati välja 21 stipendiumi.

Samuti jätkus koostöö EUE-Net (European University – Enterprise Cooperation Network) raames eesmärgiga tõhustada ülikoolide ja ettevõtete vahelist ühistegevust. Aprillis Viinis toimunud aastakonverentsil esinesid projektipartnerid huvitavate ettekannetega ettevõtluse seotusest ülikoolide õppekavadega ning karjäärikeskuste vahendaja osast ülikooli ja ettevõtete vahel.

Lõppes projekt Q-PlaNet (Quality Placements Network). Selle käigus töötati välja üliõpilaspädevuste kvaliteedistandard ning loodi Tallinna, Brasovi ja Bukaresti piirkondlikud kvaliteeti tagavad praktikakeskused. Iga keskus hindab oma riigis praktika vastavust väljatöötatud kvaliteedistandardile ning väljastab selle alusel firmadele tunnistuse ("*Quality Label of Q-Planet*"). TTÜ väljastas esimese tunnistuse Eliko Tehnoloogia Arenduskeskusele.

Veel lõppesid kaks rahvusvaheliste suhete osakonna eestvedamisel toimunud projekti. Fepic-projekti (*Female Engineers Pushing Innovation in Companies*) tulemusena valmis mitmekeelne e-õppe koolitusvahend, et tõsta tööturul noorte ülikoolilõpetajate (eriti naislõpetajate) konkurentsivõimet innovatsiooni, loovuse ja juhtimisoskuste arendamise kaudu. Kaleco projekti eesmärk oli tõsta mitmekeelsuse ja -kultuuriteadlikkust ning vahetada partnerite kogemusi. Valmis 8 riigi keelepoliitikat ja arenguid analüüsiv dokument. Koos välisüliõpilastega koostati esseesid, pildialbumeid, videoid jms, et kirjeldada nende kogemust Eestis ja TTÜs. Pidevalt toimus WebRadio, kus

erinevates riikides õppivad üliõpilased üheskoos oma muljeid ja kogemusi vahetasid. Projekti lõpuüritusena toimus Itaalias Pavia keeltefestival.

Tempus-programmi projektid viisid meid Hispaania ülikoolide eestvõttel kokku väga pretensioonika temaatikaga “*Implementing tools for quality work at institutional level*”. Partnerluses KTH ja Höskolaverkertiga Rootsist saab TTÜ oma arendustöös kasutada võrdlusmaterjalina kõrgharidusmaastiku 5–6 aasta analüüside tulemusi.

Jätkame koostööd üleeuroopalises mobiilsuskeskuste võrgustikus Euraxess, mille eesmärk on pakkuda mobiilsetele teadlastele ja nende pereliikmetele praktilist nõu ja usaldusväärset teavet kõigis mobiilsust puudutavates küsimustes.

Sügisel külastasid ülikooli üleeuroopalise ülikoolivõrgustiku Campus Europea president ja üliõpilasesinduse juht Luxembourgist, et alustada läbirääkimisi TTÜ liitumise ning võimaliku koostöö üle uues võrgustikus. Campus Europea on otsekuu laienduseks Erasmuse üliõpilasvahetusele (Erasmus+), kus välisvahetus erinevates ülikoolides kestab kuni kaks aastat sihiga pakkuda üliõpilastele uusi õppimisvõimalusi ja osalemist huvitavates koostööüritustes.

Aasta vältel leidsid TTÜs aset mitmed rahvusvahelised üritused: Estia (Earth Researchers and Professionals in Engineering, Computers and Sciences) aastakonverents, WSE2010 (Nordic-Baltic Network in Wood Material Science and Engineering) võrgustiku aastakonverents ning projektide Fepic ja Nina (New Innovations for New Areas) lõppkonverentsid Eesti ettevõtete osalusel.

Rahvusvahelistumise eesmärkide saavutamisele aitab kaasa Eesti ülikoolide pikaajaline koostöö konsortsiumi Study in Estonia raames. 2010. aastal osales TTÜ kaheteistkümnel välisriigis peetud haridusmessil Hiinas, Lätis, Soomes, Türgis ja Venemaal. Messide ajal korraldatakse huvilistele koostöös välisriigis asuva Eesti Vabariigi saatkonnaga Eesti riiki ja ülikoole tutvustavaid üritusi. Messidelegatsiooni kaastakse üliõpilaste, vilistlaste või akadeemilise poole esindajad. Aasta suurim välisüliõpilaste värbamise projekt viidi ellu Hiinas Shanghai maailmanäitusel. Koostöös ministeeriumidega korraldati hiina üliõpilastele ja õppejõududele “ägedate õppekavade” töötubasid. TTÜ õppekavadest olid esindatud *küberkaitse* ning *materjalid ja protsessid jätkusuutlikus energeetikas*. Hiina-poolne vastuvõtt oli väga hea, järgmisel kevadel külastavad töötubade parimad üliõpilased Eestit ja TTÜd.

TTÜ on sõlminud akadeemilise koostöö lepingud 41 välisülikooliga Euroopast, Aasiast ja Ameerikast, kokku 20 riigist. Uued lepingud lisandusid Istanbuli Tehnikaülikooliga (Türgi) ja California Ülikooliga (Berkeley, USA).

# MAJANDUSTEGEVUS

## KONSOLIDEERITUD BILANSS

krooni

<b>VARAD</b>	<b>31.12.2010</b>	<b>31.12.2009</b>
<b>Käibevara</b>		
Raha	82 461 107	265 541 002
Nõuded ja ettemaksed	160 737 344	126 287 947
Varud	1 342 709	1 442 957
<b>Käibevara kokku</b>	<b>244 541 160</b>	<b>393 271 906</b>
<b>Põhivara</b>		
Pikaajalised finantsinvesteeringud	1 298 746	890 497
Kinnisvarainvesteeringud	1 250 000	0
Materiaalne põhivara	1 606 541 687	1 584 111 804
Immateriaalne põhivara	14 825 468	18 606 650
<b>Põhivara kokku</b>	<b>1 623 915 901</b>	<b>1 603 608 951</b>
<b>VARAD KOKKU</b>	<b>1 868 457 061</b>	<b>1 996 880 857</b>
<b>KOHUSTUSED JA NETOVARA</b>	<b>31.12.2010</b>	<b>31.12.2009</b>
<b>Lühiajalised kohustused</b>		
Laenukohustused	24 486 761	65 173 589
Võlad ja ettemaksed	96 434 079	121 794 536
Muud tulevaste perioodide ettemakstud tulud	85 228 600	105 570 784
<b>Lühiajalised kohustused kokku</b>	<b>206 149 440</b>	<b>292 538 909</b>
<b>Pikaajalised kohustused</b>		
Pikaajalised laenukohustused	343 620 070	368 112 068
<b>Pikaajalised kohustused kokku</b>	<b>343 620 070</b>	<b>368 112 068</b>
<b>KOHUSTUSED KOKKU</b>	<b>549 769 510</b>	<b>660 650 977</b>
<b>NETOVARA</b>		
Eelmiste perioodide tulem	1 336 229 880	1 280 227 051
Aruandeaasta tulem	-17 542 329	56 002 829
<b>NETOVARA KOKKU</b>	<b>1 318 687 551</b>	<b>1 336 229 880</b>
<b>KOHUSTUSED JA NETOVARA KOKKU</b>	<b>1 868 457 061</b>	<b>1 996 880 857</b>



## TÄHTSAMAD NÄITAJAD

mln krooni

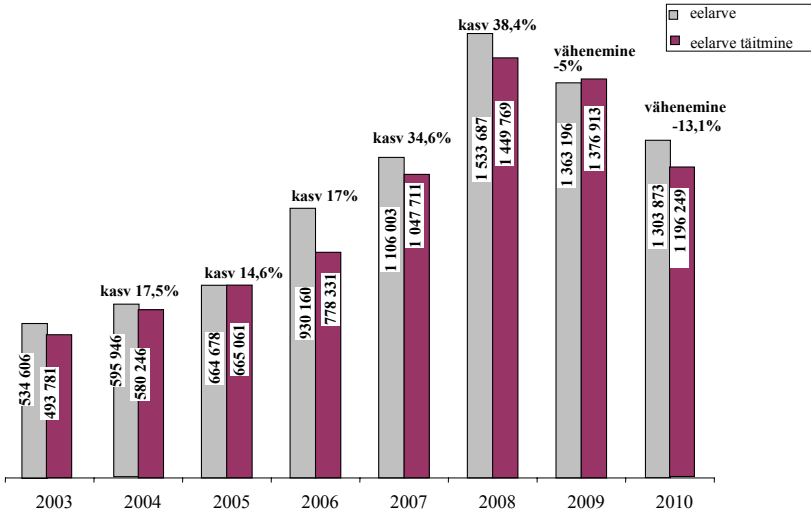
	2006	2007	2008	2009	2010
<b>FINANTSNÄITAJAD</b>					
Tegevustulud	713,3	1 006,5	1 352,3	1 079,8	1 051,1
Tegevuskulud	701,7	822,0	1 060,9	1 020,2	1 062,9
Finantstulud ja -kulud	-3,7	-2,2	1,7	-3,6	-5,7
Tulem	7,8	182,3	293,2	56,0	-17,5
Bilansimaht	948,8	1 391,2	1 829,5	1 996,9	1 868,5
Käibevarad	110,1	271,7	361,5	393,3	244,5
Põhivarad	838,7	1 119,5	1 468,0	1 603,6	1 623,9
Lühiajalised kohustused	171,1	312,8	259,5	292,5	206,1
Pikaajalised kohustused	110,0	91,3	289,8	368,1	343,6
Netovara	667,7	987,0	1 280,2	1 336,2	1 318,7
Laenu/liisingud	83,5	103,9	314,7	433,3	368,1

protsenti

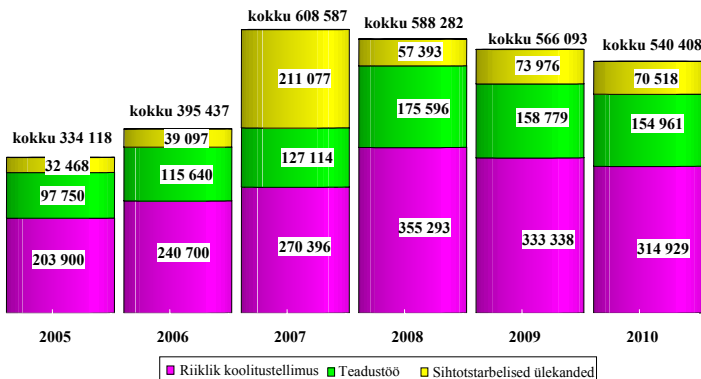
<b>SUHTARVUD</b>					
Tegevuskulud/tegevustulud	98,4	81,7	78,5	94,5	101,1
Laenu/tegevustulud	11,7	10,3	23,3	40,1	35,0
Käibevara/lühiajalised kohustused	64,3	86,9	139,3	134,5	118,6
Põhivara/bilansimaht	88,4	80,5	80,2	80,3	86,9
Laenu/bilansimaht	8,8	7,5	17,2	21,7	19,7
Netovara/bilansimaht	70,4	70,9	70,0	66,9	70,6

## EELARVE

Eelarve ja eelarve tulude täitmine 2003–2010 (tuhat krooni)



Eraldised haridus- ja teadusministeeriumi eelarvest (tuhat krooni)



## EELARVE TÄITMINE

tuhat krooni

TULUD	Eelarve tulud	Eelarve täitmine	Eelarve ja täitmise vahe
<b>Eelarvejääk eelmisest aastast</b>	<b>217 344,2</b>	<b>217 344,2</b>	<b>0,0</b>
<b>Tulu õppetegevusest</b>	<b>473 430,8</b>	<b>493 729,5</b>	<b>20 298,6</b>
sh riiklik koolitustellimus	330 855,2	329 483,1	-1 372,1
tasuline tasemeõpe	100 725,6	116 618,5	15 892,9
avatud ülikooli õppeteenus-			
tasud	6 849,6	7 259,7	410,1
täienduskoolitus	13 061,5	18 985,6	5 924,1
muud õppetegevusega			
seotud tulud	21 939,0	21 382,6	-556,4
<b>Tulu teadustegevusest</b>	<b>410 608,0</b>	<b>404 630,8</b>	<b>-5 977,1</b>
sh teadusteemade			
sihtrahastamine riigieelarvest	86 476,7	86 476,7	0,0
infrastruktuurikulude			
sihtrahastamine			
riigieelarvest	25 100,2	25 100,2	0,0
baasrahastamine	25 622,3	25 622,3	0,0
muu rahastamine riigi-			
eelarvest	17 761,9	17 761,8	-0,1
infrastruktuuri programm	45 428,2	20 885,6	-24 542,5
ETFi grantid	24 092,3	23 632,3	-460,0
riiklikud laekumised			
teadus- ja arendustegevusest	136 602,8	151 377,4	14 774,6
välislaekumised teadus- ja			
arendustegevusest	49 523,6	53 540,6	4 017,0
<b>Tulud majandustegevusest</b>	<b>33 379,0</b>	<b>26 714,9</b>	<b>-6 664,0</b>
<b>Täiendavad tegevustulud</b>			
<b>(korrigeeritud laekumistega)</b>	<b>169 111,0</b>	<b>104 289,5</b>	<b>-64 821,5</b>
<b>Ettemaksed</b>		<b>-23 740,7</b>	
<b>Laekumata arved</b>		<b>-26 458,6</b>	
<b>Tulud kokku</b>	<b>1 303 873,0</b>	<b>1 196 248,8</b>	<b>-107 624,1</b>

KULUD			
<b>Teaduskonnad</b>	<b>527 354,3</b>	<b>525 072,5</b>	<b>-2 281,8</b>
ehitus	52 458,5	49 349,1	-3 109,4
energeetika	30 103,6	30 129,4	25,8
infotehnoloogia	116 470,2	115 306,3	-1 163,9
keemia- ja materjalitehnoloogia	54 030,4	55 441,4	1 411,1
majandus	79 876,8	76 794,6	-3 082,2
matemaatika-loodus	99 049,3	101 611,5	2 562,1
mehaanika	58 202,8	59 131,5	928,7
sotsiaal	37 162,7	37 308,8	146,1

## MAJANDUSTEGEVUS

<b>Asutused</b>	<b>186 221,6</b>	<b>175 028,3</b>	<b>-11 193,3</b>
õppeasutused	64 473,4	58 244,3	-6 229,1
teadusasutused	120 154,6	115 123,1	-5 031,5
muud asutused	1 593,6	1 660,9	67,3
<b>Baasrahastamise toetusprojektid</b>	<b>4 020,1</b>	<b>0,0</b>	<b>-4 020,1</b>
<b>Haldus-tugistruktuur</b>	<b>85 996,1</b>	<b>85 395,3</b>	<b>-600,7</b>
<b>Üleülikoolilised projektid</b>	<b>72 629,7</b>	<b>63 449,3</b>	<b>-9 180,4</b>
<b>Reservid</b>	<b>19 074,2</b>	<b>10 110,7</b>	<b>-8 963,5</b>
<b>Kapitalieelarve</b>	<b>287 002,5</b>	<b>238 423,5</b>	<b>-48 579,1</b>
<b>Kinnistute hoolduskulud</b>	<b>61 662,4</b>	<b>60 970,9</b>	<b>-691,5</b>
<b>Sihtotstarbelised ülekanded</b>	<b>55 353,9</b>	<b>53 574,0</b>	<b>-1 779,9</b>
<b>Ülekantav eelarvejääk/ sisekäibe elimineerimine</b>	<b>4 558,2</b>	<b>-15 775,7</b>	<b>-20 333,9</b>
<b>Kulud kokku</b>	<b>1 303 873,0</b>	<b>1 196 248,8</b>	<b>-107 624,1</b>

TTÜ kulud suurenesid 2010. aastal võrreldes 2009. aastaga 3,2% (2009. aasta kulud 1 159 459,1 tuhat krooni).

# VILISTLASKOGU

Liikmeid aasta lõpul 388.

Vilistlaskogu juhatus: Valdo Kalm (esimees), Andres Keevallik (aseesimees), Andres Allikmäe, Reet Hääl, Väino Kaldoja, Jaan Kallas, Toomas Luman, Tiina Mõis, Gunnar Okk, Peep Sürje, Jaan Tamm, Toomas Tamsar, Peeter Vilipuu.

20. aprillist 4. maini kestis vilistlastele mõeldud loengusari “Uut õppida pole kunagi hilja...”, kus sai õppida kalligraafiat.

5. mail toimus vilistlaste teatriõhtu Eesti Draamateatris, kus etendus Andrus Kivirähki näidend “Vassiljev ja Bubõr ta tegid siia...”. Teatriõhtu lõppes rektor Peep Sürje vastuvõtuga teatri Parketisaalis.

25. mail peeti vilistlaskogu üldkoosolek. Rektor Peep Sürje andis ülevaate ülikooli teadus-, arendus-, õppe- ja majandustegevuse arengust aastatel 2005–2010. Vilistlaskogu majandusaasta aruannet esitades rõhutas juhatuse esimees Gunnar Okk arengufondi tegevust, mis tõi 2010. aastal tehnikaülikooli üliõpilastele ja noortele doktorikraadiga õppejõududele üle seitsmekümne stipendiumi kogusummas 1 750 000 krooni. Kinnitati uus, 13-liikmeline vilistlaskogu juhatus: Andres Allikmäe, Reet Hääl, Väino Kaldoja, Jaan Kallas, Valdo Kalm, Andres Keevallik, Toomas Luman, Tiina Mõis, Gunnar Okk, Peep Sürje, Jaan Tamm, Toomas Tamsar, Peeter Vilipuu.

21. juulil peeti Niitvälja golfikeskuses vilistlaste golfturniir. Turniiri avas rektor Peep Sürje, kohtunikuks oli Martin Toom. Parimaks meesmängijaks osutus Andris Jegers, parimaks naismängijaks Anne Petter.

20. augustil peeti Rocca al Mare tennisekeskuses vilistlaskogu XIII tenniseturniir. Võitjaks tulid Sulev Alajõe ja Indrek Raig, teiseks jäid Aivar Kamm ja Andres Veerpalu ning kolmandaks Andres Aareleid ja Paul Suurvarik.

24. oktoobrist 21. novembrini oli võimalik osaleda vilistlaste, üliõpilaste ja töötajate seltskonnatantsukursustel, õpetajateks Maia ja Ryszard Sondowicz.

3. novembril määras vilistlaskogu stipendiumikomisjon 2010. aasta üliõpilasstipendiumid majandusteaduskonna bakalaureuseõppe üliõpilastele Aija Klagišale ja matemaatika-loodusteaduskonna bakalaureuseõppe üliõpilasele Laura Lambutile.

Peeter Riida nimelise stipendiumi komisjon määras stipendiumi majandusteaduskonna bakalaureuseõppe üliõpilasele Annika Liivrandile.

26. novembril peeti ülikooli aulas sügisball. Balli avas rektor Andres Keevallik, tervitussõnad olid vilistlaskogu juhatuse esimehelt Valdo Kalmult. Tantsuks mängis swingorkester Bel-Etage, solistideks Pirjo Püvi, Ithaka-Maria Rahula, Aare Saal, Mart Sander, Janne Ševtšenko, Nele-Liis Vaiksoo ja Janek Valgepea. Ballil esinesid rahvusoooperi Estonia solistid, Revalia tantsukooli võistlustantsijad ja ansambel Kuljus. Õhtut juhtis Mart Sander. Ballist võttis osa üle 400 inimese.

Vilistlaskogu Saaremaa piirkondlik vilistlasühendus korraldas koos Tartu Ülikooli ning Eesti Maaülikooli vilistlaskoguga Saaremaal viis ühisüritust.

10. veebruaril toimus teemaõhtu “Sõbrapäevaks sõpradega”.

24. mail olnud teemaõhtul rääkis Tartu Ülikooli professor Mihkel Zilmer vaimsest ja füüsilisest tervisest.

8. juunil tehti väljasõit Kihelkonnale, kus tutvuti kohalike loodus- ja kultuurivaatamisväärsustega ning kohtuti seal elavate vilistlastega.

22. oktoobri teemaõhtu oli pühendatud Saaremaalt pärit maadeuurija Richard Maacki 185. sünniaastapäevale.

9. detsembril toimunud teemaõhtul “Tüvirakud: usk, lootused ja tänane reaalsus” oli külaliseks Tartu Ülikooli meditsiinilise rakubioloogia dotsent Andres Piirsoo.

# ARENGUFOND

TTÜ Arengufondi nõukogusse kuulusid: Valdo Kalm (esimees), Andres Keevallik (esimehe asetäitja), Andres Allikmäe, Reet Hääl, Väino Kaldoja, Jaan Kallas, Toomas Luman, Tiina Mõis, Gunnar Okk, Peep Sürje, Jaan Tamm, Toomas Tamsar, Peeter Vilipuu.

Fondi nõukogu kinnitas tehnikaülikooli teaduritele ja üliõpilastele järgmised stipendiumid.

* Akadeemik Boris Tamme nimeline stipendium	100 000 krooni
* Professor Heinrich Lauulu nimeline stipendium	100 000 krooni
* Stipendium Eesti Rahvuskomitee Ühendriikides	15 000 krooni
* 5 stipendiumi doktoriõppe üliõpilastele	á 50 000 krooni
* 4 stipendiumi doktoriõppe üliõpilastele	á 40 000 krooni
* 10 stipendiumi magistri- ja inseneriõppe üliõpilastele	á 30 000 krooni
* 7 stipendiumi magistri- ja inseneriõppe üliõpilastele	á 25 000 krooni
* 20 stipendiumi bakalaureuse- ja inseneriõppe üliõpilastele	á 20 000 krooni
* 4 stipendiumi bakalaureuse- ja inseneriõppe üliõpilastele	á 15 000 krooni
* 20 stipendiumi rakenduskõrgharidusõppe üliõpilastele	á 15 000 krooni
* 7 stipendiumi rakenduskõrgharidusõppe üliõpilastele	á 5 000 krooni

Magistri- ja inseneriõppe ning doktoriõppe üliõpilastele määratavad stipendiumid on sihtsuunitlusega, et aitata tagada Tallinna Tehnikaülikooli akadeemilist järelkasvu.

24. mail anti Tallinna raekojas kätte fondi kevadstipendiumid kogusummas 370 000 krooni.

Rektor Peep Sürje andis üle tänukirjad TTÜ kuld- ja ausponsoritele. Kuld sponsori tiitli sai Schneider Electric Eesti AS, aus sponsori tiitli Kiviõli Keemiatööstuse OÜ.

24. novembril anti raekojas kätte arengufondi sügisstipendiumid kogusummas 1 335 000 krooni. Rektor Andres Keevallik andis üle tänukirjad. Tegevuse eest arengufondi nõukogus ja vilistlaskogu juhatuses said tänukirjad Gunnar Okk, Tarmo Noop, Erkki Raasuke, Tiit Vähi.

Koostöölepingud allkirjastati Bruker Baltics OÜga (asutas stipendiumi matemaatika-loodusteaduskonna doktoriõppe üliõpilasele), Eesti Energia ASiga (asutas stipendiumi bakalaureuseõppe üliõpilastele ja jätkas rakendus- kõrgharidusõppe ja magistriõppe stipendiumide väljaandmist), Eesti Interneti SAga (asutas stipendiumi kahele infotehnoloogia teaduskonna bakalaureuseõppe üliõpilasele), Linxtelecom Estonia OÜga (jätkas 2007. aastal asutatud stipendiumi väljaandmist infotehnoloogia teaduskonna magistriõppe üliõpilasele), PKC Eesti ASiga (asutas stipendiumi mehaanikateaduskonna magistriõppe üliõpilasele).

Täiendavad koostöölepingud sõlmiti Skype Technologies OÜga (jätkas stipendiumi väljaandmist infotehnoloogia teaduskonna magistriõppe üliõpilastele), Ensto Ensek ASiga (jätkas stipendiumi väljaandmist mehaanikateaduskonna bakalaureuse- ja magistriõppe üliõpilastele), Lennuliiklusteeninduse ASiga (jätkas stipendiumi väljaandmist infotehnoloogia teaduskonna automaatikainstituudi magistriõppe üliõpilastele), Nordecon International ASiga (jätkas 1999. aastal asutatud stipendiumi väljaandmist ehitusteaduskonna inseneriõppe üliõpilastele), Viru Keemia Grupp ASiga (jätkas stipendiumi väljaandmist keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskonna bakalaureuseõppe üliõpilastele).

Arengufondi ja vilistlaskogu stipendiume rahastasid 2010. aastal Olaf Herman, Alexander Kofkin, Toomas Luman, Tiina Mõis, Jaanus Otsa, ABB, Abobase Systems, Astlanda Ehitus, Built Ehitus, Coniery, Cybernetica, Datel, Eesti Energia, Eesti Energia Kaevandused, Eesti Interneti SA, Eesti Mäeselts, Eesti Mäetööstuse Ettevõtete Liit, Eesti Mööblitootjate Liit, Eesti Rahvuskomitee Ühendriikides, Eesti Raudtee, Elion Ettevõtted, EMT, Ensto Ensek, Ericsson Eesti, Fujitsu Eesti, Harju Elekter, Kadaka Varahaldus, Kiviõli Keemiatööstus, KPMG Baltics, Lennuliiklusteenindus, Merko Ehitus, Nordic Contractors, Nordecon International, Saku Õlletahas, Silberauto, Skype Technologies, Tallinna Tehnikaülikool, Teede REV-2, Viru Keemia Grupp, Väinamere Teenindus.

Kokku andis arengufond 2010. aastal välja 72 stipendiumi kogusummas 1 750 000 krooni.



# ETTEKANDED, KÕNED, SÕNAVÕTUD

Peeter Mürsepp

## HUMANITAARI PILGUGA TEHNIKA LUGU LUGEDES

### Sissejuhatus

*Rector magnificus!* Austatud kolleegid! Head kuulajad!

Meil on käes lugemisaasta. Nii öeldes peame tavaliselt silmas ainult ühte sõna *lugemine* tähendust, kirjaliku teksti lugemist. Lugeda saame aga veel vähemalt kahes mõttes. Matemaatiku taustaga filosoofina tuleb teisena meelde lugemine loendamise mõttes. On aga veel kolmaski lugemine – arvesse võtmine, äralugemine, kinnitamine, kasvõi näiteks sportlase õnnestunud soorituse üles märkimisel. Just selles kolmandas mõttes üritan alljärgnevalt tehnikalugu humanitaari pilguga vaadelda. Küsimus on tehnika mõtestamises, selle olemuse tabamises või vähemalt selle järele küsimises. Ülesande lahendamisel on meil abi loota põhiliselt kahelt mõtlejalt, kellest esimene on otsestelt tehnika järele küsinud, teine mõtestanud maailma toimimist üleüldises üldistatud tähenduses põhjuslike süüdiolemise viiside kaudu. Esimese nimi on Martin Heidegger, teine on Aristoteles. Seega peame tehnikat ja sellega seonduvat kõrvalt vaatama. Filosoofina võiksin rahulduda ka ainult küsimisega, sest täpselt püstitatud küsimustes nähakse sageli filosoofia piisavat põhiülesannet. Martin Heideggeri sõnul peitub küsimises mõtlemise vagurus. Järgnev ei piirdu siiski pelgalt küsimisega.

### Tehnika kaks tähendust

Nagu sissejuhatuses lubatud, toetun järgnevalt tugevasti tänases üleilmastuvas maailmas toimuva mõtestamise seisukohalt oluliseks peetavale tehnikakäsitlusele, mis pärineb inimesena vastuoluliselt, kuid mõtlejana vaieldamatult sügavalt ja tähelepanuväärselt 20. sajandi filosoofilt-eksistentsialistilt Martin Heideggerilt. Oma mõjukas kirjutises pealkirjaga “Küsimus tehnika järele” tuletab Martin Heidegger meelde, et tehnika kohta küsides pakume võimaluse vastata kahel moel. Tehnika on ühelt poolt vahend eesmärkide tarvis, aga see on ka inimese tegevus. Räägime ju päris sageli näiteks erinevate spordialade tehnikast, kunstniku maalimistehnikast või isegi helilooja loometehnikast. Siiski kuuluvad mõlemad tehnika määratlused ühte. Ees-

märke seada, selleks vahendeid muretseda ja kasutada on inimlik tegevus. Selle juurde, mis on tehnika, kuulub abinõu, seadme ja masina valmistamine ja kasutamine, kuulub ka see valmistatu ja kasutatu ise, kuuluvad tarbed ja eesmärgid, mida need teenivad. Nende seadiste tervik ongi Heideggeri sõnul tehnika. Seetõttu on tehnika määratletav instrumentaalselt seadise tähenduses, aga see on inimese tegevusena ka antropoloogiliselt määratletav. See asjaolu toob tehnikasse nii sotsiaalse kui ka humanitaarse mõõtme.

Sotsiaalne ja humanitaarne avalduvad tehnikas põhjuslikkuse kaudu. Sest kus järgitakse eesmärke, rakendatakse vahendeid, kus valitseb instrumentaalne, seal võimutseb põhjuslikkus. Mis tahes seadet välja mõeldes ja valmistades, aga tegelikult mis tahes tegevuse puhul üldse, nagu kinnitas Aristoteles, peame arvestama nelja põhjuseliigi koostoimega, s.t olema valmis vastama neljale küsimusele. Materiaalne põhjus vastab küsimusele, millest see on? Materjal peab ju alati käepärast olema. Vormiline põhjus osutab vajadusele teada, missugune see on? Sobiv vorm täidab tehnilise seadme puhul kahte eesmärki. See tagab käepärasuse, aga pakub õnnestunud lahenduse puhul ka esteetilist naudingut. Alati peame lahendama ka küsimuse, kes hea mõtte ellu viib, kellel on vastavad teadmised ja oskused, aga ka vajalikud töövahendid. Lõppkokkuvõttes kõige olulisemaks tuleb aga pidada otsustarbekohasust, eesmärki, mille realiseerimist me taotleme. Eesmärk, millele vastavalt kujuneb vahendite laad, tuleb põhjusena arvesse, kinnitab ka Martin Heidegger.

Mida tähendab üldse põhjuseks olemine? Kreekakeelse sõna αἴτιον esialgseks tähenduseks oli võlgu- või süüdiolemine. Seega on ülalkirjeldatud neli põhjust omavahel kokkukuuluvad võlgu või süüdiolemise viisid, kusjuures juhtiva, määrava ja piiritleva osa omandab just siht, eesmärk, mida on soovitud saavutada. Eesmärk pole lõpp, vaid vastupidi, algus, millest algab valmistehnika toimimine, valmistehitud seadme rakendamine. Tehnika olemuse tabamiseks näibki olevat põhiline mõistliku seose loomine eesmärgi püstituse ja hilisema rakenduse vahel. Peame neist kahest tervikliku tehnikaloo kujundama.

### **Tehnoloogia kui tehnikalugu**

Sõna *tehnik*a algse tähenduse leiame samuti nagu *põhjuse* puhulgi kreeka keelest. Ühelt poolt on τέχνη nimi käsitöise tegemise ja suutmise tarvis nagu Martin Heidegger mõneti kõrgeleuliselt kuulutab. Teiselt poolt sobib see tähistama ka kauneid kunste. Τέχνη kuulub seeläbi esiletoomise juurde, mis on midagi poeetilist, sest seostub vastava sõna kreekakeelse originaali ποιησις tähendusega. Tehnilise all ei peaks seega mõistma mitte ainult sea-

deldistega seonduvat. Ei piisa ka inimese tegevustesse puutuvate tehniliste võtete lisamisest. Tehnikasse puutuva algne tähendus on veelgi laiem. See hõlmab kõike loominguga seonduvat, mis tähendab, et tehniliste seadmete ja lahenduste väljamõtlemine ning realiseerimine on samavõrra looming nagu on seda näiteks kaunite kunstide harrastamine. Tehnika olemuse mõistmiseks, tehnikaloo lugemiseks nii otseses kui meile praegu huvipakkavas kinnitamise-fikseerimise mõttes tuleb sellega kindlasti arvestada. Tehnikaga loomingu mõttes käib juba aegade algusest kaasas teadmine. Tehniline loomingu mõttes on olnud eelduseks epistemoloogia ehk teadmisoõpetuse, filosoofia ühe põhiosise väljakujundamisele alates Platonist ja tema teadmisteemalisest arutelust *Theaitetos*es, mille kirjapanemisest saadik ütleme, et teadmine on põhjendatud tõene arvamus. Nii on see ka tehnikasse puutuva osas.

Mis aga juhtub siis, kui lisame tehnikale *logose* mõiste? Tulemuseks on muidugi *tehnoloogia*. Nagu teame, on kreeka sõnal *logos* (λογος) palju tähendusi. Vikipeediast saame lugeda, et see võib tähendada sõna, lauset, väidet, argumenti, arutlust, kõnet, väljendust, mõistet, määratlust, selgitust või põhjust, seadust või reeglit, loendatud arvu või määra või mõõtu, suhet ehk relatsiooni, aru või mõtlemist, aga ka juttu ehk lugu. Ladina keelde tõlgitakse *logos* sageli sõnaga *ratio*, mis teatavasti tähendab mõistust. Seega puutub *tehnoloogia* otseselt kokku tehnika mõistmisega. Mõistus tuleneb otseselt *logos*'est, aga ka emotsioonid on temast juhitud. Tehnoloogiline, seega ka tehniline, seostub mitte ainult mõtlemise ja mõistmise, vaid ka emotsioonidega. Seega, tehnikalugu on sügavalt inimlik.

### **Tehnikaülikool kui loomekeskus**

Kuna tehnika on juba tähenduse poolest otseselt seotud loominguga, siis on tehnika väljatöötajad justkui automaatselt loomeinimesed. Siiski tuleb tehnikaülikooli teadvustamiseks loomekeskusena veel kõvasti tööd teha, seda nii ülikooli sees kui ühiskonnaga suhtlemisel. Ülikoolisiselt ei piisa uue mõtlemise tekitamiseks selgitustööst. Ülikooli struktuur ise, mida võiksime antud kontekstis mõista materiaalse ja vormilise põhjuse ühtsusena, peab loomekeskuseks kujunemise eesmärki toetama. Alles õnnestunud struktuuri leidmise järel saavad toimivad põhjused ülikooli elus tõeliselt vilja kanda.

Peame üheskoos leidma võimalused ja lahendusteel, kuidas tehnikasse kuuluv antropoloogiline komponent välja tuua ja ära kasutada. See pole jõukohane teisiti kui õnnestunud vastastikuses toimes ühiskonnaga. Mõistes tehnikat loominguna, seostades tehnikaga tegelemist loominguilise tööga, peame arvestama teatud *sotsiaalsete* asjaoludega. Loominguga tuleb ökonoom-

selt ümber käia. Täna maailmas toimivate kultuurimehhanismidega arvestades tuleb loomingu tutvustada ja turustada, arvestades nende tegevuste edukuse tagamise reegleid kaasaegses demokraatlikus turumajanduslikus ühiskonnas. Ükski terviklik loomekeskus ei ole täna edukas, kui selle koosseis pole majanduse toimimismehhanismide tundjaid. Sama kehtib demokraatia kui poliitilise süsteemi kohta. Siin on aga olukord tõsisemgi kui majanduse puhul. Praktiliselt kogu tänane maailm on turumajanduslik. Poliitilises plaanis tuleb aga asju ajada ka partneritega, kes ei ole harjunud demokraatlikele ühiskondadele omaste mängueeskirjadega ja kelle mõtte-maailm ei kattu alati kuigi hästi läänemaisest kultuuritraditsioonist pärit tegutsemis- ja käitumismallidega. Kultuuridevahelise kommunikatsiooni põhimõtete tundmine koos hädavajaliku keelteoskusega tähtsustub üha rohkem ka tehnikainimeste jaoks. Mõistagi peab kaasaegses loomekeskuses olema kõrgetasemeline juriidiline kompetents, eelkõige tehnoloogiaõigust silmas pidades.

Tehnikaülikool saab olla loomekeskus ainult siis, kui see ei ole pelgalt tehnika ülikool, vaid hõlmab eneses ka kõike seda, mis kujundab hädavajaliku keskkonna loominguks avaldumiseks. Sotsiaal- ja humanitaarteadustel, nagu loomulikult ka loodusteadustel, on oma kindel koht nüüdisaegses tehnika(tehnoloogia)ülikoolis. Ainult niisugune erialadevaheline lähenemine annab meile hädavajalikud eeldused edukaks ühiskonna teenimiseks.

Head Eesti riigi sünnipäeva meile kõigile! Täna tähelepanu eest!

*Kõne Eesti Vabariigi 92. aastapäeva aktusel  
22. veebruaril 2010 TTÜ aulas*

## INSENERI JA TEHNOLOOGIA VÕIDUJOOKSUST NANOMEETERDISTANTSIL EHK TEHNOLOOGIA VALITSEMISEST JA USALDAMISEST

USA president Eisenhower hoiatas oma lahkumiskõnes presidenditoolilt, et teadlased ei tohiks muutuda riikliku rahastamise vangideks, kus lepingud hakkavad asendama intellektuaalset uudishimu.

Kõne esialgses tekstis esinesid kaks sõna “*engineer*” ja “*engineering*” rööbiti sõnadega “*scientist*” ja “*science*”, aga lõplikust tekstist olid e-ga algavad sõnad välja jäänud. Mõodus pool sajandit ja tehnoloogia tegi hüppe, mille tähendust on täna veel raske mõista. Kuid e-täht ilmus tagasi presidendi teksti. Novembris 2009 kuulutas Obama: “*Scientists and engineers ought to stand side by side with athletes and entertainers as role models*”. See, et sõna “insener” oli võrdväärseks ilmunud sõna “teadlane” kõrvale, on märk, et avalik arusaam tehnoloogiliste muutuste olemusest on samuti muutunud.

### Kes keda?

Inimese ja tehnoloogia vahel toimub omapärane võidujooks: kes keda? Uusi vidinaid tuleb peale kiirusel, kus keegi ei suuda enam järjel püsida ega kohaneda. Tehnoloogia on inimesest möödunud ja tundub, et seda “kätte saada” on lootusetu. Vidinad valitsevad ja inimesest on saanud vidinate järel kõndiv ori. Aga siis teevad insenerid vahespurdi ja näitavad, et nad on võimelised veelgi paremaid vidinaid tegema ehk siis võidujooksus peale jääma.

Vidinate massiivne pealetung tuleb sellest, et üha rohkem tööd on inseneri eest hakanud ära tegema masinad ehk siis tööriistad, mis insener ise on enda jaoks loonud. Kiirendus tuleb positiivsest tagasisidest. Esimese arvuti kavandas ja valmistas inimene. Mõne aja pärast võttis ta endale appi selles töös omaenda ehitatud arvuti. Ajapikku muutusid arvutid võimsamaks – kaks pead on ikka kaks pead. Täna projekteerivad ja ehitavad arvutid juba iseseisvalt oma järeltulijaid ja mida võimsamaks arvutid saavad, seda võimekamaid järeltulijaid nad endale loovad. Niiviisi ongi toimunud viimase poolsajandi jooksul tehismaailma evolutsioon: tööriistade omadusi on pidevalt parandatud ja neid parandusi on tööriistad oma järglastele edasi pärandanud. Posi-

tiivse tagasisidega haaratud masinprojekteerimine ja automatiseeritud tööstus on meid kandnud märkamatuult intelligentseks muutunud tehismaailma.

### **Tehisintelligents**

Achilleus teadupärast kilpkonna kätte ei saanud. Ta andis suuremeelselt võistlejale pool maad edu ja selle ohvriks ta ka sai. Iga kord, kui Achilleus oli jõudnud punkti, kus hetk tagasi oli asunud kilpkonn, oli viimane jõudnud juba järgmise punkti ja nii edasi lõpmatuseni ehk siis kilpkonn oli alati Achilleusest pisut maad ees.

Sama dilemma juures on täna tehnoloogia, mis pürib inimesest targema tehismaailma suunas. Seni ollakse veel veendumusel, et intelligentseks masin ei saa kunagi. Tehisintelligents tähendab, et arvuti oskaks seda, mida seni on osanud üksnes inimene. Seega, et sünniks tehisintelligents, tuleks programmeerida arvutit lahendama ülesannet, mida seni on osanud lahendada ainult inimene. Kui aga arvuti on ülesande lahendanud, siis sellest hetkest peale ei kuulu ju see ülesanne enam tehisintelligentsi valdkonda. Niiviisi arutledes, pole tehisintelligents vist tõepoolest mitte kunagi saavutatav.

Samas oskab arvuti juba praegu mängida malet paremini kui inimene. Rääkimata sellest, et arvutid suudavad projekteerida ise oma järglasi. Küsimus on määratluses. Oleks vale mõista tehisintelligentsi inimintelligentsi koopiana, vähemalt nii kaua, kuni arvutid töötavad teisel põhimõttel kui inimese aju. Õpetlik on kirjutusmasina leiutamise ajalugu. Algul püüti konstrueerida masinat, mis produtseeriks kirja inimese käekirja kujul. See osutus aga kehvaks ideeks. Otstarbekamaks kujunes trükitähtedel põhinev mehaaniline kirjutusmasin. Nii pole ka mõtet taga ajada inimõistust, mille olemust me üldse halvasti tunneme. Targem oleks hoopis seda ületada. Nii nagu Achilleuski oleks lihtsalt pidanud astuma kilpkonnast üle.

### **Tehnoloogiline singulaarsus**

Tehnika areng on olnud hämmastav. Veel 15 aastat tagasi ei osanud keegi ette kujutada seda, mida tähendab Internet. Aga see on alles algus. Hoogu on võtmas juba *asjade internet*, mis ühendab tulevikus inimesi ja asju. IT-maailmas levib *pilvandmetöötlus* ehk *pilveraalindus*. See aga tähendab, et juba lähitulevikus hakkavad robotid koosnema kahest tükist: maapealne (roboti keha) ja “pilvepealne” tükk (roboti aju). Roboti sattudes tundmatusse keskkonda, kontakteerub ta ümbritsevate asjadega interneti kaudu, saadab pildi oma ümbrusest ja asjadest seal “taevasse” (pilveserverite võrku) ja saab tagasi mis iganes infot ta oma ümbruse kohta ka ei vaja. Inimese peaks kõigepealt koolitusele saatma, et ta tundmatus keskkonnas hakkama saaks. Robot

aga laeb alla programmi kogu vajaliku tarkusega ja kooli minna pole sel vaja. Homne päev on *pilverbootika* käes ja see on hoopis võimsam vārk kui internet. Internetiga võid üksnes suhelda, pilverobotile aga ütled: “Havi käsul, minu soovil!”

Oli aeg, kus üks arvuti teenis sadat inimest. Siis tulid personaalarvutid – igale inimesele tema enda oma. Täna teenindavad sada arvutit ühteainust inimest. Mobiiltelefonid, fotoaparaadid, olmetehnika, liftid, rahaautomaadid, targad majad peidavad kõik endas arvuteid. Ühes heas autos abistab juhti sada mikroprotsessorit. Oleme muutunud arvutisõitlasteks, aga märkame oma sõltuvust vaid siis, kui tehnika tõrgub. Ja siit algavadki ohud ja riskid, mis on seotud tehnikaga ja selle edasise arenguga.

Ennustada, mis saab homme niisuguse arengutempo juures nagu täna, on võimatu. Futuristid filosoferivad *singulaarsusest* – see on punkt, kus enam ei tea, millised on laius- ja pikkuskraadid ning mis toimub ümberringi. See on punkt, kus kiirendus võib ulatuda lõpmatusse ja kus enam ei saa aru, kuhu sa kiirened. Matemaatiliseks singulaarsuseks nimetatakse punkti, kus matemaatiline objekt ei ole enam määratud. Nüüd oleme liginemas tehnoloogilisele singulaarsusele, kus tehismaailma arengu ennustamine on võimatu. Ja süüdi on selles elektroonika.

### **Usalda, aga kontrolli**

Elektroonikat nimetatakse austavalt innovatsiooni mootoriks. Näiteks auto puhul kuulub 90% innovatsioonist elektroonikale. Auto hinnast moodustab 40% elektroonika ning selle juurde kuuluv tarkvara. Sellest omakorda 60% kulub tarkvara arenduseks ja 40% moodustab riistvara hinna. Ühe koodirea kirjutamine tarkvara loomise käigus maksab USA sardsüsteemide tööstuse hinnangul 15–40 dollarit. Vastutusrikkamatel aladel hind on kõrgem, näiteks kaitsetööstuses 100 ja kosmoselaevade puhul koguni 1000 dollarit. Tarkvara maht kasvab autotööstuses kolme aastaga neli korda, kusjuures iga kolme kuu tagant tarkvara vahetub – muutub paremaks ja kõrvaldatakse vead.

Elektroonika on keeruline ja nii selle loomisel kui kasutamisel võib esineda vigu ja tõrkeid. Tarkvara puhul tekivad vead selle loomise käigus. On hinnatud, et iga seitsmenda koodirea kirjutamisel teeb tarkvarainsener vea. Riistvara puhul võivad vead tekkida nii projekteerimisel kui ka rikete või häirete tõttu kasutamisel. Elektroonika riist- ja tarkvara testimiseks ja vigade otsimiseks kulub auto valmistamisel 20–25% selle hinnast.

Esimest “ametlikku” arvutiviga mäletatakse aastast 1945, kui üks rumal koiliblikas sattus Harvardi ülikoolis arvuti Mark II relee kontaktidele ja lühistas need. Logiraamatusse kirjutati sellel päeval: “*Hey, we found a bug*”

*that was a real bug!*” Nii olevatki sündinud erialane termin “*debug*”, mis tarkvarainseneride slängis tähendab vigade kõrvaldamist programmis. Koiliblikas oli naljalugu. Suured probleemid tulid siis, kui arvutid hakkasid raskeid ülesandeid täitma. Näiteks 1995. a Lahesõjas eksis arvuti ümardamisvea tõttu ning lasi Iraagi raketil tabada USA sõjaväebaasi. Samal aastal jäi *Intel Pentium* projekteerimisvea tõttu hätta jagamistehtega ja kogu protsessorite seeria tuli tagasi osta. Arvutirike Toyota pidurisüsteemis möödunud aastal, mis seisnes hetkelises süsteemi tundetuses hüdraulika ja elektroonika ümberlülitusel, põhjustas firmale 2 mld dollarilise majanduskahju ja 4,5 mln auto tagasiostu. Firma aktsiad kukkusid päevaga 22%. Viie aastaga on USAs arvutivigade kahjum kasvanud viis korda, ulatudes 60 mld dollarini aastas.

Inseneritöö on vastutusrikas. Talle öeldakse aitäh tema loomingu eest, vahel isegi unustatakse tänada. Harjume ju kiiresti sellega, mis on. Aga insenerile ei andestata vigu. Ajalugu on näidanud, et 99% inseneride tööst on olnud see, mille eest ühiskond tänab. Ülejäänud 1% aga tähendab inseneri süüid inimkonna ees. Protsendid ei loe enam midagi, kui mängu tulevad elud – aatomipommid, tuumajaamad...

Seetõttu on inseneri kategooriliseks imperatiiviks – tema töö tulemuse usaldatavuse tagamine. Usalda, aga kontrolli. Nii ongi kujunenud arvutisüsteemide loomisel ootamatu vahekord – tervelt 70% projekteerimiskuludest läheb verifitseerimisele, vigade otsimisele ja testimisele.

### **Moore'i seadus**

Rikete põhiallikas elektroonikaskeemides on keerukus ehk siis elementide (transistoride) väga suur arv, mis ulatub miljarditesse. Mikroelektroonika on ime. Sajad miljonid transistorid peavad töötama täiuslikult. Aga looduse vastu ei saa. Mida rohkem on süsteemis elemente ja mida väiksemad on transistoride mõõtmed, seda suurem on tõenäosus, et mõni transistoridest on siiski vigadega. Just niisuguse tõenäosuse kasvamise suunas elektroonika praegu areneb.

1965. aastal palus ajakiri *Electronics Magazine* firma Fairchild'i ühel asutajal Gordon Moore'il ennustada integraalskeemide ehk kiipide arengut järgmiseks 10 aastaks ette. Hinnates senist arengut oma firmas viimase nelja aasta jooksul, kus oli õnnestunud teha transistore järjest väiksemaks tänu fotolitograafia täpsuse tõstmisele, avastas Moore, et transistoride arv oli kahekordistunud iga aasta jooksul. Nii pakkuski ta välja 1000-kordse transistoride kasvu järgmiseks dekaadiks, mis pidi tähendama, et 70ndate keskpaigaks saab ühes kiibis olema 64 000 transistori.



Kiipide areng jätkus siiski pisut aeglasemalt ja 10 aastat hiljem Moore korrigeeris ennustust, pakkudes kahekordistumise perioodiks kaks aastat. See osutus nüüd aga liiga pessimistlikuks ja tegelik areng on tänaseni toimunud nii, et transistoride arv kasvab kahekordseks poolteise kuni kahe aasta jooksul. Moore'i seadust on käsitletud kui aksioomi, tegelikult on see vaid rusikareegel ja nii on seda väitnud ka Moore ise. Samas on hämmastav, et see reegel on kehtinud juba 45 aastat, mistõttu Moore'i peetakse tõeliseks prohvetiks. Tänavu Inteli väljalastud 8-tuumalise protsessori kiip Intel® Xeon® processor 7500 sisaldab 2,3 miljardit transistori. Transistoride tihedus on veel vaid paar kolm korda väiksem kui neuronite tihedus ajus  $5 \cdot 10^7 \text{ cm}^{-2}$ .

Moore'i seadus on muutunud elektroonikatööstuse uurimis- ja arendustöö planeerimise juhtniidiks. Paljude elektroonikaga seotud seadmete areng on hästi kooskõlas Moore'i seadusega, näiteks koos transistoride arvu kasvuga kiibis kahanevad transistoride suurus ja hind, kasvavad töökiirus ja mälu-maht, isegi pikselite arv fotoaparaatides. Seejuures Moore, sõnastades oma ennustust, pidas silmas üksnes transistoride tiheduse kasvu kiibis.

Futuristidel, kes käsitlevad Moore'i seadust laiemas tähenduses, on hoiatav vaade seaduse toimele. Nende arvates tähendab tehnoloogia eksponentsiaalne areng ühiskonna viimist tehnoloogilisse singulaarsusesse ehk siis punkti, kus tehnoloogiline progress muutub silmapilkseks. Niisugusel juhul muutub ühiskonna areng aga ettearvamatuks.

### **Moore'i teine seadus**

Tehismaailma rikkalikkuse, tarkuse ja keerukuse kasv on olnud senise katkematu innovatsiooni tulemus, kus võlgneme tänu Moore'i seaduse püsivusele. Kui transistori mõõtmete lähenemine füüsikalisele piirile põhjustaks seda, et seadus lakkaks toimimast, katkeks ka kogu innovatsioon ja areng seiskuks.

Kahjuks on aga Moore'i seadusega tõepoolest kaasnenumitmed ebasoovitavad asjaolud. Koos transistoride arvuga kasvab ka kiibi võimsustarve ja energiatihedus, millega on otseselt seotud füüsikaliste defektide tõenäosuse kasv. Kiipide töösagedus kasvas samuti Moore'i seaduse järgi vastavalt sellele, kuidas kahanesis transistoride mõõtmed. Kiireimate protsessorite töösagedus ulatub praegu gigahertsidesse. Kuid energiatiheduse suurenemine ja kiipide ülekuumenemise oht on sundinud töösagedust piirama. Tulemuseks on paradoks: transistoride arv küll kasvab, aga kiibi töökiirus väheneb. Just seda me aga elektroonikalt kõige vähem ootame. Transistoride arv kiibis ei huvitagi tegelikult tarbijat. Teda huvitab töökiirus. Kogu innovatsioon, sard-süsteemide kvaliteet, fotokaamerate säritusaeg, arvutimängude atraktiivsus – kõik sõltub eeskätt kiipide töökiiruse kasvust. Ja nüüd äkki – lagi on käes.

Ometi leidsid insenerid väljapääsu. Seni tähendas transistoride töösagedus arvuti töökiirust. Aga see ei pea nii olema. Lahendus leiti selles, et kiibi töösagedus lasti küll alla, aga kiipi pandi ühe protsessori asemel mitu lihtsamat, mille vahel jagati töö ära. Kokkuvõttes, vaatamata töökiiruse langusele arvuti jõudlus kasvas. Moore'i seaduse "päästis" *paralleelsuse* idee.

Arvutite töökiirust ei iseloomustatagi enam taktsageduse ehk transistoride töökiirusega, vaid hoopis operatsioonide arvuga sekundis: 1 *flops* tähendab ühte operatsiooni sekundis. Hiljuti püstitati arvutite jõudluse uus maailmarekord: hiina superarvuti Tianhe 1A saavutas töökiiruse 2,5 *petaflops*i ehk  $2,5 \cdot 10^{15}$  operatsiooni sekundis.

Paralleelsuse idee tõi uue paradigma tehnoloogiasse – üksikute keeruliste protsessorite asemel hakati projekteerima *mitmiktuumprotsessoreid*, mis koosnevad paljudest lihtsamatest protsessoritest. Seejuures tuumade arvu kahekordistamine tähendab ka protsessori jõudluse kahekordistumist. Transistoride arvu kahekordistamine ühesainsas protsessoris seda ei teeks, küll aga kulutaks rohkem energiat. Niiviisi hakkas toimima ka uus Moore<sup>2</sup> seadus, mis tähendab tuumade arvu kahekordistumist kahe aasta jooksul.

Uueks väljakutseks elektroonikas on 3D- ehk kihiliste kiipide loomine, kus eri kihtidel realiseeruvad eri ülesanded: ühel kihil on protsessorid, teisel mälud, kolmandal toimub infovahetus. Klassikalisele horisontaalsele integratsioonile lisandub vertikaalne, mis veelgi avardab tehnoloogilisi võimalusi.

## Vahespurtidest

Moore'i seadusele vastandub paradoksaalselt üks teine – Wirth'i seadus, mille üheaegselt Moore'i seadusega sõnastas Niklaus Wirth ja mis väidab, et tarkvara aeglustub kaks korda iga 18 kuuga. Sellega tühistub ühtlasi kogu tulemus, mis on saavutatud riistvaras. Näiteks Microsoft Office'i versioon 2007 täidab sama ülesannet mis versioon 2000 kaks korda aeglasemalt, hoolimata elektroonika saavutustest selles ajavahemikus. Seletatav on see sellega, et tarkvara muutub järjest keerukamaks ja universaalsemaks. Algseid lihtsaid ülesandeid täiendatakse üha keerukamate võimalustega, mis aga muudavad keerukamaks kogu realiseerimise ja mille tulemusena algülesande täitmine aeglustub.

Omaette küsimus on tarkvara projekteerimine rööbitiste arvutusprotsesside realiseerimiseks mitmiktuumprotsessoritel, mille lahendamisele on hakatud alles hiljuti mõtlema ja mis on uueks tarkvarainseneride väljakutseks.

Sarnaselt tarkvara projekteerijatele pole tehnoloogia vahespurdile suutnud vastata ka riistvara disainerid ja diagnostikainsenerid. Transistoride korralda-

mist kiibis mingi ülesande täitmiseks nimetatakse disainiks. Protsessori ehitab transistoridest disainer, kasutades selleks eritarkvara – raalprojekteerimise tööriistu. Paraku on selle tarkvara jõudlus eksponentsiaalses sõltuvuses transistoride arvust kiibis. Mida rohkem transistore, seda aeglasemalt kulgeb projekteerimine või, et kiirendada projekteerimist, jääb efekt transistoride arvu suurenemisest kasutamata. Seda nähtust nimetatakse disaini *produktiivsusse kriisiks*.

Tõsi, vahepeal on siingi toimunud paradigma vahetusi. Näiteks, on levima hakanud nn “korduvtarvituse” paradigma, mis tähendab, et kiipe ei projekteerita enam transistoride tasemel, vaid pannakse kokku ostetavatest koostisosadest, mis on projekteeritud eelnevalt kusagil mujal. Paradigmade muutused on mõnevõrra kahandanud tehnoloogia edumaad riistvaradisainerite jõudluse ees. Aga paralleelsuse probleem ja uus Moore<sup>2</sup> seadus on keeruline väljakutse just tarkvara projekteerijatele.

Tehnoloogia areneb kiiremini kui tehnoloogia kasutamise kultuur seda vastu võtta suudab. Selles mõttes on insenerid kaotamas võidujooksu tehnoloogiaga. Mõneti on see heagi – pidurdab meie tormamist singulaarsuse keerisesse. Teiselt poolt jätkub üha uute väljakutsete sünd tehnikateadustes ning tagaajamine jätkub.

### **Kriminaalsed transistorid**

Nii nagu ühiskonnas oleks parem elada, kui seal poleks kuritegevust, nii võiksime end kergemini ja täielikumalt usaldada tehismaailma meeleva, kui seal ei ringleks kuritegelikke transistore.

Leida üles kriminaalne transistor miljardite hulgast on sama keeruline, kui leida üles piletitä külastaja keset rahvahulka lauluväljakul. Et otsida kiibis vigadega transistore tuleks läbi kiibi lasta signaale ja kontrollida, kas need õigesti päralt jõuavad. Et leida katkine transistor, peaks kontrollisignaal läbi ma rikkis transistori, et selle mõjul kahjustuda, kahjustunult kiibist välja jõudma ning sel moel viga ilmutama. Kolm takistust hakkavad siin aga head ideed põrmustama. Esiteks, kuna transistore on palju (miljardeid), siis kuluks väga palju aega, kuni niisuguste signaalidega kõik transistorid üle kontrollida jõuaks. Teiseks, on väga raske niisugusi katseid signaalidega üldse korraldada. See oleks sama, kui lasta ühest lauluväljaku äärest rahvahulka sõnum, milles palutakse leida üles kodanik perekonnanimega Kask, uurida, ega too pole liiga palju õlut joonud ja saata info politseinikule Kuusk, kes seisab kusagil lauluväljaku teises ääres. Kolmandaks, selle sõnumi edastamisel võib rahvas hakata vigurdama, sest mitte kõik kodanikud ei pruugi asja võtta tõsiselt. Transistoride puhul tähendaks see seda, et kui signaal oligi kahjustunud

katkises transistoris, siis on väga raske seada signaali edasist kulgu nii, et viga ei sumbuks kusagil keset transistoride massi.

Need on põhjused, mis teevad raskeks rikete avastamise elektroonika-skeemides, kus on miljardeid transistore. Põhjuseks öeldakse olevat skeemide keerukus. Aga mida tähendab keerukus?

### Diagnostika paradoksid

Kumb on suurem, kas miljard või lõpmatus? Uurime kõigepealt, kuidas testida analoogvõimendit? Tuleks kontrollida, kuidas see võimendab signaale. Võimalike analoogsignaalide hulk võimendi sisendis on aga teoreetiliselt lõpmatu. Ometigi piisab praktikas sellestki, kui kontrollida, kas seade võimendab ühtviisi näiteks nõrka, keskmist ja tugevat signaali. Teiste sõnadega, piisab vaid kolmest testist veendumaks, et võimendi töötab.

Keerulisem lugu on arvuti summaatoriga. Oletame, et summaator liidab 32-bitiseid arve. Niisuguse summaatori sisendis on seega 64 juhet, millele võib rakendada  $2^{64} \approx 10^{19}$  erinevat signaalikombinatsiooni ehk arvupaari.  $10^{19}$  on palju väiksem kui lõpmatus. Seega peaks ka digitaalse summaatori testide valik olema lihtsam kui analoogvõimendi puhul. Aga nii see ei ole. Summaatorit ei saa kindlasti testida ainult kolme arvupaariga. Teiselt poolt, kõigi  $10^{19}$  arvupaariga testimine oleks samuti võimatu, sest selleks kuluks aastaid. Lahendus asub kusagil vahepeal. Aga raskustest vahepealse lahendi leidmisel oli juttu eelmises lõigus.

Paradoks on selles, et ehkki analoogelektronika funktsionaalseks aluseks on *lõpmatu arvude maailm*, siis just digitaalsüsteemide ilmumine, mis toimivad “lihtsam” *lõplikus arvude maailmas*, tõi teadusse *keerukuse* mõiste. Keerukust ei määra üksnes hulga suurus, näiteks transistoride arv kiibis, vaid ka hulga elementide omavaheliste seoste iseloom.

Korraldati katse, kus ühele elektronskeemile hakkasid testi koostama insener ja arvuti. Insener sai hakkama veerand tunniga, arvuti töötas kaks ööpäeva ning seejärel loobus. Kuidas siis nii, kogu lootus oli ju pandud sellele, et automatiseerida testide sünteesi – ehk siis luua tarkvara, mis automatiseeriks töökorralduse laulupeol, nii et kordnik Kuusk saaks teada, kas kodanik Kask on liiga palju õlut joonud või ei ole. Paraku jäi nüüd arvuti ülesande keerukuse tõttu jänni.

Arvuti nägi testitavas skeemis miljardit ühesugust transistori. Insener aga tundis ära skeemis tuttavaid funktsionaalseid transistorikooslusi ning oskas testsignaalide korraldamisel loovalt ära kasutada skeemi omapära. Arvutit ei olnud õpetatud skeemi omapärasid arvestama. Insener osutus masinast intelligentsemaks.

Nüüd kordus kirjutusmasina loomise viga. Hakati ehitama ekspertsüsteeme, õpetama masinatele samu tarkusi, mida insenerid aastate jooksul olid kogunud, soovides masinaid intelligentsemaks teha. Katse ebaõnnestus. Esiteks kasvas vajaliku eksperttarkuse hulk kiiremini, kui seda suudeti manustada masinale. Seega pidi ikkagi targa masina kõrvale istuma veel targem insener. Nüüd aga kadus peagi inseneridel huvi mängida arvuti “nõuandja” osa, nad oleksid pigem tahtnud vajutada mingile nupule ja ise kohvi jooma minna...

Edasine areng järgis seda, mis toimub ka ühiskonnas. Kui miski “üle käte” läheb, luuakse seadus, et inimesi vaos hoida. Ka elektroonikasüsteemide valdkonnas hakati looma reegleid ja seadusi, mis kitsendasid disaini vabadust, aga lihtsustasid kontrollimist ja kriminaalsete transistoride ülesleidmist.

### **68 000 kanapoega**

Esimesi elektriseadmeid, mida ma noorpõlves tundma õppisin, oli tester. Testri küljes oli kaks juhet, mille abil sai mõõta pinget, voolu ja takistust. Elektroonika muutus aga keerukamaks ja lihtsad käsitestrid asendusid automaatsete testritega ehk testsüsteemidega. Aga tester sai suhelda kiibiga üksnes väliskontaktide abil, samas kui transistorid ise pugesis üksteise taha kiipide sügavusse. See polnud veel kõige hullem. Testrite keerukus kasvas kiiresti, sest need pidid testima üha keerukamaid kiipe. Need muutusid kalliks, makstes kohati miljoneid dollareid. Seetõttu ei saanud neid kuigi sageli moodsamate vastu välja vahetada. Samal ajal aga toimus Moore’i seadus ja kiipide töökiirused üha kasvasid. Testri enda töökiirus hakkas maha jääma testitavate kiipide töökiirusest. Vana kohmakas ja aeglane tester ei suutnud enam järgida kiirelt kepsutatavaid transistore ja kriminaalsed elemendid hakkasid habemikku testrit osavalt ära petma. Uusi kiipe oli tarvis testida nende enda töökiirusel, milleks vanemal tehnoloogial põhinevad testrid polnud põhimõtteliselt enam võimelised.

80ndatel töötati firmas *Motorola* välja mikroprotsessorit Motorola 68000, milles oli 68 000 transistori. Testimisosakonnas olid kibekiired tööpäevad, kuna testprogrammide kirjutamine mikroprotsessorile hakkas käima üle jõu. Osakonnajuhataja võttis stressi maandamiseks vaba nädalavahetuse ja sõitis külla farmerist vennale Texas. Pärast hommikusööki pidi farmer minema söötma kanu. “Palju sul neid tibusid siis on ka?” küsis vend. – “68 000,” vastas farmer. “Ohhoo,” mõtles vend ja meenutas, et ka temal on täpselt sama suur hulk hoolealuseid – transistore. “Kuidas sa neid siis söödad?” tundis ta huvi ja läks vennaga kaasa asja kaema. Ja mis ta siis nägi – vend puistas laiali

terad ja kanad hakkasid ise (!) nokkima... Nüüd tabas välk elektroonikust farmeri venda: “Tõepoolest, miks mitte panna ka transistorid ennast ise testi- ma.”

Nii sündiski digitaalsüsteemide *isetestimise* idee ja Motorola 68000 sai esimene elektroonikaseade, kus seda ideed hakati tegelikult ellu viima. Algul tundus see mõte rohkem fantastikana, aga täna on digitaalsüsteemide isetestimine argipäev. Süsteem jaotatakse tinglikult osadeks – mooduliteks. Moodulite vahele pikitakse suhteliselt lihtsad juhuslike arvude generaatorid. Generaatorite signaalidega ergutatakse mooduleid, nende reaktsioonid aga, mis kannavad teavet avastatud rikestest, suunatakse erilistesse analüsaatoritesse, mis teavitavad avastatud vigadest välismaailma – testinseneri, hooldeinseneri või tarbijat ennast.

### **Arvutitehnika instituudist**

Ülalkirjeldatud probleemid ja väljakutsed on need, mis pakuvad õppetöö tegemise kõrval “leiba” teaduritele ja doktorantidele Margus Kruusi juhitas arvutitehnika instituudis. Kuna tehnoloogia liigub kiiresti eest, siis tänane päev pole kunagi sama mis eilne päev. Probleemid vahelduvad ja muutuvad, aga suuresti ka korduvad arenguspiraali eri keerdudel. Nii kaua, kuni tehnoloogia pole valmis, ei kao ka lauvalt disainerite ja diagnostikute “leib”.

Prof Peeter Ellervee juhtimisel tegutsetakse viljakalt keerukate digitaalsüsteemide modelleerimise ja sünteesi valdkonnas. Välja on töötatud tarkvara süsteemide automaatseks sünteesiks kõrgtasandil, mis tähendab seda, et loodava süsteemi tööpõhimõtte kirjeldatakse erilises projekteerimiskeeles ja tarkvara sünteesib sellest kirjeldusest automaatselt seadme struktuuri. Meetodid on kasutatud riistvaralise akseleraatori ehitamisel, mis võimaldas saavutada 200-kordse kiiruseõidu, võrreldes tuntud tarkvaralahendustega.

Allakirjutanu juhtimisel on kulgenud uurimistöö digitaalsüsteemide diagnostika valdkonnas. Paljude aastate jooksul on põhitähelepanu olnud suunatud uut tüüpi matemaatilise mudeli väljatöötamisele, mis oleks etem senistest ja rajaks aluse rakendustele süsteemide diagnostika vallas. Töörühm on olnud teerajajaks erilise graafiteooria, nn otsustusdiagrammide mudeli loomisel, olles esimene, kes töötas välja uut tüüpi struktuursed binaargraafid loogikatasandi jaoks ning üldistas tulemused analoogilise kõrgtaseme mudeli näol. Teooria on saanud aluseks paljude hästitoimivate algoritmide, meetodite ja tarkvaratööriistade väljatöötamisel. Nii näiteks, kasutades seda graafmudelit, programmeeris Sergei Devadze oma doktoritööna rikete simulaatori, mis ületab kiiruselt maailma tipp-tööstuses kasutatavaid analoogseid simulaatoreid.

Süsteemide verifitseerimisel töötab vanemteadur Jaan Raik, kes oma doktoritööna programmeeris unikaalse hierarhilise testgeneraatori DECIDER, mille taolisi maailma kommertsturul pole võimalik saada. Praegu koordineerib ta vastutusrikast 7. raamprogrammi europrojekti DIAMOND, kusjuures tema käe all töötavad partneritena sellised tippfirmad nagu IBM ja Ericsson. Jaan Raigi toredaks tulemuseks on ka diagnostikatarckvara Turbo-Tester, mis on tänaseks litsenseeritud rohkem kui 100 laboris 45 riigis. Tema suunamisel kirjutas oma doktoritöö Maksim Jenihhin, kes töötas välja senistest tulemuslikumad verifitseerimismeetodid, mis on realiseeritud tarkvarasüsteemina APRICOT. Kõik kirjeldatud süsteemid põhinevad instituudis loodud matemaatikal ehk siis loogika- ja kõrgtaseme graafimudelitel.

Vanemteadur Artur Jutman koos oma uurimisrühmaga on teinud suuri edusamme testide programmeerimise automatiseerimisel elektroonikaplaatide testimiseks. Praegu käib see töö kogu maailmas veel käsitsi. Instituudi teaduskompetentsi selles valdkonnas on pidevalt kasutanud Eesti firmad Ericsson, Elcoteq, Testonica Lab ning tippfirma Göpel Electronic Saksamaal. Rootsist Eestisse doktorina naasnud vanemteadur Gert Jervan on saanud märkimisväärseid tulemusi digitaalsüsteemide isetestimise ja veakindluse valdkonnas. Eero Ivask aga on suutnud tõsta mitmete diagnostikaülesannete lahendamise tulemuslikkust, kasutades algoritmide paralleliseerimise võimalust. See on äärmiselt tähtis teema, pidades silmas uusi võimalusi, mida annab mitmiktuumprotsessorite ilmumine tarkvarainseneride käsutusse.

### ***Quo vadis, teadus?***

Maailm ja selle olemus on muutumas. Kõik uus meid ümbritsevas tehismaailmas, kogu innovatsioon sünnib eeskätt tänu arvutite võimsusele, mis aga pidevalt kasvab. Robotid võtavad inimeselt töö. Kommunikatsioon asendab liikumise, kaob vajadus autode järele. Inimese ja masina vaheline piir hägustub, infotehnoloogia ühendatakse implantaatide abil vahetult inimese aju ja närvisüsteemiga. Inimmõistus nihkub üha rohkem väljapoole inimkeha. Professionaalne teave muutub aegunuks selle hankimise hetkel. Teaduskraadide tähendus hakkab seisnema üksnes eneseaktualiseerimises ning kaotab kommertsiaalse tähenduse. Nii viisi ennustatakse tulevikku.

Singularity Institute of Artificial Intelligence tegeleb singulaarsuse uurimisega ja on seadnud endale kaks ülesannet: fookuseeruda üldisele tehisintelligentsile ja fookuseeruda ohutusele. Viimane on eriti tähtis. Aga kõik see pole uus: arvutiinseneride kogukonnas on hulk uurijaid, kes juba mõnda aega tegelevad süsteemide usaldatavuse ja ohutuse küsimustega, kus eesmärgiks on seatud, et süsteemide projekteerimisel peab "*usalduse projekteerimine*"

käima käsikäes kogu projekteerimise endaga. Tuleviku robotite maailmas ei seisne põhiline oht robotite võimalikus mässus, vaid loodusvarude väärkasutuses robotite endi arengu nimel inimkonna arvel. Praegu aga ohustab inimene ennast ise, näiteks üritades energia jätkusuutlikkuse nimel kasutada põllumaad energiametsade kasvatamiseks nisu asemel. Kasvava ohu allikaks on tuumaelektrijaamad.

Kuhu liigub siis tehnoloogilise singulaarsuse rajal teadus? Tundub, et kolme fundamentaalse avastusega – *aatom*, *geen* ja *arvuti* – on põhilised materia, elu ja arvutamise seadused ära tunnetatud. Romantiline *teaduslike avastuste ajastu* on asendumas pragmaatilisema *teaduse rakendamise ajastuga*. Innovatsiooniliidriteks on saamas mitte tehniliste uuenduste loojad, vaid need, kes tegelevad rakenduste kontekstiga. Selline arengujoon on iseenesest soodus Eesti teadusele ja tööstusele. Meil ei ole vaja üüratukalleid uurimis- ja tootmiskeskondi, fundamentaalset tööstust, mis on suunatud tehniliste uuenduste loomisele – uut tüüpi tehnoloogiate väljatöötamisele. Vaja on üksnes seista kahe jalaga maas, tunnetada ühiskonna vajadusi ning avastada uusi olemasoleva tehnoloogia rakendusvõimalusi.

Meid ümbritsev tehiskeskond on täis arvuteid, kes inimest teenindavad. Teenindamisvõimalustel pole aga piire, nii nagu muinasjutuski: havi käsul, minu soovil. Havi osas on sardsüsteemid ja nende loomine olekski tänapäeval loomupärane teaduse ja tehnoloogia väljund – lõpmatu innovatiivsuse allikas. Avaraid kommertsväljavaateid pakub järgmine internetipõlvkond – tarkade asjade internet. Innovatsiooni võtmeks on tarkvara ehk õppinud ja haritud inimese aju. Hallollust meil Eestis jätkuks, kui vaid haridus õiget rada käiks. Arvutite valdkonnas on tark- ja riistvara piirid ähmastumas. Ümberkonfigureeritavate FPGA-tehnoloogiate puhul on programmeeritavad mõlemad – nii tark- kui ka riistvara. Kuna Eestis ei ole kallist mikro- ja nanoelektronika tööstust, siis võtame kätte ja hoopis programmeerime just niisuguse riistvara, nagu soovime.

Kuna tarkvarale taandatud töö nõuab üksnes ajuressurssi, siis IT-alane kõrgharidus peaks olema Eesti tähtsaim prioriteet, kuna mõjutab mis tahes muid teaduse või elu valdkondi. Aga parimaks küberkaitseks ühel väikesel maal oleks IT-alane riiklik sõltumatus.

*Akadeemiline ettekanne 10. novembril 2010  
Eesti Teaduste Akadeemias*



## SÄÄSTEV ARENG JA PÕLEVKIVI

Säästval arengul on kaks mõneti vastandlikku eesmärki: saavutada majanduskasv, mis tagaks kõrge elustandardi, ning samal ajal kaitsta ja säilitada püsiv elukeskkond endale ja tulevastele põlvedele. Iisraeli poliitik Abba Eban (1915–2002) märkis irooniaga: “Ajalugu õpetab, et inimesed ja riigid käituvad mõistlikult alles siis, kui nad on ammendanud kõik muud võimalused.” Muud võimalused on aga ammendumas, sest elanikkond planeedil suureneb aastas 85 miljoni inimese võrra, samal ajal väheneb puhta vee hulk ja kõigile toidu tagamine muutub üha küsitavamaks. Absoluutses vaesuses elab juba praegu üle 1,2 mld inimese ja ligi kümnendik maismaast on reostunud tsivilisatsiooni jäätmetega, metsade hävitamine ja põlluharimine on vallandanud ettenägematu erosiooni ja tuiskliivad, inimtegevuse tõttu vabaneva ja merre kanduva settimaterjali kogust hinnatakse kuni 10 miljardi tonnini aastas, reaalsesse hävimisohtu on sattunud ligikaudu 25 000 taimeliiki ning rohkem kui 1000 liiki ja alamliiki selgroogseid loomi.

Suure enesekindlusega alustatud Rio-1992 tulemused on aga äärmiselt tagasihoidlikud, mida kinnitavad jätkunõupidamised Rio+5 (1997), Rio+10 (2002) ja Rio+15 (2007). Olukord maailmas on läinud alates 1992. aastast aiva halvemaks ja paranemist pole ette näha. Ennast kultuurrahvasteks nimetatavad rikkad Euroopa ja Ameerika riigid ei kavatsegi oma heaolu vähendada, aga seda heaolu kõigile ei jätku. Ja just seetõttu polegi säästev areng maailmas võimalik. Varsti ei jätku heaolu enam Euroopaski, sest jõudsalt arenevad Hiina ja India hakkavad tarbima sedavõrd palju, et puudus jõuab peagi ka siia.

### **Eestis on säästev areng mõnda aega võimalik**

Säästva arengu põhimõtteid on mõnda aega võimalik edendada Põhjamaades ja ka Eestis, kus loodushoiul on pikaajalised tavad, inimasustus on hõre, piisavalt jätkub puhast vett ja looduse üldseisund on hea. Lisaks sellele on eestlased harjunud kannatama ja piskuga hakkama saama, mida kinnitasid lõppema hakkav “masu” ja üleminek eurole. Ellujäämine nõuab aga kõigi ühiskonnakihtide ühispingutusi ja tarka juhtimist. Kumbagi pole praegu Eestis veel märgata. Võtmeküsimuseks saab kõikjal energeetika. 1. jaanuaril 2007 elas maailmas 6 589 115 092 inimest ja elektrit vajati 15 000 TWh aastas.

Praegu on meid planeedil üle 7 miljardi, aastal 2030 aga juba 8,2 miljardit ja elektrinõudlus selleks ajaks kahekordistub (kuni 30 000 TWh-ni aastas). 2004. aastal oli hiinlase aastasissetulek 5300 dollarit, ameeriklasel 38 000 dollarit. Alates 1978. a majandusreformidest on Hiina aastane majanduskasv olnud 8–9%. Arvestades tuleviku majanduskasvuks 8% ja elanike arvuks 1,45 miljardit, saavutab hiinlane ameeriklase praeguse aastasissetuleku aastal 2031, 6% majanduskasvu juures aga aastal 2040. Selleks, et jõuda USAle järele naftatarbimises, vajab Hiina 2031. aastal kolmandiku võrra naftat rohkem, kui on praegune maailmatoodang. Sama on kivisöega. Öeldust tulenevalt pole inimkond ilma tuumaenergia hooga rakendamiseta jätkusuutlik.

### **Meie heaolu aluseks on olnud põlevkivi**

Ka Eesti ei ole ilma tuumaenergiata jätkusuutlik, kuid kuni tuumajaama valmimiseni jääb meie energeetika aluseks endiselt põlevkivi. Põlevkivi kasutamisel on seni olnud kaks tähtsat kasulikku külge: riigi energeetiline varustuskindlus ja vähene sõltuvus maailmaturu hindadest. On ilmne, et vaatamata kavandatud energiakokkuhoiu meetmetele energia tarbimine vabariigis lähemate aastakümnete jooksul mitte ei vähene, vaid kasvab ja selle katmine taastuvate energiaallikatega on täiesti mõeldamatu. Elektri suuremahuliseks impordiks puuduvad meil vahendid ja pealegi pole seda naaberriikidest kuskilt ka saada. Näiteks Soome jääb elektrit sisseostvaks maaks ka pärast viienda tuumareaktori käivitamist. Elektrimajanduse arengukava prognoosi kohaselt pidi elektri brutotarbimine Eestis kasvama 2007–2015 keskmiselt 2–3,75% aastas, tegelik tarbimise kasv on viimastel aastatel aga olnud 4–6% aastas. Seega energiaga peame me ennast lähematel aastakümnetel ise kindlustama ja hoolimata alternatiivsete energiaallikate üha laialdasemast kasutamisest jääb meie elektri- ja soojatootmise selgrooks siiski kukersiitpõlevkivi, mille varud on piisavalt suured, et katta riigi vajadusi väga pikaks ajaks.

Põlevkivi kaevandamise ja töötlemisega seonduvad kolm aspekti: sotsiaalne, majanduslik ja keskkonnakaitse aspekt. Ida-Virumaa tööhõivest on 15% seotud põlevkivienergeetikaga ja kui sellele lisada sekundaarne hõive, siis koguni 20%. Põlevkivi annab tööd ja eluks vajalikku kindlustunnet väga arvukale inimrühmale ja seetõttu on loomulik, et Kirde-Eesti elanikkond valdavas osas toetab põlevkivikaevandamise jätkamist. Põlevkivi riikliku arengukava koostamise tõttu korraldas AS Saar Poll Ida-Virumaal telefoniküsitluse, milles osales 1811 juhuvalikuga vastajat. Uuringust selgus, et põlevkivi kaevandamist peab piirkonna arengule oluliseks 83% vastanuist. Tähtsaks peeti ka seda, et põlevkivist ei toodetaks ainult elektrienergiat, vaid valmistataks ka vedelkütust ja keemiatoteid (78% vastanuist). 39% vasta-

nuist pidas otstarbekaks isegi põlevkivitööstuse laiendamist. “Põlevkivivaldade” elanikest, kes kannatavad põlevkivitootmise läbi kõige enam, leidsid 13%, et põlevkivitööstust võiks suurendada ja 16% arvates võiks elektritootmist laiendada. Põlevkivitööstuse vähendamise poolt oli 12% ja elektritootmise vähendamise poolt 21% nende valdade elanikest. Oluline on lisada, et valdav osa vastanuist pidas vajalikuks eeskätt Eesti vajaduste katmist ja ei pidanud lubatavaks elektrienergia ja põlevkiviõli ulatuslikku ekspordi. Viimast meil aga ei järgita ja ulatusliku ekspordi on ka valitsus heaks kiitnud.

Põlevkivi kasutamise riiklikus arengukavas aastateks 2008–2015 peeti prioriteetseteks suundadeks:

- \* elektri- ja põlevkiviõli tootmist Eesti tarbimise katmiseks;
- \* põlevkivi kasutamist selle täiendavaks väärtustamiseks (mootorikütused, keemiatooted), kasutades selleks parimat võimalikku tehnoloogiat;
- \* kodumaise tsemenditootmise vajaduste katmist.

Põlevkivi kasutamist elektri- ja põlevkiviõli tootmiseks Eestist väljaveoks on arengukava kohaselt lubatud vaid piiratud mahus, lähtudes riiklikust huvist. Riiklikuks huviks on vastavalt arengukavale Eesti tarbijate tõrgeteta varustamine elektri- ja soojusenergiaga ning väärtustatud põlevkivitoodetega, rakendades põlevkivi kaevandamisel ja ümbertöötlemisel parimat võimalikku tehnoloogiat, kasutades põlevkivi ja sellega kaasneva loodusvarasid mõistlikult ning võimalikult väikeste ebasoovitavate keskkonna- ja sotsiaalsete mõjudega nii, et põlevkivi jätkuks võimalikult pikaks ajaks ja oleks tagatud riigi julgeolek ning jätkusuutlik areng.

Nõukogude võimu aastatel kasvas Eesti elanikkond ligi 1,4 korda, tööliste ja teenistujate arv ligi 3,8 korda, maavarade kaevandamine ligi 15 korda, elektrienergia tootmine aga ligi 100 korda. Viimased kaks asjaolu on tekitanud suure koormuse keskkonnale. Sellele lisandub kurb tõdemus, et praegu kasutab Eesti ligikaudu 3,5 korda rohkem energiat ühe SKT ühiku kohta kui arenenud lääneriigid. Seega esiplaanile peab meil nihkuma energiasäästlike tehnoloogiate täiustumine ja loomine ning energiaedastuse ajakohastamine, sest energia edastamisel energiaallikast vastuvõtjani või ühest vahepunktist teise on kaod meil lubamatult suured. Suured on kaod ka põlevkivi kaevandamisel.

Vastavalt Euroopa Liidu keskkonnanõuetele ja Eesti ühinemistingimustele ELiga pole suurte põletusseadmete direktiivi kohaselt uuendamata tolmpõletuskatelde kasutamine pärast 2015. aastat enam lubatud ja kahjulikke emissioone tuleb märgatavalt piirata. Vastavalt Euroopa Liidu prügiladirektiivile tuli meil 16. juuliks 2009 rakendada uus kuivärastusmeetod põlevkivi-

tuha ladestamiseks, mis on tehniliselt väga keerukas. Siin vaadati ülesande täitmisele läbi sõrmede. Kuid põlevkivi edasisel kasutamisel ei saa me siiski eirata üha karmistuvaid keskkonnanõudeid, seda eriti vee ja õhuheitmete osas. Põlevkivisektor on Eesti suurim veekasutaja. Ka paiksetest saasteallikatest õhku paisatavate heitmete kogustelt on Ida-Virumaa osakaal märgatavalt suurem kui muudes Eestimaa piirkondades. Siin eraldub õhku 66% Eesti tahkete osakeste, 94,6% vääveldioksiidi, 68,4% lämmastikoksiidide, 62,2% süsinikoksiidi, 82,6% süsinikdioksiidi, 32,5% lenduvate orgaaniliste ühendite ja 89,6% muude õhuheitmete üldkogusest. On selge, et keskkonnakaitse nõuetest lähtuvalt ei tohi põlevkivitööstuse kontrollimatut laienemist lubada. Ettevõtete taotlused põlevkivi kaevandamise laiendamiseks on aga suured. Riikliku arengukava koostajatele esitati järgmised arvud, mis praeguseks on pisut muutunud, kuid endiselt põhjendamatult suured, ületades tunduvalt praeguse kaevandamise mahu.

Ettevõtete soovid põlevkivi kasutamiseks aastatel 2007–2015

Aasta	Põlevkivi, mln t /a								
	EE elekter	EE soojus	EE õli	EE kokku	VKG	Kiviõli	Merko	Kunda	Kokku
2007	16,115	0,375	1,261	17,751	1,8	0,785		0,35	20,686
2008	17,244	0,375	1,429	19,048	2	1,145		0,35	22,543
2009	14,755	0,375	1,597	16,727	2,2	1,145		0,35	20,422
2010	16,273	0,375	3,85	20,498	2,75	1,145		0,35	24,743
2011	18,947	0,375	3,85	23,172	3,3	1,145	2,44	0,35	30,407
2012	14,605	0,375	3,85	18,83	4,05	1,145	2,44	0,35	26,815
2013	14,159	0,375	3,85	18,384	4,8	1,145	4	0,35	28,679
2014	13,925	0,375	3,85	18,15	5,75	1,145	4	0,35	29,395
2015	14,72	0,375	3,85	18,945	6,7	1,145	4,1	0,35	31,24

Põlevkivi kasutamise riikliku arengukava tööriühm soovitas kaevandamise aastamahuks 20 mln t/a, mis tagab Eesti majanduse arengu ja ühtlasi kõigi Eestit siduvate keskkonnanõuete täitmise. Vastava aastamäära kiitis heaks nii valitsus kui ka riigikogu, kuid kohe tekkisid tundelist laadi vastuväited. Eestimaa Roheliste fraktsioon nõudis aastamahu kohest vähendamist 15 mln tonnini ja alates 2015. aastast koguni 10 mln tonnini. Arendajad aga nõudsid piiri tõstmist, sest kaevandamislubasid oli juba välja antud suuremale kogusele.

