

EESTI VABARIIGI PREEMIAD

2015

TEADUS

F. J. WIEDEMANNI KEELEAUHIND

KULTUUR

SPORT

TALLINN, 2015

TEKSTID

TEADUS

laureaatide artiklid

F. J. WIEDEMANNI KEELEAUHIND

Jüri Valge artikkel

KULTUUR

Laureaatide lühitutvustused Kultuuriministeeriumilt,

Luule Epneri, Eva Reinu, Reet Varblase artiklid ja

Jeremy Canvelli intervjuu Raul Meelega

SPORT

Laureaatide lühitutvustused Kultuuriministeeriumilt

FOTOD

Hanna Odras: esikaane sisekül,

lk 12, 34, 52, 64, 84, 96, 104, 120, 140, 180,
190, 196, 202, 208, 210, 220, 222, 226, 232

Maris Krünvald: lk 152

Peeter Langovits/Postimees: lk 234

Marko Mumm: lk 212, 224

Timo Viljakainen/Joonisfilm: lk 214

Eesti Olümpiakomitee: lk 228

Eesti Veemoto Liit: lk 230

SA Eesti Filmi Instituut: lk 216

Tarmo Soomere (vastutav toimetaja)

Riigi teaduspreemiate komisjoni esimees

Helle-Liis Help, Siiri Jakobson, Ülle Rebo

Galina Varlamova

Kujunduses on kasutatud
teaduspreemia diplomi kaante ja medali fotosid ning
erinevate diplomite graafilisi elemente

SISUKORD

<i>Tarmo Soomere</i>	
Eessõna	6
TEADUS	
<i>Jüri Engelbrecht</i>	
Teaduspreemia pikaajalise tulemusliku teadus- ja arendustöö eest . . .	12
<i>Anto Raukas</i>	
Teaduspreemia pikaajalise tulemusliku teadus- ja arendustöö eest	34
<i>Tarmo Uustalu</i>	
Teaduspreemia täppisteaduste alal tööde tsükli “Matemaatilised struktuurid funktsionaalprogrammeerimises” eest	52
<i>Andres Merits</i>	
Teaduspreemia keemia ja molekulaarbioloogia alal tööde tsükli “Alfaviiruste molekulaarbioloogia, vektorlevik ja patogeneesi alused” eest	64
<i>Alvo Aabloo</i>	
Teaduspreemia tehnikateaduste alal tööde tsükli “Tehislihaste materjalide uurimine, juhtimine ja rakendamine robootikas” eest	84
<i>Vallo Tülmann</i>	
Teaduspreemia arstiteaduse alal teadus-arendustöö “Diabeedi teket ja arengut mõjutavad tegurid” eest	96
<i>Tiina Nõges (kollektiivi juht), Helen Agasild, Priit Zingel</i>	
Teaduspreemia geo- ja bioteaduste alal tööde tsükli “Järvede mikroobsed toiduahelad” eest	104
<i>Toomas Paalme</i>	
Teaduspreemia põllumajandusteaduste alal tööde tsükli “Toidu kvaliteet, sensoorsed ja tervislikud omadused ning nende püsivus” eest	120
<i>Jaanus Harro</i>	
Teaduspreemia sotsiaalteaduste alal tööde tsükli “Geenide ja keskkonna koosmõju käitumise kujunemisel ja tervise- häirete tekkimisel” eest	140

Krista Kodres

Teaduspreemia humanitaarteaduste alal monograafia “Esitledes iseend. Tallinlane ja tema elamu varauusajal” eest	152
--	-----

F. J. WIEDEMANNI KEELEAUHIND

Leelo Tungal

Aastakümneid kestnud oskusliku sõnaseadmise eest rohketes algupärastes ja tõlkelistes luule- ja proosateostes, õpetajatöö ning eesti keele õpperaamatute eest, Hea Lapse toimetamise, laulupeo identiteedi kujundamise ja “seltsimees lapse” meenutuste eest	180
---	-----

KULTUUR

Ene Mihkelson

Kultuuri elutööpreemia pikaajalise väljapaistva loomingulise tegevuse eest	190
---	-----

Raul Meel

Kultuuri elutööpreemia pikaajalise väljapaistva loomingulise tegevuse eest	196
---	-----

Kalju Komissarov

Kultuuri elutööpreemia pikaajalise väljapaistva loomingulise tegevuse eest	202
---	-----

Lembit Peterson, Lilja Blumenfeld, Tiina Mölder,

Marius Peterson, Rene Liivamägi, Sander Põlksaar

Kultuuri aastapreemia lavastuse “Joobnud” eest.	208
---	-----

Jüri Reinvere

Kultuuri aastapreemia Norra Rahvusooperis esietendunud ooperi “Peer Gynt” eest	210
---	-----

Hendrik Lindepuu

Kultuuri aastapreemia loomingulise tegevuse eest 2014. aastal	212
---	-----

Olga Pärn, Priit Pärn

Kultuuri aastapreemia animafilmi “Lendurid koduteel” eest	214
---	-----

Martti Helde

Kultuuri aastapreemia filmi “Risttuules” eest	216
---	-----

SPORT

Enn Tasaalain

Spordi elutööpreemia pikaajalise ja tulemusliku töö eest Eesti spordielu arendamisel ja korraldamisel	220
---	-----

Jaak Uudmäe

Spordi elutööpreemia silmapaistvate saavutuste eest tippsportlasena kergejõustikus ja pikaajalise tegevuse eest spordi arendamisel	222
--	-----

Rasmus Mägi

Spordi aastapreemia hõbemedali võitmise eest 400 m tõkkejooksus kergejõustiku Euroopa meistrivõistlustel 2014. aastal	224
---	-----

Anne Mägi, Taivo Mägi

Spordi aastapreemia tulemusliku töö eest treeneritena Rasmus Mägi ettevalmistamisel kergejõustiku Euroopa meistrivõistlusteks 2014. aastal	226
--	-----

Julia Beljajeva, Irina Embrih, Erika Kirpu, Kristina Kuusk

Spordi aastapreemia võistkondliku hõbemedali võitmise eest vehklemise maailmameistrivõistlustel 2014. aastal	228
--	-----

Rasmus Haugasmägi, Gregor Evardi

Spordi aastapreemia kuldmedalite võitmise eest veemoto Euroopa ja maailmameistrivõistlustel 2014. aastal	230
--	-----

Kaarel Zilmer

Spordi aastapreemia silmapistva ja tulemusliku tegevuse eest liikumisharrastuse populariseerimisel ja edendamisel Eestis ning veebilehekülje "Suusatades ..." loomise ja arendamise eest	232
--	-----

Aivo Normak

Spordi aastapreemia silmapaistva ja tulemusliku tegevuse eest liikumisharrastuse edendamisel projekti "Liikumisaasta 2014" juhina ..	234
--	-----

Riigi teaduspreemiate komisjoni koosseis	236
--	-----

Riigi F. J. Wiedemanni keeleauhinna komisjoni koosseis	237
--	-----

Riigi kultuuripreemiate komisjoni koosseis	238
--	-----

Eesti Spordi Nõukogu koosseis	239
-------------------------------------	-----

EESSÕNA

Me elame kliimavööndis, kus on neli aastaaega ja saaki kogutakse vaid üks kord aastas. Seetõttu on igati loomulik, et oleme ka muid tegemisi harjunud mõõtma aastase mõõdupuuga. See aasta on juubelihõnguline. Eesti riigi teaduspreemiad anti välja juba 25. korda, kuigi meie taasiseseisvumisest ei ole nii palju aega möödunudki. Selle ajanihke taga on meie riigi taastajate visioonärsus ja usk Eesti tulevikku.

Need omadused kuuluvad lahutamatuks teadus-, kultuuri- ja spordipreemiate ning selliste tunnustuste nagu F. J. Wiedemanni keeleauhind väljaandmise juurde. Ka siin on 2015. aasta eriline. Nende preemiate laureaate on seni kajastatud eraldi. Tänu raamatu koostajate pingutustele ning Kultuuriministeeriumi ning Haridus- ja Teadusministeeriumi kaasalöömisele on sel aastal esimest korda kõigi preemiate laureaate ja nende saavutuste lühemad või pikemad kajastused koondatud ühtede kaante vahele. See on märk, et pealtnäha erinevad, ent paljus ülimalt sarnased valdkonnad on teel meie ühiskonna ühtsena ja terviklikuma peegelduse suunas.

Sageli on küsitud, millist ülesannet nõnda eripalgelised preemiad tänapäeva Eestis kannavad? Ehk on tegu kitsalt kogukondliku tunnustusega, mida on vääristatud riikliku preemia nimetusega, või leidub siin laiem sõnum ühiskonnale?

Kõigi kõnesolevate preemiate puhul on tegemist justkui millegi mõõtmisega, mis on tegelikult mõõdetamatu. See pole lihtne ülesanne. Oleks lausa rumal panna omavahel võistleva kettaheitja ja helilooja. Kindlasti ei saa nende saavutusi võrrelda üheski absoluutses skaalas. Ent ühiskonnale tervikuna on ääretult oluline, et me oma parimaid tegijaid tunnustame. Seda dilemma saame vähemalt osaliselt lahendada, lähtudes kvalitatiivsetest aspektidest; sageli sellest, kuidas on laureaadid või nende saavutused meid kõnetanud või millise jälje on nad jätnud tuleviku jaoks, olgu siis spordiareenil, kultuuriruumis või teadusmaastikul.

Veel olulisem on öelda inimestele, et meil on nii sportlasi, kes on päris tipus, kogu maailma jaoks olulisi kultuuri kandjaid, aga ka silmapaistvaid tipp-teadlasi. Meie riigi, rahvuse ja kultuuri säilimiseks on vajalik mitte ainult see, et meie suurkujud on maailma parimad, vaid ka, et meie inimesed seda teavad. Selles on kõigi siia raamatusse koondatud preemiate tegelik panus.

Alati võib ka küsida, kas taolisi tunnustusi, olgu teaduses, spordis, kultuuris või meie keele kandjate jaoks, on liiga palju või liiga vähe. Allpool toodud lühivaade riigi teaduspreemiate statuudi kujunemisele ja Jüri Valge kirjutises kajastatud F. J. Wiedemanni keeleauhinna ajalugu näitavad ilmekalt, et praegune preemiate struktuur ei ole tekkinud tühjale kohale. Pigem on see vee-

randhajandi pikkuse arengu tulemus, mis peegeldab ühiskonna väärtusi ja ootusi ning on erinevate valdkondade vahel mõistlikus tasakaalus.

Kõige enam aastapreemiaid, kokku kaheksas kategoorias, antakse välja erinevates teadusvaldkondades. Mida rohkem on preemiaid, seda suurem on tõenäosus, et need võivad devalveeruda. Samas peegeldab preemiate rohkus kaasaegse ühiskonna paljutahulisust ja mitmekesisust. Järjest tuleb juurde uusi spordialasid, kultuurivorme ning teadusharusid. Preemiate arv väljendab aga ka seda, et teadus, kultuur ja sport on meie väikese riigi kohta lausa anomaalselt tugevad. Kui ei teaks, oleks raske uskuda, et miljoni inimesega rahvakild on maailma silmapaistvas tipus nii erinevatel aladel.

Sarnaselt keeleauhinnale on ülimalt keerukas mõõta teadustulemuste väärtust ning hinnata nende tunnustamist väljaspool meie piire. Spordis saame ehk kokku lugeda jooksva aasta olümpiavõitjaid ja maailmameistreid. Ka kultuuris on ühiskonna reaktisiooniaeg meistriteoste mõistliku pikkusega; Arvo Pärdi puhul ehk pikem ja "Mandariinide" puhul lühem. Teaduses sünnivad aga rahvusvahelised edulood pika viivitusega, nagu on näha ajavahemikust Jaan Einasto poolt saadud tulemuste (elutööpreemia 2003) ja talle Ambartsumjani preemia omistamise vahel (2013). Otsustajatel on tõsist tegemist, et mõista, kuhu asetub konkreetne teadlane. Skaala on tuunitud mitte enam Eesti teaduse mõõtkavas, vaid võrdluses sellega, kui lähedal maailmateaduse lõike-terale paiknevad meie parimad. Mõõdetakse mitte seda, kui palju on täidetud lehekülgi või publitseeritud artikleid, vaid kui kaugel ollakse sellest, kus toimub tõeline edasiliikumine. Seda võib sõnastada ka teisiti: otsitakse mitte lihtsalt heal tasemel publikatsioon, vaid sähvatusi, kohti, kus teadlased või kollektiivid on selgelt Eesti ja maailma teadusmaastikul eristumas.

