

EESTI VABARIIGI PREEMIAD

2018

TEADUS

F. J. WIEDEMANNI KEELEAUHIND

SPORT

KULTUUR

TALLINN, 2018

TEKSTID

TEADUS

Laureaatide artiklid

F. J. WIEDEMANNI KEELEAUHIND

Laureaadi tutvustus haridus- ja teadusministeeriumilt,
artikkel laureaadist: Kersti Lepajõe ja Helle Metslang Tartu ülikoolist

SPORT

Artiklid laureaatidest: Gunnar Press (Ivar Stukolkin, Nikolai Novosjolov,
epeenaised, Natalja Kotova), Kristi Kirsberg (Tõnu Pääsuke),
Märt Roosna (Heiki Nabi), Peep Pahv (Ott Tänak ja Martin Järveoja),
Viljar Voog (Mario ja Risto Kalmre)

KULTUUR

Laureaatide tutvustused kultuuriministeeriumilt,
koostajad: Anne-Mari Alver ja Annika Toots (Kris Lemsalu)

LAUREAATIDE FOTOD

Annika Haas: esikaane sisekülg, lk 22, 38, 64, 76, 90, 100, 124, 136, 150, 174,
192, 204, 210, 216, 234, 246, 258, 266, 272, 290, 300

Tanel Tenson: lk 90

Luzerni haigla arhiiv: lk 124

James W. Douglas: lk 164

Heiki Nabi erakogu: lk 222

Lembit Peegel: lk 228

Florent Gooden / DPPI: lk 240

Tarvo Hanno Varres: lk 278

Jüri Okas: lk 284

Herkki-Erich Merila: lk 294

Tarmo Soomere (vastutav toimetaja)
riigi teaduspreemiate komisjoni esimees

Koostajad: Malle Englas, Helle-Liis Help, Siiri Jakobson, Piret Suurväli,
Marion Selgall da Silva

Makett: Kaspar Ehlvest

Küljendaja: Erje Harkman

Keeletoimetajad: Katrin Ringo, Helle-Liis Help

Trükitud trükikojas Paar

Kujunduses on kasutatud teaduspreemia diplomi kaante fotosid

SISUKORD

Jüri Ratas

Vabariigi peaministri tervitus.....9

TEADUS

Tarmo Soomere

Teaduspreemiate komisjoni esimehe tervitus, laureaatide tutvustus12

Agu Laisk

Teaduspreemia laureaadi sõnavõtt21

Mall Hiemäe

Teaduspreemia pikaajalise tulemusliku teadus- ja arendustöö eest 38

Folkloristika rahvusvahelise teaduse ja rahvusteaduse vahemail.....23

Agu Laisk

Teaduspreemia pikaajalise tulemusliku teadus- ja arendustöö eest.....22

Fotosüntees – mustvalge ja värviline.....39

Ahto Buldas

Preemia olulise sotsiaal-majandusliku mõjuga innovaatilise tooteni viinud teaduslikul avastusel põhineva teadus- ja arendustöö eest64

Minu teadus: usaldus, saladused, aeg ja plokiahelad65

Ülle Kotta

Täppisteaduste valdkonna aastapreemia tööde tsükli

„Algebralised meetodid matemaatilises juhtimisteoorias“ eest76

Algebralised meetodid matemaatilises juhtimisteoorias.....77

Tanel Tenson, Vasili Hauryliuk, Arvi Jõers, Niilo Kaldalu, Karin

Kogermann, Ülo Maiväli ja Marta Putrinš

Keemia ja molekulaarbioloogia valdkonna aastapreemia tsükli

„Antibiootikumide toime ja resistentsuse mehhanismid“ eest90

Uinunud bakterid ja ainuraksed skaudid91

Jarek Kurnitski

Tehnikateaduste valdkonna aastapreemia tööde tsükli „Liginull-

energiahoonete süsteemipiirid ja tehnilised lahendused“ eest 100

Hoonete energiatõhususe imeline maailm 101

Joel Starkopf ja Annika Reintam Blaser

Arstiteaduste valdkonna aastapreemia tööde tsükli „Kõhuõõnesisese rõhu tõus ja seedetrakti puudulikkus intensiivravi haigetel“ eest	124
Kõhuõõnesisese rõhu tõus ja seedetrakti puudulikkus intensiivravi haigetel	125

Ülo Niinemets

Geo- ja bioteaduste valdkonna aastapreemia tööde tsükli „Taimede fotosünteesi kohanemise ja kohastumise mehhanismid: lehestikugradientidest globaalsete mustriteni“ eest	136
Taimede fotosünteesi muutlikkuse biokeemilised, füsioloogilised ja struktuursed kontrollmehhanismid	137

Rein Drenkhan

Põllumajandusteaduste valdkonna aastapreemia tööde tsükli „Invasiivsete dendropatogeenide varajane tuvastamine ja levikuanalüüs“ eest	150
Metsapatoloogilised uuringud Eestis: invasiivsete dendropatogeenide varajane tuvastamine ja levikuanalüüs	151

Ringa Raudla

Sotsiaalteaduste valdkonna aastapreemia tööde tsükli „Riigi rahanduse arengud ja väljakutsed kriiside ajal ja nende järgselt Eestis ning Euroopas“ eest	164
Riigi rahanduse arengud ja väljakutsed kriiside ajal ja nende järgselt Eestis ning Euroopas.....	165

Martin Ehala

Humanitaarteaduste valdkonna aastapreemia tööde tsükli „Identiteedi märgiteooria välja töötamine Eesti keelekeskkonna uuringute põhjal“ eest	174
Identiteedi märgiteooria	175

F. J. WIEDEMANNI KEELEAUHIND

Mailis Reps

Tervitus F. J. Wiedemanni keeleauhinna kätteandmisel	188
--	-----

Reet Kasik

F. J. Wiedemanni keeleauhinna laureaadi sõnavõtt.....	190
---	-----

Reet Kasik

Pühendunud õppejõule ja õpetlasele sõnamoodustuse uurimise, tekstianalüüsi uurimissuuna väljaarendamise ning uute keeleteadlaste harimise ja innustamise eest.....	192
Reet Kasik – mitmekülgne teadlane ja õppejõud.....	193

SPORT

Indrek Saar

Tervitus kultuuri- ja spordipreemiate kätteandmisel, laureaatide tutvustus	198
--	-----

Ivar Stukolkin

Spordipreemia laureaadi sõnavõtt	202
--	-----

Tõnu Pääsuke

Riiklik spordi elutööpreemia kauaaegse tulemusliku töö eest treenerina laskesuusatamise arendamisel	204
Laskesuusatamine – Pääsukese elu, kirk, pühendumus	205

Ivar Stukolkin

Riiklik spordi elutööpreemia silmapaistvate tulemuste eest tippsportlasena ujumises ja olulise panuse eest ujumise arendamisel	210
Stukolkini hinge pani helisema olümpiapronks.....	211

Nikolai Novosjolov

Riiklik spordi aastapreemia hõbemedali võitmise eest vehklemise maailmameistrivõistlustel ja pronksmedali võitmise eest vehklemise Euroopa meistrivõistlustel 2017. aastal	216
Novosjolov usub oma vehklejatarkusse	217

Heiki Nabi

Riiklik spordi aastapreemia hõbemedali võitmise eest maadluse maailmameistrivõistlustel 2017. aastal	222
Nabi juhtum: kotis toodud põrsas kasvas maailmameistriks!.....	223

Irina Embrich, Erika Kirpu, Julia Beljajeva ja Kristina Kuusk

Riiklik spordi aastapreemia võistkondliku kuldmedali võitmise eest vehklemise maailmameistrivõistlustel 2017. aastal	228
Mõõgakangelannade täiuslik läbimurre	229

Natalja Kotova

Riiklik spordi aastapreemia väga tulemusliku treeneritöö eest 2017. aastal	234
Natalja Kotova vormis õetütrest suurmeistri.....	235

Ott Tänak Ja Martin Järveoja

Riiklik spordi aastapreemia pronksmedali võitmise eest	
autoralli maailmameistrivõistlustel 2017. aastal	240
Tänak oskas teist võimalust hästi kasutada	241

Mario ja Risto Kalmre

Riiklik spordi aastapreemia olulise ja jätkuva panuse eest BMXi ja	
rula spordialade tutvustamisel ja arendamisel Eestis ning	
rahvusvahelisel tasandil	246
Vennad Kalmred, ebatavalise normaliseerijad.....	247

KULTUUR

Indrek Saar

Kultuuripreemiate laureaate tutvustus	252
---	-----

Merle Karusoo

Kultuuripreemia laureaadi sõnavõtt	255
--	-----

Aino Pervik

Riigi kultuuri elutööpreemia pikaajalise väljapaistva	
loomingulise tegevuse eest	258
Aino Perviku raamatud on tulvil aegumatuid väärtusi.....	259

Anu Raud

Riigi kultuuri elutööpreemia pikaajalise väljapaistva	
loomingulise tegevuse eest	266
Anu Raud on loonud maailma, mis ulatub kodalistest	
kosmosesaavutusteni	267

Merle Karusoo

Riigi kultuuri elutööpreemia pikaajalise väljapaistva	
loomingulise tegevuse eest.....	272
Merle Karusoo on muutnud nii elusid kui ka teatrijalugu.....	273

Märts-Matis Lill

Riigi kultuuri aastapreemia ooperi „Tulleminek“ eest	278
Märt-Matis Lill seob muusikat teiste kunstidega.....	279

Jüri Okas

Riigi kultuuri aastapreemia loometeed kokku võtva	
näituse „Jüri Okas“ eest.....	284
Jüri Okase looming on terviklik ja arengus korraga.....	285

Kris Lemsalu

Riigi kultuuri aastapreemia esinemiste eest Performa17 kunstibiennaalil New Yorgis, David Roberts Art Foundationi 10. aastapäeva sündmustel Londonis ning rahvusvahelise näitusetegevuse eest 2017. aastal	290
Kris Lemsalu rikkalikud fantaasiamaailmad	291

Guido Kangur

Riigi kultuuri aastapreemia näitlejatööde eest lavastustes „Kolm talve“, „Ivanov“ ja „Pärast proovi“	294
Guido Kangur ehitab rolle aeglaselt nokitsedes.....	295

Mart Kangur

Riigi kultuuri aastapreemia luulekogu „Liivini lahti“ ning tõlke eest prantsuse filosoofide Gilles Deleuze'i ja Félix Guattari teosest „Anti-Oidipus. Kapitalism ja skisofreenia“	300
Mart Kangur saab sõnadel sabast.....	301
Riigi teaduspreemiate komisjoni koosseis.....	305
Riigi F. J. Wiedemanni keeleauhinna komisjoni koosseis.....	306
Riigi kultuuripreemiate komisjoni koosseis.....	307
Eesti spordi nõukogu koosseis.....	308

VABARIIGI PEAMINISTRI TERVITUS

Auväärt teaduste akadeemia president!
Lugupeetud ministrid!
Austatud teadlased, loomeinimesed, sportlased!
Väärilised laureaadid! Head külalised!

Mul on suur au täna siin seista ja tunnustada teid südamest väärrika panuse eest Eesti kunsti-, kultuuri- ja teadussaavutuste pikas reas. See on olnud oluline Eestile, aga samamoodi ka tervele maailmale!

Eesti Vabariik on oma sajanda aastapäeva künnisel veel üsna noor ning meie kõrgkultuurilised pürgimused sellest vaid napilt poole võrra vanemad. Saja viiekümne aastaga oleme saanud kõrge kirjakultuuriga rahvaks ning rajanud sellele toetuva riigi. Oleme leidnud oma austust äratava koha ning edukalt lõimunud maailmakultuuri osaks. See sama kultuur on meid edasi viinud ning kandnud olulist rolli Eesti ajaloo kaalukatel hetkedel. Nii meie ärkamisajal kui vaba riigi loomisel, nii meie rahvustunde alal hoidmisel mineviku rasketel aastatel kui iseseisvuse taastamisel.

Meil on olnud ka maailmale palju anda, seda nii teaduses, kunstis kui spordis. Oleme väga selgelt teoks teinud Jakob Hurda püstitatud aate, saanud väikerahvana vaimult suureks – see on osutunud võimalikuks ainult tänu haridusele. Haridus, kunstikultuur ja innovatsioon on iga ühiskonna arengu eeldus ja tuleviku tagatis. Kõrged saavutused nii teaduses kui kunstis tuginevad süsteemsele tööle, talendile ning loovusele.

Loomingulisus ja loovus sünnivad raamatukogus, laboris, stuudios, akadeemias või ka pingutusest ja eneseületusest. See leiab aset kõikjal, kus inimesed pühendunult tegutsevad. Selleks täiendatakse oma oskusi ning harjutatakse ja õpitakse. Omandatakse uut ning viimistletakse seda kõike pikkade aastate jooksul.

Iga suur saavutus algab esimesest sammust, esimesest kokkupuutest. Seetõttu on oluline lisaks igapäevasele tööle ja pühendumusele oma valdkonnas inspireerida ka tulevase põlvi – meie töö ja tegemiste jätkajaid. Samuti peame leidma võimalusi tunnustada kõiki, kes noorte inspiratsiooniga tegelevad, seda põlistavad ning aitavad sellest uusi saavutusi vormida.

Meie teadus, looming ja tippспорт, aga laiemalt kogu meie kultuur ja eestlaseks olemine on täpselt nii suure tulevikuga, kuivõrd seda on meie silmapaistvamad noored. Samuti on selle tulevik sama suur, kuivõrd see suudab kõnetada rahvast tervikuna. Seepärast peame tegema tööd, et jõuda iga Eestimaa inimeseni. Vaimne rikkus on rahva elujõulisuse üks tähtsaim näitaja ja selle eest tuleb

pidevalt hoolt kanda. Ainult nii tagame eestluse püsimise. Me ei ole seejuures arvult nii suured, et saaksime lubada enesele ainsagi inimese kõrvale jätmist. Olgu see siis võimekas teadlane, andekas sportlane või noor, kes kohe ei leia oma teed. Me ei saa endale lubada hoolimatust neist ühegi suhtes. Just selle kaudu on meil suur võimalus näidata enda pühendumust meie rahva, keele ja kultuuri hoidmisel.

Austatud siinviibijad!

Meie riigi väärika tuleviku ja vaimusuuruse jaoks on meie kultuuri, hariduse, teaduse ning spordi elujõulisus täiesti selgelt määrava tähtsusega. Peame seda oma lastele maast madalast näitama ja neid ka hiljem eluteel toetama. Nii võime alustada julgelt teed meie riigi järgmise suure juubelini.

Soovin kõigile tunnustuse pälvinutele südamest õnne ja edu!

Soovin kõigile meile väarikat Eesti vabariigi sajandat aastapäeva!

Jõudu Eestile!

Jüri Ratas

RIIGI
TEADUSPREEMIAD

TEADUSPREEMIADE KOMISJONI ESIMEHE TERVITUS, LAUREAATIDE TUTVUSTUS

Akadeemik Tarmo Soomere

Kümme aastat tagasi, Eesti teaduste akadeemia 70. aastapäeva tähistamisel ütles president Toomas Hendrik Ilves: „Suurt osa teadusest on sajandite vältel edendatud võõrkeeltes. Pole tähtis, mis keeles seda avaldatakse. Oluline on, et sellest saadakse aru ka oma emakeeles.“

Eesti on väiksuselt teine või kolmas rahvas maailmas, kellel on olemas oma-keelne tippteadus. Meist väiksema rääkijate arvuga, aga sama kvaliteediga on islandi keel. Eesti keelega samas suurusjärgus on baski keel. Baskide mateemaatika on maailmateaduse eesliinil. Tõsi, vähesed räägivad baski keelt ainsa ja mitte kuigi paljud esimese keelena.

See ei ole iseenesestmõistetav, et nii väikese emakeele kõnelejate arvuga rahvakillud oskavad kogu maailma tippteadust väljendada oma emakeeles. Selle võimekusega on nii nagu vabadusega – ei oska seda hinnata enne, kui sellest ilma jääme.

Emakeelne tippteadus ja selle võimekus lahendada nii kogu maailma kui ka oma riigi jaoks vajalikke küsimusi on iga riigi konkurentsivõime üks alustalasi. Seda enam on oluline, et riik tunnustab selle võimekuse kandjaid, mitte üldsõnaliselt, vaid konkreetselt ja selgelt piiritletud saavutuste eest, võrreldes seejuures nende panust maailmateaduse lõiketeral toimuvaga.

Riigi preemiade üleandmise päeval saavad kokku riik ning teaduse, kultuuri ja keele käilakujud ning räägivad üht keelt – tänusõnade keelt.

Traditsiooniliselt antakse igal aastal välja kaks riigi teaduspreemiat pikaajalise tulemusliku teadus- ja arendustöö eest ehk elutööpreemiat. Selle saajad on sel aastal väga erinevad, üks puhas humanitaar ja teine füüsiku ja bioloogi segu, aga samas ootamatult sarnased. Mõlema jaoks on olnud oluline elu meie maal. Kui elu mõtte otsimine loodusteadlase vaatekohalt on mündi üks külg, siis Eesti looduse ja pärimuskultuuri suhete mõtestamine ning selle analüüs, kuidas flora, fauna, loodus ja maastik kajastub rahvaluules, on sama mündi teine külg.

„Kas siis selle maa keel laulutuules ei või taevani tõustes üles igavust [igavikku] omale otsida“, kirjutas just 200 aastat tagasi (1818) Kristjan Jaak Peterson. Ajal, mil Kristjan Jaak Peterson igatses algupärase eesti kirjanduse loomist, oli juba

sajandeid olemas olnud tohutu eestikeelne suuline pärimus. Lääne-Euroopa jaoks oli see juba XIX sajandi keskel „värske tervendav tuuleõhupuhang“.

Üks tänastest elutööpreemia laureaatidest on pühendanud eesti rahvaluulele kogu oma teadliku elu. Tema huvide ring ulatub eestlaste vaimse loomingu talletamisest Eesti looduse ja pärimuskultuuri suhete mõtestamiseni.

Juba poole sajandi eest tõi ta maailma folkloristikasse põhimõttelise uuenduse, eristades folkloori tekkefaasi, selgitades oma teadustöodes, kuidas rahvajutud tekivad ja levivad elavas jutustamistraditsioonis. Püsiva väärtusega suurtööks jääb kaheksaköiteline „Eesti rahvakalender“.

Taasiseseisvunud Eesti riigi algusaastatel aitasid tema tööd omaks võtta arusaama, et folkloor ei ole hääbuva talurahvakultuuri jäänuk, vaid osa elavast kultuuriprotsessist, mis hõlmab ka linnakeskkonda ja internetimaailma. Nõnda on laureaadi elutöö loonud aluse rahva tänapäevase olemuse mõistmisele.

Preemia pikaajalise tulemusliku teadus- ja arendustöö eest sai väljapaistev rahvaluuleteadlane, Tartu kirjandusmuuseumi vanemteadur **Mall Hiimäe**.

Teine elutööpreemia laureaat kõhkles mõnda aega saksofoni ja võrkpalli vahel. Eesti teaduse õnneks valis ta füüsika. Saatuse keerdkäigud viisid ta kokku tõelise globaalprobleemiga – fotosünteesiga. See protsess on kogu looduse funktsioneerimise alustala. Lähteaineteks süsihappegaas, vesi ja mineraalained, energia Päikeselt, aga lõpp-produktiks hulk keerukaid orgaanilisi aineid ja kõrvalsaaduseks hapnik, milleta meid siin maailmas poleks.

Tol ajal kui laureaat alustas, ei teatud ei seda, kui palju päikesekiirgust ja mis nurga all taime lehtedele langeb, ega seda, kui palju kiirgust neelatakse või kui kiiresti taim kasvab. Seda kõike tuli alles mõõtma hakata ja tõlgendada õppida.

Kui midagi ei saa mõõta klassikaliste meetoditega, siis tuleb rakendada teistsuguseid vahendeid, on olnud laureaadi moto. See viis ta varsti Eesti taimeteaduse võtmeisikuks rahvusvahelisele areenile.