Eesti põlevkivivajaduse kalkulatsioon aastaks 2015  
(koostanud Rein Talumaa)

Näitaja	Ühik	Suurus
Elektrienergia brutotarbimine Eestis 2015. a – kiire kasvu stsenaarium	TWh	10,077
Taastuvatest ja muudest allikatest elektri osakaal brutotarbimises		0,1
Taastuvatest ja muudest allikatest elektri osa brutotarbimises	TWh	1,008
Põlevkivielektri osakaal sisetarbimises		0,9
Põlevkivielektri osa sisetarbimises	TWh	9,069
Põlevkivikulu 1 TWh tootmiseks	mln $t_{p,k}$ /TWh	1,26
Põlevkivi vajadus elektritootmiseks sisetarbimisel	mln t	11,5
Põlevkivi reserv ettenägematuteks vajadusteks elektritootmisel	mln t	1,0
Põlevkiviõli vajadus sisetarbimiseks (2005. a tasemel)	mln t	0,12
Põlevkivi vajadus õlitootmiseks sisetarbimisel	mln t	1,0
Põlevkivi vajadus soojatootmiseks koostootmisjaamades	mln t	0,5
Põlevkivi vajadus tsemenditootmiseks	mln t	0,4
<b>Kokku põlevkivi vajadus sisetarbimiseks</b>	<b>mln t</b>	<b>14,4</b>
Põlevkivi vajadus elektri ekspordiks	mln t	2,8
Põlevkivi vajadus põlevkiviõli ja keemiatoodete ekspordiks	mln t	2,8
<b>Kokku põlevkivi eksporditoodete jaoks</b>	<b>mln t</b>	<b>5,6</b>
<b>Kogu põlevkivi vajadus</b>	<b>mln t</b>	<b>20,0</b>

Põlevkivi kasutamisel elektritootmiseks on Eestile määrava tähtsusega ELi suurte põletusseadmete (Large Combustion Plants – edaspidi LCP) direktiivis kehtestatud atmosfääriheitmete ( $SO_2$ ,  $NO_x$  ja lendtuhk) piirangute täitmine alates 2016. a ja ELiga liitumislepingus määratud kohustus piirata alates 2012. a  $SO_2$  heitmeid 25 000 tonnini aastas. Kuna AS Narva Elektri- jaamad jääb ka arengukavas vaadeldaval ajal valdavaks põlevkivielektri tootjaks, saavad oluliseks selle ettevõtte kavandatavad meetmed nende nõuete täitmiseks. Põhilise meetmena on Narva Elektri- jaamadel kavas jätkata CFB-tehnoloogia rakendamist uutel energiablokkidel. Peale kahe juba töötava energiabloki on kavandatud veel kahe 300 MW energiabloki kasutuselevõt-

mist, kuid nende ehitamine venib ja selge pole ka rahastamine. Kriitiliseks kujuneb juba järgmine aasta, kui jõustub SO<sub>2</sub> heitmete märgatav piirang. Selleks on ettevalmistamisel puhastusseadmete paigaldamine osadele vanadele plokkidele suitsugaasidest SO<sub>2</sub> püüdmiseks (deSO<sub>2</sub>), kuid selle tõhusus pole kaugeltki veel selge.

Suuri keskkonnakaitseprobleeme tuleb lahendada ka põlevkivi ümber-  
töötlemisel põlevkiviõliks ja -gaasiks ning muude keemiatoodete saamiseks. Pikka aega kasutati selleks vaid kiviteri-tüüpi generaatoreid. Nüüd on lisanud nii ASis VKG Oil kui ka Narva Elektriijaamad ASis tahke soojuskandjaga seadmed (edaspidi TSK), mille erinevuseks on suurem ühikvõimsus ja võimalus ümber töötada madala kütteväärtusega, s.o rikastamata peenpõlevkivi. TSK-protsessi olemus seisneb selles, et põlevkivi termiliseks lagunemiseks vajalik soojus edastatakse tahke soojuskandjaga – ringleva kuumutatud põlevkivituhaga. Põlevkivi energotehnoloogiline töötlus tahke soojuskandjaga annab võimaluse kasutada peeneteralist põlevkivi (kaasa arvatud tolmu), mis tekib põlevkivi kaevandamisel. Põlevkivi töödeldakse termiliselt ja saadakse õlisaadused ning kõrge kalorsusega gaas kütteväärtusega umbes 50 MJ/Nm<sup>3</sup>. Saadud tooteid kasutatakse energiakandjatena, aga hinnalisemad keemilised koostisosad on täiendavaks toormeks keemiatööstusele. Peale selle võimaldab kasutatav tehnoloogia töödelda kummipuru ning orgaanilisi nafta- ja õlijäätmeid, mida võib käsitleda kui alternatiivset toorainet. Kahjuks ei ole see meetod veel kuigi töökindel. Eesti Energia reklaamib Narvas rajatavat seadet Enefit-280, kuid millal ja kui edukalt see tööle hakkab, pole selge. Igatahes ennatlik on selle väljapakkumine tööks Jordaania ja USA-s.

Põlevkivi võib toota ja selle saadusi müüa nii välismaal kui ka kodumaisel turul. Kuid teaduses on oluline oskusteabe müük. Vanemad inimesed mäletavad veel hästi seda aega, kui Eesti varustas väärtusliku majapidamisgaasiga nii Leningradi kui ka Tallinna. Gaasi tootmise tipp jäi 1976. aastasse, kui Kohtla Järvelt väljastati 597,4 mln kuupmeetrit gaasi. Kuid peagi tõrjus odav maagaas põlevkivigaasi turult välja. Nii ei pruugi see aga jääda ja pealegi võime me oma tehnoloogiaid ja teadmisi müüa teistele riikidele, näiteks Jordaaniale, keda püüame abistada üsna perspektiivitus õlitootmises orgaanikavaesest, kõrge väävlisisalduse ja madala õlisaagisega põlevkivist.

*Ettekanne Euroopa Loodusteaduste Akadeemia rahvusvahelisel nõupidamisel "Säästva elulaadi keskkonnakaitseks, inseneriteaduslikud ja juriidilised aspektid"*  
2. detsembril 2010 Hannoveris

# MITUT TAHKU

Enn Listra

## TEHTUD, MÕELDUD?

Kõikide majanduste edukus sõltub suurel määral inimeste ettevõtlikkusest, mille üheks oluliseks komponendiks on sageli pooljuhuslikult tekkinud äri-idee. Siiski on alati enne tegutsema asumist kasulik veidi plaani pidada ning ettevalmistusi teha. Ehk siis suurendab nii üldise kui ka konkreetse äriidee realiseerimise ettevalmistamine edukust kohe kindlasti.

Ettevõtja on tark, aus, kaval, truu, leidlik, ettenägelik, järjekindel, spontaanne, planeeriv, kalkuleeriv, riske võttev ja riske vältiv. Kõiki selliseid kohati vastuolulisi isikuomadusi on erinevates kirjatöödes pakutud ettevõtjatele kas soovitatavatena, kohustuslike või lihtsalt tüüpilistena. Samas on selge, et ühelgi ettevõtjal ei saa olla üheaegselt kõiki neid omadusi. Mis ühe ettevõtja edukaks teeb, ei ole päris üheselt selge, kuid sageli peituvad selle alged varases nooruses.

Poistega kipub olema üks igavene häda ja ega tüdrukudki palju maha jää. Vähemalt teatud eluperioodil tuleb neil vahetut realiseerimist vajavaid ideid nagu käisest. Õige sageli saabki asi kohe tehtud, palju varem, kui mõte võimalike tagajärgede juurde rännata jõuab. Kui tagajärjed liig rängad pole või kui noort inimest tagajärgedest ärgitatud meetmetega ära ei lõmastata, on üks ettevõtlik inimene ühiskonnale alles jäänud. Nõnda tuleks ettevõtluse arendamise esmase riikliku meetmena tagada, et kool mitte ainult ei annaks häid teadmisi ega püüaks lapsi ühesuguseks treida, vaid säilitaks neis peituvat tegemislusti.

Paljud ettevõtjad on natukene väikeste poiste moodi. Avastanud mingi huvitava võimaluse, asutakse seda kiirelt realiseerima ning siitpeale jagunevad ettevõtjad kaheks. Edukatel ettevõtjatel on kas õnne või oskusi, kainen pead ja muid isikuomadusi, mis lasevad neid oskusi kasutada. Õnn kipub jaotuma juhuslikult ning seda õppida ei saa. Küll saab õppida ja omandada oskusi ning muid vajalikke omadusi, mis edu tõenäosust suurendavad. Ka süllelangeva õnne äratundmiseks ja kinnipüüdmiseks on peale otsustavuse vaja hetkele ja valdkonnale sobivaid oskusi.

Igasugused teadmised on lõppkokkuvõttes kasulikud, kuid ettevõtjale või potentsiaalsele ettevõtjale tulevad vaieldamatult kasuks majandusteadmised. Eksisteerib rida üpris detailideni väljatöötatud võtteid (alates äriplaani koos-

tamisest kuni riskijuhtimiseni), mille järgimine suurendab edu ja vähendab vigade tõenäosust.

Meil on vanasõna “üheksa korda mõõda, üks kord lõika”. Tiptasemega ja rahvusvaheliselt konkurentsivõimelises ettevõtluses algab see “mõõtmine” enamasti ammu enne konkreetset ettevõtmist üldise, tihti küll eesmärgistamata ettevalmistusega ja tarvilike kompetentside omandamise-kogumisega. Äriplaani koostamisega seotud mõtetegevus ja hilisem idee realiseerimine tugineb juba kõigele sellele.

Vastates pealkirja küsimusele, tuleks öelda – mõeldud, mõeldud, mõeldud, tehtud. Siis ei takerdu hiilgav idee käärdlikult teostatud tehnilistesse detailidesse.

*Postimees 25. mai 2010*

**Karsten Staehr**

## VÄLISKAPITALI KAARDIMAJAKE

Eesti majandus on nagu Ameerika mäed. Pärast 2008.–2009. aasta sügavat kriisi on olukord stabiliseerunud, kuid 2010. aasta esimese kvartali sise-majanduse kogutoodangu näitajad on pettumus.

Eesti ja viieteistkümne “vana” Euroopa Liidu riigi majanduse vahel on endiselt suur lõhe. Arvutused näitavad, et 2009. aasta Eesti sisemajanduse kogutoodang *per capita* on umbes 55% vanade Euroopa riikide keskmisest. Kas on olemas mingi majanduspoliitika, mis võimaldaks nii suure sissetulekute vahe mõistliku ajaga ületada? Kui vanas Euroopas on majanduskasv 2% aastas, siis vajab Eesti selleks, et 20 aasta jooksul “vanadele” järele jõuda, 5% aastast majanduskasvu ja veidi enamgi.

Majandusteadus teadusena sai alguse rohkem kui 200 aastat tagasi Adam Smithi kuulsast raamatust “Rahvaste rikkus”. Kuigi kasv on olnud majandusteaduse keskmes juba sajandeid, teame majanduskasvu põhjuste kohta siiski häirivalt vähe.

Üks riik saab rikkamaks, kui kasutab rohkem või efektiivsemalt tootmistegureid, nagu kapital ja (kvaliteetne) tööjõud. Empiirilised uuringud näitavad, et mõlemad faktorid on võrdselt tähtsad. Märksa vähem on aga selge, kuidas majanduspoliitika mõjutab kapitali ja tööjõu akumulierimist ning



nende tegurite kasutamise efektiivsust. Uuringud näitavad, et teadus- ja arendustegevus, hariduse kvaliteedi parandamine, hea infrastruktuur, hästi toimivad institutsioonid ja majanduslik stabiilsus võiks kasvu toetada.

### **Väliskapitali ohud**

Teised teadlased väidavad jälle, et selliste uuringute autorid ei arvesta eri poliitikasfääride vastastikust toimet. Nemad väidavad, et kasulikum oleks uurida, mis poliitikat on viljelenud edukad riigid, näiteks nn Aasia tiigid. Lõpuks teevad nad järelduse, et majanduskasv tuleneb tihti laiaplaanilisest poliitikast, mis suunab kapitali ja inimkapitali sektoritesse, millel on tugev tuleviku-potentsiaal. Sõltuvalt konkreetsest riigist võib aga selles poliitikas olla erinevusi.

Eesti ja teiste uute Euroopa Liidu liikmesriikide majandusmudeli nurgakiviks on olnud rahvusvahelise kapitali vabale liikumisele keskendunud rahvusvaheline integreerumine. Kapitali suhteline puudus Eestis tähendas seda, et investeringute tasuvus on Eestis olnud suur – see tõmbas väliskapitali siia. Üha kasvav kapitali hulk oli Eesti majanduskasvus tähtis tegur kuni 2007. aastani.

Nüüd on aga selge, et väliskapitali sissevoolule lootmine toob endaga kaasa ka palju riske. Esiteks võib sisse voolata ülemäärast kapitali, mis läheb lõpuks sektoritesse, kus tulevikutasuvus on väike, näiteks ehitusse ja jaekaubandusse. Samuti võib see väliskapital finantseerida ülioptimistlikel tulevikuväljavaadetest põhinevat tarbimist. Teiseks toob väliskapitali sissevoolu järsk peatumine, olgu siis sise- või välistegurite tõttu, kaasa suured negatiivsed tagajärjed finantssektorile, vähendab dramaatiliselt sisenõudlust ja dominoefektina ka majanduskasvu ja tööjõu hulka.

Kriis on õpetanud, et väliskapitali importimisel põhinev majandusmudel on riskantne ja ebaproduktiivne, kui tagajärjeks on majanduse tõsine ebastabiilsus. Tasub uurida, kuidas oleks võimalik tulevikus sellist tasakaalustamatust vältida.

### **Mida võiks Eesti reformida**

Esiteks oleks vaja finantssektorit paremini reguleerida. Eelarvepoliitikat tuleb teha aktiivselt ja buumide ajal on vaja eelarvet tugevamalt kokku tõmmata. Buumiajal oleks samuti vaja vähendada nõudlust krediidi järele, näiteks kinnisvaratehingute suurema maksustamisega, samuti tuleks reguleerida tagasimakse perioodi ja liisinguturgu. Stabiilsem majanduskeskkond vähendab raiskamist ja hõlbustab nii ettevõtetel kui ka majapidamistel majanduslike otsuste tegemist.

Eesti majanduskasvu oluliseks allikaks võiks olla kasutamata tööjõud. Eestis on väga suur tööpuudus ja suur hulk elanikke on kas üldse tööturult väljas või töötab vähetootlikel aladel. Selles kontekstis võiks Eesti vaadata Põhjamaade poole, kus on väiksem tööpuudus, suurem hõive ja samal ajal tugevad sotsiaalsed garantiid. Eesti vajab paindlikku tööturгу, et inimesed saaksid nõudluse muutumisest sõltuvalt töötada eri liiki töökohtadel. Sotsiaalpoliitika tuleks passiivse toetamise asemel ümber orienteerida. Ligipääsu ümberõppele ja edasisele haridusele tuleb parandada, eriti töötute ja vähese või vananenud haridusega inimeste jaoks.

Alkoholi-, narkomaania- või terviseprobleemidega inimesed peaksid pääsma taastusravile. Rahvusvähemused peavad saama keeleõpet. Pikaajaliste töötute puhul tuleks vähendada tööga seotud makse. Samuti tuleks tööturu kõrgemad tasandid avada naistele – väga helde “emapalk” võib olla probleem, mis hoiab naisi tööturul pikemat aega eemal.

Eesti haridusel (põhi- ja gümnaasiumiharidusel) on hea kvaliteet. Probleemid algavad kutsehariduses ja kõrghariduses, kus kvaliteet on väga kõikum ja vahel selgelt alla rahvusvahelist taset. Paljud “isemaksvad” üliõpilased võivad küll hoida ülikoole käigus, kuid nad ei panusta “klassiruumi kvaliteeti”. Madalad palgad ja mitterahuldavad töötingimused võivad samal ajal noori teadlasi haridussektorist eemale peletada. Ülikoole ja muid kõrgemaid õppeasutusi tuleks rahaliste ressursside jaotamisel prioriseerida.

Eesti majanduskasvu pidurdab ka vilets infrastruktuur. Parem teedevõrk, näiteks kiirteed nelja-viie suurema linna vahel, võiks aidata ressursse efektiivselt jaotada, samuti võib see vähendada piirkondade erinevust.

Teaduse, arendus- ja uurimistegevuse toetamiseks on veel ruumi. Samal ajal on väga keeruline identifitseerida tulevikupotentsiaaliga sektoreid. Eesti ei vaja “Eesti Nokiat”, kui see tähendab ühte suurt domineerivat firmat. Majanduse rajamine ühe või mõne väga suure firma ümber tähendab suurt riski: mis saab siis, kui firma läheb pankrotti? Taanis või Belgias pole peaaegu üldse laialdaselt tuntud ettevõtteid, ometi läheb ka nendel riikidel hästi.

*Eesti Päevaleht 31. mai 2010*

## KRIIS MÖÖDUB, PROBLEEMID JÄÄVAD

Eesti SKT vähenes möödunud aastal 14,1 protsenti. Ja mis sellest? Esiteks, me ei kukkunud majanduse tavatrendilt, vaid mullilt. Teiseks, SKT ei tee vahet kasuliku ja kahjuliku majandustegevuse vahel, vaid möödab turu aktiivsust. Arvestatava osa SKTst – ja hiljem selle langusest – andsid asjad, milleta on täiesti võimalik ja võib-olla isegi parem ära elada.

Virelema jäid kasiinod, ööklubid, alkoholi tarvitati vähem. Vähem osteti ebasoodsa hinna ja kvaliteedi suhtega poolfabrikaate ja harvemini söödi restoranis. Rohkem valmistati kodus naturaalsest kohalikust toorainest tervislikku toitu. Seaduspärasus, et rahva tervis majanduskriisi ajal paraneb, on teada juba 1930. aastatest. Ka enesetappude arv ei kasvanud.

Tsüklilisus on vältimatu kaasnähtusena kuulunud turumajanduse juurde. Kriise on olnud enne ja tuleb veel. Varasematest kogemustest on inimkond vähe õppinud. Vaevalt et ka praegusest rohkem õpitakse.

Kapitalismi edasiviivaks jõuks on ahnus – tihti kahjuks koos juhmusega – ja soov kõike rohkem saada/tarbida. Seetõttu käib mäng paari aasta pärast niikuinii jälle varasema hooga. Pole mingit põhjust arvata, et tulevikus on majanduskasvu lähtetingimused teised, inimesed targemad ega tee rumalaid majandusotsuseid, valitsused on paremini informeeritud ja vastutustundlikumad ning suunavad ja reguleerivad majandust eesmärgiga kriisi vältida.

Kõige hullem on see, et ka veendunuimate vabasse turumajandusse, tehnoloogilisse progressi, majanduse lõputusse kasvu ja globaliseerumisse uskujate hinge hakkab pugema vastik kahtlus: kas kogu see süsteem, kaasa arvatud Euroopa Liit ja euro, on üldse jätkusuutlik?

Probleeme pole ju siiani lahendatud, vaid lihtsalt edasi lükatud. Võlgu kustutatakse võlgadega. Hakkama saadi likviidsuskriisiga, aga maksevõimelisuse kriis jätkub. Riikidel pole raha, et maksta kinni varasemaid lubadusi – palku, pensione, toetusi, stipendiume ja mida iganes.

Meil pole võimalik “rongilt maha astuda” ja muust maailmast isoleeruda, sulguda. Seepärast on parem ka edaspidi loota, et individuaalsed vabadused ja omakasupüüdlike huvide summa võib turumajanduse tingimustes põhjustada ebateadlikku liikumist üldiste huvide poole. Majanduse lõputusse ja pidevasse kasvu uskuda on muidugi raskem – planeedi piiratud toormeresursside taustal meenutab see väga kahtlaselt igiliikuri ideed. Globalisee-

rumisest ei pääse me niikuinii – maailm muutub tehnoloogilise, kommertsiaalse ja kultuurilise sünkroniseerimise kaudu üha standardiseeritumaks.

Väikeriigina vajame hädasti suuremat majandusruumi ning Euroopa Liit on SRÜst siiski kõvasti etem. Ja raskustes vaevleva euro kasutuselevõtt on meile kasulik – et välisinvestorid ei peaks kartma Eesti võimalikku otsust krooni devalveerida. Seega lähtugem teesist, et “süsteem lihtsalt toimib nii” ja läheme uuele ringile.

Majanduskriis hakkab vaibuma, aga töökohtade arvu kasv võtab aega. On päris selge, et suur tööpuudus ei kao niipea. Pikas perspektiivis võib see hoopis süveneda ja teravnedada.

Ma eelistan lähtuda registreeritud töötute arvust. Küsitlejate hinnangul põhineva ILO meetodika järgi töötuse taset rehkendades ei pruugi me saada olukorrast õiget ülevaadet. Me ei tea ju kuigi täpselt elanike arvu, kui palju neist veel õpib või on juba pensionil, kui palju töötab välismaal ja kui paljud üldse töötada soovivad.

Muide, ka kõik registreeritud töötud – 27. maiks 87 027 – ei soovi tegelikult töökohta leida ega töötada. Tuletame meelde, et 2007. aastal – kui Eestis valitses veel suur töøjõupuudus ja tööandjad meeleheitlikult töøjõudu otsisid – oli päeva seisuga registreeritud töötuid keskmiselt 13 459. Ja Euroopa Liidu pikaajaline kogemus kinnitab, et umbes viis protsenti on neid inimesi, kelle tööst eemal hoidmine on ühiskonnale majanduslikult odavam, kui nende töö juurde laskmine.

Eestis imestatakse ja virisetakse, et noorte tööpuudus on keskmisest suurem. Aga statistika käsitleb noortena vanusegruppi 15.–24. eluaastani. Enamik nii noortest inimestest ju alles õpib ega peagi veel töötama.

Midagi head noorte tööpuuduses muidugi pole. Nad võivad välismaale siirduda ja – just tänu oma noorusele – seal kiiresti ja suhteliselt valutult kohaneda ning sinna jääda. Samuti ei soovi valitsused, et tööturule läheksid liiga noored, madala kvalifikatsiooni ja nappide kogemustega inimesed. Kardetakse, et nad võivad läbi kukkuda, elus ja ühiskonnas pettuda ning äärmusrühmade mõju alla sattuda. Parem, kui nad õpivad või teenivad sõjaväes. Maailmas mässavad vallalised ja lastetud ning seetõttu suhteliselt vabad ja sõltumatud noored inimesed, mitte perekonna käekäigu pärast muret tundvad, eluasemelaenu, autoliisingu jms abil lojaalseks ja seaduskuulekaks muudetud täiskasvanud inimesed.

Noorte keskmisest suurem tööpuudus on tavaline ja isegi normaalne kogu maailmas. Nad pole veel jõudnud otsustada, kas õppida või töötada, millises valdkonnas ja erialal tegutseda, millises riigis-regioonis või kuidas nad üldse elada tahavad. Noored pole veel jõudnud ennast mingisse ettevõttesse või

organisatsiooni “sisse süüa”. Kas poleks imelik, kui 40-aastaste perekonna-  
nimeste-lapsevanemate tööpuudus noorte omast suurem oleks?

Kriisil oli puhastav ja distsiplineeriv mõju. See võimaldas elimineerida  
majandusest valed investeeringud ja ebaefektiivsed ettevõtted. Kriis oli õige  
aeg kardinaalseteks muudatusteks, mida headel aegadel oli võimatu teha. Eri-  
nevalt rikastest riikidest polnud me põrmugi huvitatud *status quo* säilitami-  
sest, me tahtsime seda kiiresti ja põhjalikult muuta.

Meil õnnestus kasu lõigata tootmise riikidevahelisest ümberpaigutamisest  
ja majandusliku võimu ümberjagamisest. Püüdsime hõivata rahvusvahelises  
tööjaotuses senisest väärikat kohta. Seetõttu on kindel, et pärast kriisi on  
Eesti majanduse struktuur varasemast efektiivsem – tehnoloogiline tase on  
kõrgem, töökorraldus täiuslikum, lisandväärtus ja tootlikkus suuremad, asend  
väärtusketis parem, võib-olla on ka väärtuskett ise uus ja parem, müük vara-  
semast tulemuslikum.

Probleemiks kujuneb aga asjaolu, et töökohti on uues struktuuris varase-  
mast vähem. Inimtöö on veelgi enam asendunud asjastatud tööga – masinate,  
seadmete, nüüdisaegse tehnoloogiaga. Ja kõiksuguseid “reisisaatjate” ameti-  
kohti on varasemast napimalt. Majanduse struktuuri senist paranemist näitab  
kas või tõsiasi, et töökohtade arv on vähenenud palju enam kui SKT, toot-  
mine, müük ja eksport.

Tulenevalt majanduse struktuuri paranemisest võimendub veelgi struk-  
tuurne tööpuudus. Uusi töökohti võib ju tekkida, aga töötud sinna ei sobi.  
Vabad töökohad ei vasta tööjõu pakkumisele ja töötute ümberkvalifitseeri-  
mine võtab aega.

Samuti tekitab probleeme asjaolu, et uued kõrgtehnoloogilised suure  
lisandväärtusega töökohad tekivad peamiselt Tallinnas. Sellest võidavad pea-  
linna tippspetsialistid ja kvalifitseeritud töölised, mitte aga teiste regionide  
“tavalised inimesed”. See suurendab veelgi majanduslikku, sotsiaalset, regio-  
naalset jne kihistumist.

Kõige probleemsemaks töötute grupiks Eestis on puuduliku haridusega  
(noor)mehed, kes buumiaastatel ehitustel või teistel “meeste aladel” töötasid  
ja nüüd endale sobivat töökohta leida ei suuda.

See on tingitud kahest põhjusest. Esiteks, majanduslanguse saabudes jäid  
löögi alla just vähem haritud inimesed, aga Eestis on meeste haridustase nais-  
te omast tunduvalt madalam. Teiseks, majanduse struktuurimuutuste tõttu on  
pidevalt vähenenud just “meeste töökohtade” arv, näiteks (töötlev) tööstus  
jms, kus tänu tehnoloogia arengule on tootlikkus märkimisväärselt suurene-  
nud. “Naiste töökohtade” arv avalikus sektoris, hariduses, tervishoius jm pole  
aga tehnoloogia arengu tõttu kuigi palju vähenenud.

Tehnoloogiline areng maailmas üha kiireneb. Enam ei ole vaja, et kõik inimesed töötaksid. Veelgi hullem – uued seadmed ja töömeetodid on sellised, et kõik inimesed polegi suutelised nendega toime tulema. Me liigume edasi postindustriaalse ühiskonna poole. Tootmissfääris töötavate inimeste arv paratamatult väheneb.

Tööjõudu võib juurde nõuda vaid teenindussfäär. Eelkõige vanurite hooldus, aga ka igat sorti peente nimedega hulluarstid heast elust lolliks läinud inimeste turgutamiseks (psühholoogid, psühhiaatrid, psühhoterapeudid, psühoanalüütikud) ning uued tekkivad nn sümbol-analüütilised teenused jne.

Harimatud ja oskusteta inimesed kujunevad ühiskonnale suureks sotsiaalpoliitiliseks probleemiks. Juba praegu murtakse kogu maailmas pead, mida liigsete inimestega peale hakata. Kaalutakse madala palga ja riiklike toetuste kombinatsioone, uute töökohtade loomist kolmandas sektoris jne. Aga selline areng kütaks veelgi tagant majanduslikku, sotsiaalset ja regionaalset kihistumist.

Väikeriigina ei jõua me maailma arenguid suunata. Hea, kui me nendega kohaneme. Olukorda saaks pehmendada panustamisega inimeste teadmis-tesse, hariduse, sealhulgas täienduskoolituse kõigile kättesaadavaks tegemisega, huvialaringide tunduvalt parema rahastamisega. Tahaks vaid loota, et harimatud ja oskusteta inimesed on (ümber)õppimisvõimelised.

*Postimees 9. juuni 2010*

# KONVERENTSIMULJEID

Tauno Otto

## DAAAM TOOB EESTISSE TÖÖSTUSE INNOVATSIOONIPOTENTSIAALI TÖSTJAID

22.–24. aprillil 2010 toimus Tallinnas rahvusvaheline konverents DAAAM Baltic üldnimetuse all “Industrial Engineering”, suunatud tööstuse innovatsioonipotentsiaali suurendamisele. Kolme A-ga DAAAM on lühend Doonau-Aadria Automatiseerimise ja Töötlemise Assotsiatsiooni ingliskeelsest nimetusest (Danube Adrian Association for Automation and Manufacture). Eestis korraldas TTÜ mehaanikateaduskond Läänemeremaade regioonile suunatud DAAAMi sarja kuuluvat konverentsi seitsmendat korda. Tegemist on üle aasta toimuva traditsioonilise üritusega, kuhu on kutsutud nii teadlased kui ka tööstuse asjatundjad avaldama teadusartikleid ning esitama neid rahvusvahelise seltskonna ees. Kesk-Euroopas algatatud DAAAMi konverentside sarja idee pärineb Viini Tehnikaülikooli professorilt Branko Katalincilt, kes 2003 valiti TTÜ audoktoriks. Eestis hakati National DAAAM Conference in Estonia nime kandvaid konverentse siseriiklikult korraldama professor Jüri Papsteli eestvedamisel 1995, rahvusvaheliseks muutusid need 1997. Aastaks 2006 oli konverents kasvanud ning konverentsikogumiku peatoimetaja akadeemik Rein Küttneri ettepanekul laiendati nimetuses geograafilist piirkonda – selleks sai DAAAM Baltic. Konverentsi tase on olnud kõrge, tunnustuse saavad esitatud artiklitest ligikaudu pooled, ning valikusõela läbinud ettekannete täistekstid avaldatakse kogumikus. Vastavalt 2005 saadud ISI Web of Knowledge haldava Thomson Scientific (nüüd Thomson Reuters) otsusele kuuluvad konverentsi täistekstide kogumikud alates 2000 viitamisele andmebaasis ISI Web of Science. ISI indekseerib Eestis toimetatavatest väljaannetest veel põlevkivi- ja põlevkivikeemia ajakirja Oil Shale.

Konverentsi peamiseks eesmärgiks on olnud luua tööstuse probleemide lahendamiseks teadmiste, kogemuste ja teabevahetuse foorum, kus esmase rahvusvahelisel tasemel esinemiskogemuse ja 3.1 tasemel väljaande saavad paljud TTÜ magistrandid ja doktorandid. TTÜ üliõpilastel on võimalik tulla tasuta kuulama rahvusvaheliselt kõrge tasemega ettekandeid. See võimaldab neil saada ettekujutuse rahvusvahelise teaduse saavutustest ja tekitab huvi ka

ise teadustööga tegelemiseks. Konverentsi teemad on koondatud viide sektiooni: tootarendus, tootmistehnika, materjaliteadus, tootmise juhtimine, mehhatroonika ja süsteemitehnika. Neist viimane oli kavas esmakordselt ning see on kasvanud välja koostööst infotehnoloogia teaduskonnaga tehnoloogia arenduskeskuse IMECC ja sihtrahastatava ühisteema raames.

Kui seni oldi konverentsi korraldamisel hakkama saadud TTÜ ruumidega, siis IV õppehoone renoveerimisest tingitud ruumpuuduses valiti toimumispaigaks sel aastal esmakordselt Meriton Conference & SPA hotell Tallinnas. Osalema ootasime rohkem kui sadat retsenseerimissõela läbinud teadlast ja asjatundjat Eestist, Lätist, Leedust, Austriast, Iraanist, Poolast, Rootsist, Rumeeniast, Saksamaalt, Slovakkias, Soomest, Šveitsist ja Tšehhist. Mitmed kaugematest maadest osalejad ei saanud tulla Eyjafjallajökulli vulkaani purskest tingitud lennupiirangute tõttu, kuid vahetult konverentsi alguseks hakkas lennuliiklus taastuma ja enamik riike olid siiski esindatud. Osalejate arv (85) jäi aga tuhapilvede tõttu eelmistest aastatest väiksemaks.

Konverentsi valitud ettekanded avaldatakse laiendatud kujul Eesti Teaduste Akadeemia väljaantava Estonian Journal of Engineering erinumbris. Konverents on aasta-aastalt kasvanud, seda on toetanud jõu ja nõuga TTÜ, Teaduste Akadeemia, Eesti Masinatööstuse Liit, Eesti Mehaanikainseneride Liit ja Tallinna Ettevõtlusamet. Kuulumine rahvuvahelisse teadusvõrgustikku on võimaldanud konverentsi toimumist Euroopas hästi reklaamida, seda teatakse ja oodatakse. Lai osavõtjatering võimaldab tutvustada meie riiki, Tallinna ja tehnikaülikooli paljudele välisriikide ülikoolidele.

Konverentsi ettekanded ja materjalid on saadaval koduleheküljel <http://innomet.ttu.ee/daam/>.



## OJAMAAL LÜHILAINESIDE HETKESEISU JA TULEVIKKU ARUTAMAS

Mobiilse ja satelliitside kiire arengu kõrval on viimastel aastatel taas avastatud lühilaine-raadioside olulisi eeliseid – saatjate-vastuvõtjate suhteline lihtsus ja suur sidekaugus. See on üks põhjusi, miks selle artikli autor on alates 2004. aastast osalenud Eestis vastavate sidesüsteemide käivitamisega seotud uuringutes.

17.–19. augustini 2010 viibisid prof Eerik Lossmann, dots Urve Madar ja doktorant Mari-Anne Meister raadio- ja sidetehnika instituudist lühilaine-sidealasel konverentsil “Nordic Shortwave Conference HF 10”. 160 osavõtjaga kokkutulek leidis aset Rootsi Kodukaitse (Hemvärnet) väljaõppekeskuses Ojamaa põhjatipus Fårö saarel. Lühilainekonverents toimub alates 1986. a iga kolme aasta järel. Meeldivas laagriõhkkonnas viimaseid sooje suvelõpupäevi nautima, ühendatuna erialaste kogemuste vahetamisega, oli kohale tulnud sideasjatundjaid mitmetest riikidest – peale Põhjamaade ka Austraaliast, USAst jm. Osalejate tegevusvaldkond oli mitmekülgne: ülikoolide õppejõud, telekommunikatsiooniseadmete väljatöötajad, sõjaväeliste uurimiskeskuste teadurid. Esindatud olid muuhulgas maailma juhtiv sõjandussideseadmeid valmistav firma Harris Corporation (USA) ja akadeemiliselt poolelt Oxfordi Ülikool.

Ettekannete temaatika oli põhiliselt rakenduslikku laadi, käsitledes lühilainesidesüsteemide rajamise ja käitamise kaasnevaid tehnilisi küsimusi ja ülesandeid. Üks põhilisi kõlama jäänud mõtteid oli, et lühilaineside ei ole oma tähtsust kaotanud, vaatamata nüüdisaegsemate ja suuremat infoedastuskiirust võimaldavate sidesüsteemide laialdasele levikule. Lühilaineside eeliseks, vaatamata sidekanali ebastabiilsusele ja küllaltki väikesele jõudlusele, on suhteliselt lihtne võimalus luua kriisiolukorras taristuvabad varusidekanalid satelliit-, mobiil- jms sidesüsteemide rivist väljalangemise korral. Mitmed ettekanded käsitlesid lühilainesidekanali jõudluse suurendamise võimalusi andmesides, arvestades raadiolevi iseärasusi ja sidekanali kiiresti muutuvaid parameetreid. Pakuti soovitusi antennide valikuks erinevate levimehhanismide puhul.

Eraldi tooksin välja Soome Kaitsejõudude tehtud uurimuse (ettekande autor M. Saarela), mille sisuks oli vajadusel võimalikult ulatusliku kriisidevõrgu rajamise võimaluste väljaselgitamine Soome kaitsejõudude ja

vabatahtlike organisatsioonide koostööna, kusjuures peab olema tagatud lühilainesideseadmete ühilduvus ja vabatahtlike poolt kasutatavad seadmed peavad olema saadaval laiatarbekaubana. Uurimistöö tulemusena kogunes arvukalt katsetulemusi ja käidi välja mitmeid praktilisi soovitusi nimetatud lühilainesidesüsteemi loomiseks. Käsitleti ka lühilaineandmevõrkude koostööd tagavate signaalitüüpide ja andmeprotokollide valikut.

Rahvusvaheliselt tunnustatud kõnelejatest nimetaksin Les Barclay'd Ühendkuningriigist, kes andis kutsutud esinejana põhjaliku ülevaate lühilaineside arenguteest, ja samuti John W. Nietot (Harris Corp., USA) kui eriteadlast lühilainesignaali laineekujude väljatöötamise vallas.

Raadio- ja sidetehnika instituudi teadurite tehtud lühilainealaste uuringute tulemustest esitas kokkuvõtte doktorant Mari-Anne Meister. Uurimistöö käigus mõtsime ja analüüsisime mitmes mõõtepunktis Eesti ja Läti rannikul häirete taset sagedustel 1,5–10 MHz ja sidesaatjate signaalide levi iseärasusi merepinna kohal. Kirjeldatud uuringute eesmärgiks oli ette valmistada meresidesüsteemi loomist.

Konverentsiettekannete alusel võib teha üldisema järelduse – kogu maailmas pööratakse suurt tähelepanu eelkõige andmeside tulemuslikkuse suurendamisele lühilainel, kõneside osatähtsus järjest väheneb. Vaadeldi optimaalsete signaalikujude ja andmeprotokollide valikut andmeedastusel ning vastava riistvara testimise tulemusi (lühilainemodemid) ja sidesüsteemide väljatöötamisega seotud küsimusi, sh lühilaineandmevõrkude rajamine ja IP-põhiste võrkude ühendamine.

Ettekandega seoses saime konverentsi lõpuõhtul meeldiva üllatuse osaliseks, kui korraldajad ulatasid Mari-Annele uhke auhinna parima ettekande eest – kunstnik Anne Norrby disainitud keraamilise jäära Harald. Konverentsiprogrammi mitteametlikumast osast mainisin meeldejäädavat kontserti Fårö kirikus. Kokkusaamise asukoht vabas looduses kadakaste lambakarjamaade kõrval võimaldas korraldajatel huvilistele välja pakkuda sportliku õhtupooliku “rebasejahiga” ehk peilimisjooksuga. Siinkirjutajal õnnestus mõningase ekslemise järel lõpuks üks “rebane” kahest põõsa alt üles leida. Erialase ja hobitegevuse ühendamiseks oli kohaletulnutel veelgi võimalusi kodukaitsjatest raadioamatööride klubijaamast sidepidamise näol erikutsungiga SL1HF. Huvi õhtuse praktilise lühilaineside vastu teoreetiliste arutluste jätkuna kujunes elavaks, kuna konverentsil osalejatest umbes neljandikul oli amatöörkutsung.

Need oleksid mõned muljed lühilainealasel kokkusaamiselt Ojamaal, mis loodetavasti jätkub aastal 2013 konverentsil HF 13.

## BALTI ELEKTROONIKAKONVERENTS BEC 2010

4.– 6. oktoobril 2010 kogunesid 20 riigi teadlased Tallinna Tehnikaülikooli, et osaleda XII Balti elektroonikakonverentsil BEC 2010. Möödunud oli peaaegu veerand sajandit päevast, mil meie esimene tagasihoidlik seminar 1987. aastal Tallinnas aset leidis ning millest kasvas välja edukas Balti elektroonikakonverentside sari. Kuna kõnealuse konverentside sarja arenguloost on kavas edaspidi pikem kirjatükk koostada, piirdugem sedapuhku viimase kokkusaamisega. See toimus kahes kohas. Avaplenaaristung peeti tehnikaülikoolis, töössessioonid ning lõpuplenaaristung aga konkursi tulemusel valitud Swisshotelis.

Rahanduse ja majanduse olukord on keeruline kõigile, eriti aga kõrgharidussektorile. Eelarvekärped on saanud tegelikkuseks pea kõigis Euroopa riikides. Seetõttu olime aasta algul ettevalmistusi alustades üpris kriitilised konverentsi võimalike osavõtjate arvu suhtes. Sellevõrra oli rõõmu aga rohkem, kui lõpuks laekus üle 100 osavõtuavalduse ja meil õnnestus plenaaristungitele kutsuda koguni kümme rahvusvaheliselt hinnatud ettekandjat. Seega meie viimase kümnendi püüd tõsta konverentsi taset ja kasutada kõrgelt kvalifitseeritud eelretsenseerijaid osutusid õigeks.

2010. aasta oli BECi korraldajatele väga oluline. Alustasime käivitamisprotsessi SA Archimedese rahastatava INTELSi projekti raames valminud uuele rahvusvahelisele magistriõppekavale “Communicative Electronics”. Suurim rõõm tuleneb aga teadmisest, et elektroonikainstituudi nime muutmine jõudis 2011. aastal lõpule. Nüüd kannab instituut nime Thomas Johann Seebecki elektroonikainstituut. Meie BEC 2010 konverents oli pühendatud Thomas Johann Seebecki 240. sünniaastapäevale. Thomas Johann Seebeck sündis Tallinnas (sünnimajas tegutseb praegu Karl Friedrichi restoran Raevoja platsil) ning teda loetakse tänapäeva pooljuhtelektroonika üheks alusepanijaks (avastas termoelektrilise efekti). Thomas Johann Seebeck lõpetas Tallinnas Gustav Adolphi Gümnaasiumi ja nii võin ka ennast pidada selle kuulsamehe koolivennaks!

Ühtlasi olen pisut kurb, kuna mu kauaaegne kaastöötaja, toetaja ja sõber, professor Mart Min lahkub BECi juhtkomiteest, tehes ruumi järgmise põlvkonna mehele Paul Annusele. Seega rõõm ja kurbus üheskoos. Peale BECi toimus rida kaasnevaid üritusi. Kogunes ELIKO kompetentsikeskuse

rahvusvaheline nõukoda, kokku sai integreeritud elektroonikasüsteemide ja biomeditsiinitehnika tippkeskus CEBE rahvusvaheline nõukoda ning peeti jõuelektronika treeningsessioon Dmitri Vinnikovi eestvedamisel.

Suures külaliste geograafiline mitmekesisus. Seekordsed kaugemad tulijad olid Egiptusest, Indiast, Malaisiast, Iraanist ja Koreast. Konverentsikogumikus avaldatud artiklite täistekstid avaldati IEEEExplore andmebaasis, mis tähendab, et neile viitab ka Thompson Reuters WoS. Kogumikule lisandus CD ning 2011. aastal ilmub ajakirjas Estonian Journal of Engineering kaks erinumbrit koostatuna BEC 2010 valitud ettekannete põhjal.

Arvan, et oleme BECi konverentsiga jõudnud piisavalt auväärsele ja püsivale kohale nii infotehnoloogia teaduskonnas kui ka ülikoolis tervikuna. Meie uurimis- ja arendusettevõtmised on rahvusvaheliselt kõrgelt hinnatud ja meie õppekavadel, alustades bakalaureuseõpingutega ning lõpetades doktoriõppega, on rahvusvaheline tunnustus. Edukalt on käivitunud või käivitumas mitmed rahvusvahelised magistriprogrammi õppekavad.

Mida toob tulevik? Ajalooliselt on Baltikumis kujunenud tegusaks kaks üpris sarnast konverentsi. Meie BEC toimub iga kahe aasta tagant ja avaldatud materjalidele viidatakse IEEEExplore ning Thompson Reutersi andmebaasides. Leedus peetakse igal aastal konverentsi nimetusega "Rahvusvaheline elektroonikakonverents ICE". Nemad ei avalda eraldi konverentsikogumikku, kuid enamik ettekannetest tuuakse ära ajakirjas Electronics and Electrical Engineering, millele viitab Thompson Reuters WoS. Terve mõistuse kohaselt võiks need kaks ettevõtmist ühendada ja luua iga-aastane BECi konverents, mida üle aasta korraldatakse kordamööda Tallinnas ning Vilniuses. Kuid kas ratsionaalne on ka õige, mine tea? Praegu oleme küll seda meelt, et järgminegi BEC toimub 2012. a sügisel ja ikka Tallinnas.

## XXIV RAHVUSVAHELINE BALTI TEADUSAJALOO KONVERENTS

Balti riikide teadusajaloolaste konverentsitava on pikk. Alguse sai see 1958. aastal Riias. Ettevõtmise algatajaks oli tuntud läti arstiteadlane Pauls Stradiņš, kelle mõtte elluviimist jätkab tänase päevani edukalt tema poeg akadeemik Janis Stradiņš. Vähemalt iga nelja aasta tagant on korrapäraselt kokku saadud. Kui Läti ja Leedu puhul on alati kogunenud pealinnas, siis Eestis on konverentsi toimumiskohaks siiani olnud Tartu. Seega oli 8.–10. oktoobril 2010 aset leidnud konverents oma toimumiskoha poolest mitmes mõttes uudne. Esimest korda said Baltimaade teadusajaloolased kokku Tallinnas ja esimest korda kuulus võõrustaja au Tallinna Tehnikaülikoolile.

Balti konverentside esinejatering ei piirdu tavaliselt “kohalikega”. Seegi kord saime teese tegelikult kogu maailmast, USA-st Iraanini, Euroopa riikidest rääkimata. Kõige kaugemad võimalikud külalised jäid seekord küll erinevatel põhjustel kohale saabumata. Seevastu Euroopa oli esindatud Prantsusmaast Venemaani ja muidugi loomulikult meie põhjanaabrid.

Teaduskonverentsidele iseloomulikult jaotus töö mitme sektsiooni vahel, mis enam-vähem vastasid tavalisele teaduste klassifikatsioonile *humaniora*’st loodus- ja tehnikateaduste ning matemaatikani. Omaette teema Balti konverentsidel on olnud teadusfilosoofia kaasatus programmi. Balti Teadusajaloo Ühenduse vasteks Eestis on Teadusajaloo ja Teadusfilosoofia Eesti Ühendus. Juba nende organisatsioonide nimedes nähtub küsimus, kas vaatluse all on puhtalt ainult teaduse ajalugu või ka teadusfilosoofia. Viimastel Balti konverentsidel, mis toimusid Eestis (2001 Tartus ja 2010 Tallinnas) või Leedus (2006) on töötanud teadusfilosoofia sektsioon. Lätis on teadusfilosoofid pidanud oma mõtteid esitama mõne teise sektsiooni koosseisus, mis pole parimaid tulemusi andnud. Küsimus on tegelikult hoopis laiem kui Balti konverentsiga seonduv. Rahvusvahelises ulatuses kooskõlastab teadusajaloolaste ja teadusfilosoofide tegemisi ühtne organisatsioon nimetusega Teadusajaloo ja Teadusfilosoofia Rahvusvaheline Ühendus (International Union for the History and Philosophy of Science). Tegelikuses jaotub ühendus aga kaheks: Teaduse ja Tehnika Ajaloo Ühenduseks (Division of the History of Science and Technology) ning Loogika, Metodoloogia ja Teadusfilosoofia Ühenduseks (Division of Logic, Methodology and Philosophy of Science). Nimetatud harude vahelised sidemed on paraku hõredad. Maailmakongressid toimuvad eraldi. Tõsi küll, on üksikuid inimesi, nagu näiteks allakirjutanu, kes püüavad jõudu mööda osaleda mõlema poole rahvusvahelistel kokku-

saamistel. Sellega ühe ja sama, suure organisatsiooni kahe haru vahelised seosed suuresti piirduvad. Hiljuti asutati rahvusvahelistele (s.t üleilmsetele) ühendustele lisaks nii teadusajaloo kui teadusfilosoofia Euroopa ühendused. Tegemist on eraldi organisatsioonidega, kes allkirjutanu teada ei püüdnud tiheda koostöö poole. Asjade seesugune rahvusvaheline seis tõstatab raske küsimuse ka Baltimaade teadusajaloolaste ja teadusfilosoofide ette. Meie riikide väiksusele mõeldes loodab allkirjutanu siiski koostöö jätkumist. Rahvusvaheliselt tuleb eestlastel Baltikumi teadusfilosoofia esindamine täielikult enese peale võtta, nagu ka äsjase konverentsi lõpus toimunud assambleel otsustati. Ei lätlasi ega leedulasi pole rahvusvahelistel teadusfilosoofide kokkutulekul juba aastaid näha olnud.

Meie konverentsil käsitleti laialdast teemaderingi. Meeldiv on tõdeda, et valdavalt tegelevad Baltikumi teadusajaloolased meie oma piirkonnas tehtud teaduse ja siin tegutsenud teadusühenduste ajalooga. Siin jätkub, mida uurida. Kes seda veel peaks tegema kui mitte meie ise. Nii Eesti kui Läti puhul on teatavasti tegemist suures osas saksakeelse maailma kultuuritraditsiooni uurimisega. Seetõttu on igati tervitatav hästi toimiv koostöö saksa kolleegidega. Ühtlasi saab kinnitada sidemete tugevnemist endise Nõukogude Liidu alal tegutsevate teadusajaloolastega. Peterburi noorte teadusajaloolaste huvi Eesti vastu osutus isegi nii suureks, et detsembrikuusse on nende algatusel kavandatud konverentsi jätkuüritus – seminar 19. sajandi Venemaa loodus-teaduse teemadel.

Teadusfilosoofid ajasid konverentsil teatud mõttes siiski oma asja. Selle sektsiooni ettekannete läbivateks joonteks kujunesid klassikalise täppisteaduse piiratuse problemaatika ja arutelud nn praktilise realismi üle, kus noore Karl Marxi ning ameerika pragmatistide vaated põimusid huvitavalt tänapäeva praktilise realismi apologetide omadega.

Tõrvatilgaks muidu õnnestunud konverentsi meepotis on meie oma ülikooli suhteliselt vähene esindatus. Kahetsusväärset torkab see asjaolu silma eelkõige just meie kesksete erialade, tehnika- ja inseneriteaduse ajalooga seonduvalt. Selle vajakajäämise korvamise peale peame kohe mõtlema hakkama ja kindlasti mõtetest ka tegudeni jõudma. Keegi seda tööd meie eest ilmselt ära tegema ei tule. Üldajaloolastel pole teadusajaloo üksikasjadesse süvenemise kommet. Ega saagi olla, sest see eeldab uuritava ala piisavalt head tundmist. Puhas humanitaar suudab ilmselt küll tegelda tehnika ajalooga, aga vaevalt tehnikateaduse omaga.

Konverentsi lõpuassambleel lepitati kindlalt kokku Balti konverentside jätkamises. Järgmisel korral saadakse kokku 2012. aastal Vilniuses. Seejärel tõenäoliselt aastal 2015 Riias ja Jelgavas. Selle kõrval on kavas tihendada koostöösidemeid põhjanaabritega, aga ka Skandinaavia kolleegidega Balti mere läänekaldalt.

## INDIA VEEPROBLEEMID PUUTUVAD NÜÜD KA EUROOPA LIITU

Aasta tagasi ei osanud arvatagi, et minu reisi sihtkohaks võib saada eksootiline India. Juunis 2010 saatis haridus- ja teadusministeeriumi teadusnõunik Toivo Rääim järelepärimise põhimõttelise veealase koostööhuvi kohta India-ga. Et sihtrahastatava teadusteema hindamisel arvestatakse viimasel ajal üha rohkem rahvusvahelist koostööd, andsin oma põhimõttelisest huvist teada ja nii tuligi sügisel 9.–14. novembrini reis Delhisse ette võtta. Eelmisel aastal oli Euroopa Liit arengumaade hulgast valinud India oma strateegiliseks partneriks. Konverents “India-EU and Member States Partnership for Strategic Roadmap in Research and Innovation” korraldati New-Delhis, vanast Delhist veerandsada kilomeetrit lõuna poole, viietärnihotellis The Claridges.

Esindatud oli 13 Euroopa Liidu liikmesriiki: Belgia, Eesti, Hispaania, Hollandi, Iirimaa, Norra, Portugal, Prantsusmaa, Rootsi, Saksamaa, Soome, Suurbritannia, ja Taani. Eesti delegatsioon oli neljaliikmeline: Toivo Rääim, René Tõnisson (Balti Innovatsiooni Agentuur), Mait Kriipsalu (Eesti Maaülikool) ja Rein Munter (TTÜ). Konverentsil osalejate hulka kuulus 92 veealaasjatundjat Euroopa Liidu riikidest ja 133 Indiast.

Lend Tallinn–Helsingi–Delhi (pikem ots kestis ligikaudu 8 tundi) kulges viperusteta. Toivo Rääim oli meile lennujaama vastu tellinud hotelli mikrobusi. Lennu ajal Helsingist Delhisse oli võimalus eesistuva reisija seljatoes asuva miniteleri ekraanil pidevalt jälgida lennuki teekonda, kust selgus, et lendasime üle Afganistani lahingute piirkonna, õnneks küll 13 km kõrguselt. Delhi hiljuti valminud lennujaam jättis igati euroopaliku mulje, ent juba enne bussi istumist hakkasid jaama kõrval silma prügihunnikud, mis ääristasid meie teekonda hotellini välja. Sattusin istuma juhi kõrvale vasakule (vasakpoolne liiklus) ning pidin varsti küüned auto esipaneeli suruma, sest liiklus oli tõeliselt hullumeelne. Sõiduridadest keegi ei hoolinud, sõideti peamiselt kahe samasuunalise rea keskel, eessõitjaid pideva tuutumamisega hoiatades ja olukorrast olenevalt ühest reast teise põigates. Tee ääres lippasid krapsakad ahvid, oodates, et neile autodest midagi söögipoolist visataks. Siin-seal lamasisid stoiliselt tee ääres pühad lehmad. Ühel ristmikul, kus valgusfoori mõistagi polnud, pöörasime paremale. Samal ajal sõitsid autod ja kolmerattalised motorikšad vasakult kahes sõidureas täie otsustavusega meie ridadesse sisse. Palju ei puudunud, et üks auto oleks minupoolset küljelt sisse pörutanud.

Mul oli, eriti pärast samasugust neljatunnist sõitu Tadž Mahali, tõesti hea meel, et elavate kirja jäin.

Lennujaamast hotelli sõites olin hämmingus – kuidas saavad inimesed üldse niimoodi elada? Tee ääres hurtsikud, tolm, toidujäätmed, prügi põlvini, läbisegi inimesed, koerad, kitsed ja lehmad ning puuviljakaupmeeste kärud. Jäi mulje, et nad kõik olid sellise elukeskkonnaga juba ammu leppinud. Kõike seda on siiski raske kirjeldada. Õnneks ei lugenud ma Berlitz'i India reisi-juhti enne reisi, vaid alles tagasiteel lennukis. Kes teab, ehk oleksin loobunudki, sest reisiteatmik algas lausega: “India ei ole koht nõrganärvilistele. See on pidev väljakutse nii kehale kui ka vaimule, täielik šokk kogu teie olemusele. India on meeliülendav, kurnav ja marruajav maa, kus igapäevaelu pisiajajade peidus on müütide saladused”. Kõik see osutus tõeks.

Lugesin põnevusega edasi, kõrvutades reisilt saadud katkendlikke mälu-pilte reisijuhi selgitustega: “India territoorium moodustab teemandikujulise alamkontinendi, mis ulatub üle 3000 km Kašmiiri Himaalajast põhjas Ko-moori neemeni lõunas, India ookeani ääres. Ka idast läände katab India samuti ligikaudu 3000 km. India maastiku moodustavad nii Kõrg-Himaalaja lumised tipud, Rajastani kõrbed kui ka Kerala lopsakad troopikametsad. Alles hiljuti, kolonialismijärgsel perioodil eraldusid India loomulikest geograafilis-test piiridest naaberriigid Pakistan ja Bangladesh. Kašmiiri nimel on peetud kolm sõda. Vägivald ja vastastikused süüdistused Pakistaniga jätkuvad.” Ta-gasiteel Delhist Helsingisse sattus lennukis minu kõrvale istuma üks Soome noormees, infotehnoloog, kes oma talvepuhkuse tavatses veeta Himaalaja mäestikis matkates. Tema oli India loodusest vaimustuses. “India hiiglasli-kud mõttmed iseenesest tingivad selle, et riigis on hulk vältimatult konflikt-seid regionaalseid ja usuhuve. Indias on tervelt 17 ametlikku keelt peale hindi keele. Igapäevakasutuses on hinnanguliselt 850 keelt.”

Agas seda, et India on ka suurte kontrastide maa, kinnitas kohe meie hotell, mis tõepoolest väärts viit täärni. Relvastatud valve hotelli ees ei lasknud meie autot väravast sisse enne, kui valvurid olid auto alla lükatud peegelkärü abil kontrollinud, kas seal pommi ei ole. Läbisime koos oma pagasiga ka elektroonilise kontrolli. Tõenäoliselt muutus turvakontroll rangeks pärast 2006. aasta sündmusi Mumbai (Bombay) viietärnihotellis, kus terroristid võtsid pantvangi kõik hotellikülalised. Meid aga tervitasid hotelliteenijad kokkupandud peopesade ja sügava kummardusega. Teenindus oli hotellis äärmiselt viisakas ja korrektne, toit suurepärase. Varem Indiat külastanud tu-ristide hoiatusi arvestades olin igati ettevaatlik, pesin mitu korda päevas käsi desinfitseeriva želeega, keeldusin kohvikoorest ja külmast piimast, valisin ainult hautatud või küpsetatud toitu, ei joonud toormahla ega lasknud lisada mahlale jääd. Agas juba teisel päeval loobusin muude Euroopa Liidu esin-



dajate eeskujul liigest ettevaatusest ning kõhuhäda ei tulnudki. Küll tuli aga unustada tavapärased käitumisharjumused ja puhtusele kõvasti rohkem tähelepanu pöörata.

Konverents avati 11. novembril mitme tähtsa India valitsusametniku terituskõnega, millele lisandusid Euroopa Komisjoni esindajate sõnavõttud. Konverentsi töö kulges neljas sektsioonis:

- \* A – joogiveevarustus, vee kvaliteet ja tervis;
- \* B – veevarude haldamine, taaskasutus, põllumajandus ja keskkond;
- \* C – biomass/biojätmed/bioenergia (suure energiapuuduse tõttu Indias);
- \* D – India ja Euroopa Liidu koostöö ning innovatsioon.

Mina osalesin A-sektsioonis, B-sektsioonis Toivo Räim, C-sektsioonis Mait Kriipsalu ning D-sektsioonis Rene Tõnisson. Põhiettekanded olid India esindajatelt ja vanade Euroopa Liidu riikide juhtivatelt teadlastelt, peamiselt neilt, kes olid Indiaga juba varem koostööd teinud. Ettekannete aeg oli maksimaalselt 15 minutit, põhiosa ajast kulus diskussioonile ning soovitude väljatöötamisele konverentsi lõppdeklaratsiooni jaoks. India teadlaste ettekannetes peegeldus lii kluses nähtud pilt. Indias elab praegu umbes 1,1 miljardit inimest, aastaks 2025 peaks neid olema 1,33 ning aastaks 2050 juba 1,64 miljardit. 90% veevarudest (pinna- ja põhjavesi) on bakterioloogiliselt ja/või keemiliselt saastunud. Halvast joogiveest tingitud äge kõhulahtisus tapab Indias 6000 last päevas. Bakterioloogilise saastuse otsene põhjus peitub selles, et ainult 30% reoveest puhastatakse, ülejäänud leiab otsetee loodusesse ning umbes kolmandikul elumajadest pole tualetti. Peale bakterite ja viiruste sisaldavad põhja- ja pinnavesi suurtes kontsentratsioonides arseeni, rauda, mangaani, fluoriide, nitraate ja raskmetalle. Veevarude piiratus ja saastatus ning kohalike õigusaktide puudulikkus on juba viinud piirkondlike konfliktideni – veesõdadeni, mida peab lahendama India ülemkohus.

A-sektsiooni ettekandeid kuulates sai selgeks, et Indias pole tegemist vee tehnoloogia oskusteabe puudumisega, puudu on hoopis rahast hea olemasoleva tehnoloogia rakendamiseks. Vesi on Indias väga odav, peaaegu tasuta. Nagu teada, pole tasuta saadud asjad sageli suurt midagi väärt. Oma ettekannetes seadsid India esindajad Euroopa Liidu asjatundjatele väga raske ülesande – töötada välja väga odavaid, ent tõhusaid veepuhastusprotsesse ja -seadmeid. Sellega seoses meenusid kauaaegse õpetaja ja sõbra professor Enno Siirde sõnad: “Ega meil Moosese keppi küll pole, et lööd vastu vett ja vesi on puhas.” Seda tavatses ta öelda ettevõtete esindajaile, kes tahtsid oma asutuse veemuredele saada häid, aga tingimata väga odavaid lahendusi.

Konverentsi lõppdeklaratsiooni läksid A-sektsioonist järgmised punktid (tähtsuse järjekorras):

- \* odavate ja lihtsate (*low-cost/low-tech*) autonoomse energiaallikaga joogiveepuhastite väljatöötamine ja laialdane rakendamine maapiirkondades;
- \* linnade (eriti Delhi) veevarustuse järk-järguline üleviimine Euroopa Liidu finantsabi ja oskusteabe toel parimale võimalikule tehnoloogiale;
- \* vee kvaliteedi *on-line*-analüsaatorite seadmine veetorustikesse;
- \* põhjavee puhastustehnoloogia optimeerimine fluoriidide ja arseeni tõhusamaks kõrvaldamiseks ning lahenduste leidmine puhastusjäätike käitlemiseks.

Ise seaksin selles loetelus esikohale hoopis järgmise ülesande:

- \* luua elementaarsed sanitaartingimused nii maal kui ka linnades, ühendada kõik elamud kanalisatsiooniga ja varustada need tualettidega ning ehitada uusi reoveepuhasteid.

Enne selle pakilise ülesande lahendamist pole mõtet targutada erinevate joogiveepuhastustehnoloogiate tõhususe üle. Indias, Aafrikas ja arengumaades võiks ajutise lahenduse pakkuda Rootsi arhitektuuriprofessor Anders Wilhelmsoni väljatöötatud bioplastist tualetikottide *peepoo* kasutamine väljaheidete kogumiseks. Nendes kottides muutuvad haigustekitajad 2–4 nädalaga kahjutuks, koti sisu “küpseb” väetiseks ning kui see maha maetakse, biolaguneb ka kott ise. Koti, mida katsetati 2008–2009 Keenias ning Bangladeshis, muudab aktiivseks sisepinda kattev karbamiidikiht. Odavate *peepoo*’de ostmine on jõukohane ka arengumaade elanikele. Sellel konverentsil polnud *peepoo*’st aga millegipärast midagi kuulda.

Enne ärasõitu hotellist, mis meie jaoks oli kui oas kõrbes, külastasime Mait Kriipsaluga hotelli keldris asuvat veepuhastusjaama. Olime tõeliselt üllatunud. Seal puhastati kogu hotelli olmereovett keemilis-bioloogiliselt ning eraldi hotelli pesumajast tulevat hallvett, mis läks pärast puhastamist ja pehmendamist jahutus- ja kastmisveena uuesti ringlusse. Reoveesete tahendati, pressiti ja kasutati oma tarbeks väetisena. Joogivesi, toidutegemiseks kasutatav vesi ja ujumisbasseinivesi saadi hotelli puurkaevust ning puhastati rauast ja muudest lisanditest kloorimise ja mitmeastmelise, sh katalüütilise filtrimise teel. Vihmavesi koguti kokku ja immutati pärast mehaanilist puhastamist maasse oma põhjaveevaru suurendamiseks. Tarbevett soojendati päikesepaneelide abil. Täielik roheline ja keskkonnasäästlik tehnoloogia! India luksushotellis tehti kõike seda, millest meil alles räägitakse, ja kui tehaksegi, siis ühte või teist, aga mitte kõike korraga.

Enne tagasilendu otsustasime koos soomlastega üürida hotelli mikrobussi ning külastada India üht suurimat vaatamisväärsust, maailma 1000 ime hulka arvatud Tadž Mahali (Tadj Mahal – hindi keeles *kroonijuveel*) mausoleumi. Riskantne 200 km pikkune sõit sinna võttis umbes neli tundi ning kogu teekonna jooksul tuli sisse hingata teeäärse prügipõletuse kirbet suitsu. Dioksiinidest polnud seal keegi midagi kuulnud. Usutavasti on peale veekriisi India teine suur keskkonnamure õhu saastamine. See reis pani meid kõiki ka veel teistmoodi proovile – vastu meie ootusi polnud tee ääres kusagil näha bensiniijaamu ega McDonaldisi söögikohti, kus oleks saanud tualetti kasutada.

Taj Mahali lumivalgest marmorist mausoleumi laskis ehitada suurmogul Šahh Džahan oma 1631. aastal neljateistkümnendat last sünnitades surnud meelise mälestuseks. See päikesekiirtes helendav ehitus oli tõesti meeliülendav ning pani unustama reisiväsimuse ja kirbe suitsu. Omaette vaatamisväärsus on ka paarikümne kilomeetri kaugusel asuv India vana pealinna Agra punasest liivakivist kindlus Agra Fort (Punane kindlus), mis on kantud UNESCO maailmapärandi nimistusse. Kindluses on vangitorn, kuhu Šahh Džhani poeg Aurangzeb lasi mingil põhjusel paigutada oma isa, võimaldades talle siiski vaate oma armastatud Taj Mahalile. Enne Agra Forti külastamist käisime ühes kohalikus töökojas, kus käsitsi ringiajataval lihvimispingil valmistati imeilusaid keraamilisi taldrikuid ja kujukesi. Agra Fortile tegid suurt kahju 1739. aastal Pärsia sõdurid ja 1857. aastal inglased. Kindluse sammastelt murti lahti kullatud osad, ära viidi kuulus Paabulinnutroon ning palee terved nikerdatud tiivad lammutati ja nende kohale kerkisid ilmetud tellisbarakid.

India on suurte kontrastide maa. Kuigi majandusareng on muljetavaldav – jätkub metroo ehitamine, valmis on uus puhas lennujaam, kerkivad uued viie-tärnihotellid ja tehased –, elab enamik inimesi vaesuses, suhtudes sellesse omalaadse stoilise rahu ja alistuvusega, mida Lääne inimestel on raske mõista. Hindu eetika kohaselt on teel pääsemisele kolm põhimõtet: õiglus, ausalt saavutatud õitseng ja sugugi mitte vähem olulisena nauding. Hindude arvates määrab tegude kogusumma eelmises elus inimese koha praeguses ja tulevastes eludes. Hinduismi oluliste põhitõdede tundmine aitab külalistel paremini mõista seda suurt ja eksootilist maad ning seal elavaid inimesi.

# RAAMATUESITLUSED

Rein Jürgenson

## TTÜ JA INFORMAATIKAINSTITUUDI ELUST PÖÖRDEAEGADEL

Head kolleegid!

Äsjavalminud raamat “Informaatikainstituut I”, alapealkirjaga “TTÜ ja informaatikainstituudi arengukäigust taasiseseisvumise pöördelistel aegadel”, on järjeks raamatule “Infotöötuse kateeder”. See jätkab sama kollektiivi käekäigu kirjeldamist, kuid teeb seda märksa laiemal taustal.

Raamat käsitleb ajajärku ümmarguselt 1988–1995. Et sellega instituudi elu ei piirdu, tuleb “selle raamatu” kõrval rääkida ka “järgmisest raamatust”. Seega on minu tänasel jutul kaks osa:

- \* see raamat,
- \* järgmine raamat.

“**Selle raamatu**” põhilisteks iseärasusteks võib pidada järgmist.

- \* Oli pöördeaeg, kus kogu ülikoolielu tuli ümber korraldada.
- \* Otsustamine oli TTÜ enda kättes, põhimõtteliselt tehti õigeid asju.
- \* Raamat käib informaatikainstituudi kohta, kuid et toimunust arusaamiseks oli vaja selgitada ka tausta, s.t kirjeldada TTÜ taseme ettevõtmisi, siis tekkis
  - mitu taset – TTÜ, infotehnoloogia teaduskonna (ITT) ja informaatikainstituudi (II), kohati ka Eesti tase. Instituudi kohta käivat kirjeldati tihti kui üldiste valemite rakendust konkreetsele juhule.
- \* Raamat on tugevalt dokumentaalne. Põhineb valdavalt otsustel, käskkirjadel, protokollidel, ajaleheartiklidel ja muul sellisel.
- \* Raamat on igavam kui infotöötuse kateedri raamat. Kohati liiga põhjalik ja liiga dokumentaalne.
- \* Olen püüdnud olla kirjeldaja, mitte hindaja. Kui aga informatsioon puudusi esile tõi, tuli need ka kirja panna.
- \* Sisuliselt käsitlevad raamatu kümnest peatükist vaid neli ainult instituuti. Ülejäänud kuues peatükis on vaatluse all nii TTÜ kui ka ITT ja II taseme küsimused. Üks peatükk – “Teaduslikud kraadid ja kaaraadiõpe” – on aga pühendatud valdavalt Eesti taseme probleemidele. Selles püüdsin leida vastust eeskätt küsimusele, miks tekkis Eesti kuueaastane magistriõpe.

“**Järgmine raamat**” käsitleb perioodi alates umbes 1995. aastast. Selle ajajärgu iseärasused raamatu kirjutaja jaoks on eeskätt järgmised:

- \* Eristuvad perioodid: 1995–2000, 2000–2005 ja 2005–2010.
- \* Määravaks muutusid Eesti taseme otsused (esimene ülikooliseadus tekkis jaanuaris 1995).
- \* Oli saabunud aeg, kus asjad hakkasid käima “*nii, nagu pikk ütles*”.
- \* Olin ise protsessidel sees (algul TTÜ tasemel, hiljem, alates 2004, ka Eesti tasemel kõrgharidusstrateegia koostamise valitsuskomisjonis).
- \* Perioodi algus oli informaatikainstituudile väga raske: pangad rüüstasid meid nii, et kõne all oli “*poe kinnipanek*” (5–6 aasta jooksul tõmmati meilt rahapakkumistega ära 28 inimest, nende hulgas ligikaudu 15 reaalset või potentsiaalset teaduste doktorit). Ja kui pangad olid koore riisunud, tuli veel kodanik *Tulviste* konnatiikluse sündroomist tulenev pauk – heas vormis professor *Leo Võhandu* pidi lahkuma. Igahommikune küsimus oli: kes on järgmine?
- \* Põeme siiani. Lõhutud teadlaskollektiivi taastamine võtab ülikooli tingimustes terve põlvkonna.
- \* Keskkel kohal järgmises raamatus hakkab olema õppereformide ja teistegi reformide analüüs ja kirjeldus. Eesti on jõudnud läbimõtlematu reformipoliitikaga tekitada peaaegu et ahelreformimise olukorra, kus väikesi pause täitsid muud koormavad tööd.

TTÜs läbi viidud reforme iseloomustab järgmine skeem.

Reformid TTÜs 1989–2010

		<b>Õppereformid</b>	<b>Muud suuremahulised ettevõtmised</b>
1988	0	<b>NL: õppereform</b>	
1989		<i>TTÜ:</i>	
1990	1	<b>õppesüsteemi ja -korralduse reform</b>	<i>TTÜ: akadeemilise struktuuri reform</i>
1991			<i>TTÜ: juhtimisreform</i>
1992			
1993			
1994		<i>Eesti:</i>	
1995	2	<b>õppesüsteemi reform (4 + 2)</b>	<i>(Alljärgnevas on akrediteerimised ja evalveerimised ITT näitel)</i>
1996			
1997	3	<b>TTÜ: ainepunktireform + diplomiõppe juurutamine</b>	
1998			<b>Õppekavade akrediteerimine</b>
1999			

2000		<i>Eesti:</i>			
2001	4	<b>õppesüsteemi</b>			<b>Teaduse evalveerimine</b>
2002		<b>reform (3 + 2)</b>			<b>Õppekavade</b>
2003					<b>akrediteerimine</b>
2004					
2005					<b>Õppekavade</b>
2006		<i>Eesti:</i>			<b>akrediteerimine</b>
2007		<b>õppekavade</b>			
2008	5	<b>reform</b>			<b>Doktoriõppekavade</b>
2009		<b>(ECTS)</b>			<b>akrediteerimine</b>
2010					<b>Teaduse evalveerimine</b>
2011					<b>Institutsionaalne</b>
					<b>akrediteerimine?</b>

Ja kõigest sellest “järgmine raamat” ka räägib. Kavas on kirjutada ka mõnest intrigeerivamast seigast nagu:

- \* katse **erastada** avalik-õiguslikud ülikoolid;
- \* katsed kehtestada Eesti üliõpilastele **üldine õppemaks**;
- \* ülikoolide ja teaduse järjekindel **alarahastamine** (osakaalu poolest SKTsse on Eesti Euroopas *outsaider*);
- \* **tudengielu** kapitaalne muutumine (mh käib Eestis 66% tudengeist töö- – taas esikoht Euroopas).

*Ettekanne raamatu “Informaatikainstituut I. TTÜ ja informaatikainstituudi arengukäigust taasiseseisvumise pöördelistel aegadel” esitlusel 28. jaanuaril 2010 Raja tn 15 õppehoones*

**Mihkel Koel**

## ROHELINE ANALÜÜTILINE KEEMIA

Kogu lugu algas kirjaga professor Mihkel Kaljurannale 12. augustil 2008, milles Kuningliku Keemia Seltsi (RSC) vastutav toimetaja dr Merlin Fox teatas, et toimetajad ja ta ise otsivad teoseid nende poolt kirjastatavate raamatusarjade täiendamiseks ning sooviksid sinna lisada raamatu rohelisest analüütilisest keemiast. Talle oli hakanud silma, et Kaljurannalt ilmus ajakirjas Pure and Applied Chemistry artikkel rohelise keemia põhimõtete rakendamisest

analüütilises keemias ja küsis nüüd, kas Kaljurand oleks nende sarja tarvis huvitatud selle edasiarendamisest monograafiani.

Professor oli meelitatud, aga palus siiski kuu aega mõtlemiseks ja kokkuleppeks võimaliku kaasautori Mihkel Koeli ehk minuga: “Ma ei usu, et suudaksime terve raamatu kirjutada. Samas, peatoimetaja saad olla ju ainult Sina. Ma tunnen seda valdkonda suhteliselt kehvasti. Kuivõrd oled Sa valmis veel ühte asja toimetama? Internetist on leida päris palju materjali ja isikuid, kes rohelise keemilise analüüsiga tegelevad ja neid võiks kutsuda kaasautoriteks. Mina reserveeriksin enesele ühe peatüki – valgustades siis seda rohelist aspekti jõulisemalt.”

14. oktoobril panime teele vastuse Merlin Foxile, kus lubasime kahe peale järgmiseks suveks valmis kirjutada kuni 200 lehekülge teksti, mis hõlmaks kõnealuse valdkonna. Kuu lõpuks saime valmis raamatu “Green Analytical Chemistry” maketi ning saatsime selle referentidele. Tööjaotuses leppisime kokku, et mina suhtlen toimetusega ja Kaljurand on kaasautor. Kummalegi jäi kirjutada kolm peatükki. Uurisime järele, et rohelise keemia vallas oli selleks ajaks juba ilmunud 15 raamatut ja mitu veel tulemas. Rohelise analüütilise keemia kohta polnud aga midagi, nii et siin saaksime olla esimeste hulgas. 12. veebruaril 2009 tuli juba kindlam teade – meie taotlust oli hinnanud kaks referenti ja mõlemad toetasid raamatu avaldamist. Paluti tutvuda lisatud arvustustega ja saata omapoolsed kommentaarid, vajadusel taotlust täiendades. Asjaga oli tuli takus, koosolek uute raamatute kinnitamiseks pidi toimuma juba järgmisel nädalal.

Vastasime veel samal päeval, referentide tehtud märkusi sai hõlpsasti arvesse võtta ja vastavalt maketti kohendada. Vastus tuli nädala pärast 19. veebruaril: “Lugupeetud härrad, mul on rõõm teatada, teie taotlus on heaks kiidetud avaldamiseks RSC poolt. Olen kõigiti valmis koostööks teiega antud raamatu kallal, ühtlasi veendunud, et see kujuneb edukaks! Väga heade soovidega, Merlin”.

Leping RSCga sai sõlmitud aprilli alguseks. Vahepeal tuli tegelda *native English speaking person*’i leidmisega. Peaaegu juhus viis meid kokku Dolores Lindsay’ga – Kanadast pärit daamiga, kes Eestis on seotud heategevuslike projektidega – ja ta nõustus meid aitama inglise keelega. Mais hakkasid tekstid juba enam-vähem kuju võtma ja algas usin koostöö Doloresega. Meie kirjaread värvusid väga punaseks ja enamus sõnu seati teistpidi ritta.

Juul algul tundis toimetus huvi, kuidas töö edeneb. Lepingu järgi pidime lõplikult viimistletud teksti esitama septembri viimasteks päevadeks. Kõige palavamal kirjutamise ajal tuli äkki veel pakkumisi samal teemal kirjutamiseks, mille me oma võimalusi kainelt hinnates siiski tagasi lükkasime (firma Wiley & Sons).

Augusti lõpus saime nõusse roheline keemia juhtiva *guru* ja president Obama keskkonnanõuniku Paul Anastase meie raamatule eessõna kirjutama ning hoolimata tema ülimalt tihedast ajakavast oli see meil 24. septembriks ka käes. Kogu nimetatud kuu kulus pingelise toimetamise ja paranduste sisseviimise tähe all. Pealegi tuli muudest allikatest võetud joonistele load hankida. Septembri algul leidis Kaljurand mõjusa foto, mis sobis raamatu kaanele. Pärast mõningaid vaidlusi olime mõlemad sellega päri ja saime firmalt ka loa pildi kasutamiseks.

30. septembriks oli kõik tehtud ja võisime käsikirja teele panna: “Lugupeetud Rosalind Shattock. Meilile on lisatud meie raamatu peatükid lõplikul kujul. Parimate soovidega, Mihkel & Mihkel”. Paberil käsikiri jõudis toimetusse 5. oktoobril ning sealtsaadik jätkus protsess juba mujal. Jaanuari algul tegime veel viimaseid parandusi teksti ja lugesime korrektuuri.

Järgmine sõnum raamatu kohta jõudis meieni mai keskel: “Lugupeetud dr Koel ja prof Kaljurand. Kuninglikul Keemia Seltsil on suur rõõm teatada, et “Green Analytical Chemistry” on ilmunud. Autoritele mõeldud eksemplariid jõuavad teieni lähemal ajal ning ma loodan, et teile pakub rõõmu näha raamatut trükitud kujul. Südamlikud tervitused ja tänan teid kirjastamast koos Kuningliku Keemia Seltsiga. Alice Toby-Brant, vastutav haldur.”

Juuni algul saime kumbki kuus raamatut kätte ning võisime laiali saata teate: “Head kolleegid! Teisipäeval, 15. juunil kell 16.00 kõrvalolevas kohvikus Akadeemia korraldavad Koel ja Kaljurand väikese koosviibimise seoses vastilmunud raamatuga. Parimate soovidega, Mihklid.”

Sellega sai siis üks projekt jälle otsa.

*Sõnavõtt Mihkel Koeli ja Mihkel Kaljuranna monograafia  
“Green Analytical Chemistry” esitlusel 15. juunil 2010  
Akadeemia kohvikus Mustamäel*

**Maris Suits**

## TÕELINE RENESSANSIAJA INIMENE

Väljendi all “Laulu-raamat” on Tallinna Tehnikaülikoolis ikka teatud professor Heinrich Lauulu koostatud raudbetoonkonstruktsioonide õpikut. Meil on täna rõõm tutvustada uut “Laulu-raamatut” – ei, seekord siiski mitte uut käsitlust raudbetoonaranditest, vaid Heinrich Lauulu elu ja tööd kajastavat kogumikku “Heinrich Lauul 100”.



Esitletav raamat koosneb kolmest osast: ülevaateartiklist, Heinrich Lauu enda taasavaldatud kirjutistest ja kolleegide meenutustest.

Minu ja Carl-Dag Lige koostatud ülevaateartikkel toob ära olulisemad seigad Heinrich Lauu tööelust. Heinrich Laul oli äärmiselt mitmekülgne – andekas ja innovatiivne insener-teadlane, huvitav õppejõud, kes oskas oma teadmisi ja kogemusi hästi edasi anda, ning lisaks veel hea administreerija. Tõeline renessansiaja inimene! Oma artiklis olemegi püüdnud kajastada Heinrich Lauu tegevust kõigist neist erinevatest külgedest.

Artikli kirjutamise ajendiks oli soov teha näituse jaoks kogutud materjal kättesaadavaks ka pärast näituse mahavõtmist ning ühtlasi esitada ühes kohas ja ülevaatlikult ka see teave, mis postritele ei mahtunud. Meil oli näitust koostades meeldiv võimalus kasutada esmakordselt Heinrich Lauu isikuarhiivi (aitäh lahke loa eest Els Laulule!) ning oleks olnud patt jätta sealt leitud ainulaadne materjal ainult enda teada. Peale faktide sisaldab raamat rikkalikult asjakohast pildiainet, millest suurem osa on esmakordselt avaldatud. Ajaloolistele fotodele sekundeerivad projektide reprod ning eraldi näituse ja raamatu jaoks tehtud fotod (autor Martin Siplane) tähtsamatest Heinrich Lauluga seotud ehitistest.

Raamatu teine osa koosneb Heinrich Lauu enda kirjutistest, millest suurem osa on avaldatud kogumikus “Meenutusi meie ehitustegevusest ja muustiki”. Et nimetatud teose trükiarv oli üsna väike ja ammu poelettidelt kadunud, tekkiski mõte teha Heinrich Lauu artiklid taas kättesaadavaks. On ju tegemist Eesti ehitusajaloo seisukohalt väga huvipakkuva ainega. Erinevalt eelmisest kogumikust, oleme seekord keskendunud ehitusajaloolist teavet kajastavatele artiklitele, jättes välja mõned Heinrich Lauu üldkultuurilisi tõekspidamisi esitavad kirjutised ja täiendades valikut objektikesksete tekstidega.

Viimases, kolmandas osas on antud sõna Heinrich Lauu endistele kolleegidele. Et minu ja Carli noorusest tulenevalt ei ole meil kunagi olnud võimalust Heinrich Lauu isiklikult tunda, on meie käsitlus erapooletu ja üksnes tõsiasjadele tuginev. Õnneks leidub inimesi, kes oli Heinrich Lauluga lähedalt seotud ning oskavad pajatada sellest, millest kuiv arhiivimaterjal vaikib. Kolmas osa püüab näidata legendaarset suurkuju veidi teise nurga alt – kolleegi, eeskuju, sõbrana. Ehk aitavad Nikolai Alumäe, Vello Otsmaa, Valdek Kulbachi, Allan Sumbaku ja Karl Õigeri muhedad meenutused avada veel üht tahku Heinrich Laulust.

Eesti 20. sajandi ehituspärandi uurimisel on inseneride looming jäänud pahatihti tahaplaanile, ehkki paljude meie tippobjektide puhul on inseneri osa vähemalt sama suur kui arhitektil. Loodan, et esitletav raamat aitab kaasa Eesti insenerikultuuri tähtsustamisele.

Lõpetuseks sooviksin tänada suurepärase koostöö eest TTÜ raamatukogu bibliograafiaosakonda eesotsas Signe Jantsoniga, kelle innu ja tõhusa tegutsemiseta poleks ilmunud raamatut ega avatud näitust.

*Sõnavõtt koguteose “Heinrich Laul 100” esitlusel  
10. septembril 2010 Humala-nimelises auditoriumis TTÜs*

**Eedo Kalle**

## MAJANDUSTEADUSKONNA JUUBELIRAAMAT

Lugupeetud dekaanid, kolleegid, külalised-vilistlased!

28. septembril, seega homme, saab Tallinna Tehnikaülikooli majandusteaduskond 70-aastaseks. See ongi teaduskonna ajalooramatu väljaandmise esmapõhjus. Pealegi ei ole varem majandusteaduskonna keerukat ajalugu pikemalt, kõikehõlmavalt ja järjekindlalt esitatud.

Majandusteaduskonna ajalugu on tõepoolest keerukas ja paratamatusena kulges see ligi pool sajandit võõra võimu tingimustes. Sel ajajärgul tegutses teaduskonnas pikemat või lühemat aega 29 kateedrit ja 3 laborit. Vahetus 6 dekaani. Uuemat (Eesti Vabariigi) ajal on teaduskonnas eksisteerinud 9 instituuti, 31 õppetooli ja 3 keskust. Vahetus 5 dekaani. Majandusteaduskonna on lõpetanud kokku ligikaudu 15 000 inimest. Seejuures on muidugi toimunud väga suured muutused õppe- ja teadustöös. Kõigest sellest püüab raamat anda teatava ülevaate, niipalju kui seda võimaldas saadaolev informatsioon ja kirjutajate oskused ning mälestused. Kirjutatu ei ole ajalooteaduslik käsitlus. Kindlasti saab minna põhjalikumaks, üksikasjalikumaks, täpsemaks. Seega ei ole välistatud teaduskonna ajaloo uuringute jätkumine, laiendamine ja süvendamine. Samuti instituutide ajaloo koostamine.

Teaduskonna ajaloo käsitlus on põhiliselt ruumilis-faktiline, kateedrite, instituutide ja õppetoolide arvestuses. Peale selle üldised osad, mis puudutavad õppe- ja teadustöö arengut. Kuivõrd eri osadel on erinevad autorid, siis võib kirjutatus, eelkõige õppetoolide ajalugudes, esineda ebahühtlust. Kateedrite ajaloo käsitluse mahu ja sisu teatav ebahühtlust on seletatav asjaoluga, et mõne kateedri, nagu tööstusökonomika, infoteaduse, juhtimise ja plaanimise ajalugu on juba varem omaette trükistes pikemalt lahti kirjutatud.