Eesti väiksuse tõttu ei saa eeldada, et meil on igas valdkonnas hulk tippklassi inimesi. Kuigi ei saa mõõta, kui hea me teadus täpselt on, on mahajäämus teaduse eesliinist vahel päris selge ning vahel on juhtunud, et mõne valdkonna aastapreemia jäetaksegi välja andmata. Teisalt on sageli takistuseks meie enese tagasihoidlikkus. Tihti me ei ole julgenud või tahtnud oma inimesi esitada maailmaklassi preemiatele. Siin on teadusajakirjanikud vapramad olnud. Tiit Kändler sai 2012. aastal preemia *European (Senior) Science Writers Award*. Ka see on märk: kui teadusajakirjanikud on nii tugevad, siis peab ju olema, millest kirjutada.

Oluline on ka mõista, miks vahel napib tunnustust meie teadusele ja teadlastele. Üheks põhjuseks, miks paljud vanema põlvkonna teadlased ei näe välja nii maailmatasemel nagu nad seda väärt on, on viimase veerandsajandi kiired muutused. See ei tähenda, et nad oleks vähem panustanud teaduse arengusse. Optilise illusiooni tekitab see, et paljudes valdkondades tohtis nende noorusajal ja täismehe-eas publitseerida vaid venekeelsetes allikates ja kohtades, mis ei olnud ülemaailmse levikuga. Noorema põlvkonna teadlaste puhul on olukord kardinaalselt muutunud. Aeg, mil meil on olnud tänapäevast, rahvusva-

heliselt lõimitud teadust, on olnud piisav, et panna alus olulistele teadusavastustele. Põlvkond, kes tuli teadusesse paarkümmend aastat tagasi, on omaks võetud rahvusvahelises kogukonnas. Paljud neist on silmapaistvalt nähtavad üle kogu maailma. Heaks mõõdikuks on siin Euroopa Teadusnõukogu (*European Research Council*) tippteadlaste grandid. Neid mainekaid grante on juba Eestisse tulnud; kuigi mitte nii palju kui sooviksime, siiski suhtarvuna ühe teadlase kohta mõistlikul määral. Aga olulisem märk on mujal: Eestist esitatud taotluste suhtarv on teiste Euroopa riikide kõrval lausa häbiväärselt väike. Ka siit nähtub, et meil ei ole julgust end suureks mõelda või kirjutada. Teaduspreemia võiks siin olla jõuliseks impulsiks.

Kümmekond aastat tagasi lisati teaduspreemiate statuuti võimalus anda välja preemia paradigmat ja maailmapilti muutva avastuse eest. See oli ülimalt hea idee, mis võimaldab meil aimata, kus oleme tegelikult maailma teaduse pioneerid või millised meie tööühmad on jõudnud lõiketerale, kus sünnib uus teadmine ja mõistmine. On täiesti loomulik, et igal aastal sellist preemiat välja ei anta ning et vahel tuleb üsna pikalt oodata, kuni tuleb esile midagi nii väärikat, mis on kogu maailmapilti mõjutanud.

Pikk tee suurte avastuste juurde on enamasti sillutatud mastaapsete üldistustega. Nende tavapärane vorm on monograafiad. Selles žanris on täheldatavad teatavad nihked. Paarkümmend aastat tagasi oli teaduspreemia saajate seas suur osakaal monograafiate autoritel. Mingis mõttes on siin vastuolu ülal kirja pandud ideedega sähvatustest (sest monograafia on pigem üldistus, mitte värske lõiketerateadus); samas võimaldab monograafia demonstreerida, kuidas üksikutest sähvatustest moodustub läbimurdeline teadmine. Mõneti murettekitav on, et sel aastal ei esitatud teaduspreemiale klassikalistes loodus- ja täppisteadustes mitte ühtegi monograafiat. See ei pruugi tähendada, et Eesti teadlased on asunud kirjutama ainult artikleid ja jätnud üldistamise teistele. Paneme aga tähele, et meie ja ka muu maailma kraadiõppurid õpivad ikka veel võrdlemisi palju monograafiate alusel. Seetõttu on enda ja kolleegide teadustöö üldistamine ja süstematiseerimine monograafiaks äärmiselt tähtis komponent ühe riigi teadusnähtavuses. Kui me selle maha magame, siis suure osa noorteadlasteni mujal maailmas jõuavad meie teadustööd läbi kolmandate poolt kirjutatud monograafiate filtri.

Juhan Peeglit parafraseerides: “Kuskil pole kirjas, et teadlase, kultuurikandja või sportlase elu peab lihtne olema”. Neid kõiki ühendab surve perfektselt täita olemuslikult vastandlikke ootusi ja rolle. Sellised nõudmised on tavapärased viimasel ajal moodi tõusnud sõna ‘ökosüsteem’ elementidele ehk normaalselt funktsioneerivatele suurte süsteemide komponentidele. Veidi utreerides tähendab see lineaarse majanduse (kus võis lõpmatuseni süüa või tarbida) ümberkujunemist suletud majanduseks, kus mingi aeg süüakse või tarbitakse ning siis kujunetakse teiste söögiks, et ring täis saaks. Ka teadusmaastik peaks funktsioneerima kui ökosüsteem, kus igaühel on oma koht. Kui paneme liiga palju rõhku ühele või kahele komponendile, kaotame pikas perspektiivis vilja-

kuse. Ei ole olemas võluvitsa, mis seda kõike suudaks, aga ka teaduspreemiate nominatsioone kaaludes paistavad välja traagelniidid, mis meie teadusmaastikku mõnes kohas vaevu-vaevu koos hoiavad.

* * *

Eesti Vabariigi teaduspreemiate asutamise määrusele kirjutas peaminister Edgar Savisaar alla 20. augustil 1990. a, mil taasiseseisvumiseni oli jäänud terve aasta. Tollele ajale omaselt olid formuleeringud lühikesed: “Asutada Eesti NSV riiklike ning Eesti NSV Ministrite Nõukogu ühekordsete preemiate asemel iga-aastased Eesti Vabariigi preemiad, mis määratakse kaalukate saavutuste eest teaduse, majanduse ning kultuuri valdkonnas.” Sama dokumendiga kehtestati nende preemiate põhimäärused ja vastavate komisjonide koosseisud ning tunnistati kehtetuks varasemate ENSV preemiate kohta käivad sätted. Nähti ette, et igas nimetatud valdkonnas määratakse viis preemiat, igaüks 5000 rubla. Siis, kui esimesed preemiad aasta hiljem välja anti, oli rubla juba nii palju kukkunud, et preemia väärtus oli paar kuupalka ning kõvas valuutas mõnekümne euro ringis.

On huvitav märkida, et käesoleva aasta elutööpreemia laureaadid olid esimeste preemiasaajate seas (A. Raukas kollektiivi liikmena 1991 ning J. Engelbrecht monograafia “Asümmeetrilised üksiklained” eest 1992). Ülevaade teaduspreemiate esimesest seitsmest aastast on leitav raamatus “Eesti Vabariigi teaduspreemiad 1997”.

Kaks aastat toimiti nõnda, et ei olnud sätestatud reegleid preemia saanud kollektiivi suuruslele, ei määratletud preemiate jagunemist erinevate valdkondade vahel ega ka seda, kui pika perioodi tulemusi preemiad peaksid peegeldama. Tasapisi hakkas noore vabariigi teadusmaastik välja kujunema ning see kajastus ka järk-järgult täpsustuvates sõnastustes. Alates 1993. aastast jagati teaduspreemiad nelja valdkonda: 1) täppisteadused, 2) meditsiin ja põllumajandusteadused, 3) humanitaar- ja sotsiaalteadused ning pedagoogika ja 4) tehnikateadused. Majandusteadlased võisid pretendeerida eraldi antavatele majanduspreemiatele.

Aastail 1994–1996 määrati viis aastapreemiat eelmise aasta parimate teadustulemuste esiletõstmiseks ja üks riigi teaduspreemia (mida praegu hüütakse elutööpreemiaks) “pikaajalise teadustöö tulemuste eest teadlasele või teadlaste kollektiivile”. Neil aastail reguleeris preemiate väljaandmist Vabariigi Valitsuse 22. veebruari 1994. a määrus nr 67 “Riigi teadus- ja kultuuripreemiatest”. Aastapreemiate valdkondade jaotus (täppisteadused, keemia ja molekulaarbioloogia; tehnikateadused; arstiteadus; geo- ja bioteadused ning põllumajandusteadused; sotsiaal- ja humanitaarteadused, sh majandusteadused) hakkas meenutama praegu eksisteerivat jaotust. Esimese riigi teaduspreemia pälvis kunstiajaloo *grand old man* Voldemar Vaga.

Alates 1997. aastast kehtib praegune teadusvaldkondade jaotus, kus täppisteadused ning keemia ja molekulaarbioloogia seisavad eraldi, põllumajandusteadused on lahutatud geo- ja bioteadustest ning sotsiaalteadused humanitaarteadustest. Kui varem võis premeeritud kollektiivi liikmete arv ulatuda isegi kolmandasse kümnesse, siis nüüd piirati see viiega. Koos riigi jõukuse suurenemisega kasvas tasapisi preemiate suurus; seejuures hüppeliselt praeguse tasemega võrreldavale nivoole alates 1997. aastast. Sisulist regulatsiooni täpsustati selle kaudu, et alates 1999. aastast vaadeldakse aastapreemiate puhul nelja viimase aasta jooksul avaldatud tulemusi.

Teadus- ja kultuuripreemiad viidi seaduse mõttes lahku alates 1999. aastast, mil hakkas toimima Riigi kultuuripreemiate ja kultuuristipendiumide seadus ning jõustus praegu kehtiva Riigi teaduspreemiate põhimääruse esialgne versioon. Põhiosas järgis see kirjeldatud põhimõtteid. Preemiate väljaandmine nihutati suvelt vabariigi aastapäevale. Vahel on tseremoonia toimunud ka aastapäevale eelneval päeval. Varieerunud on selle pidulikkus ja tähtsustamine ühiskonna jaoks. Palju aastaid oli teleülekanne teadus-, kultuuri- ja spordipreemiate väljaandmiselt vabariigi aastapäeva teleprogrammi tavapärane komponent. Väiksema muudatusena antakse alates 2003. a välja kaks nn elutööpreemiat ning alates 2011. a võib aastapreemiaga autasustatud teadustöötajaid ja -kollektiive taasesitada aastapreemiale alles 10 aasta möödudes.

Põhimõttelise uuendusena lisandus 2004. a teaduspreemia vastava teadusala paradigmat ja maailmapilti mõjutava, uut teadusvaldkonda rajava teadusliku avastuse või olulise sotsiaal-majandusliku mõjuga innovaatilise tooteni viinud avastusel põhineva leiutise või teadus- ja arendustöö eest. Selliseid maailmatasemel meistriklassi tähistavaid preemiad on välja antud vaid kolm: Ago Samosoni juhitud kollektiivile ülikiire proovirootatsiooni tehnika arendamise eest (2006), Jaan Einasto juhitud kollektiivile tumeaine avastamise eest galaktikate ümbruses ning universumi kõrgstruktuuri identifitseerimise eest (2007) ning Hillar Abeni juhitud kollektiivile integraalse fotoelastsusmeetodi teooria, mõõtmistehnoloogia ja aparatuuri väljatöötamise ning rakendamise eest jääkpingete mõõtmisel klaasitööstuses (2009).

* * *

Lõpetuseks rõhutan veel kord, et on ülimalt oluline oma suurkujusid väärικalt tunnustada. Eesti rahvakild on väike. Oleme üks väiksemaid rahvaid, kellel on olemas emakeelne kõrgtasemel teadus. Meil on sportlasi, kes on maailma parimad, meil on kultuuriinimesi, kes on maailma absoluutses tipus ning meil on teadlasi, kes töötavad maailma teaduse lõiketeral. See lisab lootust tulevikuks ja usku Eestisse.

Tarmo Soomere

RIIGI TEADUSPREEMIA



Teaduspreemia pikaajalise tulemusliku teadus- ja arendustöö eest



Jüri Engelbrecht

Jüri Engelbrechti isikus on sädelevad teadussaavutused ühendatud silmapaistva teaduskorralduse liidri edulooga nii Eestis kui ka Euroopas. Tema teadustulemused mehaanika ja lainelevi vallas on kõrgku võetud viies raamatus, mis on ilmunud tuntud rahvusvahelistes kirjastustes. Samas on ta sügavalt mõjutanud Eesti teadusmaastikku, juhtides Teaduste Akadeemiat ja arendades teaduskorraldust alates 1994. aastast.