Üks noorem kolleeg kirjutas, et tänase elutööpreemia laureaadi juhtimisel „on konstrueeritud maailma kõige kiirem fotosünteesi mõõtmissüsteem, koostatud kõige keerulisem fotosünteesimudel ja saadud hulgaliselt fotosünteesiprotsessi valgustavaid teadustulemusi, mille kohta võib öelda „maailmas esimene“. Laureaat jõudis oma töödega maailma teaduspüramiidi ühte teravaimasse tippu, mille kõrgus jääb kaasaja kolleegidele veel pikaks ajaks kättesaamatuks“.

Preemia pikaajalise tulemusliku teadus- ja arendustöö eest sai väljapaistev fotosünteesi uurija, Tartu ülikooli emeritprofessor, akadeemik **Agu Laisk**.

Alates 2004. aastast sätestab riigi teaduspreemiate põhimäärus võimaluse anda välja nn avastuspreemia. Preemiale pretendeerimiseks on kaks varianti. Üks neist on teha mingi teadusala paradigmat ja maailmapilti mõjutav või uut teadusvaldkonda rajav teaduslik avastus. Sellesse kategooriasse sobisid Ago Samosoni ideed ülikiire proovirootatsiooni vallas (2006), akadeemik Jaan Einasto loodud põhimõtteliselt uus universumi kargstruktuuri kontseptsioon (2007) ja akadeemik Hillar Abeni arendatud oskus „näha“ klaasi sisepeingeid (2009).

Nende avastuste väärtust kinnitavad nii Ambartsumjani preemia Jaan Einastole kui ka asjaolu, et Hillar Abeni töörühmas loodud tehnoloogia visualisatsioon osutus 2017. aastal ajakirja Science üheks kõige populaarsemaks videoklipiks.

Teine tee on seotud võimalusega, et mõni teaduslik avastus läheb kulutulena – uuendusliku lähenemisena – käiku kogu ühiskonnas. Täna on jutt just ühest sellisest saavutusest, mis kaitseb infoühiskonna tuumikväärtusi.

Kui tavaühiskonnas tagab turvalisuse politsei või armee, siis turvalisuse digimaailmas – andmete tervikluse ja võltsimiskindluse – tagavad krüptograafilised meetodid. Peame ju loomulikuks, et kõik e-ühiskonna komponendid on mitte ainult töökindlad, vaid ka vea-, võltsimis- ja ründekindlad.

Üht selliste turvaliste võimaluste hulka tähistab sõna „plokiahel“ (*blockchain*), mis tuli kasutusse viimasel kümnendil. See on turvapaberi analoog, justkui mikromustriga paber, kust jälgi jätmata kustutada ja juba kirjutatud muuta ei ole võimalik.

Tänase laureaadi arendused on kümme aastat varasemad kui esimesed plokiahelad. Nende tuum on spetsiifilised algoritmid ja ajatempli loogika, mille rakendamisel saab näiteks digitaalne allkiri võltsimiskindlaks. Selle taga on matemaatiline tõestus, mis tagab andmete muutumatuse tembeldamise hetkest ning teeb võltsimise mõttetult kalliks.

Suurt osa kõnesolevate arenduste tähendusest me ilmselt veel ei hooma. Sisuliselt on tegemist tehnoloogiaga, mis muudab mineviku kohta valetamise võimatult kalliks. Sellist asja pole olnud terve ajaloo jooksul ning sellel on potentsiaal muuta tervet ühiskonda. Elu ilma valeta võib olla täitsa veider kogemus.

Preemia olulise sotsiaal-majandusliku mõjuga innovaatilise tooteni viinud teaduslikul avastusel põhineva teadus- ja arendustöö eest (nn avastuspreemia) sai Tallinna tehnikaülikooli infotehnoloogia teaduskonna informaatikainstituudi infoturbe professor, Cybernetica ASi vanemteadur **Ahto Buldas**.

Aastail 2014–2017 valminud ja avaldatud parimate teadustööde eest anti välja kaheksa riigi teaduspreemiat, nn aastapreemiat.

Täppisteaduste aastapreemia laureaat on aastakümneid fokuseerunud juhtimisteooriale. Juhtimisest rääkida oskavad paljud, õigesti juhtida vähesed ja matemaatiliselt põhjendada, kuidas on võimalik õigesti juhtida, vaid üksikud. Juhtimisteooria on kui sild puhtast matemaatikast reaalse elu ülesannete lahendamiseni matemaatika meetodeid kasutades.

Oma tööde tsüklis on laureaat lahendanud mõned pikemat aega lahti-sena seisnud matemaatilise juhtimisteooria probleemid. Ta on näidanud, et autonoomsete süsteemide käitumise saab taandada ühe sensori ja ühe täiturmehhanismiga süsteemidele. Samuti on ta leidnud kaks laia diskreetaja süsteemide klassi, mida on võimalik dekomponeerida vaadeldavaks ja mitte-vaadeldavaks alamsüsteemiks.

Laureaat on andnud neile olulistele küsimustele head ja ilusad (matemaatilises mõttes) vastused, mis muudavad teooria sidusamaks ja universaalsemaks. Tal on õnnestunud leida mitmed lihtsalt sõnastatavad seosed näiliselt teineteisest kaugel seisvate mõistete vahel. See on matemaatika selle sõna parimas mõttes.

Täppisteaduste valdkonna aastapreemia sai tööde tsükli „Algebralised meetodid matemaatilises juhtimisteoorias“ eest Tallinna tehnikaülikooli infotehnoloogia teaduskonna tarkvarateaduse instituudi juhtivteadur Ülle Kotta.

Antibiootikumid on tänapäeva meditsiini üks alustalasi. Need tapavad patogeenseid mikroorganisme või pärsivad nende kasvu, aga mõistlikus koguses ei kahjusta inimest ega looma. Aga et mõned (resistentsed) bakterid jäävad ellu ja võivad kujuneda senitundmatute haiguste allikaks, vajame üha uute omadustega antibiootikume.

Auhinnatud tööühm küsis, milliste nippidega bakterid antibiootikumide toimet väldivad ja kuidas ravimiresistentsus levib. Üks fookus oli bakteriraku kasvu pidurdavate antibiootikumide toime molekulaarsed mehhanismid. Näiteks erütromütsiin blokeerib valkude sünteesi, mistõttu rakk ei saa enam kasvada ja paljuneda.

Teine fookus oli resistentsusgeenide ülekanne looduses esinevatelt mikroorganismidelt inimese patogeenidele. See on normaalne protsess, kuid selle kaudu ravimiresistentsus mitte ainult et levib, vaid muutub globaalprobleemiks.

Kolmas tulipunkt olid sellised bakterirakud (persistorid), mis suudavad antibiootikumitöötluse organismis üle elada, aga selle nõrgenedes asuvad uuesti rünnakule. Töörühm leidis üles mitmete selliste persistorite nõrgad kohad, andes nõnda tõhusa panuse uute antibiootikumide loomiseks.

Keemia ja molekulaarbioloogia valdkonna aastapreemia sai tsükli „Antibiootikumide toime ja resistentsuse mehhanismid“ eest Tartu ülikooli tehnoloogiainstituudi ja farmaatsia instituudi teadlaste kollektiiv **Tanel Tenson** (kollektiivi juht), **Vasili Hauryliuk**, **Arvi Jöers**, **Niilo Kaldalu**, **Karin Kogermann**, **Ülo Maiväli** ja **Marta Putrinš**.

Külmadel talvedel ja niisketel sügistel vajavad majad valgustust, kütmist ja tuulutust. Uued majad juba projekteeritakse nõnda, et me ei küta välisõhku ega valgusta taevaalaotust.

Pole olemas ühtegi üksikut tehnoloogiat, mis teeks hoone energiatõhusaks. Terviklahendused sisaldavad paljusid meetmeid. Üks on aga kindel: selleks on vaja energia tootmise, efektiivse kasutamise, muundamise ja salvestamise tarka lahendust.

Tehnikateaduste valdkonna laureaati on üks Euroopa juhtivaid teadlasi hoonete energiatõhususe ja sisekliima valdkonnas. Tema tööd ühendavad ehitusfüüsika, sobiva sisekliima tagamise tehnoloogia ja vajalike tehnosüsteemide lahendused. Ta on jõudnud nii kaugemale, et loodud süsteeme ja lahendusi saab testida elusuures.

Ta oskab optimeerida küttesüsteemi soojusväljastust ja minimeerida kadusid, kombineerida eri soojusallikate tööd ja proovida juhitavate välisvarjestuste mõju.

Lisaks teadustööle on laureaadi vedamisel Eestis toimumas murre energiatõhususe meetodikates ning energiatõhusate hoonete projekteerimisel ja ehitamisel.

Tehnikateaduste valdkonna aastapreemia sai tööde tsükli „Liginullenergiahoonete süsteemipiirid ja tehnilised lahendused“ eest Tallinna tehnikaülikooli inseneriteaduskonna ehituse ja arhitektuuri instituudi direktor, hoonete energiatõhususe ja sisekliima professor **Jarek Kurnitski**.

Arstiteaduse aastapreemia laureaatide eesmärk on olnud teha selgeks, kui oluline on intensiivravi haigete kõhus toimuvate protsesside jälgimine. Eestis vajab kõrgema astme intensiivravi peaaegu 10 000 patsienti aastas. Riskirühmaks on haiged, kes on plaanilise operatsiooni eel söömata-joomata.

Juba kõhuõõnesisese rõhu mõõduka tõusuga võivad kaasnedä häired ja koe-kahjustus. Seetõttu vastava raviga ei tohi viivitada. Laureaadid selgitasid välja põhilised riskifaktorid ja jõudsid ravisoovituste formuleerimiseni, kus nad olid kaks esimest autorit. Arstiteaduses tähendab see kaalukat edusammu kogu teema mõistmisel ja üle maailma edastamisel.

Tööde tsükli teine fookus oli seedetrakti puudulikkusel. Seda peetakse oluliseks sündmuseks hulgiorganpuudulikkuse arenemisel. Laureaadid töötasid välja ja testisid sobivad definitsioonid toitumise talumatuse kirjeldamiseks intensiivravi haigetel. Nende töö tulemusena on oluliselt edasi arenenud kliiniline praktika kogu maailmas.

Last but not least: mõlemad arstiteaduse aastapreemia laureaadid on skulptor Anton Starkopfi lapselapsed. Selline seos on teaduspreemiade kontekstis teadaolevalt esmakordne.

Arstiteaduste valdkonna aastapreemia said tööde tsükli „Kõhuõõnesisese rõhu tõus ja seedetrakti puudulikkus intensiivravi haigetel“ eest Tartu ülikooli meditsiinteaduste valdkonna kliinilise meditsiini instituudi juhataja, anesthesioloogia ja intensiivravi professor **Joel Starkopf** ja sama instituudi teadur, Luzerni kantonihaiгла intensiivriaviarst **Annika Reintam Blaser**.

Elutööpreemia laureaadi jälgedes küsib geo- ja bioteaduste aastapreemia laureaat, millised taimede spetsiifilised omadused määravad fotosünteesi kiiruse, ja uurib, kuidas kliimamuutused mõjutavad Maa taimestiku võimekust tagada meile puhas õhk ja piisavalt toitu.

Laureaadil õnnestus lahendada mitmed aastatepikkused mõistatused. Selgus, et sama fotosünteesi varieeruvuse määra saavutamiseks kasutavad taimed erinevaid mehhanisme. Mis aga veel olulisem, fotosünteesi maksimumväärtused on globaalselt alahinnatud.

Ajakirja Science kaaneartiklis näitab laureaat koos kaasautoritega, et nimelt keskkonna maksimum- ja miinimumtemperatuurid seavad piirid taimede lehtede suurusele. Hariliku männi näitel veenis laureaat maailma, et laialdase levikuga liikidel ületab populatsioonisisene varieeruvus tohutult populatsioonidevahelist varieeruvust. Lisaks pakub ta alusinfot uue põlvkonna kliimamudelite

väljatöötamiseks, mis suudavad prognoosida biosfääri protsesse, aga ka anda vihjeid, kuidas tõsta taimede saagikust.

Geo- ja bioteaduste valdkonna aastapreemia sai tööde tsükli „Taimede fotosünteesi kohanemise ja kohastumise mehhanismid: lehestikugradientidest globaalsete mustriteni“ eest Eesti maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnanstituudi taimekasvatuse ja taimebioloogia professor Ülo Niinemets.

Juba kolmandat aastat järjest läheb põllumajanduse aastapreemia metsateadlastele. Metsaga seotud teemad kütavad kirgi ning metsa kohta sõna võtmine võib esile kutsuda pahameeletormi. Aastapreemia laureaadil on julgust tõestada, et Baltimaade ja Põhjamaade metsad seisavad silmitsi suureneva metsahaiguste ohuga.

Enamgi veel, paljud haigusetekitajad on leitud just meie metsadest ja vastavad riskid Põhja-Euroopa kolleegidele selgeks räägitud. Need haigused ohustavad nii okas- kui ka lehtpuid ja võivad tõbiseks teha või tappa seni vastupidavaks peetud puuliike.

Laureaat pakub võimalusi metsa tervise säästmiseks. Uued haigusetekitajad, nagu invasiivsed seenpatogeenid, saabuvad salamisi ning levivad kergesti koos ümarpuidu, puittoodete ja istutusmaterjaliga. Neid ei pruugi aastaid keegi märgata. Kui aga keskkond muutub või patogeeni populatsiooni tihedus ületab kriitilise läve, võivad järgneda tõsised kahjustused. Selliste kutsumata külaliste märkamiseks on vaja molekulaarseid meetodeid, mis näitaksid õigel ajal patogeeni olemasolu.

Põllumajandusteaduste valdkonna aastapreemia sai tööde tsükli „Invasiivsete dendropatogeenide varajane tuvastamine ja levikuanalüüs“ eest Eesti maaülikooli metsandus- ja maaehitusinstituudi metsapatoloogia dotsent **Rein Drenkhan**.

Hästi toimiv riik on kui äärmiselt keerukas ja tasakaalustatud ökosüsteem. Sageli pole aga selge, mis sünnib rahanduse ja haldussuutlikkusega siis, kui mõni riigi funktsioonidest on tõsiselt häiritud ehk kriisis. Sotsiaalteaduste valdkonna laureaadi loodud analüütiline raamistik selgitab, kuidas haldussuutlikkus mõjutab kriiside kulgu ja kuidas saaks kriise leevendada.

Tähtsat rolli mängivad institutsionaalse korralduse erinevused, nagu rahandusministeeriumi võimu ulatus, eelarveprotsessi korraldus või poliitikate koordineerimine asutuste vahel. Riigi rahanduse ja avaliku halduse koos-

toimimine sõltub oluliselt sellest, kui (de)tsentraliseeritud on süsteem; ja vahel levib liigne tsentraliseerimine kui nakkushaigus.

Hulk laureaadi praktilisi soovitusi on juba läbinud poliitiliste diskussioonide filtri ja andnud väärtusliku aluse reformide kujundamiseks, nt teadusrahastuse baasrahastuse osakaalu suurendamiseks.

Laureaat on öelnud: „Eelarvetasakaal pole mingi võluvits, mis iseenesest probleeme lahendab ja majanduse arengut tagab. Palju olulisem on see, mida eelarvega peale hakatakse.“

Sotsiaalteaduste valdkonna aastapremia sai tööde tsükli „Riigi rahanduse arengud ja väljakutsed kriiside ajal ja nende järgselt Eestis ning Euroopas“ eest Tallinna tehnikaülikooli majandusteaduskonna Ragnar Nurkse innovatsiooni ja valitsemise instituudi riigi rahanduse ja valitsemise professor, Eesti noorte teaduste akadeemia asutajaliige **Ringa Raudla**.

Identiteet on üks neist mitme nimega kategooriatest (*Volksgeist, national character*), mille tähendus muutub koos ühiskonnaga. See mõiste on lahutamatu seotud inimeseks olemise ja „mina“ mõistmisega, aga eneseteadvuse ja sotsiaalsete suhete olemusega. Identiteet on omaduste hulk, mis teeb inimese unikaalseks.

Humanitaarteaduste valdkonna aastapremia laureaati esitab uuendusliku (märgi)teooria identiteedi olemuse kohta ja seostab identiteedi eri tahud. Nõnda saab määratleda kriteeriumid, mille alusel identiteeti teistest nähtustest (nt enesekuva) eristada.

Edasi järeldeb laureaati midagi praktilist, mis võib oluliselt mõjutada meie lõimumispoliitikat. Nimelt iseloomustab valmisolekut säilitada oma keelt teatav mõõdetav suurus: identiteedi märgi ja indiviididevahelise emotsionaalse seose tugevus. Nii võib keele kandjate ohustatud identiteeditunne mõjutada lõimumispoliitilisi otsuseid vastupidiselt ootustele.

Nõnda seostatud problemaatika viib keelelise jätkusuutlikkuse mudelini, mida laureaati on rakendanud eesti keele kestlikkuse uuringutes ja soovitude andmisel Eesti keele- ja rahvuspoliitikale.

Humanitaarteaduste valdkonna aastapremia sai tööde tsükli „Identiteedi märgiteooria välja töötamine Eesti keelekeskkonna uuringute põhjal“ eest Tartu ülikooli humanitaarteaduste ja kunstide valdkonna eesti ja üldkeeleteaduse instituudi emakeeleõpetuse professor, sotsiolingvistika vanemteadur **Martin Ehala**.

Kultuur on teaduse ja kunstide superpositsioon, ütleb eesti soost majandus-
teadlane ja mõtleja Tõnu Puu. Seetõttu on paslik üleminekul teaduspreemiade
juurest keele-, kultuuri- ja spordipreemiade juurde meenutada üht tuntud tõe
Thilo Sarrazini elegantses sõnastuses: „Kultuuritraditsioon ja eriti sellega ümber-
käimine on rahvaste, riikide ja üksikisikute teekonnal otsustava tähtsusega.
Ta avaldab palju kestvamat ja intensiivsemat mõju, kui oskame ja tahame ette
kujutada.“

Soovin palju õnne ja head tervist kõigile laureaatile.

TEADUSPREEMIA LAUREAADI SÕNAVÕTT

Agu Laisk

Lugupeetud peaminister Jüri Ratas

Lugupeetud teaduste akadeemia president Tarmo Soomere

Kasutades mulle antud võimalust, tänan kõigi täna teaduspreemia saanute nimel Eesti Vabariiki meile osutatud tähelepanu ja esiletõstmise eest. Julgen meie kõigi nimel lubada, et tänane tähelepanu ergutab hoolega edasi töötama – mind ja Mall Hiimäed kas või selleks, et elutööle väike boonus lisada. Nendel sõnadel on tagatis: teel Haapsallu oli meie bussis juba kuulda kriitikat, et interneti puudumise pärast ei saavat sõidu ajal tööd teha.

Mainisin Eesti rahvusringhäälingu reporterile, et teadus on töö, mida raha nimel ei tehta. Kindlasti aga leidub keegi, kes tänase preemia pärast peab mind silmakirjalikuks valetajaks. Aga see on kõige tavalisem viga, mida ka teadustöös juhtub sageli: põhjus ja tagajärg lähevad vahetusse.

Tark mees Toomas Paul põhjendas oma hommikujutluses, et ristiusk muutis maailma, sest ristiusk on usk armastusse. Selles tähenduses on armastus väga lai sõna, tähendades mitte ainult himu, vaid ka uudishimu. „Kui lõpeb uudishimu ja trots, alles siis on kõigel ots,“ ütles August Sang. Teadus on töö, mida tehakse armastusest maailma vastu ja selle sügava mõistmise nimel. Suurest armastusest sünnib ikka midagi suurt ja ilusat – see ongi see, mille tunnustajaks oleme täna.