Teaduskonna ajaloo esitamisel on püütud vältida ja vähendada subjektiivseid hinnanguid ning interpretatsioone toimunu kohta, välja arvatud kirevate mälestuskildude peatükk.

Paraku tuleb silmas pidada, et algallikates esineb nii vigu kui ka ebatäpsusi, mis tahes-tahtmata võisid kanduda kirjutatusse.

Majandusteaduskonna ajaloo uurimisega ja koostamisega alustati 2006. aastal dotsent Eedo Kalle algatusel. Tal oli kogemus TPI tööstusökonoomika kateedri ajaloo kokkupanekust (seoses kateedri 50. aastapäevaga 1990. aastal). E. Kalle on pikemat aega kogunud materjale teaduskonnast ning temale pärandus ka majandusteaduskonna kauaaegse dekaani Juhan Toomaspoja arhiiv. Teaduskonna ajaloo kontseptsiooni ja sisu ülesehitust konsulteeriti TTÜ teadusajaloolase Vahur Mägiga, kellele siinkohal suur tänu. Töö käigus koostati õppetoolidele juhis oma ajaloo kirjapanekuks. Kahel korral esines E. Kalle teaduskonna nõukogus ülevaatega ajaloo kirjutamise olukorrast ja probleemidest. Teaduskonna dekaani Üllas Ehrlichi korraldusega 19. novembrist 2009 moodustati ajaloo koostamise ja väljaandmise toimetuse eesotsas peatoimetaja Eedo Kallega ning 6-liikmeline toimetuskolleegium. Kolleegium luges ja analüüsis kriitiliselt valminud peatükke ja kronoloogiat ning tegi märkusi ja ettepanekuid teksti kohendamiseks.

Majandusteaduskonna nõukogude ajastu ajaloo ja raamatu lisade ning kronoloogia põhikoostaja on Eedo Kalle. Kateedrite ajalugu on kontrollitud ja vajadusel täiendanud vastavate kateedrite esindajad.

Uuema ajajärgu (alates 1992. aastast) tegevusvaldkondade – õppetegevus, teadustöö – ja allüksuste – õppetoolid, keskused – ajaloo kirjutasid vastavate valdkondade ning üksuste juhid. Käsitlemist leiavad ka majandusteaduskonna ÜTÜ, üliõpilasnõukogu ja vilistlasnõukogu, klubi Majandusmagister ning meie akadeemikute (Juhan Vaabeli ja Uno Mereste) elulood. Eriline peatükk raamatus on kirevaid mälestuskilde nõukogude ajast, mille pani kokku Eedo Kalle ja see on arvatavasti ka raamatu kõige pikantsem osa.

Tänuõnad kõigile, kes otseselt või kaudselt osalesid majandusteaduskonna ajaloo väljaandmisel: kirjutajatele ja nende töö retsensentidele, toimetuskolleegiumile, tugipersonalile, TTÜ arhiivitalitusele, raamatukogule, muuseumile ja personaliosakonnale ning Eesti Riigiarhiivile. Eriline tänu TTÜ kirjastusele, ilma kelleleta ei kujuta ette selle raamatu ilmumist.

Oleme ette tänulikud märkuste, tähelepanekute ja avastatud ebatäpsustele osutamise eest. Head lugemist!

*Sõnavõtt raamatu “Tallinna Tehnikaülikooli majandusteaduskond 1940–2010” esitlusel 27. septembril 2010 TTÜ majandusteaduskonnas*

## KÄSIRAAMAT INSENERILE JA KOOLIRAAMAT ÜLIÕPILASELE

Tarbevesüsteemide projekteerimine on reguleeritud riiklike normidega. Praegu Eestis kehtivad elanikkonna tarbevee kasutusnormid pärinevad 90ndate aastate algusest.

Viimasel paarikümnel aastal on meil toimunud märkimisväärsed muutused hoonete nii üldises (külm + soe vesi) kui ka sooja vee tarbimises. TTÜ teadlaste vastavad uuringud elanikkonna reaalse veekasutuse kohta Tallinnas Mustamäel (Teet-Andrus Kõiv, Alvar Toode), Lasnamäel (Teet-Andrus Kõiv, Karl Ingerman), Õismäel (Jüri Sääreköno) viitavad tegeliku veetarviduse olulisele erinevusele normidest – nii üld- kui ka sooja vee tegelik tarbimine on ümmarguselt kaks korda normatiivsest väiksem. Veevõrkude hüdraulilise arvutuse olemust tundes võin öelda, et ametlike normide kasutamisel saadakse ligikaudu kaks korda vajalikest suuremad voolukiirused torudes ja neli korda suuremad rõhukaod, asjaolu, mis põhjustab ka veevarustussüsteemide tugevat üledimensioneeritust. Hoone soojaveevõrkudes suurendab nimetatud asjaolu, nagu märgitud juba ka ülalpool, märkimisväärset soojakadu. Seega on ilmne, et hoonete veevõrkude nii ehitusliku kui ka eksploatatsioonilise maksumuse optimaalsuse tagamiseks on suure majandusliku tähtsusega omada reaalsele veetarbimisele vastavaid normatiive. Ametlikult neid aga tänaseni ei ole. Seepärast ongi raamatu autorid põhjalikult uurinud tegelikke sooja vee tarbimismäärasid ja nende ebaühtlust erineva otstarbega hoonetes.

Esimeses peatükis antakse ülevaade välisriikide (Ameerika Ühendriigid, Inglismaa) koolides, büroodes ning korterelamutes aastatel 1991–1998 tehtud soojaveesüsteemide uuringutest eesmärgiga vältida süsteemide üledimensioneerimist. Nimetatud uuringud eristuvad oma massiivsusest (analüüsitud üle kümne tuhande elamu) ja üksikasjalikkusest – analüüsitud on tegelikke veetarbimise määrasid sõltuvalt elamu tüübist (korruselamu, eramud), majapidamise (perekonna) arvukusest, tarbijarühmade vanusest, pere sissetulekust. Ilmneb, et arenenud maades on vee tegelik keskmine tarbimismäär märgatavalt suurem Eesti praegusest määrast.

Teises peatükis kirjeldatakse hoone soojaveesüsteeme ja vee-soojendamise seadmeid, esitatakse nii kohtkiirveesoojendite kui ka kohtmahtveesoojendite näited. Samuti on esitatud tsentraalsed soojavee lahendused nii soojus-sõlmedele kui ka katlamajadele. Otstarbekalt dimensioneeritud soojavee-

võrgud ja õigesti valitud veesoojendamise seadmed võimaldavad mitte ainult rahalist kokkuhoidu nende ehitamisel, vaid vähendavad tunduvalt ka nende haldamise kulusid. Mõistlikult projekteeritud soojaveevõrkudes on võimalik ka soojavee temperatuuri kvaliteetselt reguleerida, mida raamatu autorid samuti edukalt käsitlevad. On analüüsitud soojaveeregulaatorite tööd tsentraalse soojusvarustuse tingimustes ja esitatakse reguleeriventiili valiku näide. Oluline on regulaatoriajami reguleerimiskiiruse määramine ja sellest tulenev järelendus – pole mõtet võtta arvutuste aluseks vooluhulga suurimat hetkväärtust. Edasi opereerivad autorid 15, 30 ja 60 sekundi sooja vee keskmiste vooluhulkadega.

Sooja vee tarbimisrežiimide uurimisel on esitatud elamute ja ühiskondlike hoonete nädalased ebaühtlusgraafikud. Autorid on mõõtesammuks võtnud nädala kui lühima korduva kalendaarse ajavahemiku, mis hõlmab kõiki nädala töö- ja puhkepäevi. Tahaks siinkohal meelde tuletada, et veetehnika klassikalises kursuses määratakse veetarbimise suurim tunni ebaühtlustegur vaadeldava ajaperioodi maksimaalse tarbimisega ööpäeva (mitte nädala) kaudu suhtega

$$k_h = G_h^{\max} / G_h^{\text{kesk}},$$

kus  $G_h^{\max}$  – vaadeldava suurima tarbimisega ööpäeva maksimaalse tarbimisega tunnivoolum,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;

$G_h^{\text{kesk}}$  – sama ööpäeva keskmine tunnivoolum,  $\text{m}^3/\text{h}$ .

Nimetatud määramisviiside lahknevuse tõttu pole raamatus esitatud ebaühtlustegurid võrreldavad allakirjutanu poolt kindlaks määratud või veetehnika mis tahes käsiraamatutes esitatud suurustega, kus viimased kujutavad endast maksimaalseid tunni ebaühtlustegureid, mitte jooksva tunni tegureid. Raamatu autorid on valinud nädalase ajavahemiku, et võimaldada võrrelda tänaseid mõõtmistulemusi 30 aasta taguste sooja vee tarbimisgraafikutega. Peale selle tahaks meenutada, et tunni ebaühtlusteguri määramisel tuleb analüüsitava mõõteperioodi jooksev veetarbimisgraafik teisendada keskendatud tunnivoolumhulkadega tarbimisgraafikuks. Raamatu autorite poolt andmete töötlemiseks kasutatud programm CDL Win võimaldab seda teha operatiivselt.

Kolmandas peatükis esitatakse ülevaade sooja vee tarbimisest korterelamutes, põhjalikult on uuritud sooja vee tarbimist just Mustamäe elamupiirkonnas. Sooja vee tarbimisrežiimi, sealhulgas maksimumtarbimise uurimiseks kasutati impulssveearvesteid koos andmesalvestusseadmetega. On analüüsitud veetarbimise mõõtmist korterite veearvestite alusel. Järeldus – automatiseeritud näitude ülesmärkimise puudumisel kaugeleulatuvaid järeldusi.

dusi elamute külma ja sooja vee tarbimise kohta teha ei saa. Küll aga on korterite veearvestite paigaldamine aidanud kaasa vee säästlikumale kasutamisele. Käsitletud on soojavee arvutuslike vooluhulkade määramist erinevate normdokumentide (Eesti, Rootsi, Soome, Venemaa) järgi ning esitatakse ülevaade sooja vee koormuse arvutusmeetoditest lähtuvalt arvutuslikest vooluhulkadest.

Tegelikust tarbimisest tunduvalt suuremate väärtuste tõttu esitatakse raamatus empiirilised valemid, mis on välja töötatud soojavee tegeliku tarbimise alusel järgmistele hoonerühmadele: korterelamud, haridusasutused (üldhariduslikud koolid, ülikoolid), lasteaiad, bürood, ühiskondlikud hooned, kaubanduskeskused.

Soovitatud empiiriliste valemite alusel saadud arvutusvooluhulgad on ligi kaks korda väiksemad Eesti praeguse veestandardi alusel määratud sooja vee arvutusvooluhulkadest.

Pole kahtlust, seni kuni sooja vee jaotustorustiku dimensioneerimiseks sobiv arvutusmetoodika puudub, võib eelpool nimetatud hoonerühmade soojaveevõrgu jaotustorustiku läbimõõdu määramisel lähtuda autorite välja töötatud empiiriliste valemitega saadud arvutusvooluhulkadest. Meeldiv on tõdeda, et autorid on oma pakutud arvutusvooluhulkade põhjal teinud ka finantsmajandusliku analüüsi.

Kokkuvõtteks, on nii vesi kui ka soojus olulised ressursid, mille säästmine omandab päev-päevalt üha suurema majandusliku tähtsuse, eriti säästva arengu kontseptsiooni valgusel. Sooja vee otstarbekas kasutamine aitab kokku hoida nii hinnalist vett kui ka energiat, mis kulub selle soojendamiseks. Olgu öeldud – selle mahuka uurimistöö tulemused, mis on vormistatud raamatuks, tagavad nimetatud eesmärgi eduka täitmise. Arvutused näitavad, et soojaveetorustike dimensioneerimine töös pakutud arvutusvalemitega arvatud vooluhulkade alusel tagab soojusvõrkude rajamise maksumuse vähenemise veerandi võrra, millele lisandub võrkude eksploatatsioonikulude vähenemine kuni kaheksa protsenti.

Uurimistöö tulemused on oluliseks allikmaterjaliks nii vee- kui ka soojusvõrkude projekteerijatele. Samuti on raamat suurepäraseks õppematerjaliks vee- ja soojustehnika eriala üliõpilastele.

*Ettekanne Teet-Andrus Kõivu ja Alvar Toode raamatu  
“Hoonete soojaveevarustus” esitlusel  
16. detsembril 2010 TTÜ keskkonnatehnika instituudis*

# EESTI INSENERIMÕTTE RADADELT

Arvo Ots

## TEADUSPREEMIA PIKAAJALISE TULEMUSLIKU TEADUS- JA ARENDUSTÖÖ EEST



Sündinud 26. juunil 1931 Pärnus

1950 Tallinna Reaalkool

1955 Tallinna Tehnikaülikool, soojusenergeetika insener

1958 tehnikakandidaat, Tallinna Tehnikaülikool

1962 dotsendi kutse

1968 tehnikadoktor, Eesti Teaduste Akadeemia

1969 professori kutse

1983 Eesti Teaduste Akadeemia akadeemik

1955–1958 Eesti Teaduste Akadeemia Energeetika Instituudi aspirant, noorenteadur; alates 1960. aastast Tallinna Tehnikaülikooli dotsent, vanemteadur,

soojusenergeetika kateedri juhataja ning soojustehnika instituudi direktor, professor, alates 2003. aastast erakorraline emeriitprofessor.

1970 Eesti NSV teaduspreemia

1980 Eesti NSV teaduspreemia

1981 Eesti NSV teeneline teadlane

1983 Eesti Teaduste Akadeemia akadeemik

1996 Soome Tehnikateaduste Akadeemia välisliige

2001 Eesti Teaduste Akadeemia medal

2002 Eesti Vabariigi Valgetähe IV klassi teenetemärk

2003 Tallinna Tehnikaülikooli teenetemedal “Mente et manu”

2005 Eesti Inseneride Liidu aunimetus “Aasta insener 2005”

2005 USA Mehaanikainseneride Assotsiatsiooni (ASME) liige.

Juhendanud 3 kaitstud doktori- ja 18 kandidaadiväitekirja ning 2 PhD väitekirja.

Avaldanud 4 õpikut ülikoolidele (neist 2 koos kaasautoritega), 5 teadusmonograafiat (neist üks koos kaasautoritega), osalenud kahe käsiraamatu koostamisel. Avaldanud üle 350 teadusartikli, omab 18 leiutiste autoritunnistust.

## Noorusaeg ja õpinguaastad

Olen üles kasvanud kooliõpetaja kolmelapselises peres Viljandimaal Oiu külas, kus minu isa oli algkooli juhataja. Kool oli ümbritsetud taludest. Ka kooli juurde kuulus põllu- ja heinamaa ning kõik vajalik põlluharimiseks ja loomapidamiseks.

Minu isa August Ots oli pärit Suure-Jaani lähedalt taluniku perekonnast, tal oli õpetaja kutse (lõpetas Tallinna Õpetajate Seminari), jäi kadunuks Teises maailmasõjas. Ema Eugenie Ots (neiuna Pöder) oli pärit Võrumaalt sepa perekonnast. Enne sõda oli kodune, hiljem töötas lasteaias kasvatajana. Suri 1968. aastal.

Olen vanim laps. Mul on õde Viivu ja vend Agu. Õde on elukutselt õpetaja, vennal on inseneriharidus ja ta on tehnikakandidaat.

Minu abikaasa Uinu (snd Saar) on elukutselt teraviljatehnoloog. Meie peres on kaks last. Tütar Reet on hariduselt raamatupidaja. Tal on kolm last – Sven, Signe ja Marika. Svenil on poeg Kevin ja tütar Lisette. Signel on tütreid Anett-Marii ja Marleen. Poeg Märt on soojusenergeetika insener. Tal on tütreid Birgitta ja Elisabeth.

Minu koolitee saigi alguse Oiu algkoolist ning jätkus Viljandi III ja Viljandi II Keskkoolis. Keskkooli sain Tallinna II Keskkoolis ehk praeguses Reaalkoolis.

Pärast keskkooli omandamist, paremal juhul mõni aeg enne seda, tekib paratamatu küsimus: missugust eriala omandada? Minul selles osas mingeid erialadevahelisi “kõikumisi” ei olnud. Minu eesmärk on olnud saada inseneriks või kui võimend selleni ei ulatu, siis omandada vähemalt tehnika ja masinatega seotud eriala. Sellise veendumuse on mulle andnud minu emapoolne vanaisa Lõuna-Eesti üks tuntuim sepp ja mehaanik, kelle sepapajas olid abiks seitse selli, ja ka minu enda ülisuur huvi masinate vastu. Selle huvi rahuldamiseks olid maal ülihead võimalused. Igas talus peksti vilja, milleks toodi kohale viljapeksumasini ja selle tööks vajalik jõumasini. Juhtus nii, et eri taludes oli rehepeksumasini rihmülekanedega ühendatud kas lokomotiivi, selleks kohandatud sisepelemismootori või traktoriga.

Eriti meeldisid mulle jõumasinad oma keerukate liikuvate mehhanismidega, kuid sugugi vähem tähtis ei olnud mootorite erikõlaline müra. Samuti sai võimalikult üksikasjadeni järele uuritud see, mis on rehepeksumasina sees. Tehnikahuvi suurendasid ka koos isaga veskil käimised. Veskid töötasid diiselmootoritel või tuule jõul. Samuti olin isaga tihti kaasas, kui teda oli kutsutud mõne naabri juurde raadiot korrastama või patareisid vahetama. Mäletan patareidel töötavat elektrimootorit, mille isa mulle tegi, ja telefone, millega sai sidet pidada ühest toast teise. Tihti võttis naabertalumees ka mind



traktoriga põldu kündma või äestama. Samuti mäletan oma vanemate jutustusi inseneridest kui TTÜs õppinud tarkadest tehnikat valdavatest isiksustest.

Selles ei olnud kahtlust, et pärast keskkooli lõpetamist astun edasi õppima TTÜ mehaanikateaduskonda. Valik oli peamiselt masinaehitusliku ja soojustehnilise eriala vahel. Valiku tegemiseks lugesin erialade kohta avaldatud materjale. Suureks abiks oli TTÜd tutvustav kogumik. Lõpliku otsuse kitsamate erialade vahel määras siiski minu suur huvi jõuseadmete vastu. Sooritanud eksamid, võeti mind TTÜ mehaanikateaduskonna üliõpilaseks ja määrati stipendium. Viimane oli mulle eriti tähtis, kuna meie perekonna sissetulek ei oleks mul võimaldanud ilma välise abita toime tulla.

Arvan, et minu teadlaseks kujunemisel on olnud oluline tähtsus mitte ainult kõrgharidusel kui sellisel, vaid ka ülikooli õppejõududel, kes kasvasid minust inseneri. Seetõttu tahan meenutada mälestuskilde oma õpingutest ja õppejõududest, kes ise valdasid oma eriala ülihästi ja olid üliõpilaste suhtes siis ka parajalt nõudlikud.

Tol ajal ei peetud pidulikke õppetöö alguse aktuseid. Meie teaduskonna üliõpilased kutsuti mõni päev pärast õppetöö algust füüsika auditooriumi, kus dekaan Eugen Soonvald rääkis õppetöö korraldusest.

Kõrgema matemaatika ja teoreetilise mehaanika õppejõud olid Arnold Humal, Ants Särev ja Boriss Tiikma. Olgu märgitud, et minu õpingute ajal tehti kõik arvutused arvutuslükatit kasutades ja see oli inseneri üks tähtsamatest kaaslastest, mida tuli kogu aeg kaasas kanda. Tunti normaal mõtu ja lühikest arvutuslükatit. Lühike arvutuslükati oli tavaliselt igal inseneril ja ka tehnikaala üliõpilasel taskus. Ka esimesed matemaatika tunnid olid pühendatud arvutuslükati ehitusele ja kasutusvõtete selgitamisele. Küllaltki oluline oli leida õige komakoht. Arnold Humala juhendamisel valmisid üliõpilastel arvutuslükati kasutustehnika ja arvutuste täpsuse kohta ka mitmed uurimused, mida esitati üliõpilastööde konverentsidel.

Teoreetiline mehaanika ja matemaatika on teineteisega väga tihedalt läbi põimunud teadusharud, mistõttu neid õpetavad sageli ühed ja samad õppejõud. Nii oli ka see TTÜs. Teoreetilise mehaanika ülesannete lahendamine süvendas ja kinnitas kindlasti ka matemaatikavaldkonna teadmisi, seda eriti diferentsiaalvõrrandite koostamisel ja lahendamisel. See oli väga suur abi ja eeldus, et käsitleda soojustehnika valdkonna teoreetilisi küsimusi.

Kujutava geomeetria ja tehnilise joonestamise õppejõud olid Ott Rünk, Hans Taal ja Mai Kaska. Kujutav geomeetria on tehniliste jooniste kujundamise alus, mis võimaldab ruumis paiknevaid objekte kujutada projektsioonidena tasapinnal. Kujutatavat geomeetriat peetakse üliõpilaste hulgas üheks raskemaks, head kujutlusvõimet nõudvaks aineks. Ei ole juhus, et kujutava geomeetria ülesannete lahendamisel oli üliõpilastel sageli kaasas kas suur

kartul või kaalikas. Sellest lõigati välja mõne keerukama kujuga keha või üksteisega liitunud kehad, et saada neist ruumiline ettekujutus edasiseks edastamiseks tasapinnale.

Küllaltki ulatuslik kursus oli füüsika selle juurde kuuluvate laboratoorsete töödega. Füüsikat luges Albrecht Altma, praktikume juhendasid Johannes Meitre ja Heino Oru. Füüsika küllaltki ulatuslik kursus hõlmas vähemalt 60–70% ulatuses osasid, mida õpetatakse mitmetes muudeski ainetes (teoreetiline mehaanika, elektrotehnika, termodünaamika, hüdraulika jt). Kuid siiski – olles eelnevalt kuulunud füüsika kursust, oli muidugi lihtsam erialaaineid omandada.

Matemaatika, teoreetilise mehaanika, kujutava geomeetria ja muude aine-te kõrval on soojustehnikainseneri koolitamisel suure tähtsusega masinate ja mehhanismide teooria, masinaelemendid ja tugevusõpetus. Neid aineid õpetasid vastavalt Heino Lepikson, Erich Riives, Konstantin Ollik ja Otto Roots. Eraldi tahaks mainida Leo Tepaksi kõrgetasemelisi hüdro- ja gaasidünaamika loenguid ning Harri Tibari huvitavaid praktiliste tööde tunde.

Soojustehnikaga seotud aineid ei olnud eriti palju, kuid kursused olid väga mahukad. Vaatamata kitsamatele suunitlustele toetub soojustehnika kolmele alussambale: termodünaamika, soojusülekanne ning hüdro- ja gaasimehaanika. Termodünaamikat ja soojusülekannet õpetasid Jaan Ivand ja Ilmar Mikk. Kõige ulatuslikum ja paljusid semestreid hõlmav aine oli Ilmar Öpiku ainuiskuliselt õpetatud katelseadmete kursus. Katelseadmete kursus koosnes mitmest üksikust ainest, mis lõimusid paljude arvutuste kujul katla projektis väljendunud joonisteks. Ilmar Öpiku soojustehnikaseadmete projekterimisalaseid kogemusi oli kindlasti mõjutanud tema varajasem tegevus tööstuses. Üldse oli õppetöö suund katelseadmete süvaõpe. Põhjus oli ilmselt põlevkivi põletavate elektrijaamade ehitamine ja vastavad väljavaated Eestis.

Muidugi ei jäänud katelseadmete kursusel kõrvale ka põlevkivi põletamise küsimused. Siit sai alguse ka minu suur huvi katelde ja põlevkivi põletustehnika vastu. Katelseade on objekt, kuhu “jooksevad kokku”, põimuvad üksteisega läbi ja integreeruvad mitmed teadusharud, nagu termodünaamika, soojusülekanne, hüdro- ja aerodünaamika, tugevusõpetus, materjaliõpetus, aine-te purustustehnika, gaasipuhastus jmt.

Teine ulatuslikum aine oli Peeter Mureli turbiinmasinate kursus. Veel tahaks meenutada Voldemar Truumäge, kes luges soojustehniliste mõõtmiste ja soojuselektrijaamadega seotud aineid.

Õpitu kinnistumises oli tähtis osa kursusetöödel ja -projektidel. Projekti sisuks oli tavaliselt mõne seadme arvutus koos sellest lähtuvate joonistega. Projekte tuli teha nii üldtehnilistes kui ka eriala käsitlevates ainetes.

Auditoorse õppuse kõrval pean oluliseks ka osalust tööstuspraktikas. Praktikaid oli kolmel korral. Kuna praktika oli küllaltki pikk, kuus kuni kaheksa nädalat, siis toimus see enamasti kahes osas. Eriti tähtsateks praktikakohtadeks peeti põlevkivil töötavaid elektrijaamu. Sellest tulenevalt olid minu praktikapaigad Tallinna, Kohtla-Järve ja Ahtme elektrijaamad. Peale selle viibisin veel praktikal Leningradi ja Riia soojuselektrijaamades. Üks praktikakoht oli ka soojuselektrijaamu projekteeriv asutus Lvivis. Ülikooli-poolse praktikajuhendaja kõrval oli kindlasti ka tehasepoolne nõustaja. Praktika vältel liikusid õpperühmast moodustatud väikesed rühmad pidevalt tööstusettevõtte tsehhide ja osakondade vahel. Praktikasse mahtusid veel mitmete elektrijaamade lühiajalised külastused. Üldiselt praktikantidele töötasu ei makstud.

Praktika ei koosnenud ainult üksikute tööloikude tundmaõppimisest. Igal üliõpilasel tuli täita ka individuaalülesanne. Selleks oli mõne seadme või soojuselektrijaama lülide üksikasjalikum kirjeldus või midagi muud sarnast. Praktika lõppedes tuli koostada ühine praktikaaruanne, lisaks üsna üksikasjalik individuaalülesande aruanne. Hea tava olid iga-aastased sügisesed praktikakonverentsid, kus üliõpilased tutvustasid praktikal omandatud tähelepanekuid ja kogemusi. Praktika andis eelkõige hea visuaalse ettekujutuse soojusjõuseadme elementide mõõtmetest ja mastaapidest – akadeemilise õppetöö käigus seadmeid ju ei näe –, nende omavahelistest sidemetest, reguleerimisest ja paljudest muudest küsimustest.

Teadustööga hakkasin tegelema juba üliõpilasena. Kohtla-Järve ja Ahtme põlevkivielektrijaamades hakkasid ilmnema esimesed tõsised probleemid katelde töös. Need olid jaamad, kus põletati esmakordselt tolmpõlevkivi. Algselt olid katlad mõeldud kivisöe põletamiseks. Katelde käigukogemused näitasid, et need on suutelised töötama projekteeritust palju madalamal koormusel. Siit kasvaski välja vajadus käivitada põlevkivi põletamise uurinud. Nende eestvedaja oli Ilmar Öpik.

Üliõpilaspõlves osalesin ka uurimistöodes. Minu tollane teema oli kiirgussoojusülekanne põlevkivi tolmküttekoldes. Samasuunalised uuringud jätkusid ka pärast ülikooli lõpetamist nii Eesti TA Energeetika Instituudis kui ka TTÜs. Uuriti küsimust, miks ummistuvad katla küttepinnad sageli tuhasadestistega. Osutus, et üks põhjusi oli katla koldest väljuva põlemisgaasi liiga kõrge temperatuur. Tööstuspraktikal tuvastasid Kohtla-Järve soojuselektrijaama mõttmised, et põlevkivikatla koldest väljuva põlemisgaasi temperatuur on projekti kivisöekateldele kehtiva meetodi kohaselt arvatud alustemperatuurist 120–150 °C kõrgem. Põhjuseks osutus katla kolde küttepindade moodustuva tuhakihi termiline takistus. Minu töö eesmärk oligi mõõta katla koldest väljuvat temperatuuri ja, kasutades kiirgussoojusülekanne arvu-

tusmeetodeid, määrata küttepindadel paikneva tuhakihi termiline takistus. Töö tulemused äratasid tähelepanu ning avaldati TTÜ toimetistes.

TTÜs toimusid ka igakevadised Üliõpilaste Teadusliku Ühingu (ÜTÜ) korraldatud üliõpilaste teaduskonverentsid, kus esitati üliõpilaste uurimistöid. On asjakohane märkida, et kuulajaskonnaks ei olnud mitte ainult oma ülikooli üliõpilased ja õppejõud, vaid huvilisi tuli ka tööstusettevõtetest. Olen esinenud mitmel sellisel teaduskonverentsil, mitte ainult oma ülikoolis, vaid ka väljaspool Eestit.

Minu diplomitööks oli aurukatla projekt 600 MW võimsusega põlevkivi-elektrijaamale. Diplomitöö toetus nii mõneski osas üliõpilasaastatel tehtud uuringutele. Kaitsesin diplomitöö 13. juunil 1955. Mulle omistati insener-soojusenergeetiku kutse ja ülikooli kaadriosakonnas anti ilma igasuguse pidulikkuseta kätte diplom kiitusega. Sellega lõppes insenerikutseks valmistumine ja vajalike teadmiste hankimine. Võisin siseneda teadusega seotud tulevikku.

### **Põlevkivi põletustehnikatest**

Aastateni 1920–1925 oli Eestis kütusena esikohal puit, mis kattis enam kui 90% vajadusest, sisseveetav kivisüsi oli kütusetarbes teisel kohal. Esialgu kasutati põlevkivi vedurite küttekoldes, seejärel hakati seda üha rohkem põletama ka tööstuskateldes, hoolimata korstnast väljuvast paksust suitsust. Kasutati peamiselt toleaeegsele standardile vastavat tükkpõlevkivi, tükisuurusega 40 mm ja harilikult põletati seda tavalisel puitkütusele ettenähtud plaanrestil.

Tähtis samm põlevkivienergeetika ajaloos oli Tallinna elektrijaama üleviimine põlevkiviküttele aastal 1924. Kasutusel oli põlevkivi kihtpõletustehnika. Seda aastat võibki lugeda põlevkivienergeetika algusaastaks elektrienergia genereerimise tähenduses. 1933. aastal oli Tallinna elektrijaama võimsus 22 MW. Seejärel ehitati Põhja-Eestisse veel mitu põlevkivi-elektrijaama – Püssi (3,7 MW), Kohtla (3,7 MW), Kunda (2,3 MW), Kiviõli (0,8 MW). Põlevkivi kasutavate elektrijaamade koguvõimsus oli Teise maailmasõja eel 32,5 MW.

Tollastes elektrijaamades põletati peent põlevkivi (tükisuurus kuni 25 mm). Põlevkivi põletamiseks oli välja töötatud õnnestunud konstruktsiooniga töökindlad Krulli-Lomšakovi ja Franz-Krulli tüüpi liikuvlülidega kaldrestid.

Põlevkivi kui lendosarikka kütuse restil põletamise põhiprobleem on tagada nn tahmavaba põletamine. See lahendati edukalt: koldekambrile anti sobiv kuju ja rakendati sellele vastavat õhuande süsteemi.

Põlevkivi kihtpõletustehnika märgatav areng kestis kuni möödunud sajandi kuuekümnendate aastateni. Siis algas põlevkivi tolmpõletustehnika evi-

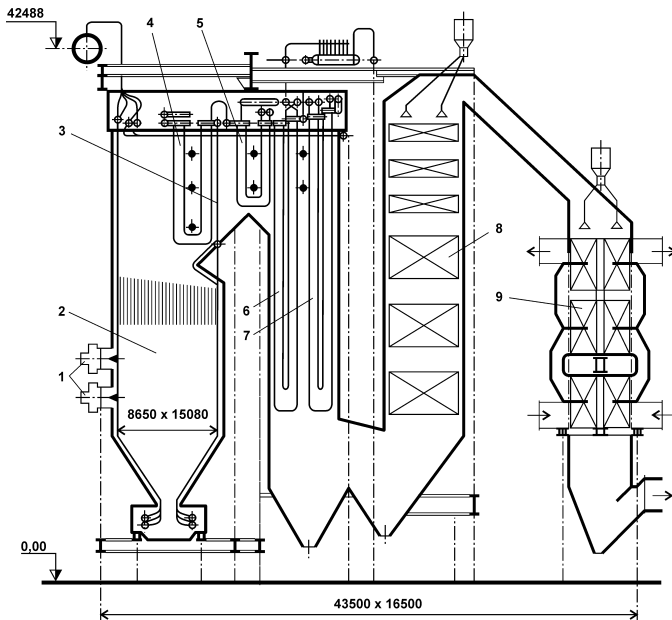
tamine ja kihtkoldes põletamine hakkas järk-järgult tähtsust kaotama. Esimesed katsed põletada tolmustatud põlevkivi tehti juba 1920. aastatel Eesti Raudtee veduritel ja Tallinna elektrijaamas, kuid edutult – katlatorud saastusid ja ummistusid kiiresti.

Esimesed elektrijaamad, kus põletati tolmipõlevkivi, olid Kohtla-Järve elektrijaam (anti käiku 1949, elektrivõimsus 48 MW) ja elektrijaam Ahtmes (käivitati 1951, elektrivõimsus 72,5 MW). Nende katelde käituskogemused näitasid, et need on võimelised töötama vaid projekteeritud märksa madalamal koormusel, sest kiirgus- ja konvektiivküttepinnad saastusid intensiivselt tuhaga ja põhjustasid ökonomaiseri torude kiire korrosioon-abrasiivse kulumise. Nende katelde käitus tõi esmakordselt esile põlevkivi tolmküttekatla küttepinna saastumise, kõrgtemperatuurse korrosiooni, kulumise, tuha-saastest puhastamise ja soojusülekande spetsiifilised probleemid.

Selgus, et kivisöe põletamiseks ettenähtud katlad ei ole suutelised rahuldavalt töötama tolmustatud põlevkivil, sest põlevkivil on üpris omaladne keeruka koostisega mineraalne ja orgaaniline osa. Esilekerkinud probleemide teaduslik-tehniline lahendamine ei olnud elektrijaamadele jõukohane, paratamatult tuli selleks kaasata teadlasi ja luua uusi teadusühendusi. Üheks selliseks uurimistöõde keskuseks kujunes tolleaegne TTÜ soojusenergeetika kateeder ja 1960. aastal loodud tööstusliku soojusenergeetika laboratoorium. Nende alusel moodustati hiljem TTÜ soojustehnika instituut. Teadusuuringute tulemuste järjepidev rakendamine võimaldas järk-järgult tõsta keskrõhukatelde käitusvõimsust, mõista põlevkivikateldes toimuvat ja rajada põlevkivikatelde projekteerimise lähtealused.

Põlevkivienergeetika uue arengujärgu alguseks tuleb lugeda 1959. aasta, mille lõpus anti Balti elektrijaamas käiku põlevkivi esimesed tolmkütteil töötavad kõrgrõhu (rõhk katlas kas 10 MPa või 14 MPa) katelagregaadid. Jaama lõppvõimsuseks kujunes 1624 MW.

Järgnevalt anti 1969. aastal käiku Eesti elektrijaama esimene energiaplokk. Jaama koguvõimsuseks kujunes 1610 MW. Nii Eesti kui ka Balti elektrijaamas asendati ühe 200 MW võimsusega energiaploki tolmküttekatlad 2004. aastal tsirkuleeriva keevkihtkatlaga ning kummagi energiaploki võimsust tõsteti 215 MWni.



Tolmpõlevkivi katel.

1 – põletid, 2 – kolle, 3 – festoon, 4 – koldesirmid, 5 – vahesirmid, 6 – primaarauru ülekuumendi, 7 – sekundaarauru ülekuumendi, 8 – ökonomaiser, 9 – õhu eelsoojendi

### Aspirantuur ja töö energeetika instituudis

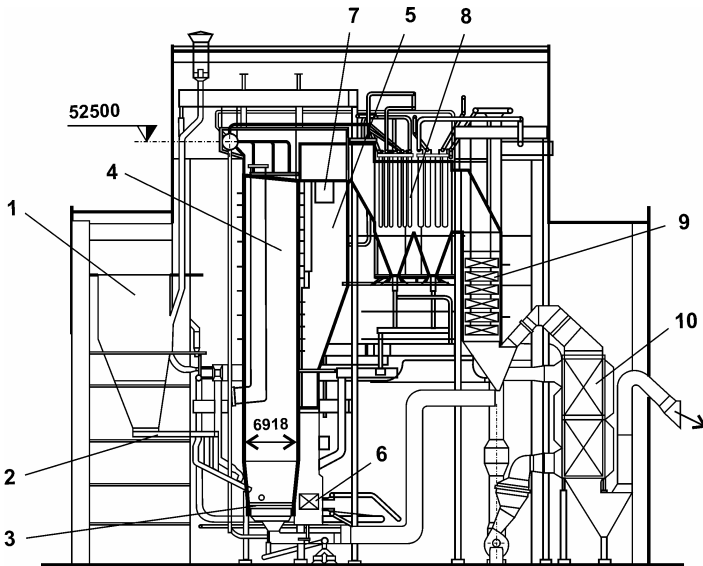
Minu esimene töökoht pärast ülikooli lõpetamist oli nooremteadur Eesti TA Energeetika Instituudis. Ametlikult määras ülikooli lõpetajate suunamiskomisjon mind inseneriks Kiviõli Põlevkivikombinaati, kuid sain sealt ümbersuunamise loa. Nooremteadurina töötasin ainult veidi üle kahe kuu ning pärast eksamite sooritamist võeti mind Energeetika Instituudi aspirandiks. Minu juhendajaks sai Hans Truu ning pärast tema surma 1957. aastal Leningradi Polütehnilise Instituudi professor Nikolai Djoškin. Kandidaadiväitekirja kaitsesin novembris 1958 TTÜs.

Kandidaaditöö teemaks valisin tolmpõlevkivi põlemiskarakteristikute uurimise. See jätkas üliõpilasena käsitletud põlevkivi tolmkütte koldeid käsitlevat temaatikat. Valmis 100 kW soojusvõimsusega tolmpõlevkivi põlemise uurimist võimaldav katseseade. Seade andis hea võimaluse põlevkivi põlemise dünaamika uurimiseks ja protsessi modelleerimiseks. Uurimistöö käigus saadi esmakordselt teada tolmpõlevkivi põlemise üksikute järkude kestused

ja neid mõjutavad tegurid. Selgus, et elektrijaamades põletatav tolmustatud põlevkivi on suhteliselt peenike ja sel on koldes kütuse täielikuks põlemiseks küllaldane varu. Töö tulemused andsid vajaliku lähtekoha põlevkivi jahvatuspeensuse valikuks. Samuti võimaldasid tulemused esmakordselt hinnata põlevkivist termilisel lagunemisel eralduvate lendosade põlemiskineetilisi konstante. Nende täpsemad väärtused selgusid hilisema uurimistöö käigus. Töö hõlmas ka teoreetilise kallakuga osa, mis käsitles polüfraktsioonse koksistunud tolmpõlevkivi difusioonset põlemist.

Rööpselt kandidaaditööga valmis mul ka teoreetiline uurimus püsimahtuliselt põlevate kütuseosakeste liikumise kohta põlemisgaasis. Töö toetus püsimahtuliselt põlevate osakeste massimuutuse matemaatilisele käsitlusele. Uurimus käsitles osakese suhtelise ja hõljumiskiiruse (kiirus, mille omandab osake seisundis, kus on tasakaalus gravitatsiooni- ja aerodünaamiline takistusjõud) arvutusi.

Pärast kandidaaditöö kaitsmist jätkasin tööd Energeetika Instituudis nooremteadurina. Toetudes katseseadmel ja ka selleks otstarbeks ehitatud nn külmal aerodünaamilisel mudelil saadud tulemustele, tegelesin nooremteaduri ajajärgul tolmpõlevkivi leegi stabiliseerimise küsimustega.



Tsirkuleeriva keevkihiga põlevkivikatel.

1 – põlevkivi punker, 2 – kütuse söötja, 3 – rest, 4 – koldekamber, 5 – separatsioonikamber, 6 – keevkiht-soojusvaheti, 7 – separaator, 8 – auru-ülekuumendi, 9 – ökonomaiser, 10 – õhu eelsoojendi

Mind valiti TTÜ soojusenergeetika kateedri dotsendiks tööle asumisega 1. septembrist 1960. Ülikoolis avanes mul võimalus osaleda seal äsja avatud tööstusliku soojusenergeetika uurimislaboratooriumi töös. Valmis doktoritöö “Füüsikalised-keemilised protsessid põlevkivi tolmkütte kolletes”, mis jätkas otseselt kandidaadiväitekirja. Kui kandidaadiväitekirja käsitles ainult tolmipõlevkivi põlemisprotsessi uurimist, siis doktoriväitekirja oli palju suurema ulatusega, hõlmates põlemise laiahaardelisemat käsitlust, samuti põlevkivi mineraalosa käitumist põlemisel, kolde ekraanküttepindade tuhasadestistega kattumise mehhanismi ja dünaamikat ning kiirgussoojusülekannet koldes. Doktoriväitekirja kaitsesin Eesti Teaduste Akadeemias 1968. aastal.

\* \* \*

Järgnevalt esitan minu poolt uuritud põlevkivi põletustehnika probleemide loetelu ning nende uurimise mõningad refereeringud. Uuringute tulemused on avaldatud neljas allesitatud monograafias. Nendes on viited kirjastatud töödele ja minu kaastöötajatele. See väldib avaldatud artiklite pika nimekirja esitamist kirjutise lõpus. Olen ülimalt tänulik oma kaastöötajatele, kes osalesid uurimistöodes ja andsid sellest tulenevalt suure panuse põlevkivi-energeetika arengusse.

Ots A. A. (1977). Процессы в парогенераторах при сжигании сланцев и Канско-Ачинских углей. Энергия. Москва, 1977, 312 с.

Ots A. A. (1987). Коррозия и износ поверхностей нагрева котлов. Энергоатомиздат, Москва, 272 с.

Ots, A. (2004). Põlevkivi põletustehnika. Tallinn, 768 lk.

Ots, A. (2006). Oil shale fuel combustion. Tallinn, 833 p.

### **Põlevkivi omadused**

Põlevkivi kuulub sapropeelkütuste liiki. Põlevkivi tekke lähteaineks on olnud ainuraksed organismid, vees elanud vetikad ja teised sarnased organismid. Olemuselt on Eesti põlevkivi (edaspidi kasutan mõistet *põlevkivi*, lähtudes ainuüksi Eesti põlevkivi omadustest) karbonaatse ja terrigeense koostisega orgaanilist ainet ehk kerogeeni sisaldav settekivim. Seetõttu erineb põlevkivi kui kütuse koostis laialt kasutatavast kivisöest, mis on huumuskütus. Põlevkivi orgaaniline osa sisaldab peale põhikomponendi süsiniku veel hulgaliselt vesinikku ja hapnikku. Põlevkivis napib lämmastikku, kuid selle eripära on kloor orgaanilises aines.

Kuni 1950. aastateni oli põlevkivi omadusi uuritud, lähtudes tähtsusest õli- ja gaasitootmise toormena. Põlevkivi kui energeetilise kütuse omaduste üksikasjalikumaid uuringuid alustati TTÜ soojusenergeetika kateedris mõõdnud sajandi viiekümnendate aastate lõpul.



Põlevkivi kui kütus on väga suure mineraalosa sisaldusega, mis väljendub põlemisel moodustuva tuha ning karbonaatmineraalide lagunemisel eralduva süsihappegaasi suures hulgas. Lähtuvalt põlemis- ja muudest protsessidest katelseadmes, on põlevkivi sobilik vaadelda kui ainet, millel on kolm komponenti – orgaaniline (kerogeen), terriogeenne ja karbonaatne. Igal sellisel koostisosal on ligilähedaselt püsiv koostis, kuid tarbija kasutatavas põlevkivis võib mainitud komponentide suhe olla erinev. Lisaks nendele kolmele komponendile sisaldab põlevkivi ka niiskust. Elektriyaamades põletatava põlevkivi tarbimisaine alumine kütteväärtus jääb tavaliselt vahemikku 8,3–8,6 MJ/kg.

Kütuse koostise arvutus tugineb sageli laboratoorse tuha hulga, millele põlevkivi puhul lisandub karbonaatne süsihappegaas. Kuid põlevkivi puhul ei võrdu laboratoorse tuha ja karbonaatse süsihappegaasi summa tuhastamisprotsessis toimuvate muudatuste tõttu mineraalosa kogusega, mistõttu ei ole täpne ka selle summa kaudu määratud põlevaine sisaldus põlevkivis. Hälbe põhjus peitub selles, et kütuse proovi tuhastamisel moodustuv lubi ühineb keemiliselt väävli ja hapnikuga ning sulfiidse väävli põlemisel tekib rauaoksiid. Hälbe suurus sõltub nimetatud reaktsioonide ulatusest ning selle kindlakstegemiseks uuriti üksikasjalikult suure hulga põlevkiviproovide laboratoorset tuhastusprotsessi põlevkivi koostise ja kütteväärtuse laias vahemikus. Tuletati lähtuvalt tehnilise analüüsi andmetest valemid põlevkivi koostise ja põlemissaaduste koguste määramiseks.

### **Kütteväärtus**

Kütuse kütteväärtuse määramisel eraldub valdav osa soojust orgaanilise aine põlemisest, kuid põlevkivi korral mõjutavad seda märgatavalt ka mineraalosas põlemisprotsessi jooksul toimuvad endo- ja eksotermilised reaktsioonid. Põlevkivi põlemisel mineraalosas toimuvate nähtuste tagajärjel eralduvat soojust mõjutavad enim mineraalne hulk põlevkivis ja põlemistingimused ehk põlevkivi põletustehnika.

Kütuse põlemisel eralduva soojushulga tuvastamise lähtealus on enamasti selle kindlates tingimustes eksperimentaalselt määratud väärtus, milleks sagedamini on kütuseproovi pommkalorimeetris põlemisel vabanev soojushulk ehk kütteväärtus pommkalorimeetris. Sellisel moel saadud kütteväärtus ei võrdu põlevkivi põlemisel koldes vabaneva soojushulgaga. Põhjus on põlemisprotsesside erinevuses pommkalorimeetris ja reaalses koldes. Seetõttu on vaja teada, mille tõttu, millises ulatuses ja milliste mõjuritega on määratud pommkalorimeetris vabaneva soojushulga erinevus koldes põlevkivi põlemisel eralduvast soojushulgast. Neid olemuslikke põhjuseid, millega kaasnevad

soojusefektid, on mitu: püriitse väävli põlemine, karbonaatmineraalide termiline lagunemine, kaltsiumoksiidi sulfatiseerumine, uusmineraalide teke (uusmineraalid on keemilised ühendid, mis moodustuvad algineraalidest kütuse põlemisel) jt. Eksperimentaalselt uuriti põlevkivi proovi pommkalorimeetris põlemise üksikuid soojusefekte. Tulemus näitas, et nende algebraline summa moodustab 4–6% põlevkivi kütteväärtusest pommkalorimeetris. Tuletati arvutusvalemid soojusefektide arutamiseks, lähtuvalt põlevkivi tehnilisest koostisest.

Uuriti samuti põlevkivi mineraalosaga seotud soojuse eraldumist tööstuskatla kolletes. Olenevalt põlevkivi põletustehnikast võib selline soojushulk ulatuda kuni 6%-ni põlemisel vabanevast soojushulgast koldes.

### **Põlevkivi ja tuha granulomeetria**

Kütuse põletamisel on oluline teada lähtekütuse ja moodustuva tuha granulomeetrilist koostist. Samuti on tähtis kütuse granulomeetrilise koostise ajaline muutus põlemisprotsessi käigus. Uuringute alus on olnud põlevkivi erinevad proovid kaevandustest, purustitest ja veskitest. Põlevkivi tolmuosakeste separatsiooni on uuritud nimelt selleks otstarbeks ehitatud multiotstarbelisel laboratoorsel põlevkivi peenendus- ja jahvatusseadmel.

Uuringud on näidanud, et peenendatud põlevkivi ja selle põlemisel moodustuva tuha granulomeetrilist koostist saab hästi kirjeldada Kolmogorovi logaritmnormaaljaotusseaduse kaudu. Seejuures enim kasutatakse massjao- tust (sõelale jäänud või sõela läbinud osakeste osamass) väljendavaid seoseid osakeste läbimõõdust. Kindla fraktsioonkoostisega süsteemi iseloomustab kaks konstanti – osakeste mediaanmõõde ja ühtlusnäitaja. Mediaanmõõde, mida sageli rakendatakse ka süsteemi kui terviku kohta, jagab selle kaheks võrdseks osaks: ühes pooles on mediaanmõõtmest suuremad osakesed, teises väiksemad.

Nagu peenendatud põlevkivi tervikuna, nii alluvad ka selle üksikud komponendid hästi logaritmnormaaljaotusseadusele. Põlevkivi karbonaatos on ülekaalus jämedamates fraktsioonides, liiv-saviosa kontsentreerub aga peenimasesse osakesesse, orgaanilise osa peenenduskarakteristik on nende vahepeal.

Teekonnal alates maardlas lademest eraldumisest kuni katlasse minekuni teeb põlevkivi granulomeetiline koostis läbi mitmed muutused: tootmis- protsessist kaevandamisel (kihtide lõhenemine, purustamine, sortimine, rikas- tamine) ja ettevalmistusel põletamiseks (purustamine, jahvatamine). On ise- loomulik, et põlevkivi granulomeetrilist koostist iseloomustav ühtlusnäitaja sellisel teekonnal suureneb.

Samuti saab logaritm-normaaljaotusseaduse kaudu hästi väljendada nii põlevkivi põlemisel moodustuva tuha granulomeetria kui ka üksikutes katlakäikudes ja tuhapüüdurites väljasadestunud tuha osa karakteristikuid.

## Põlemine

Klassikalises tähenduses piirdub põlemise käsitlus kütuse orgaanilise aine hapnikuga ühinemisreaktsioonide käsitlusega. Olemuselt on kütuse põlemine ajas kulgev dünaamiline protsess. Oluline on kütuse põlemiskiirus ja -kestus. Põlevkivi põlemistehniline omapära on erakordselt lendosarikas orgaaniline aine (lendosa sisaldus 85–90%) ja lendaine eraldumisel moodustuv tuharikas koks (põlevaine tihedus koksistunud osakeses on 0,08–0,12 g/cm<sup>3</sup>). Põlevkivist eralduva lendosa põlemise kineetikat on uuritud selleks ehitatud katseseadmel, mis võimaldab isothermsetes tingimustes ja erineva hapniku kontsentratsiooni juures määrata lendosa põlemise kestuse ning lendosa põlemise kineetilised konstandid. Samuti on lendosa põlemist uuritud tööstuskatelde kolletes ja suuremastaapsetel katseseadmetel.

Lendosal on oluline koht kütuse süttimisel ja põlemise stabiliseerimisel. Kütuse osakese termilise lagunemise kulg oleneb osakese kuumenemiskiirusest, mis omakorda sõltub osakese mõõtmetest. Väikesed osakesed (100–200 µm) kuunenevad kiiresti. Seetõttu küllastub eralduv lendaine keskkonna osakese ümber ja seguneb intensiivselt osakest ümbritseva hapnikuga. Moodustuv segu süttib ja põleb vastavalt põlemiskineetika seadustele, olenedes seejuures temperatuurist ja hapniku osarõhust. Suuremad osakesed käituvad väikestest erinevalt: kuunenevad aeglasemalt ning ka termiline lagunemine on aeglasem, mistõttu süttimine ja põlemine toimub osakest ümbritsevas piirkihis. Põlemiskiiruse määrab sellisel juhul orgaanilise osa lagunemisintensiivsus. Erinevate mõõtmetega osakeste süsteemis kattuvad lendosa ja koksi põlemine teatud aja vältel. See tuleneb osakese mõõtmete mõjust kuumenemiskiirusele ja lendosa eraldumise intensiivsusele. Vaatamata põlevkivi lendosarikkusele, ei kulu lendosa põlemisele tolmpõlevkivi leegis rohkem kui 15–20 % kütuse põlemise koguajast.

Suure tuhasuse tõttu on põlevkivi koksi põlemise eripära koksiosakeste püsimahuline põlemine: osakese maht põlemisprotsessi jooksul ei muutu. Ülitugevat mõju koksistunud osakese põlemisrežiimile avaldavad temperatuur ja osakese mõõtmed. Koksistunud põlevkivi põlemist erinevates temperatuuripiirkondades püsival temperatuuril ja hapniku osarõhul on uuritud selleks otstarbeks ehitatud laboratoorsel katseseadmel.

Põlevkivi koksi põlemisel kineetilises (madaltemperatuurises) põlemispiirkonnas jaguneb põlevaine tihedus üle kogu osakese ühtlaselt. Osakese-

sisese hapniku kontsentratsiooni gradient puudub ja hapnikule on avatud vaba juurdepääs suvalisse punkti osakese sisemuses. Põlemine allub kineetika võrrandile, kusjuures tuleb arvestada osakese poorsuse ajalist muutust, mis on omakorda funktsioon põlevaine hetketihedusest osakeses. Mahtpõlemiskiirus ei sõltu osakese mõõtmetest, kuid aeglustub põlemise käigus osakese pooride suuruse muutuse tõttu.

Põlemisel sisemises difusioonses (kõrgtemperatuurises) põlemispiirkonnas moodustub osakese sisemusse tuhakooriguga ümbritsetud põlevaine algtihedusega südamik. Põlemiskiiruse määravad tuhakoorigu difusioonitakistus ja takistus hapniku voolusele keskkonnast osakese välispinnale. Põlemisel moodustuva osakest ümbritseva tuhakoorigu difusioonitakistus sõltub põlevaine algtihedusest osakeses.

Komplitseeritumaks osutub juhtum, kus põlemist mõjutavad nii reaktsiooni kineetika kui ka osakesesisene hapnikudifusioon. Sellisel juhul kujuneb välja ajas muutuv osakesesisene hapniku kontsentratsiooniväli ja põlevaine jaotus. Protsessi saab kirjeldada diferentsiaalvõrrandite süsteemina ning lahendada numbriliselt.

Kuna katla koldesse suunatav kütus kujutab polüfraktsioonset süsteemi, siis põlevad erimõõtmelised kütuseosakesed erinevates põlemispiirkondades. Osakeste eri põlemispiirkondadesse jagunemise määrab osakeste jaotuseadus. Lähtuvalt üksikosakese põlemise seaduspärasusest ja jaotuseadusest on arvutuslikult määratud koksistunud osakestest koosneva süsteemi põlemise ajafunktsioon. Sama meetodika võimaldab uurida ka põlemist mõjutavate parameetrite, nagu temperatuur, liigõhutegur, osakeste granulomeetiline jaotus jm mõju polüfraktsioonse osakeste süsteemi põlemiskiirusele ja -kestusele.

### **Mineraalosa käitumine põlemisel**

Nüüdisaegne põlemise käsitlus katlatehnikas ei piirdu üksnes kütuse orgaanilise osa hapnikuga ühinemisega, vaid hõlmab ka selle mineraalosas toimuvad protsessid, kuna just nendest saavad alguse paljud katlas esinevad nähtused, nagu küttepindade kattumine tuhasadestisega ja selle mõju soojusülekandele, katlametalli kõrgtemperatuurne korrosioon ning kulumine jm. Mineraalidega toimuvad ajas kulgevad protsessid samaaegselt orgaanilise osa põlemisega. Nende protsesside lõpptulemusel moodustub antud välistingimustele vastav suhteliselt stabiilsete omadustega tuhk, mis koos põlemisgaasiga läbib kolde järel paiknevad küttepinnad.

Kütuse mineraalosas toimuvate protsesside kiirus ja ulatus sõltub mitmest parameetrist ja tegurist, millest olulisemad on temperatuur, keskkonna koos-

tis (hapniku, vääveldioksiidi jm ühendite osarõhk, mittetäielikult põlenud gaasiliste komponentide olemasolu jne), tuhaosakeste granulomeetiline jaotus ning omavahelise kontakti tõenäosus, aeg jm. Tähtsaim nendest on seejuures temperatuur, mis sõltub paljuski kütuse põletustehnoloogiast (tolmpõletus, keevkihtpõletus jm).

Põlevkivis leiduvate mineraalide käitumist põlemisel ja protsessi dünaamikat on uuritud selleks otstarbeks ehitatud suuremastaapses 2 MW soojusvõimsusega katsekoldes. Seade paiknes Kohtla-Järve elektrijaamas ja oli gaasipoolses osa ühendatud tööstuskatlagaga. Sellel seadmel uuriti peamiselt karbonaatmineraalide, väävli ja leelismetallidega toimuvaid muundusi põlevkivi põlemise käigus, samuti kolde ekraanpindade saastumise dünaamikat.

Uurimise käigus tuvastati põlevkivis sisalduvate karbonaatmineraalide termilise lagunemise, vaba lubja ja uusmineraalide moodustumise ajaline kulg erinevate režiimiparameetrite korral. Üks aktiivsemaid tuhakomponentidest põlevkivi katla küttepinna saastumise (peamiselt sulfaatiderikka sadestise) seisukohalt on põlemise käigus moodustuv kaltsiumoksiid, mis esineb tuhas kas vabal kujul või seotuna uusmineraalidega. Teatud osa karbonaatmineraale võib aga jääda hoopiski lagunemata. Vaba ja seotud kaltsiumoksiidi suhe sõltub kõige rohkem temperatuurist koldes, mis on aga suurel määral seotud põlevkivi põletustehnikaga. Põlevkivi tolmpõletusel (kõrgeim temperatuur kuni 1450 °C, teatud juhul veelgi kõrgem), on ülekaalus uusmineraalidega seotud lubi. Põlevkivi madalatemperatuurisel põlemisel keevkihtkoldes (kõrgeim temperatuur 850 °C) jääb aga enamik kaltsiumoksiidi vabasse vormi või almineraalidesse. Kaltsiumoksiidi aktiivsus siduda põlemisgaasi vääveldioksiidiga sõltub lubja esinemisvormist tuhas. Vaba lubja aktiivsus on seejuures kõige suurem.

Vaba lubi võib karbonaatmineraalidest moodustuda vaid siis, kui süsihappegaasi osarõhk põlemisgaasis ei ületa kaltsiumkarbonaadi dissotsiatsiooni tasakaalarõhku. See tingimus täidetakse põlevkivi põletamisel atmosfääri rõhul. Põlevkivi ülerõhul põletamisel (rõhk koldes > 1,2 MPa) karbonaatmineraalid ei dissotsieeru ja kaltsiumoksiid jääb sinna seotud kujul. Süsihappegaasi väljatõrjumine karbonaatmineraalidest on võimalik ka kaltsiumoksiidi ühinemisreaktsioonide kaudu, näiteks ühinemisel vääveldioksiidiga. Põlevkivi ülerõhul esinevate probleemide uurimiseks on TTÜ soojustehnika instituudil vastav katseseade.

Katla küttepinna (eriti koldekraani) saastumisele avaldab suurt mõju põlevkivi põlemisel esinev markasiitse väävli põlemisdünaamika. Uurimistulemused näitasid, et markasiitse väävli oksüdeerumine toimub märgatavalt aeglasemalt kui orgaanilise süsiniku põlemine. See loob head tingimused madala sulamistemperatuuriga rauaühendite kandumiseks kolde ekraanpinna

ja rauarikka sadestise moodustumiseks. Põlemistemperatuuri kõrval avaldab markasiitse väävli põlemiskiirusele eriti suurt mõju ka hapniku osarõhk põlemisgaasis ehk põlemisprotsessi liigrõhutegur. Hapniku madal kontsentratsioon aitab kaasa madala sulamistemperatuuriga mittetäielikult oksüdeerunud rauaühendite tekkele, soodustades rauarikka tuhasadestise moodustumist küttepinnale.

Põlevkivi kui leelismetallide-, peamiselt kaaliumirikka kütuse põletamisel on oluline nende ühendite lendumine põlemise käigus. Leelismetallide aurud on keemiliselt väga aktiivsed ning moodustavad koldes küttepinnale kergesti kondenseeruvaid ühendeid, mis intensiivistavad saastumist ja kiirendavad küttepinna torude kõrgtemperatuurset korrosiooni. Uurimistöö käigus määrati leelismetallide, peamiselt kaaliumi lenduvuse dünaamika põlevkivi liiv-savi-osa mineraalidest. Hapniku kontsentratsiooni alanemine suurendab leelismetallide lenduvuse intensiivsust ja nende aurude osarõhku põlemisgaasis. Viimane tõstab leelismetalli aurude kastepunkti.

### **Õhukeskkonda saastavate ühendite teke**

Õhku saastavate ühendite teke ja emissioon on tugevalt seotud kütuse omaduste ja põlemise režiimiga. Põlevkivi põletamisel saastavad õhukeskkonda kõige rohkem vääveldioksiid, lämmastikoksiidid ja tahked heitmed. Õhukeskkonda paisatavatest kasvuhoonegaasidest on tähtsaim süsinikdioksiid. Gaasiheitmete kontsentratsioon põlevkivi põlemisgaasis sõltub suuresti põletustehnikast. Sellest seisukohast on põlevkivi põletustehnika tsirkuleerivas keevkihis märgatavalt efektiivsem kui tolmpõletustehnika. Õhku saastavate ühendite tekke seisukohalt on põlevkivi omapära suhteliselt väike lämmastiku hulk orgaanilises aines, märkimisväärne orgaanilise ja markasiitse väävli sisaldus, moolsuhte Ca/S suur väärtus, orgaanilise kloori olemasolu ja karbonaatmineraalide ohtus.

Õhukeskkonda saastavate ühendite teket põlevkivi põletamisel on uuritud mitmel selleks ehitatud laboratoorsel seadmel, samuti elektrijaamade katelidel.

Vääveldioksiidi emissioon põlevkivi põlemisel on otseselt seotud kaltsiumoksiidi käitumisega. Kaltsiumi ja väävli moolsuhe Ca/S põlevkivis on suur (8–10), mis peaks tagama madala vääveldioksiidi kontsentratsiooni põlemisgaasis. Põlevkivi põlemisel koldes jääb osa karbonaatmineraalide kaltsiumoksiidist algsesse kujusse, osa läheb vabasse vormi ja osa ühineb liiv-savi-osa mineraalidega. Väävli aktiivselt siduv komponent on vaba lubi, teatud määral ka karbonaatmineraalid ise. Uusmineraalide väävli sidumisvõime on madal. Aktiivse kaltsiumoksiidi hulk tuhas sõltub põlevkivi põle-

tustehnikast. Põlevkivi kõrgtemperatuurisel tolm põletamisel on aktiivse lubja osatähtsus suure uusmineraalide koguse tõttu väike, tuhk seob 70–85% väävlit ning katlast väljumisel on põlemisgaasis vääveldioksiidi hulgal, mis ületab lubatu. Põlevkivi madaltemperatuurisel keevkihtpõletusel moodustub uusmineraale vähesel hulgal ning väävli sidumisaste tuhaga on väga kõrge.

Lämmastikoksiidid tekivad kütuse põlemisprotsessis õhu ja kütuse lämmastikust. Põhiosa lämmastikoksiide tekib põlevkivi põletamisel kütuse lämmastikust. Võrreldes paljude muude kütustega, põlevkivi põlemisgaasis ei ole lämmastikoksiidide kontsentratsioon kõrge. Siiski ületab lämmastikoksiidide emissioon kõrgtemperatuurisel tolm põletusel mõningal määral lubatud väärtuse, kuid keevkihis põletusel jääb lubatust väiksemaks. Lämmastikoksiidide hulka põlemisgaasis on põlevkivi põlemise algfaasis võimalik mõjutada hapniku kontsentratsiooni kaudu.

Nagu öeldud, sisaldab põlevkivi orgaaniline aine ka kloori, millest kütuse termilisel lagunemisel tekib kloorvesinik. Osa kloorvesinikku seotakse katla gaasikäikudes tuhaga, kuid teatud hulk paisatakse koos põlemisgaasiga õhu-atmosfääri.

Kütuse põlemisel tekkivad olulisemad kasvuhoonegaasid on süsinikdioksiid ja dilämmastikoksiid. Põlevkivi põletamisel moodustub süsinikdioksiid orgaanilisest süsinikust ja karbonaatmineraalide süsihappegaasist nende termilisel lagunemisel. Karbonaatmineraalidest tuleva süsihappegaasi hulk on aga karbonaatmineraalide koguhulgast põlevkivis ja nende lagunemise ulatusest koldes. Karbonaatmineraalid lagunevad põlevkivi tolm põletusel peaaegu täielikult, keevkihtpõletuse korral jääb karbonaatide lagunemisaste vahemikku 0,65–0,80. Sõltumata põletustehnikast, dilämmastikoksiid põlevkivi põlemisgaasis praktiliselt puudub.

### **Katla küttepindade saastumine**

Aurukatla küttepinna saastumine ehk kattumine tuhasadestisega on füüsikalise-keemiliste protsesside kombinatsioon. Saastumise uurimine taotleb kahte eesmärki: protsessi olemuse selgitamine ehk mehhanism ja katla küttepindadele ladestunud saastekihi mõju soojusülekandele. Põlevkivikatelde küttepindade saastumine on sageli olnud energiaploki võimsust piirav tegur. Seetõttu on põlevkivi katla küttepindadele moodustuva tuhasadestise tekke uurimine olnud TTÜ soojustehnika instituudi üks tähtsamaid uurimissuundi. Uuringuid on tehtud paljudel põlevkivikateldel, kasutades kas otseseid mõõtmisi või selleks otstarbeks konstrueeritud mõttestadmeid. Samal eesmärgil on mitmele katlale paigaldatud lisagaasikäike või ainult uurimistöödeks ettenähtud erikonstruktsioonilisi küttepindu ja -seadmeid. Pikaajalise

uurimistöö tulemused on selgitanud eri tüüpi sadestiste tekkemehhanismid ning esitanud nende matemaatilised kirjeldused. Need tulemid võimaldavad määrata saastumist mõjutavate tegurite mõju tuhasadestise kasvu kiirusele ning on aluseks katelde küttepindade kujundamisele ja paigutusele.

Saastumise olemus seisneb selles, et gaasikeskkonnast kanduvad tuhaosakesed katla küttepinnale, peale selle kondenseeruvad aurufaasis olevad komponendid. Tuhasadestiste tekkeprotsessi mõjutavad märgatavalt tuhaosakeste teraline jaotus, põlemisgaasi kiirus ja koostis, sealhulgas vääveldioksiidi ja hapniku osarõhk gaasis. Kuna põlemisgaasi temperatuur, aga ka kiirus ja muud parameetrid piki katla gaaskäiku ei ole püsivad, siis ei ole ka küttepinna saastumistingimused gaasikäigu ulatuses ühed ja samad. On osutunud otstarbekaks jagada tuhasadestised põlevkivikatlas kolme rühma: puistesadestis, seotud sadestis ja seotud-šlakksadestis.

Põlevkivikatla küttepinnale moodustuva tuhasadestise koostis erineb enamasti märgatavalt küttepinda uhtuva tuha koostisest. Põhjus on see, et tuhaosakesed sadestuvad torudele valikuliselt, tekkinud sadestise kihis kulgevad põlemisgaasi mõjul keemilised reaktsioonid ning toimub osakesete omavaheline paakumine. Seetõttu kattub küttepind olenevalt tingimustest sadestistega, mis erinevad struktuurilt, keemilis-mineraloogiliselt koostiselt, tugevusest ja soojusfüüsikalistelt omadustelt.

Puistesadestises seovad tuhaosakesi omavahel molekulidevahelised mehaanilised jõud. Seda tüüpi sadestis stabiliseerub teatud aja möödudes. Puistesadestisi võib kohata põlevkivikatla konvektiivküttepinna torudel piirkonnas, kus põlemisgaasi temperatuur ei ületa 400–500 °C.

Seotud tuhasadestise tekkemehhanism on keerukam. Olulised on keemilised reaktsioonid sadestises endas, tähtis on ka keemiline side sadestise ja küttepinna metalli vahel. Põlevkivi kui kaltsiumi-, kaaliumi- ja väävlirikka kütuse põletamisel moodustub peamiselt sulfaatselt seotud sadestis. Selle tekke algpõhjus on toru pinnale kandunud kaltsiumoksiidi sisaldavate osakeste reageerimine põlemisgaasi vääveldioksiidi ja hapnikuga ning gaasifaasis kaaliumsulfaadi otsene kondenseerumine küttepinnale. Kuid kaltsiumsulfaat ei teki mitte ainult vabast lubjast, vaid sulfatiseeruda võivad ka kaltsiumoksiidi alusel koldes tekkinud uusmineraalid.

Seotud-šlakksadestis tekib siis, kui pinnale kanduvad üheaegselt osakesed nii tahkes faasis kui ka pehmenenud ja sulas olekus. Sadestises toimivad kihti tugevdavad osakeste ja gaasilise keskkonna vahelised reaktsioonid. Seotud-šlakksadestis moodustub konvektiivküttepinnale põlemisgaasi kõrge temperatuuriga alas ning on tüüpiline kolde ekraanpindel leegi väga intensiivse kiirgusega kohtades. Seotud-šlakksadestise tunnus on harilikult suurendatud rauasisaldus.



Seotud ja seotud-šlakksadestise teket mõjutavad nii mehaanilised kui ka keemilised protsessid. Erinevalt stabiliseeruvast puistesadestisest ei peatu seotud ja seotud-šlakksadestise kasv ajas, vaid jätkub tõkestamatult.

### **Küttepinna tuhasadestistest puhastamine**

Enamik põlevkivikatla küttepinna töötab olukorras, kus tuhasadestis kasvab lakkamatult. Et tõkestada sadestise kasvu ja stabiliseerida soojusülekanne, tuleb põlevkivikatel seadistada puhastussüsteemidega. Tuntakse mitmeid erinevatel põhimõtetel töötavaid süsteeme. Neid kõiki iseloomustab kindla perioodiga tsükliline tegevus. Igas sellises tsüklis mõjub sadestise kihile seda eemaldav jõud. Kuid puhastustsüklis esinev jõud ei eemalda mitte ainult sadestist, vaid võib küttepinna metalli tsükliliselt kahjustada. Põhieesmärk on võimalikult täielik tuhasadestise eemaldamine, mõjutades seejuures võimalikult vähe küttepinna metalli seisundit. TTÜ soojustehnika instituudis on üksikasjalikult uuritud puhastustsüklis nii sadestise kihile kui ka küttepinna metallile mõjuvaid jõude erinevate puhastussüsteemide rakendamisel. Samuti on välja töötatud ja juurutatud mitmed uued katla küttepinna puhastusmeetodid.

Põlevkivikatla küttepinna puhastamiseks on kasutusel mitmed erinevad süsteemid. Levinumad on vesipuhastus, aurpuhastus, torude kõrgsageduslik vibreerimine, madal-sageduslik raputamine, löökpuhastus ja omavahel kombineeritud süsteemid. Puhastusjõust ja selle rakendamise sagedusest sõltub oluliselt katla küttepinna saastumise dünaamika, soojusvastuvõtt ning küttepinna metalli tööga.

### **Soojusülekanne**

Soojusülekanne põlemisgaasilt kuumutatavale keskkonnale katla koldes ja konvektiiv-küttepinna pinnal sõltub katva tuhasadestise soojusfüüsikalistest omadustest. Tuhasadestis pidurdab soojusülekanne. Küttepinna katva tuhasadestise mõju soojusülekannele väljendub sadestisekihi termilise takistuse ja sadestise välispinna kiirgusomaduste kaudu. Soojusülekanne põlevkivi kateldes on ulatuslikult uuritud TTÜ soojustehnika instituut, kasutades mitmeid selleks otstarbeks konstrueeritud ja valmistatud teisaldatavaid mõtesonde, statsionaarselt katla küttepinna pinnale paigaldatud soojusvoo ja temperatuuri mõõtmise elemente jm. Samuti on palju uuritud soojusülekanne probleeme elektrijaamade katelde küttepinna pinnal.

Soojusülekanne koldes on peamiselt kiirguslik. Konvektiivse soojusülekanne osatähtsus on tagasihoidlik, sest põlemisgaasi kiirus on väike. Soojusülekanne leegilt koldekraanile määravad kolm olulist suurust: tuhasadestise

termotakistus, sadestise pinna kiirgusomadused ja temperatuuri gradient ehk leegi mitteisotermisus seinäärses termilises piirkihis.

Küttepinda katva sadestise mõju soojusülekandele sõltub selle kihi paksusest ja soojusjuhtivustegurist. Nende suhe määrab tuhasadestise termotakistuse. Viimane sõltub suuresti sadestise tüübist, väga oluline on seejuures sadestise poorsus.

Seotud või seotud-šlack sadestis katla küttepinnal kasvab tõkestamatult. Sadestise kihi pidev kasv suurendab ka selle termotakistust, mistõttu soojusülekanne katla küttepinnas on olemuselt mittestatsionaarne. Sadestise kõrvaldamine puhastusükslik põhjustab sadestisekihi termotakistuse hüppelise muutuse.

Kolde ekraanpinda läbiva soojusvoo potentsiaali määrab kolderuumist lähtuva kiirgusvoo intensiivsus leeki ümbritsevatele ekraanpindadele. Termilist piirkihti läbides nõrgeneb kiirgusvoog ekraanpinna suunas. Termilise piirkihi takistavat mõju soojusülekandele saab väljendada selle termotakistusena, mille väärtus on võrreldavas suurusjärgus ekraanpinda katva tuhasadestise omaga. Piirkihi termotakistus ning selle mõju soojusülekandele sõltub oluliselt koldesisesest massivahetusest, mille omakorda määrab kolde aerodünaamika (kolde geomeetiline kuju, põletite paigutus jne).

Kiirgusenergia bilanss koldes sõltub ka soojust vastuvõtva pinna kiirguse neeldumisvõimest, mis on keha pealispinna füüsikaline omadus ja sõltub omakorda soojusvahetuspinna sadestise koostisest ja struktuurist. Pikemat aega kolde ekraanpinnal püsinud stabiilse koostisega sadestise kiirguse neeldumisvõime on üldiselt suur. Teatud tingimustel ekraanpinnale leelismetallide ühendite kondenseerumisel moodustuval õhukesel sadestisel võib siiski olla väga madal kiirgusülekanne pärssiv neeldumistegur.

Soojus levib konvektiivküttepinnas nii konvektsiooni kui kiirguse teel. Konvektiivse ja kiirgusülekanne suhte kujunemisel on oluline põlemisgaasi temperatuur ja kiirgavate mahtude suurus. Tuhasadestise kiht konvektiivküttepinnal mõjutab soojusülekanne peamiselt termotakistuse kaudu. Kiirgussoojusülekanne seisukohalt on tähtis ka sadestise kiirguse neeldumisvõime.

Nagu mainitud, on soojusülekanne seotud ja seotud-šlacksadestise tekkepiirkonnas saastekihi pideva kasvu tõttu mittestatsionaarne, kusjuures küttepinna soojusvastuvõtu ajaliskulgu mõjutab oluliselt saaste eemaldamise tõhusus küttepinna puhastusükslik. Sel juhul ei eemaldu teatavasti mitte kogu tsükli vahelisel ajal küttepinnale ladestunud sadestis, vaid ainult osa. Seetõttu ei vähene küttepinna soojusvastuvõtt mitte ainult sadestise termotakistuse tõusu tõttu puhastusükslike vahelisel perioodil, vaid samaaegselt mõjutab seda ka pinnale jääva sadestise kihi termotakistuse kasv.

### **Küttepinna metalli kõrgtemperatuurne korrosioon ja kulumine**

Metalli korrosioon on selle oksüdatsioon ümbruskonnas toimel. Tavaliselt esineb see kas vaba või seotud hapniku toimel. Küttepinna metalli korrosiooni intensiivsus ja ajaline kulg määravad lõppkokkuvõttes katla küttepinna metalli kulumise ulatuse ja tööea. Tuntakse katla metalli madal- ja kõrgtemperatuurset korrosiooni. Madaltemperatuurne korrosioon esineb siis, kui pinnale tekib väävelhappe või vee kelme. Pinna temperatuur ei ületa sel juhul tavaliselt 100 °C. Metalliga kõrgtemperatuurne korrosioon esineb kõrgemal temperatuuril ning võib muutuda märgatavaks metalli temperatuuril üle 350–400 °C.

Järgnevalt ainult kõrgtemperatuurset korrosioonist ja sellega seotud küttepinna kulumisest.

Põlevkivikatelde metalli korrosiooni on põhjalikult uuritud TTÜ soojus- ja tehnika instituudis. Selleks on ehitatud mitmed laboratoorsed seadmed korrosiooniprotsessi kineetiliste konstantide saamiseks ning mitmeid teisaldatavaid ja statsionaarseid seadmeid uuringute tegemiseks elektrijaamade katelidel.

Katla küttepinna metalli kõrgtemperatuurset korrosiooni intensiivsus sõltub korrodeeruva terase liigist, metalli temperatuurist, küttepinnale ladestuva tuhasadestise omadustest ja ümbruskonnas, täpsemalt põlemisgaasi koostisest. Tähtis on ka ajategur.

Põlevkivikatelde küttepinna metalli korrosiooni kiirendavaks teguriks on pinda katvates sadestistes sisalduv kloor. Juba 0,15 %-line kloori hulk sadestistes suurendab mitmekordselt metalli korrosioonikiirust. Kloor esineb sadestistes peamiselt kaaliumkloriidina, mis kondenseerub põlemisgaasist küttepinna torudele. Kloori hulk tolmküttekatla tuhasadestises ajapikku väheneb, põlemisgaasis sisalduv vääveldioksiid tõrjub selle välja ning tekib korrosiooniliselt vähemaktiivne kaaliumsulfaat. Kloori vähenemine ajas nõrgendab sadestise korrosiooniaktiivsust. Klooriühendite mõju on eriti tugev suure kroonimisaldusega terastele, vähenedes nikli sisalduse suurenemisel.

Küttepinna metalli korrosioonimehhanism põlevkivi tolm- ja keevkihi põletusel on erinev. Põhjus peitub selles, et suhteliselt madala temperatuuri tõttu keevkihtkoldes on põlevkivi kaaliumiühendite lenduvus liiv-saviosa mineraalidest tagasihoidlik ning kaaliumkloriidi tekke võimalus väike. Korrosiooniaktiivsed kloori ühendid tekivad keevkiht põletusel vahetult küttepinnal peamiselt kaltsiumi ühinemisel kloorvesinikuga. Vääveldioksiidi üli-väikese sisalduse tõttu põlemisgaasis puudub aga kloori intensiivse väljatõrjumise võimalus ning kloori kontsentratsioon aja jooksul sadestises tõuseb. Ühes sellega suureneb sadestise korrosiooniaktiivsus

Korrosiooniprotsessi tulemusel kattub metalli pind oksiidikihiga. Oksiidikihi teke metalli pinnale aeglustab korrosiooni korrosiooniaktiivsete komponentide pääsu pidurdumise ehk oksiidikihi difusioonitakistuse tõttu. Mida tihedam on metalli pinda kattev ja sellega seonduv oksiidikiht, seda aeglasem on korrosioon. Seega oksiidikihi ajalise paksenemisega korrosioonikiirus väheneb. Korrosioonikiiruse sõltuvus metalli temperatuurist allub hästi Arrheniuse seadusele.

Nagu öeldud, loob oksiidikiht metalli poole suunduvatele korrosiooniaktiivsetele ühenditele difusioonitakistuse. Seega kiirendavad oksiidikihi kahjustused ja muud kihi difusioonitakistust vähendavad tegevused metalli korrosiooni (kulumist). Metalli kulumise kiirenemist oksiidikihi tsüklilise purunemise tõttu tuntakse kui metalli korrosioon-erosiivset kulumist. Selline näide on katla küttepinna torude kulumine olukorras, kus pindu perioodiliselt tuhasadestisest puhastatakse ja seejuures kahjustatakse oksiidikihti metalli pinnal.

Jõud, mis oksiidikihti ühes või teises puhastussüsteemis tsükliliselt mõjub, ei ole olemuselt üks ja seesama. Näiteks auru- või õhujoaga puhastamisel mõjub küttepinnale peamiselt joa dünaamiline jõud, veejoaga puhastamisel on olulisemad jahutamisel oksiidikihis tekkivad termilised pinged. Küttepinna vibratsioon- ja löökpuhastusel toimib oksiidikihile kiirendusjõud. Oksiidikihi difusioonitakistuse vähenemist puhastustsüklis iseloomustab oksiidikihi purunemisaste.

Toetudes katla küttepinna korrosioon-erosioonkulumise olemusele, on välja töötatud matemaatiline mudel ja meetod küttepinna metalli kulumiskiiruse ja tööea arvutamiseks.

Selline on olnud minu elutöö põlevivienergeetika valdkonnas. Mul on hea meel, kui sellest on olnud kasu Eesti teadusele ja Eesti riigile.

# MEMUAAR

Adolf Gustav Parts

## MÄLESTUSI MÖÖDUNUST

Alustan oma mälestustega, niipalju kui seda suudan.

Kavatsesin õppida inseneriks ja kuna inseneri mõiste oli minu jaoks segane, ning kuna elekter oli see, mis näis keskkoolialisele poisile kõige saladuslikumana, olin ka mina elektrist huvitatud. Algas see juba siis, kui olime veel Venemaal Gatšinas, suure revolutsiooni eel ja aegu. Võtsin ühel suvel osa sealse keskkooli direktori poolt Gatšina Sirotski Institutis (nii meenub see nimi) korraldatud elektrotehnikute kursusest, mille koos paari-kolme Gatšina reaalkooli kaasõpilasega lõpetasin. Anti paber elektrotehnika õigustele. Võisime majadesse elektrit sisse seada, kuigi ma ise selle paberiga antud õigustes kahtlen, sest kunagi ei teinud me mingit praktilist tööd, s.t kunagi ei pannud elektrit majadesse. Oskasime teha mõningaid, vist väga elementaarseid arvutusi, ja see oli kõik. Igatahes kõnealuselt kursusest peale tundsin ma huvi elektri, elektrokeemia ja keemia vastu. Õpetaja rääkis meile väga elavalt esimesest Zsigmondy pilu-ultramikroskoobist ja selle demonstreerimisest Vene Teaduste Akadeemias. Samuti rääkis füüsikaõpetaja, kes oli ühtlasi Sirotski Insituti direktor, galvanosteegiast ja galvanoplastikast ning tsüaanühendite mürgisusest. Isa ostis mulle Hvolsoni füüsikaõpiku, vist kõik neli (või koguni viis) köidet, mida ma veel keskkooli 5. klassis olles “studeerisin”, kuigi see oli raskustega seotud. Mõisted olid kuidagi ebareaalsed, ma ei saanud nendest aru.

Tartu reaalkoolis (alates 1920. a jaanuarist) muretsesin 4-köitelise saksa-keelse elektrotehnika kursuse väljaande. Autorit ei mäleta. Otsin selle võib-olla kaasõpilase Albert Silbergleichi (hiljem Silvere) mõjul. Tal oli raha raamatute tellimiseks. Sealt arvutasime elektrimootorite dimensioone, ankrumähiste traadi ja mootori magneti traatide läbimõõtu.

Tartu Ülikoolis puudus tehnika- või inseneriteaduskond ja Tallinna Tehnikumi ei saanud ma majanduslikel põhjustel minna, kuna vanematest lahus elada ei olnud võimalik. Nii astusin Tartu Ülikooli matemaatika-loodusteaduskonna tehnilise keemia osakonda. See osakond loodi 1922. a sügisest alates. Tartus avati kaks keemilise tehnoloogia professuuri. Tavalise Saksa ülikooli õppejõudude koosseis oli: üldkeemia või anorgaanilise keemia professor, orgaanilise keemia professor, füüsikalise keemia professor ja tehnilise

keemia professor. Kuidagi viisi, millegipärast – põhjusi ma ei tea – loodi Tartu Ülikoolis peale tehnilise keemia professori M. Wittlichi õppetooli veel teine tehnilise keemia professor. Wittlichi õppetool muudeti orgaanilise tehnoloogia professorriks ja uus õppetool oli anorgaanilise tehnoloogia õppetool. Sellele kohale valiti Yrjö Kauko. Kauko oli tegelikult füsikokeemik, kuulsaks füsikokeemiku, Nobeli laureaadi Fritz Haberi õpilane. Kauko oli soomlane.

Kauko Tartusse tulek oli olnud õnnelik. Provintsi vaimust läbi imbutatud, baltisakslastest õppejõududest (Landesen – anorgaaniline keemia, Wittlich – keemiline tehnoloogia, Narbut – füüsikaline keemia) täidetud mentaliteet oli risti vastu Kaukole, kes noore energilise mehena tahtis tuua uut “vaimu” Tartusse. Ta korjas lühikese aja jooksul enese ümber noori kasvavaid keemikuid: Max Tilzen, Artur Puksov ja terve rida teisi, keda ta hakkas doktoritöö tegemisele ette valmistama. Õppetöö Tartu Ülikooli matemaatika-loodusteaduskonnas ei olnud koordineeritud, õppejõud ei teadnud, mida teised teevad. Praktikumid olid samal põhimõttel korraldatud kui läinud sajandil, põhirõhk keemilisel analüüsil nii kvalitatiivsel kui ka kvantitatiivsel. Kauko hakkas selgust looma loengutesse, paludes kõikidelt õppejõududelt nii loengute kui ka praktiliste tööde kavu. See oli, mida mina väliselt nägin. Kui 1922. a sügisel astusin ülikooli tehnilise keemia harru, sain praktikumidest teha ainult füüsika ja mineraloogia praktikumid. Kevadel õiendasin eksamid matemaatikas, füüsikas, anorgaanilises keemias ja mineraloogias ning jäin pikka suvevaheajaga ootama, et sügisel kvalitatiivse analüüsi praktikumi alata.