MITTELINEAARNE DÜNAAMIKA JA KOMPLEKSSÜSTEEMID

Kokkuvõtteid võib kirjutada mitut moodi, küll kronoloogiliselt, küll temaatiliselt. Kui mäluklahvide süsteem on korrastatud, siis on ju mugav mõttearendust ajaskaalas kirja panna. Mulle aga meeldib rohkem sisuline käsitus, sestap ka alljärgnevalt on kronoloogiat vaid nii palju, kui vaja järgnevate sisuliste osade raamistikuks. Ja teadustegevuse kõrval tuleb juttu ka teaduspoliitikast ning teaduskorraldusest, millega tegelenud olen.

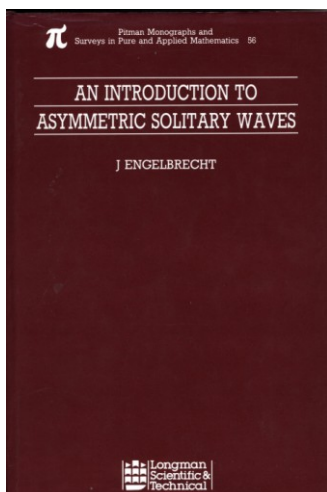
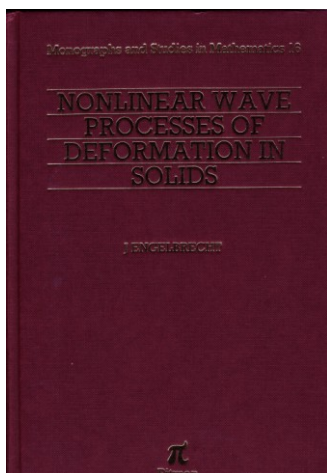
VEIDI AJAST JA ALGUSEST

Ma olen sündinud Tallinnas, kuid mu vanemad on pärit Tõrvast. Küllap seetõttu on ka Mulgimaa loodus mulle lähedane. Isa-ema elasid möödunud sajandi 20ndatel-30ndatel Riias ja naasid siis Eestisse. Mu lapsepõlv möödus suure sõja ajal ja pärast seda. Lõpetasin Tallinna 7. Keskkooli, kus juba sel ajal oli inglise keel au sees. Edasi tuli tollane Tallinna Polütehniline Instituut (TPI) ja hetkeotsust minna õppima ehitusteaduskonda pole vaja olnud mitte kunagi kahetseda. Ehituskonstruksioonide kateeder oli siis üks TPI tugevamaid, kui mitte kõige tugevam. Seal hõljus veel Ottomar Maddissoni vaim ja Heinrich Laul, Valdek Kulbach, Enno Soonurm ning teised hoidsid sama joont – üliõpilane pidi põhiteooria hästi selgeks saama enne kui rakendustele sai mõelda. Mu õppejõududeks olid ka Arnold Humal, Ants Särev (matemaatika erikursus), Raim Räämet, Ott Rünk ja paljud teised. Juba üliõpilasena asusin ka teedris laborandina tööle, ja pärast lõpetamist, hoolimata aastast eksirännakust tolleaegsete suunamisreeglite kohaselt, tulin TPIsse tagasi aspirantuuri. Kandidaativäitekiri käsitles rippkatete arvutamist Valdek Kulbachi juhendamisel. Kui tagasi mõelda, siis juba tollal tuli mul teha tegemist vastasmõjude (kontaktjõud kahe trosside parve vahel) modelleerimisega, mis aastate pärast sai määravaks hoopis teist laadi matemaatilise füüsika probleemide lahendamisel. Mul õnnestus pärast kandidaaditöö valmimist saada järeldoktori koht, mida tollal nimetati küll stažeerimiseks. Ja see koht oli Prahast Tšehhi Tehnikaülikoolis aastatel 1967–1968. Võib kindlalt öelda, et see aasta – Praha kevad ning selle jõhker mahasurumine – kujundasid mu maailmavaate ja sidusid mind tihedalt Prahaga, ühe kaunima linnaga Euroopas, ja loomulikult ka sealsete kolleegidega.

Tagasi tulles õpetasin ühe aasta TPIs matemaatikat ja 1969. a võtsin vastu kutse asuda tööle Eesti Teaduste Akadeemia Küberneetika Instituuti (KüBI), mis nüüd Tallinna Tehnikaülikooli (TTÜ) juures on. Nii on mul käimas juba 46. aasta KüBI. Kui nüüd aga ajaskaalal hakata edasi minema KüBI aastatel, siis sinna mahub palju – Eesti Teaduste Akadeemia, Eesti ja Euroopa teaduspoliitika, Mittelineaarsete Probleemide Analüüsi Keskus (tuntud kui *Centre for Nonlinear Studies* – CENS), õpetamine TTÜs jne. Kõigest sellest tuleb lühidalt juttu alljärgnevalt, kuid hoopis rohkem on kirjas mu esseede kogumikes (Engelbrecht, 2004ab, 2014b; Engelbrecht, Mann, 2011).

TEADUSEST JA MITTELINEAARSEST DÜNAAMIKAST ERITI

Mu teadustegevus algas TPI ehituskonstruksioonide kateedris ning uuringute teemaks oli rippkonstruksioonide analüüs. Meetoditeks analüütika ja numbriline simulatsioon. Olin seejuures kateedris esimene elektronarvutite kasutaja võrrandisüsteemide lahendamiseks. Ka eksperimentidega tuli tegemist teha. Rippkatete matemaatiline mudel viis mittelineaarse süsteemini, mille lahendamine sel ajal käis ikka lineaarse lähenduse kaudu. See oli hea õppetund, mis oli edasiseks aluseks dünaamika probleemide uurimisel Prahas 1967.–1968. a. Edasi tuli KÜBI aastast 1969 tänase päevani. Kirjutamise ajaks olen KÜBI hingekirjas olnud 46 aastat. Mittelineaarne lainelevi tahkistes vajab korralikku teooriat ja evolutsioonivõrrandite tuletamise meetodeid, sellest ka doktoritöö (DSc).

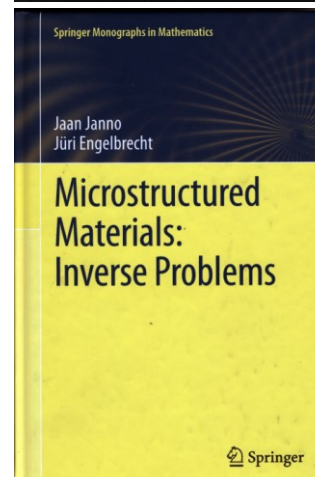
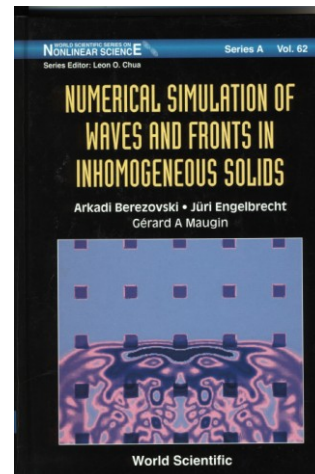
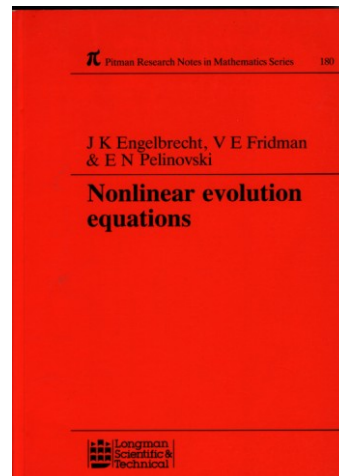


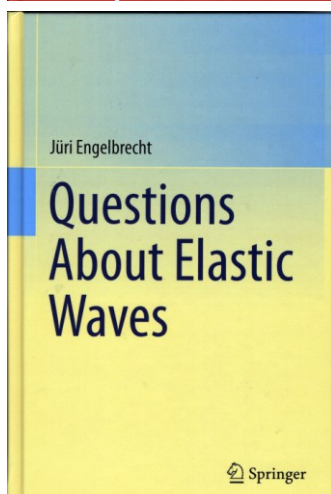
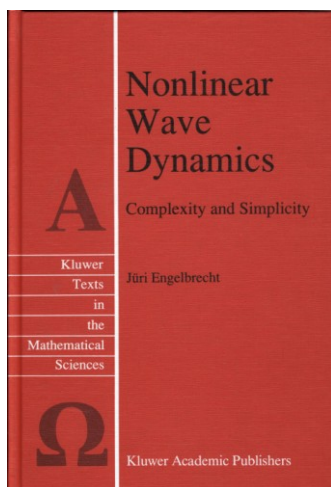
Esimeses monograafias (Engelbrecht, 1983) on sellest juttu ning mitmed tulemused on siiani olulised – üldine teooria, termomehaanika hüperboolsed mudelid ja nende mõju, mittelineaarsed interaktsioonireeglid, rida evolutsioonivõrrandeid. Tegelikult oli aeg 1970–1980 hoolimata NLiidu reeglitest minu jaoks õnneks poliitika-vaba ja seetõttu sain end teooriasse sisse kaevata. Edasi järgnes juba süvitsi mittelineaarse dünaamika radadele minek. Üks rada suundus matemaatilisse füsioloogiasse, kus tuletasin lihtsustatud närviimpulsi levi matemaatilise mudeli, kus mittelineaarsus loomulikult oli otsustava kaaluga ioonvoolu modelleerimisel. Seda arendas üks PhD väitekirj, kuid mudelvõrrand vääriliselt veel uurimist. Üks teine rada oli tähisega mittelineaarsed seismilised lained. Päris mitu artiklit käsitlesid probleemi, kuidas sisejõudude aktiivsus lülitub mängu vaid piisavalt intensiivsete välisärrituste puhul. Hiljem tagasi vaadates tundub samuti, et need probleemid vääriliselt arendamist uues kuues. Mittelineaarse lainelevi äärmiselt oluline valdkond on aga seotud solitonidega, kus uuringud hakkasid suurema hooga liikuma, seda ka tänu tegusatele kolleegidele.

Nii on meil ette näidata interaktsiooni pildid (mustrid) ja interaktsioonireeglid Korteweg–de Vries'i (KdV) mudelile ning rida spetsiifilisi solitonistruktuure. Lainete modelleerimisel veepinnal on aga interaktsioonisolitonid, nende kuju ja tekkimise analüüs Kadomtsev–Petviashvili (KP)

mudeli järgi ning verifitseerimine tegelikkuses andnud huvitavaid tulemusi. Üks probleem solitoonikas on see, et klassikalise sümmeetrilise solitoni kõrval on reaalse tingimuste tõttu tegemist mittesümmeetriliste solitonidega. Nende analüüsi kajastab ka varasem monograafia (Engelbrecht, 1991), kuid viimasel ajal on tegevus sellel suunal jälle hoogustunud.