Armastus ei saa olla ükski. Iga tänase laureaadi kõrval ja selja taga on keegi, kellele on saanud toetuda, kelle õlgadele on saanud tõusta. Tõstan esile oma eluaegset kaastöötajat Vello Oja ning kauaseid kolleege Hillar Eichelmanni ja Heikko Rämmat. Ja väga loodan, et ma ei eksi, uskudes, et kõigil meil on kodu, mille teeb hubaseks ja mõnusaks abikaasa ja sõber.

Õnn ongi väga lihtne – õnn on, kui hommikul tahad tööle minna ja õhtul tahad koju tulla.

Aitäh sulle õnne eest, Tiiu!

*Teaduspreemia pikaajalise tulemusliku
teadus- ja arendustöö eest*

Mall Hiimäe



FOLKLORISTIKA RAHVUSVAHELISE TEADUSE JA RAHVUSTEADUSE VAHEMAIL

Olles iseseisvas Eestis koos vanematega enne II maailmasõda elama asunud vastvalminud metsavahikordonisse, mäletan sinimustvalge lipu heiskamist meie uue kodu õues päikest täis suvepäeval. Loodusekeskne lapseõlv Alutaguse metsamaastikus jättis oma jälje tulevikuhuvide kujunemisele. Olin vist 12-aastane, kui isa tõi metskonnast kaasa ornito-fenoloogiliste vaatluste kausta ning õpetas lapsed sissekandeid tegema. Sellest ajast on pärit üks mu eluaegseid hobisid, kontaktisikuteks toona Ruth Ling, Ahto Jõgi, Eerik Kumari, Tiit Randla. Keskkoolist on meeles eesti keele ja kirjanduse õpetaja Ester Haljaste soovitus minna Tartu ülikooli kirjandust õppima. Juhtus nii, et kui eelmisel sügisel oli veel „neljadega“ üle läve pääsetud, siis nüüd enam mitte. Luges inglise keele tase, mina aga polnud maakooli saksa keelelt linnakooli inglise keelele üle minnes kuigi edukas. Hoiatust, et tuleb komsomoli astuda, siis saab ülikooli sisse, polnud ma kuulanud. Valik meist – väljajäänutest – võeti täiendavalt kaugõppeosakonda. Peagi nõuti töötõendit, hoiatusega, et muidu kustutatakse üliõpilaste nimekirjast. Sain siis metsavahikoha suunamisega Luua metsakooli kursustele ning minu ranitsas oli ruumi nii ladina keele kui metsakaitse õpikule.

Kõik me oleme pärit oma lapseõlvest. Tegelesin õpingute kõrval loodusevaatlustega. Selleks oli rohkesti võimalusi. Kevadised jääminekud, palgiparvetus kodujõel, veetaseme kiired tõusud ja langused (lausa pool meetrit päevas) ajendasid tegema oma mõõtmisi ja graafikuid, mida melioratsiooniprojektis hiljem arvesse võeti; saime kasutada ka vooluhulga ja -kiiruse mõõdikuid. Siit on meeles hüdroloog Harald Velneri nimi. Üksvahe projekteeris melioratsiooninsener Paul Saar Heinassaare ürgmetsalaama piiresse nii tiheda kraavidevõrgu, et see tundus võhikulegi liiast olevat. Suutsin teda ümber veenda (jutt on sellestasemast Heinassaarest Ratva raba lähistel, mille kohta Erast Parmasto oli Sirbis ja Vasaras vaimustust avaldanud artikliga „Enne kui sõidad Pariisi, käi ära Nuustakul“). Aasta-aastalt sai zoologia õppetooli juhatajale Harry Lingile saata metsloomade sesoonsete elukohamuutuste koondvaatlusi. Tema õpetas ka lendorava jälgi tundma. Taimevaatlusi koordineeriti sellal Eesti loodusuurijate seltsi kaudu. Anu Kalda küsis andmeid taimede teistkordse õitsemise kohta; kaardistatavatest taimeliikidest leidsin sinise emajuure, raudosja, harakkuljuse ning kivi-imara kasvukohad, karulaugu kasvukoht uhtlamm-metsa all ulatus hektaritesse. Kui kaks Tartu botaanikut, Maret Kask ja Linda Viljasoo olid uurimisretkel, olin neile Muraka raba saartel teejuhiks. Igasuvisel

äikesevaatlusi kureeris geofüüsik Heino Tooming. Enamik neist hobivaatlustest leidis asjalikuma otstarbe alles pärastpoole.

Tasapisi jõudsin veidi filoloogilisemate teemade juurde. Eesti keele ja kirjanduse instituudi dialektoloog Mart Mäger vajas 1960. aastatel oma dissertatsiooni koostamiseks täiendavaid andmeid rahvapäraste linnunimetuste kohta. Kaastöö saatsin sõnasedelitel, allikmaterjalina sai ta neid kasutada. Jahindus-alase teatmematerjali kogumiseks külastasin omakandi metsavahte. Etnograaf Grigori Kaljuvee vajas andmeid laste kasvatamise kombestikust, Jüri Linnus kogus lisateavet sepatöö kohta. Etnograafiaalase kogumistöö juhendajana soovitas ta mul koostada küsitluskava palgiparvetuse teemal. Olin küll isiklikult parvetamisega tegelenud, kuid keeldusin – ju oli enesehinnang liiga madal – ja jäin altruistliku kaastöölise positsioonile. Olen sellele palju mõelnud, kuidas niisugused kaastöölised üldse leitakse. Mingeid teid pidi jõudis minuni veel Tallinna muusikakooli juhataja Jaan Rannapi küsitluskava rahvapärases pillimänguharrastusest kodudes. Sobiv näide pereorkestrist ja omavalmistatud pillide kohta oli võtta omakandi 12-lapselise pere harrastustest.

Ülikooliõpingud ei andnud midagi erilist peale mõnes vabas auditooriumis loengute kuulamise, tuupimise ja eksamitegemise rutiini. Küllap meile algteadmised ikkagi anti. Saime eesti filoloogi, keskkooli eesti keele ja kirjanduse õpetaja kutse. Ainus eriala, mille olemust mulle eravestluses tutvustati, oli eesti rahvaluule (nii öeldigi: rahvaluule, mitte rahvaluuleteadus või folkloristika). Otsustasin siis ka omalt poolt rahvaluulet kirja panna, pealegi oli ühe kaugõppe-kontrolltöö teemaks pakutud 1956. aasta oma kodukihelkonna folkloori kogumist. Siitpeale sai alguse esmatutvus eriala kui teadusega. Kursusetöök sain teema „Mets eestlaste kujutelmades“, aluseks Oskar Looritsa tekstivalimik „Endis-eesti elu-olu. Lugemispalu metsaelust ja jahindusest“. See oli võti tutvumiseks rahvausundilise maailmapildi kui terviksüsteemiga.

Olin igapäevaelus kokku puutunud ekstreemsete elujuhtumustega, kusjuures tödesin, et juhtunu edasijutustamisel lähtutakse stereotüüpidest ning kasutatakse vormivõtteid. Tollaste folklooriteooriate järgi sellised kogemusjutustused rahvaluuletekstina tüpoloogilist üksust ei moodustanud. Mida teha? Seletasin tekstikommentaaris, millise geneesi niisugused tõsielujutud läbi teevad. Vast ehk saadetiste juurde lisatud kommentaaride arutlev laad ärataski Eesti rahvaluule arhiivis (sellal kirjandusmuuseumi rahvaluule osakond) tähelepanu, nii et arhiivi juhataja Herbert Tampere mulle metstkonda helistas ja küsis, kas sooviksin alates 1964. aasta algusest Tartusse tööle tulla. Kummaline kokkusattumus: metstkonda oli siis asja kaks korda nädalas palgapäeval, sedapuhku olin kutsutud ametiühingu liikmete lastele nääripakke kokku seadma. Mõtlemisaega ma ei võtnud, olin nõus. Väga ootamatu oli see „metsast välja tulek“ küll.

1927. aastal loodud Eesti rahvaluule arhiiv (ERA) oli II maailmasõja eel suutnud kujuneda täisväärtuslikuks uurimiskeskuseks. Juba 1930. aastate algul võidi allikate korraldussüsteemi loomiselt üle minna ka uurimuste ja tekstiväljaannete koostamisele. Geograafilis-ajaloolise uurimismeetodi põhiülesanne – selgitada folkloori levikuteid ühelt rahvalt teisele – soosis rahvusvahelist koostööd ning vastastikust tekstikoopiate vahetust. Aastatel 1927–1940 jõudis ERA-t külastada erialatöötajaid 23 riigist, enne kui raudne eesriie ette langes.

Herbert Tamperest, kes tudengina 1928. aastal ERAs töötamist alustas, oli pärast sõda saanud võrdlev-ajaloolise töömeetodi viljeleja, ent ka etnoloogilise uurimissuuna järgija. Kui uurimisasutused 1952. aastal Tartust pealinna üle viidi, sai Tamperest kirjandusmuuseumis ühtlasi rahvaluule osakonna juhataja, kusjuures põhikirja järgi oli osakonna töötajate ülesandeks folkloori kogumine, kopeerimine, korraldamine, uurijate teenindamine, rahvaluuletekstide publitseerimine. Tampere hinnangul suudeti suuremate uurimuste juurde asuda alles 1955. aastast, põhjendusega, et materjalide kogumine ning publikatsioonide ettevalmistamine nõuavad ikkagi ka teoreetiliste probleemide käsitlemist. Kuna Tallinnasse eesti keele ja kirjanduse instituuti suundunud folkloristid jäid rahvaluulekogudest eemale, oli allikmaterjali ettevalmistamise ülesanne arhiivitöötajatele aastaid lisakohustus. Ometi suutis Tampere innustada töökaaslasti uurimistööga tegelema. Rahvaluule osakonda tööle tulles leidsin eest mitmekülgsede huvidega tööka ja üksmeelse seltskonna. Tampere polnud tulihingeline initsiaator, nagu oli olnud ERA esimene juhataja Oskar Loorits, kuid ta viis meid kurssi sõjajärgse ERA koolkonna aadete ja vaadetega.

Esimeseks ülesandeks sain üldsisustiku koostamise fondeeritud rahvaluulekõidete kohta, see oli kõigiti kohane harjutustöö žanrispetsiifika tundmise alal. Iseenesestmõistetavalt tuli perioodikas avaldamiseks kirjutada ülevaateartikleid arhiivitööst ja konverentside problemaatikast. Aeg oli küps uurimuslikuks tegevuseks. See sai alguse loomamuinasjuttude ja nn jahimehejuttude võrdlusest kaasaja rahvajuturepertuaaris, kus kõrvu on rahvusvaheline loomamuinasjutuvaramu ning tegelikkuse sündmustel ja isiklikel kogemustel põhinevad pajatused. Analüüsil olid vajalikud eelteadmised loomade elust ja käitumuslikest iseärasustest, selle temaatikaga olingi muuhulgas ikka ja jälle tegelenud. Tampere, kellest sai minu aspirantuuriaja juhendaja, soovitas ühes väitekirja peatükis keskenduda pajatuste – uue rahvajutulii – jutustamise traditsioonile. Esimene ekspeditsioon (nüü nimetati sellal igasuviseid välitöid) toimus Audru ja Tõstamaa kihelkonda; siitpeale olen ikka tähelepanu pööranud loomajuttudele ning muutustele nende tradeerimises. Valimik rahvajutte jahist ja metsloomadest sai üsna mahuka sissejuhatuse selleteemaliste narratiivide tekkimisest ja kujunemisest, funktsioonist, jutustamisest ja levikust, ent väitekirjas seda kõike enam vaja ei läinudki. Kaitsmiseni jõudis hoopis käsitus Kodavere pajatuste näitel – nende tekkimine ja koht rahvajututraditsioonis.

Õpetlikku eeskuju sain ERA koolkonna kasvandiku Richard Viidalepa 1965. aastal kaitstud dissertatsioonist rahvajuttude laadi, funktsiooni ja jutustajate kohta.

Siinkohal võib meenutada nõukogude aja folkloristikaväitekirju ja nende kaitsmisi. Sain keele ja kirjanduse instituudi kui teadusasutuse aspirantuuriaja lõpul¹ autoreferaadi koostatud ning pälvisin jõudluse eest kiitustki, siis aga ilmus nagu nõiaväel kusagilt nõue, et kogu väitekirja peab olema esitatud vene keeles, kuid eestikeelsena saaks kaitsta trükis ilmunud teost. 1971. aastal valminud eestikeelne käsikiri jõudis kirjastuses trükki seitsme aasta pärast – 1978. aastal. Sellal oli juba teada, et dissertatsioon² peab olema ikkagi esitatud venekeelsena ning kaitsmiskohtadeks on määratud Valgevene, Gruusia, Türgmenistan, Moskva. Aprobatsiooni oma väitekirjale Valgevenest küll pärast paari ootekuud sain, kuid teemavaliku kohta vastati, et neil pole asjatundjat. Moskvast olin pärast eelkaitsmist veel pikalt kaitsmisjärjekorras: „Всё-таки свои раньше“ (ikkagi omad ennem), vastati sekretariaadist. Kaitsmisprotseduur viidi läbi mõni päev enne 1983. aasta lõppu, kinnitus kõrgemast atestatsioonikomisjonist saabus järgmise aasta märtsis.

Vahepeal olin rahvajutud sinnapaika jätnud ja uue tööülesande saanud. See oli teadusliku antoloogia „Eesti rahvakalender“ köidete koostamine. Esimene köide oli ilmunud 1970. aastal, koostajaks hea kolleeg Selma Lätt, kes raske haiguse tõttu manalateele varises. Sellal, nõukogude režiimi surutise ajal, leidsid rahvakalendri kartoteegid, korraldatud temaatilis-kronomeetrilises süsteemis aasta tähtpäevade järgi, üsna sagedast kasutamist. Selma Lätt oli oodatud lektor enamasti asutuste töökollektiivide kutsel. Nüüd langes see ülesanne minule. Kui kõrvale jätta tähtpäeva seos nimepühaku ning tema isikut iseloomustavate pühakulegendidega, loomulikult ühtlasi kirikuga, ei olnud kalendritähtpäevade käsitlemine nomenklatuurselt keelatud. Oli ju tegemist töötava rahva põhielatusaladega – põllunduse ja karjakasvatusega, olmega, koduse eluga, tähtpäevatoitudega, kalendrivanasõnadega, meeelahutustega, loodusvaatlustega, ilmaennetega, minevikulise ebausuga. Miks niisugust teavet nõukogude perioodil kolhooside ja sovhooside aegu rahvale nii väga vaja oli, et saalid olid täis kuulajaid ning perioodikatoimetuste tellimuste täitmisega oli raskusi? Selle põhjuseks polnud ei kalendri memoreerimisvajadus ega folkloori kunstiväärtus, vaid võõra režiimi alla sattunud rahva spontaanne soov ning vajadus tunnetada osadust esivanemate kultuuripärandiga ja säilitada oma rahvuslikku identiteeti.

1 Vastab praegusele doktorantuurile – toim.

2 Autor peab silmas tollast nn teaduste kandidaadi väitekirja, mis üldjoontes vastab praegu doktoritööle (PhD) esitatavatele nõuetele. Nõukogude Liidu süsteemis pidi sellele enne kaitsmist andma hinnangu vastava valdkonna juhtiv teadusasutus – toim.



Köödeteseeria „Eesti rahvakalender“, aastad 1970–1999.
Foto: K. Labi 2006

Rahvusteaduse mõttes oli tegemist oma juurte otsimisega, kuid teadustegevusel ei puudunud siiski ka rahvusvaheline mõõde. Kalendri käsitlustes selgusid ühis- ja erijooned muinasskandinaavia, soome jt läänemeresoome rahvastega, idaslaavi ja balti kultuuriruumiga. Monograafia „Der estnische Volkskalender“ ilmus Soome teaduste akadeemia väljaandena 1998. aastal ning annab omas valdkonnas teavet Lääne- ja Ida-Euroopa kontaktala rahvakalendri kohta läbi aastasadade. Kui kolleeg Arvo Krikmann tunnistas, et ei taha leppida nõukogudeaegse teaduskraadiga ning kutsus koos väitekirjasid kaitsma, olin päri, otsustades rahvakalendri käsitluse kaitsmiskomisjonile esitada. Olime taasiseseisvunud Eesti esimesed doktorikraadi kaitsjad folkloristika erialal Tartu ülikoolis.

Olen eesti folkloristika kui teaduse muutusi ja muutuste mehhanisme varem käsitlenud 2007. aastal seoses teaduspreemiaga humanitaarteaduste alal ning toonud ka näiteid eesti folkloristika teoreetilistest probleemidest ja suunamuutustest teadusliku töö metodikasutuses. Tahaksin siinkohal veel esile tuua südamelähedase loodusteema. Olen sellega vist kõige püsivamalt tegele- nud ajakirja Eesti Loodus autorina 1960. aastate lõpust alates. Siiä kuuluvad nurkapidi paljud valdkonnad, mida folkloor hõlmab: maastikutüübid ja maastikuelemendid, veekogud (järved, jõed, allikad), rändrahnud, põlispuud, ajaloolised looduslikud pühapaigad, „oma“ ja „võõra“ territooriumi usundifeno- menoloogilised tähendused, inimesele oluliste *topos*'te mentaalne kaardistamine jms. Need valdkonnad on viinud koostööle vägagi erinevatel aladel ning eri distsipliinide esindajatega. Mõtlen siis koguteoseid, ühisväljaandeid ja -üritusi nt geoloogidega, klimatoloogidega, rahvastikugeograafidega, botaanikutega, entomoloogidega, arheoloogidega jne. Olen abiks olnud rahvuskeelsete liiginimetuste tuletamisel (nt Juhan ja Asta Vilbaste, Vambola Maavara), otsinud rahvapärимusest andmeid reliktsete liikide levikupildi kohta Eesti faunas. Üks põnevamaid oli zooloog Harry Lingi tellimus: kas eesti folklooris leidub teateid



Taimenimetuste kogumise initsiaator dr Gustav Vilbaste juhendajana seminaril Neerutis. Foto: M. Proodel, 1965

haruldase kärplase ahmi kunagisest esinemisest meie metsades. Nimetada kõike inimese ja muu looduse suhteisse puutuvat teaduseks või seda teadustöö hulka kuuluvaks oleks ennatlik ja üle pingutatud. Osata ja suuta interpreteerida aastatuhandetega vormunud rahvausundilisi kujutelmi, neid seletada ja põhjendada on nii või teisiti inimesele vajalik oma koha ning kooskõla leidmiseks ja tunnetamiseks suhtes muu maailmaga. Loomulikult ei kvalifitseeru enamik lihtsas keeles ja vormistuses kirjutistest teadustööde hulka, ent piiritõmbamine on üpris tinglik.

Välitöid olen aastakümnetega teinud umbes kolmandikus Eesti kihelkondadest ning ERA kogudesse talletanud üle 20 000 lehekülje. Lepingulisi loenguid (rahvaluule uurimise meetoditest, rahvakalendrist) olen pidanud Tartu ülikoolis jm ning nõustajaks olnud ka väitekirjade koostamisel. 1990. aastad taasisesivunud Eestis andsid võimalusi rakendust leida paljudele uutele algatustele nii folkloori kogumisel kui uurimisel ja arvutiandmebaaside rajamisel, avardusid ka avaldamisvõimalused. Ega need tegutsemisõhinast kantud projektid kõigiti edukad olnudki: teinekord piisas algatamiseks küll entusiasmi, kuid lõpuleviimiseks jäi ressursse või jaksu vajaka. 1990. aastatel osalesin rahvusvahelises

Alates 2011. aastast olen töötanud minimaalse koormusega (0,2). Erialatöös eelistan tegelda individuaalsete projektidega, olles arvamusel, et rahvusteadustes tööde avaldamine eelistatult indekseeritavates väljaannetes ei ole ratsionaalne toimimisviis. Hobi korras tegutsen Eesti ornitoloogiaühingus maailma linnustiku eestikeelsete linnunimetuste töörühma liikmena. Artikleid olen avaldanud naljakatel eluseikadel rajanevatest lugudest kognitiivsete huumoriteoreetikute (Salvatore Attardo, Victor Raskin) käsitluste valguses. Huvitavaks on kujunenud koostöö Viru instituudiga. Kodukant Virumaa on piirkond, mida asustab neli erineva algupäraga etnilist kogukonda: põliseestlased, Peipsiääre külade põlisvenelased, vадja-isuri-vene alles 19. sajandi lõpukümnenditel eesti keelele üle läinud ning luteri usku siirdunud nn poluvernikud, lisaks juba nimetatule veel tööstuslinnade põhiliselt venekeelsed uusasukad. Väljaanne „Virumaa kalendripärimus“ on näide sellest, kuidas kauaaegsed kultuurisuhted ja riiklikud ideoloogiad kujundavad multikultuurilise suhtluse toimimist.