Ootamatult ilmus teade, et on korraldatud suvesemester prof Kauko juhatusel ja seal võib alustada rea praktikumidega. Ka kvalitatiivse keemia praktikumiga, mis mul 1923. a sügiseks kavas seisis. Oli tarvis sooritada rahuldavalt suuline tentaamen prof Kauko juures. Läksin siis professori ette väriseva südamega. Kauko oli nähtavasti teatud määral üllatunud, et teadsin, et väävelhape dissotsieerub kaheastmeliselt. Teadsin midagi ka alumiiniumi soolade hüdrolyüsist ja nii algas mu esimene keemiapraktikum. See ei olnud korraldatud ruumides, kus tavaliselt analüütiline praktikum toimus – ülikooli peahoone keldrikorra ruumides, vaid Suure turu ja Kүүni nurgal asunud farmaatsiainstituudi teisel korral rohuteaduse laboratooriumis. Nähtavasti valitses Landeseni ja Kauko vahel juba ebasõbralik vahekord ning Landeseni ei lubanud oma ruumi kasutada. (See on minu arvamine, kas see oli õige, ma ei tea.)

Landeseni juures tuli tudengil teha 60 analüüsi, enamikus olid need eeskirjade kohaselt tudengi enda segatud, et siis lõpuks analüüsida Landeseni poolt tudengile antud ainete segu. Siin ei saanud olla petmist, sest tudeng pidi olema võimeline Landeseni segu analüüsima nii katioonide kui ka anioonide

suhtes ja et seda eksimatult teha, tuli süstemaatiliselt töötada. Kui kvalitatiivne analüüs ei olnud õige, andis Landeseni uue segu. Nii kestis kvalitatiivne analüüs mitu semestrit ja mõnedki tudengid lõpetasid oma keemiastuudiumi sellega, et neil ei läinud korda kvalitatiivse analüüsi lõputööd rahuldavalt lahendada.

Kauko juures oli 60 analüüsi vähendatud 40-ni. See oli võimalik nähtavasti ainult seetõttu, et tudengid olid keemiainsenerid ja mitte “puhtad” keemikud. Kõik need 40 analüüsi olid kvalitatiivsed analüüsid. Assistent andis igale töötajale tundmata aine, mida see siis analüüsis. Oli analüüs õige, mindi järgmise tundmata aine juurde, niikaua kuni õigete analüüsides arv oli 40.

Assistentideks Kauko juures olid August Paris, hilisem *dr. phil. nat.* ja anorgaanilise keemia korraline professor Tartu Ülikooli matemaatika-loodusteaduskonnas, ja Karl Loskit. Töö laboris algas hommikul vara – võib-olla kell 8 ja kestis hilise õhtuni. Töötajaid oli kvalitatiivses analüüsis mälu järele viis-kuus inimest. Nendest mäletan ma Jaak Kuuske ja Jaan Verendeli, kes olid juba osaliselt kvalitatiivse analüüsi Landeseni juures teinud (astusid ülikooli 1921) ja üht venelast, kes õnnetult uppus suplusel Emajõkke. Sõprusidemeid ei tekkinud mul kellegi töötaja, ka Kuusega mitte, kuigi me hiljem üksteisele lähenesime. Lõpetasin kursuse edukalt, et õppimist normaal-kursusel keemiainsenerina sügisel jätkata.

Järnevatel aastatel suvekursusi enam ei korraldatud. Vahepeal oli Kauko anorgaanilise tehnoloogia korralisest professorist üle kantud füüsikalise keemia professoriks. Kauko energiline tegutsemine ei meeldinud sakslastele ega ka ainukesele eestlasele keemia alal dots P. Kogermanile. Missuguseid praktikume ma 1923/1924. õppeaastal sooritasin, ei mäleta, kuid kuulasin prof Kauko loenguid ja tema harjutusi, samuti ka prof G. Rägo mehaanika-loenguid ja -harjutusi. Need olid ka ainukesed loengud, mida ma Tartu Ülikoolis käies oma osavõtuga “austasin” ja millest ma väga intensiivselt osa võtsin. Rägo mehaanikaharjutused olid mul kõik tehtud ja ilusasti kladesse sisse kantud. Kauko loengud ja harjutused käsitlesid peamiselt elektro-keemiat, potentsiaalide suurusi elektrokeemilistes ahelates. Kauko hindas mind ja pakkus mind 1. jaanuarist 1925 ajutiseks abijõuks keemia laboratooriumi juurde. See ettepanek kinnitati, kuid Kauko lahkus 1. jaanuarist 1925 Tartu Ülikooli teenistusest, ilma et mina tema otsese juhtimise all oleks saanud töötada.

Mis olid tegelikud põhjused Kauko eemaldamiseks, ei ole ma enam saanud selgeks teha, kuna olen kodumaalt eemal. Ankara Ülikooli õppejõuna kohtasin Kaukot Ankaras, kus ta plaanitses midagi ette võtta Türgi valitsuse nõuandjana kõrgema hariduselu korraldamisel. Sellest ei tulnud aga midagi välja. Pärisin Kauko käest temaga koos olles, mis oli tema Tartu Ülikooli

juurest lahkumise põhjuseks, kuid ta ei soovinud sellest rääkida, minevikku ei saavat muuta.

Prof Kauko kohta võib ütelda, et ta pani väga mitmed tudengid “tööle”. Ta oli mõnikord loenguid pidanud oma erakorteris ja vara hommikul. Ta oli väga huvitatud ratsahobustest ja sellega ühenduses spordist ning tal olid sidemed ratsarügemendi ohvitseridega. Tuleb aga nimetada, et ta ei tarvitanud üleliigselt alkoholi ega näidanud end kunagi üliõpilaste ees olles kas või nõrga alkoholi mõju all!

Kõik Kauko õpilased mäletavad teda kui energilist meest, kel oli südamel Tartu Ülikooli keemiaõpilaste hea käekäik tulevikus. Meest, kes ei olnud välisest lugupidamisest ja hiilgusest “salongis” huvitatud. See tegi ta täiesti vastuvõetamatuks nii sakslaste silmis kui ka ainukese eestlasest õppejõu, juba siis “kohviku” keemiku, hilisema professori, doktori, rektori ja haridusministri Paul Kogermani silmis.

Aastatel 1931–1932 olin ma Tartust eemal. Olin Rockefelleri fondi stipendiaat ja viibisin Göttingenis, kus töötasin prof Arnold Euckeni füüsikalise keemia instituudis. Sain ootamatult telegrammi, milles nõuti, et kandideerisin vakantsse keemilise tehnoloogia professorile. Seletus pidi järgnema kirjas. Olin väga imestunud, kui selgus, et oli kavatsus keemia õppetoolide arvu koondada kolmele, seega kavatseti füüsikalise keemia õppetool edaspidi kaotada. Kirjast selgus, et õppetoolile valimine on kindlustatud, kui ma kandideerin. Teaduskonna 15 hääleõiguslikust liikmest pidid minu poolt hääletama 8, vastu 7, ja teise kandidaadi – Kopvillemi poolt 7, vastu 8. Esitasin Göttingenis olles sooviavalduse, dokumendid olid teaduskonnas olemas. Valimise tulemus oli aga vastupidine – mina sain 7 poolt ja 8 vastu ning Kopvillem 8 poolt ja 7 vastu häält. Üks teaduskonna liige oli oma seisukohta muutnud põhjendusega, et minul puuduvad tehnoloogilise sisuga tööd, mis oli täiesti õige!

Hiljem selgus, et füüsikalise keemia õppetooli ei kaotatud, vaid muudeti dotsentuuriks ja mina sain selles olla vaid kaks aastat.

Oli käsil tehnikateaduskonna loomine ülikooli juurde. Matemaatika-loodusteaduskonnas alustati tehnikateaduskonna ettevalmistamist sellega, et tulevase teaduskonna õppejõud professorid Maddison, Jürgenson, Paavel jt arvati teaduskonna koosseisu. Mõte oli, et nad õpivad teaduskonna funktsioneerimist ja saavad siis iseseisva teaduskonnana edukalt edaspidi tegutseda.

“Telgitagune” mäng käis aga sellele vastu. Kirjutan siin oma isiklikest mälestustest, talitades omaenese äratundmise ja südametunnistuse järgi. Telgitaguste toimingute suhtes ei saa olla kindel, neid teavad ainult asjaosalised. Kuid nemad on suures enamikus juba siit ilmast lahkunud. Mina



tean ainult tulemusi ja toiminguid selle järgi taastades ei saa olla kindel, et rekonstruktsioon on õige.

Tartu Ülikoolis toimus dekaani valimine kinniselt ja salajaselt. Iga ülesseatud kandidaadi poolt või vastu hääletada tuli teaduskonnakogu liikmel, kelleks ka mina olin. Igale kandidaadile oli varutud pikergune ruudukujulise ristlâibilõikega kast, millesse tuli valimisel asetada käsi läbi alla rippuva mustast sametist eesriide. Kast oli seest must ja kasti lõpus, käe sõrmede ulatuses oli kaks ava, mis viisid kahte sahtlisse. Iga teaduskonna liige tuli vastava isiku nimega varustatud kasti juurde, sai selleks valitud isiku (võis olla eelmine dekaan) käest kuulikese ja laskis siis kätt kasti sirutades selle kas “ja” või “ei” poolsesse avasse. Seda tegi iga liige iga kandidaadi suhtes. Igale kandidaadile oli määratud hääletuskast – oli kandidaate kolm, siis oli ka hääletuskaste kolm. Iga teaduskonna liige laskis kuuli iga kandidaadi hääletuskasti. Olid kõik liikmed hääletanud, tõmmati välja esimesele kandidaadile kuuluvast kastist “ja”-pool, loeti kuulikesed ja seejärel “ei”-pool ning loeti kuulikesed. Kuulikeste summa pidi võrduma teaduskonna hääleõiguslike liikmete arvuga. Need kandidaadid, kes olid saanud rohkem kui pool (pool + 1) häälest, saadeti ülikooli valitsusele kinnitamiseks. Ei saanud keegi rohkem kui pool häälest, toimetati valimine järgmisel koosolekul uuesti. Nii võis juhtuda, et mitu kandidaati said rohkem kui pool häälest. Siis otsustas valimise kõrgem instants. Vastasel korral tuli valimine teisel koosolekupäeval.

On ju selge, et pikemaajaliselt koosolekutest osa võttes võib ära arvata, missugused teaduskonna liikmed on lugupeetumad ja asjalikumad kui teised. Minule paistis vastuvaidlematult, et P. Kogermanil ei ole väljavaateid matemaatika-loodusteaduskonna dekaani kohale. Ja see oli eeltingimuseks ülikooli rektori kõrgele kohale, sest rektor valiti ainult dekaanide hulgast. Kuna Kogermani püüd oli rektori kohale, siis matemaatika-loodusteaduskonna liikmena ei olnud temal lootust selleks saada. Kui aga tehnikateaduskond oleks loodud TÜ juurde, ka siis ei oleks Kogerman sinna saanud, sest tehnikateaduskonda ei oleks ta pääsenud – olid ju kõik keemikud matemaatika-loodusteaduskonna liikmed. Ülikooli nõukogu otsusega oleks esiteks keemiaosakonna professorid pidanud üle viidama tehnikateaduskonda ja seda poleks ükski TÜ nõukogu võimeline olnud tegema. Järele jäi vaid iseseisva tehnikaukooli loomine Tallinna, kuid siis oleks pidanud P. Kogermani õppetool sellega seotud olema. Ja nii tehtigi. Valitsus otsustas luua iseseisev tehnikaukool Tallinna ja viia sinna üle matemaatika-loodusteaduskonna tehnilise haru õppetoolid, füüsikalise keemia, orgaanilise keemia ja keemilise tehnoloogia õppetoolid ning peale selle luua seal uus anorgaanilise keemia õppetool, Tartu Ülikoolis luua aga uus orgaanilise keemia õppetool. Üld-

susele uued dekaanid ega ka uus rektor teada ei olnud. Prof Maddison oli pikemalt oodanud telefonikutset uue ülikooli rektori kohale, tema asemel määrati uueks ja esimeseks rektoriks hoopis prof P. Kogerman.

Vahepeal oli aga teada, et midagi on teoksil. Keemia õppetoolide täitjatelt – mina olin füüsikalise keemia dotsendiks Tartus – päriti eelarvet uute laboratooriumide loomiseks Tallinna. Tartus täitis keemilise tehnoloogia õppetooli pärast Wittlichi surma Kopvillem, kes oli vabariigi algaastatel ametis Londonis Eesti saatkonnas ja tuli sealt üle Tartu Ülikooli juurde. Niisiis esitasime mina, Kogerman ja Kopvillem eelarved orgaanilise keemia, tehnoloogia ja füüsikalise keemia laboratooriumide sisustamiseks. Oli juba teada, et viimase anorgaanilise keemia õppetooli eelarve esitab Jaakson kui endine Tallinna Tehnikumi õppejõud. Mina ei võtnud neid eelarveid ja askeldusi väga tõsiselt, sest ei uskunud, et nendest kavadest midagi tuleb ja et Tallinna Tehnikaülikooli loomine on tõsine.

Füüsikalise keemia laboratooriumi sisseseade kava oli üksikasjaline. Instrumendid ja aparaadid olid eranditult tegelike hindade alusel esitatud ning lõppsumma oli suur – 80 000 krooni. Seda summat tuleb võrrelda Kogermani, Kopvillemi ja Jaaksoni summadega, mis olid, nii palju kui mina tean, igauks allpool 10 000 krooni. Oli isegi juttu 3000 kroonist laboratooriumi kohta.

Tuli teade tehnikaülikooli asutamisest, rektoriks määrati prof Kogerman. Mina olin määratud alates 1. juulist 1936 füüsikalise keemia erakorraliseks professoriks, olles olnud kolmeaastasest dotsendiks määratud ajast kaks aastat Tartus ja niisiis edutatud ootamatult üks aasta enne dotsendiaja lõppemist erakorraliseks professoriks. Suurim üllatus ootas ees aga siis, kui selgus, et minu nõutud 80 000 krooni oli kinnitanud ja lubanud vabariigi valitsus, kuid jagatud kahte ossa, mõlemad 40 000 krooni, millest esimest osa sai kohe kasutada ja teine oli ette nähtud järgmiseks aastaks.

Algas palavikuline töö tellimuste tegemiseks ja isikliku elu üleviimiseks Tallinna. Tartu Ülikooli varandustest ei saanud midagi üle viia, kõik inventar, mis kuulus laboratooriumidele, mis figureerisid ülikooli nimestikus, jäi Tartusse. Isegi siis, kui õppetool kaotati, jäid laboratooriumid nähtavasti ülikooli koosseisu. Ma ei olnud asjast huvitatud, ja nii ei saa selle kohta lähemaid andmeid ka anda. Olin liiga erutatud, et mõtelda kainemalt.

Asusime looma keemiahoonet Koplis, endises Bekkeri tehaste administratiivhoones. Alumine korrus sai füüsikalisele keemiale, teine orgaanilisele ja keemia-ainete pealoengusaalile ning kolmas anorgaanilisele ja tehnoloogilisele keemiale. Korruste jaotus ei olnud kerge, eriti teise ja kolmanda korra puhul, kuna ladu sai paigutatud alumisele, peamiselt füüsikalisele keemiale määratud korrusele.

Teaduskonna koosolekul – Kogerman, Kopvillem, Jaakson, Kark ja mina – valiti Kopvillem dekaaniks ja Jaakson sekretäriks. Hakati välja töötama õppekavu, tuginedes Tartu Ülikooli kavadele.

On suhteliselt vähe olulist meelde jäänud sellest ajast. Ma ei mäleta isegi, kus peeti teaduskonnakogu koosolekuid, kas peahoones või keemiahoones. Tehnikaülikooli nõukogu oli moodustatud kõikidest õppejõududest ja selle koosolekud peeti peahoones. Kogermanil oli kaks kabinetti: üks peahoones kui ülikooli rektori ja teine keemiahoones kui orgaanilise keemia professori (ja ainukese korralise professori) oma. Kabineti sisseseaded olid mööbli, vaipade jne poolest luksuslikud, nagu üldse pani Kogerman välisele hiilgusele rõhku. Kõik koosolekud olid “sõbralikud”, fraktsioonid puudusid. Keemia- ja mäeteaduskonnas olid Kogerman-Kopvillem mõdtuandvad, küsimused olid nähtavasti varem otsustatud.

1. juulil 1939 sai minul täis kolm aastat Tallinna Tehnikaülikooli füüsikalise keemia erakorralise professorina. Vahepeal olin ma ka teaduskonna sekretär. Vabariigi presidendi käskkirjaga 12. juunil 1939 kinnitati mind korraliseks professoriks keemia- ja mäeteaduskonna füüsikalise keemia õpetoolile (allkirjad: K. Päts – vabariigi president, K. Eenpalu – peaminister, A. Jaakson – haridusminister). Sellel kohal olles nimetati mind 20. juulil 1940 Vabariigi presidendi käskkirjaga Tallinna Tehnikaülikooli prorektoriks (allkirjad: K. Päts – vabariigi president, J. Vares – peaminister, J. Semper – haridusminister).

Oli toimunud valitsuse muutus ja 16. oktoobrist 1940 nimetati mind anorgaanilise ja füüsikalise keemia kateedri juhatajaks Tallinna Tehnikaülikooli juures, kusjuures ka füüsika õppetool kuulus minu alla.

Kui rektor Kogerman nimetati haridusministriks, pidi ta rektori kohalt lahkuma ja uueks rektoriks nimetati prof Jüri Nuut. Kogermani nõudel oli Nuut andnud lubaduse rektori kohalt tagasi astuda, juhul kui vabariigi valitsuses toimuvate muudatuste kohaselt Kogerman peaks haridusministri kohalt lahkuma, nii et Kogerman saaks rektori koha tagasi. Kui aga juulis 1940 prof Nuut TTÜ rektori kohalt tahtis tagasi astuda, ei võtnud J. Vares tema lahkumispalvet vastu ja Kogerman ei saanud rektori kohale tagasi tulla. See asjaolu häiris prof Nuuti, kuid midagi polnud teha.

Prof Kogerman küüditati. Kaubavagunitest koosnev rong, milles pidi leiduma ka Kogerman, seisis Balti jaamas Koplisse viival haruteel. Nuut oli korralduse teinud Kogermanile professori kuupalk ette maksta ja seekordne majandusjuhataja Valvet pöördus minu poole palvega katsuda palk Kogermanile vagunisse edasi anda. Ma sõitsin – mul oli Ford 10 auto – haruteele ja pääsesin kaubarongi juurde, mille juures olid üksikud välipostid. Arvatavasti

juhuse tõttu nägi mind Kogerman läbi praakil oleva vaguniukse, nii et sain temale raha üle anda. See oli viimane kord, mil ma Kogermani nägin.

Tehnikaülikoolis, mis nimetati ümber polütehniliseks instituudiks, nimetati mind 16. oktoobril 1940 prorektorist ümber direktori asetäitjaks õppe- ja teadusliku tegevuse alal. Koht oli vaba poliitilistest ülesannetest, milliseid täitis prof Nuut. Algas õppekavade ja õppetegevuse ümberkorraldamine. Õppekavadega ei olnud raskusi – J. Nuudi korraldusel rakendasime üleliidulisi kavasid, sest ülikoolid allusid tsentraalvalitsusele Moskvas. Küll oli aga muret ja kartust, et üliõpilased küllalt tõsiselt ja intensiivselt ei tööta. Selleks pidasin läbirääkimisi õppejõududega. Viisime läbi loengutest osavõtmise registreerimise ja otsustasime semestri kestel korraldada kirjalikke teste, millest osavõtmine oli kohustuslik ja milliseid hinnati.

Sakslaste edasitungiga lõunast lahkus 27. juulil 1941 Jüri Nuut abikaasa ja kahe pojaga autoga Tallinnast ja mina olin kuni 12. septembrini 1941 instituudi direktori asetäitja. Selles ajavahemikus tuli läbi viia TPI evakueerimine. Venitasin evakueerimisega, mis oli mõeldud instrumentide ja raamatukogu saatmisena laevaga Leningradi. Haridusminister Andresen külastas keemiahoonet ja kui ma temale orgaanilise keemia laboratooriumi näitasin, pomises ta: kui tahetakse neid klaaspurke ja -nõusid merepõhjas näha, siis parem nad siinsamas puruks peksta. Järeldasin sellest, et meretee on hädaohtlik või üldse võimatu.

Mõne päeva pärast tuli korraldus evakueerimine siiski ette võtta. Puudusid pakkevahendid, kuid sellest sai üle majandusjuhataja Valvet, kes muretses kusagilt tühje sigaretikaste. Sinna asetasime peahoone tornis leidunud patendikirjanduse, millel minu hinnangul puudus peaaegu igasugune väärtus. Meisterdati ka suuremaid kaste, kuhu asetati praktilise väärtuse kaotanud masinad, mida üliõpilased olid kasutanud masinaelementide kursusel joonestuste valmistamisel. Nii viidi tehnikainstituudi “kolu” laevale, mis hiljem kasjooksis madalikule või lasti madalasse vette. Saksa okupatsiooni ajal päästeti see “varandus” ja toodi tagasi Tallinna. Mis sellest sai, ma ei tea, sest hoidsin sakslastega asjaajamisest eemale nii palju kui võimalik.

Astusin sakslaste ajal oma kohalt tagasi ja korraldasin õppejõududega (nendega oli hea vahekord) uue rektori valimised Tartu Ülikooli valimiste eeskujul. Nõukogu liikmed olid koos. Rektori kandidaate oli kaks – prof R. Livländer ja ka mind seati üles. Püüdsin keelduda, kuid Tartu Ülikooli eeskujul ülesseatud kandidaat keelduda ei saanud. Valimisel saime nii mina kui ka Livländer üle poolte häältest, nii et mõlemad tuli saata kinnitamisele omavalitsuse juhile Hjalmar Mäele. Valimistulemuste esitamiseks valiti komisjon: teedeehituse professor Martin, geofüüsika professor Livländer ja mina. Mäe võttis meid vastu haridusdirektori kabinetis ja pärast minu ette-

kannet valimistulemuste kohta ning soovi mind rektoriks mitte kinnitada, pidas meile meid kõiki “härradeks professoriteks” tituleerides kõne, millest võis aru saada, et Eesti rahvas kavatsetakse evakueerida ida poole ja Eesti maa-ala täita võiduka Saksa armee üksustega.

Mulle oli selge, et meie rahva saatus on sellega määratud ja otsustasin kodumaalt lahkuda. Põgenesin 24. septembril 1943. aastal Soome kaudu Rootsi ja sealt edasi Inglismaale, kuhu jõudsin alles 1945 veebruaris.

Adolf Gustav Parts (1904–1996) sündis kroonu viinapoepidaja peres Seli vallas Pärnumaal. Tema koolitee algas Uduvere kirikukoolis, seejärel õppis Valga, Gatšina ja Tartu reaalkoolis. Tartu Ülikooli lõpetas 1925 keemiatehnoloogina, jätkates seejuures majandus- ja matemaatikaõpinguid. Töötamist füüsikalise keemia labori abijõuna alustas üliõpilaspõlves, uurimusega ionreaktsioonide kineetikast pälvis 1929 loodusfilosoofia doktori kraadi. Käis end täiendamas Saksamaal, Hispaanias ja USAs. 1936 määrati riigivanema otsusega Tallinna Tehnikaülikooli füüsikalise keemia professoriks. Göttingenis süsivesinike moolsoojuste mõõtmisel saadud tulemuste mõestamisel kasutas esimesena Eesti teadlastest kvantteooriat. Esimest kvantmehaanika kursust Eestis luges 1941/1942 tehnikaüliõpilastele Tallinnas. Lahkunud 1943 kodumaalt, tegutses tööstuskeemikuna Rootsis ja vanemuurijana sõjaväe varustusministeeriumi teadusuuringute osakonnas Inglismaal. 1946 kutsuti professoriks Ankara Ülikooli, kellena avaldas esimese füüsikalise keemia õpiku türgi keeles. Siin alustatud lahuste polümerisatsiooninähtuste tundmaõppimisest kujunes tema edaspidise teadustegevuse põhisuund. 1951 siirdus Austraaliasse, tegutses lektori ja teadurina Sydney kõrgemates õppeasutustes, alates 1964 füüsikalise keemia erakorraline professor Sydney Ülikoolis. Avaldas koos kaastöötajatega 1958–1976 rahvusvahelistes keemiaajakirjades üle veerandsaja artikli, mis oluliselt avardasid ettekujutust polümerisatsiooni kineetikast ja mehhanismist vesilahustes. Ülevaate tema ulatuslikust teadusloomingust leiab Poggenorfi bibliograafilisest leksikonist.

# IN MEMORIAM

AADU RITSO  
13.09.1915–18.01.2010

Ühel külmal jaanuaripäeval astus igavikuteele dotsent Aadu Ritso. Ta oli ülikooli teenistuses 40 aastat. Allakirjutanu tundis teda kui õpetajat ning teadustöö kolleegi 1964. alates. Trükist on ilmunud Aadu Ritso elulooaamat ja tema tegemisi on kirjeldatud korporatsiooni Vironia ajalugu käsitlevas teoses. Nimetatud allikad võimaldavad paremini mõista sõjajärgse põlvkonna elu ja tegemisi, kuna seotult oma ajaga ei rääkinud see põlvkond elust enne sõda ega ka sõjajärgsel ajal noortele suurt midagi. Aadu Ritso oli üks selle põlvkonna esindaja, kelle elutee kujunes keeruliseks ja kirevaks, kuid ta jäi kindlaks oma põhimõtetele ja andis märkimisväärse panuse Eesti tööstuse arengusse.

Aadu Ritso sündis 13. septembril 1915 arsti perekonnas Peterburis. Peale Kiievi Ülikooli arstiteaduskonna lõpetamist võeti tema isa teenistusse sõjaväearstina. Edasi viisid isa teenistuskohad teda koos perega tööle Kiievisse, Odessasse ja Rõbinskisse. 1922 kaotas A. Ritso griepideemias ema ning elas Moskvaa sugulaste juures, kannatades nälga ja puudust. Samal aastal areteeriti ta isa ja saadeti vangilaagrisse. Isaga kohtus ta uuesti alles kümne aasta pärast. Sugulaste abil õnnestus A. Ritsol 1922 tagasi kodumaale pöörduda, kusjuures ta ei osanud sõnagi eesti keelt. Kooliaeg möödus Tartus ja Tallinnas. 1936 astus ta Tallinna Tehnikainstituuti mehaanika erialale, diplomitöö kaitses alles pärast sõda. Õpingute ajal sai A. Ritsost üliõpilaskorporatsiooni Vironia liige, mille tegemistes osales ta tegusalt kuni surmani. Suviti viibis A. Ritso tööstuspraktikal, mis andis hea elukogemuse. Õpingud katkestas Teine maailmasõda. A. Ritso mobiliseeriti ning ta veetis Kaama jõe lähistel ehituspataljonis kaks aastat. Seejärel ta demobiliseeriti nõrga nägemise tõttu ja suunati 1943 Jegorjevskisse valitsuse käsutusse. Kuna demobiliseeritud pidid pärast sõja lõppu kodumaale naasma, loodi projekteerimisasutus "Eesti Tööstusprojekt", mille ülesandeks oli töökvade ja -projektide koostamine tööstuse taastamiseks. Tehnikainstituudis saadud teadmised ja kogemused võimaldasid toime tulla väga erinevate tööstusharude küsimustega. Majandusharidus tal puudus ja seda lünka tuli hakata täitma ise õppides ja samaaegselt teisi õpetades. Olles kutsutud õppekombinaati lektoriks, sai suureks väljakutseks loengukonspekti koostamine.

Sõja lõppedes asus A. Ritso tööle Eesti Tööstuse Teadusliku Uurimise Instituuti, kus tegeles põlevkivituhktsemendi ja põlevkiviõlisaaduste uuringu-

tega. 1947 kaitses ta Tallinna Polütehnilises Instituudis diplomitöö. Oma keramsiiti käsitlenud uurimustöös kasutas A. Ritso Saksamaalt reparatsoonidena saadud desintegraatoreid. Ühes eravestluses ta mainis, et kord palus üks tulevane silikaltsiiduuriija temalt seda masinat laenata. Kohale saadeti sõiduauto Pobeda, mille tagaistmele oli laotatud valge lina, kuhu desintegraator asetati. See olnud ka viimane kord, kui seda masinat nähti. 1952. aastal, kui toimus eestimeelste teadlaste ja intelligentsi represseerimine, vabastati Aadu Ritso ametist kui rahvavaenlane. Süüdistus oli standardne, raskendava asjaoluna lisandusid töigad, et tegemist on endise kaitseliitlase ja korporandiga. Kaudselt oli aluseks ka ühe masina kadumaminek instituudist. Pärast poolteise aasta pikkust ilmapeal olekut, leidis A. Ritso tööd kohaliku ja põlevkivi-keemiatööstuse ministeeriumi tehnikaosakonnas.

Tehnikakandidaadi kraadi kaitses A. Ritso 1952 Leningradi raudteed-instituudis, kuid Eesti TA poolt kõrgemasse atestatsioonikomisjoni saadetud kaebuse tõttu kinnitati see alles 1954. Aastatel 1954–1963 töötas ta Ministrite Nõukogu Teaduse ja Tehnika Komitees masina- ja aparaadiehutuse peaspetsialistina, kelle ülesandeks oli uue tehnika kavade koostamine ja kooskõlastamine. Sel ajal pandi alus vabariigi mitmele tööstusettevõttele, saades hinnalise plaanimajanduse toimimise ja juhtivate ametnike meelelaadi alase kogemuse, mis kulus hiljem marjaks ära lepinguliste uurimistööde läbirääkimistel. Tähtsaks saavutuseks võib pidada valitsuse otsust alustada TPIs pulbermetallurgia alast uurimistööd, mis sai aluseks tootmisharulabiori loomisele mehaanikateaduskonna juurde. Aadu Ritso töötas kõrgetel ametikohtadel, olemata partei liige, mis oli sel ajal väga suur erand.

TPIs alustas A. Ritso 1952, lugedes kohakaaslasena loenguid majandus-teaduskonna üliõpilastele aines “Tööstusharude tehnoloogia”, mis käsitles tähtsamaid tööstusharusid, nagu metallurgia, masinaehitus, keemiatööstus, ehitusmaterjalide tootmine. Aine oli aastakümneid üks raskemaid teaduskonnas. 1963 valiti A. Ritso mehaanikateaduskonna metallide tehnoloogia kateedri, nüüdse materjalitehnika instituudi dotsendiks. Sellel ametikohal töötas ta 20 aastat, jätkates hiljem magnetmaterjalide uurimisrühmas insenerina kuni 1991. Edukaid lepingulisi uurimistöid nii juhtivate uurimisinstituutide kui ka elektrimootoreid valmistavate ettevõtetega tunnustati NLi Rahvamajandussaaduste Näituse diplomite ja medalitega. Selle teadussuuna raames saadi 11 autoritunnistust ja avaldati üle 30 artikli.

Minu tutvus A. Ritsoga algas 1964 üliõpilasena, kui ülikoolis viidi sisse rühmajuhendajate institutsioon ja ta määrati meile rühmajuhendajaks. Väga kohusetundliku inimesena pidas A. Ritso korrapäraselt koosolekuid õpiedukuse küsimustes ja selgitas rühmatööd. Et üliõpilasigi teaduse eesliinile kaasaata, sundis ta meid tegema referaate teaduslikel teemadel ja neid ette kand-

ma. Kuna materjalid olid enamasti vene keeles, oli päris raske neid lugeda. Oma tähelepanelikkuse ja sooja suhtumise tõttu oli A. Ritso üliõpilaste hulgas väga hinnatud. Ka hiljem, kui olime ülikooli lõpetanud, käis ta meie kokkutulekul.

A. Ritsot iseloomustas optimism, mida nooremad kolleegid alati sugugi ei jaganud. Kui tundus, et uuritava materjali omadustel on lagi käes, õnnestus neid ikkagi parandada. Teadustööde ja artiklite kirjutamisel oli A. Ritso ülimalt täpne, ei sallinud väiksematki keelelist või sisulist vääratust, olles nõnda heaks eeskujuks noorematele. Kunagi ei lasknud ta ennast mõjutada kõrgemalt poolt antud soovitustest alandada eksamil latti. Põhimõttekindlust näitas A. Ritso üles ka intriigides, kui keeldus alla kirjutamast tema kolleegi ülekohtuselt kritiseerivale aktile, mistõttu sattus üksvahe ülemuste suurema tähelepanu alla. Pärast pensionile jäämist tegeles A. Ritso oma sugupuu uurimise ja eluloo kirjutamisega.

A. Ritso panus mitme põlvkonna majandusteadlaste tehnoloogiaalasel koolitamisel on hindamatu. Kolleegidele on jäänud temast mälestus kui põhimõttekindlast erudeeritud inimesest.

*Andres Laansoo*

## **ARNOLD VÄLLO** **19.09.1930–13.03.2010**

13. märtsil lahkus manalateele masinaehituse instituudi emeriitdotsent Arnold Vällo. Ootamatult lahkumine jättis veel täie tervise juures oleval mehel pühitsemata 80. juubeli.

Arnold Vällo elutee algas 19. septembril 1930 Kasahstanis Karaganda oblastis. Keskhariduse omandas ta Tallinnas. Järgnesid õpingud Tallinna Polütehnilises Instituudis 1950–1955 masinaehituse tehnoloogia, metallilõikepinkide ja instrumentide erialal, mille lõpetas kiitusega. Esimeseks töökohaks oli 1956–1962 ETKVL Kaubandusliku Inventari Tehas, kus ta jõudis peatehnoloogi ametikohale.

1962–1965 õppis A. Vällo aspirantuuris Leningradi Täppismehaanika ja Optika Instituudis, tehnikakandidaadi kraadi kaitses 1965.

Alates 1. detsembrist 1965 kuni aastani 2000 töötas Arnold Vällo TPIs/TTÜs. Alustas assistendina, aastast 1966 vanemõpetaja ja alates 1968 dotsent. Aastatel 1968–1972 oli mehaanikateaduskonna prodekaan, 1972–1982 juhtis masinaehituse tehnoloogia kateedrit. Ta kuulus nende harukord-



sete inimeste hulka, keda ülemuseks olemine ei suutnud muuta ja kelle poole võis alati oma muredega pöörduda.

Tema põhiliseks õppevaldkonnaks oli masinaehituse tehnoloogia ja tootmise tehnoloogilise ettevalmistuse süsteemi täiustamine. Tänu varasematele töökogemustele oli ta üliõpilastele poolt hinnatud õppejõud, seda eriti projektide ja lõputööde juhendajana. A. Vällo sulest on ilmunud suur osa tollastest õppematerjalidest, nende seas “Masinaehitustehnoloogia”.

Tema õlul oli terminoloogiline töö masinaehituse alal, kus tema sulest ilmus kogumik “Eesti-inglise-saksa-vene terminid ja määratlused” ja mitmed muud. Ta tegi tulemuslikku koostööd tööstusettevõtete ja erialaliitudega.

Põhitöö kõrval jätkus tal aega ka kõrvalharrastustele, mida näitab nii oma kätega rajatud kodu Muugal kui ka sulgpallitreeningud kuni viimaste elupäevadeni. Viimane mäng toimus 11. märtsil.

Üliõpilased, sõbrad ja kolleegid mäletavad Arnold Vällot kui sõbralikku, sügavate teadmiste, hea huumorimeelega ja alati abivalmis kaaslast.

Tema töö elab edasi tema õpilaste – sadade mehaanikainseneride ja paljude, paljude kolleegide mäletuses.

*Vello Reedik*

**GUNNAR VÄLJAMÄE**  
**24.06.1927–29.10.2010**

29. oktoobri hallil sügispäeval lahkus meie hulgast emeriitdotsent Gunnar Väljamäe, üks automaatika kateedri loojaist – mees, kelle kogu töömeheelu jäi meie ülikooli seinte vahele.

Gunnar Väljamäe sündis Tallinnas 1927. aastal. Ta isa Heinrich Väljamäe oli majandusmees, Tallinna Elektriijaama majandusdirektor, OÜ Esto-Muusika asutaja ja osanik. 1934. aastal juhtus isal raske õnnetus ja ta suri saadud põletushaavadesse.

Lesk kolis kahe väikese lapsega Tartusse. Gunnar pandi Treffneri Gümnaasiumi algkooli. 1943. aasta märtsis tabas neid järgmine ränk löök – vene lennukite süütepommid Tartu raudteejaamani ei ulatanud, kuid suutsid maha põletada palju elumaju sõjalistest sihtmärkidest eemal. Ka Väljamäede eluase Tööstuse tänaval põles maha.

Kartes teenistust punaarmees läks Gunnar üle Tartu Industriaaltehnikumi, mis vabastas sõjaväkke võtmisest. 1947. aasta kevadel lõpetas ta tehnikumi tehnik-elektriku diplomiga. Kuuludes 5% paremate tehnikumilõpetajate hul-

ka, avanes tal tolaeagsete seaduste järgi võimalus jätkata õpinguid TPIs. Samal sügisel saigi temast mehaanikateaduskonna elektrimasinate ja -aparatuuride eriala üliõpilane. Rühmakaaslasteks teiste hulgas Hugo Tiismus ja Hanno Sillamaa.

Järgmisel aastal avati TPIs elektrijaamade, -võrkude ja -süsteemide eriala. Teisele kursusele jõudnud Väljamäe rühm jagati üliõpilaste soove arvestades kaheks. Gunnar valiski sellele pika nimega ja laiema ulatusega energeetika-ala, mille ta lõpetas kiitusega diplomiga 1952. aasta suvel. Kehtinud korra kohaselt suunati ta tööle Riiga. Seal aga ei saadud tema majutamisega hakkama ja kuna ta oli üliõpilasena silma jäänud dotsent Aleksander Voldekule, sai ta viimase õhutusel ja kaastegevusel oma esimese töökoha hoopis TPIs. Ja siia ta jäigi. Edasine on nii tüüpiline ja tuntud: assistent – vanemõpetaja – dotsent.

On loomulik, et kõrgkoolis õppejõuna töötamisele kaasneb teaduslik tegevus, väitekirja kirjutamine ja kaitsmine. Oma teema ja valdkonna valik võttis aega, kuid Gunnar leidis selle: Halli efekt ja selle praktiline kasutamine. Et lähikonnas juhendajaks sobivat akadeemilist isikut polnud, tuli abi otsida kaugemalt. Leningradi Elektrotehnika Instituudi professor Razumovski oli nõus juhendama, lisaks leiti võimalus üheaastaseks aspirantuuriks 1959/1960. õppeaastal. Uurimistöö tulemuste ainulaadsust tõendavate autoritunnistustega tugevdatud väitekirja sai valmis 1961. aastal ja kaitsmine LETIs läks edukalt.

Gunnar Väljamäe oli üks automaatika kateedri asutajaliikmetest (1960) ja jäi selle kollektiivi liikmeks kuni emeriidiks saamiseni 1996. aastal. Tema õppetöö oli põhiliselt seotud mõõtetehnikaga, loengukursused “Elektrimõõtmised” ning “Elektriliste ja mitteelektriliste suuruste mõõtmine” kestsid aastaid ja olid hästi tagatud õppemetoodiliste materjalidega.

Teadustöös jäi ta paljudeks aastateks truuks Halli efektile, uurides selle omadusi ja kasutusvõimalusi mõõtetehnikas. Halli efektil põhinevate andurite edukas kasutamine esimestes omaehitatud mõõtelülitustes tõi tegijale 1959 ja 1960 esimesed autoritunnistused. Leiutustegevus elavnes märgatavalt 1970. aasta paiku, kui Halli anduritega tegelevad insenerid leidsid elektromagnetilise müra ja mehaanilise vibratsiooni eest kaitstud väikese tööruumi II õppehoones. Esiletoomist väärib see, et ligi pooled uudsetest mõõteseadistest, mis Gunnar Väljamäe eestvedamisel valmisid, sündisid teiste uurijate abistamiseks. Nende hulgas oli ülikooli mehaanikateadlastele (Maido Ajaots, Aksel Jürgenson, Tiit Tiidemann) mõeldud mõõtelülitusi ja arstiteadlastele (kardioloog Kalju Rägo, silmaarst Leo Schotter, endokrinoloog Uno Sibul ja kirurg Evi Johani) mõeldud eriseadeldisi. Meditsiin oli üldse Gunnari suur kõrvalhuvi. Oma tervise eest hoolitses ta väga. Tervisehädadega kolleegid käisid sa-

geli temaga nõu pidamas. Arvasime, et muus olukorras olekski ta vististi arstiks õppinud.

Halli anduri kõrval tegeles Gunnar Väljamäe veel reoloogia ja reomeetriaga (tahkuvate reaalvedelike ja vedelsegude omaduste mõtteseadmetega), olles uurimisrühma Reoset juht. Töötati välja mitmed algupärased mõtteseadmed, mida isegi soovitati saritootmiseks, kuid tööstus ei saanud sellega hakkama. Nende töödega pälvis ta 1991. aastal Eesti Vabariigi teaduspree-mia.

Gunnar Väljamäel on üle 70 teadusliku väljaande, neist 32 autoritunnistust. Tema osalusel ja juhtimisel valminud mõtteseadmeid esitleti paljudel näitustel, kus need äratasid tõsist huvi ja tähelepanu, millest annab tunnistust 5 näitusemedalit.

Õppe- ja teadustöö ning leiutustegevuse kõrval jätkus Gunnar Väljamäel aega muudekski tegevusteks. 1965–1970 oli ta kaugõppeteaduskonna prodekaan ja dekaan, pikki aastaid TPI Toimetiste toimetuskolleegiumi vastutav sekretär, TPI ÜTÜ nõukogu aseesimees.

Inimesena oli Gunnar Väljamäe tõeline “vana kooli mees” selle mõiste kõige paremas tähenduses. Ülimalt viisakas ja abivalmis, taktitundeline. “Valge inimese moodi”, ütles ta ise oma käitumise kohta.

*Arno Annus*

**JUHAN LAUGIS**  
**07.03.1938–01.11.2010**

Meie hulgast lahkus TTÜ elektri- ja jõuelektroonika instituudi kaua-aegne direktor professor Juhan Laugis. Põltsamaal sündinud ja noorukina Tallinna õppima asunud Juhani kogu elutee oli seotud elektrotehnikaga. 1956 lõpetas ta Tallinna Kommunaal-Ehitustehnikumi tööstusettevõtete elektri-seadmete erialal, 1956–1961 oli ta Tallinna Polütehnilise Instituudi tööstus-ettevõtete elektrifitseerimise eriala üliõpilane. Juba õppimise ajal töötas ta projekteerimisinstituudis “Kommunaalprojekt”. Pärast kõrgkooli lõpetamist töötas ta Tallinna Elavhõbealaldite Tehases. Kuna tollane Tallinna Polütehni-line Instituut vajas hädasti noori andekaid õppejõude ja teadureid, kutsus elektri- ja jõuelektroonika kateedri juhataja Hugo Tiismus Juhani enda juurde tööle vanemõpetajaks ja pakkus talle ka uurimisteema magnetohüdrodünaamiliste ajamite ehk lihtsamalt öeldes elektriliste sulametallipumpade alal. Juhani aktiivsel osavõtul valmis elektri- ja jõuelektroonika kateedris sulametallipumpade katse-

stend, milles metallina kasutati elavhõbedat. Elavhõbe saadi tollasest Elavhõbealaldite Tehasest. Katsestendis oli seda kasutusel mitukümmend liitrit, mis elavhõbeda erikaalu arvestades tähendas sadu kilogramme. Arusaadavalt polnud töötamine niisuguse katsestendiga päris ohutu. Uurimistöö teema oli aga uus ja huvitav ning Juhan ja tema õpilased sukeldusid ohte trotsides töösse. Kasutatavad tööstuslikud laboriseadmed olid nüüdsetega võrreldes algelised. Juhitavate toiteallikatena rakendati magnetvõimendeid, andurite mõõtesignaalide võimendamiseks lampvõimendeid, rööbiti kulgevate dünaamiliste protsesside jälgimiseks peegelkiire ostsiloskoope, mis joonistasid protsessikõverad valgustundlikule fotopaberile ja mida tuli tulemuse kättesaamiseks pikikus ilmutada.

Innuka teadustegevuse tulemusena valmis kandidaaditöö, mida J. Laugis kaitses 19. juunil 1970 Leningradi Elektrotehnikainstituudis. 1972 andis NLi kõrgem atestatsioonikomisjon talle dotsendi kutse. Edasi jätkas ta tööd elektriainjamite õppejõuna ning teadusprojektide täitja ja juhina. Eriti edukaks osutus tema tegevus teadussidemete arendajana – Ust-Kamenogorski titaani ja magneesiumikombinaat, Kaasani ja Uljanovski lennukimootoritehased, Kaluši alumiiniumikombinaat, Irtõši keemia- ja metallurgiakombinaat, Tšimkendi seatinakombinaat on vaid väike loend kohtadest, kuhu on jäänud jälg Juhani uurimis- ja arendustöödest. Eestis on ilmselt vähe neid inimesi, kes on oma silmaga näinud paljude ja väga haruldaste värviliste metallide tootmist ning andnud oma panuse selle tootmise automatiseerimiseks. Tänu oma loomupärasele suhtlemisoskusele ja organiseerimisvõimele sai Juhanist peagi teaduskollektiivi juht, kelle juhendamisel kaitsi mitmeid kandidaaditöid. Lähetustel NLi avarustele leidis Juhan kiiresti ühise keele nii kohalike ettevõtete tootmisjuhtide kui ka hotellide administraatoritega, kes vaatamata öömaja suurele nappusele leidsid Eestist pärit külalistele alati sobiva elupaiga. Need sidemed aitasid elektriainjamite kateedril saada uusi teadustellimusi, võimaldasid õppejõududel ja teaduritel näha maailma nii laialt kui see tol ajal üldse võimalik oli ning saata üliõpilasi praktikale suurtesse tootmisettevõtetesse, mida Eestis polnud. Ühtlasi valmis Juhanil ka doktoritöö, mida tollal tehnikaaladel suutsid Eestis kaitsta vaid vähesed. Juhan Laugise doktoritöö kaitsmine leidis aset Moskva Energeetikainstituudis 19. juunil 1987. 1989 anti talle professori kutse.

NL oli küll suur, kuid peagi jäi see Juhanile kitsaks. Juba esimesel tööalasel välisreisil asus ta teadussidemeid arendama ka mujal. Algul oli selleks Saksa DV ja Chemnitz (tollane Karl-Marx-Stadt) Tehnikaülikool, kuhu tal õnnestus saada stažeerimiseks 10-kuuline lähetus (september 1972 – juuni 1973). Kiiresti omandatud saksa keele oskus oli abiks sõprusidemetega loomisel professor Peter-Klaus Budigiga, kes võttis järgnevatel aastatel oma

ülikoolis vastu paljusid külalisi Eestimaalt ja kellest sai Eesti sõber ning TTÜ audoktor (1988). Hiljem lisandusid Juhani välissidemete nimistusse üha uued ja uued kõrgkoolid ja firmad ka Saksamaa lääneosas. Alpide külje all asuvas Saksa väikelinnas Kemptenis leidis ta uue kaaslase professor Johannes Steinbrunni, kellest sai samuti suur Eesti ja eestlaste sõber. Meie üliõpilased ja õppejõud said näha hästisisustatud laboreid ning moodsaid tööstusettevõtteid. Paljudele neist sai armsaks Kempten, professor Steinbrunn hakkas aga tihti käima Tallinnas ning lugema loenguid meie üliõpilastele. Suurte teenete eest omistati talle 2003 TTÜ audoktori tiitel.

Pärast seda, kui professor Endel Risthein oli viibinud mõnda aega üle lahe Helsingi Tehnikaülikoolis ja saanud tuttavaks professor Tapani Jokineniga, otsustas Juhan Laugis luua laiema sõbrasuhted Helsingi Tehnikaülikooliga. Esimesed külaskäigud Helsingisse jäävad paljudele elektriainete ja jõuelektroonika instituudi töötajatele kauaks meelde. Reisiks sinna üüriti väike uurimislav "Kiir", millel peale 4-liikmelise meeskonna leidusid kohad kaheksale kaassõitjale. Lahe ületamiseks kulus laevukesel vähemalt 8 tundi. Kuna uurimislava kodusadamaks oli Pärnu, kestis reis Pärnust Helsingisse kaks ja pool päeva. Mitmed meist elasid üle merehaiguse. Helsingis oli see laev meile nädala jooksul hotelliks. Nii saime kokku hoida kulusid. Kokku tegi "Kiir" kolm reisi. Tänu nendele reisidele saime sõpradeks oma põhjanaabritega. Paljusid meie üliõpilasi ja doktorante kutsuti hiljem osalema Helsingi Tehnikaülikooli doktorikooli üritustel. Professor T. Jokinen käis omakorda Tallinnas loenguid pidamas. Temastki sai Tallinna Tehnikaülikooli audoktor.

1989. aastast alates asus Juhan juhtima elektriainete kateedrit, mis 1992 nimetati ümber elektriainete ja jõuelektroonika instituudiks. Võib öelda, et elektriainete ja jõuelektroonika instituut on olnud Juhani elutöö, mis vaatamata paljudele probleemidele ja raskustele on pürginud ikka parema ja edukama tuleviku poole. Et teadustulemused ei jääks paberile kolletama, otsis Juhan hoolega sidemeid tööstusjuhtide ja ettevõtjatega. Normiks sai põhimõtte, et iga kaitstav doktoritöö peab leidma rakenduse. Tööstusjuhid on lektoritena olnud instituudi sagedasteks külalisteks. Juhani sooviks oli kanda igati hoolt eesti tehnikakeele arendamise eest ning tagada õppetöö eesti-keelsete õpikute ja õppematerjalidega, mistõttu ta toetas iga õppejõudu, kes soovis oma materjale kirjastada ning leidis selleks ka alati võimaluse.

Meie hulgast lahkus inimene, kelle elu oli täis tegusid. Elu lõputus ringkäigus vahetuvad põlvkonnad. Viimastel aegadel oli Juhani peamiseks sooviks tuua instituuti võimalikult palju noori doktorante, kes pärast kraadi kaitsmist asuksid tööle õppejõu või teadurina. Tänapäevaks on see soov suures osas ka täitunud.

*Tõnu Lehtla*

## **Publikatsioonid**

## PUBLIKATSIOONID

### EHITUSTEADUSKOND

#### *Raamatud*

Abel, E., Voll, H. Hoonete energiatarve ja sisekliima. [Tallinn] : Presshouse, [2010]. 249 lk.

Arro, M., Laur, T., Tuisk, T. jt. (koost.). Batoon ja raudbatoon : betooni pinnad. Tallinn : Eesti Betooniühing, ET Infokeskus, 2010. 113 lk.

Bergant, A., Westende, J.M.C., Koppel, T., Gale, J., Hou, Q., Pandula, Z., Tijsseling, A.S. Water hammer and column separation due to accidental simultaneous closure of control valves in a large scale two-phase flow experimental test rig. Eindhoven : Eindhoven University of Technology, 2010. 10, [1] p. (CASA-report 10-37).

Ellmann, A., Kala, V. (koost.). Geodeesia laboratoorse praktikumi juhend. I. Tallinn : TTÜ, 2010. 72 lk.

Hunt, T., Letunovitš, S., Annuka, H. (koost.). Kujutava geomeetria algkursus : harjutusülesanded. Tallinn : TTÜ insenerigraafika keskus, 2010. 20 lk.

Hääl, K. (tlk.). Sisekeskkonna algandmed hoonete energiatõhususe projekteerimiseks ja hindamiseks, lähtudes siseõhu kvaliteedist, soojuslikust mugavusest, valgustusest ja akustikast. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 45 lk. (Eesti standard ; EVS-EN 15251:2007).

Idnurm, S. (tlk.). Eurokoodeks: Ehituskonstruksioonide projekteerimise alused. Muudatus A1. Lisa A2, Rakendamine sildade puhul. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 37 lk. (Eesti standard ; EVS-EN 1990:2002/A1:2006+NA:2009).

Jaanus, J., Parts, A. (tlk.). Eurokoodeks 3: Teraskonstruksioonide projekteerimine. Osa 3-2, Tornid, mastid ja korstnad. Korstnad. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 36, [1] lk. (Eesti standard ; EVS-EN 1993-3-2:2006+NA:2009).

Just, A. Structural fire design of timber frame assemblies insulated by glass wool and covered by gypsum plasterboards. Tallinn : TUT Press, 2010. 160 p. (Theses of Tallinn University of Technology. F, Thesis on civil engineering ; 30).

Kala, V., Kotsulim, G. Vesiehitised : ehitusuuringute alused. Tallinn : TTÜ, 2010. 279 lk.

Kalamees, T. Hoone piirdetarindi soojusjuhtivuse arvutusjuhend. Osa 1, Välisõhuga kontaktis olev läbipaistmatu piire. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 38 lk. (Eesti standard ; EVS 908-1:2010).

Kalamees, T., Kõiv, T.-A., Liias, R., Õiger, K., Kallavus, U., Mikli, L., Ilomets, S., Kuusk, K., Maivel, M., Mikola, A., Klõšeiko, P., Agasild, T., Arumägi, E., Liho, E., Ojang, T., Tuisk, T., Raado, L.-M., Jõesaar, T. Eesti eluasemefondi telliskorter-  
elamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga : uuringu lõpparuanne.  
Tallinn, 2010. 225 lk.

Karu, J. Tarbeveekäitlus. II, õppevahend. Tallinn : TTÜ, 2010. 114 lk.

Kask, M., Loitve, M. (koost.). Joonestamise harjutusülesanded ehituserialadele.  
Tallinn : TTÜ insenerigraafika keskus, 2010. 20 lk.

Kulbach, V. (tlk.). Eurokoodeks 3: Teraskonstruksioonide projekteerimine. Osa 4-1,  
Puistemahutid. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 124 lk. (Eesti standard ;  
EVS-EN 1993-4-1:2007+NA:2010).

Kulbach, V. (tlk.). Eurokoodeks 3: Teraskonstruksioonide projekteerimine. Osa 4-2,  
Vedelikumahutid. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 60 lk. (Eesti standard ;  
EVS-EN 1993-4-2:2007+NA:2010).

Kulbach, V. (tlk.). Eurokoodeks 3: Teraskonstruksioonide projekteerimine. Osa 4-3,  
Torujuhtmed. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 41 lk. (Eesti standard ; EVS-  
EN 1993-4-3:2007+NA:2010).

Kulbach, V. (tlk.). Teraskonstruksioonide ja alumiiniumkonstruktsioonide valmista-  
mine. Osa 3, Tehnilised nõuded alumiiniumkonstruktsioonidele. [Tallinn] : Eesti  
Standardikeskus, 2010. II, 110 lk. (Eesti standard ; EVS-EN 1090-3:2008).

Kõiv, T.-A., Toode, A. Hoonete sooja veearustus. [Tallinn] : TTÜ, 2010. 102 lk.

Loorits, K. (tlk.). Eurokoodeks 3: Teraskonstruksioonide projekteerimine. Osa 1-11,  
Tõmbele töötavate elementidega konstruktsioonide projekteerimine. [Tallinn] : Eesti  
Standardikeskus, 2010. II, 46 lk. (Eesti standard ; EVS-EN 1993-1-  
11:2006+NA:2010).

Mespak, V. (tlk.). Asfaltsegud : kuuma asfaltsegu katsemeetodid. Osa 12,  
Asfaltsegust proovikehade veepüsivuse määramine. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus,  
2010. II, 16 lk. (Eesti standard ; EVS-EN 12697-12:2008).

Mespak, V. (tlk.). Asfaltsegud : kuuma asfaltsegu katsemeetodid. Osa 2, Terastikulise  
koostise määramine. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. 11 lk. (Eesti standard ;  
EVS-EN 12697-2:2003+A1:2007).

Mespak, V. (tlk.). Asfaltsegud : kuuma asfaltsegu katsemeetodid. Osa 8, Asfaltsegust  
proovikehade poorsusomaduste määramine. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010.  
12 lk. (Eesti standard; EVS-EN 12697-8:2003).

Mespak, V. (tlk.). Teekattemärgised. Kattelhelkurid. Osa 1, Esmased toimivusnõuded.  
[Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 27 lk. (Eesti standard ; EVS-EN 1463-  
1:2009).

Mõisnik, K. (koost.). Ehitusmasinad ja -seadmed : töövihik. Tallinn : TTÜ, 2010.  
51 lk.



Onton, H., Õiger, K. Deterioration and restoration of old reinforced concrete constructions : reinforced concrete constructions. Saarbrücken : Lambert Academic Publishing, 2010. 131 p.

Pachel, K. Water resources, sustainable use and integrated management in Estonia. Tallinn : TUT Press, 2010. 171 p. (Theses of Tallinn University of Technology. F, Thesis on civil engineering ; 28).

Parts, A. (tlk.). Eurokoodeks 2 : raudbetoonkonstruktsioonide projekteerimine. Osa 3, Tammid ja mahutid. Tallinn : Eesti Standardikeskus, 2010. 25, [5] lk. (Eesti standard ; EVS-EN 1992-3:2006+NA:2009).

Pedusaar, T. Management of Lake Ülemiste, a drinking water reservoir. Tallinn : TUT Press, 2010. 126 p. (Theses of Tallinn University of Technology. F, Thesis on civil engineering ; 27).

Randrüüt, M. Wave propagation in microstructured solids : solitary and periodic waves. Tallinn : TUT Press, 2010. 166 p. (Theses of Tallinn University of Technology. B, Thesis on natural and exact sciences ; 96).

Ratassepp, M. Wave scattering at discontinuities in plates and pipes. Tallinn : TUT Press, 2010. 113 p. (Theses of Tallinn University of Technology. F, Thesis on civil engineering ; 26).

Räämet, A. Spatio-temporal variability of the Baltic Sea wave fields. Tallinn : TUT Press, 2010. 171 p. (Theses of Tallinn University of Technology. F, Thesis on civil engineering ; 29).

Tabri, K. Dynamics of ship collisions : doctoral dissertation. Espoo : Aalto University, 2010. Various pagins. (TKK dissertations ; 213).

Talvik, I. (tlk.). Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused. Osa 1-7, Üldkoormused. Erakorralised koormused. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 69 lk. (Eesti standard ; EVS-EN 1991-1-7:2006+NA:2009).

Talvik, I. (tlk.). Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused. Osa 1-4, Üldkoormused. Tuulekoormus. Muudatus A1. Eesti standardi rahvuslik lisa. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 9 lk. (Eesti standard ; EVS-EN 1991-1 4:2005/A1:2010+A1:2010/NA:2010).

Vallas, E., Kogerman, E., Paluver, N. (koost). Kujutava geomeetria üldkursus : harjutusülesanded. Tallinn : TTÜ insenerigraafika keskus, 2010. 41 lk.

### ***Artiklid***

Avvik, A. Rappuv sõidukogemus // Miks seisavad kured ühe jala peal? Ja veel 100 huvitavat küsimust. [Tallinn] : Presshouse, 2010. lk. 113-115.

Abel, E., Voll, H. Ilmus eestikeelne hoonete energiatarvet ja sisekliimat käsitlev raamat // Ehitaja (2010) 7/8, lk. 17-18.

Andrejev, O., Sokolov, A., Soomere, T., Värvi, R., Viikmäe, B. The use of high-resolution bathymetry for circulation modelling in the Gulf of Finland // *Estonian journal of engineering* (2010) Vol. 16, 3, p. 187-210.

Annus, I., Koppel, T., Vardy, A. Transition to turbulence in accelerating flow // *Proceedings of the HYDRALAB III Joint Transnational Access User Meeting* : Hannover, February 2010. Hannover : Forschungszentrum Küste FZK of University Hannover, 2010. p. 9-12.

\* Arumägi, E., Kalamees, T., Broström, T. Indoor climate in a naturally ventilated unheated medieval church in Harju-Risti, Estonia // *Proceedings of Clima2010 10th Rehva World Congress "Sustainable Energy Use in Buildings"* : Antalya, 9–12.05.2010. [S.l.] : Lexington Books, 2010. [8] p.

Berezovski, M., Berezovski, A., Engelbrecht, J. Waves in materials with micro-structure : numerical simulation // *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences* (2010) Vol. 59, 2, p. 99-107.

Berezovski, M., Berezovski, A., Soomere, T., Viikmäe, B. On wave propagation in laminates with two substructures // *Estonian journal of engineering* (2010) Vol. 16, 3, lk. 228-242.

Bergant, A., Westende, M.C., Koppel, T., Gale, J., Hou, Q., Pandula, Z., Tijsseling, A.S. Water hammer and column separation due to accidental simultaneous closure of control valves in a large scale two-phase flow experimental test rig // *Proceedings of the ASME 2010 Pressure Vessels & Piping Division/K-PVP Conference* : PVP2010 : July 18–22, 2010, Bellevue, Washington, USA. [Bellevue] : ASME, 2010. [10] p.

Cite, N., Chati, F., Leon, F., Maze, G., Naar, H., Klauson, A. Diffusion acoustique d'un moyeu et d'une pale // *10eme Congres Francais d'Acoustique* : Lyon, 12-16 Avril 2010. [Lyon], 2010. [5] p.

Cuthbertson, A., Laanearu, J., Davies, P., Wahlin, A. The behaviour of dense gravity currents in a rotating channel with converging topography // *Proceedings of the HYDRALAB III Joint Transnational Access User Meeting* : Hannover, February 2010. Hannover, 2010. p. 155-158.

Deelstra, J., Eggestad, H.O., Iital, A., Jansons, V., Barkved, L.J. Time resolution and hydrological characteristics in agricultural catchments // *Status and perspectives of hydrology in small basins*. [Oxfordshire] : IAHS, 2010. p. 138-143. (IAHS publications ; 336).

Dementjeva, N., Zaidentsal, A., Voll, H., Härm, M. Eesti noored energeetikud rahvusvahelise kogemuse võrra rikkamad // *Elektriala* (2010) 7, lk. 26-27.

Depelche, N., Soomere, T., Lilover, M.-J. Diapycnal mixing and internal waves in the Saint John River Estuary, New Brunswick, Canada with a discussion relative to the Baltic Sea // *Estonian journal of engineering* (2010) Vol. 16, 2, p. 157-175.

Ehlers, S., Tabri, K., Romanoff, J., Varsta, P. Numerical and experimental investigation on the collision resistance of the X-core structure // *5th International*

Conference on Collision and Grounding of Ships : June 14th –16th 2010 Espoo, Finland. Espoo : Aalto University, 2010. p. 18-24.

Ellmann, A. Considerations on the further improvements of regional geoid modeling over the Baltic countries // *Geodezija ir kartografija = Geodesy and cartography* (2010) Vol. 36, 1, p. 5-15.

\* Ellmann, A. Combining different modification methods of the Stokes formula [Electronic resource] // *Geophysical research abstracts* (2010) Vol. 12, p. EGU2010-12420 [CD-ROM].

\* Ellmann, A. Donward continuation of airborne gravity data [Electronic resource] // *Geophysical research abstracts* (2010) Vol. 12, p. EGU2010-9449 [CD-ROM].

Ellmann, A. Validation of the new Earth gravitational model EGM08 over the Baltic countries // *Gravity, Geoid and Earth Observation : IAG Commission 2: Gravity Field, Chania, Crete, Greece, 23–27 June 2008*. Berlin : Springer, 2010. p. 489-496. (International Association of Geodesy Symposia ; 135).

Ellmann, A. Taevaaloatuse atraktiivseim satelliit // *Horisont* (2010) 4, lk. 18-24.

Ellmann, A., Gruno, A. Vello Kala 75 // *Geodeet* (2010) 40, lk. 93-94.

Engelbrecht, J. Mälu, kultuur ja teadus : [kõne Eesti Rahva Muuseumi 100. aastapäeva aktusel] // *Eesti Rahva Muuseumi aastaraamat*. 53. Tartu : Eesti Rahva Muuseum, 2010. lk. 15-18.

Engelbrecht, J. Suuri hüppeid põhjustavad pisikesed muutused : [intervjuu] // *Teadusmõte Küberneetika Instituudis*. [Tallinn : TTÜ Küberneetika Instituut], 2010. lk. 159-163.

Engelbrecht, J. Teadusmõttest Küberneetika Instituudis // *Teadusmõte Küberneetika Instituudis*. [Tallinn : TTÜ Küberneetika Instituut], 2010. lk. 11-15.

Engelbrecht, J. Nonlinear wave motion and complexity // *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences* (2010) Vol. 59, 2, p. 66-71.

Engelbrecht, J., Berezovski, A., Soomere, T. Highlights in the research into complexity of nonlinear waves // *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences* (2010) Vol. 59, 2, p. 61-65.

Engelbrecht, J. Miks mõtlen nii, nagu ma mõtlen? : [intervjuu] // *Teadusmõte Küberneetika Instituudis*. [Tallinn : TTÜ Küberneetika Instituut], 2010. lk. 55-64.

\* Fletcher, S., Lowe, M.J.S., Ratssepp, M., Brett, C. Implementation of focused guided waves to locate axial defects in pipes // *Review of progress in quantitative nondestructive evaluation*. Volume 29. [S.l.] : American Institut of Physics, 2010. p. 223-230. (AIP Conference proceedings ; Vol. 1211, Materials physics and applications).

Gribniak, V., Kaklauskas, G., Idnurm, S., Bacinskas, D. Finite element mesh size effect on deformation predictions of reinforced concrete bridge girder // *The Baltic journal of road and bridge engineering* (2010) Vol. 5, 1, p. 19-27.

Hani, A., Britikovski, I., Voll, H., Kõiv, T.-A. Sea water district cooling feasibility analysis for Tallinn // The 12th International Symposium on District Heating and Cooling : September 5th to September 7th, 2010, Tallinn, Estonia. Tallinn, 2010. p. 153-156.

Hanson, M., Idnurm, S. Spagetti Bridge Contest ehk tõsine mäng toiduga // Inseneeria (2010) 10, lk. 18-20.

Iital, A., Brandt, N., Gröndahl, F., Loigu, E., Klõga, M. Impact of changes in nutrient inputs to the water quality of the shallow Haapsalu Bay, the Baltic Sea // Journal of environmental monitoring (2010) Vol. 12, 8, p. 1531-1536.

Iital, A., Pachel, K., Loigu, E., Pihlak, M., Leisk, Ü. Recent trends in nutrient concentrations in Estonian rivers as a response to large-scale changes in land-use intensity and life-styles // Journal of environmental monitoring (2010) Vol. 12, 1, p. 178-188.

\* Ilomets, S., Kalamees, T., Kõiv, T.-A. Analysis of energy use in detached houses to determine energy performance requirements in Estonia // Proceedings of Clima2010 10th Rehva World Congress "Sustainable Energy Use in Buildings" : Antalya, 9–12.05.2010. [S.I.] : Lexington Books, 2010. [8] p.

Jaaniso, V. Geotehnika // Ehituskonstruktori käsiraamat. Tallinn : Ehitame, 2010. lk. 211-260.

Juozapaitis, A., Idnurm, S., Kaklauskas, G., Idnurm, J., Gribniak, V. Non-linear analysis of suspension bridges with flexible and rigid cables // Journal of civil engineering and management (2010) Vol. 16, 1, p. 149-154.

Just, A. Post-protection behaviour of wooden wall and floor structures completely filled with glass wool // Structures in Fire : proceedings of the 6th International Conference (SiF'10) : June 2–4, 2010, East Lansing, MI. Lancaster : DesTech Publications Inc, 2010. p. 584-592.

Just, A., Schmid, J., König, J. Failure times of gypsum boards // Structures in Fire : proceedings of the 6th International Conference (SiF'10) : June 2–4, 2010, East Lansing, MI. Lancaster : DesTech Publications Inc, 2010. p. 593-601.

\* Just, A., Schmid, J., König, J. Failure times of gypsum plasterboards // Interflam 2010 : proceedings of the twelfth international conference : 5–7th July 2010, Nottingham, UK, Volume 2. London : Interscience Communications, Ltd, 2010. p. 1695-1700.

\* Kaklauskas, A., Amaratunga, D., Lill, I. The life cycle process model for efficient construction manager : conceptual modelling at the level of personality and at micro, meso and macro levels // COBRA 2010 : The Construction, Building and Real Estate Research Conference of the Royal Institution of Chartered Surveyors : Held at Dauphine Université, Paris, 2–3 September 2010. [Paris] : RICS, 2010. [18] p.

Kalamees, T. Suurpaneelamute renoveerimise õnnestumine eeldab kompleksset lähenemist // Keskkonnatehnika (2010) 1, lk. 36-37.

\* Kalamees, T., Ilomets, S., Arumägi, E., Kuusk, K., Liias, R., Kõiv, T.-A., Õiger, K. Research demand of old apartment buildings in Estonia // IEA Annex 55 (RAP-RETRO) : working meeting : Holzkirchen, Germany, 15–16 April, 2010. [Holzkirchen], 2010. [8] p.

Kalamees, T., Kurnitski, J. Moisture convection performance of external walls and roofs // Journal of building physics (2010) Vol. 33, 3, p. 225-247.

Kalamees, T., Kurnitski, J., Jokisalo, J., Eskola, L., Jokiranta, K., Vinha, J. Measured and simulated air pressure conditions in Finnish residential buildings // Building services engineering research & technology (2010) Vol. 31, 2, p. 177-190.

\* Kalamees, T., Kõiv, T.-A., Arumägi, E., Ilomets, S. Indoor temperature and humidity conditions in Estonian old multi-storey apartment buildings composed of prefabricated concrete elements // Proceedings of Clima2010 10th Rehva World Congress "Sustainable Energy Use in Buildings" : Antalya, 9–12.05.2010. [S.l.] : Lexington Books, 2010. [8] p.

Koppel, T., Laanearu, J., Annus, I., Raidmaa, M. Using transient flow equations for modelling of filling and emptying of the large-scale pipeline // Water Distribution System Analysis 2010 : WDSA2010 : Tucson, AZ, USA, Sept. 12–15, 2010. [Tucson], 2010. [9] p.

\* Koppel, T., Liias, R. Student mobility and economic situation in the constructive sector // Inquiries into European Higher Education in Civil Engineering, Ninth EUCEET Volume. Bucharest : CONSPRESS, 2010. p. 217-225.

Koppel, T., Vassiljev, A. Calibration of water distribution network for BWCN // Water Distribution System Analysis 2010 : WDSA2010 : Tucson, AZ, USA, Sept. 12–15, 2010. [Tucson], 2010. [10] p.

Krasjukova, J. Possibilities to manage effectively risks in the transport of dangerous goods // Journal of International Research Publications : Economy & Business (2010) Vol. 4, 2, p. 27-36.

Kulbach, V., Idnurm, J. The Behaviour of Cable Structures subject to Supporting System Deformation // Proceedings of the Tenth International Conference on Computational Structures Technology, held in Valencia, Spain, 14–17 September 2010. Stirlingshire : Civil-Comp Press, 2010. Paper 362 [CD-ROM].

\* Kõiv, T.-A. Indoor climate and energy efficiency of apartment and educational buildings in Estonia // Latest Trends on Engineering Mechanics, Structures, engineering Geology : proceedings of 3rd WSEAS International Conference on Engineering Mechanics, Structures Engineering Geology : Corfu Island, Greece, July 22–24, 2010. [S.l.] : WSEAS, 2010. p. 196-199.

\* Kõiv, T.-A., Voll, H. DHW consumption in residential, educational and office buildings [Electronic resource] // Proceedings of Clima2010 10th Rehva World Congress "Sustainable Energy Use in Buildings" : Antalya, 9–12.05.2010. [S.l.] : Lexington Books, 2010. [8] p. [CD-ROM].

\* Kõiv, T.-A., Voll, H. Domestic hot water consumption in educational and office buildings of Estonia // 10th Rehva World Congress "Sustainable Energy Use in Buildings" : Antalya, 9–12.05.2010 : [abstracts]. [S.l.], 2010. p. 437.

Kõiv, T.-A., Voll, H., Hani, A. Domestic hot water consumption in educational premises, apartment and office buildings // WSEAS transactions on environment and development (2010) Vol. 6, 1, p. 43-52.

Kõiv, T.-A., Voll, H., Mikola, A., Kuusk, K., Maivel, M. Indoor Climate and Energy Consumption in Residential Buildings in Estonian Climatic Conditions // WSEAS transactions on environment and development (2010) Vol. 6, 4, p. 235-244.

Kütt, L., Kilter, J., Palu, I. Short-circuit wave transient measurements in HV power network // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 37-41.

Laanearu, J., Vassiljev, A., Davies, P. Modelling of exchange flow in horizontal channels with quadratic-shape cross sections : Pärnu river mouth case study // First IAHR European Division Congress : Herriot Watt University, Edinburgh, UK, 4th, 5th, 6th May 2010 : paper abstracts. [Edinburgh : Heriot Watt University], 2010. p. 18.

Laanearu, J., Westende, J. Hydraulic characteristics of test rig used in filling and emptying experiments of large-scale PVC pipeline // Proceedings of the HYDRALAB III Joint Transnational Access User Meeting : Hannover, February 2010. Hannover : Forschungszentrum Küste FZK of University Hannover, 2010. p. 5-8.

Lasn, K., Klauson, A., Chati, F., Decultot, D. The determination of mechanical properties of orthotropic composites // XVI International Conference Mechanics of Composite Materials : book of abstracts. [S.l.], 2010. p. 117.

Laur, T. Toomas Laur : võidutöö nõudis elemenditootjalt professionaalsust // Ehitaja (2010) 3, lk. 43.

Laur, T. Ehitustoodete vastavustõendamine põhjustab endiselt probleeme // Ehitaja (2010) 3, lk. 56-58. Sama vene keeles Строитель (2010) 1, lk. 48-50.

\* Liias, R. Re-engineering the built environment // Public service review : science & technology (2010) 8, p. 140-141.

Loginov, D. Synergetics-based approach to engineering design // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 220-224.

Loorits, K. Teraskonstruktsioonid // Ehituskonstruktori käsiraamat. Tallinn : Ehitame, 2010. lk. 411-470.

Loorits, K. Terasest ja raudbetoonist komposiitkonstruktsioonid // Ehituskonstruktori käsiraamat. Tallinn : Ehitame, 2010. lk. 471-502.

Mespaak, V. Ants Vaimel : 11.01.1927–16.01.2009 : [in memoriam] // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 328-330.

Montewka, J., Ehlers, S., Tabri, K. Elements of risk analysis for LNG tanker maneuvering with tug assistance in a harbor // 11th International Symposium on Practical Design of Ships and Other Floating Structures : Rio de Janeiro, Brazil. [Rio de Janeiro], 2010. p. 1563-1572.

Mägi, R. Ehitusjoonis // Ehituskonstruktori käsiraamat. Tallinn : Ehitame, 2010. lk. 103-134.

Mägi, R. BALTGRAF – engineering graphics in the Baltic States // *Historiae Scientiarum Baltica 2010* : Tallinn, October 8–9, 2010 : abstracts of the XXIV International Baltic Conference on the History of Science. Tallinn : Tallinn University of Technology, 2010. p. 93-94.

\* Oja, T., Ellmann, A., Bloom, A., Gruno, A. Gravity surveys on large icecovered lakes in Estonia [Electronic resource] // *Geophysical research abstracts (2010) Vol. 12*, p. EGU2010-13761 [CD-ROM].

\* Oja, T., Nikolenko, T., Türk, K., Ellmann, A., Jürgenson, H. Calibration results of different type spring gravimeters from the repeated measurements of Estonian calibration lines // *Geophysical research abstracts (2010) Vol. 12*, p. EGU2010-13590.

Otsma, V. Raudbetoon // Ehituskonstruktori käsiraamat. Tallinn : Ehitame, 2010. lk. 261-362.

Paap, L., Kalamees, T. Külmasillad Eesti nõukogudeaegsetes raudbetoonist suurpaneelamutes // Tallinna Tehnikakõrgkooli Toimetised. Nr. 13., (2010). lk. 34-39.

Pedusaar, T., Loigu, E., Pyrh, A., Pihlak, M. The influence of city water consumption on the water balance and quality of drinking water supply with implications for altered operating rules // *Water science and technology : water supply (2010) Vol. 10*, 3, p. 376-382.

Pedusaar, T., Sammalkorpi, I., Hautala, A., Salujõe, J., Järvalt, A., Pihlak, M. Shifts in water quality in a drinking water reservoir during and after the removal of cyprinids // *Hydrobiologia (2010) Vol. 649*, 1, p. 95-106.

Piirimäe, K. Läänemere keskkond aastal 2010 // *TalveAkadeemia 2010 : Läänemeri – vaga vesi, sügav põhi* : 26.–28. veebruar Laulasmaal. [Tallinn] : TalveAkadeemia, [2010]. lk. 8.

Puust, R. Proovimiseks ehk liigagi uuenduslik tarkvara Revit MEP 2011 // *Keskonnatehnika (2010) 5*, lk. 36-38.

Puust, R. AutoCAD 2011 on uuendusmeelsetele // *Inseneeria (2010) 5*, lk. 20-23.

Puust, R., Kapelan, Z., Savic, D. A., Koppel, T. A review of methods for leakage management in pipe networks // *Urban water journal (2010) Vol. 7*, 1, p. 25-45.

Pääsuke, K., Voll, H. Development and manufacturing a selfshielding model // Latest Trends on Engineering Education : 7th WSEAS International Conference on Education and Educational Technologies : Corfu Island, Greece, July 22–24, 2010. [S.l.] : WSEAS, 2010. p. 122-127. (Mathematics and computers in science engineering : a series of reference books and textbooks).

Ratasapp, M., Fletcher, S., Lowe, M.J.S. Scattering of the fundamental torsional mode at an axial crack in a pipe // The journal of the Acoustical Society of America (2010) Vol. 127, 2, p. 730-740.

\* Rikmann, E., Menert, A., Blonskaja, V., Kurisoo, T., Zub, S., Tenno, T. Sulfate-dependent anaerobic ammonium oxidation in baker's yeast wastewater // Book of abstracts of the 7th International Conference ORBIT 2010 : Organic Resources in the Carbon Economy : 29th June to 3rd July 2010 Heraklion Crete, Greece. Thessaloniki : Grafima Publications, 2010. p. 204.

Romanoff, J., Naar, H., Varsta, P. Interaction between web-core sandwich deck and hull girder of passenger ship // 11th International Symposium on Practical Design of Ships and Other Floating Structures : Rio de Janeiro, Brazil. [Rio de Janeiro], 2010. p. 1071-1078.

Roosalu, K., Kamenev, I., Kuusik, A., Loigu, E. Prügilavee puhastamine bioloogilise ja keemilise oksüdatsiooni protsessidega // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 70.

Räämet, A., Soomere, T. A reliability study of wave climate modelling in the Baltic Sea // 6th Study Conference on BALTEX : 14–18 June 2010, Miedzyzdroje, Poland : conference proceedings. Geesthacht : BALTEX, 2010. p. 71-72. (International BALTEX Secretariat Publication ; 46).

Räämet, A., Soomere, T. The wave climate and its seasonal variability in the northeastern Baltic Sea // Estonian journal of earth sciences (2010) Vol. 59, 1, p. 100-113.

Räämet, A., Soomere, T., Zaitseva-Pärnaste, I. Variations in extreme wave heights and wave directions in the north-eastern Baltic Sea // Proceedings of the Estonian Academy of Sciences (2010) Vol. 59, 2, p. 182-192.

Salupere, A. Saateks // Teadusmõte Küberneetika Instituudis. [Tallinn : TTÜ Küberneetika Instituut], 2010. lk. 6-7.

Seinre, E., Voll, H. Energy efficiency regulations taking action in Estonia // Selected Topics in Energy, Environment, Sustainable Development and Landscaping : 6th WSEAS International Conference on Energy, Environment, Ecosystems and Sustainable Development (EEESD '10), 3rd WSEAS International Conference on Landscape Architecture (LA '10) : Politehnica University of Timisoara, Romania, October 21–23, 2010. [S.l.] : WSEAS, 2010. p. 211-215.

Sokk, O., Loigu, E., Kuusik, R., Menert, A. Integration of technologies : biogas production, fertilizer production and biogas upgrading // 12th World Congress on



Anaerobic Digestion : October 31st – November 4th, 2010, Guadalajara, Jalisco, Mexico. [Guadalajara], [2010]. p. 179.

Sokk, O., Loigu, E., Kuusik, R., Menert, A. Integration of technologies : biogas production, fertilizer production and biogas upgrading // 12th World Congress on Anaerobic Digestion : October 31st – November 4th, 2010, Guadalajara, Jalisco, Mexico. [Guadalajara] : International Water Association, 2010. [6] p.

Sokolov, A., Kaklauskas, G., Idnurm, S., Bacinskas, D., Gribniak, V. Tension stiffening model based on test data of RC beams // The 10th International Conference "Modern Building Materials, Structures and Techniques" : May 19–21, 2010, Lithuania : selected papers. Vilnius : Technika, 2010. p. 810-814.

Soomere, T. Hiidlained : meremeeste müitidest tänapäeva tipptehnoloogiasse // Tarkade Klubi (2010) erinumber, lk. 44-45.

Soomere, T. Läänemere lainekliima muutuste keerises // Globaalsed muutused. Tartu : Sulemees, 2010. lk. 59-73, 130-131. (Schola geologica ; 6).

Soomere, T. Marine Commission // Estonian Academy of Sciences year book 2009. Tallinn, 2010. p. 31-32.

Soomere, T. Mees nagu mitme tundmatuga võrrand : [intervjuu] // Teadusmõte Küberneetika Instituudis. [Tallinn : TTÜ Küberneetika Instituut], 2010. lk. 76-85.

Soomere, T. Märkamatu mõõn // Miks seisavad kured ühe jala peal? Ja veel 100 huvitavat küsimust. [Tallinn] : Presshouse, 2010. lk. 69.

Soomere, T. Nord Stream eirab tundliku Läänemere eripära // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 243-249.

Soomere, T., Lippmaa, E., Tartes, U. Kiri Eesti Vabariigi President härra Toomas Hendrik Ilvesele ja Peaminister härra Andrus Ansipile // Eesti Teaduste Akadeemia aastaraamat 2009. Tallinn : Eesti Teaduste Akadeemia, 2010. lk. 255-256.

Soomere, T., Viikmäe, B., Depelche, N., Myrberg, K. Towards identification of areas of reduced risk in the Gulf of Finland, the Baltic Sea // Proceedings of the Estonian Academy of Sciences (2010) Vol. 59, 2, p. 156-165.

Sutt, J. Tööhõive energiasäästu kaudu – kriisi leevendamiseks // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 261-262.

\* Sutt, J., Hang, T., Aaskivi, U. Standardizing of standards in IPM of construction // Proceedings of the 5th Scientific Conference of Project Management : 29–31 May, Athens, Greece. [S.l.], 2010. p. 698-703.

\* Zaitseva-Pärnaste, I., Räämet, A., Soomere, T. Comparison between modelled and measured wind wave parameters in Estonian coastal waters // Proceedings of the 2nd International Conference (school) on Dynamics of Coastal Zone of Non-tidal Seas : Baltiysk, 26–30 June 2010. Kaliningrad : Terra Baltica, 2010. p. 106-110.

\* Tabri, K. Influence of coupling in the prediction of ship collision damage // Proceedings of 5th International Conference on Collision and Grounding of Ships, Espoo, Finland, 14–16.07.2010. Espoo : Aalto University, 2010. p. 133-138.

Tabri, K., Broekhuijsen, J., Villavicencio, R. A comparison of two approaches for ship collision simulations : dynamic calculations versus displacement controlled calculations // X Suomen Mekaniikkapäivät : Jyväskylän yliopisto, 3.–4. joulukuuta 2009. Jyväskylä : University of Jyväskylä, 2010. p. 5-16. (Reports of the Department of Mathematical Information Technology. Series A. Collections. No. A 1/2009).

Tabri, K., Varsta, P., Matusiak, J. Numerical and experimental motion simulations of nonsymmetric ship collisions // Journal of marine science and technology (2010) 15, p. 87-101.

Talvik, I. Koormused // Ehituskonstruktori käsiraamat. Tallinn : Ehitame, 2010. lk. 179-210.

Tamm, K., Salupere, A. On the propagation of solitary waves in Mindlin-type microstructured solids // Proceedings of the Estonian Academy of Sciences (2010) Vol. 59, 2, p. 118-125.

Thalfeldt, M. Energy consumption and indoor climate analysis of office buildings // International journal of energy and environment (2010) Vol. 4, 4, p. 197-204.

\* Thayaparan, M., Siriwardena, M., Malalgoda, C., Amaratunga, D., Kaklauskas, A., Lill, I. Reforming HEI to improve skills and knowledge on disaster resilience among construction professionals // COBRA 2010 : The Construction, Building and Real Estate Research Conference of the Royal Institution of Chartered Surveyors : Paris, 2–3 September 2010. [Paris] : RICS, 2010. [22] p.

Tomson, T., Maivel, M., Voll, H. Solar heat generation in Estonia and its peculiarities // Eurosun2010 International Conference on Solar Heating, Cooling and Buildings : 28 September – 1 October 2010, Graz, Austria : book of abstracts. [S.l.], 2010. p. 55.

\* Tomson, T., Maivel, M., Voll, H. Solar heat generation in Estonia and its peculiarities // Proceedings of the Eurosun2010 International Conference on Solar Heating, Cooling and Buildings : 28 September – 1 October 2010, Graz, Austria. [Graz], 2010. p. 10-18.