Kui omal ajal oli mittelineaarne pideva keskkonna teooria aluseks evolutsioonivõrrandite tuletamisele, siis viimasel ajal on tähelepanu all hoopis keerulisemad mikrostruktuuriga materjalid, mille puhul klassikaline teooria ei tööta. Lainelevi analüüs funktsionaalselt skaleeritud materjalides on osutunud üheks baastulemuseks. Oluliseks tuleb lugeda aga korraliku teooria väljatöötamist materjali sisestruktuuri arvestamiseks lainelevil, mis on andnud ka häid tulemusi – lainelevi hierarhia sõltuvuses mastaabiteguritest, duaalsete sisemuutujate teooria, uued evolutsioonivõrrandid ja nende mittesümmeetrilised lahendid (solitonid), numbrilised meetodid, jne. Koos kaasautoritega on ilmunud raamat (Berezovski jt, 2008), kus tähelepanu all numbrilised meetodid taoliste probleemide analüüsil. Korralikud matemaatilised mudelid on aga võimaldanud lahendada ka pöördülesandeid koostöös matemaatikutega (Janno, Engelbrecht, 2011), mis on vajalikud mittepurustava katsetamise rakendustes. Siin on uudne idee mittelineaarse lahendi omaduste kasutamine pöördülesande lahendamiseks. Närviimpulsi analüüsi jätkuks on südame kontraktsioon ja difusioon südamerakus, millega väga edukalt tegelevad nooremad kolleegid, kelle tulemused on maailmas kõrgelt koteeritud. Olen ka ise nendega koos paari probleemi analüüsinud ja mitu ideed on veel realiseerimata. Viimasel ajal on tähelepanu üldistustel, mis seavad mittelineaarse dünaamika komplekssüsteemide üheks oluliseks osaks. Juba varem (aastal 1997) tegin katse esitada mittelineaarse lainelevi probleeme komplekssüsteemide raames (Engelbrecht, 1997), kuid





viimasel ajal on uuringud oluliselt arenenud ja väga huvitavaks läinud. Selles on suur osa sise-muutujate teoorial ja üldistatud käsitlustel, mis on andnud häid tulemusi mitte ainult lainelevi modelleerimisel, vaid ka füsioloogias. Sisemuutujad on osutunud üheks oluliseks kontseptsiooniks lainelevi analüüsil mikrostruktuuriga materjalides. Üldse on mikrostruktuuriga materjalide matemaatiliste mudelite analüüs andnud palju huvitavaid tulemusi. Erinevate mastaapide arvestamine lainelevi analüüsis on esile tõstnud ka hierarhilised süsteemid üldises käsitluses. Lisaks teoreetilistele mudelitele on olnud viljakas ka pöördülesannete lahendamine materjalide parameetrite määramiseks. Kui nüüd minna sisuliselt tuumani, siis jõuame lihtsa lineaarse lainevõrrandini, mis Ian Stewarti sõnade järgi on üks seitsmeteistkümnest võrrandist, mis 'muut-sid maailma' (Stewart, 2013). Selles võrrandis on tegelikult kajastatud lainelevi lõplik kiirus. Reaalne elu nõuab lainevõrrandi täiustamist, et oleks võimalik kirjeldada ka kaasnevaid olulisi füüsikalisi efekte, mis on näiteks seotud disper-siooni ja mittelineaarsusega. Mu äsjane mono-graafia (Engelbrecht, 2015) teeb meie viimase aja tulemustest kokkuvõtte just selles võtmes. Ning *anno* 2015 on tähelepanu difraktsiooni ja dis-persiooniefektide seostatusel, lainetel biomemb-raanides ja materjalidel, mis lubavad negatiivset grupikiirust.

Juba minu järeldoktori aasta Prahast häälestas mind koostööle. Hilisemad pikemad töötamised mitmes huvitavas teaduskeskuses haarasid juba teadlikult koostööd. Sel ajal jätab teatud eraldatus kodustest igapäevaprobleemidest rohkem aega teadustööks, kuid mitte ainult. Cambridge'i Sidney Sussexi kolledži õhtusöökidele järgnev diskussioon '*senior common room*'is oli vaimuhariv just paljude valdkondade esindatuse tõttu. Ka uued ideed on sellises õhustikus kerged tulema. Omal ajal, st möödunud sajandi 80-ndatel mängisid oma osa ka head raamatukogud, olgu siis Cambridge'is või Pariisis või mujal. Üldiselt on mul kaasautoreid kokku umbes neljakümne ringis. Erinevalt mitme teise valdkonna kommetest, pole meie kogukonnas kombeks kirjutada kümnete või sadade kaasautoritega artikleid. Reeglina on tegemist kahe-kolme väga tihe-dalt suhtleva kolleegi koostööga. Lisaväärtus neil kaasautorluses valminud uuringutes pole mitte ainult uued lahendused või faktid, vaid ka mitme vaate-

nurga kokkupanek, ehk nagu ütles W. L. Bragg – erinevate mõtete kokkupanek. Ka doktorante olen püüdnud varakult lükata iseseisvale teele.

Kui nüüd üldisemalt mõtiskleda, siis on mulle alati huvi pakkunud matemaatika ja füüsika seos, ehk kuidas matemaatilisest mudelist selgub füüsikaliste protsesside käitumine ja vastupidi. Mudel võimaldab ju mõtelda protsessi olemuse üle ja leida vajalikku informatsiooni arvutuste teel. Kohe kerkib küsimus, kui keeruline peab olema mudel, millele on tegelikult lihtne vastus. A. Einsteini sõnade kohaselt tuleb kõik teha nii lihtsaks kui võimalik, kuid mitte lihtsamaks. Realiseerida seda ideed pole aga alati lihtne, ka väikesed parameetrid võivad osutada pika aja jooksul määravaks. Ja teine tähelepanek tagasivaates on seotud huviga erinevate teadusvaldkondade sümbioosi vastu. Tahkiste ja vedelike seostamine on võib-olla selge paralleel, on ju jäävusseadused mõlemal juhul kehtivad pea ühesuguses vormis. Bioloogiaprobleemid on aga keerulisemad seoses suurte muutujate arvu, keemiliste reaktsioonide, rääkimata selgest ruumilisest hierarhiast üksikute komponentide skaalas.

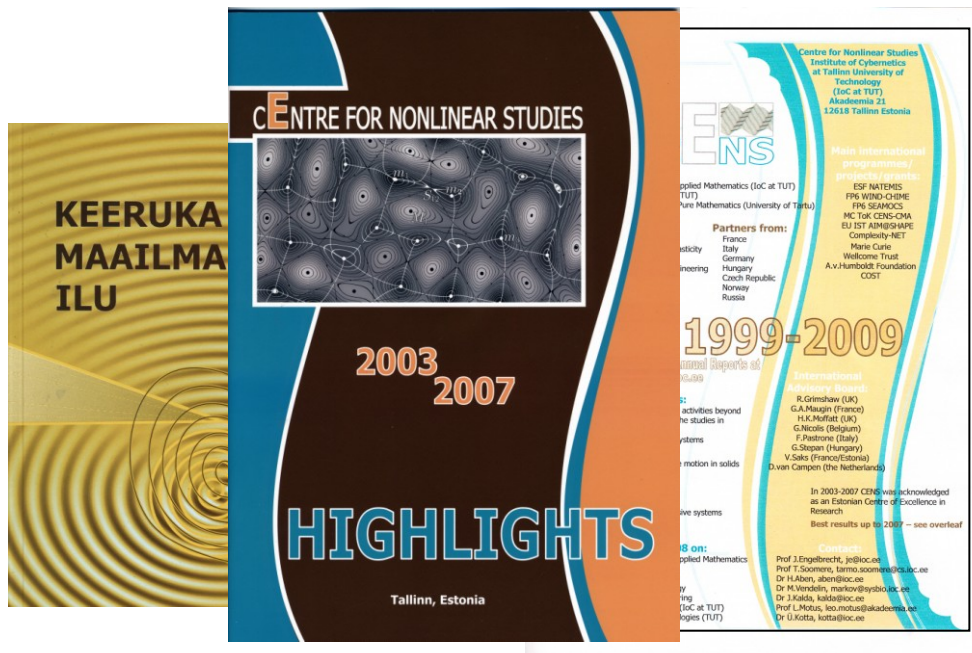
Kõik see viib loomulikult tähelepanu kompleksüsteemidele, mille puhul üksikute osade vastasmõjud (interaktsioonid) määravad süsteemi kui terviku käitumise. Taolisteks kompleksüsteemideks on mikrostruktuuriga materjalid, bioloogilised koed, sotsiaalsed süsteemid koos võrgustikega jne. Võib esineda iseorganiseeritus, esinevad hierarhilised kooslused, vastasmõjud on mittelineaarsed. Taolised süsteemid on termodünaamiliselt mittetasakaalulised. Selles võtmes on meil hulk teadustulemusi, kuid me oleme kompleksüsteemide ülevaateid esitanud ka ühiskonnale arusaadavas keeles, nii füüsikalisest aspektist (Engelbrecht, 2010a) kui ka sotsiaalsete süsteemide omapärasest (Kitt, 2011). Tulemused on jõudnud nii ülikoolide (Lepik, Engelbrecht, 1999) kui ka keskkoolide (Kitsnik, Ehala, 2013) õppematerjalide hulka.



Minu kursused TTÜs, nii palju kui mul teada, on ainukesed süstemaatilised kursused Eestis mittelineaarsetest dünaamikast ja matemaatilisest modelleerimisest.

Puht ajaloolisest vaatenurgast lähtudes oli Küberneetika Instituut 1990-ndate lõpul kujunenud meil juhtivaks keskuseks mittelineaarsete protsesside analüüsis, kuid ka mujal Eestis oli uurimisgruppe silmitsi samalaadsete probleemidega. Nii tekkis idee moodustada virtuaalne keskus nimega “Mittelineaarsete Protsesside Analüüsi Keskus”, mille praegu tuntud akronüüm CENS on tuletatud inglisekeelsest nimest “Centre for Nonlinear Studies”. CENS loodi aastal 1999 ja on kaks korda pälvinud koostöö Eestis teaduse tippkeskuste programmis (2002–2007 ja 2011–2015). Tänapäevane koosseis haarab järgmisi töögrupe: Küberneetika Instituudist mittelineaarne dünaamika (J. Kalda) koos fotoelastsuse töögrupiga (J. Anton), lainetuse dünaamika (T. Soomere), süsteembioloogia (M. Vendelin), juhtimissüsteemid (Ü. Kotta) ja Tartu Üli-koolist optika (P. Saari).

On palju noori inimesi, teadurite ja kraadiõppuritena on esindatud kümnekond rahvust ja rahvusvahelised sidemed on tugevad. CENSi tulemused väärivad omaette kirjutist, ilmunud on paar kokkuvõtet (Kändler, 2006; CENS, 2007). Hulk noori inimesi on saanud doktorikraadi, CENSi aruannetes on kõik ilusasti kirjas ja raamatariiulil on väitekirjade osa järjest kasvamas. Vaimsus KüBI looja N. Alumäe jälgedes edeneb, sellest on ülimalt hea meel. Sellest ka raamat “Teadusmõtte Küberneetika Instituudis”, mis ilmus instituudi 50. aastapäeva tähistamiseks (Engelbrecht, 2010b).



MEHAANIKA MEIL JA MUJAL

Teadustegevusest rääkides on oluline peatuda Eesti mehaanikauuringute seostel laiemas plaanis ehk rahvusvahelises teadlaskogukonnas. Olen olnud nimelt üsna tihedalt tegev väljaspool Eestit. Loomulikult on alljärgnev pilguheit läbi isikliku prisma, pikema ülevaate loodab CENS lähiaastatel kokku panna.

Esimene 'alapeatükk' võiks kanda nime Euromech. Seda nime kandva nõukogu lõi George Bachelor aastal 1965 täiesti *ad hoc* lihtsalt Euroopa juhtivatest mehaanikateadlastest, et hakata korraldama kollokviume väga täpselt piiritletud teemadel. Polnud mingit rahalist katet, vaid teadmine, et autoriteetne kogu on ühe või teise probleemi lugenud oluliseks. Tüüpiline osavõtjate arv kollokviumil oli umbes 30–40, mis kindlustas kõigi osavõtjate süvitsi mineku ja väga sisuka arutelu. Idee osutus väga haaravaks ja omandas peagi suure populaarsuse. Esimene Euromechi kollokvium toimus aastal 1965 Berliinis, hiljuti aastal 2012 toimus Prahas Euromechi kollokvium lainelevi teemal järjekorranumbriga 540, korraldajaks Termodünaamika Instituut Prahas ja kaas-korraldajaks CENS Tallinnast. Vahepeal on Tallinnas toimunud viis Euromechi kollokviumi, enamuse seotud mittelineaarsete lainetega. Mina olin 1980-ndatel kaks korda pikemalt Inglismaal tööl ja kohtusin tihti George'iga, kes tegi mulle ettepaneku järjekordse roteerumise ajal hakata nõukogu liikmeks. Esimesel aastal (1988) olin koopteeritud, siis aga kuus aastat (1989–1993) nõukogu täieõiguslik liige. Kuigi tegemist nn *bottom-up* initsiatiiviga, oli nõukogu autoriteet kõrge ja seda toetas korrespondentide võrk üle Euroopa. Iga-aastased koosolekud olid ülimalt tõised, sest ettepanekud uute kollokviumite kohta arutati läbi väga põhjalikult. Ja see oli vaid selleks, et saada Euromechi tunnustus! Aastal 1993 oli aeg küps, et nõukogu transformeerus ühinguks ja nii sai alguse *Euromech Society*, liikmeteks selle valdkonna teadlased üle Euroopa ja mujaltki, esimene ühingu president oli David Crighton – mu hea sõber Cambridge'i päevilt. Nagu ikka ühingutes, valiti juhtkond liikmete poolt ja nii osutusin ma uuesti valituks Euromechi juhtkonda, kokku veel kuueks aastaks (1995–2000). Aastatel 2001–2005 olin Vanematekogu esimees ning see kogu andis nõu nii tegevusteks kui ka juhtkonna valimisteks. Praegu korraldab Euromech kollokviumite kõrval suuremaid konverentse viies suures valdkonnas: tahkisemehaanika, vedelike mehaanika, turbulents, mittelineaarsed võnkumised ja materjalide mehaanika. Kahtlemata 'istutasid' need aastad Euromech'is mind rahvusvahelisse kogukonda, andsid palju uusi ideesid, panid vaatama asju laia pilguga ning *last but not least* – andsid palju sõpru. Iga-aastased nõukogu koosolekud, mis 1980-ndate lõpus ja 1990-ndate alguses olid seotud veel viisaprobleemidega, viisid mind paljudesse Euroopa linnadesse, ka Tallinnas pidasime loomulikult koosolekut, ja võimaldasid külastada paljusid uurimiskeskusi. München, Lyngby, Stockholm, Zürich, Cambridge, Berliin, Grenoble, Budapest, Udine on vaid pelk loetelu Euroopa keskustest, kuhu mu rännutee mind Euromechi tiiva all viis. Ja seda 13 aastat jutti, Vanematekogu pidas koosolekuid juba

elektrooniliselt. Ning kõikidest Euromechi üritustest osavõttu on isegi raske meelde tuletada.