VALIKBIBLIOGRAAFIA

Proodel, M. 1967. Loomajutud tänapäeval. – Keel ja Kirjandus, 5, 281–285.

Proodel, M. 1967. Tähelepanekuid jutustamisest, rahvajutust ja jutustajast. – Palu, A., *et al.* (toim). Paar sammukest eesti kirjanduse uurimise teed. Uurimusi ja materjale 5. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Fr. R. Kreutzwaldi nim. Kirjandusmuuseum. Tallinn: Eesti Raamat, 173–195.

Proodel, M. 1969. Über die nichtklassischen Volkserzählungen, ihre Genesis und Verbreitung. – Fabula, 10, (1/3), 142–154.

Proodel, M. (koost). 1969. Üks jahimees läks metsa. Valimik rahvajutte jahist ja metsloomadest. Tallinn: Eesti Raamat, 212 lk (sissejuhatus 9–46).

Proodel, M., Mürk, H. 1970. Vanarahva tähelepanekuid ilmast. – Tooming, H. (koost), Villmann, C. (toim). Inimene ja ilm. Eesti NSV Teaduste Akadeemia, Loodusuurijate Selts. Tallinn: Valgus, 165–171.

Proodel-Hiiemäe, M. 1971. Rahvajuttude kujunemisest Kodavere kihelkonnas. – Kõiva, O., *et al.* (toim). Paar sammukest eesti kirjanduse uurimise teed. Uurimusi ja materjale 7. Tartu: Eesti NSV Teaduste Akadeemia Fr. R. Kreutzwaldi nim. Kirjandusmuuseum, 101–122.

Хиймеяэ, М. 1977. Русско-турецкая война 1877–1878 годов в отражениях эстонской устной прозы. – Маамяги, В. (ред). К столетию русско-турецкой войны 1877–1878 годов. Таллин: Академия наук Эстонской ССР, Институт истории, 64–75.

Hiiemäe, M. 1978. Kodavere pajatused. Kujunemine ja koht rahvajututraditsioonis. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Fr. R. Kreutzwaldi nim. Kirjandusmuuseum. Tallinn: Eesti Raamat, 196 lk.

Хийемяэ, М. 1979. Современные эстонские охотничьи рассказы. (Опыт изучения). – Советская этнография, 2, 141–144.

Hiiemäe, M. 1980. Kertoja puijaa kuulijaa. – Laaksonen, P. (toim). Kertojat ja kuulijat. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura, 104–109. (Kalevalaseuran vuosikirja; 60).

Хийемяэ, М. 1980. Сказы. – Вийдалепп, Р. *et al.* (ред). Эстонский фольклор. Академия наук Эстонской ССР, Институт языка и литературы. Таллин: Ээсти раамат, 286–294.

Hiiemäe, M. 1981–1995. Eesti rahvakalender II–VIII. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Fr. R. Kreutzwaldi nim. Kirjandusmuuseum. Tallinn: Eesti Raamat, II: 1981, 292 lk; III: 1994, 256 lk; IV 1985, 304 lk; V: 1991, 228 lk; VI: 1994, 304 lk, 2. tr 1995; VII: 1995, 340 lk, VIII: 1999, 302 lk. folklore.ee/erk.

Хийемяэ, М. 1983. Возникновение сказов и их место в эстонской народной традиции повествования (на материале сказов Кодавере). Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата филологических наук. Москва: Академия наук СССР, Институт мировой литературы, 20 с.

Hiiemäe, M. 1985. The Estonian folk calendar. – Tedre, Ü. (koost). From Ancient Estonian Customs to Modern Rites. Tallinn: Periodika, 9–42; 2. ed. 1991, 10–40; 3. enlarged edition 1995, 10–40.

Hiiemäe, M. 1986. Aastajaotustähistest eestlaste rahvakalendris. – Keel ja Kirjandus 29, (2), 90–96.

Hiiemäe, M. 1986. Läänemeresoome rahvaste maahingusepäevast. – Ahven, H. *et al.* (toim). Keelest ja rahvaluulest. Tallinn: Eesti NSV TA Emakeele Selts, 1986, 144–148. (Emakeele Seltsi aastaraamat 1984; 30).

Hiiemäe, M. 1987. Kodaveren jutut. – Virtanen, L. (toim). Viron veräjät. Näkokulmia folkloreen. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura, 73–96.

Hiiemäe, M. 1989. Die heutige Anwendung der Prinzipien des Folkloresammelns von J. Hurt. – Tedre, Ü. (toim). Jakob Hurt. Vier Abhandlungen über seine folkloristische Tätigkeit. Tallinn: Preprint KKI, 63, 38–47.

Hiiemäe, M. 1989. Eestlaste külviaegadest. – Hiiemäe, M. *et al.* (toim). Jakob Hurda 150. sünniaastapäevaks. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Fr. R. Kreutzwaldi nim. Kirjandusmuuseum. Tallinn: Eesti Raamat, 158–176. (Paar sammukest eesti kirjanduse uurimise teed. Uurimusi; 12).

Hiiemäe, M. 1991. Über den Volkskalender. – Tedre, Ü. (koost). Estnische Volksbräuche. Tallinn: Periodika, 5–39.

Hiiemäe, M. 1992. Ida-Virumaa rahvakalendri erijoontest. – Rüütel, I. (koost ja toim). Ida-Virumaa rahvakultuurist. Virumaa Fond. Eesti teaduste akadeemia

Keele ja Kirjanduse Instituut. Tallinn: Infotrükk 67–81; 2., parandatud ja täiendatud trükk 2013, 109–125.

Hiiemäe, M., Krikmann, A. 1992. On stability and variation on type and genre level. – Kvideland, R. *et al.* (toim). *Folklore Processed in Honour of Lauri Honko on his 60th Birthday 6th March 1992*. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura, 127–140. (*Studia Fennica. Folkloristica*; 1).

Hiiemäe, M. 1993. Kuukalendri nädal ja ajaarvamine. – *Keel ja Kirjandus*, 36, 16–20.

Hiiemäe, M., Laasimer, L., Peterson, A., Ahven, H. 1994. Gustav Vilbaste elu ja tegevus. – Masing, V. (vastutav toim). *Botaanika ajaloo Eestis*. Tallinn: Teaduste Akadeemia Kirjastus, 43–57. (*Teaduse ajaloo lehekülgi Eestist*; 10).

Hiiemäe, M. 1994. Urval av Laurentius-dagens seder och bruk. – *Nord Nytt*, 56, 13–21.

Hiiemäe, M. 1995. Eesti piltmõistatuste loomispõhimõtetest. – Kõiva, M. (toim). *Lipitud-lapidud*. Tartu: Eesti teaduste akadeemia Eesti Kirjandusmuuseum, Eesti teaduste akadeemia Eesti Keele Instituut, 23–32. (*Tänapäeva folkloorist*; 1).

Hiiemäe, M. 1995. Herbert Tampere suundumused. – *Vanavaravedaja*, 2, lk 73–79.

Hiiemäe, M. 1995. Souls' visiting time in the Estonian folk calendar. – Kõiva, M., Vassiljeva, K. (toim). *Folk Belief Today*. Tartu: Estonian Academy of Sciences, Institute of the Estonian Language; Estonian Museum of Literature, 124–129.

Hiiemäe, M. 1996. Folklore fieldwork in Estonia, past and present. – *Journal of the Baltic Institute of Folklore*, 1, (1), 147–156.

Hiiemäe, M. 1996. Kaasaja sõdurifolkloor. Millest ja kuidas? – Kõiva, M. (toim). *Mängult-päriselt*. Tartu: Eesti Rahvaluule Arhiiv, Eesti Keele Instituut, 7–25. (*Tänapäeva folkloorist*; 2).

Hiiemäe, M. 1996–1997. Nelikümmend lindu eesti rahvausundis, 1: Mäetagused 1996 1/2, 7–23; 2:1997, 3, 7–18; 3, 1997, 4, 7–19; 4: 1997, 4, 7–22. <http://haldjas.folklore.ee/tagused/>.

Хийемяэ, М. 1996. Соби́рание фолкльора. – Калмре, Э. (ред). *Эстонский фолкльорный архив*. Тарту: Эстонский литературный музей, 27–39.

Hiiemäe, M. 1996. Some possible origins of St. George's Day customs and beliefs. *Folklore*, 1, 9–25. <http://www.folklore.ee/folklore/nr1/georg.htm>.

Hiiemäe, M. 1997. Folk calendar traditions and the family. – Rüütel, I., Kuutma, K. (toim). *The Family as the Tradition Carrier*. Nordic – Baltic – Finno-Ugric Conference. Conference Proceedings. 2. Tallinn: Institute of the

Estonian Language, Folklore Department. Nordic Institute of Folklore, 42–49. (NIF Publications; 31: 2).

Hiiemäe, M. 1997. Metshaldjad ja muud üleloomulikud olendid metsas. – Ahas, R., Relve, H. (toim). Mets ja kultuur. Tartu: Eesti Roheline Liikumine, 29–35.

Хийемяэ, М. 1997. От народной экологии эстонцев к сознательной охране природы. – Борейко, В. (ред). Любовь к природе. Материалы международной школы-семинара „Трибуна – 6“, г. Киев, 5–7 декабря 1997 г. Киев: Киевский эколого-культурный центр; Центр охраны дикой природы СоЭС; Эколого-просветительский центр „Заповедники“, 262–271.

Hiiemäe, M. 1997. Some historical layers in „the customs“ of St. Lawrence's Day. – Folklore, (3), 60–74. <http://www.folklore.ee/folklore/vol3/laur.htm>.

Hiiemäe, M. 1997. The principles of creating droodles in Estonia. – Journal of the Baltic Institute of Folklore, 2, 1, 34–43.

Hiiemäe, M. 1997. Vuoden merkkipäivät. – Vesterinen, I. (toim). Viron perinnekuultuuri. Helsinki: Gaudeamus, 307–320.

Hiiemäe, M. 1998. Der estnische Volkskalender. Helsinki: Suomalainen Tiedeakatemia, 325 lk. (Folklore Fellows Communications CXXII; 268).

Hiiemäe, M. 1998. Folkloor: Putukad; Ämblikulaadsed; Vähid. E-väljaanne. Lüljalgsed: hulkjalgsed, putukad, ämblikulaadsed, vähid. Tartu Ülikool, Zoologia ja Botaanika Instituut. Tartu. <http://www.zbi.ee/satikad/>.

Hiiemäe, M. 1998. Jüripäeva uskumuste ja kombestiku kujunemise lähtekohti. – Kalda, M., Kõiva, M. *et al.* (toim). Sator. Artikleid usundi- ja kombeloost, 1. Tartu: Eesti Keele Instituut, rahvausundi tööühm, 122–136.

Hiiemäe, M. 1998. Kas koerakoonlased olid sõjaröövlid. – Emakeele Seltsi aastaraamat 1989/1996, 35/42, 52–66.

Hiiemäe, M. 1998. Siberi eestlaste kalendritavandi kujunemislugu. – Tuisk, A., Hiiemäe, M., Tamm, K. (toim). Eesti kultuur võõrsil. Loode-Venemaa ja Siberi asundused. Tartu: Eesti Kirjandusmuuseum, 105–125.

Hiiemäe, M. 1998. Tähtpäevade aastaring. – Viires, A., Vunder, E. (koost ja toim). Eesti rahvakultuur. Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus, 435–458; 2. tr 2008, 330–345.

Hiiemäe, M. 1998. Õitsilkäijate hooled ja rõõmud. – Anepaio, T., Jürgenson, A. (toim). Kultuuri mõista püüdes. Ajaloo Instituut. Tallinn: Teaduste Akadeemia Kirjastus, 176–195. (Scripta ethnologia; 3).

Hiiemäe, M. 1999–2000. Kaksikümmend kaks kala eesti rahvausundis. – Mäetagused, 1: 1999, 11, 7–33; 2: 1999, 12, 7–29; 3: 2000, 13, 7–23. <http://haldjas.folklore.ee.tagused/>.

Hiiemäe, M. 2000. Kүүditatuna Siberis. – Jürgenson, A. (koost ja toim). Eestlane ja tema maa. Konverentsi „Kodumaa ja kodupaik: eestlase territoriaalne identiteet“ (16.–17. november 1999) materjale. Tallinn: Ajaloo Instituut, 122–139. (Scripta ethnologica; 4).

Hiiemäe, M. 2000. Tales of Uude of Hulja. – Folklore, 13, 7–36. <http://www.folklore.ee/folklore/vol13/hulja.htm>.

Hiiemäe, M. 2001. Geschichten von Waldtieren als Tatsachenberichte. – Beyer, J., Hiiemäe, R. (toim). Folklore als Tatsachenbericht. Tartu: Estnisches Literaturmuseum, 37–53.

Hiiemäe, M. 2001. Maastik ja kohapärimus. – Palang, H., Sooväli, H. (toim). Maastik: loodus ja kultuur. Maastikukäsitlusi Eestis. Tartu Ülikool, geograafia instituut. Tartu: Tartu Ülikool, 86–95. (Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis; 91).

Hiiemäe, M. 2002. Mordva rahvakalender. – Mordva etnoloogia, rahvaluule ja usund. Tartu: Eesti Kirjandusmuuseum. <http://www.folklore.ee/ri/folkte/sugri/mordva/>.

Hiiemäe, M. 2002. Suve vastuvõtu pühade rahvausundilisest taustast meil ja mujal. – Õpetatud Eesti Seltsi aastaraamat 1994/1999, 11–22.

Hiiemäe, M. 2003. Eesti Rahvaluule Arhiivi rajaleidmised. – Jaago, T., *et al.* (koost ja toim). Pärimus ja tõlgendus: Artikleid folkloristika ja etnoloogia teooria, meetodite ning uurimispraktika alalt. Tartu Ülikool, eesti ja võrdleva rahvaluule õppetool. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus, 50–60.

Hiiemäe, M. 2003. Eluta looduse mälestusmärgid rahvapärimuses. – Pirrus, E. (toim). Eluta loodusemälestiste uurimine ja kaitse. Eesti teaduste akadeemia Looduskaitse Komisjon. Tartu–Tallinn. Teaduste Akadeemia Kirjastus, 100–109.

Hiiemäe, M. 2003. Lõunaeesti territooriumi jaotused rahvakalendri tavandi näitel. – Tartu Ülikooli Lõuna-Eesti keele- ja kultuuriuuringute keskuse aastaraamat 2002, 2, 31–43.

Hiiemäe, M. 2003. Läänemeresoome piiriala tunnusjooni Kirde-Eesti rahvapärimuses. – Pajusalu, K., Rahman, J. (toim). Läänemeresoome idapiir. Võro: Võro Instituut, 73–83. (Publications of Võro Institute; 5).

Hiiemäe, M. 2003. Maa-alused ja mailase rada. – Keel ja Kirjandus, 10, 760–769.

Hiiemäe, M. 2003. Nõukogudeaegsed jõulud. – Olesk, S., Krikmann, A. (toim). Võim ja kultuur. Tartu: Eesti Kirjandusmuuseum; Eesti Kultuuriloo ja Folkloristika Keskus, 339–383.

- Hiiemäe, M. 2003. Vaateid vägilasmuistenditele: Kalevipoeg ja Dobrõnja. – Kuutma, K. (toim). Paar sammukest. Eesti Kirjandusmuuseumi aastaraamat, 20. Tartu: Eesti Kirjandusmuuseum, 61–75.
- Hiiemäe, M. 2004. Lake Võrtsjärv and its fish in folklore. – Haberman, J. *et al.* (toim) Lake Võrtsjärv. Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus, 417–422.
- Hiiemäe, M. 2005. Formation of folk tales in Kodavere parish. – Folklore, 29, 61–96. <http://www.folklore.ee/folklore/vol29/kodavere.pdf>.
- Hiiemäe, M. 2005. Inimese ja looduse suhte aspekte eesti rahvakalendis. – Maran, T., Tüür, K. (koost ja toim). Eesti looduskultuur. Tartu: Eesti Kultuuriloo ja Folkloristika Keskus; Eesti Kirjandusmuuseum, 81–115.
- Hiiemäe, M. 2005. Richard Viidalepp, a folklorist with a ethnological inclination. – Kuutma, K., Jaago, T. (toim). Studies in Estonian Folkloristics and Ethnology. A Reader and Reflexive History. University of Tartu; Estonian Literary Museum. Tartu: Tartu University Press, 243–258.
- Hiiemäe, M. 2006. Kosmogoonilise harja otsimine. – Lintrop, A. (toim). Regi- laul – esitus ja tõlgendus. Tartu: Eesti Kirjandusmuuseum, 21–42. (Eesti Rahvaluule Arhiivi toimetused; 23).
- Hiiemäe, M. 2006. Päiv ei ole päiväle veli. Lõunaeesti kalendripärimus. Tartu: Eesti Kirjandusmuuseum, 517 lk. (Eesti Rahvaluule Arhiivi toimetused; 22).
- Hiiemäe, M. 2006. Setu ja vene rahvakalendri ühisjooni. – Tartu Ülikooli Lõuna-Eesti keele- ja kultuuriuuringute keskuse aastaraamat, 5, 32–45.
- Hiiemäe, M. 2007. Folkloristika – muutuv teadus muutlikus ajas. – Villems, R. (vastutav toim). Eesti Vabariigi teaduspreemiad 2007. Tallinn, Eesti teaduste akadeemia, 142–157.
- Hiiemäe, M. 2007. Pühapaigad kui mentaalse maastiku objektid: mõiste ja väl- jund. – Kaasik, A., Valk, H. (koost), Valk, H. (toim). Looduslikud pühapaigad. Väärtused ja kaitse. Tartu: Tartu Ülikool, 215–236. (Õpetatud Eesti Seltsi Toi- metused; 36).
- Hiiemäe, M. 2007. Sõnajalg jaaniööl. – Runnel, H. (vast toim). Tartu: Ilmamaa, 475 lk. (Eesti mõttelugu; 73), 2. tr. 2008.
- Hiiemäe, M. 2008. Peipsi kalurite eluolust ja rahvapärimusest. – Haberman, J., Timm, T., Raukas, A. Peipsi. Tartu: Eesti Loodusfoto, 421–433.
- Hiiemäe, M. 2010. Loodusetaju ja elulaadi seostest. – Paulus, A. (koost). Uuri- musi Lahemaa ajaloolistest maastikest. Teadusartikleid kultuuripärandist. Tallinn: Huma, 77–86.
- Hiiemäe, M. 2010. Pühad ja argised ajad rahvakalendis. Eesti Kirjandusmuu- seum, Eesti Rahvaluule Arhiiv. Tallinn: Varrak, 344 lk.