Tärno, Ü. Kolm raamatut korraga : [sõnavõtt raamatute esitlusele] // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 276-278.

Vajda, P., Ellmann, A., Meurers, B., Vanicek, P., Novak, P., Tenzer, R. Harmonic continuation and gravimetric inversion of gravity in areas of negative geodetic heights // Gravity, Geoid and Earth Observation : IAG Commission 2: Gravity Field, Chania, Crete, Greece, 23–27 June 2008. Berlin : Springer, 2010. p. 25-30. (International Association of Geodesy Symposia ; 135).

Vajda, P., Vanicek, P., Novak, P., Tenzer, R., Ellmann, A., Meurers, B. On ambiguities in definitions and applications of Bouguer gravity anomaly // Gravity, Geoid and Earth Observation : IAG Commission 2: Gravity Field, Chania, Crete,

Greece, 23–27 June 2008. Berlin : Springer, 2010. p. 19–24. (International Association of Geodesy Symposia ; 135).

Varsta, P., Ehlers, S., Tabri, K., Klanac, A. Ship collision as criteria in ship design // Advanced ship design for pollution prevention. Boca Raton : CRC Press, 2010. p. 191-203.

Vassiljev, A., Blinova, I. Drained peat soils as source of diffuse pollution // Hydrology : from Research to Water Management : XXVI Nordic Hydrological Conference, Nordic Association for Hydrology, Riga, Latvia, August 9–11, 2010. Riga : University of Latvia Press, 2010. p. 108-109.

Vassiljev, A., Koppel, T., Puust, R. Use of error analysis for calibration of water distribution systems // Water Distribution System Analysis 2010 : WDSA2010 : Tucson, AZ, USA, Sept. 12–15, 2010. [Tucson], 2010. [13] p.

Wasson, J.-G., Villeneuve, B., Iital, A., Murray-Bligh, J., Dobiasova, M., Bacikova, S., Timm, H., Pella, H., Mengin, N., Chandesris, A. Large-scale relationships between basin and riparian land cover and the ecological status of European rivers : examples with invertebrate indices from France, Estonia, Slovakia and United Kingdom // Freshwater biology (2010) Vol. 55, 7, p. 1465-1482.

Viikmäe, B., Soomere, T., Viidebaum, M., Berezovski, M. Temporal scales for transport patterns in the Gulf of Finland // Estonian journal of engineering (2010) Vol. 16, 3, p. 211-227.

\* Witt, E. Procurement arrangements and risk transfer in construction projects – initial evidence from Estonia // The 10th International Conference "Modern Building Materials, Structures and Techniques" : May 19–21, 2010, Lithuania : selected papers. 1. Vilnius : Technika, 2010. p. 549-556.

\* Witt, E., Lill, I. The mismatch between graduate competences and market skills requirements in the construction sector – the Estonian situation // COBRA 2010 : The Construction, Building and Real Estate Research Conference of the Royal Institution of Chartered Surveyors : Paris, 2–3 September 2010. [Paris] : RICS, 2010. [15] p.

Voll, H. Achieving energy savings in urban planning by using direct solar and diffuse daylight in early stage design // WSEAS transactions on environment and development (2010) Vol. 6, 9, p. 645-655.

Voll, H. Energia ja sisekliima labor aitab parandada arhitektide ja inseneride koostööd // Ehitaja (2010) 5/6, lk. 48-49. Sama vene keeles: Строитель (2010) 2, lk. 50-51.

\* Voll, H., Kõiv, T.-A. Cooling demand and daylight – the influence of alternative design // 10th Rehva World Congress "Sustainable Energy Use in Buildings" : Antalya, 9–12.05.2010 : [abstracts]. [S.l.], 2010. p. 227.

\* Voll, H., Kõiv, T.-A. Cooling demand and daylight – the influence of alternative design [Electronic resource] // Proceedings of Clima2010 10th Rehva World Congress "Sustainable Energy Use in Buildings" : Antalya, 9–12.05.2010. [S.l.] : Lexington Books, 2010. [8] p. [CD-ROM].

\* Voll, H., Kõiv, T.-A., Sergejeva, M. Direct solar and diffuse daylight analysis for apartment buildings in urban planning // Latest Trends on Urban Planning and Transportation : 3rd WSEAS International Conference on Urban Planning and Transportation (UPT 10) : Corfu Island, Greece, July 22–24, 2010. [S.l.] : WSEAS, 2010. p. 48-52.

Voll, H., Kõiv, T.-A., Tark, T., Sergejeva, M. Cooling demand in commercial buildings – the influence of daylight window design // WSEAS transactions on applied and theoretical mechanics (2010) Vol. 5, 1, p. 101-111.

Voll, H., Pääsuke, K. Development of a study scale model for energy and daylight analysis // WSEAS transactions on advances in engineering education (2010) Vol. 7, 7, p. 213-223.

Voll, H., Tomson, T. TTÜ energia- ja sisekliimalabor. Energiasääst passiivse arhitektuurilise jahutuse ja/või küttemetodite kavandamise abil // TEUK XII : taastavate energiaallikate uurimine ja kasutamine : kaheteistkümnenda konverentsi kogumik. Tartu : Eesti Maaülikool, 2010. lk. 6-10.

Voltri, V. Kivikonstruktsioonid // Ehituskonstruktori käsiraamat. Tallinn : Ehitame, 2010. lk. 363-410.

Õiger, K. Kalju Loorits : 18.07.1944–29.12.2009 : [in memoriam] // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 340-342.

## ENERGEETIKATEADUSKOND

### *Raamatud*

Hamburg, A. Analysis of energy development perspectives. Tallinn : TUT Press, 2010. 161 p. (Theses of Tallinn University of Technology. D, Thesis on power engineering, electrical engineering, mining engineering ; 45).

Jalakas, T. Research and development of high-power high-voltage DC/DC converters. Tallinn : TUT Press, 2010. 153 p. (Theses of Tallinn University of Technology. D, Thesis on power engineering, electrical engineering, mining engineering ; 43).

Karu, V. (toim.) Teadus algab mõõtmisest [Võrguteavik]. Tallinn : TTÜ Mäenduse ja geoloogia teadusklubi, 2010. 80 lk.

Kilter, J. (tlk.). Elektriütlükud. Osa 21, Elektrivõrguga ühendatud elektriütlükute elektri kvaliteedi näitajate mõõtmine ja hindamine (IEC 61400-21:2008). [Tallinn : Eesti Standardikeskus], 2010. II, 60 lk. (Eesti standard ; EVS-EN 61400-21:2008).

Клигга, М., Лауґіс, Ю., Ткачук, В. CUCEE : 10 Jahre eines Hochschulkooperationsnetzes in Europa = CUCEE : 10 aastat kõrgkoolide koostöövõrgustikku Euroopas = CUCEE : 10 років мережі співпраці університетів у Європі = CUCEE

: 10 lat sieci współpracy uczelni w Europie. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2010. 81, [1] lk.

Lahtmets, R. (ed.). 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : [Pärnu, January 11–16, 2010 : proceedings]. [Tallinn] : Elektriagam, 2010. 312 p.

Lahtmets, R. (ed.). 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. 230 p.

Lehtla, T. (tlk.). Madalpingelised aparaadikoosted. Osa 2, Jõuaparaadikoosted (IEC 61439-2:2009). [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 23 lk. (Eesti standard ; EVS-EN 61439-2:2009).

Lehtla, T. (tlk.). Madalpingelised aparaadikoosted. Osa 1, Üldreeglid. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 136 lk. (Eesti standard ; EVS-EN 61439-1:2009).

Lind, H. Groundwater flow model of the western part of the Estonian oil shale deposit. Tallinn : TUT Press, 2010. 100 p. (Theses of Tallinn University of Technology. D, Thesis on power engineering, electrical engineering, mining engineering ; 44).

Oidram, R. (tlk.). Mõõtetrafod. Osa 1, Voolutrafad. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 61 lk. (Eesti standard ; EVS-EN 60044-1:2002+A2:2003).

Orru, M. Dependence of Estonian peat deposit properties on landscape types and feeding conditions. Tallinn : TUT Press, 2010. 121 p. (Theses of Tallinn University of Technology. D, Thesis on power engineering, electrical engineering, mining engineering ; 46).

Reinsalu, E., Valgma, I., Sabanov, S. Maapõue kasutamise uus kontseptsioon : intensiivkursus : Tallinn, 28. jaanuar 2010. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikooli mäeinstituut, 2010. 76 l. (Energia- ja geotehnika doktorikool ; 2).

Risthein, E. (tlk.). Ehitiste elektripaigaldised. Osa 5-51, Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Üldjuhised. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 34 lk. (Eesti standard ; EVS-HD 60364-5-51:2009).

Risthein, E. (tlk.). Elektriõhus madalpingevõrkudes vahelduvpingega kuni 1000 V ja alalispingega kuni 1500 V. Kaitseüsteemide katsetus-, mõõte- ja seireseadmed. Osa 9, Isolatsioonirikkelokatsiooniseadmed IT-süsteemides. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 25 lk. (Eesti standard ; EVS-EN 61557-9:2009).

Risthein, E. (tlk.). Elektriõhus madalpingevõrkudes vahelduvpingega kuni 1000 V ja alalispingega kuni 1500 V. Kaitseüsteemide katsetus-, mõõte- ja seireseadmed. Osa 10, Kombineeritud mõõteseadmed kaitseviiside katsetamiseks, mõõtmiseks ja seireks. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 6 lk. (Eesti standard; EVS-EN 61557-10:2002).

Risthein, E. (tlk.). Elektriõhutus madalpingevõrkudes vahelduvpingega kuni 1000 V ja alalispingega kuni 1500 V. Kaitseüsteemide katsetus-, mõõde- ja seireseadmed. Osa 11, A- ja B-tüüpi rikkevooluseireseadmete tõhusus TT-, TN- ja IT-süsteemides. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 21 lk. (Eesti standard ; EVS-EN 61557-11:2009).

Risthein, E. (tlk.). Hoonete energiatõhusus : energianõuded valgustusele. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 74 lk. (Eesti standard ; EVS-EN 15193:2007).

Risthein, E. (tlk.). Inimese-masina-liidese üld- ja ohutus põhimõtted, märgistus ja tuvastamine. Juhtide tuvastamine värvide, tähtede või numbritega. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 17 lk. (Eesti standard ; EVS-EN 60446:2007).

Risthein, E. Madalpingepaigaldiste juhistikusüsteemid. Tallinn : EETEL-Ekspert, 2010. 97 lk. (Elektripaigaldised : teaberaamat ; 10).

Risthein, E. (tlk.). Madalpingepaigaldistes kasutatavate seadmete isolatsiooni koordinaatsioon. Osa 1, Põhimõtted, nõuded ja katsetused. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 79 lk. (Eesti standard ; EVS-HD 60664-1:2008).

Risthein, E. (tlk.). Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 5-55, Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Muud seadmed. Jaotis 551, Madalpingelised generator-agregaadid. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 9 lk. (Eesti standard ; EVS-HD 60364-5-551:2010).

Risthein, E. (tlk.). Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 4-43, Kaitseviisid. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 30 lk. (Eesti standard ; EVS-HD 60364-4-43:2010).

Rööp, A. (koost.). Elektriagamite ja jõuelektroonika instituudi aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ elektriagamite ja jõuelektroonika instituut, 2010. 72 lk.

Sakkos, T. (ed.). PQ2010 : 7th International Conference "2010 Electric Power Quality and Supply Reliability" : June 16–18, 2010, Kuressaare, Estonia. Tallinn : IEEE, 2010. 246, [2] p.

Treifeldt, Ü. (tlk.). Mõõtetrafod : kolmefaasilised induktiivpingetrafod pingega Um kuni 52 kV. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 21 lk. (Eesti standard ; EVS-EN 50482:2008).

Västrik, A. (koost.). Maapõue kasutamise arengud. Tallinn, 2010. 58 lk.

Воробьев, А.Е., Сабанов, С.М., Джимиева, Р.Б. Рациональное использование горючих сланцев [Elektroniline teavik]. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikooli mäeinstituut, 2010. 157 lk.

### **Artiklid**

Aavik, T. Pilliroog – biokütuse lähteaine // TalveAkadeemia 2010 : üliõpilaste teadusartiklite konkursi kogumik. Tallinn, Tartu : TalveAkadeemia, 2010. lk. 76-81.

\* Adamowicz, M., Strzelecki, R., Vinnikov, D. Cascaded quasi-Z-source inverters for renewable energy generation systems // Proceedings of 5th International Conference and Exhibition on Ecological Vehicles and Renewable Energies : March 25–28, 2010, Grimaldi Forum, Monaco. Monaco, 2010. [8] p.

Andrijanoviš, A., Egorov, M., Lehtla, M., Vinnikov, D. A hydrogen technology as buffer for stabilization of wind power generation // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektrialam, 2010. p. 62-70.

Andrijanoviš, A., Egorov, M., Lehtla, M., Vinnikov, D. New Method for Stabilization of Wind Power Generation Using Energy Storage Technology // Agronomy research (2010) Vol. 8, S1, p. 12-24.

Andrijanoviš, A., Vinnikov, D. Multiport DC/DC converters for interfacing of hydrogen buffer with wind turbine // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 95-99.

\* Beldjajev, V., Lehtla, T. Possibilities of integrating the industrial robot systems to smart grids // EPE-PEMC 2010 : 14th International Power Electronics and Motion Control Conference : 6–8 September 2010, Ohrid, Republic of Macedonia. [Ohrid] : IEEE, 2010.

Beldjajev, V., Lehtla, T. Preparation of industrial robot systems for work in intelligent power networks // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektrialam, 2010. p. 71-74.

Beldjajev, V., Lehtla, T., Mölder, H. Influence of regenerative braking to power characteristics of a gantry crane // PQ2010 : 7th International Conference "2010 Electric Power Quality and Supply Reliability" : June 16–18, 2010, Kuressaare, Estonia. Tallinn : IEEE, 2010. p. 73-77.

Beldjajev, V., Lehtla, T., Mölder, H. Influence of variable energy flow to power characteristics // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 29-32.

Blinov, A. Jõumuundurite vedelikjahutussüsteemidest // Elektriala (2010) 1, lk. 24-26.

Blinov, A., Jalakas, T., Vinnikov, D. Study of operating conditions of 3,3 kV dual IGBT modules in three-level neutral point clamped inverters // Технічна електродинаміка (2010) 1, p. 135-140.

Blinov, A., Jalakas, T., Vinnikov, D., Janson, K. Switch-off behaviour of 6.5 kV IGBT modules in two-level voltage source inverter // Scientific journal of Riga Technical University. Serija 4, Pover and electrical engineering (2010) 27, p. 121-126.

Blinov, A., Jalakas, T., Vinnikov, D., Janson, K. Transient analysis of high-voltage half-bridge inverter during freewheeling states // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 8-11.

Blinov, A., Jalakas, T., Vinnikov, D., Laugis, J. Analysis of switching properties of different high voltage IGBTs operating under hard-switching conditions // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 323-326.

Brindfeldt, E., Grinko, A. Flexible approach of professional competences in times of economic downturn // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 158-165.

Brindfeldt, E., Grinko, A. Elements of TRIZ in the course "Building automation" // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 159-165.

\* Brindfeldt, E., Grinko, A. Servo drives – the use and importance in teaching mechatronics // EPE-PEMC 2010 : 14th International Power Electronics and Motion Control Conference : 6–8 September 2010, Ohrid, Republic of Macedonia. [Ohrid] : IEEE, 2010.

Dimitrenko, I. Obstacles to proper operation of substation telematics // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 93-98.

Dimitrenko, I. The substation local PC workstation : present and future // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 186-189.

Dimitrenko, I., Laugis, J. Obstacles of substation telematics system // EPE-PEMC 2010 : 14th International Power Electronics and Motion Control Conference : 6–8 September 2010, Ohrid, Republic of Macedonia. [Ohrid] : IEEE, 2010. p. T1-48.

Dimitrenko, I., Laugis, J. The handle of substation remote terminal unit configuration // Scientific journal of Riga Technical University. Serija 4, Power and electrical engineering (2010) 27, p. 63-68.

Egorov, M. Comparative analysis of toolboxes to explore power converters of electrical drives // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II



: Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 193-199.

Gulevitš, J. Kas teed lähuvad kunagi paremaks? // XVIII aprillikonverentsi "Eesti maapõu ja selle arukas kasutamine" teesid. Tallinn : Eesti Geoloogiakeskus, 2010. lk. 31-32.

Gulevitš, J. The analyzes of limestone and dolostone aggregate properties for highway constructions // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 138-139.

\* Гулевич, Ю., Башките, В. Проблемы качественного производства строительного материала для строительства дорожного покрытия с высокой частотой движения // Проблемы недропользования / Санкт-Петербургский Государственный горный институт (2010) 189, 1, с. 108-110.

Gulevitš, J., Baškite, V., Iskül, R. Sustainable development of Estonian mineral resources for economical usage in roads construction // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 77-82.

Hamburg, A. Eesti Soojustehnikainseneride Selts ja Eesti Inseneride Liit // Kümme aastat Eesti Soojusinseneride Seltsi 2000–2010. Tallinn, 2010. lk. 13-15.

Hamburg, A. Analysis of energy development perspectives : defence of the doctoral thesis // Oil shale (2010) Vol. 27, 3, p. 275.

Hromov, A., Risthein, E. Problems of using foundation earth electrodes in Estonia // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 268-271.

Hromov, A., Risthein, E. Influence of Estonian soils to foundation earth electrode // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 155-158.

Hõimoja, H., Jalakas, T., Rosin, A., Rassytkin, A. Modernisation issues of diesel-electric shunting locomotive power units // Scientific journal of Riga Technical University. Serija 4, Pover and electrical engineering (2010) 27, p. 57-62.

Hõimoja, H., Roasto, I., Kesküla, A. Design concepts for a hybrid diesel electric shunting locomotive powertrain // BEC 2010 : 2010 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 293-296.

Hõimoja, H., Vinnikov, D., Lehtla, M., Rosin, A., Zakis, J. Survey of loss minimization methods in tram systems [Electronic resource] // SPEEDAM 2010 : International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and

Motion : Pisa, Italy, 14th–16th June, 2010 : proceedings. [Pisa] : IEEE, 2010. p. 1356-1361 : [CD-ROM].

Jalakas, T., Blinov, A., Mölder, H., Lehtla, T. Implementation of snubber circuits in power converters with high-voltage IGBTs // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektrialjam, 2010. p. 42-45.

Järvik, J. Action and reaction in electrical circuits. Part I // EPE 2010 : Electric Power Engineering 11th International Scientific Conference : Brno, 2010 : proceedings. Brno : Brno Technical University, 2010. p. 43-48.

Järvik, J. Action and reaction in electrical equipment. Part II // EPE 2010 : Electric Power Engineering 11th International Scientific Conference : Brno, 2010 : proceedings. Brno : Brno Technical University, 2010. p. 49-54.

Järvik, J. Interaction in power source, load and electrical circuits. Part I // Journal of international scientific publications : materials, methods & technologies (2010) Vol. 4, 2, p. 512-521.

Järvik, J. Interaction in electrical equipment. Part II // Journal of international scientific publications : materials, methods & technologies (2010) Vol. 4, 2, p. 522-532.

Järvik, J., Kütt, L., Lellsaar, M. Preface // PQ2010 : 7th International Conference "2010 Electric Power Quality and Supply Reliability" : June 16–18, 2010, Kuressaare, Estonia : conference proceedings. Tallinn : IEEE, 2010. p. 3.

Karu, V. Spatial modelling tools in mining areas for improving mining process // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektrialjam, 2010. p. 129-133.

Karu, V. Stability problems in undermined areas // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektrialjam, 2010. p. 134-137.

Karu, V. TalveAkadeemia – teadusele lähemale // TalveAkadeemia 2010 : Läänemeri – vaga vesi, sügav põhi : 26.–28. veebruar Laulasmaal. [Tallinn] : TalveAkadeemia, [2010]. lk. 2-3.

Karu, V. Amount of water in abandoned oil shale mines depending on mining technology in Estonia // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 83-85.

Karu, V. Maavarade kaevandamine ja kasutamine abiturientide arusaamiste moodi // Maapäde kasutamise arengud. Tallinn : Eesti Mäeselts, 2010. lk. 55-56.

\* Key, J., Soosalu, H., White, R.S., Jakobsdóttir, S.S. Lower crustal earthquakes at Askja volcano, Iceland : multi-location melt supply from the mantle within a single

volcanic system // European Seismological Commission workshop, Seismic phenomena associated with volcanic activity : Massif Central, France, 18.–25.09.2010. [S.I.], 2010.

\* Key, J., Soosalu, H., White, R.S., Jakobsdóttir, S.S. Lower crustal earthquakes at Askja volcano, Iceland: multi-location melt supply from the mantle within a single volcanic system // Nordic Seismic Seminar, Århus, Denmark, 6.–8.10.2010. [S.I.], 2010.

\* Key, J., Soosalu, H., White, R.S. Seismicity beneath the Askja volcanic system, central Iceland, indicating multiple centres of melt injection from the mantle in a single spreading segment // British Geophysical Association New Advances in Geophysics Meeting "Magma Emplacement and Storage in the Earth's Crust", London, 11–12 February 2010. [London, 2010].

Kilk, A. Mesindusprogramm aitab edendada Eesti mesindust // Maamajandus (2010) detš., lk. 42-43.

Kilter, J., Reinson, A., Kraav, R. Influence of system protection to Estonian power system security // PQ2010 // 7th International Conference "2010 Electric Power Quality and Supply Reliability" : June 16–18, 2010, Kuressaare, Estonia. Tallinn : IEEE, 2010. p. 23-28.

Kolats, M., Valgma, I. Täitmatu kaevandus // XVIII aprillikonverentsi "Eesti maapõua selle arukas kasutamine" teesid. Tallinn : Eesti Geoloogiakeskus, 2010. lk. 28-31.

Kozhevnikov, V.N., Skubov, S.G., Marin, Yu.B., Medvedev, P.V., Sõstra, Ü., Valencia, V. Hadean-Archean Detrital Zircons from Jatulian Quartzites and Conglomerates of the Karelian Craton // Doklady Earth Sciences (2010) Vol. 431, 1, p. 318-323.

Кожевников, В.Н., Скублов, С.Г., Марин, Ю.Б., Медведев, П.В., Сыстра, Ю., Валенция, В. Хадей-архейские детритовые цирконы из ятулийских кварцитов и конгломератов Карельского кратона // Доклады Академии наук (2010) 431, 1, с. 85-90.

\* Крумм, Л. Применение и развитие методов комплексной оптимизации управления, надежности и соответствующей сети координации на межгосударственных и региональных уровнях объединения энергосистем (ОЭС) // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики. Вып. 60. Методы и средства исследования и обеспечения надежности систем энергетики. Санкт-Петербург : Северная звезда, 2010. с. 398-408.

Kuhi-Thalfeldt, R., Valtin, J. Influence of distributed generation development on national targets and electricity price in Estonia // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektrialam, 2010. p. 75-81.

Kõivastik, I. Benefit analysis of plug-in hybrid electric vehicle technology // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power

Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 225-226.

Kõivastik, I., Pettai, E. Development of power management and control system for an infrastructure for Plug-in Hybrid Electric Vehicle charging // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 86-88.

Kütt, L., Järvik, J. Analysis on faulty phase grounding in medium-voltage networks with isolated neutral // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 281-284.

Kütt, L., Kilter, J., Palu, I. Short-circuit wave transient measurements in HV power network // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 37-41.

Lehtla, M., Kõivastik, I., Möller, T., Kallaste, A., Rosin, A. Design of renewable micro generation monitoring and control application // PQ2010 : 7th International Conference "2010 Electric Power Quality and Supply Reliability" : June 16–18, 2010, Kuressaare, Estonia. Tallinn : IEEE, 2010. p. 105-110.

Lehtla, M., Rosin, A., Möller T., Pikner, R. Design of devices for advanced protection, voltage-quality and load priority control in residential microgrids // EPE-PEMC 2010 : 14th International Power Electronics and Motion Control Conference : 6–8 September 2010, Ohrid, Republic of Macedonia. [Ohrid] : IEEE, 2010. p. T6-97 - T6-100.

Lehtla, T., Valtin, J. Energiatehnika uued õppekavad ja -ained // Elektriala (2010) 3, lk. 10-11.

Lepa, E. Primary magnetic field and basic winding for 54 slots and 20 poles permanent magnet generation // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 285-290.

Lind, H. Groundwater flow model of the western part of the Estonian oil shale deposit : defense of the doctoral thesis // Oil shale (2010) Vol. 27, 3, p. 274.

Lind, H. Computational groundwater model of west area of Estonian Oil Shale deposit as modern tool for estimations // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 125-128.

Lind, H. Groundwater flow model of oil shale mining area // Oil shale (2010) Vol. 27, 3, p. 258-273.

Lind, H. Groundwater flow model of the Estonian oil shale mining area towards to innovative system // International Mine Water Association Symposium – Mine Water

and Innovative Thinking : Sydney, Nova Scotia, Canada, 2010. Sydney, Nova Scotia : CBU Press, 2010. p. 47-51.

Lind, H., Valgma, I., Robam, K. Põhjavee dünaamika modelleerimise võimalused mätööde piirkonnas // Keskkonnatehnika (2010) 3, lk. 36-39.

Loonurm, M., Raesaar, P., Tiigimägi, E. Tariffs for reactive power supplied from distribution networks // PQ2010 : 7th International Conference "2010 Electric Power Quality and Supply Reliability" : June 16–18, 2010, Kuressaare, Estonia. Tallinn : IEEE, 2010. p. 29-34.

Makarihhin, V., Sõstra, Ü. Mitmekesise elu jäljed Paleoproterosoikumi setetes Karjalas, Venemaal // Globaalsed muutused. Tartu : Sulemees, 2010. lk. 74-85, 132. (Schola geologica ; 6).

\* Martens, H.R., White, R.S., Drew, J., Key, J., Soosalu, H., Jakobsdóttir, S. Melt movement along a dyke at Upptyppingar, north-east Iceland // British Geophysical Association New Advances in Geophysics Meeting "Magma Emplacement and Storage in the Earth's Crust" : London, 11–12 February 2010. [London, 2010].

Martens, H.R., White, R.S., Key, J., Drew, J., Soosalu, H., Jakobsdóttir, S.S. Dense seismic network provides new insight into the 2007 Upptyppingar dyke intrusion // Jökull (2010) Vol. 60, p. 47-66.

Milaševski, I., Armas, J., Teemets, R. LED lighting use in street light design technologies // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 145-150.

Milaševski, I., Teemets, R. The preview of development of street lighting in Tallinn // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektri-  
ajam, 2010. p. 170-174.

Mölder, H., Lellsaar, M., Kütt, L. Compact fluorescent lamp harmonic disruption effect of transformer losses // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektri-  
ajam, 2010. p. 277-280.

Mölder, H., Vinnal, T., Beldjajev, V. Harmonic losses in induction motors caused by voltage waveform distortions // PQ2010 : 7th International Conference "2010 Electric Power Quality and Supply Reliability" : June 16–18, 2010, Kuressaare, Estonia. Tallinn : IEEE, 2010. p. 143-148.

Mölder, H., Vinnal, T., Beldjajev, V. Analysis on AC motor losses due to harmonic levels increase caused by switched capacitor passive power factor correction // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 42-46.

Müür, M., Pettai, E. Analysis of methods and tools for industrial automation engineering // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 88-92.

Notton, A. The genetic systematization of the sandy deposits using their granulometric and mineral composition in Harjumaa County, Estonia // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 300-305.

Notton, A., Sõstra, Ü. The geological perspectives for Paleozoic carbonate raw material mining in Harjumaa County, Estonia // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 53-58.

Orru, M. Physical and chemical properties of Estonian balneological peat // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 140-144.

Ott, S., Roasto, I. Digital signal processor based sinusoidal PWM for voltage source inverters // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 225-228.

Palamar, A., Matsiuk, O., Karpinsky, M. PhD studies in Ternopil State Ivan Pul'uj Technical University // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 240-243.

Palamar, A., Pettai, E. Microgrid for the Department of Electrical Drives and Power Electronics // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 54-61.

Palamar, A., Pettai, E. Control algorithm for a diesel generator based microgrid in different operation modes // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 89-94.

Palamar, A., Pettai, E., Beldjajev, V. Control system for a diesel generator and UPS based microgrid // Scientific journal of Riga Technical University. Serija 4, Power and electrical engineering (2010) 27, p. 47-52.

Pastarus, J.-R., Adamson, A., Nikitin, O., Lohk, M. Tagasitaitmisega kaevandamis- tehnoloogia kontseptsioon // Maapõue kasutamise arengud. Tallinn, 2010. lk. 29-32.

Pirrus, E. Tallinna aluspõhi = Bedrock of Tallinn // Tallinna geoloogia = Geology of Tallinn. Tallinn : Noria Books, 2010. lk. 70-81.

Raesaar, P. Olaf Terno : 17.06.1929–24.08.2009 : [in memoriam] // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 335-337.

Raud, Z. Introducing active exercises into the bachelor courses of electronics // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 174-179.

Raud, Z. Active learning power electronics : a new assessment methodology // EPE-PEMC 2010 : 14th International Power Electronics and Motion Control Conference : 6–8 September 2010, Ohrid, Republic of Macedonia. [Ohrid] : IEEE, 2010. p. T14-1 - T14-5.

Raud, Z. Improving laboratory training in power electronics // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 152-155.

Raud, Z., Vodovozov, V. Project-based collaborative learning of electrical engineering master students // IEEE EDUCON 2010 Conference : Madrid 2010 : program book. Madrid : IEEE, 2010. p. 382.

Raud, Z., Vodovozov, V. Virtual lab to study power electronic converters [Electronic resource] // SPEEDAM 2010 : International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion : Pisa, Italy, 14th–16th June, 2010. [Pisa] : IEEE, 2010. p. 703-708 [CD-ROM].

Raud, Z., Vodovozov, V., Lehtla, T. Flexible curricula for e-learning of SME staff in electronic engineering // 9th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science (ICIS 2010) : August 18–20, 2010, Japan. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 384-388.

Reinsalu, E. Maapõuseadus võiks käsitleda kogu maapõue // Keskkonnatehnika (2010) 3, lk. 30-31.

Reinsalu, E. Põlevkivi ja selle kasutamine // Maavarade kaevandamine ja puistangute rekultiveerimine Eestis. Tartu : Eesti Maaülikool, 2010. lk. 6-14.

Reinsalu, E. Põlevkivi allmaakaevanduse mõju keskkonnale // Maavarade kaevandamine ja puistangute rekultiveerimine Eestis. Tartu : Eesti Maaülikool, 2010. lk. 267-270.

Reinsalu, E. Maavara pole ainus maa vara // XVIII aprillikonverentsi "Eesti maapõu ja selle arukas kasutamine" teesid. Tallinn : Eesti Geoloogiakeskus, 2010. lk. 4-5.

Reinsalu, E., Gulevitš, J., Ensaar, T., Johanson, J., Malm, I., Marist, I., Ring, M., Romanova, V., Sein, O., Teterin, S., Valling, V., Zaikin, I. Ehitusmaavara maardlate

määrendi võimalikud rendimäärad // Maapõue kasutamise arengud. Tallinn : Eesti Mäeselts, 2010. lk. 17-20.

Respondek, P. ; (tlk.) Risthein, E. Kyotost Kopenhaagenini // Elektriala (2010) 3, lk. 18-19.

Risthein, E. Standard elektriseadmete valiku kohta plahvatusohtlikes keskkondades // Elektriala (2010) 3, lk. 16-17.

Risthein, E. 175 aastat rakenduslike elektrialaste uuringute algusest Eestis // Elektriala (2010) 5, lk. 24-25 ; 6, lk. 20-21.

Risthein, E. Jaan Tomson : 12.04.1926–08.03.2009 // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 332-333.

Risthein, E. Uudiseid Eestist // Elektriala (2010) 1, lk. 29 ; 2, lk. 29-30 ; 3, lk. 36 ; 4, lk. 27 ; 5, lk. 28 ; 6, lk. 29 ; 7, lk. 28 ; 8, lk. 28.

Risthein, E. Uudiseid maailmast // Elektriala (2010) 1, lk. 29-30 ; 2, lk. 30-31 ; 3, lk. 36-37 ; 4, lk. 28-29 ; 5, lk. 28-30 ; 6, lk. 29-30 ; 7, lk. 28-30 ; 8, lk. 28-29.

Risthein, E. Tähtpäevi // Elektriala (2010) 1, lk. 31-32 ; 2, lk. 31-32 ; 3, lk. 37-39 ; 4, lk. 29-31 ; 5, lk. 30-31 ; 6, lk. 30-32 ; 7, lk. 31 ; 8, lk. 30-31.

Risthein, E., Uusküla, E. Ajakirja Elektriala eelajaloost // Elektriala (2010) 2, lk. 17-18.

Roasto, I., Vinnikov, D. Analysis and evaluation of PWM and PSM shoot-through control methods for voltage-fed qZSI based DC/DC converters // EPE-PEMC 2010 : 14th International Power Electronics and Motion Control Conference : 6–8 September 2010, Ohrid, Republic of Macedonia. [Ohrid] : IEEE, 2010. p. T3-100 - T3-105.

Roasto, I., Vinnikov, D., Jalakas, T., Zakis, J., Ott, S. Experimental study of shoot-through control methods for qZSI-based DC/DC converters [Electronic resource] // SPEEDAM 2010 : International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion : Pisa, Italy, 14th–16th June, 2010 : proceedings. [Pisa] : IEEE, [2010]. p. 29-34 : [CD-ROM].

Robam, K., Karu, V., Valgma, I., Lind, H. Veerežiimi muutuste modelleerimine füüsilise ja arvutimodeli abil // Maapõue kasutamise arengud. Tallinn : Eesti Mäeselts, 2010. lk. 45-48.

Robam, K., Valgma, I. Analysis of water removal parameters in mining sites // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elekriajam, 2010. p. 119-124.

Robam, K., Valgma, I. Niipalju kui torust tuleb (veekõrvaldusest kaevandamisel) // XVIII aprillikonverentsi "Eesti maapõu ja selle arukas kasutamine" teesid. Tallinn : Eesti Geoloogiakeskus, 2010. lk. 32-33.



Robam, K. Jõed, mis saavad alguse kaevandamisest // TalveAkadeemia 2010 : üliõpilaste teadusartiklite konkursi kogumik. Tallinn, Tartu : TalveAkadeemia, 2010. lk. 82-87.

Rosin, A., Hõimoja, H., Möller, T., Lehtla, M. Residential electricity consumption and loads pattern analysis // PQ2010 : 7th International Conference "2010 Electric Power Quality and Supply Reliability" : June 16–18, 2010, Kuressaare, Estonia. Tallinn : IEEE, 2010. p. 111-116.

Rosin, A., Möller, T., Lehtla, M., Hõimoja, H. Analysis of household electricity consumption patterns and economy of water heating shifting and saving bulbs // Scientific journal of Riga Technical University. Serija 4, Power and electrical engineering (2010) 27, p. 15-20.

Ruban, J. Review of wireless technologies for the Smart Grid // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 50-53.

Ruban, O. Vertical integration model with Profinet // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 166-169.

\* Sabanov, S. Analysis of technological possibilities increasing quality of oil shale // 30th Oil Shale Symposium, USA, Colorado, October 18–22, 2010. [S.l.], 2010. p. 61.

\* Sabanov, S., Milashevski, I., Beldjaev, V. Sustainable mining under usage modern machines in Estonian oil shales mines // Theory and Practice of Geomechanics for Effectiveness. The Mining Production and the Construction : The 4th International Geomechanics Conference : Bulgaria, 3–6 June 2010. [S.l.], 2010. p. 551-556.

Sabanov, S., Robam, K., Väizene, V. Mäendustegevuse tööstusjäätmete mõju vähendamise keskkonnale Läänemere regioonis – programm MIN-Novation // Maapõue kasutamise arengud. Tallinn : Eesti Mäeselts, 2010. lk. 57-58.

Sabanov, S., Šommet, J., Milaševski, I., Baškite, V., Gulevitš, J., Beldjajev, V., Robam, K. Sustainability assessment methods for developing advanced mining technologies // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 74-76.

Shtokalenko, M., Soosalu, H., All, T. Eesti aluskorra plokilise ehituse seos füüsikaliste väljade ja seisilisusega // XVIII aprillikonverentsi "Eesti maapõue ja selle arukas kasutamine" teesid. Tallinn : Eesti Geoloogiakeskus, 2010. lk. 24-26.

Sokman, K. Maavarade kaevandamise mõju maakasutusele // Maavarade kaevandamine ja puistangute rekultiveerimine Eestis. Tartu : Eesti Maaülikool, 2010. lk. 56-69.

\* Сокман, К. Проблемы водоотлива в горных предприятиях горючих сланцев Эстонии // Проблемы недропользования : Международный форум-конкурс молодых ученых 21–23.04.2010 г. (Сборник научных трудов) II. Санкт-

Петербург : Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова, 2010. с. 126-128.

Soosalu, H. Globaalsed muutused käivad vulkaanide kannul // Globaalsed muutused. Tartu : Sulemees, 2010. lk. 113-116. (Schola geologica ; 6).

Soosalu, H., Key, J., White, R.S., Knox, C., Einarsson, P., Jakobsdóttir, S.S. Lower-crustal earthquakes caused by magma movement beneath Askja volcano on the north Iceland rift // Bulletin of Volcanology (2010) Vol. 72, 1, p. 55-62.

\* Спунгин, В.Г., Бурчик, В.Н., Пантелеев, Л.С., Сыстра, Ю.Й. Некоторые особенности микросейсмичности локального участка Заонежский (Карелия) // Геоморфологические процессы и их прикладные аспекты : VI Шукинские чтения. Москва : Издательство Московского университета, 2010. с. 224-226.

\* Спунгин, В.Г., Макаров, В.И., Бурчик, В.Н., Сыстра, Ю.Й. Микросейсмичность участка Заонежский (Карелия), ее связь с экзогенными факторами и особенностями геологического строения // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокиринология (2010) 6, с. 530-538.

Sõstra, Ü. Bedrock and Quaternary sediment geochemistry and biodiversity in Eastern Fennoscandia and Estonia // Forestry studies = Metsanduslikud uurimused (2010) Vol. 53, p. 35-52.

Sõstra, Ü. Horisontaalsetest ja vertikaalsetest tektoonilistest liikumistest Eesti aluspõhjas // XVIII aprillikonverentsi "Eesti maarõu ja selle arukas kasutamine" teesid. Tallinn : Eesti Geoloogiakeskus, 2010. lk. 20-22.

\* Сыстра, Ю.Й. Тектоника зоны сочления Русской плиты и Фенноскандинавского щита // Тектоника и геодинамика складчатых поясов и платформ фанерозоя. II. Москва : Российская академия наук, 2010. с. 321-325.

Sõstra, Ü. Geoterminite korrastamise probleemidest // Johannes Aavik 130 : konverents "Sada aastat hiljem: keeleuunduse poolt ja vastu" : 20. novembril 2010 : ettekannete teesid. [Tallinn] : Johannes Aaviku Selts, 2010. lk. 13-14.

\* Šommet, J. Influence of extraction methods on the raw material physic-mechanical properties of fillers // EUROCK 2010 : Rock Mechanics in Civil and Environmental Engineering. [S.l.] : CRC Press, 2010. p. 841-843.

Šommet, J., Pastarus, J.-R. Lubjakivikillustiku kaevandamise jätkusuutlikkusest // Maarõue kasutamise arengud. Tallinn : Eesti Mäeselts, 2010. lk. 49-51.

\* Шоммет, Ю., Сабанов, С., Пастарус, Ю.-Р. Analyses of crushed limestone quality developed by different methods for conditions of sustainable mining // Проблемы недропользования / Санкт-Петербургский Государственный горный институт (2010) 189, 1, с. 133-135.

Šommet, J. Limestone macadam quality dependence of an extraction kind // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektrijam, 2010. p. 116-118.

Zakis, J., Vinnikov, D., Laugis, J., Rankis, I. Feasibility study of flexible systems for reactive power compensation // *Технічна електродинаміка* (2010) 2, p. 16-21.

Zakis, J., Vinnikov, D., Roasto, I. Soft-switching capability analysis of a qZSI-based DC/DC converter // *BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 301-304.*

Zakis, J., Vinnikov, D., Roasto, I., Jalakas, T. Practical design guidelines of qZSI based step-up DC/DC converter // *Scientific journal of Riga Technical University. Serija 4, Pover and electrical engineering* (2010) 27, p. 107-114.

Zakis, J., Vinnikov, D., Roasto, I., Strzelecki, R. Design guidelines of new step-up DC/DC converter for fuel cell powered distributed generation systems // *8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 33-41.*

Taklaja, P., Oidram, R. The study about indefinite fault causes in Estonian 110 kV power grid // *PQ2010 : 7th International Conference "2010 Electric Power Quality and Supply Reliability" : June 16–18, 2010, Kuressaare, Estonia. Tallinn : IEEE, 2010. p. 177-182.*

Tammoja, H. Elektroenergeetikaalased teadusuuringud Eestis // *Elektriala* (2010) 2, lk. 5.

Teemets, R. Valgustehnika teadus- ja arenduskeskus loodud // *Elektriala* (2010) 4, lk. 24.

Tohver, T. Oil shale waste rock aggregate properties which are depending on content of oil shale // *9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 59-62.*

Tohver, T. Utilization of waste rock from oil shale mining // *Oil shale* (2010) Vol. 27, 4, p. 321-330.

\* Tohver, T. Fine aggregates produced from oil shale mining waste rock for backfilling the mined areas // *Проблемы недропользования / Санкт-Петербургский Государственный Горный Институт* (2010) 189, 1, с. 104-106.

\* Tšernobrovkin, O., Perdana, A., Palu, I., Kilter, J. Validation of full-converter wind power plant generic model based on actual fault ride-through measurements // *Journal of energy and power engineering* (2010) Vol. 4, 4, p. 54-62.

Tšurkina, N. About evaluation of teaching effectiveness in Tallinn Polytechnic School // *8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 156-157.*

Valgma, I. Kust ja kuidas kaevandada? // XVIII aprillikonverentsi "Eesti maapõu ja selle arukas kasutamine" teesid. Tallinn : Eesti Geoloogiakeskus, 2010. lk. 12-13.

Valgma, I., Kolats, M., Karu, V. Streki toestamine põlevkiviahrainebetooniga // Maapõue kasutamise arengud. Tallinn : Eesti Mäeselts, 2010. lk. 33-38.

Valgma, I., Reinsalu, E., Sabanov, S., Karu, V. Quality control of oil shale production in Estonian mines // Oil shale (2010) Vol. 27, 3, p. 239-249.

Valgma, I., Robam, K., Karu, V., Kolats, M., Väizene, V., Otsmaa, M. Potential of underground minewater in Estonian oil shale mining region // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 63-68.

Valgma, I., Västriku, A., Kõpp, V. Sustainable mining technologies for Estonian minerals industry // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 69-73.

\* White, R.S., Drew, J., Martens, H.R., Eilon, Z., Soosalu, H., Key, J., Jakobsdóttir, S. Anatomy of dyke intrusion at 15-18 km depth beneath Uppþyppingar, north Iceland // British Geophysical Association New Advances in Geophysics Meeting "Magma Emplacement and Storage in the Earth's Crust", London, 11–12 February 2010. [London, 2010].

\* White, R.S., Drew, J., Martens, H.R., Key, J., Soosalu, H., Jakobsdóttir, S. Imaging lower crustal intrusion in Iceland using microseismics // American Geophysical Union Fall Meeting, 13.–17.12.2010. [S.l.], 2010. p. V21F-08.

Viil, A. Katendi eemaldamine ja tehniline rekultiveerimine põlevkivikarjäärides // Maavarade kaevandamine ja puistangute rekultiveerimine Eestis. Tartu : Eesti Maaülikool, 2010. lk. 70-104.

\* Vinnal, T., Janson, K., Kalda, H. Power losses in induction motors in relation to supply voltage quality // PCIM 2010 Power Electronics, Intelligent Motion, Power Quality : Nuremberg, Germany, 4–6 May 2010. Berlin : VDE Verlag GMBH, 2010. p. 636-642.

Vinnal, T., Janson, K., Kalda, H., Kütt, L. Analyses of supply voltage quality, power consumption and losses affected by shunt capacitors for power factor correction // PQ2010 : 7th International Conference "2010 Electric Power Quality and Supply Reliability" : June 16–18, 2010, Kuressaare, Estonia. Tallinn : IEEE, 2010. p. 53-60.

Vinnal, T., Kalda, H., Mölder, H. Harmonic voltages and currents in LV industrial power systems, shunt capacitors and additional power losses // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 47-52.

Vinnikov, D., Roasto, I., Jalakas, T. Comparative study of capacitor-assisted extended boost qZSI operating in continuous conduction mode // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 297-300.

Vinnikov, D., Roasto, I., Jalakas, T., Lehtla, T., Laugis, J. New fuel cell power conditioning system for supplying dedicated loads // 2010 9th International Conference on Environment and Electrical Engineering : Prague, Czech Republic, 16–19 May 2010. Prague : IEEE, 2010. p. 341-344.

Vinnikov, D., Roasto, I., Strzelecki, R., Adamowicz, M. Performance improvement method for the voltage-fed qZSI with continuous input current // MELECON 2010 : the 15th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference : 25th–28th April 2010, Malta : book of abstracts. [Malta], 2010. p. 135.

Vinnikov, D., Roasto, I., Strzelecki, R., Adamowicz, M. Two-stage quasi-Z-source network based step-up DC/DC converter // ISIE 2010 : IEEE International Symposium on Industrial Electronics : Bari, Italy, 4–7 July 2010. [Bari], 2010. p. 1143-1148.

Vinnikov, D., Roasto, I., Zakis, J. Mathematical models of cascaded quasi-impedance source converter // Технічна електродинаміка (2010) 1, p. 59-64.

Vinnikov, D., Roasto, I., Zakis, J. New bi-directional DC/DC converter for supercapacitor interfacing in high-power applications // EPE-PEMC 2010 : 14th International Power Electronics and Motion Control Conference : 6–8 September 2010, Ohrid, Republic of Macedonia. [Ohrid] : IEEE, 2010. p. T11-38 - T11-43.

Vinnikov, D., Strzelecki, R. Title: Models of the qZ-Converters // Przegląd elektrotechniczny (2010) Vol. 86, 6, p. 80-84.

Vinnikov, D., Strzelecki, R., Zakis, J., Roasto, I. New step-up DC/DC converter for fuel cell powered distributed generation systems: some design guidelines // Przegląd elektrotechniczny (2010) Vol. 86, 8, p. 245-252.

Vodovozov, V., Lehtla, T., Laugis, J. Student assessment in engineering education // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 145-151.

Vodovozov, V., Raud, Z. A toolbox to design and study mechatronic systems // Proceedings of the 29th IASTED International Conference on Modelling, Identification and Control (MIC 2010) : February 15–17, 2010 Innsbruck, Austria. [Innsbruck], 2010. p. 276-283. [CD-ROM].

Vodovozov, V., Raud, Z., Egorov, M. A toolbox to design and study electric drives // EPE-PEMC 2010 : 14th International Power Electronics and Motion Control Conference : 6–8 September 2010, Ohrid, Republic of Macedonia. [Ohrid] : IEEE, 2010. p. T5-142 - T5-148.

Vodovozov, V., Raud, Z., Lehtla, T. Engineering education : problems, tendencies and solutions // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of

Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 166-173.

Väli, E. The size distribution and calorific value regulation possibility with surface continuous miner wirtgen 2500 sm in Narva oil shale open pit condition // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 296-299.

Västrik, A. Eessõna // Maapõue kasutamise arengud. Tallinn : Eesti Mäeselts, 2010. lk. 5.

## INFOTEHNOLOOGIA TEADUSKOND

### *Raamatud*

Ellervee, P., Jervan, G. (eds.) Analog integrated circuits and signal processing. Volume 64, number 3, Special issue on selected papers from NORCHIP 2008. [S.l.] : Springer, 2010. p. 213-280.

Ellervee, P., Jervan, G. (eds.). Microprocessors and microsystems : MICPRO : embedded hardware design. Volume 34, issue 5, Special issue on selected papers from NORCHIP 2008. Amsterdam : Elsevier, 2010. p. 115-162.

Gašević, D., Guizzardi, G., Taveter, K., Wagner, G. (eds.). Information systems. Vol. 35, Iss. 4, Vocabularies, Ontologies and Rules for Enterprise and Business Process Modeling and Management. Amsterdam : Elsevier, 2010. p. 375-528.

Joason, E. The Tactile Feedback Device for multi-touch user interfaces. Tallinn : TUT Press, 2010. 106 p. (Theses of Tallinn University of Technology. C, Thesis on informatics and system engineering ; 55).

Jürgenson, A. Efficient semantics of parallel and serial models of attack trees. Tallinn : TUT Press, 2010. 158 p. (Theses of Tallinn University of Technology. C, Thesis on informatics and system engineering ; 54).

Krivošei, A. Decomposition of the electrical bio-impedance signal : a signal model based method for separation of the cardiac and respiratory components. Saarbrücken : Lambert Academic Publishing, 2010. 108 p.

Mõtus, L., Meriste, M., Preden, J.-S. (eds.). Research Laboratory for Proactive Technologies : Department of Computer Control, Tallinn University of Technology : annual report 2009. Tallinn, 2010. 102 p.

Mõtus, L., Varlamova, G. (comp.). Estonian Academy of Sciences year book 2009. Tallinn : Eesti Teaduste Akadeemia, 2010. 191, [2] p. (Estonian Academy of Sciences year book ; XV (42)).

Mõtus, L., Varlamova, G. (koost.). Eesti Teaduste Akadeemia aastaraamat 2009. Tallinn : Eesti Teaduste Akadeemia, 2010. 262, [1] lk. (Eesti Teaduste Akadeemia aastaraamat ; XV (42)).

Pokatilov, A. Standard for voltage unit : development of national standard for voltage unit based on solid-state references. Saarbrücken : Lambert Academic Publishing, 2010. 55 p.

Preden, J.-S. Enhancing situation-awareness, cognition and reasoning of ad-hoc network agents. Tallinn : TUT Press, 2010. 200 p. (Theses of Tallinn University of Technology. C, Thesis on informatics and system engineering ; 56).

Rannaste, A. Hierarchical test pattern generation and untestability identification techniques for synchronous sequential circuits. Tallinn : TUT Press, 2010. 128 p. (Theses of Tallinn University of Technology. C, Thesis on informatics and system engineering ; 58).

Rist, M. Method and device for measurement of impedance of lithium-ion cells : design proposal for hand-held electrochemical impedance spectroscopy measurement device. Saarbrücken : Lambert Academic Publishing, 2010. 96 p.

Toompuu, J. Investigation of P-i-n GaAs structures by DLTS method : the deep level transient spectroscopy in application to GaAs p-i-n structures for identification of deep levels. Saarbrücken : Lambert Academic Publishing, 2010. 148 p.

Uustalu, T., Vain, J. (eds.) The journal of logic and algebraic programming. Vol. 79, iss.7, special issue on the 20th Nordic Workshop on Programming Theory, NWPT 2008. Amsterdam : Elsevier, 2010. p. 435-703.

### ***Artiklid***

Akanyeti, O., Ernits, A., Fiazza, M.-C., Toming, G., Kulikovskis, G., Listak, M., Raag, R., Salumae, T., Fiorini, P., Kruusmaa, M. Myometry-driven compliant-body design for underwater propulsion // IEEE International Conference on Robotics and Automation : ICRA 2010 : Anchorage, Alaska, USA, 3–7 May 2010. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 84-89.

Anier, A., Vain, J. Timed automata based provably correct robot control // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 201-204.

Arnaiz, A., Iung, B., Adgar, A., Näks, T., Tohver, A., Tommingas, T., Levrat, E. Information and communication technologies within e-maintenance // E-maintenance. Berlin : Springer, 2010. p. 39-60.

Artemchuk, I., Petlenkov, E., Miyawaki, F., Gladki, A. Neural network based system for real-time organ recognition by analysis of sequence of endoscopic images received during surgical operation // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 349-352.

Astrov, I., Pedai, A. Enhanced situational awareness for AUV's stochastic model by multirate neural control // SysCon 2010 Proceedings : 2010 IEEE International Systems Conference (SysCon 2010), San Diego, California, USA, April 5–8, 2010. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 66-70.

Astrov, I., Pedai, A. Flight control of a trirotor mini-UAV for enhanced situational awareness // Proceedings of the World Academy of Science, Engineering and Technology (2010) Vol. 69, p. 271-277.

\* Astrov, I., Pedai, A. Flight control of a trirotor mini-UAV for enhanced situational awareness [Electronic resource] // ICAAE 2010 CD-ROM Proceedings : International Conference on Aeronautical and Astronautical Engineering : Amsterdam, Netherlands, September 28–29, 2010. [S.l.] : WASET, 2010. p. 316-322 [CD-ROM].

Astrov, I., Pedai, A. Motion control of X4-flyer for enhanced situational awareness // Latest trends on systems : 14th WSEAS International Conference on Systems : Greece, July 22–24. Vol. 1. [S.l.] : WSEAS, 2010. p. 123-128. (Mathematics and computers in science engineering : a series of reference books and textbooks).

Astrov, I., Pedai, A. Multirate neural control for AUV's increased situational awareness during diving tasks using stochastic model // Proceedings of the World Academy of Science, Engineering and Technology (2010) 72, p. 337-343.

\* Astrov, I., Pedai, A. Multirate neural control for AUV's increased situational awareness during diving tasks using stochastic model // ICMISE 2010 CD-ROM proceedings : International Conference on Machine Intelligence and Systems Engineering : Singapore, December 18–20, 2010. [S.l.] : WASET, 2010. p. 214-220 [CD-ROM].

Astrov, I., Pedai, A. Multirate depth control of an AUV by neurocontroller for enhanced situational awareness // Advances in Computational Intelligence, Man-Machine Systems and Cybernetics. [S.l.] : WSEAS, 2010. p. 21-26.

Astrov, I., Pedai, A. Situational awareness based flight control of a three-rotor mini-aircraft // New aspects of automatic control, modelling and simulation. [S.l.] : WSEAS, 2010. p. 71-76. (Electrical and computer engineering series, a series of reference books and textbooks).

Astrov, I., Pedai, A., Rüstern, E. Desired trajectory generation of a quadrotor helicopter using hybrid control for enhanced situational awareness // Proceedings of the 2010 IEEE International Conference on Information and Automation : June 20–23, Harbin, China. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 1003-1007.

Berdnikova, J. A practical approach to cognitive sonar performance modeling // Info-ja kommunikatsioonitehnoloogia doktorikooli IKTDK neljanda aastakonverentsi artiklite kogumik : 26.–27. novembril 2010, Essu mõis. [Tallinn : Tallinna Tehnika-ülikool], 2010. lk. 83-87.

Berdnikova, J., Kozevnikov, V., Zamarajev, J., Raja, A. Advanced forward-looking sonar and imagery data processing // Elektronika ir elektrotehnika = Electronics and electrical engineering (2010) 4, p. 55-58.



Berdnikova, J., Ruuben, T., Mürsepp, I., Lossmann, E. Resolution and Doppler tolerance of cognitive system waveforms // *Elektronika ir elektrotehnika = Electronics and electrical engineering* (2010) 7, p. 101-104.

Bilinskis, I., Sudars, K., Min, M., Annus, P. Advantages and limitations of an approach to bioimpedance data acquisition and processing relying on fast low bit rate ADCs // *BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 245-248.*

Cahill, B., Giannitsis, A., Land, R., Gastrock, G., Pliquet, U., Frense, D., Min, M., Beckmann, D. Reversible electrowetting on silanized silicon nitride // *Sensors and actuators B. Chemical* (2010) Vol. 144, p. 380-386.

Eessaar, E. A UML profile for developing databases that conform to the third Manifesto // *Innovations in computing sciences and software engineering. Dordrecht : Springer, 2010. p. 69-74.*

Eessaar, E., Sgirka, R. A database-based and web-based meta-CASE system // *Advanced techniques in computing sciences and software engineering. Dordrecht : Springer, 2010. p. 379-384.*

Eessaar, E., Sgirka, R. A SQL database based meta-CASE system and its query subsystem // *Innovations in computing sciences and software engineering. Dordrecht : Springer, 2010. p. 57-62.*

Fiazza, C., Salumäe, T., Listak, M., Kulikovskis, G., Templeton, R., Akanyeti, O., Megill, W., Fiorini, P., Kruusmaa, M. Biomimetic mechanical design for soft-bodied underwater vehicles // *IEEE OCEANS : Sydney, 24–27 May 2010. [S.l.] : IEEE, 2010. [7] p.*

Gašević, D., Guizzardi, G., Taveter, K., Wagner, G. Vocabularies, ontologies, and rules for enterprise and business process modeling and management // *Information systems* (2010) Vol. 35, 4, p. 375-378.

Giannitsis, A.T., Min, M. Fabrication methods for microfluidic lab-on-chips // *BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 69-72.*

Giannitsis, A.T., Min, M. Usage of microfluidic lab-on-chips in biomedicine // *BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 249-252.*

\* Gordon, R., Zorkova, V., Min, M., Rätsep, I. Visualizing transplanted muscle flaps using minimally invasive multi-electrode bioimpedance spectroscopy // *The XIVth International Conference on Electrical Bioimpedance and the 11th Conference on Biomedical Applications of EIT, Gainesville - Florida, Apr. 4–8, 2010. Gainesville : ISEBI, 2010. [4] p.*

Gordon, R., Zorkova, V., Min, M., Rätsep, I. Visualizing transplanted muscle flaps using minimally invasive multi-electrode bioimpedance spectroscopy // *Journal of physics : conference series* (2010) Vol. 224, 1, p. 012103.

Gorev, M., Ellervee, P. FPGA based system for video compression and transmission over bluetooth // *53rd IEEE International Midwest Symposium on Circuits and Systems : Seattle, Washington, USA, August 1–4, 2010 : proceedings*. Seattle : IEEE, 2010. p. 367-370.

Gorev, M., Ellervee, P. Variable byte-length data compression algorithm // *BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia*. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 353-356.

Gorev, M., Pesonen, V., Ellervee, P. Introducing computer systems related topics in the first study semester // *Proceedings of the 8th European Workshop on Microelectronics Education : EWME 2010 : Darmstadt, Germany, 10–12 May 2010*. Darmstadt, 2010. p. 185-188.

Gorev, M., Pesonen, V., Mihhailov, D. FPGA-based implementation of EEG analyzer for detection of depressive disorder // *Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia doktorikooli IKTDK neljanda aastakonverentsi artiklite kogumik : 26.–27. novembril 2010, Essu mõis*. [Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool], 2010. lk. 69-72.

Haav, H.-M., Kaljuvee, A., Luts, M., Vajakas, T. Ontology-based development of location based services // *Databases and Information Systems : proceedings of the Ninth International Baltic Conference, Baltic DB&IS 2010 : Riga, Latvia, July 5–7, 2010*. Riga : University of Latvia Press, 2010. p. 11-26.

Hantson, H., Raik, J., Jenihhin, M., Chepurov, A., Ubar, R., Guglielmo, G., Fummi, F. Mutation analysis with high-level decision diagrams // *LATW2010 : 11th Latin-American TestWorkshop, March 28–31, 2010, Punta del Este, Uruguay*. [S.l.] : IEEE, 2010. [6] p. [CD-ROM].

Henno, J. On structure of games // *Information modelling and knowledge bases XXI*. Amsterdam : IOS Press, 2010. p. 344-361. (Frontiers in artificial intelligence and applications ; 206).

\* Henno, J. Specification of games // *Proceedings of the 20th European-Japanese Conference on Information Modelling and Knowledge Bases : Jyväskylä, Finland, May 31–June 4, 2010*. Jyväskylä, 2010. p. 234-256. (Reports of the Department of Mathematical Information Technology. Series A, Collections).

Henno, J., Jaakkola, H. Creating "Creative Class" // *MIPRO 2010 : 33rd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics : May 24–28, 2010 Opatija, Croatia : proceedings*. [Opatija] : IEEE, 2010. p. 803-806.

\* Hunt, A., Chen, Z., Tan, X., Kruusmaa, M. Control of an inverted pendulum using an ionic polymer-metal composite actuator // *IEEE/ASME Transactions in Mechatronics : 2010 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics : July 6–9, 2010, Montréal, Canada*. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 163-168.

Ivask, E., Devadze, S., Ubar, R. Collaborative distributed fault simulation for digital electronic circuits // Intelligent Distributed Computing IV : proceedings of the 4th International Symposium on Intelligent Distributed Computing - IDC 2010 : Tangier, Morocco, September 2010. [S.l.] : Springer, 2010. p. 67-76. (Studies in Computational Intelligence ; Volume 315).

Ivask, E., Devadze, S., Ubar, R. Collaborative distributed computing in the field of digital electronics testing // Balanced Automation Systems for Future Manufacturing Networks : 9th IFIP WG 5.5 International Conference : BASYS 2010 : Valencia, Spain, July 21–23, 2010 : proceedings. [S.l.] : Springer, 2010. p. 145-152. (IFIP Advances in Information and Communication Technology ; Vol. 322).

\* Ivask, E., Devadze, S., Ubar, R. Distributed approach for parallel exact critical path tracing fault simulation // International journal of microelectronics and computer science (2010) Vol. 1, 2, p. 165-174.

Ivask, E., Devadze, S., Ubar, R. Distributed approach for parallel exact critical path tracing fault simulation // MIXDES 2010 : 17th International Conference "Mixed Design of Integrated Circuits and Systems" : June 24–26, 2010, Wroclaw, Poland. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 471-476.

Jaakkola, H., Henno, J., Linna, P. Software development in a multicultural context : adaptive and learning organizations // MIPRO 2010 : 33rd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics : May 24–28, 2010 Opatija, Croatia : proceedings. [Opatija] : IEEE, 2010. p. 789-797.

Jaakkola, H., Uusitalo, O., Henno, J. IS integration and enterprise migration – adaptation in global context // International journal of intelligent defence support systems : (IJIDSS) (2010) Vol. 3, 1/2, p. 78-83.

Jaanus, M., Kukk, V., Umbleja, K. Integrating labs into learning environment // Elektronika ir elektrotehnika = Electronics and electrical engineering (2010) 6, p. 27-30.

\* Jenihhin, M., Raik, J., Fujiwara, H., Ubar, R., Viilukas, T. An approach for verification assertions reuse in RTL test pattern generation // Proceedings of the IEEE 11th Workshop on RTL and High Level Testing (WRTL'10) : Shanghai, China, December 5–6, 2010. [S.l.], 2010. [6] p.

Jenihhin, M., Raik, J., Tšepurov, A., Ubar, R.-J. Application of high-level decision diagrams for simulation-based verification tasks // Estonian journal of engineering (2010) Vol. 16, 1, p. 56-77.

Jenihhin, M., Raik, J., Ubar, R., Shchenova, T. An approach for PSL assertion coverage analysis with high-level decision diagrams // Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS'10) : St. Petersburg, Russia, September 17–20, 2010. Kharkov : Kharkov National University of Radioelectronics, 2010. p. 13-16.

Jervan, G. Doktoritööpe arengud ja kitsaskohad // A & A (2010) 4, lk. 6-9.

Joosoon, E., Henno, J. Kompeaistingu kasutamine arvuti sisend-väljundliideses // A & A (2010) 4, lk. 16-26.

Juurma, M., Ehala, J., Tamre, M. Design of passive Bokode marker // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 131-133.

Kangilaski, T. Challenges for SMEs entering into the virtual organization partner network // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 352-357.

Kangilaski, T. Communication as a crucial element for enterprise architecture management in virtual organization // Enterprise Architecture, Integration and Interoperability : IFIP TC 5 International Conference, EAI2N 2010 held as part of WCC 2010 : Brisbane, Australia, September 20–23, 2010 : proceedings. Berlin : Springer, 2010. p. 66-77.

Kangilaski, T. Enterprise architecture management in virtual organization // IEEE-ICIT 2010 International Conference on Industrial Technology : Viña del Mar, Chile, 14–17 March, 2010. Viña del Mar : IEEE, 2010. p. 1032-1037.

Karputkin, A., Ubar, R.-J., Raik, J., Tombak, M. Canonical representations of high-level decision diagrams // Estonian journal of engineering (2010) Vol. 16, 1, p. 39-55.

Kasemaa, A., Annus, P. CMOS technology based current source with harmonic reducing properties // Elektronika ir elektrotehnika = Electronics and electrical engineering (2010) 10, p. 143-146.

Kasemaa, A., Rang, T. Low power CMOS current source for shortened square wave signals // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 89-92.

Kirikal, K., Taveter, K. Analysis and categorization of enterprises for agent-based automation // 2010 19th IEEE International Workshop on Enabling Technologies: Infrastructures for Collaborative Enterprises (WETICE) : proceedings : Larissa, Greece, June 28–30, 2010. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 29-34.

Koel, A., Rang, T., Rang, G. Complementary multi guard ring JBS structures: numerical analysis // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 85-88.

Konovalov, R., Kumlander, D. Using clinical decision support software in health insurance company // Advanced techniques in computing sciences and software engineering. Dordrecht : Springer, 2010. p. 223-226.

Kostin, S., Ubar, R., Raik, J. Macro level defect-oriented diagnosability of digital circuits // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference

: October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 149-152.

Kostin, S., Ubar, R., Raik, J. Macro level defect-oriented diagnosability of digital circuits // Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia doktorikooli IKTDK neljanda aasta-konverentsi artiklite kogumik : 26.–27. novembril 2010, Essu mõis. [Tallinn : TTÜ], 2010. lk. 53-56.

Kruus, H., Ubar, R., Raik, J. Defect-oriented BIST quality analysis // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 153-156.

Kruus, M., Jervan, G. IKT haridus ülikoolides läbi TTÜ arvutitehnika instituudi vaateprisma // Arvutimaailm (2010) 5, lk. 8-9.

\* Kukk, V., Jaanus, M., Umbleja, K., Shvets, O. Developing integrated learning environment – analysis // International Conference on Engineering Education : ICEE 2010 : Poland, Gliwice 18.07.–22.07.2010. Gliwice, 2010.

Kumlander, D. Semi- and fully self-organised teams // Advanced techniques in computing sciences and software engineering. Dordrecht : Springer, 2010. p. 257-261.

Kumlander, D. Towards a new paradigm of software development: an ambassador driven process in distributed software companies // Advanced techniques in computing sciences and software engineering. Dordrecht : Springer, 2010. p. 487-490.

Kumlander, D. Context driven personalized e-learning environment provided as a state service // Technological developments in networking, education and automation. Dordrecht : Springer, 2010. p. 43-48.

Kumlander, D. Contextual semantic : a context-aware approach for semantic web based data extraction from scientific articles // Innovations in computing sciences and software engineering. Dordrecht : Springer, 2010. p. 241-244.

Kumlander, D. Motivating company personnel by applying the semi-self-organized teams principle // Innovations in computing sciences and software engineering. Dordrecht : Springer, 2010. p. 245-248.

Kumlander, D. Some practical payments clearance algorithms // Advanced techniques in computing sciences and software engineering. Dordrecht : Springer, 2010. p. 307-312.

Kumlander, D. E-education as a state service to citizens of different ages // Technological developments in education and automation. Dordrecht : Springer, 2010. p. 461-466.

Kuusik, A., Reilent, E., Lõõbas, I., Parve, M. Semantic formal reasoning solution for personalized home telecare // Proceedings of 2010 International Conference on Mechanical and Electrical Technology (ICMET 2010) : Singapore, September 10–12, 2010. Chengdu : IEEE Operations Center, 2010. p. 72-76.

Kuusik, A., Reilent, E., Lõõbas, I., Parve, M. Software architecture for modern telehome care systems // Proceedings of the 6th International Conference on Networked Computing (INC 2010) : Gyeongju, Korea, May 11–13, 2010. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 326-331.

Kuusik, R., Lind, G. Some developments of determinacy analysis // Advanced Data Mining and Applications : the 6th International Conference ADMA2010 : Chongqing, China, November 19–21, 2010 : proceedings. Part I. Berlin : Springer, 2010. p. 593-602. (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 6440).

Kääramees, M., Vain, J., Raiend, K. Model-based synthesis of reactive planning on-line testers for non-deterministic embedded systems // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 189-192.

Kääramees, M., Vain, J., Raiend, K. Synthesis of on-line planning tester for non-deterministic EFSM models // Testing – Practice and Research Techniques : 5th International Academic and Industrial Conference TAIC PART 2010 : Windsor, UK, September 3–5, 2010 : proceedings. Berlin : Springer, 2010. p. 147-154. (Lecture notes in computer science ; 6303).

Leis, P. Pilve kuupmudelist // A & A (2010) 2, lk. 3-4.

Leis, P. Pilvtestimisest // A & A (2010) 3, lk. 3-4.

Leis, P. Miks on tarkvarainseneerias vaja Kanbani? // A & A (2010) 1, lk. 3-5.

\* Lepmets, M., Nael, M. Comparison of plan-driven and agile project management approaches : theoretical bases for a case study in Estonian software industry // Databases and Information Systems : proceedings of the Ninth International Baltic Conference : Baltic DB&IS 2010 : Riga, Latvia, July 5–7, 2010. Riga : University of Latvia Press, 2010. p. 473-486.

\* Liiv, I. Towards information-theoretic visualization evaluation measure: a practical example for Bertin's matrices // Proceedings of the ACM CHI (ACM Conference on Human Factors in Computing Systems) 2010 Conference : April 10–11, 2010, Atlanta, GA, US. [Atlanta] : ACM, 2010.

Liiv, I. Seriation and matrix reordering methods : an historical overview // Statistical analysis and data mining (2010) Vol. 3, 2, p. 70-91.

Liiv, I. Muurite avastamine kasutades järjestamist ning maatriksi ümberkorramist : unfitseeritud vaade, edasiarendused ning rakendus ladude juhtimises // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 205-207.

Lints, T. How to facilitate variability // Artificial life XII : proceedings of the Twelfth International Conference on the Synthesis and Simulation of Living Systems. [S.l.] : MIT Press, 2010. p. 569-576.

Lints, T. Coordination issues in modular systems // 4th Annual IEEE Systems Conference : San Diego, CA, April 5–8, 2010. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 202-206.

- Lints, T. Diversity issues in adaptive modular systems // 4th Annual IEEE Systems Conference : San Diego, CA, April 5–8, 2010. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 207-210.
- Lints, T. The essentials of defining adaptation // 4th Annual IEEE Systems Conference : San Diego, CA, April 5–8, 2010. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 113-116.
- Lints, T. The concept of adaptation // Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia doktori-kooli IKTDK neljanda aastakonverentsi artiklite kogumik : 26.–27. novembril 2010, Essu mõis. [Tallinn : TTÜ], 2010. lk. 61-64.
- Luczkowski, T. Dreamlineri näitus... // Tehnikamaailm (2010) 9, lk. 74-77.
- Luczkowski, T. Tõusva lennukiehituse maa // Tehnikamaailm (2010) 1, lk. 58-59, 61.
- Luczkowski, T. Red Bull võttis aja maha // Tehnikamaailm (2010) 10, lk. 86-87.
- Luczkowski, T. Kopterile kiirust juurde // Tehnikamaailm (2010) 11, lk. 76-77.
- Markvardt, M. Meie igapäevane testimine // A & A (2010) 3, lk. 5-11.
- Markvardt, M. Mudelipõhine testimine : kas teoreetikute näpuharjutus või testimise homme päev? // A & A (2010) 3, lk. 48-56.
- Markvardt, M. Tarkvara testimisest ja testijatest Eestis // A & A (2010) 3, lk. 62-65.
- \* Matskin, M., Haverin, J., Roning, J., Vain, J. Cloud computing with robots: does it make sense? // MDA4ServiceCloud'10 : Modeling, Design, and Analysis for the Service Cloud. [S.l.], 2010. [2] p. (A CEA LIST Publication).
- Meister, A. Vladimir Heinrichsen : 04.01.1929–29.01.2009 : [in memoriam] // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 330-331.
- Meister, M.-A., Lossmann, E. Rakenduslikud monitooringud lühilaine spektrilas // Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia doktorikooli IKTDK neljanda aastakonverentsi artiklite kogumik : 26.–27. novembril 2010, Essu mõis. [Tallinn : TTÜ], 2010. lk. 73-76.
- Meister, M.-A., Lossmann, E., Madar, U. Results of the practical research for HF communications in Estonia // HF 10 : Nordic Shortwave Conference : 17–19 August 2010, Farö, Sweden : conference proceedings. Farö, 2010. p.4.2.1-4.1.10.
- Mihhailov, D., Sklyarov, V., Skliarova, I., Sudnitsõn, A. Application-specific hardware accelerator for implementing recursive sorting algorithms // Proceedings of the IEEE International Conference on Field Programmable Technology (FPT'10) : Beijing, China Dec. 8–10, 2010. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 269-272.
- Mihhailov, D., Sklyarov, V., Skliarova, J., Sudnitsõn, A. Hardware implementation of recursive algorithms // 53rd IEEE International Midwest Symposium on Circuits and Systems : Seattle, Washington, USA, August 1–4, 2010 : proceedings. Seattle : IEEE, 2010. p. 225-228.
- Mihhailov, D., Sklyarov, V., Skliarova, I., Sudnitsõn, A. Optimization of FPGA-based circuits for recursive data sorting // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 129-132.

Mihhailov, D., Sklyarov, V., Skliarova, I., Sudnitsõn, A. Optimization of recursive sorting algorithms for implementation in hardware // Proceedings of 22nd International Conference on Microelectronics (ICM 2010) : Cairo, Egypt, Dec. 19–22, 2010. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 471-474.

Mihhailov, D., Sklyarov, V., Skliarova, I., Sudnitsõn, A. Parallel FPGA-based implementation of recursive sorting algorithms // 2010 International Conference on Reconfigurable Computing and FPGAs (ReConFig 2010) : Cancun, Mexico, December 13–15, 2010. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 121-126.

Mihhailov, D., Sudnitsõn, A., Tarletski, K. Web-based tool for FSM encoding targeting low-power FPGA implementation // 2010 27th International Conference on Microelectronics : MIEL 2010 : Niš, Serbia, 16–19 May 2010 : proceedings. Niš : IEEE, 2010. p. 349-352.

Mihhailov, D., Sudnitsõn, A., Kruus, M. Project-oriented approach to low-power topics in advanced digital design course // Elektronika ir elektrotehnika = Electronics and electrical engineering (2010) 6, p. 151-154.

Min, M. Euromüntide ehtsusest // Horisont (2010) 4, lk. 6.

Min, M. Ahaa! Ohoo! – innovatsioonist ja muustki // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 237-239.

Min, M. Editorial // Estonian journal of engineering (2010) Vol. 16, 1, p. 3-4.

Min, M., Land, R., Paavle, T., Parve, T., Annus, P. Broadband spectroscopy of a dynamic impedance // Journal of physics : conference series (2010) Vol. 224, 1, p. 012109.

Mironov, D., Ubar, R., Devadze, S., Raik, J., Jutman, A. Structurally synthesized multiple input BDDs for speeding up logic-level simulation of digital circuits // 13th Euromicro Conference on Digital System Design : Architectures, Methods and Tools : DSD 2010 : Lille, France, 1–3 September 2010 : proceedings. Los Alamitos : IEEE, 2010. p. 658-663.

Moorits, E., Jervan, G. Low resource demanding FOTA method for remote AtoN site equipment // OCEANS 2010 : Seattle, Washington, USA, September 20–23, 2010. [S.l.] : IEEE, 2010. [5] p.

\* Mägi, T., Elmik, L. Archival Information System (data warehouse) for hospital // 8th European Conference on Digital Archiving : 28–30.04.2010 International Conference Centre Geneva, Switzerland. 1. Geneva, 2010. p. 115.

Männi, U. Smart sensing and Time of Arrival based location detection in Parking Management Services // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 213-214.

Märtens, O., Reidla, M., Saar, T. Simple DSP interface for impedance spectroscopy of piezo-sensors // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics



Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 343-344.

Märtens, O., Saar, T., Min, M., Land, R., Reidla, M. Fast impedance spectroscopy of piezosensors for structural health monitoring // Elektronika ir elektrotehnika = Electronics and electrical engineering (2010) 7, p. 31-34.

Märtens, O., Saar, T., Reidla, M. Study of various excitation and reference signals for pulsed correlation-based ultrasound signal processing // Elektronika ir elektrotehnika = Electronics and electrical engineering (2010) 9, lk. 89-92.

\* Märtens, O., Saar, T., Reidla, M. TMS320F28335-based piezosensor monitor-node // EDERC2010 European DSP in Education and Research Conference : proceedings, (Nice, France, Dec 1–2, 2010). [S.l.] : IEEE, 2010. p. 62-65.

Mürsepp, I. Robust energy detector for cognitive radio // Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia doktorikooli IKTDK neljanda aastakonverentsi artiklite kogumik : 26.–27. novembril 2010, Essu mõis. [Tallinn : TTÜ], [2010]. lk. 113-116.

Mürsepp, I. Tuuleenergeetika mõju vähendamine riiklikule julgeolekule ning lennu- ja laevaliikluse ohutusele // TalveAkadeemia 2010 : üliõpilaste teadusartiklite konkursi kogumik. Tallinn, Tartu : TalveAkadeemia, 2010. lk. 96-101.

Mürsepp, I., Berdnikova, J., Ruuben, T., Madar, U. Probe signals with nonrectangular envelope // Elektronika ir elektrotehnika = Electronics and Electrical Engineering (2010) 5, p. 99-102.

Nõmm, S., Leibak, A., Vain, J., Miyawaki, F. Application of volume bounding box decomposition for surgeon's hand gestures recognition // IECON 2010 : 36th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society : Glendale, Arizona, USA, 07–10 November, 2010 : proceedings. [Glendale] : IEEE, 2010. p. 1076-1080.

\* Nõmm, S., Leibak, A., Vain, J., Miyawaki, F. Application of volume bounding box decomposition for surgeon's hand gestures recognition // Abstracts IECON 2010 - ICELIE 2010 : 36th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, 4th International Conference on E-Learning in Industrial Electronics, IES Industry Forum 2010 : Arizona, USA, 7–10 November 2010. Glendale : IEEE, 2010. p. 102.

Ojarand, J., Annus, P., Land, R., Parve, T., Min, M. Nonlinear chirp pulse excitation for the fast impedance spectroscopy // Elektronika ir elektrotehnika = Electronics and electrical engineering (2010) 4, p. 73-76.

Paavle, T., Min, M., Ojarand, J., Parve, T. Short-time chirp excitations for using in wideband characterization of objects : an overview // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 253-256.

Parm, K., Nõmm, S., Vain, J. Application of bidding automata for measuring the informativeness of hand motion characteristic features // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 205-208.

Pesonen, V., Gorev, M., Annus, P., Min, M., Ellervee, P. Reconfigurable data acquisition unit for bioimpedance measurements // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 257-260.

Pesonen, V., Gorev, M., Annus, P., Min, M., Ellervee, P. Reprogrammable data acquisition unit to reduce aliasing effect in bioimpedance measurements // The 7th Annual FPGA World Conference, Copenhagen, Denmark, 6 September 2010. [Copenhagen], 2010. [6] p.

Pesonen, V., Gorev, M., Tammemäe, K. Learning-by-gaming in HW/SW codesign // Proceedings of the 8th European Workshop on Microelectronics Education : EWME 2010 : Darmstadt, Germany, 10–12 May 2010. Darmstadt, 2010. p. 89-93.

Petlenkov, E. Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia doktorikoolist // A & A (2010) 4, lk. 3-5.

Piho, G. Archetypes based development – an historical overview and current results // Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia doktorikooli IKTDK neljanda aastakonverentsi artiklite kogumik : 26.–27. novembril 2010, Essu mõis. [Tallinn : TTÜ], 2010. lk. 141-144.

Piho, G., Roost, M., Perkins, D., Tepandi, J. Towards archetypes-based software development // Innovations in computing sciences and software engineering. Dordrecht : Springer, 2010. p. 561-566.

Piho, G., Tepandi, J., Parman, M., Perkins, D. From archetypes-based domain model of clinical laboratory to LIMS software // MIPRO 2010 : 33rd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics : May 24–28, 2010 Opatija, Croatia : proceedings. Vol. Digital Economy. [Opatija] : IEEE, 2010. p. 1179-1184.

Piho, G., Tepandi, J., Roost, M. Domain analysis with archetype patterns based Zachman framework for enterprise architecture // Proceedings the 4th International Symposium on Information Technology 2010. Vol. 3, Knowledge Society and System Development and Application : Kuala Lumpur, Malaysia, June 15–17, 2010. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 1351-1356.

Piho, G., Tepandi, J., Roost, M. The Zachman framework for enterprise architecture with archetypes and archetype patterns // Databases and Information Systems : proceedings of the Ninth International Baltic Conference, Baltic DB&IS 2010 : Riga, Latvia, July 5–7, 2010. Riga : University of Latvia Press, 2010. p. 455-470.

Polis, E. Assessment of value analysis on an example of core banking system replacement projects // Databases and Information Systems : proceedings of the Ninth International Baltic Conference, Baltic DB&IS 2010 : Riga, Latvia, July 5–7, 2010. Riga : University of Latvia Press, 2010. p. 425-440.

Pređen, J. Situatsiooniteadlikkus küberfüüsilistes süsteemides // A & A (2010) 4, lk. 40-47.

- Preden, J., Somelar, R. Arupuru rakendamise võimalustest // Keskkonnatehnika (2010) 7, lk. 26-28.
- Raik, J. Kuidas teemant tehnikaülikooli tuli // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 40-43.
- Raik, J., Govind, V. Kuidas testida arvutivõrku ränikiibil // A & A (2010) 4, lk. 35-37.
- Rang, T. 11th Baltic Electronics Conference BEC2008 // Estonian journal of engineering (2010) Vol. 16, 1, p. 5-6.
- Rang, T. Baltic Electronics Conference (BEC) series : long and winding road // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 11-16.
- Rannaste, A. Hierarhilisest testigeneerimisest ja mittetestitavuse analüüsist // A & A (2010) 4, lk. 38-39.
- Rannat, K., Kivi, R., Uba, P. Measurements of atmospheric precipitable water by ground-based GPS receivers along the Struve-Tenner Meridian Arc // Toulouse Space Show'10 : Toulouse, France, 8–11 Juny, 2010 : proceedings. [Toulouse], 2010. [7] p.
- Reeder, R., Velmre, E., Udal, A. Advances in terahertz technology with emphasis on quantum cascade lasers // Elektronika ir elektrotehnika = Electronics and electrical engineering (2010) 8, p. 47-50.
- Reilent, E., Lõõbas, I., Pahtma, R., Kuusik, A. Medical and context data acquisition system for patient home monitoring // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 269-272.
- Reinsalu, U., Raik, J., Ubar, R. Register-transfer level deductive fault simulation using decision diagrams // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 193-196.
- Repinski, U., Raik, J., Ubar, R., Jenihhin, M., Chepurov, A. Design error diagnosis using backtrace algorithm on decision diagrams // Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia doktorikooli IKTDK neljanda aastakonverentsi artiklite kogumik : 26.–27. novembril 2010, Essu mõis. [Tallinn : TTÜ], 2010. lk. 93-96.
- Riid, A., Rüstern, E. A method for heuristic fuzzy modeling in noisy environment // 5th IEEE International Conference on Intelligent Systems (IS 2010) : London, 7–9 July 2010 : proceedings. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 468-473.
- Riid, A., Rüstern, E. Interpretability improvement of Fuzzy systems : reducing the number of unique singletons in Zeroth order Takagi-Sugeno systems // WCCI 2010 IEEE World Congress on Computational Intelligence : July, 18–23, Barcelona, Spain : proceedings. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 2913-2018.

Riid, A., Saastamoinen, K., Rüstern, E. Redundancy detection and removal tool for transparent Mamdani systems // Intelligent systems : from theory to practice. Berlin : Springer, 2010. p. 397-415. (Studies in computational intelligence ; 299).

Rokk, I., Kulmar, M., Ots, A., Lossmann, E. Experiences of teaching complicated undergraduate course for large number of students in the Tallinn University of Technology // Elektronika ir elektrotehnika = Electronics and electrical engineering (2010) 6, 119-122.

Ruuben, T., Berdnikova, J., Mürsepp, I., Madar, U. Optimal waveform selection for software defined data acquisition system // Proceedings of the Fourth European Conference on Antennas and Propagation : EuCAP 2010 : Barcelona, Spain, 12–16 April 2010. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 3268-3272.

Saar, T., Märten, O., Reidla, M., Ronk, A. Chirp-based impedance spectroscopy of piezo-sensors // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 339-342.

Saar, T., Talvik, O. Automatic asphalt pavement crack detection and classification using neural networks // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 345-348.

Sagahyroun, A., Aloul, F., Sudnitsõn, A. Low power state assignment using ILP techniques // The 15th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference - MELCON-2010 : Valletta, Malta, April 25–28, 2010. Malta : IEEE, 2010. p. 850-855.

\* Satrapinski, A., Kūbasepp, T., Märten, O. Verification of performance of commercial LCR meters // Conference on Precision Electromagnetic Measurements, DCC, Daejeon, Korea. [S.l.], 2010.

Seljanko, F. Towards hybrid genetic-gravitational algorithm for control of six-legged walking robot // Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia doktorikooli IKTDK neljanda aastakonverentsi artiklite kogumik : 26.–27. novembril 2010, Essu mõis. [Tallinn : TTÜ], 2010. lk. 97-100.