Teine 'alapeatükk' kannab nime IUTAM (*International Union of Theoretical and Applied Mechanics* – Rahvusvaheline Teoreetilise ja Rakendusmehaanika Liit). Nagu iga teise taolise liidu puhul (on ka erandeid), on IUTAMi liikmeteks mitte üksikisikud, vaid rahvuslikud komiteed. Seega peab jutt algama nendest ning seetõttu on tegemist meeskonnatööga ja antud teadusvaldkonna tervikliku arenguga. Paraku tuleb alustada ajast, mil Eesti oli NLiidu koosseisus. N. Alumäe oli NLiidu Mehaanika Rahvusliku Komitee liige alates 1961. a. Tema ettepanekul võeti selle Komitee liikmeteks U. Nigul (1976), allakirjutanu (1983), H. Aben (1985) ja Ü. Lepik (1987). Tuleb tunnistada, et tolle aja piirangute tõttu rahvusvahelises suhtlemises olid Komitee koosolekud üpris huvitavad, sest teoreetiliste valdkondade tase on Venemaal olnud alati tugev ning nimetada tuleb ka Ukraina ning Georgia (tollal Gruusia) kolleege. Aga eks ilmneseid nendel koosolekutel ka totalitaarriigi iseärasused, sest vaidlustes tõestati tihti mitte oma heade tulemuste väärtust, vaid prooviti teisi maha teha. N. Alumäe ettenägelikkus tegi võimalikuks Eesti regionaalgrupi moodustamise Komitee koosseisus (juba 1974). Ja siis saabus aeg, kus N. Alumäe ettepanekul langes minu õlule Eesti regionaalgrupi juhtimine (1984). Me korraldasime Eesti Mehaanikapäevi, osalesime kolme linna (Moskva, Leningrad, Tallinn) ühisel mehaanikaseminaril, millega hiljem ühines ka Doni-äärne Rostov. Minu koordineerida oli meie osavõtt, Moskvast tegelesid sellega N. Zvolinski ja M. Grinfeld, Leningradist alguses A. Lurje, hiljem V. Palmov ja Rostovist I. Vorovich. Nende sidemete juured läksid ikka tagasi N. Alumäe juurde. Selle seminari õhkkond oli hoopis teine: rahulik ja põhjalik arutelu, mis praktiliselt tähendas ajurünnakut ettekandja probleemi ümber.

Aeg aga viis meid muutustele, mis tõid Eesti tagasi iseseisvate riikide perre. Aastal 1991 saatsid Eesti regionaalgrupi liikmed siis juba Venemaa Rahvusliku Mehaanika Komitee nime kandvale organisatsioonile kirja, milles teatasid Eesti Mehaanika Rahvusliku Komitee moodustamisest ja sellega seoses oma väljaastumisest Venemaa Rahvusliku Komitee kui NLiidu Komitee mantlipärija koosseisust. Olin juba varem konsulteerinud oma heade kolleegidega IUTAMist ning esitasin kohe taotluse Eesti osalemiseks IUTAMi liikmeskonnas. Meie taotlus rahuldati Haifas toimunud Rahvusvahelisel Mehaanikakongressil (ICTAM) aastal 1992 ning sellest alates on Eesti Mehaanika Rahvuslik Komitee IUTAMi täieõiguslik liige. Meie komitee jätkas Eesti Mehaanikapäevade korraldamist ja mehaanikauuringute koordineerimist Eesti erinevates teadusasutustes. Koordineerimine tähendas selles kontekstis mitte juhtimist, vaid eelkõige infovahetust. Me koostasime kaks Eesti mehaanika programmi (1995–1997, 1998–2002), mille eesmärgiks oli paika panna uurimissuunad ja jagada kogemusi kriitilise massi saavutamiseks. Loomulikult oli tähelepanu all tulemuste kvaliteet – osa kolleege haalus nende mõtetega, osa

aga mitte. Eesti üldine teaduspoliitika ei soosinud tollal taoliseid 'isehakanud' programme, sest hakkasid arenema bürokraatlikud nõuded riiklike programmide suunas. Kuna rahastamist nende programmide raames polnud võimalik saada, siis praegu (st pärast 2002. a) kokkuvõtvaid programme pole. Kindlasti andis aga see tegevus hea aluse CENSi tegevuse rajamiseks alates 1999. a, eesmärgiga koondada ühe suuna (mittelineaarse dünaamika) uuringud ühtse 'mütsi' alla. Üldisest vaatevinklist on oluline märkida, et Eesti Mehaanika Rahvuslik Komitee seadis sisse N. Alumäe loengud, mida peetakse kaheaastase intervalliga 12. septembril, N. Alumäe sünniaastapäeval. See on ausus mehele, kes oma tegevusega pani aluse mehaanika tänapäevasele arengule Eestis ning samas ka tänaste tegijate tunnustamine.

Nüüd aga rahvusvahelisele areenile. IUTAMi tegevus on lai – iga nelja aasta järel toimuvad kongressid (ICTAM), kus arutlusel kõik mehaanika probleemid nii tahkise ja vedelike mehaanikast, biomehaanikast, arvutusmehaanikast, kui ka geomehaanikast, mehhatroonikast, materjalimehaanikast jne. Kongressidest osavõtjate arv on viimasel aja 1500 ja 2000 vahel. Igal aastal toimub veel umbes 8–10 spetsialiseeritud IUTAMi sümposiumi kitsamate probleemide arutamiseks ja sel juhul on osavõtjate arv kuni 100. Töötavad töögrupid ja paneelid konkreetsete sihtidega ühes või teises suunas, et selgitada uusi trende ja juhtida tähelepanu lahendamata probleemidele. Kongressikomitee ülesandeks on aga läbi vaadata taotlused IUTAM esindusürituse – kongressi läbiviimiseks ning paika panna iga kongressi struktuur – plenaarsinejad, sektsioonid, seminarid, stendiettekanded jm. See on praktiliselt mehaanika hetkeseisu ja kuumade teemade fikseerimine. Esimene kongress toimus 1924. a Delftis, viimane, 23. kongress toimus Pekingis. Tallinnas toimus üks IUTAMi sümposium aastal 1982 ja järgmine teemal *Complexity of Nonlinear Waves* aastal 2014.

Minu osavõtt IUTAMi igapäevasest tegevusest algas 1992. a, kui mind valiti Kongressikomitee ja Peaassamblee liikmeks. Kuigi harilik roteerumine tähendaks vaid kahte perioodi Kongressikomitee liikmena, siis minu teised kohustused IUTAMi juhtorganis andsid mulle *ex officio* koha kuni aastani 2004, seega kokku 12 aastat. ICTAM 1996 Kyotos sidus mind aga juba väga tihedalt IUTAMi tööga – mind valiti nimelt IUTAMi juhtkomitee (Büroo) koosseisu. Aastatel 1996–2004 (st kaks perioodi) olin Büroo liige ja aastatel 2004–2008 varahoidja (*treasurer*). See oli äärmiselt põnev aeg, mis viis mind mu eriala süvaprobleemide juurde ning andis ülevaate olulistest suundadest. Jälle kindlasti kasu CENSile! Et selle juures avardub ka maailmapilt, on meeldiv lisaväärtus. Alustasin kongressidega Moskvas (1972) ja Delftis (1976), millele järgnes NLiidu reeglite (ma polnud nimelt usaldusväärne) ja rahapuuduse tõttu mitme kongressi pikkune vahe, hoolimata kutsetest. Siis aga Kyoto (1996), Chicago (2000), Warssavi (2004), Adelaide (2008) ja Peking (2012). Ametikohuste kõrval olid mul kongressidel loomulikult ka teadusettekanded. Büroo istungid lisasid veel hulga külastusi paljudesse teaduskesk-

tesse – Providence, Cambridge, Stuttgart, Aalborg, Champaign (Illinois) jne on vaid lühinimekiri. IUTAM määrab ka iga sümposiooni programmitöösse oma esindaja, neid *ex officio* meeldivaid kohustusi on kogunenud umbes kümmekond. Osal olin ka ise ettekandega kohal, osal piirdus mu tegevus vaid soovitude ja nn järelvalve rolliga. IUTAMi sümposioonide ettekanded valib programmitöö, seega on eelnev sõel tihe. Materjalid avaldatakse hiljem eraldi köidetena pärast teadusajakirjadele omast ranget retsenseerimist ja loomulikult on need materjalid ka andmebaasides refereeritud. Aeg-ajalt avaldab IUTAM üldisi publikatsioone, nendest on minu arvates üks huvitavamaid raamatuke pealkirjaga “Mechanics at the turn of the century” (Schiehlen, van Wijngaarden, 2000), kuhu on kogutud IUTAMi juhtkonna lühiesseed viimase 50 aasta mõjukamatest teaduspublikatsioonidest, mis panid aluse uutele paradigmadele või läbimurretele meie teadmistes. Minu lühiessee käsitles N. J. Zabusky ja M. D. Kruskali kuulsat solitonide artiklit (1965) suurt mõju mittelineaarsete nähtuste analüüsis ja lahtimõtestamisel.

IUTAMi varahoidja amet oli aga väga pingeline. Ega IUTAMi rahahulk ju teab kui suur pole, ca 400,000 USD kokku, kuid suhtlemine Rahvuslike Komiteedega liikmemaksude asjus, sümposioonide rahastamine ja nende aruanete kogumine, trükiste ja sekretariaadi rahastamine jne oli piisav koormus ja vastutus.

Kuna aastal 2006 valiti mind ALLEA presidendiks, siis kahte vastutusrikast ametit lisaks kodustele kohustustele ma pidada ei oleks jõudnud. Pidin kahetsusega teatama kolleegidele IUTAMis, et ma ei kandideeri enam varahoidja ametisse 2008. aasta Peaassambleel. Ja on päris loomulik, et nii nagu omal ajal N. Alumäe andis mulle üle rahvusliku komitee (tollal regionaalgrupp) esimehe ameti, nii ka mina soovitsin sellele kohale noorema kolleegi Andrus Salupere. Tema on nüüd ka IUTAMi Peaassamblee liige (alates 2008), mis käib koos rahvusliku komitee esimehe staatusega.

TEADLASKOGUKONNA TEGEMISTEST EESTIS

Kolleegid valisid mu Eesti Teaduste Akadeemia presidendiks aastal 1994. See tähendas vastutust, sest ‘ajastu ristlevad huvid’, nagu ütles omal ajal Karl Schlossmann, nõudsid palju energiat. Samas ei saanud ma jätta kõrvale oma teadusuuringuid. Akadeemia presidendil polnud aga vastutus üksi Akadeemia käekäigu eest, vaid Akadeemial kui Eesti tippteadlaste kogul oli vastutus teaduse arengu eest. Jättes kõrvale seadustähe formuleeringud, on akadeemiate olemuses põhjapanev mitte formaalsus, vaid vaimujõud, mis seob akadeemikuid Aristoteelse vaimus – summa on suurem kui liidetavad lihtsalt kokku liidetuna. Olen akadeemiate tegevusest paljugi kirja pannud, küll meie Akadeemiast, küll meie rahvusvahelistest suhetest, küll akadeemiast üldse (vt Engelbrecht, 2004b, 2014b), ning siin olgu vaid märgitud mõned tahud.