- Hiimäe, M. 2012. „Kui me tulime Rootsi...“ Eesti jõulutradsioonidest võõrsil. – Mäetagused, 50, 141–158. <http://www.folklore.ee.tagused.nr50/hiimae/pdf>.
- Hiimäe, M. 2012. Metsamaastik ja kohanimeloome. – Nurgamaa, A. (koost). Iisaku Muuseumi Toimetised I. Iisaku: Iisaku Muuseum, 7–33.
- Hiimäe, M. 2012. Palmse taevast maa pealt vaadelduna. – Universumit uudistades. Paar sammukest XXVI. Kirjandusmuuseumi aastaraamat 2009. Tartu: Kirjandusmuuseumi Teaduskirjastus, 127–140.
- Хийемяэ, М. 2012. Причудье и быт рыбаков в народных преданиях. – Тимм, Т., Раукас, А., Хаберман, Ю., Яани, А. (науч. ред.) Псковско-Чудское озеро. Tartu: Eesti Loodusfoto, 445–460.
- Hiimäe, M. 2013. Milleks meile küünlamaarjapäev? – Akadeemia, 12, 2123–2137.
- Hiimäe, M. 2014. Naljaketel eluseikadel rajanevad lood kogukonnapärimuses. – Keel ja Kirjandus, 11, 845–861.
- Hiimäe, M. 2014. Reframing life events as humorous narratives. – Baran, A., Laineste, L., Voolaid, P. (eds). Scala Nature. Festschrift in Honour of Arvo Krikmann for his 75th birthday. Tartu: ELM Scholarly Press, 327–346.
- Hiimäe, M. 2015. Puu Jaagupi pajatused. – Keel ja Kirjandus 8–9, 637–651.
- Hiimäe, M. 2017. Kujutelmad üleloomulikest olenditest Virumaa rahvausus. – Mäetagused, 66, 51–76. http://www.folklore.ee/tagused/nr66/hiimae_usund.pdf.
- Hiimäe, M. 2017. Virumaa kalendritavad ja nende piirkondlik omapära. – Mäetagused, 67, 113–140. http://www.folklore.ee/tagused/nr67/hiimae_kalender.pdf.
- Hiimäe, M. 2018. Virumaa kalendripärimus. (Ilmumas.)

Mall Hiimäe

Sündinud 9.01.1937

- 1954 – Ahtme keskkool
- 1962 – Tartu riiklik ülikool (eesti filoloog)
- 1983 – filoloogiakandidaat (maailmakirjanduse instituut, Moskva)
- 1993 – Jakob von Uexküllil Eesti Taassünni Auhind
- 1995 – Eesti Kultuuri aastapreemia
- 1997 – Jakob Hurda rahvuskultuuri auhind
- 1998 – doktorikraad (PhD folkloristikas, Tartu ülikool)
- 2000 – Eesti vabariigi Valgetähe IV klassi teenetemärk
- 2006 – Eesti rahvuskultuuri fondi tänapreemia
- 2007 – riiklik teaduspreemia humanitaarteaduste valdkonnas

2012 – Hõbedane Eesti Looduskaitsemärk – keskkonnaministeeriumi tunnustus inimese ja looduse suhte ja loodusega seotud rahvapärимuse uurimuse ning tutvustamise eest

2013 – Eesti rahva muuseumi sõprade seltsi auliige

Alates aastast 1964 töötanud Eesti kirjandusmuuseumis teaduri ja vanemteadurina. Koostanud mastaaapse koguteose „Eesti rahvakalender“ köited II–VIII (1981–1995). Avaldanud üle 50 teaduspublikatsiooni, hulgaliselt rahvaluule tekste ja nende analüüse ning populaarteaduslikke artikleid.

*Teaduspreemia pikaajalise tulemusliku
teadus- ja arendustöö eest*

Agu Laisk



FOTOSÜNTEES – MUSTVALGE JA VÄRVILINE

Pealkiri pärineb algusest – kusagilt 1963. aastast. Hilisem akadeemik Juhan Ross oli siis organiseerinud üleliidulise teadusliku ekspeditsiooni Dušanbe-lähedasele sorgopõllule, et uurida, kuidas päikesevalgus jaguneb lehtede vahel selles võimsas kolme meetri kõrguses rohelises müüris. Eesmärk oli teada saada, kui palju on neid lehti, millele langeb fotosünteesi jaoks liiga hele valgus, võrreldes sügavamal asetsevate hämaralt valgustatutega. Kohalik parteisekretär tuli meid tervitama, soovides ka teada, mida me nii suure seltskonnaga seal teeme. Kuuldes, et uurime fotosünteesi, oli loomulik küsida, „kas mustvalget või värvilist“ – oli ju värvifoto just-just ka sealmaal välja ilmunud. Kasutan siin seda sõnamängu siiski laiemas mõttes, sümboliseerimaks minu fotosünteesialase elutöö dialektilist vastuolulisust – kasvõi tõde/vale pooluste vahel.

Kolmanda klassi õpilasena sattus minu kätte gümnaasiumi füüsikaõpik, milles kirjeldati elektrinähtusi, eriti huvitav tundus klaasketastega masin, mis pidi paugutama viie sentimeetri pikkusi sädemeid. Vanaisa abiga sai niisugune järele tehtud ja imekombel isegi sädemed lendasid. Siit algas sisemine soov saada „füüsikaproffessoriks“. Huvi džässmuusika vastu ja saksofonimäng isegi toetasid tehnilist isetegevust, sest muusikat tuli lindistada, aga selleks kvaliteetne raadio ja magnetofon tuli endal valmis teha. „Noore tehnika käsiraamat“ ja J. Perelmani „Huvitav füüsika“ olid tugevaks toeks. Tänapäeval raadiot keegi ise ei tee, kuid mängud robotitega ei peaks olema mitte vähem paeluvad. Oli ka hetk, kus kummitav sõna „füüsika“ määras edasise elutee. Parim kool füüsika õppimiseks oli tol ajal Moskva riiklik ülikool, aga minu vene keele tase ei andnud konkursil mõõtu välja. Pakuti ühte Moskva tehnikainstituuti, aga minu usk hoidis fundamentaalse teaduse poole, mitte televisiooniinseneriks. Niisiis lõpetasingi 1961. aastal Tartu ülikooli teoreetilise füüsika ja füüsikaõpetaja diplomiga.

Edasisi valikuid siiski väga palju ei olnud – võimalik oli aspirantuur (seesama, mis nüüd doktorantuur) atmosfäärifüüsika erialal. Seoses tuumakatsetustega oli tähtis õhu radioaktiivsuse uurimine, mis minu ülesandeks saigi. See teema aga sulgus järsult aasta pärast, kui selgus, et mina ei saa luba salajaste andmete juurde – isa oli mobiliseeritud Saksa sõjaväkke ja sealtkaudu USAsse jõudnud. Lähim asendus salajasele radioaktiivsele kiirgusele oli avalik päikesekiirgus, mille neeldumist taimlehtedes siis just hoolega uurima hakati: põhjus oli see, et Nikita Hruštšov oli Ameerikas maisipõlde näinud ja nõudis teadlastelt, et

ka Nõukogude Liidus mais niisama vohavalt kasvaks. Sedamoodi lükkas elu mind füüsikast bioloogiasse. Eluunistusest aga ma ei loobunud, vaid ühendasin need kaks sõna biofüüsikaks.

Juhan Rossi laboris jäi minu osaks aparatuuri väljatöötamine ja ehitamine, võimaldamaks mõõta kiirguse muutlikkust taimkatte sees. Üks spektrofotomeeter liikus pikkadel trossidel, mida sai seadistada erinevale kõrgusele, teine liugles alumiiniumist torus (tolleaegne hüppeteivas!), vaadates välja läbi aukude rea. Mõõtmised näitasid, et taimelehele langeva kiirguse statistiline jaotus on kahe teineteisest suhteliselt kaugel asuva maksimumiga, üks varjulehtede, teine otseses päikesekiirguses asuvate lehtede jaoks. Kiirguse jaotusfunktsiooni kombineerisin taimelehe fotosünteesi kirjeldava funktsiooniga – fotosünteesi kiiruse mittelineaarse, küllastuva sõltuvusega valguse intensiivsusest. Taimkatte kõikide lehtede jaoks summeerituna andis see kogu põllu fotosünteesi kiiruse antud ajahetkel. Summeerituna kevadest sügiseni – arvestades ilmastiku muutlikkust – saadi fotosünteesi produktiivsuse teoreetiline väärtus. Sel teemal kaitsesin teaduste kandidaadi kraadi¹ Tartu ülikoolis 1966. aastal. Ega niisuguses arvutuses palju füüsikateadust ei olnud ja tulemuse kohta võis ennustada, et see sõltus tugevasti „fotosünteesi funktsioonist“ – sellest, kuidas taimelehe fotosünteesi kiirus reageerib valguse intensiivsuse muutusele.

Üsna pea saigi selgeks, et Moskva ja Leningradi bioloogide arusaamad fotosünteesi funktsioonist arenevad aeglaselt, põhjuseks vajaliku mõõteaparatuuri puudumine. Juhan Ross pöördus minu poole ettepanekuga hakata ise fotosünteesi mõõtma, ehitades selleks ka vajaliku aparatuuri. Ettepanek pakkus pinget, kahtlesin aga niisuguse ettenähtavalt bioloogilise sisuga töö perspektiivikuses Tõravere observatooriumi kuplite vahel. Aparadiehituse väljakutsed – ise ehitada gaasianalüsaator, mis mõõdaks CO₂ kontsentratsiooni muutusi vähem kui 1 ppm (osa miljoni kohta) – olid siiski nii põnevad, et üldperspektiiv noorele mehele väga udune ei paistnudki. Küllap aitas otsusele kaasa ka teise noore eksperimentaalfüüsiku, Vello Oja ilmumine Tõravere. Meie teed Velloga ühtisid juba päris alguses. Tore, et see kahe teadlase „dimeer“ on tänapäevani stabiilsena püsinud. Pikad diskussioonid Velloga Tartu-Tõravere rongis aitasid tungida probleemide sügavustesse ja häälestasid meie mõtlemise sedavõrd ühele lainele, et mõistame teineteist poolelt sõnalt. Seetõttu kasutangi allpool määratlust „meie“, mõeldes selle all enamasti ennast ja Vellot, hiljem (1983) liitus „meie“ juurde keemikuharidusega Hillar Eichelmann ja insenerina Heikko Rämna – kalandusele spetsialiseerunud bioloog (foto 1).

¹ Vastab praegusele filosoofiadoktori (PhD) kraadile – toim.



Eesti NSV TA astrofüüsika ja atmosfäärifüüsika instituudi biofüüsika labor Riia 181 Tartus. Agu Laisk, Vello Oja ja Hillar Eichelmann näivad olevat leidnud midagi huvitavat. Foto: erakogu

Tulles tagasi algaastate juurde, just 1960ndate lõpus ja 1970ndate alguses kujunes välja minu strateegiline lähenemine teadusele. Ühelt poolt olen alati olnud huvitatud uute mõõteaparatuuride konstrueerimisest ja valmistamisest eesmärgiga, et meie kasutatavad mõõteriistad oleksid erinevad seeriatoodetest. Tahtsin, et need võimaldaksid mõõta rohkem parameetreid, paindlikumalt ja täpsemalt kui teistes laborites võimalik (Laisk, Oja, 1971, 1979). Küllap sel moel realiseeruski minu lapsepõlvhobi, raadioaparatuuride ehitamine. Teisest küljest ergutas taimkatte produktsiooniteooriast saadud algtõuge (pluss minu füüsika-teoreetilise kallakuga haridus) edasi töötama fotosünteesi protsessi detailse matemaatilise mudeli kallal, seades sihiks selle keeruka biokeemilise süsteemi funktsionaalse (põhjusliku) matemaatilise kirjeldamise (Laisk, 1968). Nii sai pandud alus komplekssele taimede fotosünteesi eksperimentaalsele ja teoreetilisele uurimisele. Lihtsalt väljendudes püstitasin endale küsimuse, mis määrab taimelehe fotosünteesi kiiruse? Niisuguse juhtlõnga olemasolu on olnud teadustöö sihikindlaks arenguks väga vajalik, aidates katsetulemuste poolt ette söödud ideedetulvast selekteerida mõtestatud komplekti.

Mäletan täpselt hetke, millal see küsimus esmakordselt kerkis. Olime aparatuuri just valmis saanud ja meie buss-laboratoorium asus Jõgeva sordiaretusjaama maisipõllul, kus mõõtsime erinevate lehtede fotosünteesi sõltuvusi valgusest ehk valguskõveraid. Kasutasime valgusallikana slaidiprojektorit, et ka sügaval taimkattes asuvatele lehtedele tugevat valgust anda. Üks niisugune leht oligi parasjagu aparaadis, kui pidime töö lõunaks katkestama. Tunni pärast tagasi tultes ootas meid üllatus – leht, mille fotosüntees oli enne olnud aeglane ka kõige tugevamas valguses, näitas nüüd üsna kiiret fotosünteesi. Selle lehe fotosünteesi funktsioon oli muutunud tunni jooksul! Füüsikutena olime harjunud, et kui mingisugune sõltuvus on mõõdetud, võib sellega edaspidi alati arvestada. Tol hetkel aga kohtusime esmakordselt bioloogilise objektiga tema muutlikkuses ja kohastumises. Küsisin Juhan Rossilt nõu, kuidas võtta arvesse, et fotosünteesi funktsioon sõltub sellest, missugused olid keskkonna tingimused eelneva tunni või veelgi enam, taime kogu elu jooksul? Ta arvas, et peaksime siiski mõõtma neid funktsioone nii, nagu nad hetkel on, ja arvestama muutlikkust statistilise jaotuse abil. Statistika on aga meetod, mille teaduslik sisu on suuresti ammendatud ja nõutav on vaid reeglite tundmine. Mina tahtsin teada, MIKS fotosüntees muutus. Siin nägi Juhan kohe ohtu, et uurimistöö muutub sedavõrd bioloogiliseks, et Tõraveres tema juhtimisel jätkamine oleks küsitav. Siis tekkiski meie vahele lõhe, mis niipea ei kadunud.

Olles tõepoolest olemuselt bioloogiline, ei saanud minu töö olla esindatud astrofüüsika ja atmosfäärifüüsika instituudi ametlikes plaanides. Tegelikult jäi see „põrandaalune“ töö ellu suurel määral tänu tolleaegse direktori, astronoomi akadeemik Aksel Kipperri suhtumisele, kes ütles Juhanile lihtsalt: „Kui on hea teadus, las ta siis olla.“ Stabiilsem lahendus tuli alles 1985. aastal, kui saabusin tagasi esimeselt edukalt teaduslikult lähetuselt Austraalia rahvusülikoolist Canberras. Siis otsustati astrofüüsika ja atmosfäärifüüsika instituudis luua biofüüsika labor minu juhtimisel. Huvitav, et teine astronoom, akadeemik Jaan Einasto oli minu peamine toetaja Eesti teaduste akadeemia liikmeks valimisel. Ilmselt on astronoomidel professionaalne võime asjade sisu kaugelt vaadates mõista!

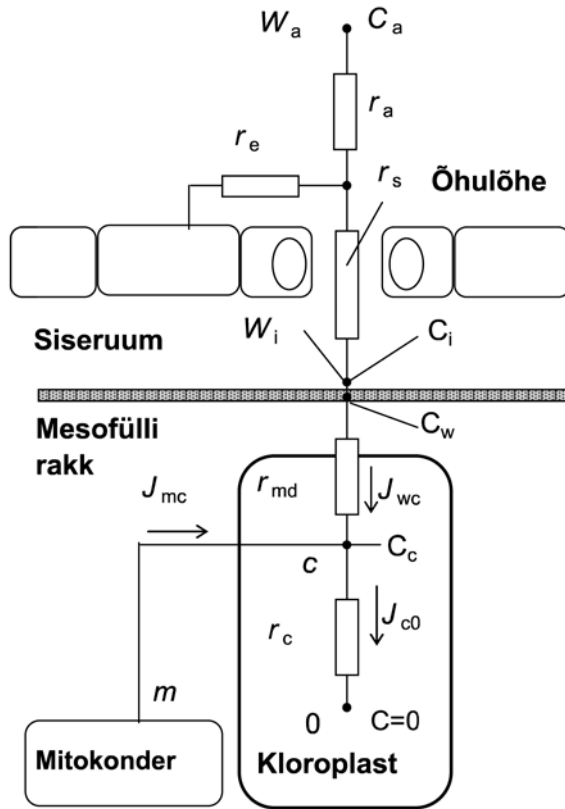
Iseenese identifitseerimine teaduses – oma kuuluvuse määramine – on väga tähtis. Teaduse sisu määrab objekt, mida uuritakse, mitte aga meetodid, mida rakendatakse. Ma mõistsin, et taimelehe kohta esitatud küsimus – MIKS fotosüntees muutus – tegi minust tõesti bioloogi. Taipasin, et vastavalt kuuluvusele pean omandama bioloogias traditsiooniliste üldiste teadmiste fooni ja keelekasutuse, vastasel juhul ei võta see seltskond mind omaks. Nüüd mõistan, et tegin ainuõige otsuse. Ainult et päriselt omaks ei ole mind siiski võetud, sest ma ei saanud loobuda füüsikas tavalisest kvantitatiivsest mõtlemisviisist, teiselt poolt aga ei ole suutnud piisavalt ära õppida väga mahukat bioloogiateadust. Midagi sarnast on vist ka erinevast rahvusest inimeste integreerumisega –

mis ei saa lõpuni toimuda, sest osapooled ei kaota oma juuri ega omanda uut kultuuritausta täielikult mitte kunagi.

Niimoodi minu jaoks kujunenud algtingimused olid väga erinevad võrreldes noorele läänemaailma teadlasele tavalistega. Sealsete teadussuundade ja teaduskeskuste otsesed mõjud minimeeris piiratud suhtlus. Meie kitsad materiaalsed võimalused sundisid valima odava, kuid siiski originaalse uurimismetoodika. Kõik koos – füüsikaline kooliharidus koos kaasneva teoreetilis-matemaatilise mõtlemisega, huvi ehitada originaalseid mõõteriistu, piiratud võimalused traditsioonilisteks biokeemilisteks katseteks – tingis, et loobusin bioloogias levinud reduktsionistlikust mõtteviisist, mille kohaselt oleksin pidanud taimelehe fotosünteesiaparaadi osadeks lahutama ja selle üksikuid osi võimalikult detailselt uurima. Selle asemel püüdsin mõista tervikliku taimelehe fotosünteesi kiirust määravaid ja piiravaid tegureid – see oli midagi „musta“ või tegelikult „halli kasti“ tüüpi lähenemine, kus kasti sees olevat püütakse teada saada, muutes sisse antavaid signaale ja mõõtes sellele vastavat väljundsignaali muutust. „Hallus“ tähendas aga seda, et kasti sisu kohta oli reduktsionistidel paljugi juba teada. See mõte osutus siiski üsna riskantseks. Kõigepealt on objekti valik tervikliku lehe näol arusaamatu nendele samadele reduktsionistidele, kelle jaoks leht on „liiga keeruline“ ning kelle arvates oleks tulemuslikum uurida selle osi, mis olevat „lihtsamad“ ja mida saab väliste kemikaalide abil otsesemalt mõjutada. Teiseks põrkusid püüded omatehtud aparatuuri abil mõõdetavate optiliste ja gaasivahetusega seotud parameetrite arvu laiendada hinnangule, et meie kasutatavad meetodikad jäävad oma kaugele ulatuva füüsikalise-matemaatilise loogika tõttu väheusutatavaks – meie mõõtmistulemusi ei saa kolleegid kontrollida. Analüüsiks kasutatavate matemaatiliste mudelite kohta on arvatud, et need on liiga keerulised, sisaldades liiga palju tõestamata eeldusi. Füüsikas tavaline mõtteviis, milles teoreetiliste tulemuste vastavust katsetele loetaksegi eelduste kehtivuse tõestuseks (nt sellel põhineb usk kvantmehaanika kehtivusse), on bioloogias võõras. Rekursiivne mõtlemine ei ole arusaadav. Niisuguste vastuolude pärast on minu omaaegne entusiasm füüsikalise mõtlemise ja aparadihituse rakendamisse fotosünteesi mõistmise eesmärgil realiseerunud üsnagi vaevaliselt. Kuid ilmselt teaduse tegemine ei peagi kerge olema. Õigemini, teaduse tegemine on ise alati kergem ja mõnusam kui kolleegide veenmine oma tulemuste õigsuses.