Sgirka, R. A collaborative web-based and database-based meta-CASE environment // Databases and Information Systems : Doctoral Consortium : Riga, July 4, 2010. Riga : University of Latvia, 2010. p. 31-42. (Scientific papers / University of Latvia Technologies ; Volume 757, Computer science and information technologies).

Shvartsman, I., Taveter, K., Parmak, M., Meriste, M. Agent-oriented modelling for simulation of complex environments // Proceedings of the International Multiconference on Computer Science and Information Technology (IMCSIT 2010) : Wisla, Poland, 18–20.10.2010. [Wisla] : IEEE, 2010. p. 209-216.

Sklyarov, V., Skliarova, I., Mihhailov, D., Sudnitsõn, A. Synthesis and implementation of hierarchical finite state machines with implicit modules // 2010 International Conference on Reconfigurable Computing and FPGAs (ReConFig 2010) : Cancun, Mexico, December 13–15, 2010. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 436-441.

Sleptsuk, N., Korolkov, O., Toompuu, J., Rang, T. Comparison of individual SiC JBS chips and JBS stacks connected in series by diffusion welding // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 81-84.

Sulakatko, A. JSC-NET ristkompilaator veebi platvormidele // Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia doktorikooli IKTDK neljanda aastakonverentsi artiklite kogumik : 26.–27. novembril 2010, Essu mõis. [Tallinn : TTÜ], 2010. lk. 105-107.

Shvets, O., Kukkk, V., Jaanus, M., Umbleja, K. Remote laboratories and methods of their application in study process // Journal of international scientific publications : materials, methods & technologies (2010) Vol. 4, 2, p. 60-67.

Zub, D., Eessaar, E. Pattern-based usability analysis : comparison with a case-study // Technological developments in education and automation. Dordrecht : Springer, 2010. p. 225-230.

Zub, D., Eessaar, E. Selecting patterns for the evaluation of systems // Technological developments in networking, education and automation. Dordrecht : Springer, 2010. p. 77-82.

Tagel, M., Ellervee, P., Jervan, G. Design space exploration and optimisation for NoC-based timing sensitive systems // Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia doktorikooli IKTDK neljanda aastakonverentsi artiklite kogumik : 26.–27. novembril 2010, Essu mõis. [Tallinn : TTÜ], 2010. lk. 117-120.

Tagel, M., Ellervee, P., Jervan, G. Design space exploration and optimisation for NoC-based timing sensitive systems // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 177-180.

Tagel, M., Ellervee, P., Jervan, G. System-level communication synthesis and dependability improvements for Network-on-Chip based systems // Estonian journal of engineering (2010) Vol. 16, 1, p. 23-38.

Talisainen, A., Kostin, S., Karai, D., Fridolin, I., Ubar, R. On-line monitoring of dialysis adequacy using diodes optical sensor : accurate Kt/V estimation by smoothing algorithms // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 273-276.

\* Tammet, T., Tomingas, K., Luts, M. Proceedings of the 11th European Conference on Knowledge Management : Universidade Lusíada de Vila Nova, de Famalicão, Portugal, 2–3 September. [S.l.] : Academic Publishing Limited, 2010. p. 988-995.

Taveter, K. Agentorienteeritud modelleerimise kunst // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 281-284.

Taveter, K. Kasutusjuhend ja eesmärgimudelid // A & A (2010) 1, lk. 6-8.

Taveter, K. Kuldar Taveter: Eesti innovatsioonis võiks rohkem rõhku panna loomingulisusele : [intervjuu] // HEI = Hea Eesti Idee (2010) jaan., lk. 18-21.

Tepandi, J., Piho, G., Liiv, I. Domain engineering for cyber defense: a case study and implications // Conference on Cyber Conflict : proceedings 2010. Tallinn : Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence, 2010. p. 59-77.

Tepandi, J., Vassiljev, S., Tšahhirov, I. Wireless PKI security and mobile voting // Computer (2010) Vol. 43, 6, p. 54-60.

\* Toom, A., Izerrouken, N., Näks, T., Pantel, M., Ssi Yan Kai, O. Towards reliable code generation with an open tool : evolutions of the Gene-Auto toolset // Ingénieurs de l'Automobile (2010) Vol. 807, p. 29-35.

Toom, A., Izerrouken, N., Näks, T., Pantel, M., Ssi Yan Kai, O. Towards reliable code generation with an open tool : evolutions of the gene-auto toolset // 5th International Congress and exhibition ERTS2 2010 : Embedded Real Time Software and Systems : 19–21 May 2010, Toulouse, France. Cedex : SIA, 2010. [10] p.

Toompuu, J., Korolkov, O., Sleptšuk, N., Rang, T. Investigation of p-i-n GaAs structures by DLTS method // Elektronika ir elektrotehnika = Electronics and electrical engineering (2010) 4, p. 51-54.

Toompuu, J., Korolkov, O., Sleptšuk, N., Vojtovich, V., Rang, T. GaAs based diffusion welded high voltage diode stacks [Electronic resource] // IEEE International Conference on Semiconductor Electronics CD-ROM Proceedings. [S.l.] : IEEE Operations Center, 2010. [4] p.

Toomsalu, A. Que vadis, mikrokontroller? // A & A (2010) 1, lk. 9-16.

Toonpere, P., Listak, M. Robotkala ja tehislühased TTÜ biorobootika keskuses // TalveAkadeemia 2010 : Läänemeri – vaga vesi, sügav põhi : 26.–28. veebruar Laulasmaal. [Tallinn] : TalveAkadeemia, [2010]. lk. 15-16.

Torim, A. Formaalsed mõisted andmeanalüüsis // A & A (2010) 4, lk. 27-34.

Trump, T. A robust detector for uniformly distributed noise // Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing : ICASSP 2010 : Dallas, Texas, USA, 14–19 March 2010. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 3870-3873.

Trump, T. Transient analysis of an output signal based combination of two NLMS adaptive filters // IEEE International Workshop on Machine Learning for Signal Processing (MLSP) : Aug. 29 – Sept.1, 2010, Kittilä, Finland. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 244-249.

Trump, T. Convergence of output signal based combination of two LMS adaptive filters // IEEE 26-th Convention of Electrical and Electronics Engineers in Israel (IEEEI 2010) : Nov. 17–20, 2010, Eilat. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 109-113.

Tsertov, A., Jutman, A., Devadze, S. Testing beyond the SoCs in a lego style // Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS'10) : St. Petersburg, Russia, September 17–20, 2010. Kharkov : Kharkov National University of Radioelectronics, 2010. p. 334-338.

Tsertov, A., Jutman, A., Devadze, S. Automation of testing beyond the SoCs // Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia doktorikooli IKTDK neljanda aastakonverentsi

artiklite kogumik : 26.–27. novembril 2010, Essu mõis. [Tallinn : TTÜ], 2010. lk. 29-32.

Täks, E., Lohk, A. An alternative method for computerized legal text restructuring // Legal Knowledge and Information Systems – JURIX 2010 : The Twenty-Third Annual Conference. Amsterdam : IOS Press, 2010. p. 171-174. (Frontiers in artificial intelligence and applications ; 223).

Ubar, R.- J. Kuidas fookustada korraga kaugele ja lähedale, ehk, Kuidas ülikool saaks paremini teenida ühiskonda // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 13-15.

Ubar, R.-J. Centre for Integrated Electronic Systems and Biomedical Engineering - CEBE // Estonian journal of engineering (2010) Vol. 16, 1, p. 7-10.

Ubar, R., Devadze, S., Raik, J., Jutman, A. Parallel X-fault simulation with critical path tracing technique [Electronic resource] // DATE 10 : Design, Automation & Test in Europe : Dresden, Germany, 8–12 March, 2010. [Dresden] : IEEE, 2010. p. 879-884 [CD-ROM].

Ubar, R., Devadze, S., Raik, J., Jutman, A. Fast fault simulation for extended class of faults in scan-path circuits // Proceedings : Fifth IEEE International Symposium on Electronic Design, Test and Applications : DELTA 2010 : 13–15 January 2010, Ho Chi Minh City, Vietnam. Los Alamitos : IEEE, 2010. p. 14-19.

Ubar, R., Fridolin, I., Meigas, K., Min, M. A healthier chip? // Public service review : European Union (2010) Issue 19, p. 132-133.

Ubar, R., Jutman, A., Raik, J., Devadze, S., Jenihhin, M., Aleksejev, I., Chepurov, A., Chertov, A., Kostin, S., Orasson, E., Wuttke, H.-D. E-learning environment for WEB-based study of testing // Proceedings of the 8th European Workshop on Microelectronics Education : EWME 2010 : Darmstadt, Germany, 10–12 May 2010. Darmstadt, 2010. p. 47-52.

Ubar, R., Mironov, D., Raik, J., Jutman, A. Fault collapsing with linear complexity in digital circuits // Proceedings of 2010 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS 2010) : 30 May – 2 June 2010, Paris, France. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 653-656.

Ubar, R., Mironov, D., Raik, J., Jutman, A. Structural fault collapsing by superposition of BDDs for test generation in digital circuits // Proceedings of the Eleventh International Symposium on Quality Electronic Design ISQED 2010 : March 22–24, 2010 San Jose, California USA. Los Alamitos : IEEE Computer Society Press, 2010. p. 250-257.

Udal, A. NanoIT2010 : nanoinfotehnoloogia katsekursus info- ja kommunikatsioonitehnoloogia doktorikoolis // A & A (2010) 4, lk. 10-15.

Uustalu, T. Arvutamine on loodusteadus : [intervjuu] // Teadusmõte Küberneetika Instituudis. [Tallinn : TTÜ Küberneetika Instituut], 2010. lk. 86-90.

Vassiljeva, K., Petlenkov, E., Belikov, J. Automated neural network model selection algorithm for feedback linearization based control // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 235-238.

\* Vassiljeva, K., Petlenkov, E., Belikov, J. Neural network based minimal state-space representation of nonlinear MIMO systems for feedback control // The 11th International Conference Control, Automation, Robotics and Vision : ICARCV 2010 : 7–10 December 2010, Singapore. Singapore : IEEE, 2010. p. 2191-2196.

Vassiljeva, K., Petlenkov, E., Belikov, J. State-space control of nonlinear systems identified by ANARX and neural network based SANARX models // The 2010 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN) : 18–23 July 2010, Barcelona : proceedings. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 3816-3823.

Vassiljeva, K., Petlenkov, E., Belikov, J. Towards genetic algorithm based structure identification for minimal state-space representation and feedback control of nonlinear MIMO systems // Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia doktorikooli IKTDK neljanda aastakonverentsi artiklite kogumik : 26.–27. novembril 2010, Essu mõis. [Tallinn : TTÜ], 2010. lk. 11-14.

Vedru, J., Gordon, R. Model of an inductive sensor of cardiac activity attached to patient // Journal of physics : conference series (2010) Vol. 224, 1, p. 012010.

Velmre, E. Thomas Johann Seebeck and his contribution to the modern science and technology // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 17-24.

Veski, A., Võhandu, L. Another view on territory fair division problem // Databases and Information Systems : proceedings of the Ninth International Baltic Conference, Baltic DB&IS 2010 : Riga, Latvia, July 5–7, 2010. Riga, 2010. p. 261-276.

Veskioja, T., Võhandu, L. Constructing a preference model of college admissions market // Economics of education : issues of transition and transformation. Berlin : LIT-Verlag, c2010. p. 361-378.

Viilukas, T., Raik, J. Automated test pattern generator with constraint solver // Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia doktorikooli IKTDK neljanda aastakonverentsi artiklite kogumik : 26.–27. novembril 2010, Essu mõis. [Tallinn : TTÜ], 2010. lk. 33-36.

Viilukas, T., Raik, J., Jenihhin, M., Ubar, R., Krivenko, A. Constraint-based test pattern generation at the register-transfer level // Proceedings of the 13th IEEE Symposium on Design and Diagnostics of Electronic Circuits and Systems : April 14, 16, 2010, Vienna, Austria. Vienna : IEEE, 2010. p. 352-357.

Voitovich, V., Rang, T., Rang, G. LPE technology for power GaAs diode structures // Estonian journal of engineering (2010) Vol. 16, 1, p. 11-22.

\* Wuttke, H.-D., Ubar, R., Henke, K. Remote and virtual laboratories in problem-based learning scenarios // 5th IEEE International Workshop on Multimedia



Technologies for E-Learning – MTEL 2010 : Taichung, Taiwan. [S.l.] : IEEE, 2010. [6] p.

Võhandu, L. Kaoseteooria ja majanduskriis // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 258-261.

Võhandu, L. Cliques of graphs using J-programming language // Baltic Horizons (2010) 14, p. 18-22.

Võhandu, L., Lohk, A. On the Estonian emotion vocabulary as it is presented in the dictionary of synonyms = Emotsioonisõnadest sünonüümisõnadestike vahendusel // Emotions in and around language : Workshop held in Tallinn at the Institute of the Estonian Language, 23th—24th September, 2010 = Emotsioonid keeles ja keele ümber : seminar Tallinnas, Eesti Keele Instituudis, 23.—24. septembril 2010 : book of abstracts. Tallinn, 2010. lk. 50.

## **KEEMIA- ja MATERJALITEHNOLOOGIA TEADUSKOND**

### ***Raamatud***

Christjanson, P. Elastomeerid ja kummid. [Tallinn] : TTÜ, 2010. 174, [5] lk.

Deikina, J., Jõelet, A. (koost.). Toitumis- ja toidusoovitused noortele. Tallinn : Tervise Arengu Instituut, 2010. 48 lk.

Food and nutrition = Toit ja toitumine. XVII : book of abstracts : the 5th Baltic Conference on Food Science and Technology : Foodbalt-2010. [Tallinn] : TTÜ, c2010. 126 p. (Food and nutrition = Toit ja toitumine ; 17).

Grossberg, M. Optical properties of multinary semiconductor compounds for photovoltaic applications. Tallinn : TUT Press, 2010. 110 p. (Theses of Tallinn University of Technology. B, Thesis on natural and exact sciences ; 98).

Kann, A., Veskus, T., Tedersoo, E., Laasik, M., Vokk, R. Toiduhügieenikoolituse täiendmaterjalid. Tallinn : TTÜ toiduainete instituut, c2010. 127 lk.

Klauson, D. Aqueous photocatalytic oxidation of non-biodegradable pollutants. Tallinn : TUT Press, 2010. 156 p. (Theses of Tallinn University of Technology. G, Thesis on chemistry and chemical engineering ; 26).

Laes, K. Preparation and impedance spectroscopy of hybrid structures based on CuIn<sub>3</sub>Se<sub>5</sub> photoabsorber. Tallinn : TUT Press, 2010. 168 p. (Theses of Tallinn University of Technology. B, Thesis on natural and exact sciences ; 90).

Meier, P. (ed.). Proceedings of the 6th meeting of the Nordic-Baltic Network in Wood Material Science and engineering (WSE) : October 21–22, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology Press, 2010. 196 p.

Mellikov, E. (koost.). Päikeseenergeetika maailmas, tänapäev ja tulevikuprognosisid. Tallinn, [2010]. 11, [1] lk.

Mellikov, E. (koost.). Taastuvenergia tasu kui liikumapanev jõud taastuvate energiaallikate arendamiseks. Tallinn, [2010]. 15, [1] lk.

Märtson, T. Methodology and equipment for optical studies of fast crystallizing polymers. Tallinn : TUT Press, 2010. 90 p. (Theses of Tallinn University of Technology. G, Thesis on chemistry and chemical engineering ; 25).

Savest, N. Solvent swelling of Estonian oil shales : low temperature thermochemical conversion caused changes in swelling. Tallinn : TUT Press, 2010. 108 p. (Theses of Tallinn University of Technology. G, Thesis on chemistry and chemical engineering, 1406-4774 ; 24).

Tedersoo, E. Toidu sensoorne analüüs. II. Tallinn : TTÜ, 2010. 88 lk.

Tiikma, L. Utilization of plastic wastes with oil shale : basics, methods, composition. Saarbrücken : Lambert Academic Publishing, 2010. 52 p.

Viikna, A. (koost.). Keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskond : teadus- ja arendustegevus 2009. Tallinn : TTÜ, [2010]. 128 lk.

Vokk, R. Toidu sensoorne analüüs. I. Tallinn : TTÜ, 2010. 58 lk.

### ***Artiklid***

Adhikari, N., Breznev, S., Laes, K., Kois, J., Volobujeva, J., Raadik, T., Öpik, A., Traksmaa, R., Tverjanovich, A. High vacuum evaporation of n-CuIn<sub>3</sub>Se<sub>5</sub> photoabsorber films for hybrid PV structures with conductive polymers // Baltic Polymer Symposium 2010 : Palanga, September 8–11, 2010 : programme and abstracts. Kaunas : Technologija, 2010. p. 124.

\* Adhikari, N., Bereznev, S., Laes, K., Volobujeva, O., Öpik, A. High vacuum evaporation of n-CuIn<sub>3</sub>Se<sub>5</sub> photoabsorber films for hybrid structures // EMRS-2010 Spring Meeting : Strasbourg, France, June 7–11 : program and book of abstracts. Symposium M. [Strasbourg], 2010. p. 8.

Arike, L., Nahku, R., Borissova, M., Adamberg, K., Vilu, R. Identification and relative quantification of proteins in Escherichia coli proteome by “up-front” collision-induced dissociation // European journal of mass spectrometry (2010) Vol. 16, 2, p. 227-235.

\* Bereznev, S., Laes, K., Jarkov, A., Volobujeva, O., Öpik, A. The impedance spectroscopy of hybrid CdTe / PEDOT-PSS interface // Hybrid and Organic Photovoltaics 2010 Conference : Assisi, Italy, May 23–27, 2010 : book of abstracts. [Assisi], 2010. p. 118.

Bessmeltseva, M., Viiard, E., Sarand, I. Properties and microbial population stability of model rye sourdough composed from bacteria isolated from industrial rye sourdough // Food and nutrition = Toit ja toitumine. XVII : book of abstracts : the 5th

Baltic Conference on Food Science and Technology : Foodbalt-2010. [Tallinn] : TTÜ, 2010. p. 91-92.

Binkauskienė, E., Lugauskas, A., Krunks, M., Oja Acik, I., Jasulaitienė, V., Saduikis, G. Interaction of *Chrysosporium merdarium* with titanium oxide surface // Synthetic metals (2010) Vol. 160, 9/10, p. 906-910.

Bogdanovičienė, I., Beganskienė, A., Kareiva, A., Juškėnas, R., Selskis, A., Ramanauskas, R., Tõnsuaadu, K., Mikli, V. Influence of heating conditions on the formation of sol-gel derived calcium hydroxyapatite // Chemija (2010) Vol. 21, 2/4, p. 98-105.

\* Bogdanovičienė, I., Tõnsuaadu, K., Mikli, V., Beganskienė, A., Kareiva, A. Peculiarities of the formation of calcium hydroxyapatite,  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , at different heating conditions // Abstract book : Chemistry and Technology of Inorganic Compounds : Kaunas, Lithuania, April 21, 2010. Kaunas, 2010. p. 12-13.

Bogdanovičienė, I., Tõnsuaadu, K., Mikli, V., Grigoravičiute-Puroniene, I., Beganskiene, A., Kareiva, A. pH impact on the sol-gel preparation of calcium hydroxyapatite,  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , using a novel complexing agent, DCTA // Central European journal of chemistry (2010) Vol. 8, 6, p. 1323-1330.

Bogdanovičienė, I., Tõnsuaadu, K., Mikli, V., Grigoravičiute-Puroniene, I., Beganskiene, A., Kareiva, A. Formation peculiarities of calcium hydroxyapatite  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  during sol-gel processing [Electronic resource] // ECIS 2010 : 24th Conference of the European Colloid and Interface Society : September 5–10, Prague, Czech Republic. [Prague, 2010]. p. P.2.89 [CD-ROM].

Christjanson, P. Depolümerisatsioon ; Dispersioonvärvained ; Džuut // TEA entsüklopeedia. 5. köide, Buru-eepos. Tallinn : TEA, 2010. lk. 238, 287, 344-345.

Christjanson, P., Pehk, T., Paju, J. Structure and curing mechanism of resol phenol-formaldehyde prepolymer resins // Proceedings of the Estonian Academy of Sciences (2010) Vol. 59, 3, lk. 225-232.

Dedova, T., Annert, K., Volobujeva, O., Grossberg, M., Oja Acik, I., Krunks, M. ZnO nanostruktuursed kihid keemilise pihustuspürolüüsi meetodil // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 25.

\* Dulov, A., Dulova, N., Trapido, M. Combined physicochemical treatment of textile and mixed industrial wastewater // E-proceedings of International Conference of IOA-EA3G : Ozone and Related Oxidants for Emerging Pollutants of Concern to the Water and the Environment : April 28–30, 2010, Geneva, Switzerland. [S.l.], 2010. p. 2.6-1 - 2.6-12.

\* Dulova, N., Trapido, M. Fenton-based processes in different combinations for food-processing wastewater treatment // E-proceedings of International Conference of IOA-EA3G : Ozone and Related Oxidants for Emerging Pollutants of Concern to the Water and the Environment : April 28–30, 2010, Geneva, Switzerland. [S.l.], 2010. p. 2.5-1 - 2.5-12.

Ganchev, M., Kaupmees, L., Iliyna, J., Raudoja, J., Volobujeva, O., Dikov, H., Altosaar, M., Mellikov, E., Varema, T. Formation of Cu<sub>2</sub>ZnSnSe<sub>4</sub> thin films by selenization of electrodeposited stacked binary alloy layers // *Energy procedia* (2010) Vol. 2, 1, p. 65-70.

Goi, A., Trapido, M. Chlorophenols contaminated soil remediation by peroxidation // *Journal of advanced oxidation technologies* (2010) Vol. 13, 1, p. 50-58.

Goi, A., Veressinina, Y., Trapido, M. Fenton process for landfill leachate treatment : evaluation of biodegradability and toxicity // *Journal of environmental engineering* (2010) Vol. 136, 1, p. 46-53.

Goi, A., Viisimaa, M., Trapido, M., Munter, R. Polüklooritud bifenüüle sisaldava elektrisoleerõliga saastatud pinnase taastamine kaltsium- ja magneesiumperoksiididega // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 28.

\* Goi, A., Viisimaa, M., Trapido, M., Munter, R. Aroclor 1016 contaminated soil remediation with calcium and magnesium peroxides // *E-Proceedings : Seventh International Conference on Remediation of Chlorinated and Recalcitrant Compounds* : Monterey, CA, USA, May 24–27, 2010. [S.I.] : Battelle Press, 2010.

\* Hiie, J., Quinci, F., Lughi, V., Maticiu, N., Potlog, T., Mere, A., Valdna, V., Gavrilov, A. Structural changes in CBD CdS: effect of rapid thermal annealing // "Thin film chalcogenide photovoltaic materials" (Symposium M, EMRS 2010 Spring Meeting) : 7–11 June 2010, Strasbourg, France. [S.I.], 2010.

Huhtanen, M., Häkkinen, A., Ekberg, B., Kallas, J. LabTop – software for experimental design, modelling and visualisation // *NoFS-13 : proceedings of the 13th Nordic Filtration Symposium*: June 10–11, 2010, Lappeenranta, Finland. Lappeenranta : Lappeenranta University of Technology, 2010. p. 148-153.

Hälvin, K., Paalme, T., Nisamedtinov, I. Simultaneous quantification of the B-complex vitamins in dried yeast using UPLC/MS and isotope labeled internal standards // *Food and nutrition = Toit ja toitumine. XVII : book of abstracts : the 5th Baltic Conference on Food Science and Technology* : Foodbalt-2010. [Tallinn] : TTÜ, c2010. p. 93.

\* Jarkov, A., Bereznev, S., Laes, K., Volobujeva, O., Öpik, A. Study of activating treatment for glass/ITO/CdS/CdTe structures prepared by high vacuum evaporation // *EMRS-2010 Spring Meeting* : Strasbourg, France, June 7–11 : program and book of abstracts. Symposium M. [Strasbourg], 2010. p. 8-9.

Johannes, I., Tiikma, L., Zaidentsal, A. Faasimuutused kukersiidi termobituminiseerimisel // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 34.

Johannes, I., Tiikma, L., Zaidentsal, A. Comparison of the thermobituminization kinetics of Baltic oil shale in open retorts and autoclaves // *Oil shale* (2010) Vol. 27, 1, p. 17-25.

Junolainen, A., Oja Acik, I., Mikli, V., Danilson, M., Krunks, M. Õhukeste TiO<sub>2</sub> kilede kasv erinevatel alustel pihustuspürolüüsi meetodil // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 35.

Jõks, S., Krichevskaya, M., Preis, S. Gas-phase photocatalytic oxidation of acrylonitrile on sulphated TiO<sub>2</sub> : continuous flow and transient study // Catalysis letters (2010) [13] p.

Järvik, O., Kamenev, I. Aktiivmudaprotsessi osoonimise mõju heitvee kvaliteedile ja jääkaktiivmuda tekkele // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 38.

Järvik, O., Kamenev, I. Ozonation of activated sludge in periodic reactors // Scientific journal of Riga Technical University. 1 series, Material science and applied chemistry (2010) Vol. 22, p. 88-93.

Järvik, O., Kamenev, I., Viiroja, A., Kallas, J. Purification of phenolic wastewater using aerobic bio-oxidation combined with activated carbon treatment and ozonation // Ozone : science & engineering (2010) Vol. 32, 6, p. 417-423.

Järvik, O., Kamenev, S., Kasemets, K., Kamenev, I. Effect of ozone on viability of activated sludge detected by oxygen uptake rate (OUR) and adenosine-5'-triphosphate (ATP) measurement // Ozone : science & engineering (2010) Vol. 32, 6, p. 408-416.

\* Kaev, J., Reut, J., Syritski, V., Gyurcsányi, R.E., Öpik, A. Covalent surface imprinting strategy of electrosynthesized PEDOT films for protein recognition // The 61st Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry : Nice (France), September 26 – October 1, 2010. [Nice], 2010. p. S13-P-044.

Kaev, J., Tretjakov, A., Reut, J., Syritski, V., Gyurcsanyi, R.E., Öpik, A. Development of a strategy for preparation of protein surface imprinted electrosynthesized conducting polymer thin films // Baltic Polymer Symposium 2010 : Palanga, September 8–11, 2010 : programme and abstracts. Kaunas : Technologija, 2010. p. 138.

Kaevand, T., Kalda, J., Öpik, A., Lille, Ü. Anisotropic percolating pathways in the thin films of polymeric PEDT/PSS complex and their relation to the electrical conductivity as revealed by the mesoscale simulation // Technological developments in networking, education and automation. Dordrecht : Springer, 2010. p. 263-268.

Kaevand, T., Kalda, J., Öpik, A., Lille, Ü. On the percolation behavior of the thin films of the PEDT/PSS complex : a mesoscale simulation study // Technological Developments in Education and Automation. Dordrecht : Springer, 2010. p. 103-107.

Kaljuvee, T., Keelmann, M., Trikkel, A., Kuusik, R. Thermooxidative decomposition of oil shales // ESTAC10 : 10th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry : August 22–27, 2010, Rotterdam, The Netherlands : abstract book. Rotterdam, 2010. p. 145.

Kambek, L. Planning the validation of the self-administered dietary interview method using the nutridata software // Food and nutrition = Toit ja toitumine. XVII : book of

abstracts : the 5th Baltic Conference on Food Science and Technology : Foodbalt-2010. [Tallinn] : TTÜ, c2010. p. 95-96.

Kann, J. Kas Eestile oleks vaja ujuvat tuumajaama // *Inseneeria* (2010) 7, lk. 26-27.

Kann, J. In remembrance of Agu Aarna : oil shale chemist and technologist // *Oil shale* (2010) Vol. 27, 4, p. 361-363.

Kann, J. Dear reader! : editor's page // *Oil shale* (2010) Vol. 27, 1, p. 3-4.

Kaseleht, K., Paalme, T., Mihhalevski, A., Sarand, I. Study on volatile compound production by individual lactic acid bacteria in dough using multiple headspace extraction // *Food and nutrition = Toit ja toitumine. XVII : book of abstracts : the 5th Baltic Conference on Food Science and Technology : Foodbalt-2010. [Tallinn] : TTÜ, c2010. p. 97.*

Katerski, A., Danilson, M., Mere, A., Krunks, M. Effect of the growth temperature on chemical composition of spray-deposited CuInS<sub>2</sub> thin films // *Energy procedia* (2010) 2, p. 103-107.

Katerski, A., Danilson, M., Mere, A., Krunks, M. CuInS<sub>2</sub> kilede koostise uurimine XPS meetodil // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 41.

Kauk, M., Muska, K., Altosaar, M., Danilson, M., Õunpuu, K., Varema, T., Volobujeva, O. ZnO grown by chemical solution deposition // 35th IEEE Photovoltaic Specialists Conference : Honolulu, HI, June 20–25, 2010 : conference proceedings. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 002452-002456.

Khrypunov, G., Bereznev, S., Meriuts, A., Kopach, G., Kovtun, N., Deyneko, N. Development organic back contact for thin-film CdS/CdTe solar cell // *Physics and chemistry of solid state* (2010) Vol. 11, 1, p. 248-251.

Kilk, K., Savest, N., Hruļjova, J., Tearo, E., Kamenev, S., Oja, V. Solvent swelling of dictyonema oil shale // *Oil shale* (2010) Vol. 27, 1, p. 26-36.

Kilk, K., Savest, N., Yanchilin, A., Kellogg, D.S., Oja, V. Solvent swelling of Dictyonema oil shale : low temperature heat-treatment caused changes in swelling extent // *Journal of analytical and applied pyrolysis* (2010) Vol. 89, 2, p. 261-264.

Kindsigo, M., Hautaniemi, M., Kallas, J. Kinetic modelling of wet oxidation treated debarking water // *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences* (2010) Vol. 59, 3, lk. 233-242.

Kindsigo, M., Kuusik, R., Kallas, J. Oil shale ash as a catalyst in wastewater treatment in the pulp and paper industry // *Waste management and the environment. V. Boston : WIT Press, 2010. p. 403-414. (WIT transactions on ecology and the environment ; Volume 140).*

Kirs, E., Pall, R., Laos, K. Characterization of different honeys produced in Estonia // *Food and nutrition = Toit ja toitumine. XVII : book of abstracts : the 5th Baltic Conference on Food Science and Technology : Foodbalt-2010. [Tallinn] : TTÜ, c2010. p. 98-99.*

Kivistik, K., Poltimäe, T., Macko, T., Brüll, R. New chromatographic method for analysis of ethylene/1-butene and ethylene/1-hexene copolymers according to the chemical composition and the molar mass // Baltic Polymer Symposium 2010 : Palanga, September 8–11, 2010 : programme and abstracts. Kaunas : Technologija, 2010. p. 113.

Klauson, D., Babkina, J., Stepanova, K., Krichevskaya, M., Preis, S. Aqueous photocatalytic oxidation of amoxicillin // Catalysis today (2010) Vol. 151, 1/2, p. 39-45.

Klauson, D., Krichevskaya, M., Borisova, M., Preis, S. Aqueous photocatalytic oxidation of sulfamethizole // Environmental technology (2010) Vol. 31, 14, p. 1547-1555.

Klauson, D., Kritševskaja, M., Borissova, M., Preis, S. Sulfametisooli fotokatalüütiline oksüdatsioon vesifaasis // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 44.

Klauson, D., Portjanskaya, E., Budarnaja, O., Krichevskaya, M., Preis, S. The synthesis of sulphur and boron-containing titania photocatalysts and the evaluation of their photocatalytic activity // Catalysis communications (2010) Vol. 11, 8, p. 715-720.

\* Klavina, I., Raudoja, J., Altosaar, M., Mellikov, E., Meissner, D., Kaljuvee, T. CZTS (Cu<sub>2</sub>ZnSnSe<sub>4</sub>) crystal growth for use in monograin membrane solar cells // Conference proceedings of the Conference of Young Scientists on Energy Issues : Kaunas, Lithuania, 27–28 May, 2010. Kaunas, 2010. p. VII 345 - VII 353.

Klesment, T. Study of the functionality of selected hydrocolloids and their blends on storage quality of 10% dairy fat and 13% vegetable fat vanilla ice cream // Food and nutrition = Toit ja toitumine. XVII : book of abstracts : the 5th Baltic Conference on Food Science and Technology : Foodbalt-2010. [Tallinn] : TTÜ, c2010. p. 100.

Klimova, I., Kaljuvee, T., Türn, L., Trikkel, A., Kuusik, R. Interactions of ammonium nitrate with different additives : thermodynamic analysis // Program & abstracts of 21st IUPAC International Conference on Chemical Thermodynamics ICCT-2010 : Tsukuba, Japan, July 31 – August 6, 2010. [Tsukuba], 2010. p. 242.

Klimova, I., Trubatschenko, M., Kaljuvee, T., Mikli, V. Coating of ammonium nitrate prills with limestone and dolomite powders // WCPT6 2010 : World Student Congress on Particle Technology : Delft, The Netherlands, April 22–25, 2010 : book of abstracts, conference program. [Delft], 2010. p. 50.

Klimova, I., Trubatschenko, M., Kaljuvee, T. Pulbriliste lubimaterjalide granuleerimine // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 45.

Kodis, I., Kütt, M.-L., Huusfeldt, T., Stagsted, J. Evaluation of marine macroalgae as antioxidants in foods // Food and nutrition = Toit ja toitumine. XVII : book of abstracts : the 5th Baltic Conference on Food Science and Technology : Foodbalt-2010. Tallinn : TTÜ, c2010. p. 101.

Kovtun, A., Syritski, V., Reut, J., Öpik, A. Electrosynthesized molecularly imprinted PEDOT microrods for IGG molecular recognition // Baltic Polymer Symposium 2010 : Palanga, September 8–11, 2010 : programme and abstracts. Kaunas : Technologija, 2010. p. 149.

\* Kropman, D., Kärner, T., Dolgov, S., Heinmaa, I., Laas, T., Londos, C.A. Interaction of point defects with impurities in the Si-SiO<sub>2</sub> system and its influence on the interface properties // The 9th International Conference on Global Research and Education : August 9–12, 2010, Riga : digest. Riga : RTU Publishing House, 2010. p. 231-233.

Kropman, D., Mellikov, E., Lott, K., Kärner, T., Heinmaa, I. et al. Interaction of point defects with impurities in the Si-SiO<sub>2</sub> system and its influence on the properties of the interface // Gettering and defect engineering in semiconductor technology XIII : CADEST 2009 : proceedings of the XIIIth International Autumn Meeting, Döllnsee-Schorfheide, north of Berlin, Germany, September 26 – October 02, 2009. Stafa-Zurich : Trans Tech Publications, c2010. p. 145-148.

Kropman, D., Mellikov, E., Lott, K., Kärner, T., Heinmaa, I., Laas, T., Medvid, A., Skroupa, W., Prucnal, S., Zvyagin, S., Cizmar, E., Ozerov, M., Wosnitsa, J. Interaction of point defects with impurities in the Si-SiO<sub>2</sub> system and its influence on the properties of the interface // Solid state phenomena (2010) Vol. 156/158, p. 145-148.

Kropman, D., Mellikov, E., Öpik, A., Lott, K., Kärner, T., Heinmaa, I., Laas, T., Medvid, A., Skroupa, W., Prucnal, S., Rebohle, L., Zvyagin, S., Cizmar, E., Ozerov, M., Wosnitsa, J. Interaction of point defects with impurities in the Si-SiO<sub>2</sub> system and its influence on the properties of the interface // Thin solid films (2010) Vol. 518, 9, p. 2374-2376.

Krumme, A., Basiura, M., Pijpers, T., Vanden Poel, G., Heinz, L.-C., Brüll, R., Mathot, V.B.F. A new route for evaluating molecular structure of polyethylenes by measuring crystallizability by HPer DSC of SEC fractions separated via LC transform // Baltic Polymer Symposium 2010 : Palanga, September 8–11, 2010 : programme and abstracts. Kaunas : Technologija, 2010. p. 123.

Krunks, M., Kärber, E., Katerski, A., Otto, K., Oja Acik, I., Dedova, T., Mere, A. Extremely thin absorber layer solar cells on zinc oxide nanorods by chemical spray // Solar energy materials & solar cells (2010) Vol. 94, p. 1191-1195.

Krustok, J., Josepson, R., Danilson, M., Meissner, D. Temperature dependence of Cu<sub>2</sub>ZnSn(SexS<sub>1-x</sub>)<sub>4</sub> monograin solar cells // Solar energy (2010) Vol. 84, 3, p. 379-383.

Krustok, J., Josepson, R., Raadik, T., Danilson, M. Potential fluctuations in Cu<sub>2</sub>ZnSnSe<sub>4</sub> solar cells studied by temperature dependence of quantum efficiency curves // Physics B : condensed matter (2010) Vol. 405, 15, p. 3186-3189.



Kuosa, M., Kallas, J. Multicomponent reaction models in ozonation and reduction in the number of model parameters // *Journal of hazardous materials* (2010) Vol. 183, 1/3, p. 823-832.

Kutsar, L., Salo, S., Wirtanen, G. Environmental Listeria plate petrifilms in detection of Listeria species from environmental samples // *Food and nutrition = Toit ja toitumine. XVII : book of abstracts : the 5th Baltic Conference on Food Science and Technology : Foodbalt-2010.* [Tallinn] : TTÜ, c2010. p. 102-103.

Kuusik, R. Uurimusi happeliste gaaside emissiooni piiramiseks energeetikas // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 16.

Kuusik, R., Trikkel, A., Kaljuvee, T. Teaduspreemia tehnikateaduste alal tööde tsükli "Uurimusi happeliste gaaside emissiooni piiramiseks energeetikas" eest // *Eesti Vabariigi teaduspreemiad 2010.* Tallinn : Eesti Teaduste Akadeemia, 2010. lk. 86-109.

\* Kuusik, R., Uibu, M., Velts, O., Trikkel, A., Kallas, J. CO<sub>2</sub> trapping from flue gases by oil shale ash aqueous suspension : Intensification and modeling of the process // *Proceedings of the Third International Conference on Accelerated Carbonation for Environmental and Materials Engineering : ACEME10 : Turku, Finland, Nov. 29 – Dec. 1, 2010.* Åbo : Åbo Akademi University Printing Press, 2010. p. 227-235.

Kängsepp, K., Meier, P., Larnoy, E. The influence of raw material on the leachability of wood preservatives // *Baltic Polymer Symposium 2010 : Palanga, September 8–11, 2010 : programme and abstracts.* Kaunas : Technologija, 2010. p. 53.

Kängsepp, K., Larnoy, E., Meier, P. How does sample position affect the leachability of wood preservatives // *Proceedings of the 6th meeting of the Nordic-Baltic Network in Wood Material Science and engineering (WSE) : October 21–22, 2010, Tallinn, Estonia.* [Tallinn] : Tallinn University of Technology Press, 2010. p. 191.

Kütt, M.-L., Kodis, I., Stagsted, J. Identification of antimicrobial and hostdefense peptides from monkfish waste // *Food and nutrition = Toit ja toitumine. XVII : book of abstracts : the 5th Baltic Conference on Food Science and Technology : Foodbalt-2010.* [Tallinn] : TTÜ, c2010. p. 104-105.

Laes, K., Bereznev, S., Land, R., Tverjanovich, A., Volobujeva, O., Traksmaa, R., Raadik, T., Öpik, A. The impedance spectroscopy of CuIn<sub>3</sub>Se<sub>5</sub> photoabsorber films prepared by high vacuum evaporation technique // *Energy procedia* (2010) Vol. 2, 1, p. 119-131.

\* Laes, K., Bereznev, S., Land, R., Öpik, A. Constant phase element response of impedance spectra of high vacuum evaporated CuIn<sub>3</sub>Se<sub>5</sub> photoabsorber layers [Electronic resource] // *International Materials Research Congress IMRC XIX, Cancun, Mexico – August 2010, Symposium 15 – Photovoltaics, Solar energy materials and technologies : abstracts.* [S.l.], 2010. p. 21 [CD-ROM].

Liebert, T. Kuidas tõhusalt juua : [vastus küsimusele] // *Üks* (2010) veebr./märts, lk. 117.

- Liebert, T. Terviseküsimumused [vastab ka T. Liebert] // Eesti Naine (2010) 4, lk. 108.
- Liebert, T. Lapsed ja taimetoitlus : [vastus küsimusele] // Üks (2010) apr./mai, lk. 117.
- Liebert, T. Kuum kõhutäis // Miks seisavad kured ühe jala peal? Ja veel 100 huvitavat küsimust. [Tallinn] : Presshouse, 2010. lk. 55-56.
- Liibert, L., Meier, P., Treu, A. The fixation of new alternative wood preservative systems in a combined impregnation process // Baltic Polymer Symposium 2010 : Palanga, September 8–11, 2010 : programme and abstracts. Kaunas : Technologija, 2010. p.53.
- Liibert, L., Treu, A., Meier, P. Alternative wood preservative systems in a combined impregnation process (CIP) // Proceedings of the 6th meeting of the Nordic-Baltic Network in Wood Material Science and engineering (WSE) : October 21–22, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology Press, 2010. p. 190.
- Liiri, M., Hatakka, H., Kallas, J., Aittamaa, J., Alopaeus, V. Modelling of crystal growth of KDP in a 100dm<sup>3</sup> suspension crystallizer using combination of CFD and multiblock model // Chemical engineering research and design (2010) Vol. 88, 9, p. 1297-1303.
- Lott, K., Šinkarenko, S., Türn, L., Nirk, T., Öpik, A., Kallavus, U., Gorokhova, E., Grebennik, A., Vishnjakov, A. High temperature defect equilibrium in ZnS:Cu single crystals // Physica status solidi B (2010) Vol. 247, 7, p. 1662-1665.
- Lõugas, T. Colour of sea buckthorn berries // Food and nutrition = Toit ja toitumine. XVII : book of abstracts : the 5th Baltic Conference on Food Science and Technology : Foodbalt-2010. [Tallinn] : TTÜ, c2010. p. 106.
- Lõugas, T., Gorbatošova, J., Kaljurand, M., Kravets, M., Vokk, R. Sea buckthorn as a tool for biomedicine or home remedy // Food and nutrition = Toit ja toitumine. XVII : book of abstracts : the 5th Baltic Conference on Food Science and Technology : Foodbalt-2010. [Tallinn] : TTÜ, c2010. p. 107-109.
- \* Lõugas, T., Ruben, K., Männimets, K. Colour and carotenoids analysis with sea buckthorn berries // Pigments in Food – Chemical, Biological and Technological Aspects. Budapest : Hungarian Chemical Society, 2010. p. 237-239.
- \* Maticiuc, N., Potlog, T., Hiie, J., Mikli, V., Pöldme, N., Raadik, T., Valdna, V., Mere, A., Gavrilov, A., Quinci, F., Lughu, V., Sergo, V. Structural changes in chemically deposited CdS : effect of thermal annealing // Moldavian journal of the physical sciences (2010) Vol. 9, 3/4, p. 275-279.
- Matsi, M., Piirlaid, M., Meier, P., Rohumaa, A., Hughes, M. Assessing the potential of furan polymer-based resin development in bonded veneer processing factors on adhesive bond strength // Baltic Polymer Symposium 2010 : Palanga, September 8–11, 2010 : programme and abstracts. Kaunas : Technologija, 2010. p. 54.
- Matsi, M., Rohumaa, A., Piirlaid, M., Hughes, M., Meier, P. Assessing the potential of furan polymer-based resin development in bonded veneer processing factors on

adhesive bond strength // Proceedings of the 6th meeting of the Nordic-Baltic Network in Wood Material Science and engineering (WSE) : October 21–22, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology Press, 2010. p. 193.

Mihhalevski, A., Hälvin, K., Ošeka, A., Paalme, T. Evaluation of nutritional composition of raw material and rye baking products // Food and nutrition = Toit ja toitumine. XVII : book of abstracts : the 5th Baltic Conference on Food Science and Technology : Foodbalt-2010. [Tallinn] : TTÜ, c2010. p. 110-111.

Munter, R. Comparison of mass transfer efficiency and energy consumption in static mixers // Ozone : science & engineering (2010) Vol. 32, 6, p. 399-407.

Munter, R. Säästva arengu võimalused // Kalender 2011. [Tallinn] : Olion, 2010. lk. 41-45.

Munter, R., Kivimäe, T. Uudne keskkonnasõbralik tehnoloogia radionukleiidide kõrvaldamiseks põhjaveest // Keskkonnatehnika (2010) 5, lk. 10-12.

Munter, R., Parshin, A., Yamshchikov, L., Plotnikov, V., Gorkunov, V., Kober, V. Reduction of tantalum pentoxide with aluminium and calcium : thermodynamic modelling and scale skilled tests // Proceedings of the Estonian Academy of Sciences (2010) Vol. 59, 3, lk. 243-252.

\* Munter, R., Trapido, M., Veressinina, J., Lumiste, L. Aeration, oxidation and filtration for natural pollutants removal from groundwater // E-proceedings of International Conference of IOA-EA3G : Ozone and Related Oxidants for Emerging Pollutants of Concern to the Water and the Environment : April 28–30, 2010, Geneva, Switzerland. [S.l.], 2010. p. 5.5-1 - 5.5-11.

Möttus, E. Päikesepaneelide energia reitingu mudelid põhjamaises kliimas // TalveAkadeemia 2010 : üliõpilaste teadusartiklite konkursi kogumik. Tallinn, Tartu : TalveAkadeemia, 2010. lk. 101-105.

Mägi, R., Panova, E., Kirso, U. Some innovative approaches in environmental analysis of oil shale wastes and discharges // Innovaatilised lahendused ja säästvad tehnoloogiad : konverents 2010. Kohtla-Järve, 2010. p. 28.

Märtson, T., Ots, A., Krumme, A., Lõhmus, A. Development of a faster hot-stage for microscopy studies of polymer crystallization // Polymer testing (2010) Vol. 29, 1, p. 127-131.

Nisamedtinov, I., Kevvai, K., Orumets, K., Rautio, J.J., Paalme, T. Glutathione accumulation in ethanol-stat fed-batch culture of *Saccharomyces cerevisiae* with a switch to cysteine feeding // Applied microbiology and biotechnology (2010) Vol. 87, 1, p. 175-183.

Nisamedtinov, I., Orumets, K., Kevvai, K., Viiard, E., Sarand, I., Paalme, T. Multilevel control of GSH accumulation in mutant and wild-type Strains of *S. cerevisiae* under conditions of smooth cysteine addition // IBIC 2010 : 2nd International Conference on Industrial Biotechnology : April 11–14, 2010, Padua, Italy. [S.l.] : AIDIC, 2010. p. 91-96. (Chemical engineering transactions ; Vol. 20).

\* Oja Acik, I., Junolanen, A., Kiisk, V., Sildos, I., Danilson, M., Krunks, M. Characterization of samarium and nitrogen doped TiO<sub>2</sub> films prepared by spray pyrolysis // EMRS-2010 Spring Meeting : Strasbourg, France, June 7–11 : program and book of abstracts. Symposium K. [Strasbourg], 2010. p. 4.

Oja Acik, I., Otto, K., Tõnsuaadu, K., Katerski, A., Niinistö, L., Krunks, M. Thermoanalytical study of a precursor for CuInS<sub>2</sub> thin films deposited by chemical spray pyrolysis // ESTAC10 : 10th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry : August 22–27, 2010, Rotterdam, The Netherlands : abstract book. Rotterdam, 2010. p. 175.

\* Oja, V. Vapor pressures of kukersite oil shale primary pyrolysis tars // Summaries 2 : Separation Processes : 7th European Congress of Chemical Engineering. 19th International Congress of Chemical and Process Engineering CHISA 2010. [S.l.] : Process Engineering Publisher, 2010. p. 649.

Orumets, K., Nisamedtinov, I., Kevvai, K., Arike, L., Sarand, I., Korhola, M., Paalme, T. Metabolic changes underlying the higher accumulation of glutathione in *Saccharomyces cerevisiae* mutants // Food and nutrition = Toit ja toitumine. XVII : book of abstracts : the 5th Baltic Conference on Food Science and Technology : Foodbalt-2010. [Tallinn] : TTÜ, c2010. p. 112.

Otto, K., Katerski, A., Mere, A., Krunks, M. In<sub>2</sub>S<sub>3</sub> õhukeste kilede sadestamine pihustuspürolüüsi meetodil // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 60.

Otto, K., Oja Acik, I., Tõnsuaadu, K., Annert, K., Krunks, M. Thermoanalytical study of a precursor for In<sub>2</sub>S<sub>3</sub> films by spray pyrolysis // ESTAC10 : 10th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry : August 22–27, 2010, Rotterdam, The Netherlands : abstract book. Rotterdam, 2010. p. 181.

Paalme, T. Survival of probiotic bacteria in Human Gastrointestinal Tract Simulator (GITS) // Ninth Annual ScanBalt Forum "Healthy future" : September 22–24, 2010 : Tallinn, Estonia. [Tartu : Eesti Biotehnoloogia Liit], [2010]. p. 67.

Petkova, V., Kaljuvee, T., Tõnsuaadu, K., Serafimova, E., Dombalov, I., Pelovski, Y. Comparative study of the thermal behavior of mechanoactivated natural carbonate substituted apatites from Africa (Tunisia), Europe (Bulgaria, Estonia), and Asia (Uzbekistan) // ESTAC10 : 10th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry : August 22–27, 2010, Rotterdam, The Netherlands : abstract book. Rotterdam, 2010. p. 189.

Piirlaid, M., Matsi, M., Meier, P., Rohumaa, A., Hughes, M. Effect of birch veneer processing factors on adhesive bond strength development // Baltic Polymer Symposium 2010 : Palanga, September 8–11, 2010 : programme and abstracts. Kaunas : Technologija, 2010. p. 54.

Piirlaid, M., Rohumaa, A., Matsi, M., Hughes, M., Meier, P. Effect of birch veneer processing factors on adhesive bond strength development // Proceedings of the 6th meeting of the Nordic-Baltic Network in Wood Material Science and engineering

(WSE) : October 21–22, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology Press, 2010. p. 192.

Pitsi, T. Hea tervis vajab puu- ja kõõgilvilju // *Kodutohter* (2010) 2, lk. 61-63.

Pitsi, T. Internet-based nutrition calculation program // *Food and nutrition = Toit ja toitumine. XVII : book of abstracts : the 5th Baltic Conference on Food Science and Technology : Foodbalt-2010. [Tallinn] : TTÜ, c2010. p. 113.*

Pitsi, T. Laktoositalumatus ja toitumine // *Kodutohter* (2010) 10, lk. 30.

Pitsi, T. Soolaga ära liialda : [soovitab T. Pitsi] // *Elukiri* (2010) 7, lk. 47-49.

Pitsi, T. Toitumine ja lapse areng // *Kodutohter* (2010) 11, lk. 50.

Pluduma, L., Gross, K.A., Borodajenko, N., Tõnsuaadu, K., Berzina-Cimdina, L. Influence of thermal processing on the structure of hydroxyapatite // *Materials engineering & Baltrib 2010 : materials of the XIX-th International Baltic Conference : October 28–29, 2010, Riga, Latvia. Riga, 2010. p. 8.*

Poltimäe, T., Tarasova, E., Krumme, A., Lehtinen, A., Viikna, A. Study of tertiary crystallization process and morphology in LLDPE and HDPE // *World Forum on Advanced Polymeric Materials : Synthesis, Properties, Characterisation : POLYCHAR 18 : April 7–10, 2010 in Siegen, Germany. Siegen : Universität Siegen, 2010. p. P 19.*

Poltimäe, T., Tarasova, E., Krumme, A., Viikna, A., Lehtinen, A. Influence of molarmass, branching and catalyst type on the behavior of very low temperature crystallization in linear low-density polyethylenes // *Baltic Polymer Symposium 2010 : Palanga, September 8–11, 2010 : programme and abstracts. Kaunas : Technologija, 2010. p. 34.*

Poltimäe, T., Tarasova, E., Krumme, A., Viikna, A., Roots, J., Lehtinen, A. Differential scanning calorimetry of blends of highly branched linear low density polyethylene with high density and moderate branched linear low density polyethylene // *Baltic Polymer Symposium 2010 : Palanga, September 8–11, 2010 : programme and abstracts. Kaunas : Technologija, 2010. p. 105.*

\* Potlog, T., Spalatu, N., Ciobanu, V., Hiie, J., Mere, A., Mikli, V., Valdna, V. Analysis of fill factor losses in thin film CdS/CdTe photovoltaic devices // *Moldavian journal of the physical sciences* (2010) Vol. 9, 3/4, p. 363-367.

Põldme, N., Hiie, J., Mikli, V., Raadik, T., Valdna, V., Mere, A., Gavrilov, A., Maticiu, N., Potlog, T., Quinci, F., Lughi, V., Sergo, V. Keemiliselt sadestatud kaadmiumsulfiidi kilede lõõmutamisel toimuvad struktuursed muutused // *XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 65.*

Robal, M., Tuvikene, R., Truus, K., Volobujeva, O., Mellikov, E., Pehk, T. Vetikapoolisahhariidide termostabiilsus : struktuur-omadus seosed // *XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 19.*

Rudjak, I., Kaljuvee, T., Trikkel, A., Mikli, V. Thermal behaviour of ammonium nitrate prills coated with limestone and dolomite powder // *Journal of thermal analysis and calorimetry* (2010) Vol. 99, p. 749-754.

Salmimies, R., Häkkinen, A., Kallas, J., Ekberg, B., Andreassen, J.-P., Beck, R. Characterization of filter media used in the dewatering of iron ore // NoFS-13 : proceedings of the 13th Nordic Filtration Symposium: June 10–11, 2010, Lappeenranta, Finland. Lappeenranta : Lappeenranta University of Technology, 2010. p. 173-178.

Salumets, A. Rheological analysis of food // *Food and nutrition = Toit ja toitumine. XVII : book of abstracts : the 5th Baltic Conference on Food Science and Technology : Foodbalt-2010.* [Tallinn] : TTÜ, c2010. p. 114.

\* Salumets, A., Laos, K., Sõrmus, A. Effect of hydrocolloids on the rheological properties of ultrafiltrated curds // *Annual European Rheology Conference : Göteborg, Sweden, April 7–9, 2010.* [Göteborg], 2010.

Savest, N. Solvent swelling of Estonian oil shales : low temperature thermochemical conversion caused changes in swelling : defense of the doctoral thesis // *Oil shale* (2010) Vol. 27, 2, p. 190.

Savest, N., Kilk, K., Oja, V. Eesti põlevkivide pundumine lahustites : termokeemilise konversiooni mõju pundumisprotsessile // *XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid.* Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 72.

Siimer, K., Kaljuvee, T., Pehk, T., Lasn, I. Thermal behaviour of melamine-modified urea-formaldehyde resins // *Journal of thermal analysis and calorimetry* (2010) Vol. 99, 3, p. 755-762.

Siimer, K., Süld, T.-M., Kaljuvee, T., Lasn, I. Modified urea-formaldehyde resins for particleboards // *Polymer Processing Society : PPS-26 : regional meeting : Istanbul, Turkey, October 20–24, 2010 : program & abstracts.* [Istanbul], 2010. p. 94.

Sokolova, J., Tiikma, L., Vink, N. Termobituumeni eraldamine põlevkivi mineralosast // *XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid.* Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 75.

Sumeri, I., Arike, L., Stekolššikova, J., Uusna, R., Adamberg, S., Adamberg, K., Paalme, T. Effect of stress pretreatment on survival of probiotic bacteria in gastrointestinal tract simulator // *Applied microbiology and biotechnology* (2010) Vol. 86, 6, p. 1925-1931.

Sumeri, I., Uusna, R., Adamberg, S., Sarand, I., Paalme, T. Survival of lactic acid bacteria in Estonian and Finnish open texture cheeses during gastrointestinal tract simulator (GITS) transit // *Food and nutrition = Toit ja toitumine. XVII : book of abstracts : the 5th Baltic Conference on Food Science and Technology : Foodbalt-2010.* [Tallinn] : TTÜ, c2010. p. 115.

Špitsmeister, M., Adamberg, K., Vilu, R. UPLC/MS based method for quantitative determination of fatty acid composition in Gram-negative and Gram-positive bacteria // *Journal of microbiological methods* (2010) Vol. 82, p. 288-295.

Šumigin, D., Poltimäe, T., Tarasova, E., Krumme, A., Meier, P. Influence of cellulose content on rheological and mechanical properties of “green” poly(lactic) acid/cellulose composites // Baltic Polymer Symposium 2010 : Palanga, September 8–11, 2010 : programme and abstracts. Kaunas : Technologija, 2010. p. 122.

Šumigin, D., Poltimäe, T., Tarasova, E., Krumme, A., Meier, P. Rheological and mechanical properties of poly(lactic) acid- and polyethylene-based cellulosic composites // BIOCOMP 2010 : 10th Pacific Rim Bio-based Composites Symposium : October 5th–8th, 2010, Banff, Alberta, Canada. [Banff], 2010. p. 310.

Šumigin, D., Tarasova, E., Meier, P. Influence of cellulose content on rheological and mechanical properties of poly(lactic) acid/cellulose and LDPE/cellulose composites // Proceedings of the 6th meeting of the Nordic-Baltic Network in Wood Material Science and engineering (WSE) : October 21–22, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology Press, 2010. p. 187.

Zhang, X., Sun, G., Hovestädt, M., Syritski, V., Esser, N., Volkmer, R., Janietz, S., Rappich, J., Hinrichs, K. A new strategy for the preparation of maleimide-functionalised gold surfaces // Electrochemistry communications (2010) Vol. 12, 10, p. 1403-1406.

Taivosalu, A., Pugi, M., Laht, T.-M. Characterization of proteolysis in open texture Estonian cheese during ripening // Food and nutrition = Toit ja toitumine. XVII : book of abstracts : the 5th Baltic Conference on Food Science and Technology : Foodbalt-2010. [Tallinn] : TTÜ, c2010. p. 116-117.

Tamla, Ü., Kallavus, U., Reino, M. Loomapeakujuliste figuuridega hõbekett Padiküla aardes // Ilusad asjad : tähelepanuväärseid leide Eesti arheoloogiakogudest. Tallinn : Tallinna Ülikooli Ajaloo Instituut, 2010. lk. 97-126. (Muinasaja teadus ; 21).

Tarasova, E., Poltimäe, T., Krumme, A., Lehtinen, A., Viikna, A. Triple crystallization behavior of fractionated ethylene/ $\alpha$ -olefin copolymers of different catalyst type // Journal of polymer research (2010) [10] p.

Tiikma, L., Sokolova, Yu., Vink, N. Effect of the concentration of organic matter on the yield of thermal bitumen from the Baltic oil shale kukersite // Solid fuel chemistry (2010) Vol. 44, 2, p. 89-93.

Тийкма, Л., Соколова, Ю., Винк, Н. Влияние содержания органического вещества на выход термобитума из Прибалтийского сланца-кукерсита // Химия твердого топлива (2010) 2, с. 25-30.

Tilford, T., Ferenets, M., Morris, J.E., Krumme, A., Pavuluri, S., Rajaguru, P.R., Desmulliez, M.P.Y., Bailey, C. Application of particle swarm optimisation to evaluation of polymer cure kinetics models // Journal of algorithms & computational technology (2010) Vol. 4, 1, 121-146.

Tilford, T., Morris, J.E., Ferenets, M., Rajaguru, P.R., Pavuluri, S.K., Desmulliez, M.P.Y., Bailey, C. On model fitting methods for modeling polymer cure kinetics in microelectronics assembly applications // 3rd Electronic System-Integration

Technology Conference (ESTC) : Berlin, 13–16 Sept. 2010 : proceedings. [S.l.] : IEEE, 2010. [6] p.

Timberg, L., Koppel, K., Kirs, E., Kaljujärv, R., Paalme, T. Red fish quality and red fish consumer studies in Estonia // Food and nutrition = Toit ja toitumine. XVII : book of abstracts : the 5th Baltic Conference on Food Science and Technology : Foodbalt-2010. [Tallinn] : TTÜ, c2010. p. 118.

Timmo, K., Altosaar, M., Raudoja, J., Grossberg, M., Danilson, M., Volobujeva, O., Mellikov, E. Chemical etching of Cu<sub>2</sub>ZnSn(S,Se)<sub>4</sub> monograin powder // 35th IEEE Photovoltaic Specialists Conference : Honolulu, HI, June 20–25, 2010 : conference proceedings. [S.l.] : IEEE, 2010. p. 1982-1985.

Timmo, K., Altosaar, M., Raudoja, J., Muska, K., Pilvet, M., Kauk, M., Varema, T., Danilson, M., Volobujeva, O., Mellikov, E. Sulfur-containing Cu<sub>2</sub>ZnSnSe<sub>4</sub> monograin powders for solar cells // Solar energy materials & solar cells (2010) Vol. 94, 11, p. 1889-1892.

Tomson, T. Bi-positional solar collectors, performing in a row // Renewable energy (2010) Vol. 35, p. 721-726.

Tomson, T. Eestile sobivad helio-soojaveesüsteemid // Keskkonnatehnika (2010) 1, lk. 20-21.

Tomson, T. EUROSUN-2010 Grazis // Keskkonnatehnika (2010) 7, lk. 23-24.

Tomson, T. Fast dynamic processes of solar radiation // Solar energy (2010) Vol. 84, p. 318-323.

Tomson, T. Renewable electricity generation in Estonia // PQ2010 : 7th International Conference "2010 Electric Power Quality and Supply Reliability" : June 16–18, 2010, Kuressaare, Estonia. Tallinn : IEEE, 2010. p. 87-92.

Tomson, T., Hansen, M. Fast changes of the solar irradiance // Estonian journal of engineering (2010) Vol. 16, 2, p. 176-183.

Tomson, T., Maivel, M. Päikeseenergeetika ühingu perspektiiv Eestis // TEUK XII : taastuvate energiaallikate uurimine ja kasutamine : kaheteistkümnenda konverentsi kogumik. Tartu : Eesti Maaülikool, 2010. lk. 45-48.

Tomson, T., Mellikov, E. Päikeseenergia ja selle kasutamine // Elektriala (2010) 3, lk. 30-33.

Trapido, M., Dulova, N., Goi, A., Veressinina, J., Munter, R. Fenton-protsessi efektiivsus tööstusreovete puhastamisel // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 76.

\* Trikkel, A., Keelmann, M., Kaljuvee, T., Kuusik, R. CO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> uptake by oil shale ashes : effect of pre-treatment on kinetics // Journal of thermal analysis and calorimetry (2010) Vol. 99, 3, p. 763-769.



Truljova, O. Analysis of sea buckthorn berries // Food and nutrition = Toit ja toitumine. XVII : book of abstracts : the 5th Baltic Conference on Food Science and Technology : Foodbalt-2010. [Tallinn] : TTÜ, c2010. p. 119-120.

Tuvikene, R., Truus, K., Robal, M., Volobujeva, O., Mellikov, E., Pehk, T., Kollist, A., Kailas, T., Vaher, M. The extraction, structure, and gelling properties of hybrid galactan from the red alga *Furcellaria lumbicalis* (Baltic Sea, Estonia) // Journal of applied phycology (2010) Vol. 22, p. 51-63.

Tverjanovich, A., Bereznev, S., Gertsin, A., Muradova, G., Shoka, A., Kim, D., Kois, J., Öpik, A., Tveryanovich, J. Synthesis of CuInSe<sub>2</sub> nanopowder in polyethylene glycol // Scientific journal of Riga Technical University. Series 1, Material science and applied chemistry (2010) Vol. 21, p. 79-83.

Tõnsuaadu, K., Kallaste, T., Mikli, V., Mere, A., Nemliher, J. Structural analysis of apatite precipitated in the presence of proline // 18th International Conference on Phosphorus Chemistry : July 11–15th, 2010, Wrocław, Poland : book of abstracts. Wrocław : Wrocław University of Technology, 2010. p. 185.

Tõnsuaadu, K., Peld, M. Interpretation of FTIR spectra of synthetic carbonate apatites // 18th International Conference on Phosphorus Chemistry : July 11–15th, 2010, Wrocław, Poland : book of abstracts. Wrocław : Wrocław University of Technology, 2010. p. 186.

Uibu, M., Kuusik, R. The behaviour of Ca-Mg-silicates in direct aqueous carbonation of oil shale ash [Electronic resource] // Innovation for Sustainable Production 2010. Conference 5. Carbon Capture and Storage (CCS) : [18–21 April, 2010] : proceedings. [Bruges, 2010]. p. 75-79. [CD-ROM].

\* Uibu, M., Kuusik, R. Effect of ageing pre-treatment on performance of PF oil shale ash for CO<sub>2</sub> sequestration in aqueous suspensions // Proceedings of the Third International Conference on Accelerated Carbonation for Environmental and Materials Engineering : ACEME10 : Turku, Finland, Nov. 29 – Dec. 1, 2010. Åbo : Åbo Akademi University Printing Press, 2010. p. 317-321.

Uibu, M., Velts, O., Kuusik, R. Developments in CO<sub>2</sub> mineral carbonation of oil shale ash // Journal of hazardous materials (2010) Vol. 174, p. 209-214.

Vaask, S., Pitsi, T. Potential to promote healthy eating in Baltic workplaces // International journal of workplace health management (2010) Vol. 3, 3, p. 211-221.

Valgepea, K., Adamberg, K., Nahku, R., Lahtvee, P.-J., Arike, L., Vilu, R. Systems biology approach reveals that overflow metabolism of acetate in *Escheria coli* is triggered by carbon catabolite repression of acetyl-CoA synthetase // BMC systems biology (2010) Vol. 4, p. 166.

Veiderma, M. Inimesed, olukorrad ja sündmused minu elutee taustal // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 285-286.

Velts, O., Hautaniemi, M., Kallas, J., Kuosa, M., Kuusik, R. Modeling calcium dissolution from oil shale ash. Part 2, Continuous washing of the ash layer // Fuel processing technology (2010) Vol. 91, 5, p. 491-495.

Velts, O., Hautaniemi, M., Kallas, J., Kuusik, R. Modeling calcium dissolution from oil shale ash. Part 1, Ca dissolution during ash washing in a batch reactor // Fuel processing technology (2010) Vol. 91, 5, p. 486-490.

Velts, O., Hautaniemi, M., Uibu, M., Kallas, J., Kuusik, R. Modelling of CO<sub>2</sub> mass transfer and hydrodynamics in a semi-batch reactor // Journal of international scientific publication : materials, methods & technologies (2010) Vol. 4, 2, p. 68-79.

\* Velts, O., Kallas, J., Kuusik, R. Modeling of calcium leaching from lime-consisting oil shale combustion ash // Proceedings of the Third International Conference on Accelerated Carbonation for Environmental and Materials Engineering : ACEME10 : Turku, Finland, Nov. 29 – Dec. 1, 2010. Åbo : Åbo Akademi University Printing Press, 2010. p. 323-326.

Velts, O., Kallas, J., Kuusik, R. Kaltsiumi leostumine põlevkivituhast – protsessi modelleerimine // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 81.

\* Vent, M., Annert, K., Kärber, E., Krunks, M. ZnO thin films as transparent conductive oxides by chemical spray pyrolysis // Proceedings of CYSENI 2010 : the 7th Annual Conference of Young Scientists on Energy Issues : May 27–28, 2010, Kaunas, Lithuania. Kaunas : Lithuanian Energy Institute, 2010. p. 399-407.

Vent, M., Kärber, E., Volobujeva, O., Krunks, M. Läbipaistvate ja elektrit juhtivate ZnO kilede valmistamine keemilise pihustamise meetodil // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 82.

Viiard, E., Mihhalevski, A., Paalme, T., Sarand, I. Population dynamics of lactic acid bacteria in industrial rye sourdough and the characterization of dominating species // Food and nutrition = Toit ja toitumine. XVII : book of abstracts : the 5th Baltic Conference on Food Science and Technology : Foodbalt-2010. [Tallinn] : TTÜ, c2010. p. 121-122.

Viipsi, K., Sjöberg, S., Tõnsuaadu, K. A surface complexation and solubility study of hydroxyapatite in the presence of Cd(II) and EDTA // SETAC Europe : 20th Annual Meeting 23–27 May 2010, Seville, Spain : Science and Technology for Environmental Protection : abstract book. Seville, 2010. p. WE 454.

Viipsi, K., Sjöberg, S., Tõnsuaadu, K. Hüdroksüülaptiidi lahustumine ja pinna komplekseerumine Cd<sup>2+</sup> ja EDTA juuresolekul // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 83.

Viipsi, K., Tõnsuaadu, K., Peld, M. Impact of soluble humic substance on Cd<sup>2+</sup> sorption on apatite in aqueous solutions // Chemistry and ecology (2010) Vol. 26, Suppl., p. 77-85.

Vokk, R. Toitumine ja kehaline aktiivsus. Milline kütus kehale valida? // Liikumise ja spordi ABC. [Tallinn : Menu], c2010. lk. 148-157.

Vokk, R. Toitumine ja kehaline aktiivsus. Milline kütus kehale valida? // Liikumise ja spordi ABC. [Tallinn] : Sport Kõigile, c2010. lk. 164-171.

Vokk, R. Toitumine erineva kehalise aktiivsuse korral // Liikumise ja spordi ABC. [Tallinn] : Sport Kõigile, c2010. lk. 172-176.

Vokk, R. Kas lisaainetega või ilma? : [vastab R. Vokk] // Oma Maitse (2010) 4, lk. 58-59.

Vokk, R. Kas lisaainetega või ilma? : [vastab R. Vokk] // Eesti Naine (2010) 4, lk. 90-91.

Vokk, R., Liebert, T., Pitsi, T., Jansoo, S. 15 years of studies on food for children // Food and nutrition = Toit ja toitumine. XVII : book of abstracts : the 5th Baltic Conference on Food Science and Technology : Foodbalt-2010. [Tallinn] : TTÜ, c2010. p. 125-126.

Vokk, R., Veskus, T., Kutsar, L., Salu, S., Wirtanen, G. Process hygiene in Estonian food premises // Food and nutrition = Toit ja toitumine. XVII : book of abstracts : the 5th Baltic Conference on Food Science and Technology : Foodbalt-2010. [Tallinn] : TTÜ, c2010. p. 123-124.

Õpik, A. Molekulide püüdmine // Tarkade Klubi (2010) erinumber, lk. 50.

## MAJANDUSTEADUSKOND

### *Raamatud*

Aarma, A. Arvjoonised : õppevahend. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2010. 48 lk.

Alver, J. (toim.). Raamatupidamiselt majandusarvestusele. III : [artiklikogumik]. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2010. 96 lk.

Kalle, E. (koost.). Tallinna Tehnikaülikooli majandusteaduskond 1940–2010. Tallinn : TTÜ, 2010. 354 lk., [10] lk. portr.

Kirch, A., Mürsepp, P., Inotai, A., Lofgren, J., Talts, M., Vernygora, V. (eds.). Proceedings of the Institute for European Studies : journal of Tallinn University of Technology. No. 7, 8. [Tallinn] : Department of International Relations, Tallinn University of Technology, 2010. 214, 207 p.

Kiris, A., Kukrus, A., Oidermaa, E. Õiguse alused. Tööõigus : ülesannete kogu. Tallinn : TTÜ, 2010. 60 lk.

Kolbre, E., Ilsjan, V., Tiits, T., Tomson, A. (koost.). Vara hindamine. Osa 1, Hindamise üldised alused. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. 28 lk. (Eesti standard ; EVS 875-1:2010).

Kolbre, E., Ilsjan, V., Tiits, T., Tomson, A. (koost.). Vara hindamine. Osa 2, Varade liigid. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. 23 lk. (Eesti standard ; EVS 875-2:2010).

Kolbre, E., Iisjan, V., Tiits, T., Tomson, A. (koost.). Vara hindamine. Osa 3, Väärtuse liigid. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. 19 lk. (Eesti standard ; EVS 875-3:2010).

Kolbre, E., Iisjan, V., Tiits, T., Tomson, A. (koost.). Vara hindamine. Osa 4, Hindamise head tavad ja hindamistulemuste esitamine. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. 24 lk. (Eesti standard ; EVS 875-4:2010).

Kolbre, E., Iisjan, V., Tiits, T., Tomson, A. (koost.). Vara hindamine. Osa 5, Hindamine finantsaruandluse eesmärgil. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. 36 lk. (Eesti standard ; EVS 875-5:2010).

Kolbre, E., Iisjan, V., Tiits, T., Tomson, A. (koost.). Vara hindamine. Osa 12, Hindamine hüvitamise eesmärgil. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. 24 lk. (Eesti standard; EVS 875-12:2010).

Leppiman, A. Argielamusi [Võrguteavik] : laagri- ja elamuspõhine argipäevade pere-teenus sotsiaalse kogemuse tootjana : analüütiline ülevaade. Tallinn : Tallinna Ülikool, 2010. 40 p. (Tallinna Ülikool. Sotsiaalteaduste dissertatsioonid ; 41).

Leppiman, A. Arjen elämyksiä : leiri- ja elämispohjainen. Arkipäivät-perhepalvelu sosiaalisen kokemuksen tuottajana. Rovaniemi : Lapland University Press, 2010. 289 lk. + 1 l. (Acta Universitatis Lapponiensis ; 182).

Mürsepp, P. Structural stability as the core of Rene Thom's philosophy : from Aristotle to contemporary science. Saarbrücken : Lambert Academic Publishing, 2010. 124 p.

Pöder, K. Structural solutions to social traps : formal and informal institutions. Tallinn : TUT Press, 2010. 160 p. (Theses of Tallinn University of Technology. H, Thesis on economics ; 17).

\* Põlajeva, T., Dakov, I., Bivainis, I. (eds.). Verslas, vadyba ir studijos 2009 : mokslo darbai = Business, management and education 2009 : research papers. Vilnius : Technika, 2010. 328 p.

Staehr, K. Income convergence and inflation in Central and Eastern Europe : does the sun always rise in the east?. [Tallinn] : Bank of Estonia, 2010. 29, [1] p. (Working paper series / Bank of Estonia ; 4/2010).

Staehr, K. Inflation in the New EU countries from Central and Eastern Europe : theories and panel data estimations. [Tallinn] : Bank of Estonia, 2010. 41, [1] p. (Working paper series / Bank of Estonia ; 6/2010).

Staehr, K. The global financial crisis and public finances in the new EU countries from Central and Eastern Europe. [Tallinn] : Bank of Estonia, 2010. 41, [3] p. (Working paper series / Bank of Estonia ; 2/2010).

Talpsepp, T. Investor behaviour and volatility asymmetry. Tallinn : TUT Press, 2010. 145 p. (Theses of Tallinn University of Technology. H, Thesis on economics ; 18).

Talts, M., Linask, K. (eds.). *Historiae Scientiarum Baltica 2010* : Tallinn, October 8–9, 2010 : abstracts of the XXIV International Baltic Conference on the History of Science. Tallinn : Tallinn University of Technology, 2010. 143 p.

Tanning, L. *Maailma energia ülevaade. I osa, Nafta. Gaas*. Tallinn : Infotrükk, 2010. 240 lk.

Tanning, L. *Maailma energia ülevaade. II osa, Tuumaenergia*. Tallinn : Infotrükk, 2010. 139, [1] lk.

Tanning, L. *Maailma energia ülevaade. III osa, Alternatiivsed. Süsi. Hüdro. Tulevik*. Tallinn : Infotrükk, 2010. 251 lk.

Varrak, T. (koost.). *Poliitika, riigiteadus, rahvusvahelised suhted* : [artiklikogumik]. 2. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikooli rahvusvaheliste suhete instituut, Tallinna Tehnikaülikool, 2010. 105 lk.

Vassilkova, A. (koost.). *XVII juhtimiskonverents "Juhtimisteedkond"*. Tallinn, 2010. 57 lk.

Venasaar, U. (ed.). *Research in economics and business : Central and Eastern Europe*. Vol. 2, no. 1, 2. Tallinn : Tallinn University of Technology, 2010. 93, 70 p.

Üksvärav, R. *Organisatsioon ja üksikisik*. Tallinn : TEA, 2010. 302, [1] lk.

### ***Artiklid***

\* Аарма, А., Вайну, Я. Изменение основных показателей Эстонского банковского сектора в условиях мирового экономического кризиса // Роль финансово-кредитной системы в реализации приоритетных задач развития экономики : материалы 3(14)-й международной научной конференции : 18–19 февр. 2010 г. Т. 2. Санкт-Петербург : Издательство Санкт-Петербургского университета экономики и финансов, 2010. p. 128-130.

Aasma, A. Some notes on matrix transform of summability domains of Cesaro matrices // *Mathematical modelling and analysis* (2010) Vol. 15, 2, p. 153-160.

Ahmet, I. Financial behavior of households and the underlying basic beliefs // *Journal of international scientific publication : economy & business* (2010) Vol. 4, 1, p. 310-320.

Alver, J. Deebet ; Deebetkaart ; Deebet-krediitkaart ; Deebitor ; Deposiid ; Diskonteerimine // *TEA entsüklopeedia*. 5. köide, Buru-eepos. Tallinn : TEA, 2010. lk. 209, 238, 284.

Alver, J., Alver, L. Raamatupidajast ja tema tööst (Taani tüdarettevõtete näitel) // *Raamatupidamiselt majandusarvestusele*. III. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2010. lk. 28-29.

Alver, J., Alver, J., Gurvitš, N. Ühest äri- ja kutse-eesitika alasest uuringust // *Raamatupidamiselt majandusarvestusele*. III. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2010. lk. 30-37.

Alver, L., Alver, J. Konsolideerimiskontseptsioonid ja nende mõju konsolideeritud aruannetele // Raamatupidamiselt majandusarvestusele. III. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2010. lk. 18-27.

Alver, L., Alver, J., Sundgaard, E., Thomsen, J. Challenges for the Estonian accounting staff // Journal of international scientific publications : economy & business (2010) Vol. 4, 1, p. 129-138.

Babečký, J., Du Caju, P., Kosma, T., Lawless, M., Messina, J., Rõõm, T. Downward nominal and real wage rigidity : survey evidence from European firms // The Scandinavian journal of economics (2010) Vol. 112, 4, p. 884-910.

\* Beifert, A., Prause, G. Logistics in the Southern Baltic Sea Region // WIWITA 2010 : 7. Wismarer Wirtschaftsinformatiktage : 3/4 Juni 2010 : proceedings. Wismar : Wismar University, 2010. S. 322-327. (Wismarer Diskussionspapiere ; Sonderheft 1/2010).

Belyakov, V., Izosimova, A., Koski, A., Prause, G., Rudzite, M. Promoting dynamic interaction of universities and regional stakeholders // Baltic Business and Socio-Economic Development 2007 : 3rd International Conference Tallinn, Estonia, June 17–19, 2007. Berlin : Berliner Wissenschafts-Verlag, 2010. p. 447-490. (Regional baltic business and socio-economic development ; Bd. 1).

\* Братка, В., Праулиньш, А. Анализ чистой добавленной стоимости сельских хозяйств Латвии // Инновационные процессы в АПК : сборник статей II международной научно-практической конференции : Москва, Россия, 24–26 марта 2010. Москва : Российский университет дружбы народов, 2010. с. 495-497.

\* Братка, В., Праулиньш, А. К вопросу о воспроизводстве основных фондов сельских хозяйств в Латвии // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сборник статей V международной научно-практической конференции : Барнаул, Россия, 17–18 марта 2010. Книга 1. [Барнаул] : Алтайский государственный аграрный университет, 2010. p. 116-119.

Данилова, О., Плотицына, Л., Коляева, И. Перспективы социальной ответственности бизнеса в современной России // Eesti Majandusteaduse Seltsi aastakonverentsi ettekanded [Elektrooniline teavik] : Viljandi, 29.–30.01.2010. [Tartu] : Eesti Majandusteaduse Selts, 2010. [CD-ROM].

Ehrlich, Ü. Saateks // Tallinna Tehnikaülikooli majandusteaduskond 1940–2010. Tallinn : TTÜ, 2010. lk. 7-8.

Ehrlich, Ü., Pädam, S. Eesti avaliku sektori keskkonnakulutused majanduskriisi perioodil // Eesti majanduspoliitilised väitlused. XVIII. Tallinn : Mattimar, 2010. p. 29-33.

Ehrlich, Ü., Reimann, M. Hydropower versus non-market values of nature : a contingent valuation study of Jägala Waterfalls, Estonia // International journal of geology (2010) Vol. 4, 3, p. 59-63.

Fabiani, S., Kwapil, C., Rõõm, T., Galuscak, K., Lamo, A. Wage rigidities and labor market adjustment in Europe // *Journal of the European Economic Association* (2010) Vol. 8, 2/3, p. 497-505.

\* Fainstein, G., Kerem, K. Wage determination and wage-adjustment in the Estonian labour market // *The European mind : narrative and identity*. 1. Malta : Malta University Press, 2010. p. 343-351.

Fainstein, G., Kerem, K. Estonian wage formation as a macroeconomic adjustment mechanism : comparative analysis with Baltic and Nordic states // *Baltic Business and Socio-Economic Development 2007 : 3rd International Conference Tallinn, Estonia, June 17–19, 2007*. Berlin : Berliner Wissenschafts-Verlag, 2010. p. 887-907. (Regional business and socio-economic development ; Bd. 1).

Fainstein, G., Matina, J. Interrelation between export and economic growth in Estonia // *Journal of international scientific publication : economy & business* (2010) Vol. 4, 1, p. 287-293.

Fainstein, G., Netšunajev, A. Foreign trade patterns between Estonia and the EU // *International advances in economic research* (2010) Vol. 16, p. 311-324.

Fainstein, G., Novikov, I. Credit risk determinants in Estonian banking sektor // *Journal of international scientific publication : economy & business* (2010) Vol. 4, 1, p. 295-309.

Fainstein, G., Novikov, I. Credit risk determinants in Estonian banking sector [Electronic resource] // *Doctoral Summer School 2010 : 26–29 July 2010, Roosta, Estonia*. [S. l.] : Doctoral School in Economics and Innovation, [2010]. [14] p. [CD-ROM].

Filipozzi, F., Harkmann, K. The financial crisis in Central and Eastern Europe: EMP and IMP measures and their determinants [Electronic resource] // *Doctoral Summer School 2010 : 26–29 July 2010, Roosta, Estonia*. [S. l.] : Doctoral School in Economics and Innovation, [2010]. [30] p. [CD-ROM].

Filipozzi, F., Harkmann, K. The financial crisis in Central and Eastern Europe : the measures and determinants of the exchange market pressure index and the money market pressure index // *Research in economics and business : Central and Eastern Europe* (2010) Vol. 2, 2, p. 5-36.

\* Gromark, S., Paadam, K. Free value : residential architecture and symbolic cultural consumption // *Conditions : Independent Scandinavian magazine for architecture and urbanism* (2010) 4, p. 54-57.

Gurviš, N. Ettevõtte sotsiaalse vastutuse arvestus ja hindamine // *Raamatupidamiselt majandusarvestusele*. III. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2010. lk. 39-43.

Haav, K. Education for democratic citizenship : development of the theoretical framework for Estonia and EU // *Proceedings of the Institute for European Studies : journal of Tallinn University of Technology* (2010) 7, p. 168-191.

\* Hartsenko, J. The structure and the functioning of the financial sector in the Baltic States // The European mind : narrative and identity. 1. Malta : Malta University Press, 2010. p. 352-360.

Hazak, A. Empirical analysis of capital structure and dividend decisions under the distributed profit taxation regime of Estonia // Baltic Business and Socio-Economic Development 2007 : 3rd International Conference Tallinn, Estonia, June 17–19, 2007. Berlin : Berliner Wissenschafts-Verlag, 2010. p. 55-68. (Regional business and socio-economic development 2007 ; Bd. 1).

Hazak, A., Männasoo, K. Indicators of corporate default – EU-based empirical study // Transformations in business & economics (2010) Vol. 9, 1, p. 62-76.

Helme, M. Ronald D. Asmus. Väike sõda, mis raputas maailma. Gruusia, Venemaa ja lääne tulevik // Poliitika, riigiteadus, rahvusvahelised suhted (2010) 2, lk. 84-89.

Jakobson, I., Ritso, V., Koobas, M. Analysis of supporting measures for research & development & innovation in product development & innovation in product development area 2001–2006 [Electronic resource] // Doctoral Summer School 2010 : 26–29 July 2010, Roosta, Estonia. [S. 1.] : Doctoral School in Economics and Innovation, [2010]. [14] p. [CD-ROM].

\* Järvis, M., Tint, P. Employment, cultural differences and occupational health in Estonia // Abstracts of ECHE2010 : 8th European Conference on Health Economics : 7–10 July 2010, Helsinki. Helsinki : iHEA, 2010. [2] p.

Järvis, M., Tint, P. Evidence-based development of safety culture at the Estonian enterprises // Reliability, risk and safety : theory and applications. Volume 2. London : Taylor & Francis Group, c2010. p. 1269-1276.

Järvis, M., Reinhold, K., Tint, P. The innovative tools for prevention of accidents in a post-socialist country // Reliability, risk and safety : theory and applications. Volume 1. London : Taylor & Francis Group, c2010. p. 25-30.

Kadak, T. PMSi eripärast avalikus sektoris // Raamatupidamiselt majandusarvestusele. III. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2010. lk. 44-48.

Kallaste, K., Praulinš, A. Raamatupidaja kutse omistamisest ja taseme säilitamisest Lätis // Raamatupidamiselt majandusarvestusele. III. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2010. lk. 49-51.

Kalle, E. TTÜ majandusteaduskonna ajaloost // Raamatupidamiselt majandusarvestusele. III. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2010. lk. 6-8.

\* Калле, Э., Коляева, И. Совершенствование модели управления производительностью на предприятии // Устойчивое развитие российских регионов : инновации, институты и технологические хаимствования : материалы VII международной научно-практической конференции по проблемам экономического развития : Екатеринбург, 23–24 апреля 2010 года. Екатеринбург : Уральский государственный университет, 2010. с. 11-14.