Akadeemia raames olid olulised nii Akadeemia seaduse kui ka põhikirja vastuvõtmine ning Akadeemia maja omandivormi lahendamine ja korrastamine. Remonditööd olid teatavasti keerukad ja kestsid kaua (koos rahamuredega) ja tegelikult said ringi peale alles paari aasta eest. Põhiküsimus aastatel 1994–2004 oli Akadeemia nähtavuse tõstmine. Mitmed uued töövormid said alguse – sihtsuunitlusega nõupidamised “Teadus ühiskonnale”, “Uued teadusu-suunad”, Akadeemia avalikud loengud, konverentsid jm. Akadeemia aastaraamatud said uue alguse (eelmine, st I köide ilmus ju 1940. a). Akadeemia tegevuse kõrval on aastaraamatute kaante vahel ka assotsieerunud teadus-asutuste ja -seltside tegevuse aruanded ning akadeemikute arvamused. Heameelt teevad Akadeemias alustatud seeriad “Eesti Vabariigi teaduspreemiad” (esimene köide ilmus 1997. a) ja “Teadusmõte Eestis”, mis käsitleb nii üksikuid teadusvaldkondi kui ka laiemaid probleeme. Akadeemia asus jõuliselt esindama Eesti teadust rahvusvahelisel areenil (vt ka allpool). Tahaksin märkida ka teaduseetika koodeksi väljatöötamist, mille initsiaatoriks oli Akadeemia.

Akadeemia tähtpäevad on leidnud kajastamist laiemalt, nii on ilmunud ka Akadeemia ajalugu aastal 2008, ajakirja “Akadeemia” erinumber (No 10, 2008) ning paari aasta eest ka Horisoni 2013. a rubriigid “Akadeemia ajad ja rajad” ning “Akadeemik akadeemikust”.

Aga presidendina olin seotud veel Eesti riigi mitmete institutsioonidega, olgu siis *ex officio* TANi liikmena või riigi teaduspreemiate komisjoni esimehena, samuti ka arvukate *ad hoc* komisjonide liikmena. Oluline oli kindlasti ka osalemine Vabariigi Presidendi Akadeemilise Nõukogu (Mõttekoja) töös. Mul oli au olla seal kolme Presidendi ametiaja jooksul aastatel 1995–2011.

Eesti riigi teadusstrateegiad said alguse Akadeemia poolt koostatud strateegiaga 1998. a, mida aga siis just lahkuv Riigikogu ei jõudnud aktsepteerida. Olin Teadmistepõhise Eesti I (2002–2006) üks koostajatest ja Teadmistepõhise Eesti II (2007–2013) koostamiseks moodustatud töögrupi juht.

Teaduse rahastamine on praktiliselt teaduse vereringe funktsioneerimise korraldamine. Kolleegid valisid mu aastal 1997 loodud Teaduskompetentsi Nõukogu (TKN) esimeheks. Eesti Teadusfond juba eksisteeris, kuid TKNi vastutuseks jäi sihtfinantseerimise tagamine, s.o institutsionaalne rahastamine. Tänu TKNi liikmete missioonitundele saime asja käima. Me alustasime sihiga korrastada teadusmaastik, lõigata ära tegevus veel NLiidu pärandina ja viia hinnangud kvaliteedile. Reeglid tuli ise välja töötada ja põhimõtteks sai nn alumine latt – rahastatav teadustegevus peab olema teatud tasemel. Kõik, kes üle selle, said rahastatud, pidades silmas teaduse üldist arengut Eesti huvides. Tõsi, hinnangud olid ekspertide poolt, artiklite arvu ega tsiteeringuid ei loetud. Mul on siiani meeles, et rahastatud sai tööühm, kellel need bibliomeetrilised näitajad puudusid, kuid kavandatud tegevus oli äärmiselt perspektiivne. Praegu on see tööühm üks Eesti tugevamaid. Kui kaks vooru jäi selja taha,

oli selge, et tipud vajavad suuremat rahastamist (tuleb kasta seda taime, mis kasvab). Selleks algatas TKN tippkeskuste programmi (2002–2007), mis sai rahastamise riigi eelarvest. Ma palusin Soome kolleegide abi, kes meid nõustasid ja abistasid nii reeglite väljatöötamisel kui ka taotluste evalveerimisel. Muide, toimusid ka kohtvisiidid, mis taolise kõrgtasemelise teadustegevuse juures on äärmiselt olulised. Konkurss oli tihe, kuid tulemused õigustasid end (Lippmaa, 2004). Võrreldes tänase olukorraga oli tippkeskuste aruandlus eeskätt tulemustel põhinev, mitte aga eelarve ridade täitmisel ja lauskontrollil. Väga olulise sammuna viis TKN sisse järel doktorite staatuse, mis hõlbustas noorte teadlaste tagasipöördumist Eestisse. Üks aruanne TKNi tööst võtab kokku tehtu (Engelbrecht, 2003).

Tegemisi nende aastate jooksul on olnud palju ja kõiki ei jõua üles lugeda. Kõrghariduse korraldamisega oli Akadeemia presidendil vähem tegemist, kuid ma olin kõrghariduse akrediteerimise töögrupi juht (2004. a). Kuna minister T. Maimets andis vabad käed selle grupi moodustamiseks, siis kutsusin osalema kolleegid Saksamaalt, Rootsist ja Sloveeniast. Selle töögrupi järeldused (Eesti kõrghariduse kvaliteedikindlustus, 2004) aitasid korrastada meie kõrgharidusmaastikku ja puhastada see vesivõsudest ehk teiste sõnadega 1990-ndatel vohama hakanud era-‘ülikoolidest’.

Nii et minu 20 aastat Eesti Teaduste Akadeemia juhtkonnas (president 1994–2004, asepresident 2004–2014) on möödunud tegusalt, mis aga ei tähenda, et kõik on olnud probleemidevaba. Nendest olen kirjutanud Akadeemia aasta-araamatutes, kokkuvõtted on kirjas ka ühtsete kaante vahel (Engelbrecht, 2004b, 2014b). Tänase teadusmaastiku analüüs nõuab aga omaette arutlust. Üks kokkuvõtte tehtust ja tulevikust ilmus minu toimetamisel paar aastat tagasi (Engelbrecht, 2011). Praegu olen Akadeemia juhatuse liige ja Eesti Teaduse Tippkeskuste Nõukogu esimees. See nõukogu moodustati Akadeemia juures aastal 2012, et ühendada Eesti tippteadlaste arvamused meie teadusuuringute korralduses.

RAHVUSVAHELINE TEGEVUS JA AKADEEMIA

Teadustegevuse rahvusvahelistest sidemetest oli juba juttu, kuid suur osa mu viimase kahe dekaadi (1994–2014) teaduspoliitika tegemised sündisid samuti rahvusvahelisel areenil. Eks Akadeemia presidendi kohustuste hulka kuulub ka rahvusvaheline suhtlus. Minul oli see eelkõige seotud Euroopa Akadeemiatega ja nende Föderatsiooniga ALLEA (*All European Academies*), mis haaras enam kui 50 akadeemiat. ALLEA tegevus on suunatud just teaduspoliitika paljudele aspektidele: alates teaduseetikast ja intellektuaalse omandi kaitsest teadushariduseni ja Euroopa Liidu teaduspoliitika kujundamiseni. Ja Euroopa Noorte Akadeemiade idee ning evalveerimisreeglid ja teadusvääriskus – nimekiri tegemistest on päris pikk. Möödunud sajandi 90-ndatel juhataisin paari ALLEA töögruppi, üks neist haaras väikeriikide teadusstrateegiate analüüsi (Engelbrecht, 2002), teine akadeemiatevahelisi teadussidemeid. Aas-

tal 2006 valisid kolleegid mind ALLEA presidendiks ja mu teine ametiaeg lõppes 2011. a. See oli pingeline, vaimu kosutav ja haarav töö, mis viis mind kokku enam kui 50 Euroopa Akadeemiaga. Konverentsid, ALLEA esindamine Euroopa Liidu komisjonides ja teistes erialaorganisatsioonides, Akadeemiade endi üritused – kõik see nõudis aega. ALLEA peakorter oli tollal Amsterdamis, mis nõudis alul ka tihedat reisimist, kuid hiljem õnnestus juba Skype'i abiga aega (ja raha) võita. Koos ALLEA asepresidendi Nicholas Manniga kirjeldasime neid tegemisi koostöös valminud esseede kogumikus (Engelbrecht, Mann, 2011), eesti keeles on pikemad ülevaated nii meie Akadeemia aastaraamatutes kui ka minu esseede kogumikus (Engelbrecht, 2014b).

ALLEA kõrval oli palju tegemist ka teistes rahvusvahelistes organisatsioonides (ICSU, EASAC, ESF jne) ning Euroopa Liidu komisjonides ja nõukodades. ICSU, st Rahvusvahelise Teadusnõukogu tähelepanu all on globaalsed probleemid ning arutlused selle nõukogu raames on olnud kasulikud nii Euroopa kui ka Eesti mastaabist arusaamiseks.

Olin ka Euroopa Komisjoni teadusvolinikku nõustava kogu EURAB liige, kus tähelepanu keskpunktis olid ELi teaduspoliitilised otsused. Ilmselt üks mu olulisemaid tegevusi oli osalemine Euroopa Teadusnõukogu (ERC) vahetus loomises. Väike 5-liikmeline kogu Chris Patteni juhtimisel sõnastas ERC põhiprintsiibid ja valis välja ERC esimese nõukogu. Valik oli väga õnnestunud, sest ERC hakkas tõesti tööle esimesest kinnitamise hetkest peale. Tuleb tunnistada, et sellest tööst on mul Euroopa komisjoniga suhtlemisel parimad mälestused. Ega ei jõua siin üksikasjaliselt rääkida ei võrgustike (ERA-NETs) töörühmast, Marie Curie programmi nõukojast ega ka NETWATCH'i infosüsteemi nõukojast. Viimasena mainitu on viinud mind mitu korda Sevillasse, mis on muutunud mu üheks lemmiklinnaks.

Praegu olen tihedalt seotud Maailma Kunsti ja Teaduse Akadeemiaga (*World Academy of Art and Science*, lühendina WAAS), mille juhatuse liige ma olen. WAAS on loodud A. Einsteini ja R. Oppenheimeri ideede kohaselt 1958. a, et rakendada teadlaste vaimujõud globaalsete probleemide lahendamiseks. Olen korraldanud paar sessiooni WAASi konverentsidel, tähelepanuga kompleks-süsteemidel. Lugeda WAASi tegevusest saab jälle "Akadeemia" veergudelt (Engelbrecht, 2014a). Kahjuks on mu ajabilanss piiratud ning WAASi kõrval saan Euroopa ulatuses *Academia Europaea* tegevusest vähem osa võtta.

TEADUSKULTUUR

Mind on vist kogu aeg huvitanud teaduskultuur selle mõiste kõige laiemas mõttes. Küllap sai huvi alguse mu aspirantuuriaastatel, leidis tuge järel doktorantuuris Prahas, siis pea juba pool sajandit Küberneetika Instituudis ja 20 aastat Teaduste Akadeemia juhtkonnas on pannud mind paljude asjade üle mõtlema üldisemalt kui oma eriala piirides. Lisada tuleb ka aastad IUTAMi juhtkonnas, ALLEA presidendi ametis ja WAASi juhtkomitees.