Esimesed läbimurded – CO₂ liikumine õhust ensüümideni

1960ndate lõpuni mõeldi fotosünteesist kui protsessist, mis sõltub valgusest. Minu esimene uuendus selles mõtlemises oli vaadelda fotosünteesi keemiliste reaktsioonide süsteemina, mille substraadiks on õhus olev süsihappegaas. Valgus on kaastegur, mis määrab süsteemi keemilise reaktsioonivõime. Kuna taimeleht on suhteliselt keerukas rakkude struktuur, tuli lehte ümbritseva CO₂ kontsentratsiooni asemel biokeemiliste reaktsioonide otsese substraadina



Joonis 2. Süsihappegaasi difusiooni välisõhust fotosünteesivatesse rakkudesse saab kujutada sarnaselt elektrivooluga, mis läbib takistuste süsteemi. Takistused on tähistatud järgmiselt r_a – väikne õhukiht lehe pinna lähedal, r_s – õhulõhed, r_i – gaasiruum lehe sees mesofüllirakkude vahel, r_{md} – difusioonitakistus raku seinas ja tsütoplasma vedelikus, r_c – sisenemine karboksüülimisreaktsiooni, mille esimest järku kineetikat saab tõlgendada takistusena.

käsitada hoopis CO₂ kontsentratsiooni lehe rakkudes süsihappegaasi siduva ensüümi lähikonnas. Tänu difusioonitakistustele teel välisõhust kloroplastidesse on see aga madalam kui välisõhus. Meie Tõravere labor oli esimene, kus hakati fotosünteesi esitama rakkude sise CO₂ kontsentratsiooni funktsioonina (Laisk, Oja, 1972). Vaatlesime lehe anatoomilist struktuuri kui keeruka kujuga difusiooniteed, mis süsihappegaasil tuli läbida, et lõpuks jõuda teda siduva ensüümi aktiivsaini. Meetodika tegi realselt kasutatavaks see, et keeruka kolmemõõtmelise struktuuri lihtsustasime ühemõõtmeliseks (joonis 2). Skeemil esinevad difusioonitakistused sai leida keerulist anatoomiat arvestamata, lähtudes veeauru ja süsihappegaasi voogude paralleelsest mõõtmisest. Asi

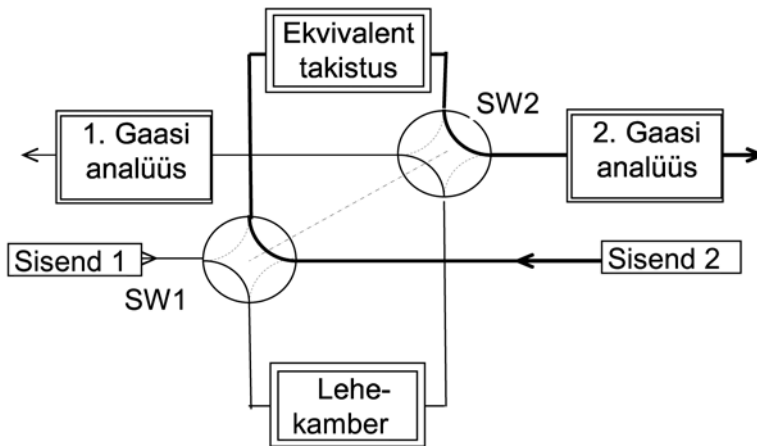
on selles, et veeaur (transpiratsioon) väljub lehest suures osas sedasama teed kaudu, mida mööda CO₂ siseneb rakkudesse. Seetõttu sai transpiratsiooni kiirusest arvutada difusioonitakistuste summa, ilma et oleks olnud vaja süüvida anatoomia keerukustesse. Meie välja arendatud meetodika lehesisese CO₂ kontsentratsiooni määramiseks pani aluse fotosünteesi kineetika edasisele uurimisele (Laisk, 1977) ja on tänapäeval muutunud normiks lehe fotosünteesialastes töödes.

Kolumbuse muna ja teised tehnilised trikid

Selles meetodikas on raskesti määratav lehe temperatuur, mis muutub sõltuvalt valguse tugevusest ja transpiratsiooni (auramise) kiirusest. Minu idee oli siin midagi Kolumbuse muna taolist: kleepigem leht üht külge pidi tihedalt vastu mõõtekambri klaasakent, mille taga voolab termostateeritud vesi (Laisk, Oja, 1971; Laisk, 1977). Saavutasime tulemuse, et isegi otsese päikesevalguse käes tõuseb meie aparaadis lehe temperatuur vähem kui ühe kraadi võrra. Niisugune võte on aga paljudele tundunud liiga räige, kuna sulgeb gaaside difusiooni läbi lehe kleebitud külje – antud juhul läbi ülemise, mille kaudu valgus lehte siseneb. Nii ongi juhtunud, et kuigi teada juba 45 aastat, on meie kontakt-termostateerimisega lehekamber tänini jäänud ainsaks omataoliseks kasutatavaks. Meie sisuline õigustus seisneb asjaolus, et kuigi sulgeme gaaside difusiooni ühel küljel, säilib see muutumatuna (või isegi vastavalt aktiveerub õhulõhede avanedes) lehe teisel küljel. Kuna lehe sisemus rakkude vahel on väga poorne, ühtlustub gaaside kontsentratsioon seal kiiresti ja on ikkagi õigesti arvutatav kõigi lehe rakkude jaoks, ükskõik kas gaas siseneb ühe või kahe külje õhulõhede kaudu. Huvitav on seejuures asjaolu, et näiteks kloroplastide väljaprepareerimine lehest on reduktsionistidel loetud täiesti aktsepteeritavaks võtteks!

Üks leht, aga kaks mõõtesüsteemi

Fotosünteesi ja hingamise eristamiseks leiutasime (vastav autoritunnistuski on minu ja Vello Oja nimel olemas) mitmekanalilise mõõtesüsteemi, mis on lehe kontakt-termostateerimise kõrval meie teine tähtis tehniline uuendus. Varem toimus mitme mõõtekanaliga aparatuuri kasutamine sedaviisi, et mõõdetavate lehtede arvu minimaalsete lisakuludega suurendamise eesmärgil lülitati ühe CO₂-gaasianalüsaatori külge järgemööda mitut lehekambrit. Meie idee oli vastupidine – ühte lehekambrit lülitatakse mitme, eelnevalt erinevale gaasikeskkonnale häälestatud gaasianalüsaatori mõõteahelasse. Kahe mõõtekanaliga süsteemis häälestatakse kumbki kanal erinevale sisendkontsentratsioonile, kuid lehega mõõtekamber on vaid ühe kanali ahelas, teises ahelas on ekvivalentne tühi ruum (joonis 3). Kummaski mõõtekanalis on gaasianalüsaator, mis lehekambri ahelas näitab lehe aktiivsust, lehekambri ahelas aga sisendkontsentratsiooni ehk „nulljoont“. Kui „kamber“ ja „ekvivalent“



Joonis 3. Kahekanalilise fotosünteesi mõõtesüsteemi skeem. Kaks gaasivoolu (kanalid 1 ja 2) koos vastavate analüsaatoritega on häälestatud erinevatele CO₂ ja O₂ kontsentratsioonidele. Mõlemas kanalil on sarnase ruumalaga kamber, kuid leht on vaid kanalil 1. Selles kanalil näitavad analüsaatorid lehe fotosünteesi seelses gaasikeskkonnas, kanalil 2 aga nulljoont. Kui kambrite asukohad kraanide SW veerandpöörde abil kiiresti vahetatakse, hakkavad kanali 2 gaasianalüsaatorid otsekohe näitama lehe fotosünteesi kanali 2 gaasikeskkonnas, kanali 1 analüsaatorid aga nulljoont.

äkitselt ringi vahetada – kahte omavahel seotud kraani pöörates –, satub leht otsekohe uude gaasikeskkonda, vastav analüsaator aga hakkab viivitamatult näitama lehe tekitatud muutusi gaasi koosseisus. Et gaasi kontsentratsiooni muutused toimuksid võimalikult kiiresti, viisime kõik ruumalad miinimumini. Näiteks lehekamber katab 3 cm diameetriga leheketta, jättes selle kohale 3 mm gaasiruumi. Nii saavutasime võimaluse muuta gaasi kontsentratsiooni 0,5 s jooksul ja mõõta vastavaid fotosünteesi muutusi ajalise lahutusvõimega 1,5 s, seega umbes suurusjärgu võrra kiiremini, kui oli tol ajal tavaline (Laisk, 1977; Laisk, Oja, 1971, 1998). Kuigi esmakordselt publitseeritud juba 1970ndatel, on meie mitmekanaliline mõõtesüsteem siiani unikaalne võimaluse poolest muuta kiiresti gaasi kontsentratsiooni ja otsekohe mõõta sellele järgnevaid kiireid muutusi lehe fotosünteesis. See, et vaja on kahte komplekti CO₂ ja O₂ analüsaatoreid, ei ole Eesti teaduse rahastamise juures olnud ülesaamatu probleem. Pealegi on mõõtmine ka ühte komplekti kasutades võimalik, kuigi ebamugavam.

Aparatuuri tehnilised uuendused on käinud käsikäes teadusliku mõtte arenguga, võimaldades mõõta ikka enam ja täpsemini kui varem. Üldises plaanis tahaksin rõhutada, et oma originaalse niši kindlustamiseks peaks iga labori juurde kuuluma ka teadusliku aparatuuri ehitus. Meie kollektiivis on kuldsed

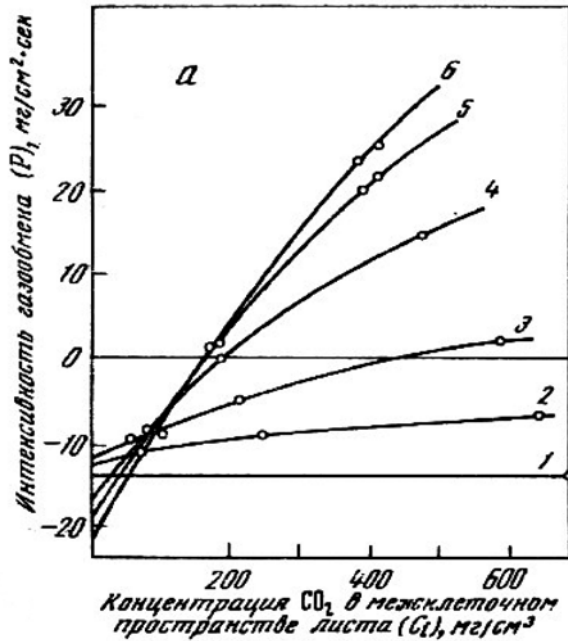
käed Heikko Rämmal ja Bahtijor Rasulovil. Kahjuks on säärane mõtteviis – minusse Juhan Rossi poolt süstitud – tänapäeval üsna unustusse vajunud (ja sellest tulenevast „oma nišiga“ seotud isoleeritusest oli ka juttu).

Rubisco – seal, kus lõpeb füüsika

Esimene biokeemiline aste CO_2 assimilatsioonis on selle seostumine topeltfosforüülitud 5-süsinikulise suhkru, ribuloos 1,5-bisfosfaadiga (RuBP) viimase karboksüülimise teel. Vastav ensüüm kannab nime RuBP karboksülaas-oksügenaas, lühendatult Rubisco. Kasutades aparatuuri suurepäraseid võimalusi – eriti seda, et arvutame CO_2 kontsentratsiooni ensüümi aktiivsaitide lähedal –, oleme olnud pioneerid Rubisco kineetika uurimisel intaktsetes lehes (Laisk, Oja, 1976; Laisk jt, 2002). Süsihappegaasi neeldumise kiirus – seega fotosünteesi kiirus – ongi ju Rubisco töökiirus *in vivo*. Kui seada see vastavusse CO_2 kontsentratsiooniga Rubisco aktiivsaitides, saamegi Rubisco ensüümreaktsiooni klassikalise kineetilise kõvera, milles reaktsiooni kiirus esitatakse funktsioonina substraadi kontsentratsioonist. Elava lehe puhul on aga probleemiks, et samaaegselt fotosünteesiga, milles CO_2 neeldub, toimub ka hingamine, mille käigus CO_2 lehest väljub. Klassikaline võte samaaegselt toimuvate protsesside eristamiseks on ühe protsessi järsk katkestamine temale vajaliku tingimuse (nt substraadi) kaotamise teel, eeldusel, et teine jätkub veel mõnda aega endise kiirusega. Niisugustest katsetest tuleneski tehniline vajadus aparatuuri järele, mis võimaldaks kiiresti muuta keskkonna tingimusi taimelehe ümber ja otsekohe mõõta sellele järgnevaid muutusi CO_2 sidumise (või eraldumise) kiiruses – see, mille lahendas kahekanalilise süsteemi leiutamine.

Rubisco – karboksülaas ja oksügenaas

Tänu kahekanalilisele mõõtesüsteemile oleme võimelised erineva relaksatsiooniajaga protsesse edukalt lahutama. Näiteks hingamise mõõtmiseks tarvitseb vaid viia leht äkitselt mõõtekanalisse, mis on eelnevalt häälestatud CO_2 -vabale gaasile. Kuna fotosüntees lakkab CO_2 äravõtmisel kiiresti, hingamine aga sellele ei reageeri (või reageerib aeglaselt), näeme otsekohe CO_2 väljumist lehest, eristades niimoodi fotosünteesilise CO_2 neeldumise hingamises toimuvast CO_2 eraldumisest. Minu teadusmõtte liikumine saigi julgustava algtõuke erilise CO_2 väljumise protsessi, nn valgushingamise (fotorespiratsiooni) olemuse selgitamisest, eristades seda tavalisest mitokondriaalsest hingamisest. 1960ndate lõpuks oli tähele pandud, et valguse kustutamise järel toimub suhteliselt kiire CO_2 väljumine hingamisprotsessist, kuid see vaibub mõne minutiga tavalise mitokondriaalse hingamise nivoole. Hingamise lisakomponent on sõltuvuses valgusest, CO_2 kontsentratsioonist ja O_2 kontsentratsioonist. Vastavalt ilmsele kineetilisele seosele fotosünteesiga sai protsess nimeks fotorespiratsioon, kuid selle mehhanism oli tundmatu. Tänu meie kiiretoimelisele mõõtesüsteemile muutus juba 1960ndate lõpus võimalikuks mõõta detailsemaid seoseid kahe



Joonis 4. Esimesed graafikud näitamaks, kuidas kaselehe CO₂ assimilatsiooni kiirus sõltub CO₂ kontsentratsioonist rakkudes (21% O₂ juures). Kõver 1 mõõdeti pimedas, järgnevad kõverad järjest suuremal valguse intensiivsusel. Fotosünteesi ja hingamine tasakaalustused (CO₂ vahetus oli null) kontsentratsioonil 180 mg/cm³. Pangem tähele, et kui rakkudes saaks CO₂ kontsentratsioon olla null, siis kõrgel valgusel mõõdetud punktid ekstrapoleeruvad suuremale CO₂ väljumise kiirusele, kui see on pimedas. Kõrgemal O₂ kontsentratsioonil korratud samasugused mõõtmised andsid proportsionaalselt suurema CO₂ väljumise kiiruse (Laisk, Oja, 1972).

protsessi vahel. Selgus, et fotosünteesi ja fotorespiratsiooni kiirused on tihedas seoses CO₂/O₂ kontsentratsioonide suhtega Rubisco reaktsioonisaidis. Kahe protsessi kineetikate vahekord oli just niisugune, nagu CO₂ ja O₂ konkureeriksid ühele ja samale aktseptorile, milleks on RuBP (joonis 4) (Laisk, Oja, 1972).

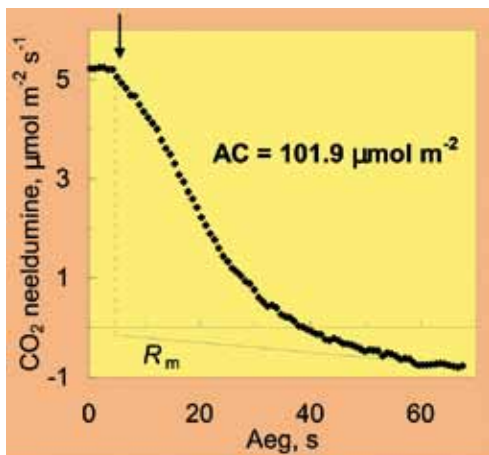
Nende mõõtmiste alusel tulingi välja julge hüpoteesiga, et RuBP karboksülaas peab ühtlasi olema ka oksügenaas – ensüüm, mis seob nii CO₂ kui ka O₂ RuBP külge. Kui konkurentsist juhtub edu olema O₂ molekulil, ei teki 5C aktseptorist (RuBP) mitte kaks 3C produkti (2 fosfoglutseerhapet PGA), vaid PGA + 2C hape, fosfoglükolaat. Viimase edasise metabolismi käigus eraldubki CO₂, näiteks 2C + 2C → 3C + CO₂. Sellest tegin oma esimese ettekande rahvusvahelisel konverentsil Moskvas 1969. aastal, kus oli külaliseks ka Andrew Benson, üks CO₂ taandamise tsükli autoreid koos Melvyn Calviniga. Ta kommenteeris minu ettekannet väga lühidalt: *good kinetics*. Sellest aitas mulle, et edaspidi oma visiooni õigsusse uskuda. Sellesama rahvusvahelise konverentsi kogumikus

ilmus matemaatiline mudel, milles esmakordselt oli näidatud, et CO_2 ja O_2 on konkurendid RuBP-le. Oli aga ootamatu leida, et trükis ilmunud versioonis oli O_2 jooniselt kadunud ja jäänud vaid CO_2 . Ju ei meeldinud see uudne skeem mõnele läänepoolsele retsensendile või toimetajale (Nõukogude Liidus ei olnud tol ajal teisi teadlasi, kel oleks olnud selles küsimuses oma arvamused).

Rubisco kineetika CO_2 ja RuBP suhtes

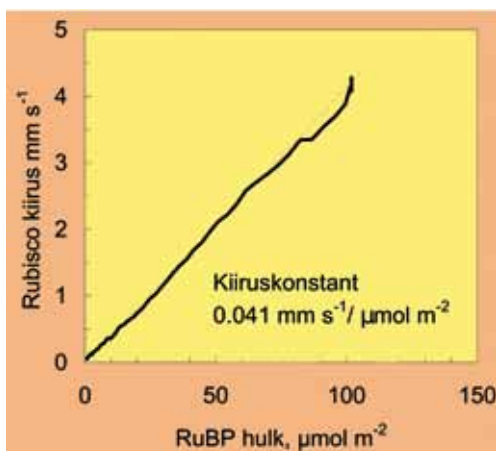
Kuni 1970ndate keskpaigani valitses arusaam, et fotosünteesi (ja ka sellega seotud fotorespiratsiooni) kiirus on määratud peamiselt ainsa ensüümi, Rubisco kineetikaga. Meie panime aga tähele, et madalal CO_2 kontsentratsioonil tõuseb fotosünteesi kiirus tõesti proportsionaalselt CO_2 kontsentratsiooni kasvuga, nii nagu ensüüm määrab, kuid siis seisatub järsult ja sageli hoopiski langeb kontsentratsiooni edasisel tõusul. Järeldasime, et kuna Rubisco reaktsioon on ju kahesubstraadiline, peab CO_2 kontsentratsiooni tõustes teine substraat RuBP langema – nii et korrutis jääb enam-vähem konstantseks. Selle tõestamiseks tegime tol ajal originaalse katse, mis oli võimalik ainult meie (juba tol ajal piisavalt) kiiretoimelise süsteemiga (Laisk, Oja, 1974). Asetasime lehe kõrges valguses kõigepealt suhteliselt madala CO_2 sisaldusega keskkonda, milles fotosünteesi piiravaks teguriks oli CO_2 kättesaadavus – eeldasime, et teine substraat RuBP kogunes maksimaalsel määral. Nüüd andsime lehele väga kõrget CO_2 kontsentratsiooni vaid lühikestes (1–3 s) impulssides. Selgus, et kõrge kontsentratsiooniga CO_2 impulssides sidus leht lühikese aja jooksul süsinikku palju suurema kiirusega kui statsionaarseisus. Tulemus näitas, et kuni RuBP on olemas piisaval hulgal, on Rubisco ensüüm võimeline katalüüsima CO_2 sidumist pea kaks korda kiiremini kui statsionaarseisus kunagi võimalik. Mõõtsime kogu kineetika CO_2 suhtes, mis osutus Michaelis-Menteni hüperbooliks poolküllastusega $K_m(\text{CO}_2) = 10 \mu\text{M}$ (Laisk jt, 2002).