Kallemets, K. Naftaajastu lõpp on saabumas // Inseneeria (2010) 1, lk. 16-19.



Kallemets, K. Kliimapoliitika mõju energiaökonomikale // *Elektriala* (2010) 4, lk. 10-12.

Kallemets, K. Eesti ettevõtted osalevad tuumajaama chitusel // *Inseneeria* (2010) 6, lk. 12-14.

Kallemets, K. Economics of carbon abatement in power sector with CO2 price floor [Electronic resource] // *Doctoral Summer School 2010 : 26–29 July 2010, Roosta, Estonia. [S. l.] : Doctoral School in Economics and Innovation, [2010]. [16] p. [CD-ROM].*

Karilaid, I., Talpsepp, T. Can policy improve liquidity during a financial crisis? // *Baltic journal of economics* (2010) Vol. 10, 2, p. 5-26.

\* Karilaid, I., Talpsepp, T. Likviidsusprobleemid ning nende majanduspoliitiline käsitlus viimase finantskriisi ajal Balti ja Skandinaavia regioonis : ex ante empiiriline uurimus // *Eesti majanduspoliitilised väitlused. XVIII. Tallinn : Mattimar, 2010. lk. 38-42.*

Kellik, V. Hukutav muretus jagab hoope // *Globaalne kriis : depressioonist innovatsioonini. Tallinn : Eesti-Ameerika Äriakadeemia, 2010. lk. 189-193.*

Kellik, V., Org, A. Rahandusorgijatest kujundlikult // *Globaalne kriis : depressioonist innovatsioonini. Tallinn : Eesti-Ameerika Äriakadeemia, 2010. lk. 184-188.*

\* Kerem, K., Püss, T. Health care expenditure in the Baltic States in the context of social models // *International journal of arts and sciences* (2010) Vol. 3, 8, p. 591-604.

\* Kerem, K., Randveer, M. The Estonian labour market : recent trends and labour market policies // *International journal of multidisciplinary thought* (2010) Vol. 1, 1, p. 381-394 [CD-ROM].

Kilvits, K. Üleilmset majanduse jähinemist tuleb osata ära kasutada // *Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 257-258.*

Kilvits, K. Koha eest kasumlikus nišis ja väärtusahelas on vaja võidelda // *Inseneeria* (2010) 10, lk. 46-47.

Kirch, A. Process of the implementation of Knowledge Triangle in Estonia // *Inžinerine ekonomika = Engineering economics* (2010) Vol. 21, 3, p. 274-282.

Kirch, A. Tallinn – Bloodied but unbowed, Estonia is again to knock on the eurozone's door // *Europe's World* (2010) Spring, p. 166-167.

Kirch, A. Euroopa-Instituut and social research in Estonia // *Jahrbuch für Europäische Geschichte. Band 11. München : R.Oldenbourg Verlag, 2010. S. 195-197.*

Kirch, A., Mürsepp, P. Introductory note // *Proceedings of the Institute for European Studies : journal of Tallinn University of Technology* (2010) 8, p. [2].

Kirsipuu, M. Eesti maapiirkonna pereettevõtete strateegia // *Eesti majanduspoliitilised väitlused. XVIII. Tallinn : Mattimar, 2010. lk. 43-50.*

Kirsipuu, M. Research of family business history of literature // Eesti Majandusteaduse Seltsi aastakonverentsi ettekanded [Elektroniline teavik] : Viljandi, 29.–30.01.2010. [Tartu] : Eesti Majandusteaduse Selts, 2010. [CD-ROM].

Kitt, R. Füüsika püüab hõlmata juhusliku turu käitumist : [intervjuu] // Teadusmõtte Küberneetika Instituudis. [Tallinn : TTÜ Küberneetika Instituut], 2010. lk. 156-158.

Kleesmaa, J. CO2 kaubanduse mõju elektritootjatele erinevate energiaallikate kasutamisel Eesti tingimustes // Eesti majanduspoliitilised väitlused. XVIII. Tallinn : Mattimar, 2010. lk. 51-54.

Kokkora, R. Aspects of social welfare in the Baltic region countries : comparative analysis // Journal of international scientific publications : economy & business (2010) Vol. 4, 3, p. 33-45.

\* Коляева, И. Государственное управление финансовым сектором Эстонии : возможности стабилизации деловой активности в условиях глобального экономического кризиса // 4.я Всероссийская научно-практическая конференция 10.12.2009 "Система государственного и муниципального управления: проблемы и перспективы развития". Москва : Издательство ФГОУ ВПО "Финансовая академия при Правительстве Российской Федерации", 2010.

\* Коляева, И. Банковский сектор Эстонии в условиях глобального экономического кризиса 2007–2009 гг. // Роль финансово-кредитной системы в реализации приоритетных задач развития экономики : материалы 3(14)-й международной научной конференции : 18–19 февр. 2010 г. Т. 2. Санкт-Петербург : Издательство Санкт-Петербургского университета экономики и финансов, 2010. с. 26-30.

Коляева, И., Лаане, Г. Налогообложение специальных льгот : опыт Эстонии // Управление развитием : сборник научных работ (2010) 4(80), с. 94-96.

Коляева, И., Шевченко, О. Первичный рынок жилой недвижимости в Таллинне : циклический характер факторных закономерностей // Globaalne kriis : depressioonist innovatsioonini. Tallinn : Eesti-Ameerika Äriakadeemia, 2010. lk. 223-236.

Koppel, T. Elektromagnetväljad töökohtadel – Euroopa Liidu regulatsiooni tagamaadest // Eesti Töötervishoid (2010) 2, lk. 30-33.

Kristjuhan, K. Lean production, its related production management approaches and other contemporaries // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 370-374.

Kristjuhan, Ü. Decreasing the aging velocity in industry workers // Annals of New York Academy of Sciences (2010) Vol. 1197, p. 49-53.

\* Kristjuhan, Ü. Preventing the onset of disease [Electronic resource] // Centenarian lesson : a life beyond time (CD) : 7th European Congress of Biogerontology. Palermo, 2010. [CD-ROM].

Kristjuhan, Ü. Practice of postponing human aging // Rejuvenation research (2010) Vol. 13, 2/3, p. 356-358.

\* Kristjuhan, Ü. Research and practical implementation strategies in postponing aging // Colongy : The 1st International Congress on Controversies in Longevity, Health and Aging. Barcelona, 2010. p. 29.

\* Kristjuhan, Ü., Kalas, L. Older and experienced hospital staff // 4th Symposium on Work Ability : Age Management during the Life Course : Tampere, 6–9 June 2010. Tampere : Tampere University Press, 2010. p. 100.

\* Kristjuhan, Ü., Taidre, E. Longevity in intellectual work // Centenarian lesson : a life beyond time (CD) : 7th European Congress of Biogerontology. Palermo, 2010. [CD-ROM].

Kristjuhan, Ü., Taidre, E. Postponed aging in university teachers // Rejuvenation research (2010) Vol. 13, 2/3, p. 353-355.

\* Kristjuhan, Ü., Taidre, E. Real problems of extending working life // 4th Symposium on Work Ability : Age Management during the Life Course : Tampere, 6–9 June 2010. Tampere : Tampere University Press, 2010. p. 52.

Kron, E., Prause, G. ICT competence and regional development – a regional study // Baltic Business and Socio-Economic Development 2007 : 3rd International Conference Tallinn, Estonia, June 17–19, 2007. Berlin : Berliner Wissenschafts-Verlag, 2010. p. 596-614. (Regional business and socio-economic development ; Bd. 1).

Laane, M.-A. Strategies of hedging in science writing // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elekriajam, 2010. p. 3-7.

Laane, M.-A. Rhetorical conventions and stylistic practices in science writing // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 106-110.

Lend, E. Eesti sadamate kauba- ja reisijateveo Läänemere logistikasüsteemi kontekstis // Eesti Mereakadeemia Toimetised : 20. mail 2010 toimunud konverentsi "Tallinna linna, sadamate ja sadamaalade harmoonilisest arengust" eriväljaanne (2010) 10, lk. 8-17.

Lend, E., Eidast, A., Segercrantz, W., Uustalu, A.-M., Uriko, M. Eesti transiit ja logistika – nüüdisolukord ja tulevik // Eesti Mereakadeemia Toimetised (2010) 11, lk. 7-23.

Ленсмент, А., Ахмет, И. Особенности идентичности русских в Эстонии // Международная научная конференция "Национальная философия в контексте современных глобальных процессов" : Республика Беларусь, г. Минск, 16–17 декабря 2010. Минск : Академия наук Республики Беларусь, 2010.

Lensment, A., Ahmet, I., Rodins, M. The comparative analysis of fundamental assumptions of Russians in Estonia and in Russia // Proceedings of the Institute for European Studies : journal of Tallinn University of Technology (2010) 7, p. 152-167.

\* Leppiman, A. Eetised kysymykset tutkimusprosessissa : eettisyys monikulttuurisen perheleirityön tutkimuksessa // Etiikka sosiaalityön tutkimuksessa : SOSNET Sosiaalityön jatko-opiskelijoiden metodologinen kesäkoulu, Lapin yliopisto, 19.–21.5.2010. Rovaniemi : Lapin Yliopisto, 2010.

\* Leppiman, A. Elämyksellinen perheleirityö monikulttuurisessa ympäristössä // Oikeudenmukainen ja kunnioittava sosiaalityö tiukan talouden oloissa : XII Valtakunnalliset sosiaalityön tutkimuksen päivät, Jyväskylän yliopisto, 18.–19.2.2010. Jyväskylä : Jyväskylän yliopisto, 2010.

Lewis, J., Staehr, K. The Maastricht inflation criterion : what is the effect of European Union enlargement? // JCMS = Journal of common market studies (2010) Vol. 48, 3, p. 687-708.

Licht, O. Uudne koolitus tootmisjuhtidele // Inseneeria (2010) 2, lk. 36-37.

Linask, K. The masculinity of colloquial Estonian // Historiae Scientiarum Baltica 2010 : Tallinn, October 8–9, 2010 : abstracts of the XXIV International Baltic Conference on the History of Science. Tallinn : Tallinn University of Technology, 2010. p. 116-117.

Loone, E. Functions of history of science for philosophy of science // Historiae Scientiarum Baltica 2010 : Tallinn, October 8–9, 2010 : abstracts of the XXIV International Baltic Conference on the History of Science. Tallinn : Tallinn University of Technology, 2010. p. 9-10.

\* Lutsoja, K. Economic growth, government intervention in the economy and foreign investment : a case of transitional economy // The European mind : narrative and identity. 1. Malta : Malta University Press, 2010. p. 375-381.

\* Lutsoja, K., Lutsoja, M. Use of IFRS as a basis for accounting rules in Estonia and its impact on the harmonisation of accounting // The European mind : narrative and identity. 1. Malta : Malta University Press, 2010. p. 382-390.

Lõokene, I. Uno Mereste : 27.05.1928–06.12.2009 : [in memoriam] // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 338-340.

Lõokene, I. Meenutagem Hans Kaju (07.02.1939–04.04.2000) tema 80. sünniaastapäeval // Raamatupidamiselt majandusarvestusele. III. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2010. lk. 9-12.

Lõokene, I. Akadeemik professor Uno Mereste = Akadeemiker Prof. Uno Mereste (27.05.1928–06.12.2009) : in memoriam // Eesti majanduspoliitilised väitlused. XVIII. Tallinn : Mattimar, 2010. lk. 153-164

\* Martinez, C., Piedad, C., Lumiste, R. Foreign entry modes of Colombian small and medium enterprises // The international journal of business and economics perspectives (2010) Vol. 5, 1, p. 16-24.

Maspanov, I. Siseauditist audiitoritegevuse seaduse valguses // Raamatupidamiselt majandusarvestusele. III. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2010. lk. 52-54.

\* Melece, L., Praulinš, A. Regional aspects of farm's subsidies in Latvia // Economics and Management – ICEM 2010 : Rīga, Riga Technical University, April 22–23, 2010. Riga : RTU Publishing House, 2010. p. 137-138.

Meriküll, J., Staehr, K. Unreported employment and envelope wages in mid-transition : comparing developments and causes in the Baltic countries // Comparative economic studies (2010) Vol. 52, 4, p. 637-670.

Metsla, E. Ja kalad saavad ka kinga : juhtimisülesanne // Director (2010) 1, lk. 56-58.

Michelson, A., Paadam, K. Residential cultural heritage : constructing symbolic capital in the urban space // Heritage 2010 : Heritage and Sustainable Development : proceedings of the 2nd International Conference on Heritage and Sustainable Development : Évora, Portugal, 22–26 June. Vol. 2. Barcelos : Green Lines Institute for Sustainable Development, 2010. p. 1041-1050.

\* Michelson, A., Paadam, K. Sustainable adaptation of a World heritage site to the international tourism market : the perspectives from economic anthropology // Sustainable Tourism : Issues, Debates & Challenges : Crete & Santorini, Greece, 22–25 April 2010. [S.l.], 2010. p. 814-819 [CD-ROM].

Michelson, A., Paadam, K. The construction of commodity-signs upon Medieval heritage architecture : spatial approach // 2010 International Conference on Information and Finance (ICIF 2010). Chengdu : IEEE, 2010. p. 91-94.

Miina, A. Autotööstuse õppetund : miks Toyotad tagasi kutsuti // Inseneeria (2010) 4, lk. 28-29.

Miller, L. Knowledge enhances interactions // In sights (2010) Vol. 41, 1, p. 5-8.

Miller, L. The cold autumn wind : [a poem] // Synergy magazine (2010) Vol. 7, 5, p. 32.

Miller, L. A deliberative approach to a more stable global arena // Proceedings of the Institute for European Studies : journal of Tallinn University of Technology (2010) 8, p. 61-81.

\* Miller, L. Our shared religious heritage // Journal of South Asian and Middle Eastern Studies (2010) Vol. 33, No. 2 (Winter), 1-12.

Mürsepp, P. Oluline lüingatäide Eesti kultuuriloos // Tallinna Tehnikaülikooli aasta- raamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 278-281.

Mürsepp, P. New non-classical // 4th International Conference of the European Society for the History of Science : Barcelona, 18–20 November 2010 : book of abstracts. Barcelona : Institut d'Estudis Catalans, 2010. p. 180.

Mürsepp, P. Knowledge in science and non-science // Historiae Scientiarum Baltica 2010 : Tallinn, October 8–9, 2010 : abstracts of the XXIV International Baltic

Conference on the History of Science. Tallinn : Tallinn University of Technology, 2010. p. 18-19.

Mürsepp, P. Introduction // *Historiae Scientiarum Baltica 2010* : Tallinn, October 8–9, 2010 : abstracts of the XXIV International Baltic Conference on the History of Science. Tallinn : Tallinn University of Technology, 2010. p. 5-6.

Mürsepp, P., Kirch, A. Introductory note // *Proceedings of the Institute for European Studies : journal of Tallinn University of Technology* (2010) 7, p. 2.

Mürsepp, P., Krikstopaitis, J.A. Kad gyva butu istorine ir tautine savimone : XXIV tarptautine mokslo istorijos konferencija Taline : interviu // *Mokslo Lietuva* (2010) 18 (spalio 21 d.), p. 1-4.

Nekrassova, N., Solarte-Vasques, M.C. Cultural competence : a fundamental component of a successful higher education internationalization strategy // *Proceedings of the Institute for European Studies : journal of Tallinn University of Technology* (2010) 8, p. 179-197.

Nekrassova, N., Matveeva, E. Building cross-cultural competence at institutions of higher education // *Journal of international research publication : language, individual & society* (2010) Vol. 5, p. 4-12.

Nikitina-Kalamäe, M. Majandusarvestusalase kõrghariduse omandamise võimalused Eestis // Raamatupidamiselt majandusarvestusele. III. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2010. lk. 55-63.

Nutt, M. The re-establishment of parliamentarianism in Estonia, and the evolving of the Riigikogu's competence in the realm of foreign relations // *Proceedings of the Institute for European Studies : journal of Tallinn University of Technology* (2010) 7, p. 120-151.

Nutt, M. Eesti ja Venemaa vaheline riigipiir : tekkimine, muutumine, taastamine // *Tuna* (2010) 4, lk. 72-92.

Org, A. Eesti tõise potentsiaali probleeme // *Globaalne kriis : depressioonist innovatsioonini*. Tallinn : Eesti-Ameerika Äriakadeemia, 2010. lk. 202-207.

Paadam, K., Gromark, S. Converted residences – re-inventing urban identities : a sociological-architectural enquiry // *Space is Luxury : book of abstracts : 24th AESOP Annual Conference 2010* : YTK, Aalto University, Finland, July 7–10 2010. Helsinki : Aalto University, 2010. p. 290-291.

Paas, Õ., Tint, P. Health and safety management at Estonian enterprises // *International Occupational Hygiene Association : 8th International Scientific Conference : 28 September – 2 October 2010, Roma, Italy : Health, Work and Social Responsibility : the occupational hygienist and the integration of environment, health and safety : book of abstracts*. Roma, 2010. p. 198.

\* Parks, H.E. A blessing for the Saami // *Baiki : the international Saami journal* (2010) Issue 32, Winter, p. 19-21.

\* Parts, O., Vida, I. The effects of consumer cosmopolitanism on foreign purchase behavior // AIB-SE 2010 conference proceedings : 27–29 October, USA, Florida St Pete beach : memory stick. [Florida], 2010. [17] p.

\* Pedas, K., Ling, H., Venesaar, U. The entrepreneurial behaviour and intentions of students : a case of Estonia // The 16th Nordic Conference on Small Business Research : May 19–21, 2010, Kolding, Denmark. [S.l.], 2010.

Pedas, K., Ling, H., Venesaar, U. Entrepreneurial profile of students' and motivations for their career choices // The ESU 7th Conference 2010 on Entrepreneurship : University of Tartu, 22–28 August 2010, Tartu, Estonia : conference abstracts. Tartu : University of Tartu, 2010. p. 18.

\* Праулиньш, А. Использование трудовых ресурсов в растениеводческих хозяйствах Латвии // V international scientific conference „Regional Development. Role of Human Capital in Development of the Countries and Regions of Central and Eastern Europe” : Toruń, Poland, 20–21.05.2010. [S.l.] : Nicolaus Copernicus University, 2010.

\* Prause, G. Logistics networks in transition economies // Logistics and Supply Chain Management : German – Russian Perspectives. St. Petersburg : St.Petersburg State Polytechnic University Publishing House, 2010. p. 463-472.

\* Prause, G. Technology, Innovation and Entrepreneurship // International Entrepreneurship Forum, 18–19 August 2010, Bogota, Colombia. Bogota, 2010.

\* Prause, G. Regionale Netzwerke als Erfolgsfaktoren im Strukturwandel der maritimen Industrie – Europäische Erfahrungen // 4. Zukunftskonferenz der Maritimen Wirtschaft Mecklenburg-Vorpommerns : Rostock, Germany, 1.–2.12.2010. Rostock, 2010.

Prause, G. Regional networks as success factor in structural change of maritime industry – the European experience // Regional Networking as Success Factor in the Transformation Processes of Maritime Industry Experiences and Perspectives from Baltic Sea Countries. Wismar : Wismar University, 2010. p. 33-65. (Wismarer Diskussionspapiere ; Heft 07).

Prause, G. SME in service cluster – a regional study // Baltic Business and Socio-Economic Development 2007 : 3rd International Conference Tallinn, Estonia, June 17–19, 2007. Berlin : Berliner Wissenschafts-Verlag, 2010. p. 380-390. (Regional business and socio-economic development ; Bd. 1).

Prause, G. Logistics-related entrepreneurship and regional development – an empiric study // Baltic Business and Socio-Economic Development 2007 : 3rd International Conference Tallinn, Estonia, June 17–19, 2007. Berlin : Berliner Wissenschafts-Verlag, 2010. p. 361-379. (Regional business and socio-economic development 2007 ; Bd. 1).

Pöder, K. Tuletorid Eestis : "avalike kaupade" pakkumise mehhanism // Eesti majanduspoliitilised vältlused. XVIII. Tallinn : Mattimar, 2010. lk. 103-108.

Pöder, K. Credible commitment and cartel : the case of the Hansa merchant in the guild of late medieval Tallinn // *Baltic journal of economics* (2010) Vol. 10, 1, p. 43-60.

Põlajeva, T. Credibility of the economic policy : empirical results from the Baltic Sea region countries // *Economics and management = Ekonomika ir vadyba* (2010) Vol. 15, p. 192-199.

Põlajeva, T. Bureaucracy, and law making mechanism : their influence on the quality of business environment // *Baltic Business and Socio-Economic Development 2007 : 3rd International Conference Tallinn, Estonia, June 17–19, 2007*. Berlin : Berliner Wissenschafts-Verlag, 2010. p. 809-830. (Regional business and socio-economic development ; Bd. 1).

\* Põlajeva, T. Government agencies' behavior and their impact on business environment in different countries // *Наука – образованию, производству, экономике : 8th International scientific conference*. Volume 1. Минск : Белорусский национальный технический университет, 2010. p. 330-340.

Põlajeva, T. The impact of corruption on economic freedom // *Business and management 2010 : selected papers of the 6th International Scientific Conference : May 13–14, 2010*. Vol. 2. Vilnius : Technika, 2010. p. 703-710.

Põlajeva, T., Toompuu, K. The use of full-cost accounting principles as a decision support tool for determining the cost and benefits in the Estonian public universities // *6th International Scientific Conference : Business and Management 2010 : May 13–14, 2010, Vilnius, Lithuania : selected papers*. Volume 1. Vilnius : Technika, 2010. p. 140-146.

Pädam, S., Ehrlich, Ü., Tenno, K. The impact of EU cohesion policy on environmental sector sustainability in the Baltic states // *Baltic journal of economics* (2010) Vol. 10, 1, p. 23-41.

Püss, T., Viies, M., Maldre, R. EU-12 countries in the context of European social model types // *International business and economics research journal* (2010) Vol. 9, 12, p. 37-48.

Ramiro Troitino, D. Euroopa Liidu välissuhted ja ühine välis- ja julgeolekupoliitika // *Poliitika, riigiteadus, rahvusvahelised suhted* (2010) 2, lk. 3-24.

Ramiro Troitino, D. Helmuth Kohl and the European Union // *Proceedings of the Institute for European Studies : journal of Tallinn University of Technology* (2010) 7, p. 100-119.

Reinhold, K., Tint, P. Chemicals in the air of the work environment and health risks // *Medical and health science journal : MHSJ* (2010) Vol. 2, p. 1-9.

\* Родин, М. Политические и этнокультурные идентичности и интеграционный процесс в Латвии // *Материальные памятники культуры в странах Балтии 1710–2010 : сборник материалов конференции : Рига 15-ого ноября 2009 года*. Рига ; Таллинн ; Вильнюс : Институт Европейских исследований, 2010. p. 97-103.



\* Roostalu, L., Kadak, T. Management accounting in the municipality of Tallinn during the last 75 years // 2nd Balcans and Middle East Countries Conference on Auditing and Accounting History : congress proceedings. Istanbul : Association of Accounting and Finance Academicians, 2010. [27] p.

Roostalu, L., Pihelgas, S., Kitzmann, H. Challenges of controlling in supporting business ethics // Eesti Majandusteaduse Seltsi aastakonverentsi ettekanded [Elektroniline teavik] : Viljandi, 29.–30.01.2010. [Tartu] : Eesti Majandusteaduse Selts, 2010. [CD-ROM].

Rungi, M. Foundation of interdependency management in project portfolio management : a strategic view // Proceedings of the 5th IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology (ICMIT2010), Singapore, June 2–5, 2010. Singapore : IEEE, 2010. p. 117-122.

Rungi, M. Interdependency management in project portfolio management : how to implement required procedures // PICMET '10 : Portland International Center for Management of Engineering and Technology : proceedings : Technology Management for Global Economic Growth : Phuket, Thailand, July 18–22, 2010. Portland, 2010. p. 1551-1562.

Saarnit, K. Toimingupõhise kuluarvutluse kasutamisest Eestis // Raamatupidamiselt majandusarvestusele. III. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2010. lk. 68-70.

Sauga, A., Mankin, R., Ainsaar, A. Noisy fractional oscillator : temporal behavior of the autocorrelation function // WSEAS Transactions on Systems (2010) Vol. 9, 10, p. 1019-1028.

Sauga, A., Mankin, R., Ainsaar, A. Autocorrelation function for a noisy fractional oscillator // Latest trends on systems. Volume 2. [S.l.] : WSEAS, 2010. p. 585-589. (Mathematics and Computers in Science Engineering).

Servinski, M., Reidolf, M. Inimvara Tartu maakonnas = Human assets in Tartu County // Eesti piirkondlik areng 2010 = Regional development in Estonia 2010. Tallinn : Eesti Statistikaamet, 2010. p. 70-98.

Siimann, P. Kvalitatiivsete uurimismetodite kasutamisest finantsaruannete analüüsimisel // Raamatupidamiselt majandusarvestusele. III. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2010. lk. 71-77.

Siirak, V. Some experiences of e-learning in the moodle e-learning environment // Information and communication technologies, society and human beings : theory and framework. Hershey : Information Science Reference, 2010. p. 307-312.

Siirak, V. Some experiences of e-learning in the moodle e-learning environment // Information & communication technologies, society, and human beings. [S.l.] : Linnaeus University, 2010. p. 291-296.

Staehr, K. The global financial crisis and public finances in the new EU countries in Central and Eastern Europe : developments and challenges // Public finance and management (2010) Vol. 10, 4, p. 671-712.

Staer, K. Income convergence and inflation in Central and Eastern Europe : does the sun always rise in the East // *Eastern European economics* (2010) Vol. 48, 5, p. 38-62.

Stradins, J., Talts, M. 24. Baltijas zinatnu vestures konference Tallina // *Latvijas Vestures Instituta Zurnals* (2010) 4, p. 155-162.

Strouhal, I., Kallaste, K. Accounting professional education schemes : case of Czech Republic and Estonia // *WSEAS transactions on communications* (2010) Vol. 9, 8, p. 485-494.

Strouhal, J., Kallaste, K. Professional qualification of accountants in Czech Republic and Estonia : are their certification schemes really different? // *Selected Topics in Economy and Management Transformation. Volume II, 5th WSEAS International Conference on Economy and Management Transformation (EMT'10) : West University of Timisoara, October 24–26, 2010. [S.l.] : WSEAS, 2010. p. 434-439.*

\* Sundgaard, E., Thomsen, J., Alver, J., Alver, L. Accounting profession in Estonia : still in transition? // *British Accounting Association Annual Conference : delegate pack. Cardiff, 2010. p. 181.*

Taal, H. Problems of ergonomics in the light of directive 90/279/EEC // *International Occupational Hygiene Association : 8th International Scientific Conference : 28 September – 2 October 2010, Roma, Italy : Health, Work and Social Responsibility : the occupational hygienist and the integration of environment, health and safety : book of abstracts. Roma, 2010. p. 182.*

\* Taidre, E., Kristjuhan, Ü. History of postponing human ageing and prolonging life // *Colongy : The 1st International Congress on Controversies in Longevity, Health and Aging. Barcelona, 2010. p. 33.*

Talpas, L. Rahvusvahelise finantsaruandluse standardi IAS 1 muutmise projekt // *Raamatupidamiselt majandusarvestusele. III. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2010. lk. 78-85.*

Talpsepp, T. Does gender and age affect investor performance and the disposition effect? // *Research in economics and business : Central and Eastern Europe* (2010) Vol. 2, 1, p. 76-93.

Talpsepp, T., Rieger, M.O. Explaining asymmetric volatility around the world // *Journal of empirical finance* (2010) Vol. 17, 5, p. 938-956.

Talts, M. The role of non-fiction literature in shaping Estonians' world outlook // *Historiae Scientiarum Baltica 2010 : Tallinn, October 8–9, 2010 : abstracts of the XXIV International Baltic Conference on the History of Science. Tallinn : Tallinn University of Technology, 2010. p. 128-130.*

Talts, M. Oluline teatmeteos, mis võinuks olla veelgi parem // *Raamatukogu* (2010) 2, lk. 29-30.

Talts, M. Vend Vahindra ja tema õpilase Friedrich V. Lustigi ühisest teekonnast // *Eesti Akadeemilise Orientaalseltsi aastaraamat 2009/2010. [S. l.] : Eesti Akadeemilise Orientaalselts, 2010. lk. 43-58.*

Talts, M. Bibliofiiliast raamatu uurimise kontekstis // Raamatukogu (2010) 1, lk. 32-33.

Tamjärv, A. Infosõjast Vene-Gruusia sõja näitel // Maailma Vaade (2010) 12, lk. 12-13.

Tanning, L. Globaalne eetika ja poliitika // Poliitika, riigiteadus, rahvusvahelised suhted (2010) 2, lk. 33-74.

Tanning, L., Tanning, T. Majanduskriis Balti riikides ja Venemaal : põhjused ning tagajärjed // Globaalne kriis : depressioonist innovatsioonini. Tallinn : Eesti-Ameerika Äriakadeemia, 2010. lk. 76-87.

Tanning, L., Tanning, T. Olukord Eesti tööturul // Raamatupidamisudised (2010) 1, lk. 56-59.

\* Thurlow, J. Iranian cinema // Journal of South Asian and Middle Eastern studies (2010) Vol. 33, No. 2 (Winter), p. 13-17.

\* Tikk, J. Historical review and underlying trends in the Estonian accounting developments // 2nd Balkans and Middle East Countries Conference on Auditing and Accounting History : congress proceedings. Istanbul : Association of Accounting and Finance Academicians, 2010. [9] p.

\* Tikk, J. Historical review and underlying trends in the Estonian accounting developments // 2nd Balkans and Middle East Countries Conference on Auditing and Accounting History : September 15–18, 2010, Istanbul, Turkey : program and abstracts. [Istanbul], 2010. p. 82-83.

Tikk, J. Nimiväärtusega ja nimiväärtuseta aktsiad eurole üleminekul // Euro kasutuselevõtmine Eestis : asjassepuutuvaid õigusakte ja praktilisi nõuandeid €-päevaks. Tallinn : Teataja Kirjastus, 2010. lk. 18-21. (Eesti Majanduse Teataja ; 2010/[12] kaasanne).

Tikk, J. The internationalization of the Estonian accounting system // Annals of the University of Petroșani : Economics (2010) Vol. 10, 2, p. 341-352.

Tikk, J. Accounting changes in the public sector in Estonia // Business : theory and practice (2010) Vol. 11, 1, p. 77-85.

Tinits, M. Suhtenäitajate vahelised statistilised seosed tõusva ja langeva majanduse tingimustes // Raamatupidamiselt majandusarvestusele. III. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2010. lk. 91-96.

Tint, P. Doktorandid kohtusid esimest korda // Eesti Töötervishoid (2010) 2, lk. 8.

Tint, P., Paas, Õ., Järvis, M., Tuulik, V. Safety management at medium- and small-scale enterprises in Estonia // Journal of international scientific publication : ecology & safety (2010) Vol. 4, 1, p. 301-311.

Tint, P., Paas, Õ., Reinhold, K. Cost-effectiveness of safety measures in enterprises // Inžinerine ekonomika = Engineering economics (2010) Vol. 21, 5, p. 485-492.

Tint, P., Reinhold, K. Protection against noise among workers in manufacturing // International Occupational Hygiene Association : 8th International Scientific Conference : 28 September – 2 October 2010, Roma, Italy : Health, Work and Social Responsibility : the occupational hygienist and the integration of environment, health and safety : book of abstracts. Roma, 2010. p. 212-213.

Tint, P., Tkatšova, L., Reinhold, K., Tuulik, V. Safe workplace design : psychological risk factors // Book of Proceedings : 9th Conference of the European Academy of Occupational Health Psychology. Nottingham : Nottingham University Press, 2010. p. 441-442.

\* Tkatšova, L., Tint, P. The ergodesign of workplaces // ESREL 2010 : book of abstracts : European Safety & Reliability Conference, 5–9 September 2010, Rhodes, Greece. 1. [S.l.], 2010. p. 250.

\* Tkatšova, L., Tint, P. The ergodesign of Estonian workplaces // Reliability, Risk and Safety – Back to the Future : proceedings of the European Safety and Reliability Conference 2010 (ESREL 2010) : Rhodes, Greece, 5–9 September 2010. London : Taylor & Francis Ltd, 2010. p. 1979-1984.

Улыбина, Е.В., Ленсмент, А., Ахмет, И. Объективные и субъективные факторы отношения этнического меньшинства к этническому большинству // Журнал Высшей школы экономики (2010) 6, 4, с. 94-102.

Wahl, M.F. History and development of ownership research // Baltic Business and Socio-Economic Development 2007 : 3rd International Conference Tallinn, Estonia, June 17–19, 2007. Berlin : Berliner Wissenschafts-Verlag, 2010. p. 1081-1094. (Regional business and socio-economic development ; Bd. 1).

\* Wahl, M. Governance and ownership : methodological aspects of qualitative ownership research // 7th Workshop on Corporate Governance : Brussels, June 21–22 : [CD-ROM]. Brussels : The European Institute for Advanced Studies in Management, 2010.

Varrak, T. Lähis-Ida konflikti transformatsioonist // Poliitika, riigiteadus, rahvusvahelised suhted (2010) 2, lk. 75-79.

Venesaar, U. Entrepreneurial activity in Estonia and implications for SME policy // Baltic Business and Socio-Economic Development 2007 : 3rd International Conference Tallinn, Estonia, June 17–19, 2007. Berlin : Berliner Wissenschafts-Verlag, 2010. p. 432-444. (Regional business and socio-economic development ; Bd. 1).

Viies, M. Lõpetuseks : vaesuse leevendamise teed = Summary : developments in poverty alleviation // Vaesus Eestis = Poverty in Estonia. Tallinn : Statistikaamet, 2010. p. 192-200.

\* Virovere, A., Titov, E., Meel, M. Change of management values in Estonian business life in 2007–2009 // www.eben-ac2010.it Corporate Social : 23rd EBEN Annual Conference : Which Values for which Organisations, Trento, 9–11 September 2010. [S.l.], 2010.

Voolaid, K., Ehrlich, Ü. Universities' organizational learning rate dependence on the level of participation in the higher education market : the case study of Estonia [Electronic resource] // Proceedings of the 7th International Conference on Intellectual Capital, Knowledge Management & Organisational Learning : ICICKM 2010 : Hong Kong, China, 11–12 November 2010. Hong Kong : The Hong Kong Polytechnic University Academic Publishing Limited, 2010. p. 480-488 [CD-ROM].

Voolaid, K., Venesaar, U. Evaluating of business school as learning organisation: the case of the Tallinn School of Economics and Business Administration // The ESU 7th Conference 2010 on Entrepreneurship : University of Tartu, 22–28 August 2010, Tartu, Estonia : conference abstracts. Tartu : University of Tartu, 2010. p. 18-19.

Übi, E. Vähimruutude meetod matemaatilises planeerimises ja mänguteoorias // Aastaraamat 2009 / Eesti Matemaatika Selts. Tallinn : TTÜ, 2010. lk. 57-75.

Übi, E. Mathematical programming via the least-squares method // Central European journal of mathematics (2010) Vol. 8, 4, p. 795-806.

## MATEMAATIKA–LOODUSTEADUSKOND

### *Raamatud*

Aas, T., Harvig, V. (koost.). Tallinna Tähetorni kalender 2010. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, [2010]. 70, [1] lk.

Aid-Pavlidis, T. Structure and regulation of BDNF gene. Tallinn : TUT Press, 2010. 184 p. (Theses of Tallinn University of Technology. B, Thesis on natural and exact sciences ; 94).

Bragina, O. The role of sonic hedgehog pathway in neuro- and tumorigenesis. Tallinn : TUT Press, 2010. 109 p. (Theses of Tallinn University of Technology. B, Thesis on natural and exact sciences ; 95).

Гаврилов, А. Курс общей физики. II том, Электростатика. Постоянный электрический ток. Электромагнетизм. Таллинн, 2010. 327 с.

Helmja, K. Determination of phenolic compounds and their antioxidative capability in plant extracts. Tallinn : TUT Press, 2010. 128 p. (Theses of Tallinn University of Technology. B, Thesis on natural and exact sciences ; 88).

Kanger, T. Orgaanilise keemia nomenklatuuri põhimõtted. Tallinn : TTÜ, 2010. 36 lk.

Kasemets, K., Kõiv, H., Jõgi, T. (koost.). Vastustega matemaatika ülesannete kogu riigieksamiks valmistujale. 3. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2010. 172 lk.

Koel, M., Kaljurand, M. Green analytical chemistry. Cambridge : RSC Publishing, c2010. 319 p.

Krupenski, I. Numerical simulation of two-phase turbulent flows in ash circulating fluidized bed. Tallinn : TUT Press, 2010. 76 p. (Theses of Tallinn University of Technology. E, Thesis on mechanical and instrumental engineering, ; 50).

Lange, S. Spectroscopic and phase-stabilisation properties of pure and rare-earth ions activated ZrO<sub>2</sub> and HfO<sub>2</sub>. [Tartu] : Tartu University Press, c2010. 116, [1] p. (Dissertationes physicae Universitatis Tartuensis ; 67).

Lepane, V. (ed.). Chemistry and ecology. Vol. 26, Suppl. 2, Proceedings of the 12th Nordic–Baltic International Humic Substances Society (IHSS) Chapter Symposium : Tallinn, Estonia, June 14–17, 2009. [S.l.] : Taylor & Francis, 2010. 186 p.

Lippur, K. Asymmetric synthesis of 2,2'-bimorpholine and its 5,5'-substituted derivatives. Tallinn : TUT Press, 2010. 118 p. (Theses of Tallinn University of Technology. B, Thesis on natural and exact sciences ; 91).

Loide, R.-K. Füüsika näidisülesandeid gümnaasiumile : elekter ja magnetism. I osa. Tallinn : Koolibri, 2010. 191, [1] lk.

Loide, R.-K. Füüsika näidisülesandeid gümnaasiumile : elekter ja magnetism. II osa. Tallinn : Koolibri, c2010. 127, [1] lk.

Maloverjan, A. Vertebrate homologues of Drosophila fused kinase and their roles in Sonic Hedgehog signalling pathway. Tallinn : TUT Press, 2010. 131 p. (Theses of Tallinn University of Technology. B, Thesis on natural and exact sciences ; 99).

Mankin, R., Reiter, E. Statistiline termodünaamika. 3. [Tallinn] : TTÜ, 2010. 195 lk.

Muks, E. (comp.). Department of Chemistry. Tallinn : TUT Press, 2010. 62, [2] p.

Ojangu, E.-L., Eek, L. (koost.). Geneetiliselt muundatud organismid – mis need on?. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2010. 46 lk.

Pruunsild, P. Neuronal activity-dependent transcription factors and regulation of human BDNF gene. Tallinn : TUT Press, 2010. 217 p. (Theses of Tallinn University of Technology. B, Thesis on natural and exact sciences ; 100).

Puusemp, P. (toim.). Aastaraamat 2009 / Eesti Matemaatika Selts. Tallinn : TTÜ, 2010. 336 lk.

Sõmera, M. Sobemoviruses : genomic organization, potential for recombination and necessity of P1 in systemic infection. Tallinn : TUT Press, 2010. 122 p. (Theses of Tallinn University of Technology. B, Thesis on natural and exact sciences ; 89).

Uudelepp, H., Lõhmus, A. Põhikooli lõpetajale matemaatika lõpueksamist 2010. [Tallinn] : Argo, 2010. 112 lk.

Uudelepp, H., Lõhmus, A. Eksaminandile matemaatika riigieksamist. Tallinn : Argo, 2010. 100 lk.

**Artiklid**

Aas, T., Harvig, V. Kanderaketi "Atlas" ja rakettmootori RD-180 sümbioos // Tallinna Tähetorni kalender 2010. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, [2010]. lk. 67-70.

Aas, T., Harvig, V. Tagasivaade Rahvusvahelisele Astronoomia Aastale 2009 // Tallinna Tähetorni kalender 2010. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, [2010]. lk. 27-28.

Aas, T., Harvig, V. Tallinna Tähetorn Tallinna Tehnikaülikooli koosseisus. I, "Üleminek" // Tallinna Tähetorni kalender 2010. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, [2010]. lk. 39-40.

Aas, T., Harvig, V., Spitšakova, M. NSVL'i optikatööstuse embleemidest // Tallinna Tähetorni kalender 2010. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, [2010]. lk. 43-52.

Aav, R., Denmark, S.E. Uute iminofosforaanide sünteesi ja nende omaduste uurimine // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. p. 11.

Aav, R., Lippur, K., Lopp, M., Werner, F. (1S,2S,6S,9S)-6-Methyl-5-oxobicyclo-[4.4.0]decane-2,9-diyl diacetate // Acta crystallographica section E : Structure reports online (2010) E66, p. o2584.

\* Aav, R., Pehk, T., Tamp, S., Tamm, T., Kudrjašova, M., Parve, O., Lopp, M. Prediction and assignment of coupling constants of diastereomeric cyclopentane derivatives // Program and abstracts : BOS 2010 International Conference on Organic Synthesis : Riga, Latvia, June 27–30, 2010. Riga, 2010. p. 47.

Ausmees, K., Kütt, K., Kanger, T. Kiraalsete asendatud tsüklopentanoonide süntees // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 24.

Banci, L., Bertini, I., Ciofi-Baffoni, S., Kozyreva, T., Zovo, K., Palumaa, P. Affinity gradients drive copper to cellular destinations // Nature (2010) Vol. 465, 3 June, p. 645-648.

\* Belikov, J., Kotta, Ü., Leibak, A. Transformation of the transfer matrix of the nonlinear system into the Jacobson form // Proceedings of the 2010 IAST International Congress on Computer Applications and Computational Science (CACS 2010) : 4–6 December 2010, Singapore. Singapore : IAST, 2010. p. 495-498.

Borissova, M., Mahlapuu, R., Vaher, M. Monitoring the redox cycle of low-molecular peptides using a modified target plate in MALDI-MS // Talanta (2010) Vol. 83, p. 274-280.

Borissova, M., Palk, K., Vaher, M. Rapid analysis of free fatty acid composition in Brassica rapa L. and Brassica napus L. extracts by surface-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry // Procedia chemistry (2010) 2, p. 174-179.

\* Borissova, M., Vaher, M. On-plate concentration and analysis of low-molecular compounds using hydrophobic surfaces in MALDI MS // 25th International Symposium on Microscale BioSeparations MSB 2010 : Prague, Czech Republic : abstract book. [Brno] : Institute of Analytical Chemistry AS CR, v.v.i., 2010. p. 182.

Bragina, O., Njukova, N., Sergejeva, S., Järvekülg, L., Kogerman, P. Sonic Hedgehog pathway activity in prostate cancer // *Oncology letters* (2010) Vol. 1, 2, p. 319-325.

Bragina, O., Sergejeva, S., Serg, M., Žarkovsky, T., Maloverjan, A., Kogerman, P., Žarkovsky, A. Smoothened agonist augments proliferation and survival of neural cells // *Neuroscience letters* (2010) Vol. 482, 2, p. 81-85.

Chung, R.S., Howells, C., Zovo, K., Palumaa, P., Sillard, R. et al. The native copper- and zinc- binding protein metallothionein blocks copper-mediated A $\beta$  aggregation and toxicity in rat cortical neurons // *PLoS ONE* (2010) Vol. 5, 8, p. e12030 [11 p.].

Dobchev, D.A., Mäger, I., Tulp, I., Karelson, G., Tamm, T., Tämm, K., Jänes, J., Langel, Ü., Karelson, M. Prediction of cell-penetrating peptides using artificial neural networks // *Current computer - aided drug design* (2010) Vol. 6, 2, p. 79-89.

\* Fukumoto, Y., Kaplanski, F. Motion of a vortex ring with swirl at low Reynolds numbers // Autumn meeting of Japan Physical Society, Osaka, Japan, September 23. [S.l.], 2010.

Гаврилов, А. Радиопеленгатор // *Радио* (2010) 5, с. 56-58.

Gavrilova, O., Jonas, M., Erb, K., Haberl, H. International trade and Austria's livestock system : direct and hidden carbon emission flows associated with production and consumption of products // *Ecological economics* (2010) Vol. 69, 4, p. 920-929.

Gavrilova, O., Vilu, R., Vallner, L. A life cycle environmental impact assessment of oil shale produced and consumed in Estonia // *Resources, conservation and recycling* (2010) Vol. 55, p. 232-245.

\* Golubovskaya, I., Wang, R., Timofejeva, L., Cande, Z. Meiotic mutants affecting homologous synapsis // 52nd Annual Maize Genetics Conference : Riva del Garda (Trento), Italy, March 18–21, 2010. [Milano], 2010. p. 65.

Gorbatšova, J., Jaanus, M., Kaljurand, M. Programeeritav tilksisend kapillaarelektroforeesis // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 29.

Gretšušnikova, T., Järvan, K., Orav, A., Koel, M. Comparative analysis of the composition of the essential oil from the shoots, leaves and stems the wild *Ledum palustre* L. from Estonia // *Procedia chemistry* (2010) 2, p. 168-173.

Guerrero, K., Monge, C., Brückner, A., Puurand, Ü., Kadaja, L., Käämbre, T., Seppet, E., Saks, V. Study of possible interactions of tubulin, microtubular network, and STOP protein with mitochondria in muscle cells // *Molecular and cellular biochemistry* (2010) Vol. 337, 1/2, p. 239-249.



Haas, M., Hizhnyakov, V., Klopov, M., Shelkan, A. Effects of long-range forces in nonlinear dynamics of crystals : creation of defects and self-localized vibrations // IOP conference series : materials science and engineering (2010) Vol. 15, 1, p. 01245.

Helmja, K., Vaher, M., Püssa, T., Kaljurand, M. Polüfenoolsete ühendite antioksidatiivsuse hindamine kapillaarelektroforeetilisel ja vedelik-kromatograafilisel // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 31.

Janno, J. Paraboolsete integrodiferentsiaalvõrrandite positiivsusprintsiipt // Aastaraamat 2009 / Eesti Matemaatika Selts. Tallinn : TTÜ, 2010. lk. 35-43.

Janno, J., Lorenzi, A. Recovering memory kernels in parabolic transmission problems in infinite time intervals : the non-accessible case // Journal of inverse and ill-posed problems (2010) Vol. 18, 4, p. 433-465.

\* Jõgi, A., Jäälaid, R., Paju, A., Pehk, T., Lopp, M. The synthesis of 4'-substituted nucleoside analogues and their biological activity // Program and abstracts : BOS 2010 International Conference on Organic Synthesis : Riga, Latvia, June 27–30, 2010. Riga, 2010. p. P059.

Jõgi, A., Jäälaid, R., Paju, A., Pehk, T., Lopp, M. 4'-asendatud nukleosiidi analoogide süntees ja nende bioloogiline aktiivsus // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 36.

Jõks, S., Kritehevskaya, M., Preis, S. Akrülnitriili fotokatalüütiline oksüdatsioon gaasifaasis // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 37.

Järveld, M., Timmusk, S. Gripiviiruse epidemioloogia ja organismi immuunvastus // Eesti Arst (2010) 1, lk. 21-30.

Kabanova, N., Kriščiunaite, T., Stulova, I., Laht, T.-M., Vilu, R. Study of the growth of bacteria in solid state matrices and (opaque) liquid media using micro-calorimetry // Food and nutrition = Toit ja toitumine. XVII : book of abstracts : the 5th Baltic Conference on Food Science and Technology : Foodbalt-2010. [Tallinn] : TTÜ, c2010. p. 94.

Kaljurand, M. Foreword // Procedia chemistry (2010) 2, p. 1.

Kaljurand, M. Esinduslik lahutusmeetodite konverents Tallinnas // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 271-272.

\* Kaplanski, F. A vortex ring model and its applications // Abstract: <http://www2.math.kyushu-u.ac.jp/~masato/npa-old/index.html> : Seminar on Nonlinear Phenomena and Analysis, Kyushu University, Fukuoka, Japan, 28 January. [S.l.], 2010.

Kaplanski, F., Sazhin, S., Begg, S., Fukumoto, Y., Heikal, M. Dynamics of vortex rings and spray-induced vortex ring-like structures // European journal of mechanics B. Fluids (2010) Vol. 29, 3, p. 208-216.

\* Karlep, L., Aas, N., Salonen, S., Lopp, A., Reintamm, T., Kelve, M. A set of ribosomal RNA gene copies in a single individual of *Ephydatia fluviatilis* // VIII World Sponge Conference : Ancient Animals, new Challenges : Girona (Spain), 20–24 September 2010 : book of abstracts. *Giorna*, 2010. p. 228.

Kartushinsky, A., Michaelides, E. RANS modeling of a particulate turbulent downward jet // 7th International Conference on Multiphase Flow : ICMF 2010 : Tampa, FL, USA, May 30–June 4, 2010. [S.l.], 2010. [23] p.

Kartushinsky, A., Michaelides, E., Rudi, Ü., Nathan, G. RANS modeling of a particulate turbulent round jet // *Chemical engineering science* (2010) Vol. 65, 11, p. 3384-3393.

Kartushinsky, A., Rudi, Ü., Shcheglov, I., Tisler, S., Hussainov, M. Deposition of solid particles at streamlined surface in turbulent flow // 7th International Conference on Multiphase Flow : ICMF 2010 : Tampa, FL USA, May 30–June 4, 2010. [S.l.], 2010. [8] p.

\* Картушинский, А., Мартинс, А., Михаэлидес, Э., Руди, Ю., Тислер, С., Щеглов, И. Трехмерный двухфазный турбулентный поток в горизонтальной трубе // Всероссийская конференция «XXIX Сибирский теплофизический семинар» : Новосибирск, 15–17 ноября 2010 г. Новосибирск, 2010.

\* Картушинский, А., Михаэлидес, Э., Руди, Ю., Тислер, С., Щеглов, И. Численный расчет вертикальной затопленной двухфазной турбулентной струи // Всероссийская конференция «XXIX Сибирский теплофизический семинар» : Новосибирск, 15–17 ноября 2010 г. Новосибирск, 2010.

\* Картушинский, А., Руди, Ю., Тислер, С., Хусаинов, М., Щеглов, И. Осаждение твердых частиц на обтекаемую поверхность в турбулентном потоке // Всероссийская конференция «XXIX Сибирский теплофизический семинар» : Новосибирск, 15–17 ноября 2010 г. Новосибирск, 2010.

Kasvandik, S., Varvas, K., Samel, N. Rekombinantse ACLE (algal cyclooxygenase like enzyme) ekspressioon, puhastamine ja kvaternaarstruktuuri analüüs // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 39.

Kazarjan, J., Vaher, M. Erinevate taustelektrolüütide kasutamine neutraalsete suhkrute analüüsiks kapillaarelektroforeesi meetodil // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 40.

Katritzky, A.R., Kasemets, K., Slavov, S., Radzvilovits, M., Tämm, K., Karelson, M. Estimating the toxicities of organic chemicals in activated sludge process // *Water research* (2010) Vol. 44, 8, lk. 2451-2460.

Katritzky, A.R., Radzvilovits, M., Slavov, S., Kasemets, K., Tämm, K., Karelson, M. Quantitative structure-activity relationship modeling of bioconcentration factors of polychlorinated biphenyls // *Toxicological & environmental chemistry* (2010) Vol. 92, 7, p. 1233-1247.

Katritzky, A.R., Slavov, S.H., Stoyanova-Slavova, I.B., Karelson, M. Correlation of the photolysis half-lives of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans with molecular structure // *Journal of physical chemistry A* (2010) Vol. 114, 7, p. 2684-2688.

Kivinukk, A., Tamberg, G. On variation detracting property of certain sampling operators // *Международная конференция : теория приближений : ММИ им. Л. Эйлера Санкт-Петербург, 6–8 мая 2010 г. : тезисы докладов. Санкт-Петербург, 2010. p. 122-124.*

\* Klopov, M., Haas, M., Hizhnyakov, V., Shelkan, A. Creation of defects and self-localized vibrations in crystal lattices : effects of long-range and nonlinear forces // *The 23 General Conference of the Condensed Matter Division of the European Physical Society, Varssavi, 2010. Varssavi : European Physical Society, 2010. p. 67.*

Knjazeva, T., Kaljurand, M. Capillary electrophoresis frontal analysis for the study of flavonoid interactions with human serum albumin // *Analytical and bioanalytical chemistry* (2010) Vol. 397, 6, p. 2211-2219.

Knjazeva, T., Makarõtsõeva, N., Kobrin, E.-G. Helmja, K., Seiman, A., Vaher, M., Kaljurand, M. Portatiivne kapillaarelektroforeesi aparaat keskkonnareostuse analüüsiks // *XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 46.*

Kobzar, G., Mardla, V., Samel, N. Interaction of glucose with inhibitors of cyclooxygenase in platelets // *Platelets* (2010) Vol. 21, 5, p. 407.

Koplimaa, M., Menert, A., Blonskaja, V., Kurisoo, T., Zub, S., Saareleht, M., Vaarmets, E., Menert, T. Liquid and gas chromatographic studies of the anaerobic degradation of baker's yeast wastewater // *Procedia chemistry* (2010) 2, p. 120-129.

Koppel, I., Aid-Pavlidis, T., Jaanson, K., Sepp, M., Palm, K., Timmusk, T. BAC transgenic mice reveal distal cis-regulatory elements governing BDNF gene expression // *Genesis* (2010) Vol. 48, 4, p. 214-219.

\* Kriis, K., Ausmees, K., Pehk, T., Lopp, M., Kanger, T. A novel diastereoselective multicomponent cascade reaction // *Program and abstracts : BOS 2010 International Conference on Organic Synthesis : Riga, Latvia, June 27–30, 2010. Riga, 2010. p. 117.*

Kriis, K., Ausmees, K., Pehk, T., Lopp, M., Kanger, T. A novel diastereoselective multicomponent cascade reaction // *Organic letters* (2010) Vol. 12, 10, p. 2230-2233.

Kriis, K., Pehk, T., Kanger, T., Lopp, M. Diastereoselektiivne multikomponentne kaskaadreaktsioon // *XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 14.*

Kumm, T., Taler-Verecic, A., Skerget, K., Friedemann, M., Zerovnik, E., Palumaa, P. Oligomerization and conformation of amyloidogenic protein human stefin B. Insight from ESI MS // *FEBS journal* (2010) Vol. 277, Suppl. 1, lk. 258.

Kurvits, J. Operations with rational numbers in grades 5 to 7 // 11th International Conference "Teaching Mathematics : Retrospective and Perspectives" : May 6–7, 2010, Daugavpils, Latvia : proceedings. Daugavpils : Daugavpils University Academic press "Saule", 2010. p. 61-65.

\* Kuuskalu, A., Reintamm, T., Lopp, A., Päre, M., Kelve, M. Sponge 2-5A synthetases form the distinct subgroup of the 2-5A synthetase family // VIII World Sponge Conference : Ancient Animals, new Challenges : Girona (Spain), 20–24 September 2010 : book of abstracts. [S.l.], 2010. p. 239.

Kõllo, M., Toon, L., Shmatova, E., Aav, R., Lopp, M. 9,11-sekosterooli D-ringi ja A,B-ringi mudeliühendi süntees // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 50.

\* Kärblane, K., Pata, P., Pata, I., Truve, E., Sarmiento, C. RNA silencing suppressors of plant viral and endogenous origin expressed in mammalian cells // Keystone Symposia "RNA Silencing Mechanisms in Plants" : Feb 21–26, 2010, Santa Fe, New Mexico, USA. [S.l.], 2010. p. 87.

Laars, M., Raska, H., Lopp, M., Kanger, T. Cyclic amino acid salts as catalysts for the asymmetric Michael reaction // Tetrahedron : asymmetry (2010) Vol. 21, p. 562-565.

Laas, K., Mankin, R., Reiter, E. Stochastic resonance in the case of a generalized langevin equation with a Mittag-Leffler friction kernel // Advances in Mathematical and Computational Methods : proceedings of the 12th WSEAS International Conference on Mathematical and Computational Methods in Science and Engineering (MACMESE'10). Wisconsin : WSEAS, 2010. p. 313-318.

Leibak, A., Vaarmann, O. On decomposition-coordination methods for multi-objective optimization // M.C.D.A.'71' Meeting of the Euro. Working Group 'Multiple Criteria Decision Aiding' : Turin, 25–27.III.2010. Torino : Politecnico di Torino, Italia, 2010. [12] p.

Lellep, J., Kägo, E. Vibrations of stepped plate strips with cracks // Mathematical models for engineering science. [S.l.] : WSEAS, 2010. p. 244-249.

Lepane, V., Gorohhova, J. Capillary electrophoretic characterisation of humic substances // Advances in Natural Organic Matter and Humic Substances Research 2008–2010 : XV Meeting of the International Humic Substances Society : Puerto de la Cruz, Tenerife, Canary Islands, 27 June – 2 July 2010 : proceedings. Vol. 2. Puerto de la Cruz, 2010. p. 113-116.

Lepane, V., Morriset, M., Viitak, A., Laane, M., Alliksaar, T. Partitioning of metals between operational fractions in the sediment record from Lake Peipsi // Chemistry and ecology (2010) Vol. 26, Suppl., p. 35-48.

Lepane, V., Tõnno, I., Alliksaar, T. HPLC approach for revealing age-related changes of aquatic dissolved organic matter in sediment core // Procedia chemistry (2010) 2, p. 101-108.

Leung, Y., Pankhurst, M., Palumaa, P., Sillard, R. et al. Metallothionein induces a regenerative reactive astrocyte phenotype via JAK/STAT and RhoA signalling pathways // *Experimental neurology* (2010) Vol. 221, 1, p. 98-106.

Lippur, K., Elmers, C., Kailas, T., Müürisepp, A.-M., Pehk, T., Kanger, T., Lopp, M. Synthesis of 5,5'-disubstituted bismorpholines // *Synthetic communications* (2010) Vol. 40, p. 266-281.

\* Lippur, K., Merits, A., Lopp, M., Kanger, T. Synthesis of 2,2'-bismorpholines and their biological activity // Program and abstracts : BOS 2010 International Conference on Organic Synthesis : Riga, Latvia, June 27–30, 2010. Riga, 2010.

Loide, R.-K., Suurvarik, P. A note on Lie superalgebras // *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences* (2010) Vol. 59, 4, p. 332-337.

Lopp, A., Reintamm, T., Kuusksalu, A., Tammiste, I., Pihlak, A., Kelve, M. Natural occurrence of 2',5'-linked heteronucleotides in marine sponges // *Marine drugs* (2010) Vol. 8, 2, p. 235-254.

\* Lopp, A., Reintamm, T., Kuusksalu, A., Tammiste, I., Pihlak, A., Kelve, M. Synthesis of 2',5'-linked nucleotides by OAS from marine sponges // VIII World Sponge Conference : Ancient Animals, new Challenges : Girona (Spain), 20–24 September 2010 : book of abstracts. [S.l.], 2010. p. 257.

\* Lopp, M. Enantiomeric g-lactone acids from 1,2-diketones : useful intermediates for bioactive compounds // Program and abstracts : BOS 2010 International Conference on Organic Synthesis : Riga, Latvia, June 27–30, 2010. Riga, 2010. p. 24.

Luberg, K., Wong, J., Weickert, C.S., Timmusk, T. Human TrkB gene : novel alternative transcripts, protein isoforms and expression pattern in the prefrontal cerebral cortex during postnatal development // *Journal of neurochemistry* (2010) Vol. 113, 4, p. 952-964.

Löhelaid, H., Järving, R., Järving, I., Samel, N. Chimeric allene oxide synthase-lipoxygenase fusion proteins // *FEBS Journal* (2010) Vol. 277, S1, p. 251.

Mahlapuu, R., Vaher, M., Ida, K., Soomets, U. Glutatiooni analoogide mõju raku redokstsükli ensüümide aktiivsusele // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 52.

Makarõtševa, N., Lepane, V., Alliksaar, T. Molecular size distribution of metal complexes with pore water dissolved organic matter determined by HPSEC and ICP-MS // *Advances in Natural Organic Matter and Humic Substances Research 2008–2010 : XV Meeting of the International Humic Substances Society : Puerto de la Cruz, Tenerife, 27 June - 2 July 2010 : proceedings*. Vol. 3. Puerto de la Cruz, 2010. p. 118-119.

Makarõtševa, N., Lepane, V., Alliksaar, T., Heinsalu, A. A 10,000 year record of sediment pore-water dissolved organic matter characteristics from Lake Peipsi as revealed by HPSEC // *Chemistry and ecology* (2010) Vol. 26, Suppl., p. 13-24 : ill.

Makarõtševa, N., Seiman, A., Vaher, M., Kaljurand, M. Analysis of the degradation products of chemical warfare agents using a portable capillary electrophoresis instrument with various sample injection devices // *Procedia chemistry* (2010) 2, p. 20-25.

Maloverjan, A., Piirsoo, M., Kasak, L., Peil, L., Østerlund, T., Kogerman, P. Dual function of UNC-51-like kinase 3 (Ulk3) in the sonic hedgehog signaling pathway // *Journal of biological chemistry* (2010) Vol. 285, 39, p. 30079-30090.

Maloverjan, A., Piirsoo, M., Michelson, P., Kogerman, P., Osterlund, T. Identification of a novel serine/threonine kinase ULK3 as a positive regulator of Hedgehog pathway // *Experimental cell research* (2010) Vol. 316, 4, p. 627-637.

Mardla, V., Rätsep, I., Kobzar, G., Samel, N. COX inhibiitorite nimesuliidi, paratsetamooli ja metamisooli toime aspiriiniresistentsete koronaarhaigete trombotsüütidele enne ja pärast aortokoronaarset šunteerimist // *Eesti Arst* (2010) 7/8, lk. 470-476.

Mars, M. Rahvusvaheline teaduskonverents "Binaries-Key to Comprehension of the Universe" // Tallinna Tähetorni kalender 2010. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, [2010]. lk. 41-42.

Mars, M., Aas, T., Harvig, V. The intrinsic variations of bright stars in NGC 7160 // *Binaries-Key to Comprehension of the Universe*, Masaryk University, Brno, Czech Republic, 8–12 June 2009. Michigan : Astronomical Society of the Pacific, 2010. p. 131-134. (*Astronomical Society of the Pacific Conference Series* ; 435).

Martin, D., Karelson, M. The quantitative structure activity relationships for predicting HIV protease inhibition by substituted fullerenes // *Letters in drug design and discovery* (2010) Vol. 7, 8, p.587-595.

Martins, A. XX rahvusvaheline keevkihi põletamise konverents Hiinas // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 266-268.

Mazina, J., Gorbatošova, J. Sample preparation for CE-DAD analysis of the water soluble vitamins in food products // *Procedia chemistry* (2010) 2, p. 46-53.

Mazina, J., Knjazeva, T., Gorbatošova, J., Hälvin, K., Kaljurand, M. B-rühma vitamiinide analüüs reaalsetes proovides kapilaarelektroforeesi meetodil // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 55.

Matso, K., Vaher, M., Helmja, K., Levandi, T., Kaljurand, M. Fenoolsete ühendite sisaldus ja antioksüdatiivsus erinevates nisusortides ja nisutera fraktsioonides // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 56.

Menert, A., Michelis, M., Rikmann, E., Blonskaja, V., Kaljurand, M., Kallaste, T. Biologunevate jäämete fermentatsioon taastuvate energiaallikate saamiseks // TEUK XII : taastuvate energiaallikate uurimine ja kasutamine : kaheteistkümnenda konverentsi kogumik. Tartu : Eesti Maaülikool, 2010. lk. 49-59.

Meronen, O., Tammeraid, I. Several theorems on  $\lambda$ -summable series // *Mathematical modelling and analysis* (2010) Vol. 15, 1, p. 97-102.

Metsis, M. Inimese ja soolebakteri genoomist // Tarkade Klubi (2010) erinumber, lk. 46.

Mortimer, M., Kasemets, K., Heinlaan, M., Vodovik, M., Marinšek Logar, R., Kahru, A. Sünteetiliste nanoosakeste toksilisus in vitro // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 17.

\* Nahku, R., Valgepea, K., Lahtvee, P.-J., Erm, S., Abner, K., Adamberg, K., Vilu, R. Specific growth rate dependent transcriptome profiling of *Escherichia coli* K12 MG1655 in accelerostat cultures // Journal of biotechnology (2010) Vol. 145, 1, p. 60-65.

\* Niidu, A., Kisliitsõn, K., Paju, A., Lopp, M. Synthesis of key intermediate en route to novel carbasugar analogues // Program and abstracts : BOS 2010 International Conference on Organic Synthesis : Riga, Latvia, June 27–30, 2010. Riga, 2010. p. P0103.

Noole, A., Kanger, T. Enantioselectiivne Henry reaktsioon N-iPr-bipiperidiini - Cu(OAc)<sub>2</sub> H<sub>2</sub>O kompleksi katalüüsil // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 59.

Noole, A., Lippur, K., Metsala, A., Lopp, M., Kanger, T. Enantioselective Henry reaction catalyzed by CuII salt and bipiperidine // The journal of organic chemistry (2010) Vol. 75, p. 1313-1316.

Noormägi, A., Gavrilova, J., Smirnova, J., Tõugu, V., Palumaa, P. Zn(II) ions co-secreted with insulin suppress inherent amyloidogenic properties of monomeric insulin // Biochemical journal (2010) Vol. 430, p. 511-518.

Noormägi, A., Gavrilova, J., Smirnova, J., Tõugu, V., Palumaa, P. Zn(II) ions inhibit fibrillization of monomeric insulin // FEBS journal (2010) Vol. 277, Suppl. 1, p. 256.

Nõmm, S., Leibak, A., Vain, J., Miyawaki, F. Application of volume bounding box decomposition for surgeon's hand gestures recognition // IECON 2010 : 36th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society : Glendale, Arizona, USA, 07–10 November, 2010 : proceedings. [Glendale] : IEEE, 2010. p. 1076-1080.

\* Nõmm, S., Leibak, A., Vain, J., Miyawaki, F. Application of volume bounding box decomposition for surgeon's hand gestures recognition // Abstracts IECON 2010 - ICELIE 2010 : 36th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, 4th International Conference on E-Learning in Industrial Electronics, IES Industry Forum 2010 : Arizona, USA, 7–10 November 2010. Glendale : IEEE, 2010. p. 102.

\* Ojangu, E.-L., Järve, K., Talts, K., Paves, H., Truve, E. Redundant functions of class XI myosins of *Arabidopsis thaliana* // 5th EPSO Conference "Plants for Life" : Olos, 29.08.–2.09. [S.l.], 2010.

\* Olsper, A., Hébrard, E., Uffert, G., Kamsol, K., Peil, L., Fargette, D., Truve, E. Sobemovirus virulence protein VPg is a phosphoprotein // EMBO Workshop "Genomic approaches to interactions between plant viruses, their hosts and their vectors" : Fenestrelle, June 12–16. [S.l.], 2010. p. P32.

Olsper, A., Paves, H., Toomela, R., Tamm, T., Truve, E. Cocksfoot mottle sobemovirus coat protein contains two nuclear localization signals // *Virus genes* (2010) Vol. 40, 3, p. 423-431.

Orav, A., Kailas, T., Müürisepp, A.-M. Chemical investigation of the essential oil from berries and needles of common juniper (*Juniperus communis* L.) growing wild in Estonia // *Natural product research* (2010) Vol. 24, 19, p. 1789-1799.

Orav, A., Koel, M., Kailas, T., Müürisepp, A.-M. Comparative analysis of the composition of essential oils and supercritical carbon dioxide extracts from the berries and needles of Estonian juniper (*Juniperus communis* L.) // *Procedia chemistry* (2010) 2, p. 161-167.

Orav, A., Raal, A., Arak, E. Content and composition of the essential oil of *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert from some European countries // *Natural product research* (2010) Vol. 24, 1, p. 48-55.

Orav, A., Sepp, J., Kailas, T., Müürisepp, A.-M., Arak, E., Raal, A. Composition of essential oil of aerial parts of *Chamomilla suaveolens* from Estonia // *Natural product communications* (2010) Vol. 5, 1, p. 133-136.

Orav, A., Viitak, A., Vaher, M. Identification of bioactive compounds in the leaves and stems of *Aegopodium podagraria* by various analytical techniques // *Procedia chemistry* (2010) 2, p. 152-160.

Otto, K., Katerski, A., Mere, A., Krunk, M. In2S3 õhukeste kilede sadestamine pihustuspürolüüsi meetodil // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 60.

Paal, E. Algebra, geomeetria ja matemaatiline füüsika. 5. rahvusvaheline konverents, Bedlewo, Poola, 12.–16. oktoober 2009 // *Aastaraamat 2009 / Eesti Matemaatika Selts*. Tallinn : TTÜ, 2010. lk. 272-273.

Paal, E., Virkepu, J. Quantum of VIIa, IIIa=1, VIa=1 over the harmonic oscillator in semiclassical approximation // *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences* (2010) Vol. 59, 4, p. 347-354.

Paal, E., Virkepu, J. 2D binary operadic Lax representation for harmonic oscillator // *Koninklijke Vlaamse Academie van België voor Wetenschappen en Kunsten*. Brussels : Belgian Mathematical Soc Triomphe, 2010. p. 209-216.

\* Pahtma, M., Saar, R., Suurväli, J., Cavaillon, J.-M., Rüütel Boudinot, S. Effect of RGS16 silencing on monocyte activation // 14th International Congress of Immunology (ICI2010) : August 22–27, 2010, Kobe, Japan. [S.l.], 2010.

Pais, E. Identification of memory kernels in heat flow measuring heat flux at the ends of the bar // *Mathematical modelling and analysis* (2010) Vol. 15, 4, p.473-490.

Pais, E. Mitme muutuja funktsiooni ekstreemumi piisavad tingimused // *Aastaraamat 2008 / Eesti Matemaatika Selts*. Tartu : Eesti Matemaatika Selts, 2010. lk. 18-32.

\* Paju, A., Niidu, A., Lumi, P., Matkevits, K., Oja, K., Pehk, T., Lopp, M. Catalytic asymmetric synthesis of g-lactone acids // *Program and abstracts : BOS 2010*



International Conference on Organic Synthesis : Riga, Latvia, June 27–30, 2010. Riga, 2010.

Paju, A., Niidu, A., Lumi, P., Matkevits, K., Oja, K., Pehk, T., Lopp, M. Enantio-meersete laktoonhapete katalüütiline asümmeetriline süntees // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 61.

Paju, A., Päre, M., Selyutina, A., Žusinaite, E., Merits, A., Pehk, T., Siirde, K., Müürisepp, A.-M., Kailas, T., Lopp, M. Synthesis of novel acyclic nucleoside analogues with anti-retroviral activity // Nucleosides, nucleotides and nucleic acids (2010) Vol. 29, 9, p. 707-720.

Pallas, L. Tallinna Tehnikaülikooli sisseastumiskatsete ülesanded matemaatikas // Aastaraamat 2009 / Eesti Matemaatika Selts. Tallinn : TTÜ, 2010. lk. 131-134.

\* Parve, O., Metsala, A., Tamp, S., Villo, L. Extending traditional area of lipases' application for prostanoid and hemiacetal chemistry // BIT's 1st Annual World Congress of Catalytic Asymmetric Synthesis : Beijing, China, 19.–21.05.2010.

Peikolainen, A.-L., Lõo, S., Koel, M. Süsinikaerogeelid ja nende modifitseerimine ioonsetes vedelikes // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 62.

Pihlak, M. Maatrikstuletis ja -integraal // Aastaraamat 2009 / Eesti Matemaatika Selts. Tallinn : TTÜ, 2010. lk. 22-34.

Piirsoo, M., Kaljas, A., Tamm, K., Timmusk, T. Expression of NGF and GDNF family members and their receptors during peripheral nerve development and differentiation of Schwann cells in vitro // Neuroscience letters (2010) Vol. 469, 1, p. 135-140.

Pustõnski, V.-V. Kuidas töötab tahkekütuse rakettmootor? // Tallinna Tähetorni kalender 2010. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, [2010]. lk. 53-60.

Puusemp, P. Seminar "Algebra ja tema rakendused" // Aastaraamat 2008 / Eesti Matemaatika Selts. Tartu : Eesti Matemaatika Selts, 2010. lk. 107-109.

Puusemp, P. Leo Ainola 80 // Aastaraamat 2009 / Eesti Matemaatika Selts. Tallinn : TTÜ, 2010. lk. 190-193.

Puusemp, P. Arno Kass 80 // Aastaraamat 2009 / Eesti Matemaatika Selts. Tallinn : TTÜ, 2010. lk. 213-214.

Puusemp, P. Aksel Jõgi 75 // Aastaraamat 2009 / Eesti Matemaatika Selts. Tallinn : TTÜ, 2010. lk. 219-221.

Puusemp, P. 100 aastat sünnist : Claude Chevalley (1909–1084). Gerhard Gentzen (1909–1945). Stephen Cole Kleene (1909–1994). Saunders Mac Lane (1909–2005). Anatoli Ivanovitš Maltsev (1909–1967). Mark Aranovitš Naimark (1909–1978). Stanislaw Marcin Ulam (1909–1984) // Aastaraamat 2009 / Eesti Matemaatika Selts. Tallinn : TTÜ, 2010. lk. 230-247.

Puusemp, P. Abeli preemia 2009 // Aastaraamat 2009 / Eesti Matemaatika Selts. Tallinn : TTÜ, 2010. lk. 289-292.

Raal, A., Kanut, M., Orav, A. Annual variation of yield and composition of the essential oil of common juniper (*Juniperus communis* L.) branches from Estonia // Baltic forestry (2010) Vol. 16, 1, p. 50-56.

Reijenga, J.C., Seiman, A. Cleaning-up dirty isotachopherograms in time and frequency domain // Procedia chemistry (2010) 2, p. 67-75.

Robal, T., Lillepruun, M., Lõokene, A. Lipoproteiinlipaasi aktiivsuse regulatsioon angiopoietini-sarnase valgu 4 kaudu ning seda mõjutavad tegurid // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 69.

Rudi, Ü. Kolmas rahvusvaheline põlevkivisümpoosion // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 269-270.

Rüütel Boudinot, S. K&V : küsimused-vastused : [immuunsuse tugevusest] // Tarkade Klubi (2010) 10, lk. 6.

Saarma, M. Biotehnoloogilisi lähenemisi neurodegeneratiivsete haiguste raviks // Eesti Arst (2010) 9, lk. 536-544.

Saarma, M. RNA maailma avastamine // Tarkade Klubi (2010) erinumber, lk. 26.

Saarma, M. Närvikasvufaktorid ja neurodegeneratiivsete haiguste ravi // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 199-204.

Sanaker, P.S., Toompuu, M., Hogan, V.E., He, L., Tzoulis, C., Chrzanowska-Lightowlers, Z.M., Taylor, R.W., Bindoff, L.A. Differences in RNA processing underlie the tissue specific phenotype of ISCU myopathy // Biochimica et biophysica acta (2010) Vol. 1802, 6, p. 539-544.

Santala, J., Samuilova, O., ... Järvekülg, L., Kotkas, K., ... et al. Detection, distribution and control of Potato mop-top virus, a soil-borne virus, in northern Europe // Annals of applied biology (2010) Vol. 157, 2, p. 163-178.

Sazhin, S., Kaplanski, F., Begg, S., Heikal, M. Vortex ring-like structures in a non-evaporating gasoline-fuel spray : simplified models versus experimental results // SAE Technical Papers : SAE, International Powertrains, Fuels & Lubricants Meeting, May 5-7. [S.1.] : Society of Automotive Engineers, 2010. SAE paper 2010-01-1491, [16] p.

Sauga, M. Mida arvad, mida tead? // Tallinna Tähetorni kalender 2010. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, [2010]. lk. 31-38.

Schmitz, A., Thormann, W., Moessner, L., Theurillat, R., Helmja, K., Mevissen, M. Enantioselective CE analysis of hepatic ketamine metabolism in different species in vitro // Electrophoresis (2010) Vol. 31, 9, p. 1506-1516.

Seiman, A., Makarõtsëva, N., Vaher, M., Kaljurand, M. The detection of nerve agent degradation products in different soil fractions using capillary electrophoresis with

contactless conductivity detection // *Chemistry and ecology* (2010) Vol. 26, Suppl., p. 145-155.

Seiman, A., Reijenga, J.C. Cross-correlation capillary electrophoresis in unmodified commercial equipment // *Procedia chemistry* (2010) 2, p. 59-66.

Seiman, A., Reijenga, J. Korrelatsioon kapillarelektroforeesi katsed kasutades modifitseerimata kommertsiaalset instrumenti // XXXI Eesti keemiapäevad : teaduskonverentsi teesid. Tallinn : Eesti Keemia Selts, 2010. lk. 73.

\* Simm, J., Sugiyama, M., Kato, T. Multi-task learning with least-squares probabilistic classifiers // *IEICE technical reports* (2010) 110, no.188, IBISML2010-33, p. 51-56.

Sinivee, V. Kuulame ...valgust! // Tallinna Tähetorni kalender 2010. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, [2010]. lk. 61-62.

Soesoo, A. K&V : küsimused-vastused : Mis jääb maa alt välja pumbatud nafta asemele? : [vastab A. Soesoo] // *Tarkade Klubi* (2010) 6, lk. 8-9.

Soesoo, A. Maasoojuse kasutamine Eestis – kauge unistus või lähituleviku võimalus? // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 263-265.

Stulova, I., Adamberg, S., Kriščiunaite, T., Kampura, M., Blank, L., Laht, T.-M. Microbiological quality of raw milk produced in Estonia // *Letters in applied microbiology* (2010) Vol. 51, p. 683-690.

\* Stulova, I., Taivosalo, A., Blank, L., Laht, T.-M. Characterisation of the dynamics of the lactic acid bacterial population of finnish and estonian open texture cheeses // 22nd International ICFMH Symposium Food Micro2010 : Copenhagen, 30th August–3rd September : abstract book. Copenhagen, 2010. p. 77.

\* Suurväli, J., Saar, R., Pahtma, M., Veide, A., Adib-Conquy, M., Cavaillon, J., Rüütel Boudinot, S. RGS16 is involved in the TLR- mediated expression of proinflammatory cytokines and the receptors CD14 and C5aR // 14th International Congress of Immunology (ICI2010) : August 22–27, 2010, Kobe, Japan. [S.l.], 2010.

Škerget, K., Taler-Veričič, A., Kumm, T., Palumaa, P. et al. Interaction between oligomers of stefin B and amyloid- $\beta$  in vitro and in cells // *Journal of biological chemistry* (2010) Vol. 285, 5, p. 3201-3210.

Zekker, I., Tenno, T., Tenno, T., Lemmiksoo, V., Rikmann, E., Menert, A., Kolberg, K. Research of specific nitrite oxidation rate on high surfaced biofilms carriers with free ammonia and temperature variations // 3rd EuCheMS Chemistry Congress : Chemistry – the Creative Force : 29.08.–02.09.2010, Nürnberg, Germany : [abstracts]. Nürnberg, 2010. [1] p.

Zeller, K.S., Idevall-Hagren, O., Stefansson, A., Velling, T., Jackson, S.P., Downward, J., Tengholm, A., Johansson, S. PI3-kinase p110 $\alpha$  mediates  $\beta$ 1 integrin-induced Akt activation and membrane protrusion during cell attachment and initial spreading // *Cellular signalling* (2010) Vol. 22, 12, p. 1838-1848.

Zovo, K., Helk, E., Karafin, A., Tõugu, V., Palumaa, P. Label-free high-throughput screening assay for inhibitors of Alzheimer's amyloid- $\beta$  peptide aggregation based on MALDI MS // *Analytical chemistry* (2010) Vol. 82, p. 8558-8565.

Zusmanovich, P. On  $\delta$ -derivations of Lie algebras and superalgebras // *Journal of algebra* (2010) Vol. 324, 12, p. 3470-3486.

Tamberg, G. On truncation errors of some generalized Shannon sampling operators // *Numerical algorithms* (2010) Vol. 55, 2/3, p. 367-382.

Tamberg, G. On approximation properties of Shannon sampling operators with averaged and dilated bandlimited kernels // *I Jaen Conference on Approximation Theory : Übeda, Jaén, Spain, July 4th–9th, 2010 : [abstracts]. [S.l.], 2010. p. 171-172.*

Tamm, E. Pythagorase koma // *Aastaraamat 2009 / Eesti Matemaatika Selts. Tallinn : TTÜ, 2010. lk. 18-21.*

Timmusk, T. Käelise ja skisofreenia seostest // *Horisont* (2010) 5, lk. 6.

\* Timofejeva, L., Lee, S., Skibbe, D., Golubovskaya, I., Wang, C.-J., Harper, L., Walbot, V., Cande, Z. Novel maize mutants impaired in cell differentiation during anther development // *52nd Annual Maize Genetics Conference : Riva del Garda (Trento), Italy, March 18–21, 2010. [Milano], 2010. p. 85.*

Truve, E. Matemaatika-loodusteaduskond – mõtteid olevikust ja tulevikust // *Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 16-18.*

Truve, E. Bioloogia tehnikaülikoolis? // *Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 240-242.*

Truve, E., Sõmera, M., Sarmiento Guerin, M.C. Taimeviiruste ja taimede kaitsemehhanismide uurimine // *Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 193-198.*

Tulp, I., Dobchev, D.A., Katritzky, A.R., Acree, W.Jr., Maran, U. A general treatment of solubility 4, Description and analysis of a PCA model for Ostwald solubility coefficients // *Journal of chemical information and modeling* (2010) Vol. 50, 7, p. 1275-1283.

Tätte, T., Kolesnikova, A.L., Hussainov, M., Talviste, R., Lõhmus, R., Romanov, A.E., Hussainova, I., Part, M., Lõhmus, A. Crack formation during post-treatment of nano- and microfibres prepared by sol-gel technique // *Journal of nanoscience and nanotechnology* (2010) Vol. 10, 9, p. 6009-6016.

Uudsemaa, M., Kanger, T., Lopp, M., Tamm, T. pKa calculation for monoprotinated bipiperidine, bimorepholine and their derivates in H<sub>2</sub>O and MeCN // *Chemical physics letters* (2010) Vol. 485, p. 83-86.

Vaarmann, O. Dekompositsiooni-koordinatsiooni meetoditest multikriteeriaalses optimeerimises // *Aastaraamat 2009 / Eesti Matemaatika Selts. Tallinn : TTÜ, 2010. lk. 76-87.*

Vaarmann, O. Operational research methodology in multicriteria decision making // Globaalne kriis : depressioonist innovatsioonini. Tallinn : Eesti-Ameerika Äriakadeemia, 2010. p. 178-183.

Vaher, M., Matso, K., Levandi, T., Helmja, K., Kaljurand, M. Phenolic compounds and the antioxidant activity of the bran, flour and whole grain of different wheat varieties // *Procedia chemistry* (2010) 2, p. 76-82.

\* Valarik, M., Jakobson, I., Timofejeva, L., Kladvivova, M., Järve, K., Dolezel, J. Precise mapping the powdery mildew resistance locus QPm.tut-4A in wheat using barley, brachypodium, and rice collinear regions // *Plant & Animal Genome XVIII Conference* : San Diego, 2010. [San Diego], 2010. p. P332.

Varikmaa, M., Metsis, M., Guzun, R., Käämbre, T., Grichine, A., Saks, V. Novel method for investigation of interactions between mitochondrial creatine kinase and adenine nucleotide translocase // *Biophysical journal* (2010) Vol. 98, Iss. 3, Suppl. 1, p. 735a.

Wells, S., Conran, J., Tamme, R., Gaudin, A., Webb, J., Lardelli, M. Cryptic organisation within an apparently irregular rostrocaudal distribution of interneurons in the embryonic zebrafish spinal cord // *Experimental cell research* (2010) Vol. 316, 19, p. 3292-3303.

\* Villo, L., Pehk, T., Parve, O. A chemoenzymatic stereoselective synthesis of deoxy sugar esters of amino acids // Program and abstracts : BOS 2010 International Conference on Organic Synthesis : Riga, Latvia, June 27–30, 2010. Riga, 2010.

Vilu, R. Management of microbial resources in human environment – new era // Ninth Annual ScanBalt Forum "Healthy future" : September 22–24, 2010 : Tallinn, Estonia. [Tartu : Eesti Biotehnoloogia Liit], [2010]. p. 55.

\* Voodla, K., Rumvolt, R., Drews, M. Extract of selenium-enriched yeast enhances growth and production parameters of Mammalian Cell Lines in serum-free suspension cultures // 14th International Biotechnology Symposium and Exhibition. Biotechnology for the Sustainability of Human Society : 14–18 September, Rimini, Italy 2010. [Rimini], 2010. p. P 1533.

Übner, M., Kaljurand, M., Lopp, M. Humic substances as a background electrolyte in capillary electrophoresis // *Chemistry and ecology* (2010) Vol. 26, Suppl., p. 157-165.

\* Yamada, M., Sugiyama, M., Wichern, G., Simm, J. Improving the accuracy of least-squares probabilistic classifiers // *IEICE technical reports* (2010) 110, no. 188, IBISML2010-32, p. 45-50.

**MEHAANIKATEADUSKOND*****Raamatud***

Coatanea, E., Deniaud, S., Köhn, C., Sell, R., Seiler, S. Study modules for system engineering & automotive sector. [S.l.] : Belfort-Montbéliard University of Technology, 2010. 78 p.

Gregor, A. Hard PVD coatings for tooling. Tallinn : TUT Press, 2010. 165 p. (Theses of Tallinn University of Technology. E, Thesis on mechanical and instrumental engineering ; 54).

Hendrik Arro : publikatsioonid = Hendrik Arro : publications. Tallinn : TTÜ, 2010. 69 lk.