Kultuur tähendab inimtegevust selle kõige laiemas mõistes, mille hulka kuuluvad ka teadmised. Kitsamas tähenduses on kultuur vaimne looming ja/või kaunid kunstid. See viibki arvamuseni, et kultuur on ikka kujutav kunst, muusika, teater, kirjandus jne. Kui räägime teaduskultuurist, siis enamusele kunstiinimestest jääb see kaugeks ja mõistegi arusaamatuks. Ikkagi matemaatika ja füüsika, mingid valemid ja seadmed, millest tavamõistusega aru ei saa. Pilt või laul on ju hoopis teine asi! On tõesti kahju, et selline suhtumine prevaleerib. Ega see pole ju ainult sotsialismi taagast vabanenud väikeriigi probleem, selline suhtumine on ka suurte keelte areaalis. Tuletagem meelde kuulsat C. P. Snow loengut kahest kultuurist (1956. a) ja sellest vallandunud vaidlusi, mis on käinud tänaseni. Mulle tundub, et siin on juured ikka hariduses. Nn. pehmete erialade populaarsus tekitab mulje, et lihtsam on kuulata paari kursust ja kuulutada haridus omandatuks, selle asemel, et midagi süvitsi õppida. Tegelikult on elu täis ilmekaid näiteid, kuidas füüsikud hindavad kunsti – mõelgem A. Einsteini, H. Kerese ja N. Alumäe muusikahuvile või Euroopa Teadusfoorumite seminaridele pealkirjaga “Science meets Poetry”. Seda viimast veavad kaks füüsikaproffessorit, üks *Imperial College*’ist Londonis ja teine *Trinity College*’ist Dublinis. Meie Akadeemia välisliige nobelist R. Ernst on tunnustatud Tiibeti maalide ekspert. Need, kes on lugenud J. Einasto universumi kärgstruktuuri ja tumeaine lugu või A. Võõbuse süroloogia lugu (mõlemad “Ilmamaas” ilmunud), saavad ettekujutuse teadlase mõttemaailmast, mis toetub faktidele ja mis lubab nende põhjal teha üldistusi, ehk teisisõnu, saada uusi teadmisi. Ma väga loodan, et varsti on meil lugeda ka raamat E. Õpikust, sest T. Kändleril on materjal koos. Ja see tänapäeva astronoomia ühe rajaja lugu meie maailmaruumi olemusest on kultuuri väga oluline aspekt. See, kes arvab, et matemaatika on igav, peaks lugema “Matemaatika õhtuõpikut”, autoriteks J. Aru, K. Korjus ja E. Saar, noored andekad ja töökad inimesed. Kui aga ajaloost näiteid otsida, siis maksab meelde tuletada J. W. Goethe värviõpetust. Nii et – saab küll C. P. Snow kahte kultuuri ühendada, vaja on eelkõige mõistmist.

Siin mõtiskleks mitte kaunite kunstide ja teaduse suhte üle, vaid vaataks teaduskultuuri aspekte hoopis teisest vaatenurgast, mis haakub mu enda teadushuvidega. Olen tihti kasutanud A. Toffleri mõtet üksiku ja terviku vahekorra – üksikuga saame hakkama, kuid tükke tervikuks ei oska panna. Ja nii on paraku olukord Eestis ning pole mingi lohutus, et taolised tendentsid esinevad üle maailma. Proovisin oma üldisi arusaamu esitada kogumikus (Engelbrecht, 2013), mis ilmus Akadeemia 75. aastapäeva tähistamiseks. Ei tahaks siin kõiki mõtteid korrata, kuid paar asja siiski, pöörates tähelepanu teadmiste korrastamisele.

On otstarbekohane vaadelda teadustegevust mitmest vaatevinklist. Esiteks teadlase poolt vaadatuna, ehk kuidas teadlasena selles maailmas hakkama saada. Teiseks teadusjuhtide poolt vaadatuna, ehk kuidas teadustegevust

korraldada. Kolmandaks ühiskonna poolt vaadatuna, ehk kuidas uusi teadmisi ära kasutada. Ja siis on vaja need vaatenurgad siduda tervikuks.

Teadlase seisukohalt on tegemist eelkõige teadusväärikusega (*research integrity*), mis peaks olema iga teadlase sisemuses. Mõisted, nagu ausus, õiglus, objektiivsus, sõltumatus, usaldusväärsus, vastutus, avatus, on kõik igati arusaadavad. Plagieerimine peab olema välditud, katsetulemused peavad olema korrektselt esitatud, autorlus teadustulemuste publitseerimisel peab olema põhjendatud, teiste tulemustele tuleb korrektselt viidata, teadustulemuste korduv publitseerimine peab olema välistatud, jne. Veealuseid karisid on aga palju, sest inimesele omane püüdlus teha karjääri seab hulga ahvatlusi. Publikatsioonide nimekiri on ju see, mida evalveerijad vaatavad, olgu siis teadusgrandi saamise hindamiseks või akadeemilisele ametikohale valimiseks. Siit oht laiendada autorite nimekirja, avaldada lühipublikatsioone (nn *salami slicing* – suitsuvorstist saab palju õhukesti viile lõigata), avaldada korduspublikatsioone jm. Inglisekeelne väljend *publish or perish* võib niimoodi valusalt kätte maksta.

Paraku on maailm oma tegevusega kaudselt soodustanud ahvatlusi. Kuulsad indeksid, mõjufaktorid ja muud tahavad teadlasi ritta panna. Kui spordis on sentimeetrid või sekundid õigustatud, siis kuidas küll mõõdame teadmisi? Kas Higgsi boson on väärtuslikum kui inimese genoom? Või kuidas võrrelda iPadi ja Fermat' teoreemi väärtust? Nii võime jõuda tulemusteni, mis algselt head ideed (andmebaas) teevad teinekord küsitavaks. Kuulsas ISI andmebaasis on artiklid, millel üle 3 000 autori, ühel autoril ISI andmetel aastas 125 artiklit ja tsiteeritavus kasvab mähinal. Samal ajal on Fermat' teoreemi tõestajal ISIs kirjas vaid 14 artiklit! Statistika võtab aga arve kiretult arvesse ja arvutab indekseid. Riigid kasutavad erinevaid andmebaase, mõned ISId, teised Scopust, kolmandad Austraalia PoP'd. Öeldakse, et jämedalt on tulemused samad, kuid teadlasena tahaksin selget alust võrdluseks, sest näiteks raamatute osa on erinevates andmebaasides samuti erinev. On hea meel, et Eestis on vahepealne liigagarus ISId ja indekseid ülimaks lugeda taandumas.

Ja ikka on põhiküsimus teadlasele see, kuidas hinnata teadustulemust. Tahtmine seda ainult bibliomeetria abil hinnata pole ilmselt otstarbekas. Oluline on tulemus, mida saavad hinnata eelkõige eksperdid (*peer-review*). Paremat süsteemi kui eksperthinnangud pole, paraku juhtub ka nendes mõõdalaskmisi. Teinekord on eksperdid juhuslikud või ülekoormatud või eksivad nemadki. Aga kui valitseb suhtumine *publish or perish*, siis mida peab tegema noor teadlane? Kui sihiks on indeksitega mähke jõuda, siis on soovitatud koostööd endast edukama teadlasega, publitseerida valdkondades, kus toimub intensiivne teadustegevus, tegeleda probleemiga, mida püüab lahendada palju inimesi, korrata oma sõnumit mitu korda jne. Ma jätaaksin selle igapäevase otsustada, kas see suhtumine on tema hingelaadile sobiv. Mulle tundub, et teadlast peaks eelkõige huvitama tulemus, mitte aga indeksid. Minu õpetaja Nikolai Alumäe armastas korrata järgmist – võtke endale hästi raske probleem, siis on teil

mille üle mõelda ja olete õnnelik. Ühiskonnale on aga vaja rakendusi ja nende väärtuse hindamine teadlase enda vaatenurgast pole meil küll kuidagi paigas. Lihtsalt öeldes – rakendused ei avalda mõju teadlaskarjäärile. Ilmselt on vaja selle küsimusega tõsiselt tegeleda.

Edasi korralduslikust küljest. Üks oluline probleem teaduse juhtimisel ja suunamisel on rahastamine, mis piiratud rahakoti tingimustes pole just lihtne ülesanne. Tegelikult on see probleemiks igal pool ja üldprintsip on kvaliteedipõhine. Samas tuleks kindlustada ka rahastamisallikate paljusust (rahvasuu ütleb, et ei maksa kõiki mune ühte korvi panna) ning ühelt poolt järjepidevus, teiselt poolt aga kogukonna (riigi) probleemide lahendamine. Tegemist on seega mitme tundmatuga mitmemõõtmelise ülesandega, kui kasutada matemaatilisi termineid. Meie omaaegne süsteem TKNi ja ETF näol koos võimalike riiklike programmidega funktsioneeris päris hästi. Mäletan ka ühe HTMi juristi küsimust – miks te tahate süsteemi muuta, mis funktsioneerib? Ometi tekkis arvamus, et need riiklikud rahastamisallikad vajaksid täiustamist ning nii tekkis ETag oma institutsionaalsete (IUT) ja personaalsete (PUT) uurimistoetustega. Paraku ei eelnenud sellele olulisele reformile teadustegevuse üldist analüüsi ning tegijad ei osanud lahti seletada IUTide olemust välisretsensentidele, kes kvalifitseerisid neid kui projekte. Nüüd oleme olukorras, kus ka rahastamisreformi initsiaatorid ise on tunnistanud süsteemi mittejätkusuutlikkuks, sest projektimajandus on võtnud võimust hoolimata hoiatustest. Mind aga painab küsimus, kuidas on targad inimesed lasknud asjadel nii kaugele minna.

Terviku mõiste on kaotsi läinud, mõõdikud on seatud esiplaanile, projektipõhisus on meeltnõõda eelkõige ametnikele, kelle kontrolliha on teinekord ületanud kaine mõistuse piirid (olgu selleks siis patareide ostmine riigihankega või kontrollija arvamus konverentsil osalemise olulisusest, jne.). Teatavasti pidev mõõtmine pärsib energia ja tekitab pahapaine. Ikka ja jälle tuleb meelde A. Einstein: “Not everything that counts can be counted, and not everything that can be counted counts”. Paraku tuleb nentida, et paljudel ametnikel puudub teadusharidus ja tihti ei suuda nad mõista teadusloome vajadusi. Üks hiljaaegu (veebr 2015) avaldatud teadus- ja tehnoloogiahariduse dokument on ilmekas näide kirjutajate ebapiisavast kompetentsist, nimelt ajavad nad segamini teaduse, looduse ja täppisteadused ning jätavad täielikult kõrvale tehnika-teadused. Idee oli ju õilis, kuid esitatu lihtsalt konarlik. Küsimus on, kellele seda vaja oli.

Teadlase soov on loomulikult jõuda ekstsellentsuseni. Taani ELi eesistumisel 2012. a Aarhuses toimunud konverentsil kiideti heaks nn Aarhuse deklaratsioon ekstsellentsusest teaduses, mille alapealkiri on väga oluline – investeerimine tulevikku (The Aarhus Declaration, 2012). Nii see tõepoolest on – andes talendikatele teadlastele vabad käed, luuakse parimad tingimused uute ideede arendamiseks, uute paradigmade tekkimiseks, läbimurreteks teadmistes, mis loovad aluse homsetele rakendustele. Deklaratsioon loetleb ka tingimusi –

usaldus ja vabadus, pikaajaline perspektiiv, loominguline õhkkond, multidistsiplinaarsus, talentide toetamine, hea infrastruktuur. Jääb üle küsida, kas me oleme seda meelt, et neid tingimusi järgida?

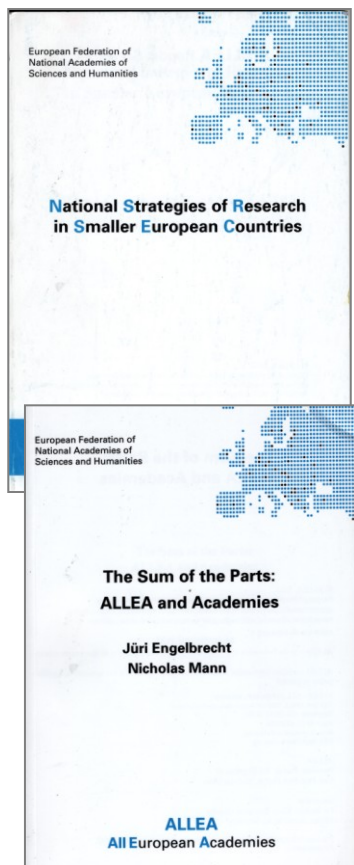
Ning nüüd ühiskonnast ja teadlastest. Jättes kõrvale kõik välised piirangud võiks lihtsustades öelda, et teadlased tahavad vabadust oma uurimustes uute teadmiste otsingutel ja ühiskond tahab tulemusi, seejuures mida rutem, seda parem. See dihhotoomia vajab lahendamist ning kõige efektiivsem vahend on siin usaldus. Ühiskond peab usaldama oma alamhulki ja saama aru, et osa teadlasi teevad seda, mida ühiskond veel ei tea, kuid teadlased loevad vajalikuks, ning osa teadlasi teevad seda, mida ühiskond vajab kohe ja praegu. Milline on nende osade vahekord, eks see ole kokkuleppe küsimus. Esimese hooga rõhutaks, et asjade algus on mõistmine. Pragmaatikud ühiskonnas ei hooli mõistmisest ning tahavad saada tulemusi, asju, mõõdetavaid suurusid jne. Ilmselt on just haridus see, mis mõistmise loob ja asjad paika paneb. ALLEA on viimasel ajal rõhutanud just teadushariduse vajadust. Teadusharidus pole loomulikult vaid kraadiõpe ega ka üldhariduse täiustamine mõtteerksuse suunas. Teadusharidus ehk arusaam teadmiste vajadusest ja nende objektiivsusest ning rakendamisest on vajalik poliitikutele, ajakirjanikele, ametnikele ja tegelikult kogu ühiskonnale. Maailm on loomulikult heterogeenne ja tänased probleemid, olgu see julgeolek või üldine heaolu, vajavad tähelepanu. Mõelda tuleb aga ka homsele ja uutele teadmistele.