Mis aga puutub teise substraati, siis tänini originaalne on meie meetod Rubisco kineetika uurimiseks RuBP kui CO_2 aktseptori suhtes (Laisk jt, 1984). Kui tugev valgus äkki kustutada, ei katke lehe fotosüntees momentselt, vaid langeb umbes 40 sekundi jooksul, näidates, et reaktsiooni kiirus väheneb sedamööda, kuidas substraati ära kulub (joonis 5). Protsessi saab esitada kineetilise kõvera kujul, mille abstsissiteljele on asetatud kõvera alune pindala (järelejäänud reagendi hulk) mingist ajapunktist kuni lõpuni ja ordinaadile CO_2 sidumise kiirus selles ajapunktis (Laisk jt, 2002). Üllatusena on see graafik sirgele üsna lähedane (joonis 6), kuigi isoleeritud Rubisco $K_m(\text{RuBP})$ on kõigest $150 \mu\text{M}$, seega kõver peaks olema järsult küllastuv. Tulemus näitab, et *in vivo* ensüümikineetikas on suure tähtsusega substraadi ja produkti konkurentne sidumine reaktsioonisaiti, mis tugevasti lineariseerib ka järsult küllastuvate ensüümide kineetilist kõverat. Rubisco puhul seostub produkt PGA umbes niisama tugevasti kui substraat RuBP. Sarnast nähtust oleme märganud ka teiste reaktsioonide puhul, isegi



Joonis 5. Valgusejärgne CO₂ assimilatsioon. Päevalille lehte valgustati tugeva valgusega CO₂ kontsentratsioonil 250 ppm (et RuBP tarbimine oleks aeglasem) ja O₂ kontsentratsioonil 2% (et vältida RuBP oksügeniseerimist) ja valgus katkestati. CO₂ assimilatsioon kadus umbes 40 s jooksul. Kokku assimileeris leht pimedas veel 101.9 µmol CO₂/m², mis iseloomustab kogunenud RuBP hulka. Languskõvera jooksul igal ajamomendil on alles veel nii palju RuBPd kui suur on pindala sellest momendist kõvera lõpuni. Reaktsioonikiirus sel momendil esitatuna funktsioonina järelejäänud substraadist ongi ensüümi kineetiline kõver.

Joonis 6. Rubisco kineetiline kõver RuBP suhtes, saadud katsest (joonis 5). Ootamatult on selle ensüümi kineetika elavas lehes lausa esimest järku – proportsionaalne substraadi suhtes –, kuigi isoleeritud ensüümil mõõdetuna on seesama kõver väga kiiresti küllastuv (in vitro $K_m(\text{RuBP}) = 150 \mu\text{M}$). Põhjus on reaktsiooni produkti (antud juhul fosfoglutseerhape, PGA) tugev seostumine aktiivsaiti, mis moonutab kineetika lähedaseks proportsionaalsele.



kuni valgusreaktsioonideni välja, kus produkt redutseeritud plastokinool PQH₂ seostub fotosüsteemi II aktiivsaiti Q_B ja inhibeerib fotoreaktsiooni.

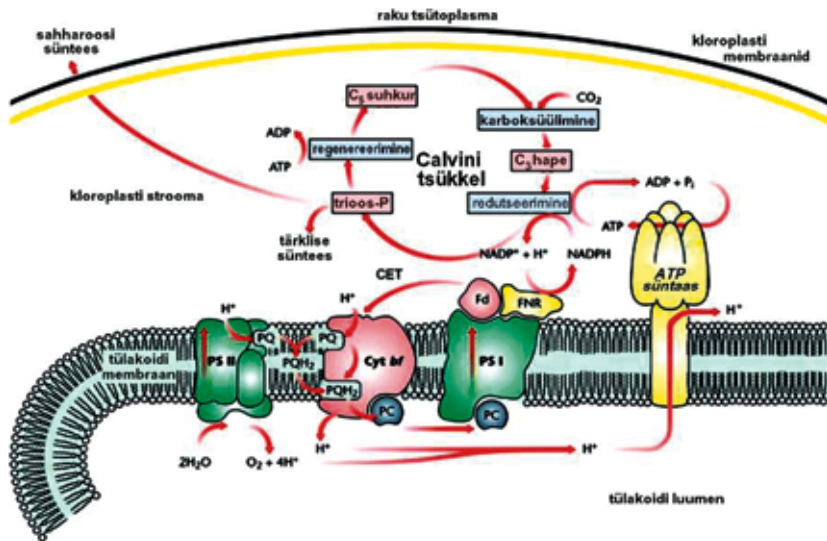
CO₂ kineetika katset (Laisk, Oja, 1974) õnnestus mul tutvustada 1976. aastal Gordoni konverentsil New Hamptonis (New Hampshire, USA), kuhu olin saanud eraviisilise külastajana poolsalaja². Sain kohe kutse mitmesse laborisse ja suhted lääne teadlastega hakkasid arenema. Näiteks rahvusvahelisel

2 Nõukogude ajal anti tööalaseks ja eraviisiliseks välissõiduks lubasid teineteisest sõltumatute süsteemide kaudu. Näiteks kutsuti mind 1972. aastal Uus-Meremaale avatava taimeeaduskeskuse juurde külalisteaduriks, kuid pidin sellest loobuma „suure lepingulise koormuse tõttu“. 1976. aastal koos abikaasaga isa külastades aga oli võimalik registreeruda Gordoni konverentsile.

fotosünteesikongressil Pekingis (2010) teatas professor Joe Berry Stanfordist, et seda klassikalist katset õpetab ta tudengitele tänini põhikursuses.

Hapniku eraldumine näitab elektronide transpordi kiirust

Siiani oleme rääkinud fotosünteesist ainult kui CO₂ sidumise ja taandamise protsessist. Klassikaline fotosünteesi võrrand aga näitab, et iga neeldunud CO₂ molekuli kohta peab eralduma üks O₂ molekul: CO₂ + 2H₂O + 8 kvanti = CH₂O + H₂O + O₂. Detailsemalt vaadates eraldub hapnik otse fotosünteesiprotsessi „alguses“, kus kaks vee molekuli valgusenergia toimel lagundatakse, neilt eemaldatud neli elektroni suunatakse rea ülekandjate kaudu lõpuks CO₂ taandamiseks [vabanevad prootonid toetavad ATP (adenosintrifosfaat, universaalne energia talletaja ja ülekandja rakkude tasemel – toim) sünteesi], kaks hapniku aatomit aga kombineeruvad ja eralduvad O₂ kujul (joonis 7). Süsihappegaasi taanda-

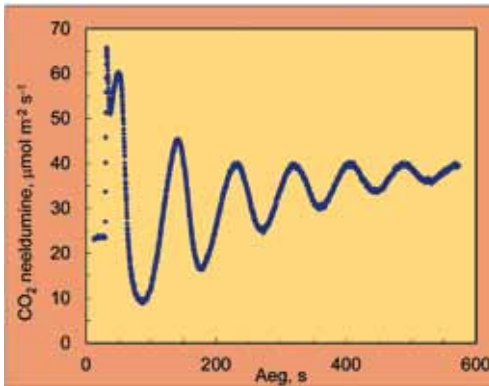


Joonis 7. Fotosünteesi skeem. Valgusreaktsioonid toimuvad kloroplasti sees asuvas membraansüsteemis – tülakoidides. Fotosüsteem II (PS II) on valk-kompleks, milles seotud klorofüll püüab valguse ja kannab ergastuse edasi fotokeemilisse tsentrisse. PS II kompleksis lagundatakse vett, elektronid kantakse plastokinoon-aktseptorile PQ (täpsemalt Q_A ja Q_B), prootonid kogunevad tülakoidi luumenisse. Taandatud PQH₂ difundeerub tsütokroom b₆ kompleksi juurde, kus oksüdeerub Q-tsükli käigus, kandes elektronid fotosüsteemi I (PS I) doonorpoolele asuvalle plastotsüaniinile (PC). PS I oksüdeerib PC, taandades ferredoksiini Fd. Viimaselt kanduvad elektronid ferredoksiin-NADP reduktaasi kaudu NADP-le, mis omakorda taandab fosfoglutseerihappe triosfosfaadiks Calvini tsükli. Calvini tsükkel tarbib 3ATP/2NADPH kohta. ATP-d sünteesib ATP-süntaas, mida energiseerivad tülakoidi luumenisse kogutud ja sealt strooma poolele tagasivoolavad prootonid. Kui suhe 3ATP/2NADPH kohta ei realiseeru, suunatakse osa elektrone tsükliliselt tagasi, et need Q-tsükli läbides prootoneid juurde transpordiks.

misel on neeldunud CO_2 ja eraldunud O_2 moolide arv võrdne. Juhul kui osa elektrone kasutatakse mitte CO_2 taandamiseks, vaid näiteks lämmastikühendite (NO_2) taandamiseks, et neist sünteesida aminohappeid ja neist omakorda hiljem valke koostada, eraldub fotosünteesis hapnikku rohkem kui süsihappegaasi seotakse. Fotosünteesi uuringud tegelikult algasidki hapniku eraldumise mõõtmistega (Otto Warburg), aga 20. sajandi alguses olid selleks kasutatud meetodid aeglased ja vähetäpsed. Ka selles osas töömeeste uue uunduse, hakates fotosünteesis toimuvate kiirete üleminekuprotsesside mõõtmiseks kasutama tsirkoonium-elektroodil põhinevat O_2 analüsaatorit (Oja, Laisk, 2000). Esimesed tulemused näitasid, et O_2/CO_2 voogude suhe on väga lähedane võrdsusele (Laisk jt, 2007). H. Eichelmann aga pani siiski tähele, et madalatel valgustel, kuigi absoluutsed vood olid väikesed, oli O_2 voog CO_2 voost suhteliselt palju suurem. Nende katsetega lahendasime kirjanduses kaua kestnud vaidluse CO_2 ja NO_2 taandamise omavahelisest konkurentsist fotosünteesis genereeritud elektronidele. Näitasime, et mis puutub reaktsiooni kiiruskonstantidesse, siis nitriti taandamine konkureerib väga edukalt CO_2 taandamisega. Ainult et nitriti taandamise reaktsioonide maksimumkiirus on väga väike ja see küllastub ammu enne, kui küllastuvad CO_2 taandamise reaktsioonid (Eichelmann jt, 2011).

Rubisco jagab piiravat rolli ATP sünteesiga

Alates nendest katsetest tuli fotosünteesi kiirust määravate tegurite hulka arvata ka RuBP sünteesiga seotud protsessid, kus osalevad ATP ja NADPH (universaalne energiakandja ja universaalne elektronikandja – toim) – ained, mis sünteesitakse otseselt fotosünteesi valgusreaktsioonide poolt (Laisk, Oja, 1976). Fotosünteesi kiirust määravate protsesside ring laienes seega valgusreaktsioonidele ja elektrontranspordile. Ka selles osas seisame siiani suhteliselt eraldi tänu oma mõõtmisvõimalustele. Küsisime, mis määrab fotosünteesi kiiruse, juhul kui CO_2 kontsentratsioon ja valguse intensiivsus mõlemad tõsta nii kõrgele, et need fotosünteesi enam ei piira. Küsimus on lihtne, aga katse nõuab umbes 10 korda kõrgemat CO_2 kontsentratsiooni kui õhus – aga turul pakutavad mõõtesüsteemid seda katset teha ei võimalda. Stabiliseerisime alguses fotosünteesi õhu CO_2 kontsentratsioonil ja tõstsime siis kontsentratsiooni järsult. Fotosünteesi kiirus kasvas alguses nagu eeldatud, kuid vajus siis tagasi, isegi allapoole esialgset taset õhus. Umbes minuti pärast kasvas uuesti ja jäi võnkuma, vaibudes lõpuks tasemel, mis oli kõrgem esialgsest, kuid madalam vahepealsest tippasemest (joonis 8). Katse näitas, et fotosünteesi kiirust ei määranud Rubisco, vaid mingi elektrontranspordiga seotud tegur. Sarnased võnkumised ergutusid uuesti, kui leht oli juba stabiliseerunud kõrgel CO_2 kontsentratsioonil, kuid nüüd muudeti O_2 kontsentratsiooni (Viil jt, 1972, 1977). Järeldasime, et selles olukorras määrab fotosünteesi kiiruse ATP sünteesi kiirus – protsess, mis sõltub elektronidega koos transporditavate prootonite hulgast. Need katsed juhtisid tähelepanu CO_2 taandamise reaktsioonidelt edasi fotosünteesi valgusreaktsioonidele, milles toimub elektronide ja prootonite



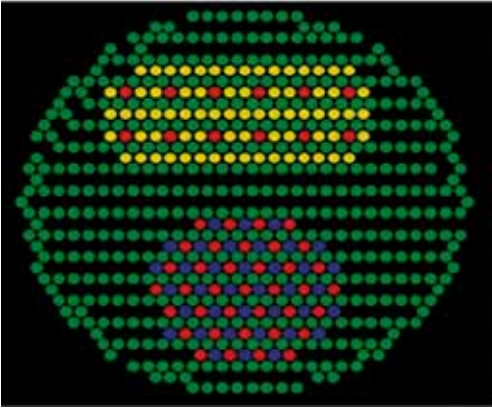
Joonis 8. Päevalille leht oli tugeva valguse käes õhu CO₂ kontsentratsioonil 350 ppm, kus CO₂ neeldus kiirusega 23 µmol/(m² s). Ajahetkel 25 s tõsteti CO₂ kontsentratsioon 2000 ppm väärtusele. Fotosüntees saavutas maksimumkiiruse 60 µmol/(m² s), kuid langes siis miinimumi 8 µmol/(m² s), kust hakkas võnkudes 100 s perioodiga kerkima, kuid ei ületanud lõpuks 38 µmol/(m² s).

paardunud transport, mille produktiks on ATP ja NADPH. Teades, et fotosünteesis on stöhhiomeetriliselt vajalik suhe 3ATP/2NADPH (joonis 7), näitasid need katsed selle suhte hälbimist ja tema hilinevat regulatsiooni võnkumiste käigus – fotosünteesi tähtsat protsessi, mille mehhanism on siiani lahendamata.

Optilised mõõtmised – uus horisont

Kolmekuulise külaskäigu tulemusena Sheffieldi Ülikooli professori David Walkeri laborisse 1986. aastal mõistsin, et valgusreaktsioonide tulemusena moodustunud reductant NADPH ja assimilatoorjõud ATP on fotosünteesi kiirust määrava tähtsusega olukorras, kus CO₂ juurdepääs takistatud ei ole ja valgust on küllaldaselt. Paralleelselt CO₂ neeldumise ja O₂ eraldumisega on võimalik mõõta ka taimlehe optilisi parameetreid, mis iseloomustavad elektronide liikumist fotosünteesi käigus. Arenes välja uus suund meie aparadiehituses – klorofüllü fluorestsentsi ja lehe optilise tiheduse väikeste muutuste mõõtmise tehnika, kasutades algmaterjalina Ulrich Schreiberi (Würzburgi ülikool) väljatöötlust. Meie parim elektroonikasaavutus on ehk moduleeritud signaalil põhinev spektrofotomeetriline võimendi, mis võimaldab edukalt mõõta promilli suurusjärgus muutusi lehe optilises läbilaskes või klorofüllü fluorestsentsis. Selleks, et oleks võimalik lehte samaaegselt erinevatest valgusallikatest valgustada ja mõõta mitut optilist parameetrit nende omavahealiste mõjudeta (varjutamata), töötasime välja optilistest kiududest valgusjuhi, mille abil iga valgusti ja iga mõõteriist on lehega omaette, sõltumatu kiudude kimbu kaudu ühendatud. Kolleeg Heikko Rämmal jätkub kannatust, et mitu tuhat ühe millimeetri jämedust plastkiudu igaüks oma kohale kinnitada (joonis 9). Tänu sellele on meie käsutuses konkurentsituult kõige täiuslikum seade lehe fotosünteesi kompleksseks gasomeetriliseks ja optiliseks uurimiseks (Laisk, Oja, 1998; Laisk jt, 2002; Oja jt, 2008), mis pälvis innovatsioonipremia rahvusvahelise fotosünteesiuurijate seltsi Pekingi kongressil (2010; joonis 10).

Kuigi optiliste mõõtmiste kiiruses oleme lasertehnikast kaugelt maas (meie kiireim lahutus on 10 ns, mis võimaldab analüüsida ksenoonvälgu jooksul toimuvat), on viimase aastakümne olulisemad tulemused siiski saavutatud selle aparaadiga – peamiselt sellepärast, et meie saame täpselt ette anda ja kiiresti muuta lehele toimivaid tingimusi, nagu temperatuur, gaaside kontsentratsioonid ja eelvalgustuse intensiivsus ja värv.



Joonis 9. Mitmeharuline valgusjuht lehekambri. 35 mm diameetriga punt on laotud 1 mm diameetriga plastkiududest. Üldvalgustuseks kasutatakse rohelist, mis tegelikult on jaotatud veel kolmeks võrdseks pundiks, nii et kasutada saab kolme sõltumatut valgusallikat. Üleval (piklik) on fluorestsentsi mõõtmise ala, kus punastega ergastatakse fluorestsentsi ja kollastega kogutakse signaali. All on kaks ühesugust ala lehe läbilaske mõõtmiseks 810 ja 950 nm lainelal.

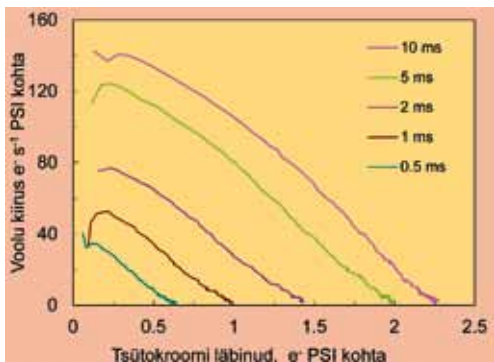


Joonis 10. Vello Oja oma kuningriiki valitsemas. Rahvusvahelise fotosünteesiuurijate teadusliku ühingu innovatsioonipreemiaga autasustatud aparatuur, mis mõõdab CO₂, O₂ ja veeauru voogusid, klorofüllü fluorestsentsi ja lehe spektri väikesi muutusi.