Hlebnikov, A. The analysis of efficiency and optimization of district heating networks in Estonia. Tallinn : TUT Press, 2010. 153 p. (Theses of Tallinn University of Technology. E, Thesis on mechanical and instrumental engineering ; 51).

Joost, R. Novel methods for hardmetal production and recycling. Tallinn : TUT Press, 2010. 119 p. (Theses of Tallinn University of Technology. E, Thesis on mechanical and instrumental engineering ; 53).

Karaulova, T. Tool for analysis of production processes : integration of structural analysis methods and reliability estimation for manufacturing processes. Saarbrücken : VDM Verlag Dr. Müller, 2010. 116 p.

Kramerenko, S. Fractal approach for multiple project management in manufacturing enterprises. Tallinn : TUT Press, 2010. 94 p. (Theses of Tallinn University of Technology. E, Thesis on mechanical and instrumental engineering ; 57).

Kriis, R. (koost.) ; (toim.) Lehtse, U.-R., Ots, A. Kümme aastat Eesti Soojustehnikainseneride Seltsi 2000–2010. Tallinn, 2010. 111 lk.

Kulu, P., Saarna, M., Tarbe, R., Kers, J., Veinthal, R. (koost.). Materjaliõpetuse praktikumide ja kodutööde juhendid. [Tallinn] : TTÜ, 2010. 136 lk.

Küttner, R. (ed.). Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [I, II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. 278 p., 279-588 p.

Laaneots, R., Kulderknup, E., Riim, J. (koost.). Kauba ja materjali massi mõõtmise kaalumise ja mõõtemetoodika. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. 30 lk. (Eesti standard ; EVS 745:2010).

Laaneots, R., Kulderknup, E., Riim, J. (koost.). Tükikauba koguse mõõtmine : mõõtemetoodika. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. 11 lk. (Eesti Standard ; EVS 746:2010).

Laansoo, A. Keevitamine : MIG/MAG-keevitus. [Tallinn] : Argo, 2010. 87 p.

Laansoo, A. (tlk.). Keevitajate atesteerimine. Sulakeevitus. Osa 1, Terased. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 38 lk. (Eesti standard ; EVS-EN 287-1:2004+A2:2006).

Laansoo, A. (tlk.). Keevitajate atesteerimine. Sulakeevitus. Osa 2, Alumiinium ja alumiiniumsulamid (ISO 9606-2:2004). [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 37 lk. (Eesti standard ; EVS-EN ISO 9606-2:2005).

Laansoo, A. (tlk.). Keevitus ja külgnevad protsessid. Metallide keevisliidete geomeetriliste defektide liigitus. Osa 1, Sulakeevitus (ISO 6520-1:2007). [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 53 lk. (Eesti standard ; EVS-EN ISO 6520-1:2008).

Nekrassov, G. Tool for workholder design : development of an intelligent integrated environment for computer-aided-design. Saarbrücken : Lambert Academic Publishing, 2010. 96 p.

Otto, T. (tlk.). Soojusarvestid. Osa 3, Andmevahetus ja liidesed. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 32 lk. (Eesti standard ; EVS-EN 1434-3:2008).

Petritshenko, A. Vibration of ladder frames. Tallinn : TUT Press, 2010. 111 p. (Theses of Tallinn University of Technology. E, Thesis on mechanical and instrumental engineering ; 52).

Roosaar, T. Wear performance of WC- and TiC-based ceramic-metallic composites. Tallinn : TUT Press, 2010. 94 p. (Theses of Tallinn University of Technology. E, Thesis on mechanical and instrumental engineering ; 55).

Sell, R., Leini, M., Salong, P. Mikrokontrollerid ja praktiline robotika. Tallinn : TTÜ, 2010. 219 lk.

Sergejev, F. Durability of WC-CO hardmetals and TiC-based cermets : investigation of the fatigue mechanics aspects of PM hardmetals and cermets. Saarbrücken : VDM Verlag Dr. Müller, 2010. 100 p.

Sivitski, A. Sliding wear of PVD hard coatings : fatigue and measurement aspects. Tallinn : TUT Press, 2010. 107 p. (Theses of Tallinn University of Technology. E, Thesis on mechanical and instrumental engineering ; 56).

Shevtshenko, E. Intelligent decision support system for industrial enterprises : collaboration in the enterprise networks. Saarbrücken : Lambert Academic Publishing, 2010. 109 p.

Tammaru, T. (tlk.). Juhised ISO 9001:2000 statistiliste meetodite kasutamiseks. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 28 lk. (Tehniline aruanne ; ISO/TR 10017:2003).

Tiidemann, T. 36 mõtlemisvõtet loovas probleemilahenduses TRIZ : õpik-käsiraamat. [Tallinn] : Külim, 2010. 96 lk.

Vares, V. (tlk.). Tahked biokütused. Kütuste spetsifikatsioon ja klassid. Osa 1, Üldised nõuded. [Tallinn] : Eesti Standardikeskus, 2010. II, 56 lk. (Eesti standard ; EVS-EN 14961-1:2010).

**Artiklid**

Aavik, T., Kask, Ü. Pilliroo energeetilise kasutamise tehnilis-majanduslikud ja keskkonnakaitselised aspektid // TEUK XII : taastuvate energiaallikate uurimine ja kasutamine : kaheteistkümnenda konverentsi kogumik. Tartu : Eesti Maaülikool, 2010. lk. 19-32.

Adoberg, E. Vanast lõiketerast saab teha uue // Inseneeria (2010) 9, lk. 34-36.

Adoberg, E., Surženkov, A., Podgurski, V., Peetsalu, P., Kulu, P. Pre- and posttreatment effect to the surface properties of thin hard coatings // Materials engineering & Baltrib 2010 : materials of the XIX-th International Baltic Conference : October 28–29, 2010, Riga, Latvia. Riga, 2010. p. 44.

Aleksandrov, D., Penkov, I. Energy saving types of mini unmanned aerial vehicles // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 117-120.

Aleksandrov, D., Penkov, I. Fluid flow optimization on semiautomatic code marker base // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektrialjam, 2010. p. 306-308.

Andrijevskaia, J., Kask, Ü. Biolagunevad jäätmed mootorikütuseks – Soome-Eesti projekti tutvustus // Eesti Põlevloodusvarad ja -jäätmed (2010) nr. 1-2, lk. 25-26.

\* Annert, K., Vent, M., Dedova, T., Kärber, E., Oja Acik, I., Volobujeva, O., Mere, A., Krunk, M., Mikli, V. Impacts of different solvents and substrates on properties of zinc oxide nanorod layers prepared by chemical spray pyrolysis // Proceedings of CYSENI 2010 : the 7th Annual Conference of Young Scientists on Energy Issues : May 27–28, 2010, Kaunas, Lithuania. [S.l.] : Lithuanian Energy Institute, 2010. p.301-309.

Antonov, M., Hussainova, I. Cermets surface transformation under erosive and abrasive wear // Tribology international (2010) Vol. 43, p. 1566-1575.

\* Antonov, M., Hussainova, I., Pirso, J., Juhani, K. Effect of oxidation on abrasive wear behaviour of TiC-based cermets in SiO<sub>2</sub> medium // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 510-515.

\* Antonov, M., Hussainova, I., Pirso, J., Juhani, K. Effect of oxidation on abrasive wear of TiC-based cermets at various temperatures // Proceedings of 14th Nordic Symposium on Tribology : NORDTRIB 2010 : 08.06–11.06.2010, Storforsen, Sweden. Lulea : Lulea University of Technology, 2010. p. 0054 [CD-ROM].



Antonov, M., Hussainova, I., Pirso, J., Juhani, K., Viljus, M. Effect of oxidation on abrasive wear behaviour of titanium carbide based composites in silica medium // Estonian journal of engineering (2010) Vol. 16, 4, p. 264-272.

\* Antonov, M., Karlsson, L., Sergejev, F., Hussainova, I. Estimation of buttons resistance to rock drilling using laboratory surface fatigue test // Proceedings of 37th Leeds-Lyon symposium on Tribology : Leeds, 7th–10th September 2010. Leeds : Leeds University Press, 2010. [1] p.

Arjassov, G., Barashkova, T., Gornostajev, D., Petritshenko, A. Generalization of the method of finite differences // Annals of DAAAM for 2010 & proceedings of the 21st International DAAAM Symposium "Intelligent Manufacturing & Automation : Focus on Interdisciplinary Solutions" : 20–23rd October 2010, Zadar, Croatia. Vienna : DAAAM International Vienna, 2010. p. 547-548.

Arjassov, G., Barashkova, T., Pelöhh, V. Uncertainty estimation of damage factor of materials properties under the plasma influence // Journal of international scientific publications : materials, methods & technologies (2010) Vol. 4, 2, p. 307-313.

Arro, H. Quo vadis, Eesti? // Kultuur ja Elu (2010) 2, lk. 66-67.

Aruväli, T., Otto, T., Preden, J. Modern monitoring opportunities in shopfloor // Annals of DAAAM for 2010 & proceedings of the 21st International DAAAM Symposium "Intelligent Manufacturing & Automation : Focus on Interdisciplinary Solutions" : 20–23rd October 2010, Zadar, Croatia. Vienna : DAAAM International Vienna, 2010. p. 989-990.

Aruväli, T., Serg, R., Otto, T., Preden, J. Monitoring of manufacturing machinery using smart dust applications // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 209-213.

Aruväli, T., Serg, R., Preden, J., Otto, T. Smart dust applications in production environment // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 572-577.

Baškite, V., Moseichuk, V., Zahharov, V., Karaulova, T. Green aspects application in product life cycle engineering // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 111-116.

Baškite, V., Moseichuk, V., Karaulova, T. Combination of end-of-life strategies for extension of industrial equipment life cycle // Journal of machine engineering (2010) Vol 10, 4, p. 76-88.

Besterci, M., Dobeš, F., Kulu, P., Sülleiova, K. Using small punch testing method for the analysis of creep behaviour of Al-Al4C3 composites // Estonian journal of engineering (2010) Vol. 16, 3, p. 243-254.

Bjorklund, S., Pribytkova, M., Karaulova, T. Development the maintenance plan : maintenance activities on operational level // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 286-291.

Dahms, S., Kulu, P., Veinthal, R., Basler, U. Joining of CrNi steel and AlMg alloy without interlayers // Estonian journal of engineering (2010) Vol. 16, 4, p. 273-284.

\* Dementjeva, N., Siirde, A. Analysis of the current Estonian energy situation and adaptability of LEAP model for Estonian energy sector // Energetika (2010) Vol. 56, 1, p. 75-84.

\* Dementjeva, N., Siirde, A. Energy planning models analysis and their adaptability for Estonian energy sector // 11th IAEE European Conference, “Energy Economy, Policies and Supply Security : Surviving the Global Economic Crisis” August 25–28, 2010. [S.l.] : IAEE, 2010. p. 205-207.

Goljandin, D., Sarjas, H., Kulu, P., Surženkov, A., Mikli, V., Käerdi, H. Composite powders based on iron self-fluxing alloy and recycled cermet powders for thermal spray // Materials engineering & Baltrib 2010 : materials of the XIX-th International Baltic Conference : October 28–29, 2010, Riga, Latvia. Riga, 2010. p. 40.

Grossschmidt, G., Harf, M. Simulation of hydraulic circuits in an intelligent programming environment. Part 1 // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [I]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 148-153.

Grossschmidt, G., Harf, M. Simulation of hydraulic circuits in an intelligent programming environment. Part 2 // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [I]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 154-161.

Gusca, J., Naroznova, I., Blumberga, D., Volkova, A. Carbon capture and storage : cost analysis of electricity production for Latvia // International journal of energy (2010) Vol. 4, 3, p. 37-45.

Gusca, J., Naroznova, I., Blumberga, D., Volkova, A. Modelling of a carbon capture and storage system for the Latvian electricity sector // Proceedings of the 6th WSEAS International Conference on Energy, Environment, Ecosystems and Sustainable Development (EEESD'10) : Timisoara, Romania, October 21–23, 2010 : Selected Topics in Energy, Environment, Sustainable Development and Landscaping. [S.l.] : WSEAS, 2010. p. 415-421.

Hiiemaa, M., Tamre, M. Reconfigurable battery pack for unmanned ground vehicle // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 200-203.

Hiiemaa, M., Tamre, M. Intelligent energy management of unmanned ground vehicle // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial

Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 542-547.

Hiiemaa, M., Tamre, M. Practical issues in utilizing intelligent motion control layer in UGV-type robots // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 190-192.

Hindreus, T., Kaljas, F., Martin, A., Tähemaa, T., Reedik, V. On synergy deployment in engineering design // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [I]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 84-89.

Hlebnikov, A. Eesti kaugkütte soojusvõrkude efektiivsust saab 2-3 korda tõsta // Inseneeria (2010) 9, lk. 38-40.

Hlebnikov, A., Volkova, A., Dzuba, O., Poobus, A., Kask, Ü. Damages of the Tallinn district heating networks and indicative parameters for an estimation of the networks general condition // Scientific journal of Riga Technical University. Serija 13, Environmental and climate technologies (2010) Vol. 5, p. 49-55.

Hudjakov, R., Tamre, M. Aerial imagery terrain classification for long-range autonomous navigation // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [III]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 530-535.

Hussainova, I., Hamed, E., Jasiuk, I. Испытание наноиндентированием и моделирование композитов на основе карбида хрома // Mechanics of composite materials (2010) Vol. 46, 6, p. 1-18.

Hussainova, I., Jasiuk, I., Hussainov, M. Application of nanoindentation for constituent phases testing in ceramic-metal composites // Technical proceedings of the 2010 NSTI Nanotechnology Conference & Expo – Nanotech 2010. Vol. 1, Nanotechnology 2010 : Advanced Materials, CNTs, Particles, Films and Composites. [S.l.] : Taylor & Francis, 2010. p. 152-155.

\* Hussainova, I., Kimmari, E., Kollo, L., Jasiuk, I. Microstructure and mechanical characterization of WC-based composites doped by zirconia // Proceedings of 16th International Conference on Mechanics of Composite Materials : MCM 2010 : May 24–28, Riga, Latvia. Riga : Institute of Polymer Mechanics, 2010.

\* Hussainova, I., Kollo, L., Smirnov, A., Viljus, M. Processing and mechanical characterization of WC-ZrO<sub>2</sub>-Ni hybrids // World PM2010 proceedings. Vol. 3, Sintered Steel, PM Tool Materials. Schremsbury : European Powder Metallurgy Association, 2010. p. 583-590.

\* Hussainova, I., Manaseryan, L., Khachatryan, H., Hobosyan, M., Kharatyan, S. Combustion synthesis of TiC-ZrC composite powder : role of mechanical activation // World PM2010 proceedings. Vol.2, Sintering, Secondary and Finishing Operations, Full Density and Alternative Consolidation. Schremsbury : European Powder Metallurgy Association, 2010. p. 181-188.

Ibrahim, A., Abdel Hamid, Z., Abdel Aal, A. Investigation of nanostructured and conventional alumina-titania coatings prepared by air plasma spray process // Materials science and engineering : A - structural materials: properties, microstructure and processing (2010) Vol. 527, 3, p. 663-668.

Ilves, R., Mikita, V., Traat, Ü., Gregor, A. Common rail diesel feed system diagnosing technology // Agronomy research (2010) Vol. 8, S1, p. 74-78.

\* Jasiuk, I., Hussainova, I., Hamed, E. Mechanical characterization and modeling of chromium carbide based composites // Proceedings of 16th International Conference on Mechanics of Composite Materials : MCM 2010 : May 24–28, Riga, Latvia. Riga : Institute of Polymer Mechanics, 2010.

Joost, R., Letunoviš, S., Pirso, J., Juhani, K. The wear resistance tests of cermets and relations between different types of wear // Proceedings of 14th Nordic Symposium on Tribology : NORDTRIB 2010 : 08.06–11.06.2010, Storforsen, Sweden. Lulea : Lulea University of Technology, 2010. [6] p. [CD-ROM].

Joost, R., Pirso, J., Tenno, T., Viljus, M. Effect of free carbon on the mechanical and tribological properties of cemented carbides // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 450-455.

Juhani, K., Pirso, J., Viljus, M. Slurry erosion wear of TiC-NiMo and WC-Co cermets // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 456-461.

Juurma, M. An image processing algorithm for decoding line type code // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriavam, 2010. p. 193-197.

Juurma, M., Ehala, J., Tamre, M. Design of passive Bokode marker // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 131-133.

Juurma, M., Tamre, M. Improvement of timber code reading methods // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 548-553.

Jõgi, G., Bashkite, V., Karaulova, T. Analysis first waste-to-energy plant production line at Kunda Nordic Cement AS // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 358-363.

Jõgi, G., Bashkite, V., Karaulova, T. Waste management : energy recovery from solid waste // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and

Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektrijam, 2010. p. 250-255.

Karjust, K., Küttner, R., Pääsuke, K. Adaptive web-based quotation generic module for SME's // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 375-380.

Karjust, K., Pohlak, M., Majak, J. Optimal adhesion measuring methods of the glass-fiber reinforcement layer // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [I]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 232-237.

Karjust, K., Pohlak, M., Majak, J. Technology route planning of large composite parts // International journal of material forming (2010) Vol. 3, Suppl. 1, p. 631-634.

Karjust, K., Pohlak, M., Majak, J. Optimal adhesion measuring methods of the glass fibre reinforcement layer // Estonian journal of engineering (2010) Vol. 16, 4, p. 297-306.

\* Karjust, K., Pohlak, M., Majak, J. Optimal adhesion area of the glass-fiber reinforcement layer // 14th European Conference on Composite Materials : 7–10 June 2010, Budapest, Hungary. Budapest : Budapest University of Technology, 2010. [10] p.

Kask, Ü., Andrijevskaia, J. Biojäätmel mootorikütuseks // Keskkonnatehnika (2010) 4, lk. 10.

Kask, Ü., Kask, L., Paist, A. Lahahein kui energeetilise toore // Elektriala (2010) 6, lk. 10-11 ; 7, lk. 10-11.

Kask, Ü., Kask, L. Looduslike ja poollooduslike rohumaade energiapotentsiaal // Eesti Põlevloodusvarad ja -jäätmel (2010) 1/2, lk. 22-24.

Kers, J. Uudne tehnoloogia väikese tihedusega vahtplastide tootmiseks (projekt Light foam) // Keskkonnatehnika (2010) 1, lk. 29-31.

Kers, J. Bioplastid ja bioplasttooted // Keskkonnatehnika (2010) 8, lk. 24-27.

Kers, J. Linakasvatuse, linakiu tootmine ja linakomposiidid // Keskkonnatehnika (2010) 5, lk. 32-35.

Kers, J., Goljandin, D., Saarna, M., Aruniit, A., Tall, K., Majak, J. Particulate filled composite plastic materials from recycled GFRP // Baltic Polymer Symposium 2010 : Palanga, September 8–11, 2010 : programme and abstracts. Kaunas : Technologija, 2010. p. 15.

Kers, J., Goljandin, D., Tall, K., Aruniit, A., Adoberg, E., Saarna, M., Majak, J. Modelling and testing of the properties of recovered composite material // Proceedings of the Tenth International Conference on Computational Structures Technology : Valencia, Spain, 14–17 September 2010. Stirlingshire : Civil-Comp Press, 2010. Paper 81. (Civil-Comp proceedings ; 93).

Kers, J., Goljandin, D., Viltsaar, K., Tall, K., Mikli, V., Zuo, X., Zhang, L., Schuman, T. Characterization of disintegrator milled electronic waste powders for materials recovery // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 492-497.

Kers, J., Krizan, P., Letko, M. Mechanical recycling of compounded plastic waste for material valorization by briquetting // Scientific journal of Riga Technical University. Series I, Material science and applied chemistry (2010) Vol. 21, p. 39-44.

Kers, J., Krizan, P., Letko, M., Šooš, L., Kask, Ü., Gregor, A. Mechanical recycling of compounded polymeric waste and evaluation of briquetting parameters // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 468-473.

Kers, J., Kulu, P., Aruniit, A., Laurmaa, V., Krizan, P., Šooš, L., Kask, Ü. Determination of physical, mechanical and burning characteristics of polymeric waste material briquettes // Estonian journal of engineering (2010) Vol. 16, 4, p. 307-316.

Kers, J., Majak, J., Goljandin, D., Gregor, A., Malmstein, M., Viltsaar, K. Extremes of apparent and tap densities of recovered GFRP filler materials // Composite structures (2010) Vol. 92, 9, p. 2097-2101.

\* Kers, J., Majak, J., Goljandin, D., Saarna, M., Gregor, A., Siinmaa, A., Tall, K. Design and testing of new composite from recycled GFRP // 14th European Conference on Composite Materials : 7–10 June 2010, Budapest, Hungary. Budapest : Budapest University of Technology, 2010. [10] p.

Kers, J., Peetsalu, P., Saarna, M., Viikna, A., Krumme, A., Menind, A. Preliminary investigation into tensile characteristics of long flax fibre reinforced composite material // Agronomy research (2010) Vol. 8, S1, p. 107-114.

Klaasen, H., Kübarsepp, J., Laansoo, A., Viljus, M. Reliability of dual compounds “carbide composite+steel” produced by diffusion welding // International journal of refractory metals and hard materials (2010) Vol. 28, 5, p. 580-586.

Klaasen, H., Kübarsepp, J., Roosaar, T., Viljus, M., Traksmäa, R. Adhesive wear performance of hardmetals and cermets // Wear (2010) Vol. 268, 9/10, p. 1122-1128.

Klevtsov, I., Dedov, A. Experience in tensile properties determination by small punch test // Metallurgical journal (2010) LXIII, Special issue, p. 128-132.

\* Kollo, L., Leparoux, M., Bradbury, C.R., Kommel, L., Carreno-Morelli, E., Rodriguez-Arbaizar, M. Hardness of hot consolidated Al-SiC nanocomposites from planetary milled powders // World PM2010 proceedings. Vol. 1, Powder Manufacturing and Processing, Miniaturization and Nanotechnology, Powder Pressing. Schremsbury : European Powder Metallurgy Association, 2010. p. 341-346.

Kollo, L., Leparoux, M., Bradbury, C., Jäggi, C., Carreno-Morelli, E., Rodriguez-Arbaizar, M. Investigation of planetary milling for nano-silicon carbide reinforced

aluminium metal matrix composites // *Journal of alloys and compounds* (2010) Vol. 489, p. 394-400.

Kommel, L. Properties development of ultrafine-grained copper under hard cyclic viscoplastic deformation // *Materials letters* (2010) Vol. 64, p. 1580-1582.

Kommel, L. New technique for characterization of microstructure of the nickel-base superalloy // *Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering* : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 498-503.

Kommel, L. Microstructure evolution in titanium alloys enforced by Joule heating and severe plastic deformation concurrently // *Journal of manufacturing technology research* (2010) Vol. 2, 1/2, p. 59-76.

Kommel, L., Kimmari, E., Viljus, M. Phases properties of SC superalloy measured by nanoindentation // *Materials engineering & Baltrib 2010 : materials of the XIX-th International Baltic Conference* : October 28–29, 2010, Riga, Latvia. Riga, 2010. p. 22.

Kommel, L., Kollo, L. Composites compaction by severe plastic deformation // *Materials engineering & Baltrib 2010 : materials of the XIX-th International Baltic Conference* : October 28–29, 2010, Riga, Latvia. Riga, 2010. p. 29.

\* Kommel, L., Kollo, L. Production of hard refractory compounds on base of aluminium and boron carbide powders // *World PM2010 proceedings. Vol. 2, Sintering, Secondary and Finishing Operations, Full Density and Alternative Consolidation*. Schremsbury : European Powder Metallurgy Association, 2010. p. 337-343.

Kommel, L., Straumal, B. Diffusion in SC Ni-base superalloy under viscoplastic deformation // *Defect and diffusion forum* (2010) Vols. 297/301, p. 1340-1345.

Kommel, L., Traksmäa, R., Kommel, I., Saarma, M. X-ray diffraction studies of nanocrystalline niobium // *Materials engineering & Baltrib 2010 : materials of the XIX-th International Baltic Conference* : October 28–29, 2010, Riga, Latvia. Riga, 2010. p. 20.

\* Križan, P., Kers, J. Parameters determination of compacted briquettes from municipal waste // *Proceedings of the full papers of 13th international conference on Mechanical Engineering 2010* : Bratislava, October 2010. Bratislava : Slovak University of Technology, 2010. p. S3-48 - S3-56.

\* Krupenski, I., Kartushinsky, A., Siirde, A. Numerical simulation of uprising gas-solid particle (oil-shale ash) turbulent flow in CFB by different mathematical models // *Proceedings of CYSENI 2010 : the 7th Annual Conference of Young Scientists on Energy Issues* : May 27–28, 2010, Kaunas, Lithuania. Kaunas : Lithuanian Energy Institute, 2010.

Kulderknap, E., Raba, K. Improvement of circuit boards testing set calibration // *Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial*

Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 525-529.

Kull, A. TTÜ soojustehnika instituut ESTISe hälli juures // Kümme aastat Eesti Soojusinseneride Seltsi 2000–2010. Tallinn, 2010. lk. 20-22.

Kulu, P. Elu täis tõmmet metallide poole // Inseneria (2010) 3, lk. 20-21.

Kulu, P. Insenerikoolitusest mehaanikateaduskonnas // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 19-24.

Kulu, P., Gregor, A., Saarna, M., Sivitski, A., Sergejev, F., Surženkov, A. Characterization of coating systems by indentation method // Acta metallurgica Slovaca conference (2010) 1, p. 616-624.

\* Kulu, P., Kers, J., Kask, Ü., Šooš, L., Križan, P., Letko, M. Thermal analysis of refuse-derived fuel briquettes manufactured by different technologies // Proceedings of the full papers of 13th international conference on Mechanical Engineering 2010 : Bratislava, October 2010. Bratislava : Slovak University of Technology, 2010. p. P31-P36.

\* Kulu, P., Saarna, M., Sergejev, F., Gregor, A., Sivitski, A., Müller, H. Surface fatigue and wear resistance of thin and thick hard coatings // IFHTSE International Federation for Heat Treatment and Surface Engineering 18th Congress : July 26–30, 2010, Rio de Janeiro, Brazil : [CD-ROM]. [S.l.], 2010.

\* Kulu, P., Saarna, M., Sergejev, F., Gregor, A., Surženkov, A. Selection of coating systems and processes for different wear conditions // Proceedings of 14th Nordic Symposium on Tribology : NORDTRIB 2010 : 08.06–11.06.2010, Storforsen, Sweden. Lulea : Lulea University of Technology, 2010. [8] p. [CD-ROM].

\* Kärber, E., Dedova, T., Oja Acik, I., Krunks, M., Mere, A., Mikli, V. Determination of charge carrier density in zinc oxide nanorods prepared by chemical spray pyrolysis // Proceedings of CYSENI 2010 : the 7th Annual Conference of Young Scientists on Energy Issues : May 27–28, 2010, Kaunas, Lithuania. Kaunas : Lithuanian Energy Institute, 2010. p. 340-344.

\* Külaots, I., Link, S., Arvelakis, S. Adsorption properties of wheat straw, reed and douglas fir chars // International Carbon 2010 conference : July 11th to July 16th, Clemson, SC, USA. [S.l.], 2010.

Küttner, R. (comp.). Division of informatics and engineering // Estonian Academy of Sciences year book 2009. Tallinn, 2010. p. 27-28.

Küttner, R. (koost.). Informaatika ja tehnikateaduste osakond // Eesti Teaduste Akadeemia aastaraamat 2009. Tallinn : Eesti Teaduste Akadeemia, 2010. lk. 24-25.

Küttner, R. [Ettekanne Akadeemia üldkogu aastakoosolekul] // Eesti Teaduste Akadeemia aastaraamat 2009. Tallinn : Eesti Teaduste Akadeemia, 2010. lk. 61-62.

Küttner, R., Otto, T. Preface // Estonian journal of engineering (2010) Vol. 16, 4, p. 263.



Laaneots, R., Riim, J., Leibak, A. Evaluation method of coating thickness of coating thickness standard // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [I]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 245-250.

Лаанеотс, Р.А., Риим, Ю.Р. Метод калибровки эталонов толщины покрытия // Системы обработки информации (2010) Выпуск 4 (85), с. 96-100.

Laansoo, A., Kübarsepp, J., Vainola, V. Brazing of TiC cermet to steel // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 480-485.

Latšov, E., Kleesmaa, J., Siirde, A. The impact of pollution charges, ash handling and carbon dioxide to cost competitiveness of fuel sources for energy production in Estonia // Scientific journal of Riga Technical University. Serija 13, Environmental and climate technologies (2010) Vol. 4, p. 58-63.

Latšov, E., Siirde, A. Heat load model for small-scale CHP planning // Proceedings of International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'10) : Granada (Spain), 23th to 25th March, 2010. [S.I.], 2010. [4] p. [CD-ROM].

Lavrentjev, J., Rämmal, H. Acoustic analysis of small engine catalytic converters : SAE 2010-32-0022 // SAE technical papers (2010) [12] p.

Lemmik, R. An OLAP cube based development method of information systems // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, 2010. p. 584-588.

Lemmik, R. Model-driven development method of the virtual data warehouse // BEC 2010 : proceedings of the 12th Biennial Baltic Electronics Conference : October 4–6, 2010, Tallinn, Estonia. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 197-200.

Lemmik, R., Karjust, K., Koov, K. Service oriented and model-driven development methods of information systems // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [III]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 404-408.

Lille, H., Kōo, J., Rjabtšikov, A., Toropov, S., Veinthal, R., Surzhenkov, A. Comparative analysis of residual stresses in flame-sprayed and electrodeposited coatings using substrate deformation and hole-drilling methods // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, 2010. p. 474-479.

Lille, H., Kōo, J., Rjabtšikov, A., Veinthal, R., Mikli, V. Residual stresses and their relaxation in brush-plated gold and silver coatings // Materials engineering & Baltrib 2010 : materials of the XIX-th International Baltic Conference : October 28–29, 2010, Riga, Latvia. Riga, 2010. p. 39.

Lind, L., Peetsalu, P., Põdra, P., Adoberg, E., Veinthal, R., Kulu, P. Description of punch wear mechanism during fine blanking process // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 504-509.

Link, S., Arvelakis, S., Hupa, M., Yrjas, Y., Külaots, I., Paist, A. Reactivity of the biomass chars originating from reed, douglas fir, and pine // Energy & fuels (2010) Vol. 24, 12, p. 6533-6539.

\* Loosaar, J. Tallinna TTK Lämpöteknikan laitos – katlilakoet ja päästömittaukset // XIX Valtakunnalliset päästömittajapäivät, Lahti, 22.–23.04.2010. [Lahti], 2010. p. 34-43.

Loosaar, J. Keskkonnaheitmete alased uuringud TTÜ STIs // Kümme aastat Eesti Soojusinseneride Seltsi 2000–2010. Tallinn, 2010. lk. 34-36.

Lõun, K., Riives, J., Otto, T. Framework for extended use of technological resources in the network of enterprises // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [III]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 316-321.

Majak, J., Pohlak, M. Decomposition method for solving optimal material orientation problems // Composite structures (2010) Vol. 92, 8, p. 1839-1845.

Majak, J., Pohlak, M. Optimal material orientation of linear and non-linear elastic 3D anisotropic materials // Meccanica (2010) Vol. 45, 5, p. 671-680.

Majak, J., Pohlak, M., Eerme, M., Karjust, K., Kers, J. Haar wavelet based discretization technique for analysis and design of composite plate and shell structures // 14th European Conference on Composite Materials : 7–10 June 2010, Budapest, Hungary. Budapest : Budapest University of Technology, 2010. Paper ID: 431-ECCM14, [10] p.

Majak, J., Pohlak, M., Küttner, R., Eerme, M., Karjust, K., Kers, J. A symbolic-numerical algorithm for material parameter identification // Proceedings of the Tenth International Conference on Computational Structures Technology : Valencia, Spain, 14–17 September 2010. Stirlingshire : Civil-Comp Press, 2010. Paper 133. (Civil-Comp proceedings ; 93).

Matsi, B., Otto, T., Roosimölder, L. Productivity in innovation and new product development // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [I]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 142-147.

Moseichuk, V., Bashkite, V., Karaulova, T. Lifecycle extension for industrial equipment // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 364-369.

Нешумаев, Д., Отс, А., Парве, Т., Пиху, Т., Пламус, К., Прикк, А. Особенности сжигания прибалтийских горючих сланцев в котлах с ЦКС // Электрические станции (2010) 8, с. 23-26.

Ots, A. Ash fouling of boiler tubes and thermophysical properties of deposits // Handbook of Combustion. Volume 4, Solid fuels. [Weinheim] : Wiley, 2010. p. 533-555.

Ots, A. Teaduspreemia pikaajalise tulemusliku teadus- ja arendustöö eest : Arvo Ots // Eesti Vabariigi teaduspreemiad 2010. Tallinn : Eesti Teaduste Akadeemia, 2010. lk. 30-50.

Ots, A. Põlevkiviga kaasneva paekivi mõjust protsessidele katlas // Kümme aastat Eesti Soojustehnikainseneride Seltsi 2000–2010. Tallinn, 2010. lk. 23-29.

Pabut, O., Eerme, M., Majak, J., Pohlak, M. Design optimization of structural components for fatigue loading // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [I]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 131-135.

Paist, A. Eesti Soojustehnikainseneride Selts – soojustehnikainseneride taimelava // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 36-39.

Paist, A., Kask, Ü. Kohalik kütus – biomass // Elektriala (2010) 5, lk. 7-9.

Paist, A., Kask, Ü. Biokütuste alarstest uuringutest TTÜ STIs // Kümme aastat Eesti Soojusinseneride Seltsi 2000–2010. Tallinn, 2010. lk. 30-33.

Peetsalu, P., Resev, J., Ruus, A., Menind, A., Kers, J., Sepper, S., Olt, J. Preliminary investigation into mechanical properties of clay reinforced with natural fibres // Agronomy research (2010) Vol. 8, S1, p. 201-207.

Peetsalu, P., Saarna, M., Adoberg, E., Kulper, E., Lind, L., Kulu, P. Evaluation of punch wear resistance during industrial test // Acta metallurgica Slovaca conference (2010) 1, p. 105-110.

Penkov, I., Pappel, T. The bushes wear of conveyor chains // Machines, technologies, materials : [virtual journal] (2010) IV, 8/9, p. 37-39.

\* Pertmann, I. Wind measurements in Estonia // Proceedings of CYSENI 2010 : the 7th Annual Conference of Young Scientists on Energy Issues : May 27–28, 2010, Kaunas, Lithuania. Kaunas : Lithuanian Energy Institute, 2010. p. 57-66.

Pertmann, I., Selg, V. Tuuleenergeetika arengust maailmas ning uuringutest Tallinna Tehnikaülikoolis // Keskkonnatehnika (2010) 8, lk. 12-14.

Pertmann, I., Selg, V. Tuuleenergeetika // Kümme aastat Eesti Soojusinseneride Seltsi 2000–2010. Tallinn, 2010. lk. 49-53.

Pirso, J., Viljus, M., Juhani, K., Kuningas, M. Three-body abrasive wear of TiC-NiMo cermets // Tribology international (2010) Vol. 43, 1/2, p. 340-346.

Pirso, J., Viljus, M., Juhani, K., Letunoviš, S. Reactive carburizing sintering // High temperature processes in chemical engineering. [S.l.] : Verlag ProcessEng Engineering GmbH, 2010. p. 309-334.

Podgursky, V., Nisumaa, R., Adoberg, E., Surzhenkov, A., Sivitski, A., Kulu, P. Comparative study of surface roughness and tribological behavior during running-in period of hard coatings deposited by lateral rotating cathode arc // *Wear* (2010) Vol. 268, 5/6, p. 751-755.

Pohlak, M., Majak, J., Karjust, K., Küttner, R. Multi-criteria optimization of large composite parts // *Composite structures* (2010) Vol. 92, 9, p. 2146-2152.

Polyantchikov, I., Pribytkova, M., Ševtšenko, E. Challenges and prospective of maintenance in SMEs Collaborative Network // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 126-130.

Polyantchikov, I., Pribytkova, M., Shevtshenko, E., Kangilaski, T. E-maintenance framework for the collaborative network of SME-s // *Annals of DAAAM for 2010 & proceedings of the 21st International DAAAM Symposium "Intelligent Manufacturing & Automation : Focus on Interdisciplinary Solutions"* : 20–23rd October 2010, Zadar, Croatia. Vienna : DAAAM International Vienna, 2010. p. 877-878.

Polyantchikov, I., Shevtshenko, E. Collaborative framework for virtual organisation // *Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering* : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 398-403.

Poobus, A. Soojus- ja massilevi alased uuringud TTÜ STIs // *Kümme aastat Eesti Soojusinseneride Seltsi 2000–2010*. Tallinn, 2010. lk. 54-57.

Portjanski, L., Nekrassov, G., Zahharov, R., Shevtshenko, E. Logbuild - CAD/CAM system for log houses // *Mechanika* (2010) 6, p. 58-65.

Pribytkova, M., Polyantchikov, I., Karaulova, T. Influence of variability on a reliable production process // *Annals of DAAAM for 2010 & proceedings of the 21st International DAAAM Symposium "Intelligent Manufacturing & Automation : Focus on Interdisciplinary Solutions"* : 20–23rd October 2010, Zadar, Croatia. Vienna : DAAAM International Vienna, 2010. p. 329-330.

Pribytkova, M., Polyantchikov, I., Karaulova, T. Statistical process control for production process reliability management // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 134-137.

Põlder, A. Analysis of the quality problems of marking saw material in the sawmill // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power

Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 185-189.

Põlder, A. Modified fingerprint method for traceability enhancement of marked products // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 121-125.

Põlder, A., Abiline, I., Tamre, M. Automatic visual code quality evaluation for wood industry // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 554-559.

Randmaa, M. Sustainable RFID rack assembly solution for mobile robot platform manufacturing // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 198-201.

Randmaa, M., Sonk, K. Virtual product developing environment in customer-centered design approach // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [I]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 72-77.

Reedik, V. Tehnokraatiast ja poliitikast // Inseneeria (2010) 5, lk. 18-19.

Reedik, V. Õppemaksu sisseseadmine oleks ränk hoop meie kõrgharidusele // Inseneeria (2010) 10, lk. 38-41.

Reedik, V. Kuidas Eesti rahvas tööstusrobotitega tuttavaks sai // Inseneeria (2010) 3, lk. 26-27.

Riim, J. Topographical calibration method of coating thickness standards // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [I]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 238-244.

Riives, J. Innovaatilise äristruktuuri ja kõrgtehnoloogia aeg // Inseneeria (2010) 1, lk. 44-47.

Riives, J., Roosimölder, L. Teadmistepõhise tootmise arendus // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 25-28.

Ryabchikov, A., Lille, H., Toropov, S., Kõo, J., Pihl, T., Veinthal, R. Influence of pretreatment of substrate surface on residual stresses in different cold spray coatings // Materials engineering & Baltrib 2010 : materials of the XIX-th International Baltic Conference : October 28–29, 2010, Riga, Latvia. Riga, 2010. p. 23.

Roos, I. Kasvuhoonegaaside emissioon energeetika sektorist // Kümme aastat Eesti Soojusinseneride Seltsi 2000–2010. Tallinn, 2010. lk. 37-41.

Roosaar, T., Kübarsepp, J., Klaassen, H. Wear performance of WC- and TiC-based ceramic and metal composites // Materials engineering & Baltrib 2010 : materials of

the XIX-th International Baltic Conference : October 28–29, 2010, Riga, Latvia. Riga, 2010. p. 28.

Rušeljuk, P. Heat balance of the CFB boiler // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektrijs, 2010. p. 244-249.

Rämmal, H., Åbom, M., Tiikoja, H., Bodén, H. Experimental facility for the complete determination of sound transmission in turbochargers : SAE 2010-01-1424 // SAE technical papers (2010) [9] p.

\* Rämmal, H., Galindo, J. The passive acoustic effect of turbo-compressors // 9th International Conference on Turbochargers and Turbocharging : London, UK, 2010. [S.l.], 2010.

\* Rämmal, H., Lavrentjev, J., Tiikoja, H. On the acoustic reflection at pipe opening // Proceedings of the 17th International Congress on Sound & Vibration (ICSV17) : Cairo, 18–22 July 2010. Cairo : International Institute of Acoustic and Vibration, 2010. [8] p.

Sarkans, M., Roosimölder, L. Implementation of robot welding cells using modular approach // Estonian journal of engineering (2010) Vol. 16, 4, p. 317-327.

Sarkans, M., Roosimölder, L. Welding robot cell implementation in SME-s using modular approach – case study // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 578-583.

\* Satrapinski, A., Kūbasepp, T., Märtens, O. Verification of performance of commercial LCR meters // Conference on Precision Electromagnetic Measurements, DCC, Daejeon, Korea. [S.l.], 2010.

Seiler, S., Sell, R. Virtual academy platform supported by a semantic knowledge base // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 566-571.

Sell, R., Leomar, P. Universal navigation algorithm planning platform for unmanned systems // Mechatronic systems and materials : mechatronic systems and robotics. Switzerland : Trans Tech Publications Ltd, 2010. p. 405-410. (Solid state phenomena ; Vol. 164).

Sell, R., Seiler, S. Combined robotic platform for research and education // Proceedings of SIMPAR 2010 Workshops : Intl. Conf. on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots : Darmstadt (Germany), November 15–16, 2010. [Darmstadt], 2010. p. 522-531.

\* Sergejev, F. Local tribo-mechanical properties of TiC-based cermets by nanoindentation // Proceedings of 14th Nordic Symposium on Tribology : NORDTRIB 2010 : 08.06–11.06.2010, Storforsen, Sweden. Lulea : Lulea University of Technology, 2010. [8] p. [CD-ROM].

\* Sergejev, F., Klaasen, H., Kübarsepp, J., Traksmaa, R. Effect of microstructure and residual stresses on the wear resistance and durability of steel bonded TiC cermets // Abstracts of International Conference on Fatigue Damage of Structural Materials – ICFDSM VIII, 18–24 September 2010. Hyannis : Oxford Abstracts Ltd, 2010. [1] p.

\* Shishkin, A., Mironov, V., Goljandin, D., Lapkovsky, V. Mechanical disintegration of Al-W-B waste material // World PM2010 proceedings. Vol. 2, Sintering, Secondary and Finishing Operations, Full Density and Alternative Consolidation. Schremsbury : European Powder Metallurgy Association, 2010. p. 597-601.

Shvarts, D., Tamre, M. Review of methods for estimation of 2D homography // 9th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering". Doctoral School of Energy and Geotechnology. II : Pärnu, Estonia, June 14–19, 2010. [Tallinn] : Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, [2010]. p. 204-208.

Shvarts, D., Tamre, M. Computer vision in applications of adaptive management // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 212-215.

Siirde, A. Põlevkiviõli tootmise konkurentsivõimelisus uues, aastatel 2013–2020 rakenduva kasvuhoonegaaside kauplemise süsteemis // Innovaatilised lahendused ja säästvad tehnoloogiad : konverents 2010. Kohtla-Järve, 2010. lk. 15-16.

Sonk, K., Otto, T. Overview of e-manufacturing practices and possibilities // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 208-211.

Soosaar, S. Energiamaajanduse arengust Eestis // Kümme aastat Eesti Soojusinseneride Seltsi 2000–2010. Tallinn, 2010. lk. 42-48.

Surženkov, A., Kulu, P., Viljus, M., Vallikivi, A., Latokartano, J. Microstructure and wear resistance of the laser hardened PM tool steel Vanadis 6 // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 486-491.

Surženkov, A., Podgurski, V., Viljus, M., Adoberg, E., Nanits, M., Kulu, P., Veinthal, R. Influence of drag finishing to dry sliding wear behaviour of PVD nanocomposite nACo coating during running-in // Materials engineering & Baltrib 2010 : materials of the XIX-th International Baltic Conference : October 28–29, 2010, Riga, Latvia. Riga, 2010. p. 26.

Surženkov, A., Sarjas, H., Mikli, V., Tarbe, R., Vallikivi, A., Kulu, P. Abrasive wear resistance of the composite Fe alloy - recycled hardmetal based HVOF sprayed coatings // Materials engineering & Baltrib 2010 : materials of the XIX-th International Baltic Conference : October 28–29, 2010, Riga, Latvia. Riga, 2010. p. 24.

Zahharov, R., Bashkite, V., Karaulova, T., Miina, A. Industrial building life cycle extension through concept of modular construction // Annals of DAAAM for 2010 & proceedings of the 21st International DAAAM Symposium "Intelligent Manufacturing & Automation : Focus on Interdisciplinary Solutions" : 20–23rd October 2010, Zadar, Croatia. Vienna : DAAAM International Vienna, 2010. p. 805-806.

Tammaru, T. Excellence models and national quality promotion in Estonia // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 409-414.

Tammaru, T. Kvaliteedijuhi pädevuskoolitus 1999 – 2011 // Eesti Kvaliteediühing 20-aastane (1990–2010). [Tallinn] : Eesti Kvaliteediühing, [2010]. lk. 144-150.

Tamre, M., Juurma, M., Põlder, A. "Indisputable key" – toodangu jälgitavus puidutööstuses // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 32-35.

Tiidemann, T. Kuidas süsteemselt mõelda, et luua ja leiutada? // HEI = Hea Eesti Idee (2010) märts, lk. 44.

Tiidemann, T. TRIZ kui loova mõtteviisi arendamine ja elu läbiv strateegia // Inseneeria (2010) 7, lk. 14-16.

Tiidemann, T. Vastuolude lahendamise 40 võtet : TRIZ // Inseneeria (2010) 8, lk. 26-27.

\* Tiikoja, H., Rämmal, H., Åbom, M., Bodén, H. Testrig for complete acoustic characterization of turbochargers // International Aeronautics and Aeroacoustics Conference, Stockholm, Sweden, 07–09 June, 2010. [S.l.], 2010.

Tiimus, K., Tamre, M. Camera gimbal control system for unmanned platforms // 8th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology. II. [Tallinn] : Elektriajam, 2010. p. 202-207.

Tiimus, K., Tamre, M. Camera gimbal control system for unmanned platforms // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 560-565.

Tähemaa, T., Karjust, K., Pohlak, M. ERP and PLM resources in Estonian SMEs // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 386-391.

Veinthal, R. Triboloogia-alasest tegevusest materjalitehnika instituudis // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 29-31.



Veinthal, R., Sergejev, F., Yaldiz, C.E., Mikli, V. Impact wear performance of thin hard coatings on TiC cermets // 18th IFHTSE Congress : 2010 July 26th to 30th, Rio de Janeiro, Brazil. Rio de Janeiro, 2010. p. 5046-5056. [CD-ROM].

Velsker, T., Majak, J., Eerme, M., Pohlak, M. Double-curved surface forming process modeling // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [I]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 257-262.

Vlad, M., Szczerek, M., Michalczewski, R., Antonov, M. The wear mechanism in heavy-loaded lubricated coated/steel sliding contacts // Tribologia (2010) XLI, 6, p. 153-168.

Volkova, A., Hlebnikov, A., Siirde, A. Defining of eligible capacity for biomass cogeneration plants in small towns in Estonia // Proceedings of International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'10) : Granada (Spain), 23th to 25th March, 2010. [S.l.], 2010. [5] p. [CD-ROM].

Volkova, A., Latšov, E., Siirde, A. Use of multi-criteria decision analysis for choosing an optimal location for a wood fuel based cogeneration plant : a case study in Estonia // Proceedings of the 6th WSEAS International Conference on Energy, Environment, Ecosystems and Sustainable Development (EEESD'10) : Timisoara, Romania, October 21–23, 2010 : Selected Topics in Energy, Environment, Sustainable Development and Landscaping. [S.l.] : WSEAS, 2010. p. 89-94.

Volkova, A., Latšov, E., Siirde, A. Selection of the most appropriate regions for wood fuel based cogeneration plants using multicriteria decision analysis methods // International journal of energy (2010) Vol. 4, 2, p. 29-36.

Volkova, A., Siirde, A. Efficiency assessment of support mechanisms for wood-fired cogeneration development in Estonia // Scientific journal of Riga Technical University. Serija 13, Environmental and climate technologies (2010) Vol. 4, p. 116-122.

\* Volovitch, P., Abdel Aal, A., Lefevre, G. Role of alloying elements for improved corrosion resistance of Zn-Al-Mg coatings on steel // The European Corrosion Congress : EuroCorr2010 : Moscow, Russia 2010. [Moscow], 2010.

Väljaots, E., Sell, R. Measurement method and device for vehicle dynamics // Proceedings of the 7th International Conference of DAAAM Baltic Industrial Engineering : 22–24th April 2010, Tallinn, Estonia. [II]. Tallinn : Tallinn University of Technology, c2010. p. 536-541.

## SOTSIAALTEADUSKOND

### *Raamatud*

Albrant, M., Haruoja, M., Käsper, K., Kübar, U., Meior, M. Human rights in Estonia 2008–2009 : Annual Report of the Human Rights Centre at the Tallinn Law School of the Tallinn University of Technology. Tallinn : Tallinn University of Technology Press, 2010. 62 p.

Albrant, M., Haruoja, M., Käsper, K., Kübar, U., Meior, M. Inimõigused Eestis 2008–2009 : Tallinna Tehnikaülikooli õiguse instituudi inimõiguste keskuse aastaaruanne. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikooli, 2010. 59 lk.

Албрант, М., Харуоя, М., Кяспер, К., Кюбар, У., Мейорг, М. Права человека в Эстонии 2008–2009 : годовой обзор Центра по правам человека Института права Таллиннского технического университета. Таллинн : Издательство Таллиннского технического университета, с2010. 72 с.

Braunerhjelm, P., Halldin, T., Heum, P., Kalvet, T., Pajarinen, M., Pedersen, T., Ylä-Anttila, P. Large firm dynamics on the Nordic-Baltic scene : implications for innovation and growth. Bergen : Institute for Research in Economics and Business Administration, 2010. 157 p. (SNF report ; 1/10).

Carvalho, F., Kregel, J. What do financial system and financial regulation do?. Rio de Janeiro : IBASE, 2010. 34 p.

Drechsler, W. (ed.). Halduskultuur. Vol. 11 (no. 1, no. 2). [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. 254 p.

Drechsler, W., Moody, R., Pollitt, C., Vintar, M. (eds.). The NISPAcee journal of public administration and policy. Volume III, Number 2, Winter, Special issue : Public management now and in the future : does technology matter?. [S.l.] : NISPAcee Press, 2010/2011. 130 p.

Hazak, G. Kilde ja mõtteid : elust. Ülikoolist. Õigusest. Poliitikast. Tallinn : TTÜ, 2010. 194 lk., [25] lk. must-valged fotod.

Kalvet, T., Karo, E., Kattel, R. (toim.) Eesti ettevõtete uued võimalused – ärimudelid, avatud innovatsioon ja riigi valikud [Võrguteavik]. Tallinn : Eesti Vabariigi Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2010. 98 lk. (Innovation studies ; 14).

Karo, E., Kattel, R. Is 'Open innovation' re-inventing innovation policy for catching-up economies? [Electronic resource]. [Tallinn], 2010. 31 p. (Working papers in technology governance and economic dynamics / The Other Canon and Tallinn University of Technology ; 30).

Kregel, J. Fiscal responsibility : what exactly does it mean?. [S.l.] : Levy Economics Institute of Bard College, 2010. 19 p. (Working Paper / Levy Economics Institute of Bard College ; No. 602).

Kregel, J. Is reregulation of the financial system an oxymoron?. [S.l.] : Levy Economics Institute of Bard College, 2010. 13 p. (Working Paper / Levy Economics Institute of Bard College ; No. 585).

Kregel, J. Is this the Minsky moment for reform of financial regulation?. [S.l.] : Levy Economics Institute of Bard College, 2010. 22 p. (Working Paper / Levy Economics Institute of Bard College ; No. 586).

Kregel, J. No going back : why we cannot restore Glass-Steagall's segregation of banking and finance. [S.l.] : Levy Economics Institute of Bard College, 2010. 17 p. (Public policy brief / Levy Economics Institute of Bard College ; No. 107).

Lang, S. Transformations in European R&D and regional policies within the multi-level governance framework : the changing nature of the European Union ten years after the launch of the Lisbon strategy. Tallinn : TUT Press, 2010. 147 p. (Theses of Tallinn University of Technology. I, Thesis on social sciences ; 13).

Linnas, R. An integrated model of audit, control and supervision of the local government sector : the case of Estonia. Tallinn : TUT Press, 2010. 139 p. (Theses of Tallinn University of Technology. I, Thesis on social sciences ; 12).

Linnas, R. New approach to audit, control and supervision of the local government : the case of Estonia. Saarbrücken : Lambert Academic Publishing, 2010. 184 p.

Papp, Ü.-M. (koost.). Võrdse kohtlemise seadus : käsiraamat. [Tallinn] : TTÜ, c2010. 180 lk.

Perez, C. The financial crisis and the future of innovation : a view of technical change with the aid of history [Electronic resource]. [Tallinn], 2010. 42 p. (Working papers in technology governance and economic dynamics / The Other Canon and Tallinn University of Technology ; 28).

Raska, E. Olemise õigus. Tallinn : Sisekaitseakadeemia, 2010. 152 lk.

Raudla, R. Constitution, public finance, and transition. Frankfurt am Main : Peter Lang Europäischer Verlag der Wissenschaften, 2010. 454 p.

Rummel, K. Creating coherent texts in English as a foreign language : theory and practice. Tartu : Tartu University Press, 2010. 335, [1] p. (Dissertationes philologiae anglicae Universitatis Tartuensis ; 5).

Tsipouri, L., Edler, J.,... Kalvet, T., ... et al. (comp.). Risk management in the procurement of innovation : concepts and empirical evidence in the European Union. Luxembourg : European Commission, Directorate-General for Research, 2010. 124 p.

### ***Artiklid***

Ala-Mutka, K., Gaspar, P., Kismihok, G., Suurna, M., Vehovar, V. Status and developments of eLearning in the EU10 Member States : the cases of Estonia, Hungary and Slovenia // European journal of education (2010) Vol. 45, 3, p. 494-513.

De Jong, J.P.J., Kalvet, T., Vanhaverbeke, W. Exploring a theoretical framework to structure the public policy implications of open innovation // *Technology analysis & strategic management* (2010) Vol. 22, 8, p. 877-896.

Drechsler, W. Nanotechnology, governance and public management : a technoeconomic paradigms perspective // *NISPAcee journal of public administration and public policy* (2010) Vol. 3, 2, p. 69-85.

Drechsler, W. TED : TransEuropean Dialogues between NISPAcee and EGPA // *The European Group for Public Administration (1975-210) : perspectives for the future*. Brussels : Bruylant, 2010. p. 247-249.

Drechsler, W. Rudolf Bultmann : eine Biographie by Konrad Hammann // *The journal of ecclesiastical history* (2010) Vol. 61, 2, p. 428-430.

Jokinen, P., Kull, M., Muilu, T., Schuurman, N., Sireni, M., Vihinen, H. Pohjoismaisten maaseutututkijoiden vuoropuhelu käynnistyi Ruotsissa // *Maaseudun uusi aika : maaseutututkimuksen ja -politiikan aikakauslehti* (2010) 18, 2, s. 80-83.

Järvalt, J., Randma-Liiv, T. Public sector HRM : the case of no central human resource strategy // *Baltic journal of management* (2010) Vol. 5, 2, p. 242-256.

Kaevats, Ü. Üks karjapäev kümne koolipäeva vastu // *Ajast, mis pole minevik*. [Tallinn] : Sihtasutus Kultuurileht, 2010. lk. 125-126.

Kalvet, T. Business models of the largest enterprises in a small country context: the case of Estonia // *Halduskultuur = Administrative culture*. Vol. 11, no. 1. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 128-151.

Kalvet, T. Policy paper on innovation : Estonia // *Expert evaluation network delivering policy analysis on the performance of cohesion policy 2007–2013*. Brussels : DG Regional Policy, 2010. 30 p.

Kalvet, T. Country report on achievements of cohesion policy : Estonia // *Expert evaluation network delivering policy analysis on the performance of cohesion policy 2007–2013*. Brussels : DG Regional Policy, 2010. 51 p.

Kalvet, T. Teaduspõhised IKT üksused ja avatud innovatsioon // *Eesti ettevõtete uued võimalused – ärimudelid, avatud innovatsioon ja riigi valikud* [Võrguteavik]. Tallinn : Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2010. lk. 44-50. (Innovation Studies ; 14).

Kalvet, T., Karo, E. Uued arengud lähenemisel innovatsioonile : avatud innovatsioon // *Eesti ettevõtete uued võimalused – ärimudelid, avatud innovatsioon ja riigi valikud* [Võrguteavik]. Tallinn : Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2010. lk. 10-16. (Innovation studies ; 14).

Karo, E. Improving governance of science and innovation policies, or just bad policy emulation? The case of the Estonian R&D system // *Halduskultuur = Administrative culture*. Vol. 11, nr. 2. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 174-201.

Karo, E. Riiklik T&A süsteemi valitsemine ja avatud innovatsioon // *Eesti ettevõtete uued võimalused – ärimudelid, avatud innovatsioon ja riigi valikud* [Võrguteavik].

Tallinn : Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2010. lk. 62-75. (Innovation Studies ; 14).

Karo, E., Kattel, R. Coordination of innovation policies in the catching-up context : a historical perspective on Estonia and Brazil // International journal of technological learning, innovation and development (2010) Vol. 3, 4, p. 293-329.

Karo, E., Kattel, R. Avatud innovatsioon ja arengud innovatsioonisüsteemis ja - poliitikates ning poliitikasooitused Eestile // Eesti ettevõtete uued võimalused – ärimudelid, avatud innovatsioon ja riigi valikud [Võrguteavik]. Tallinn : Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2010. lk. 85-94. (Innovation Studies ; 14).

Karo, E., Kattel, R. The copying paradox : why converging policies but diverging capacities in Eastern European innovation systems? // International journal of institutions and economies (2010) Vol. 2, 2, p. 167-206.

Karo, E., Kattel, R., Kalvet, T. Avatud innovatsioon ning selle tähendus Eesti ettevõttele ja innovatsioonipoliitikale // Riigikogu Toimetised (2010) 21, lk. 61-74.

Kattel, R. Financial and economic crisis in Eastern Europe // Journal of post Keynesian economics (2010) Vol. 33, 1, p. 41-60.

Kattel, R., Kalvet, T., Randma-Liiv, T. Small states and innovation // Small states in Europe : challenges and opportunities. Aldershot : Ashgate, 2010. p. 65-85.

Kattel, R., Lember, V. Public procurement as an industrial policy tool : an option for developing countries? // Journal of public procurement (2010) Vol. 10, 3, p. 368-404.

Kattel, R., Pajula, H. HEI kutsus innovatsiooni ja innovatsioonipoliitika teemadel vestlema Tallinna Tehnikaülikooli professori Rainer Katteli ja SEB ökonomisti Hardo Pajula : [intervjuu] // HEI = Hea Eesti Idee (2010) apr., lk. 12-14.

Kattel, R., Randma-Liiv, T. Estonian PA and PA in Estonian // The European Group for Public Administration (1975-210) : perspectives for the future. Brussels : Bruylant, 2010. p. 184-195.

Kerikmäe, T. Consensus facit legem // Olemise õigus. Tallinn : Sisekaitseakadeemia, 2010. lk. 7-10.

Kerikmäe, T. Euroopa Zeitgeist ja Eesti valikud põhiseaduslikkuse mõtestamisel // Iganenud või igavene? : tekste kaasaegsest suveräänsusest. Tartu : Tartu Ülikool, 2010. lk. 157-185.

\* Kipper, H., Rüttnann, T. Contemporary teaching strategies and models capacitating critical thinking and deep understanding in teaching engineering [Electronic resource] // Proceedings of the Joint International IGIP-SEFI Annual Conference 2010. Diversity unifies – Diversity in Engineering Education : 19th to 22th September 2010, Trnava, Slovakia. Brussel : SEFI, 2010. IDPap 1173 [8] p. [CD-ROM].

Kipper, H., Rüttnann, T. Strategies and techniques of questioning effectuating thinking and deep understanding in teaching engineering at Estonian Centre for

Engineering Pedagogy // Problems of education in the 21st century (2010) Vol. 19, p. 36-45.

Kipper, H., Rütümann, T. Design of the curriculum for continuing education of engineering educators at Tallinn University of Technology // Problems of education in the 21st century (2010) Vol. 23, p. 87-96.

Kostakis, V. Open source approach to public policy : the cases of ERT and OLPC in Greece // The politics of open source : journal of information technology and politics, thematics conference (2010) Vol. 1, 1, p. 186-199.

Kostakis, V. Peer governance and Wikipedia : identifying and understanding the problems of Wikipedia's governance // First monday : journal on the Internet (2010) Vol. 15, 3,

Kregel, J. Background considerations to a re-regulation of the U.S. financial system : third time a charm? Or strike three? // Time for a visible hand : lessons from the 2008 World financial crisis. Oxford : Oxford University Press, 2010. p. 62-75.

Kregel, J. Keynes's influence on modern economics : some overlooked contributions of Keynes's theory of finance and economic policy // The return to Keynes. [Harvard] : Harvard University Press, 2010. p. 241-256.

Kregel, J. Is this the Minsky Moment for reform of financial regulation? // The World economy in crisis – the return of Keynesianism?. Marburg : Metropolis Verlag, 2010. p. 223-244. (Series of studies of the research network macroeconomics and macroeconomic policies ; Volume 13).

Kregel, J. Reforms without politicians : what we can do today to straighten out financial markets // One-Pager / Levy Economics Institute of Bard College (2010) 2, p. 1.

Kregel, J. A new Triffin Paradox for the global economy? // Production, distribution and trade : alternative perspectives : essays in honour of Sergio Parrinello. London : Routledge, 2010. p. 208-215. (Routledge studies in the history of economics ; 12).

Kregel, J. What would Minsky have thought of the mortgage crisis? // The Elgar Companion to Hyman Minsky. [S.l.] : Edward Elgar, 2010. p. 31-46.

Kregel, J. Can a return to Glass-Steagall provide financial stability in the US financial system? // PSL quarterly review (2010) Vol. 63, n. 252, p. 39-76.

Kull, M., Onkalo, P., Vihinen, H. New institutional arrangements and rural development : cooperation in the municipality of Kittilä // Networking the rural : the future of green regions in Europe. [Assen] : Royal Van Gorcum, 2010. p. 66-91.

\* Kull, M., Vihinen, H. Maaseutu – väliinpuotoajasta vastuunkantajaksi : kirjaarvostelu : (Maaseutu – väliinpuotoajasta vastuunkantajaksi : maaseutupolitiikan itsenäistyminen alue- ja maatalouspolitiikan puristuksesta / Eero Uustalo. Helsinki, 2009) // Poliitikka : valtiotieteellisen yhdistyksen julkaisu (2010) Vol. 52, 2, s. 154-156.

Lang, S. Ouvrir la "black box" – approche de la notion d'acteur de la coopération transfrontalière // Vivre et penser la coopération transfrontalière (Volume 1) : les

régions frontalières françaises. Stuttgart : Franz Steiner Verlag GmbH, 2010. S. 169-190. (Studien zur Geschichte der Europäischen Integration (SGEI) ; Band 5).

Lember, V. Dear readers // Halduskultuur = Administrative culture. Vol. 11, no. 1. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 152-153.

Lember, V., Kriz, K.A. Purchase-of-service contracting in Estonia // Halduskultuur = Administrative culture. Vol. 11, no. 2. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 239-254.

Lillemets, K. Maksumoraal, selle mõjutegurid, hindamise võimalused ja probleemid Eesti näitel // Eesti majanduspoliitilised väitlused. XVIII. Tallinn : Mattimar, 2010. lk. 81-84.

Lindpere, H. The Rotterdam Rules from an Estonian perspective // The journal of international maritime law (2010) Vol. 16, 3, p. 243-246.

Lumi, O., Uudelepp, A., Tabur, L. Politsei- ja Piirivalveameti loomine : ühendamise tagamaad, protsess ja analüüs // Sisekaitseakadeemia Toimetised (2010) Vol. 9, lk. 7-32.

Lõhmus, M. Eesti 1930. aastate lõpu omavalitsusreform tänapäeva omavalitsusväärtuste valguses // Riigikogu Toimetised (2010) 22, lk. 69-79.

Löökene, I. Akadeemik professor Uno Mereste (27.05.1928–06.12.2009) : in memoriam // Eesti majanduspoliitilised väitlused. XVIII. Tallinn : Mattimar, 2010. lk. 153-160.

Madise, Ü., Maaten, E. Internet voting in Estonia // e-democracy : a group decision and negotiation perspective. Dordrecht : Springer, 2010. p. 301-321. (Advances in Group Decision and Negotiation ; Volume 5).

Madise, Ü., Vinkel, P. TIC, votacions per Internet i altres serveis electronics a Estonia // EINES 12 : Política 2.0. Barcelona : Fundacio Josep Irla, 2010. p. 59-67.

Mäeltsemees, S. Position of capital cities in Baltic Sea economic area // Baltic Business and Socio-Economic Development 2007 : 3rd International Conference Tallinn, Estonia, June 17–19, 2007. Berlin : Berliner Wissenschafts-Verlag, 2010. p. 615-629. (Regional business and socio-economic development ; Bd. 1).

Mäeltsemees, S. PPP projektid regionaalses sotsiaalmajanduslikus arengus // Eesti majanduspoliitilised väitlused. XVIII. Tallinn : Mattimar, 2010. lk. 90-94.

\* Mäeltsemees, S., Lõhmus, M. The impact of economic recession on the revenue base of local governments in Estonia // The results of statistical scientific research 2010. Riga : Latvijas Republikas Centrālā statistikas pārvalde, 2010. p. 175-187.

Näpinen, L. On the unfitnes of the exact sciences for the understanding of nature // *Historiae Scientiarum Baltica* 2010 : Tallinn, October 8–9, 2010 : abstracts of the XXIV International Baltic Conference on the History of Science. Tallinn : Tallinn University of Technology, 2010. p. 19-21.

Nyman-Metcalf, K. Incitement or free speech? Legal limits to freedom of expression // *Proceedings of the Institute for European Studies : journal of Tallinn University of Technology* (2010) 8, p. 165-178.

Nyman-Metcalf, K. Mõningad vaatekohad Euroopa õiguse ja põhiseaduse vahekorrale. Kas Euroopa Liit on riik? // *Juridica* (2010) 5, lk. 346-353.

Parts, V., Veldre, V. Demograafiline ülevaade // *Noortemonitor* 2009. Tallinn : Eesti Noorsootöö Keskus, 2010. lk. 5-13.

Perez, C. Technological revolutions and techno-economic paradigms // *Cambridge journal of economics* (2010) Vol. 34, 1, p. 185-202.

Pérez, C. Dinamismo tecnológico e inclusión social en América Latina : una estrategia de desarrollo productivo basada en los recursos naturales // *Revista CEPAL* (2010) 100, p. 123-145.

Perez, C. Technological dynamism and social inclusion in Latin America : a resource-based production development strategy // *Cepal review* (2010) 100, p. 121-141.

Pijetlovic, K. Another classic of EU sports jurisprudence : legal implications of *Olympique Lyonnais SASP v Olivier Bernard and Newcastle UFC (C-325/08)* // *European law review* (2010) Vol. 35, 6, p. 857-868.

\* Pijetlovic, K. Analysis of recent developments in EU sports law : Lisbon Treaty and Case C-325/08 Bernard // *16th World Congress on Sports Law : South Korea, Seoul, 24–28 November 2010. Seoul, 2010. p. 521-522.*

\* Pijetlovic, K. Legal analysis of the ECJ judgement in C-325/08 BERNARD // *International Sports Law and Business Conference : Istanbul, 6–7 September 2010. Istanbul, 2010.*

Pärnamets, R., Parts, V. Noored ja religioon // *Noortemonitor* 2009. Tallinn : Eesti Noorsootöö Keskus, 2010. lk. 185-193.

Randma-Liiv, T. Introduction // *Halduskultuur = Administrative culture. Vol. 11, no. 1. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 4-6.*

\* Randma-Liiv, T., Liiv, D., Lepp, Ü. A kormány és a civil szektor viszonyának intézményesítése: az észt „paktum” // *Civil Szemle* (2010) Vol. 7, 3, p. 45-62.

Raudla, R. Explaining constitution-makers' preferences : the cases of Estonia and the United States // *Constitutional political economy* (2010) Vol. 21, 3, p. 249-269.

Raudla, R. The evolution of budgetary institutions in Estonia : a path full of puzzles? // *Governance* (2010) Vol. 23, 3, p. 463-484.

Raudla, R. Governing budgetary commons : what can we learn from Elinor Ostrom? // *European journal of law and economics* (2010) Vol. 30, 3, p. 201-221.

Reinert, E.S., Amañzo, Y.E., Kattel, R. The economics of failed, failing, and fragile states : productive structure as the missing link // *Towards new developmentalism : market as means rather than master. London : Routledge, 2010. p. 59-68.*



\* Rüttnann, T., Kipper, H. Continuing education for engineers in the field of teaching engineering at Tallinn University of Technology // 2010 World Engineering Education Forum, 9th ASEE Global Colloquium on Engineering Education, National University of Singapore & Institution of Engineers, October 18–21, 2010. [S.l.] : ASEE, 2010. [13] p. [DVD-ROM].

Salu, M., Kattel, R. Avaliku sektori innovatsioon : on või ei ole? : [räägib R. Kattel] // HEI = Hea Eesti Idee (2010) juuni, lk. 8-9.

Sarapuu, K. Comparative analysis of state administrations: the size of state as an independent variable // Halduskultuur = Administrative culture. Vol. 11, no. 1. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 30-43.

Selg, P. Kes kardab John Rawlsi? // Akadeemia (2010) 8, lk. 1401-1427

Selg, P. Sattumuslikkus, hegemoonia ning õiglus : John Rawls ja radikaalne demokraatia // Studia philosophica (2010) Vol. 3, 1, p. 39-72.

Selg, P. Toward a semiotic model of democracy // Applied semiotics = Sémiotique appliquée (2010) Vol. 10, 25, Political discourse = Le discours politique, p. 22-54.

Selg, P., Ventsel, A. An outline for a semiotic theory of hegemony // Semiotica (2010) Vol. 182, p. 443-474.

Suurna, M. Ärimudelid biotehnoloogia valdkonnas: Eesti näide // Eesti ettevõtete uued võimalused – ärimudelid, avatud innovatsioon ja riigi valikud [Võrguteavik]. Tallinn : Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2010. lk. 27-43. (Innovation studies ; 14).

Suurna, M., Kattel, R. Europeanization of innovation policy in Central and Eastern Europe // Science and public policy (2010) Vol. 37, p. 646-664.

\* Teichmann, M. Baltic area alliance // ENOP newsletter (2010) 58, p. 13-14.

Teichmann, M. Ebaõnnestumised tööl lähevad hinge? Võta kergemalt – see tuleb kõik ajaloost! // Director (2010) 2, lk. 22-23.

Teichmann, M. Akadeemilise personali tööstressorid // Eesti Töötervishoid (2010) 3, lk. 37-41.

Teichmann, M., Ilvest, J. Sources of occupational stress in technical university academics // Latest Trends on Engineering Education : 7th WSEAS International Conference on Engineering Education (EDUCATION '10) : International Conference on Education and Educational Technologies : Corfu Island, Greece, July 22–24, 2010. [S.l.] : WSEAS, 2010. p. 448-453. (Mathematics and computers in science engineering : a series of reference books and textbooks).

Teichmann, M., Laane, K., Aczel, B., Dickinson, A. Tööl esinevate positiivsete emotsioonide põhused // Eesti Töötervishoid (2010) 2, lk. 42-44.

Tsybulenko, E. Ukraina kasutamata jäänud võimalus // Poliitika, riigiteadus, rahvusvahelised suhted (2010) 2, lk. 25-32.

Tõnurist, P. What is a "small state" in globalizing economy? // Halduskultuur = Administrative culture. Vol. 11, no. 1. [Tallinn] : Tallinn University of Technology, 2010. p. 8-29.

Umborg, V. Deutsche feste Wortverbindungen in Fachtexten im Vergleich mit ihren estnischen und russischen Entsprechungen // Phraselogie : global - areal - regional : Akten der Konferenz EUROPHRAS 2008 vom 13.–16.8.2008 in Helsinki. Tübingen : Narr Verlag, c2010. S. 239-245.

Vihinen, H., Kull, M. Maaseudun kehyksestä puristuu modernia politiikkaa // Maaseudun uusi aika : maaseutututkimuksen ja -politiikan aikakauslehti (2010) 18, 1, s. 66-70.

Vihinen, H., Kull, M. Policy implications to support and develop rural webs // Networking the rural : the future of green regions in Europe. [Assen] : Royal Van Gorcum, 2010. p. 191-212.

## MUUD VÄLJAANDED

### Üleülikoolilised väljaanded

#### Muud struktuuriüksused

#### *Raamatud*

Berezovski, M. Numerical simulation of wave propagation in heterogeneous and microstructured materials. Tallinn : TUT Press, 2010. 142 p. (Theses of Tallinn University of Technology. B, Thesis on natural and exact sciences ; 93).

Grigorenko, P. Higher-order attribute semantics of flat languages. Tallinn : TUT Press, 2010. 113 p. (Theses of Tallinn University of Technology. C, Thesis on informatics and system engineering ; 57).

Janu, A. (koost.). Eesti Raamatukoguhoidjate Ühingu aastaraamat 2008. Tallinn : Eesti Raamatukoguhoidjate Ühing, 2010. 211 lk. (Eesti Raamatukoguhoidjate Ühingu aastaraamat ; 20).

Jantson, S., Suits, M., Lige, C.-D. (koost.) Heinrich Laul 100. Tallinn : Tallinna Tehnikaülikooli Raamatukogu, 2010. 174 lk.

Kink, H., Petersoo, T. (koost.) ; (toim.) Müidel, A. Raplamaa : Rapla, Märjamaa, Raikküla vald. Loometsade riik. Tallinn : Teaduste Akadeemia Kirjastus, 2010. 39 lk., [8] lk. värvifot. (Loodusmälestised ; 19).

Kink, H., Täht-Kok, K. (koost.) ; (toim.) Raukas, A. Loode-Eesti. Tallinn : Teaduste Akadeemia Kirjastus, 2010. 40 lk., [8] lk. värvifot. (Loodusmälestised ; 20).

Kutser, M. (koost.). Teadusmõte Küberneetika Instituudis. [Tallinn : TTÜ Küberneetika Instituut], 2010. 195 lk.

- Liivand, S. (koost.). Leola laulud. Tallinn : [korp! Leola], 2010. 395 lk.
- Lilover, M.-J. (comp.). Observatory for the coastal zone environment : RTD infrastructure project 2007–2009. Tallinn, 2010. 27 p.
- Mägi, V. (koost.). Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. [Tallinn] : TTÜ, 2010. 466 lk., 16 lk. värvifotod. (Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat ; 17).
- Nestor, H., Copper, P., Stock, C. Late Ordovician and Early Silurian stromatoporoid sponges from Anticosti Island, Eastern Canada : crossing the O/S mass extinction boundary. Ottawa : NRC Research Press, 2010. 163 p.
- Nestor, H., Nestor, V.-K. (koost.). Heldur Nestor : personaalnimestik 1960–2010. Viuu-Kai Nestor : personaalnimestik 1974–2010. Tallinn : TTÜ, 2010. 47 lk.
- Puurmann, E., Ratas, U., Raukas, A., Bauert, H., Willman, S. (comps.). Geotourism highlights of the Estonian small islands. Tallinn : NGO GEOGuide Baltoscandia, 2010. 96 p.
- Raukas, A. Väljavõtted käidud teest. Tallinn : Teaduste Akadeemia Kirjastus, 2010. 372 lk.
- Soesoo, A. (koost.). Tallinna geoloogia = Geology of Tallinn. Tallinn : Noria Books, 2010. 286 lk.
- Tõnso, M. Computer algebra tools for modelling, analysis and synthesis for nonlinear control systems. Tallinn : TUT Press, 2010. 114 p. (Theses of Tallinn University of Technology. C, Thesis on informatics and system engineering ; 53).
- Willman, S., Plado, J., Raukas, A., Bauert, H. (comp.). Meteorite impact structures – geotourism in the Central Baltic. Tallinn, 2010. 79, [1] p.

### ***Artiklid***

- Engelbrecht, J., Soomere, T. jt. Arvamusi akadeemikutelt // Eesti Teaduste Akadeemia aastaraamat 2009. Tallinn : Eesti Teaduste Akadeemia, 2010. lk. 218-237.
- Jantson, S. Book trade in Estonia in the second half of the 19th century and the beginning of the 20th century // *Historiae Scientiarum Baltica* 2010 : Tallinn, October 8–9, 2010 : abstracts of the XXIV International Baltic Conference on the History of Science. Tallinn : Tallinn University of Technology, 2010. p. 108-109.
- Janu, A. I teadus- ja erialaraamatukogu päev // Eesti Raamatukoguhoidjate Ühingu aastaraamat 2008. Tallinn : Eesti Raamatukoguhoidjate Ühing, 2010. lk. 105-106. (Eesti Raamatukoguhoidjate Ühingu aastaraamat ; 20).
- Janu, A. Aasta tegu teadus- ja erialaraamatukogus // Eesti Raamatukoguhoidjate Ühingu aastaraamat 2008. Tallinn : Eesti Raamatukoguhoidjate Ühing, 2010. lk. 121-122. (Eesti Raamatukoguhoidjate Ühingu aastaraamat ; 20).
- Järs, J. Per libros ad scientiam // Raamatukogu (2010) 1, lk. 5-7.

Järs, J. Üheksa dekaadi, üheksa fassaadi – üks eesmärk // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 63-67.

Keevallik, A. Rauakool on kasvanud kaasaegseks ülikooliks : [intervjuu] // Inseneeria (2010) 8, lk. 12-13.

Keevallik, A. Nutikate lahenduste aeg // Tarkade Klubi (2010) erinumber, lk.13.

Keevallik, A. Elektriala – Tehnikaülikooli hea partner // Elektriala (2010) 6, lk. 5.

Keevallik, A. Kvaliteetselt, efektiivselt, stabiilselt! : rektor Andres Keevalliku inaugurationsõnne TTÜ aulas 30. augustil 2010 // Elektriala (2010) 6, lk. 7-8.

Koidla, G. New library building – new perspectives // 5th UNICA Scholarly Communication Seminar "Find it, Get it, Use it, Store it" : 7–9 November 2010, Universidade Nova de Lisboa, Lisbon. Lisbon : Universidade Nova de Lisboa, 2010. p. 31.

Kont, K.-R. Electronic scientific information in technological university libraries in Nordic and Baltic Countries // Proceedings of the Institute for European Studies : journal of Tallinn University of Technology (2010) 7, p. 192-211.

Kont, K.-R. Electronically published scientific information in technical university libraries // ELPUB 2010 : Publishing in the Networked World : Transforming the Nature of Communication : 14th International Conference on Electronic Publishing : 16–18 June 2010, Helsinki, Finland. Helsinki : Hanken School of Economics, 2010. p. 422-429.

Kont, K.-R. Elektrooniline teadusinfo Balti riikide ja Põhjamaade tehnikaülikoolide raamatukogudes // Raamatukogu (2010) 3, lk. 10-16.

Kont, K.-R. Elektrooniline teadusinfo ülikooliraamatukogudes : finantseerimine, kasutamine, kulud // Raamatukogu (2010) 1, lk. 13-19.

Kont, K.-R. Scientific Information in the Baltics' leading technical university libraries – past trends and current situation // Historiae Scientiarum Baltica 2010 : Tallinn, October 8–9, 2010 : abstracts of the XXIV International Baltic Conference on the History of Science. Tallinn : Tallinn University of Technology, 2010. p. 113-116.

Kont, K.-R. Time-driven activity-based costing (TDABC) in assessing the effectiveness of university library : in the case of the Tallinn University of Technology Library // LIDA 2010 : Libraries in the Digital Age : May 24–28, 2010, Zadar, Croatia. Zadar : University of Zadar, 2010. p. 146-151.

Kont, K.-R., Jantson, S. Digital scholarly resources in Estonia – state financing, use and expenditure of university libraries // LIDA 2010 : Libraries in the Digital Age : May 24–28, 2010, Zadar, Croatia. Zadar : University of Zadar, 2010. p. 162-164.

Kübarsepp, J., Mägi, V. Eesti teaduskeele arendamine ja kasutamine tehnika, tehnoloogia ja majanduse valdkonnas // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 250-256.

Lang, M. Eesti märksõnastiku valmimine – aasta tegu teadusraamatukogus 2009 // Eesti Raamatukoguhoidjate Ühingu aastaraamat 2009. Tallinn : Eesti Raamatukoguhoidjate Ühing, 2010. lk. 81-82. (Eesti Raamatukoguhoidjate Ühingu aastaraamat ; 21).

Liivand, S. Viis aastat korp! Leola ja korp! Vendia sõpruslepingut // Korp! Leola 90. [S. 1.] : Korp! Leola, 2010. lk. 253-255.

Liivand, S. Kõne korp! Leola 84. aastapäeval // Korp! Leola 90. [S. 1.] : Korp! Leola, 2010. lk. 130-131.

Liivand, S. Korp! Leola ja korp! Vendia kartellilepingu sõlmimine // Korp! Leola 90. [S. 1.] : Korp! Leola, 2010. lk. 186-188.

Liivand, S. Rebaseaeg korp! Leolas // Korp! Leola 90. [S. 1.] : Korp! Leola, 2010. lk. 190-194.

Liivand, S. Leola-Lembela suvepäevad juunis 2002 // Korp! Leola 90. [S. 1.] : Korp! Leola, 2010. lk. 212-215.

Mägi, V. Teekond poeglaste kommertskoolist Tallinna Polütehnikumini // Inseneeria (2010) 8, lk. 50-51.

Mägi, V. The Estonian language of technology as a driving factor in the evolution of engineering thinking // *Historiae Scientiarum Baltica* 2010 : Tallinn, October 8–9, 2010 : abstracts of the XXIV International Baltic Conference on the History of Science. Tallinn : Tallinn University of Technology, 2010. p. 95-96.

Mägi, V. Tallinna Reaalkool, samm insenerihariduse suunas // *Inseneeria* (2010) 5, lk. 50-51.

Mägi, V. Eestlaste meelispaigaks oli Riia Polütehnikum // *Inseneeria* (2010) 10, lk. 50-51.

Mägi, V. Estonian technology education in exile after World War II // *Historiae Scientiarum Baltica* 2010 : Tallinn, October 8–9, 2010 : abstracts of the XXIV International Baltic Conference on the History of Science. Tallinn : Tallinn University of Technology, 2010. p. 117-119.

Mägi, V. Merekoolid Eesti tehnikahariduses // *Inseneeria* (2010) 3, lk. 50-51.

Mägi, V. Alustaja oli Tallinna Raudtee Tehnikakool // *Inseneeria* (2010) 2, lk. 26-27.

Mägi, V. Eestlaste inseneriteadmiste hääl Riia Polütehnikum // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 273-275.

Mägi, V. Kuidas Tartu kreiskoolist sai reaalkool // *Inseneeria* (2010) 4, lk. 50-51.

Nurmiste, T. Hieronymuse kaitse all avati Tehnikaülikooli uus teabevaramu // *Raamatukogu* (2010) 1, lk. 8-9.

Rebane, L. Kuld ja pruun, kuld ja purpur : uusaegsest kõitekunstist Kaspar Meuseri raamatuköite näitel // *Kunsteeaduslikke Uurimusi* (2010) Kd. 19, nr. 1/2, lk. 181-211.

Ребане, Л. О неизвестном книжном переплете работы Каспара Мойзера // Диалог со временем : альманах интеллектуальной истории. 30. Москва : Российская академия наук, 2010. с. 190-211.

Roosimaa, T. Hariduskatastroofi leevendamiseks on vaja seadusi muuta // Haridus, kutsed ja tööturg Eestis : tunnustatud oskuste ja inimvara väärtuse probleemid Eestis ning nende lahendamise võimalused : ettekanne Eesti Rooma Klubile. Tallinn : H. Levald, 2010. lk. 91-92.

Sürje, P. Rektor Peep Sürje avakõne : raamatukogu uue hoone avamine // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 55-56.

Sürje, P. Tehnikaülikool jääb // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 11-12.

Tõiste, T. Uues majas sujub töö hästi // Raamatukogu (2010) 1, lk. 10-12.

Vaikmäe, R. Millist raamatukogu vajab teadusülikool? // Raamatukogu (2010) 1, lk. 4.

Vaikmäe, R. Globaalne vandenõuteooria või looduse ja inimese koostöö // Horisont (2010) 1, lk. 8-13.

Vaikmäe, R. Millist raamatukogu vajab teadusülikool? // Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat 2009. Tallinn : TTÜ, c2010. lk. 61-62.

Vaikmäe, R. Ülikooli roll väikeriigi rahvuslikus innovatsioonisüsteemis // Innovaatilised lahendused ja säästvad tehnoloogiad : konverents 2010. Kohtla-Järve, 2010. lk. 24.

Publikatsioonide nimestik on koostatud Eesti Teadusinfosüsteemi sisestatud andmete alusel. Publikatsiooni kättesaadavuse korral on nimestiku koostajad Ene Kahro ja Milvi Vahtra *de visu* kirjeandmeid täpsustanud ning lisanud täiendavaid kirjeid. Tärniga (\*) märgistatud töid ei ole koostajatel õnnestunud näha.

Nimestik on leitav ka: <http://www.lib.ttu.ee/> rubriigist *TTÜ publikatsioonid*.