Kõik see kokku – teadus kui vaimne looming, teadusväärikus ja teaduseetika, teadlase vastutus, oskus näha tervikut ja ühiskonna valupunkte ning mõelda võimalikele rakendustele ja püüe avastada uut – moodustabki teaduskultuuri, mis on lahutamatult seotud kultuuriga üldse. Ja siit ka väljakutse – panna kõik tükid kokku tervikuks. Mis sellest, et Eesti on väike ja me ise oleme osa suuremast tervikust.

LÕPETUSEKS

Elu võtab sõnade kuju, ütles kunagi Jaak Jõerüüt. Eks nii on ka ülalpool kirjas, kuid see sõnaseade on rohkem emotsionaalne kui kiretu teadustulemuste kirjeldus. Midagi sai pikemalt kirja, midagi lühemalt. Ei viidanud ma oma teadusartiklitele, vaid raamatutele, kus varasemad olulised tulemused enam-vähem kõik kaante vahel on. Ma sain ilmselt raamatukirjutamise harjumuse oma healt kolleegilt Alan Jeffrey'lt, kelle juures ma Newcastle-upon-Tyne'i Ülikoolis kaks pikka perioodi töötasin. Alan oli seotud Pitmani kirjastusega ja ta soovitas mu doktoritöö tulemused raamatuks vormida. Mulle sai selgeks, et raamatus on võimalik tükid panna kokku tervikuks, mida teadusartikli maht lihtsalt ei võimalda. See aga tähendab üldistamist ja nii on mul saanud tavaks ühe või teise etapi uuringutest teha kokkuvõtte raamatu näol. Ja ühel juhul on raamatu kaante vahele lisatud ka esseed, mis probleemi kokku võtavad veidi laiemas võtmes (Engelbrecht, 1997). Nendest tundub mulle endale oluline essee dünaamika ilust, mis köidab hinge. Teises essees püüdsin

lahti mõtestada mittelineaarsuse olemust, sest eitus 'mitte-' (nii on paljudes keeltes) paneb ju küsima, miks see nii on ja ega eitus järsku sisukam pole kui jaatus. Võib-olla kõige selgemalt on üksiku ja terviku suhe käsitletud alles hiljuti ilmunud raamatus, kus on kirjas ka küsimused, mis vajaksid vastamist (Engelbrecht, 2015). Nii ongi monograafiaid ilmunud päris mitu, lisaks ka kaks eestikeelset õpikut. Veel tuleks mainida toimetamist, millega samuti olen palju kokku puutunud. On hea meel, et olles Eesti Teaduste Akadeemia Toimetiste peatoimetaja (1991–1995), alustasin ranget retsenseerimispoliitikat, mis järgmiste peatoimetajate käe all on kindlasti jõudnud heale tasemele ning ajakiri on leidnud koha juhtivates andmebaasides. Olin mõned aastad ka Springeri ühe seeria (*Reports in Physics*) toimetaja. Teaduspoliitikat käsitlevad artiklid on kogutud samuti kaante vahele (Engelbrecht, 2004ab, 2014b; Engelbrecht, Mann, 2011), seda nii eesti kui ka inglise keeles.



Kuigi mu põhitegevus on ikka ühe ja sama teadusasutuse seinte vahel kulgenud, olen palju ka Eestist eemal viibinud. Olen töötanud Prahast ja Cambridge'is, Pariisis ja Aachenis, Torinos ja Newcastle'is ning mujalgi, lisaks veel lugematud tööreisid kõikidele kontinentidele, kuigi Kairo ja Aleksandria ikka päris Aafrika pole. Ja loomulikult Brüsselist ja Strasbourg'ist ei pääsenud viimasel ajal ei ümber ega mööda. Tunnen end oma rännuteede ja töötamise tõttu kodus paljudes Euroopa linnades.

Rännuteede metafooriks sobib rohkem rong kui lennuk, olgugi et lendamiseta ei saa globaliseerivas maailmas hakkama. Ajarongis pole tagasiteed ja vaid tagasi vaadates näeb käänakuid ja teinekord ka rööbaste laiuse vahetust. Eks sellest andsid samuti tunnistust ülal kirjapandud read. Tunnistan, et märke teel olles olen teinekord kangekaelselt jalgsi marssinud, mis sellest, et mägitramm kõrval sõidab (mitte palju kiiremini!). Nii olen aastaid kevadet tähistanud rännakuga Superga kiriku juurde, mis uhkelt 500 m kõrguselt Torino poole vaatab, taamal Alpide (fraktaalne) panoraam.

Teadustöö tekitab alati positiivseid emotsioone, sest midagi uut teada saada on meeldiv. Kolleegidest saavad sõbrad, kellega kohtumine on rikastav mitmes mõttes. Ning hea meel on ärksatest noortest inimestest. Siia sobib üks kaudne paralleel. Kui omal ajal Irene Tiiveli eestvedamisel toimusid Aka-

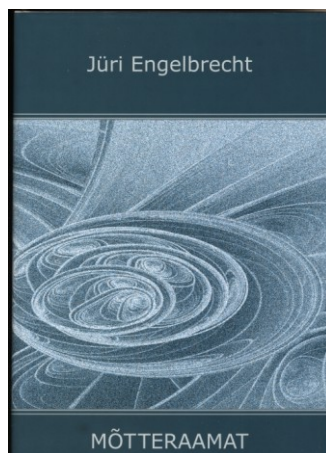
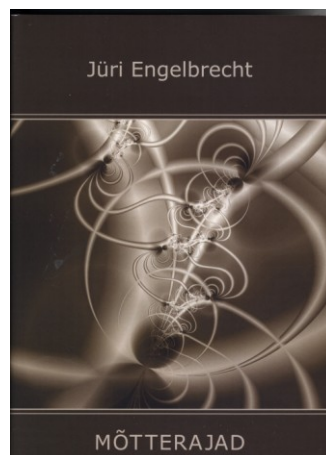
deemilised Inglise Suusalaagrid (AESC), eesmärgiga tuua kokku akadeemiline seltskond ning lihvida inglise keelt ettekannete ja inglise kultuuri tutvustamise kaudu, siis nüüd on olemas Oxford–Cambridge'i klubi, mis ühendab seal õppinud või õppivaid noori inimesi. Seal pole eesmärk keeleoskusi lihvida (see on enesestmõistetav), vaid jagada kogemusi õppimisest ja töötamisest ülimalt teadmiserikkas ja teadussõbralikus atmosfääris, mis nagu Hemingway'le Pariis jääb neile kogu eluks. Kuna olen siiani Cambridge'i Sidney Sussexi kolledži hingekirjas, siis jagan nende entusiasmi.

Mul on elus vedanud. Ehituskonstruksioonide kateeder tollases TPIs oli suurepärane kooslus H. Laulu ja V. Kulbachi juhtimisel ning andis väga hea stardipositsiooni. Küberneetika Instituudi teadusmõtte on kandunud N. Alumäe ajast tänaseni. Kolleegid Eesti Teaduste Akadeemias on Eesti teaduselu fookuses olnud ja mul on olnud au Akadeemiat 10 aastat juhtida ja teist 10 aastat osaleda selle juhtimisel. ALLEA presidendina oli mul rõõm tihti puutuda kokku Euroopa Akadeemiate presidentidega, ning pole vaja seletada, milline vaimupotentsiaal Euroopa ja maailma akadeemiatesse on koondunud. Kõik see kokku on olnud hingekosutav tegevus, kuigi mitte alati lillepidu.

Mu tänud kuuluvad loomulikult mu perele, kes mind on toetanud. Ilma Küberneetika Instituudi vaimuseta ja kolleegideta poleks mu teadustöö selline olnud nagu see oli, ja jätkub. Ning Eesti Teaduste Akadeemia ja Akadeemia Kohtu tn pere on olnud mu tugisambaks nii Eesti kui ka Euroopa teaduspoliitika radadel käies.

Ja hulk mõttekaaslasid nii Eestis kui ka teistes maades loob ühtse kogukonna tunde. See nähtamatu kolledž, mis ühendab teadlasi üle maailma, tähendab ka mulle palju. Mõned mu headest sõpradest on paraku juba ületanud Styxi. Ilma et kõigi nimesid siin üles loeks – suur tänu neile kõigile!

Ja veel – pealkiri lubas mittelineaarset dünaamikat ja komplekssüsteeme. Aga nii ka on, sest mu teadustegevuse põhiline võtmesõna on mittelineaarne dünaamika ja ülejäänud arutlus on seotud komplekssüsteemidega, kus osade koosmõjul sünnib uus kvaliteet. Nii on mehaanikakogukonnas, akadeemiate kogukonnas ja teadusstruktuurides üldse.



KIRJANDUS

- The Aarhus Declaration: Investing in excellence – Preparing for tomorrow. 2012. Aarhus.
- Berezovski, A., Engelbrecht, J., Maugin, G.A. 2008. Numerical Simulation of Waves and Fronts in Inhomogeneous Solids. World Scientific, Singapore.
- CENS. Highlights 2002–2007. 2007. CENS.
- Eesti kõrghariduse kvaliteedikindlustus. 2004. HTM.
- Engelbrecht, J. 1983. Nonlinear Wave Processes of Deformation in Solids. Pitman, London.
- Engelbrecht, J. 1991. An Introduction to Asymmetric Solitary Waves. Longman, Harlow.
- Engelbrecht, J. 1997. Nonlinear Wave Dynamics. Complexity and Simplicity. Kluwer, Dordrecht et al.
- Engelbrecht, J. 2002. National Strategies of Research in Smaller European Countries. Ed. by J. Engelbrecht. ALLEA, Amsterdam.
- Engelbrecht, J. 2003. Teaduskompetentsi Nõukogu 2001–2003. Toim J. Engelbrecht. HTM.
- Engelbrecht, J. 2004a. Attractors of Thoughts. Estonian Academy of Sciences, Tallinn.
- Engelbrecht, J. 2004b. Mõttearjad. Eesti Teaduste Akadeemia, Tallinn.
- Engelbrecht, J. 2010a. Komplekssüsteemid. Akadeemia, 8, 1347-1362.
- Engelbrecht, J. 2010b. Teadusmõtte Küberneetika Instituudis. Toim. J. Engelbrecht. TTÜ Küberneetika Instituut, Tallinn.
- Engelbrecht, J. 2011. Research in Estonia. Present and Future. Ed. by J. Engelbrecht. Estonian Acad. Sci., Tallinn.
- Engelbrecht, J. 2013. Teadusmõtte Eestis. Teaduskultuur. Toim. J. Engelbrecht. Eesti Teaduste Akadeemia, Tallinn.
- Engelbrecht, J. 2014a. Akadeemiatest ja paradigmadest. Akadeemia, 4, 723-732.
- Engelbrecht, J. 2014b. Mõtteaamat. Tallinn.
- Engelbrecht, J. 2015. Questions about Elastic Waves. Springer, Heidelberg.
- Engelbrecht, J., Mann, N. 2011. The Sum of the Parts: ALLEA and Academies. ALLEA, Amsterdam.
- Janno, J., Engelbrecht, J. 2011. Microstructured Materials: Inverse Problems. Springer, Heidelberg et al.

- Kitsnik, M., Ehala, M. 2013. Praktiline eesti keel. 12. klass, 1. vihik. Künnimees, Tallinn.
- Kitt, R. 2011. Komplekssed sotsiaalsüsteemid. Akadeemia, 10, 1787-1800.
- Kändler, T., Engelbrecht, J., Kutser, M. 2006. Keeruka maailma ilu. Koost T. Kändler; toim J. Engelbrecht, M. Kutser. CENS.
- Lepik, Ü., Engelbrecht, J. 1999. Kaoseraamat. Teaduste Akadeemia Kirjastus, Tallinn.
- Lippmaa, E. 2004. Eesti teaduse tippkeskused. Toim E. Lippmaa. Tallinn.
- Schiehlen, W., van Wijngaarden, L. 2000. Mechanics at the Turn of the Century. Ed. by W. Schiehlen, L. van Wijngaarden. Shaker Verlag, Aachen.
- Stewart, I. 2013. 17 Equations that Changed the World. Profile Books, London.