Elektronide liikumise kiirus läbi Q-tsükli

Nagu juba öeldud, fotosünteesis vesi ($2 \text{ H}_2\text{O}$) lagundatakse ja elektronid ($4e^-$) eraldatakse fotolüüsil fotosüsteemi II (PS II) abil (joonis 7). Elektronide liikumisel läbi transportahela muutub mõne elektronikandja värv (spektraalne neeldumiskoeffitsient) sõltuvalt sellest, kas antud kandjal on või ei ole elektroni (on see taandatud või oksüdeeritud seisundis). Näiteks fotosüsteemi I (PS I) doonorpoolel plastotsüaniini PC ja doonorpigmenti P700 oksüdeerumisel (kui valguskvant elektroni eemaldab) neeldumine väheneb 700 nm juures, kuid suureneb 810 nm juures. Muutused on väikesed – lehe läbilase muutub maksimaalselt 1%, sest redoks-muutlikke pigmente on vaid väike osa kõigist –, kuid on meie optilise süsteemiga hästi registreeritavad. Kahjuks aga ei ütle ühe elektronikandja keskmine redoks-seisund midagi selle kohta, kui kiiresti elektronid sellele kandjale saavad ja sealt lahkuvad. Et mõõta elektronide liikumise kiirust, kasutasime ka siin üleminekuprotsessi valguse katkestusega. Nii nagu hingamise mõõtmiseks katkestati fotosüntees, eemaldades CO_2 , niisamuti katkestasime siin elektronide lahkumise, eemaldades valguse. Kui elektronikandja (nt pigment P700) oli kas või osaliselt oksüdeeritud valguse käes, hakkab see pimeduses redutseeruma kiirusega, mis võrdub elektronide liikumise kiirusega läbi ahela. Niisiis tuli mõõta P700 redoks-seisundiga seotud optilise signaali muutumise algkiirust vahetult pärast valguse katkestust (Laisk, Oja, 1994).

Oma tipu saavutasid sedalaadi mõõtmised Q-tsükli kineetika uuringutes (Laisk jt, 2016). Q-tsükkel ehk kinoonitsükkel on väga keerukas reaktsioonisüsteem, mis toimib kloroplastis tsütokroomis b_6/f , mitokondris aga tsütokroomis bc. Tsükli ülesanne on oksüdeerida plastokinooli PQH_2 , kandes elektronid üle plastotsüaniinile (PC) ja sealt edasi fotosüsteemi I doonorile P700 (joonis 7). Paardunud elektronidega aga transporditakse prootonid membraani stroomaküljelt tülakoidi luumeni-küljele. Seejuures läbib iga elektron Q-tsükli kaks korda, nii et ülekantav prootonite arv on kaks korda suurem kui kokkuvõttes tsütokroomi läbinud elektronide arv. Taimelhehes oli Q-tsükli täieliku kineetika mõõtmine võimalik tänu sellele, et alustada sai täiesti oksüdeeritud süsteemiga, lisades sellele alguseks teadaoleva arvu plastokinoole PQH_2 . Päevalille lehele anti erineva pikkusega punase valguse pulse, mis redutseerisid erineva hulga PQH_2 molekule. See aine eraldus fotosüsteemist II ja seostus saidiga tsütokroomis b_6/f , kus oksüdeerus, kandes elektroni üle plastotsüaniinile PC. Lehes paralleelselt mõõdetud läbilaske muutustest 810 ja 950 nm juures arvutati elektronide saabumise kiirus PS I doonorpoolele läbi Q-tsükli. See kiirus oli suur kohe pärast valguspulssi, kuid vähenes sedamööda, kuidas kulus PQH_2 kui substraat. Substraadi kahanemist mõõdeti PQH_2 -lt lahkunud ja PS I doonorpoolelele saanud elektronide hulga kaudu – seesama hulk võrdus Q-tsükli substraadi vähenemisega. See katse oli põhimõtteliselt sarnane katsega joonisel 5, milles kuluvaks substraadiks oli RuBP, siin aga oli selleks PQH_2 . Seega



Joonis 11. Q-tsükli kineetiline kõver (abstsissitelg pööratud). Päevalille lehte valgustati tugeva punase valguse pulssidega (pulsi pikkus näidatud joonisel), mis taandasid plastokinooni, PQH₂. Mõõdeti optilist signaali 810 ja 950 nm juures, mille muutumise järgi arvutati elektronide saabumise kiirus läbi Q-tsükli fotosüsteemi I doonorpolele (ordinaadil). Abstsissil on saabu-
 nud elektronide arvu kasvamine (PQH₂ vähene-
 mine), ordinaat iseloomustab reaktsiooni kiiruse
 vähenemist substraadi PQH₂ vähenemisega.

on joonisel 11 Q-tsükli kineetilised kõverad esitatuna substraadi vähenemise suunas. Selgus, et kuigi väga keeruline reaktsioonide ahel, on Q-tsükli kineetika siiski lähedane esimest järku reaktsioonile. Täpsem analüüs võimaldas lahutada kaks järjestikust etappi, millest esimene toimus ajateguriga 5,6 ms ja teine samasugune järgnes hilinemisega kuni 16 ms. Seejuures ajavahemik, mille jooksul PQH₂ jõudis redutseeruda PS II juures ja difundeeruda sealt tsütokroomi aktiivsai, oli ainult 1 ms.

Need katsed näitasid, et liikuvate elektronikandjate difusiooni kiirus ei piira fotosünteesi kiirust. Fotosünteesilist elektrontransporti kontrollitakse vastavalt taime vajadustele siiski keemiliste signaalidega (nt prootonite termodünaamilise vasturõhuga), mitte kloroplasti membraanstruktuuri anotoomiliste parameetritega (Oja jt, 2008, 2010). Ka Q-tsüklis oli keeruka reaktsiooni kineetika taandatud esimest järku kineetikaks.

Tsükliline elektrontransport fotosüsteemis I

Palju aega pühendasime tsüklilise elektrontransporti uurimisele. Nagu rõhutasime, vajab fotosüntees stabiilset suhet 3ATP/2NADPH kohta, kuid fotosünteesi võnkumised näitasid, et see tingimus on rikutud ja suhet reguleeritakse mingi võnkuva (hilineva) regulatsioonisüsteemiga. Üldine arusaam praegu on niisugune, et kui ATP/NADPH suhe langeb, siis osa elektrone juhatakse fotosüsteemi I aktseptorpoolelt tagasi ja lastakse uuesti läbi Q-tsükli tsütokroomis b₆f (joonis 7). Meie tehnika võimaldas tsüklilise elektrontransporti kiirust mõõta niisamuti nagu elektronide liikumist läbi Q-tsükli. Selgus, et tsükliline elektrontransport ümber fotosüsteemi I võis olla vägagi kiire, isegi nii kiire, et tekkis kahtlus selle kaua usutud võimes toetada ATP sünteesi. Selgus nimelt, et tsükli kiirus jäi peaaegu samaks, kui ATP tarbimist vähendati. Näiteks kui viisime fotosünteesilise CO₂ assimilatsiooni nullini CO₂ eemaldamise teel, jäi tsükliline elektronide transport ümber fotosüsteemi I ikkagi niisama kiireks sõl-

tumata sellest, kuivõrd või kas üldse fotosünteesis ATP-d tarbiti. Tuli järeldada, et vaadeldud juhtudel ei põhjustanud tsükliline elektrontransport ATP sünteesi mingilgi määral. Tulemus on vastuolus pool sajandit valitsenud arusaamaga, et tsükliline elektrontransport on prootonite transpordiga paardunud ja toetab ADP fosforüülimist. Esitasime hüpoteetilise mehhanismi, mis võimaldab tsüklilise elektrontranspordi muutlikku seost prootonite transpordiga (Laisk jt, 2010). Sel teemal kaitses doktoritöö meie ainuke õpilane üle paljude aastate, Eero Talts (Talts jt, 2008). Tähtsaim on aga seik, et elektronide ringlemine PS I ümber omandab nüüd hoopis uue tähenduse. Fotosüntees on nimelt suure vaba energia langusega toimuv biokeemiliste reaktsioonide süsteem, mida ei ole võimalik peatada (tagasi pöörata) produkti kogunemisega. On püstitatud rida hüpoteese selle kohta, kuidas taim saab reguleerida fotosünteesi kiirust madalamaks olukorras, kus kogunema hakkavat fotosünteesi produkti piisavalt ei tarbita. Meie arvates võiks prootoneid mittetransportiv tsükliline elektrontransport olla üks võimalus selleks – elektronid saadetakse transportahelasse tagasi, juhul kui neid ei saa kasutada taandatud süsinikühendite sünteesiks. Elektronide tsirkuleerimine olukorras, kus nende edasipääs on takistatud, oleks üks lihtsamaid võimalusi valgusenergia muutmiseks soojuseks ohutul viisil. Siiski ei ole see vastus küsimusele: mis reguleerib ATP/NADPH suhet fotosünteesi võnkumiste käigus?

Klorofüllilise fluorestsentsi ja tsükkel fotosüsteemis II

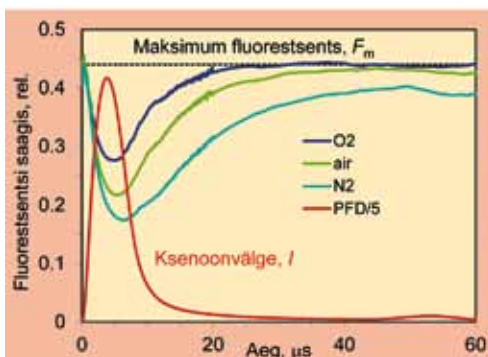
Fotosünteesi protsess läbib füüsika, keemia ja bioloogia teadused, alates valguse neeldumisest aines ja jõudes kas või kuni ökoloogiani. Klorofüllilise sai loodus fotokeemilise reaktsiooni teostajana kasutada esiteks sellepärast, et tema neeldumisspekter püüab kinni suhteliselt suure osa Päikese valgusest, peamiselt aga sellepärast, et klorofüllilise ergastatud elektron püsib kõrgel energianivool suhteliselt kaua – andes piisavalt aega fotokeemilise reaktsiooni toimumiseks. Kui fotosüntees millegipärast toimuda ei saa – näiteks sellepärast, et eelmine ülekantud elektron ei ole saanud aktseptor-kinoonilt lahkuda ja sellega blokeerib fotokeemilise reaktsiooni –, „ootab“ ergastus klorofüllilise kuni kolm nanosekundit, enne kui kustub või kiirgub välja fluorestsentsina. Kui aga fotosüntees saab toimuda, kandub elektron aktseptorkinoonile 0,3 ns jooksul, kustutades ergastuse kiiresti. Viimasel juhul on fluorestsentsi kiirgumise võimalus 10 korda väiksem, sest ergastuse kustutamisele konkureeriv fotokeemiline reaktsioon on 10 korda suurema kiiruskonstandiga kui fluorestsentsi kiirgumist määrav. Nii-siis on klorofüllilise fluorestsents kõrge siis, kui fotosüntees ei saa toimuda, madal aga siis, kui fotosüntees toimub. Klorofüllilise fluorestsents on kergesti mõõdetav ja seetõttu laialt kasutatav signaal fotosünteesi kiiruse hindamiseks. Mingis uuritavas seisundis mõõdetud fluorestsentsi signaali suhe maksimaalsesse signaali, mis saadakse fotosünteesi kunstlikult blokeerides, annabki kasuteguri – missugune osa valguskvantidest kasutatakse fotosünteesiks. Meie eeliseks oli võimalus taimel lehel otseselt mõõdetud CO₂ neeldumist ja O₂ eraldumist

võrrelda klorofüllü fluorestsentsist arvatatud fotosünteesiga. Tulemuseks oli ootamatult suur erinevus – O_2 eraldus palju vähem kui fluorestsentsi kustumise suhtest arutati. Esimene mõte oli, et tegelikult kustutab ergastust siiski fotokeemia, see tähendab, et fotosüsteemis II on tegelik elektronide liikumine ikka niisama kiire kui seda fluorestsentsi (ergastuse) kustumine näitab. Hapnikku eraldub aga vähem, sest osa elektrone ringlevad tsüklis mitu korda, ilma et O_2 seejuures eralduks. Täpsed mõõtmised fotosünteesi võnkumiste ajal näitasid, et tsükkel tõesti kiireneb siis, kui fotosüntees langeb ATP puuduse tõttu. See andis julgust arvata, et fotosüsteemis II toimib prootoneid transportiv sisemine tsükkel. Meie postuleeritud mehhanism eeldab plastokinooli PQH₂ oksüdeerimist fotosüsteemi II poolt, haarates tsüklisse kaasa ka fotosüsteemis II oleva, kuid senini arusaamatu tähendusega tsütokroomi b₅₅₉ (Laisk jt, 2015). Kui see hüpotees osutuks tõeseks, oleks see võimalikuks lahenduseks ATP/NADPH suhte reguleerimisele. Aga nagu „musta kasti“ tüüpi probleemidel ikka, võib ka siin lahendusi olla mitu.

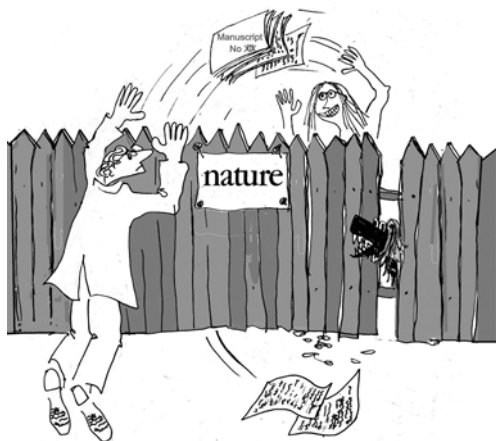
Märkisin möödamindes, et fluorestsentsi kustumisest elektrontranspordi arvutades on vaja teada maksimaalset fluorestsentsi, mis vastab elektronide voo täielikule blokeerimisele. Tavalistes katsetes taimlehtedega luuakse see seisund elektronide transpordi ahela täieliku taandamisega kas väga tugeva valgusega või madala CO₂ kontsentratsiooniga. Põhimõtteliselt on vaja saavutada olukord, et eelnevalt transporditud elektron ei saa primaarselt aktseptorkinoonilt Q_A edasi liikuda. Olukorda, kus eelmine ülekantud elektron jääb järgmisele ette, on võimalik tekitada ka mikrosekundi jooksul väga tugevas ksenoonvälkes, kus elektrone saab üle pumbata ajaga 0,3 ns, primaarselt Q_A aktseptorilt edasi jõuavad nad liikuda alles 200 µs pärast. Järgmine elektron ei saa selle 200 µs jooksul läbi fotokeemilise reaktsiooni liikuda. Üllatavalt on aga fluorestsents niisuguses seisundis madalam kui seisundis, kus nii primaarne Q_A kui ka järgmine aktseptor Q_B on redutseeritud. Kui kasutada seda madalamat fluorestsentsi maksimaalväärtust elektrontranspordi kiiruse arvutamiseks, tuleb vastuolu O₂ eraldumisega hoopis väiksem või kaob hoopis. Elektrontranspordi võiks ju niimoodi ka arvutada, probleem aga jääb klorofüllü fluorestsentsi füüsikasse: kummalgi juhul ei saa ergastust fotokeemiliselt kustutada, olgu elektron ees ainult Q_A peal või nii Q_A kui ka Q_B peal. Miks siis fluorestsentsi saagis on erinev? Pakkusin just hiljuti ühe lahenduse, mis eeldab fluorestsentsi kustumist sel ajal kui elektron on PS II doonorpoolt lahkunud, kuid uus ei ole veel asemele jõudnud – seda nähtust iseloomustatakse kustutamisenähtuse oksüdeerunud doonori poolt. Täpne matemaatiline analüüs tõesti näitab, et sel eeldusel arvatud fluorestsentsi ajaline kineetika langeb kokku mõõdetuga (Laisk, Oja, 2018), aga ka see ei pruugi olla tõde, olles vaid üks võimalus mitmest. Oleme praegu koos Vello Ojaga pühendunud eksperimentidele, mis püüavad detailsemalt selgitada klorofüllü fluorestsentsi erinevusi sõltuvalt ülekantud elektronide arvust.

Lõppakord: klorofüllü tripletid ja singletne hapnik

Kasutame neis katsetes ksenoonvälget (võimsat fotovälku), mis 10 μs jooksul valgustab lehte nii heledalt nagu tuumapommi plahvatus – „heledam kui tuhat päikest“ ehk 2 mooli kvante ruutmeetri kohta sekundis. Mõõdame klorofüllü fluorestsentsi ajalist arengut selle valguse all. Ootamatult ei tõuse fluorestsents mitte sujuvalt selle maksimaalväärtuseni, vaid vahepeal tekib lohk, mille miinimum sõltub hapniku kontsentratsioonist (joonis 12). Selgub, et näeme klorofüllü triplette, mis kustutavad ergastuse, aga lähevad samal ajal ka üle hapniku molekulile, viies selle singletsesse seis. Triplett on niisugune molekul, milles üks elektron on oma pöörlemissuunda ehk spinni muutnud, nii et see oma endise paarilisega enam ei sobi. Ka tripletne klorofüllü neelab valgust, kuid triplettes molekulis ergastuse eluiga on väga lühike, kustudes vaid mõne pikosekundi jooksul. Kui fotosünteesis ergastust edasikandvatest klorofüllidest mõni pöördub tripletiks, siis momentselt kustub ergastus, kaob fotosüntees ja fluorestsents. Võrreldes fluorestsentsi arengukäiku kas alustades juba „kinnise“ ehk eelredutseeritud Q_A aktseptoriga (nagu joonis 12) või siis fotosünteesivõimelise oksüdeeritud aktseptoriga, näeme, et tripleti tekkimise kvantsaagis fotokeemia puudumisel on üsna sarnane fotokeemia kvantsaagisega kui viimane võimalik on. Siit tuleneb oluline järeldus: kui lahtise (töövõimelise) tsentri puhul lõpetab ergastuse kiiresti fotokeemiline laengu lahutumine (madal fluorestsents), siis kinnise tsentri puhul lõpetab klorofüllü ergastuse tripleti tekkimine. Maksimaalne fluorestsents on seega määratud klorofüllü tripleti tekkimise tingimustega fotosüsteemi II tsentris. Tripleti teke on aga üsna labiilne protsess, mis sõltub paardunud elektronide vahelise sideme nõrgenemisest ergastuse ajal, eriti kui ergastusega kaasneb pöörduv radikaali teke, nagu see fotosünteesis toimub. Nende katsete kaudu loodame maksimaalse fluorestsentsi muutlikkuse seletada sel viisil, et klorofüllü tripleti tekke aeg (kiiruskonstant) on muutlik sõltuvalt membraani elektrivälja tugevusest, mis omakorda sõltub ülekantud laengute hulgast.



Joonis 12. Papli lehele anti ksenoonvälge I ja mõõdeti klorofüllü fluorestsentsi. Fluorestsentsi saagis (fluorestsents/välke tugevus) on alguses suur, langeb väike arenedes ja suureneb lõpus uuesti. Fluorestsentsi langust põhjustab klorofüllü tripletide kogunemine, mis kustutavad fluorestsentsi (ergastuse). Tripletid kanduvad hapnikule seda kiiremini, mida kõrgem on O_2 kontsentratsioon.



Joonis 13. Jaan Tatikas ja Salomon Vesipruul jätkavad pingutusi Tõe ja Õiguse nimel.

Hoopis põnevam on aga see, et klorofüllü triplette tekib fotosünteesis väga palju ja need „pöördunud spinnid“ lähevad üle hapnikule $^3\text{O}_2$, tekitades väga reaktiivse singletse hapniku $^1\text{O}_2$. Taim on paratamatult pidanud evolutsioonis välja arendama kaitsesüsteemi vältimaks triplettide teket. Ergastuse mitte-fotokeemilise kustutamise nähtus on fotosünteesis hästi teada ja meie esimesed katsed ongi juba näidanud, et see protsess vähendab triplettide teket umbes kümnekordselt, samal aja kui fotokeemilise reaktsiooni kvantsaagis langeb vähem kui kaks korda. Püüame jälile saada, kuidas need kaks protsessi saavad olla erinevalt mõjutatud. Need uuringud peaksid kokkuvõttes selgitama, miks fotosünteesi tulemusena atmosfääri kogunenud kõrge kontsentratsiooniga hapnik ei reageeri orgaanikaga juba madalal temperatuuril kontrollimatult – nii nagu seda teeb singletne hapnik –, vaid hapniku sidumine hingamisprotsessis on hästi kontrollitav ensüümide abil. Lühidalt öeldes selgitab see, miks elu areng on üldse olnud võimalik.

Nii et jätkame pingutusi looduse saladuste avalikustamise suunas. Alguses märgitud dialektilise vastuolu juurde tagasi tulles – jätkame tõestamist, et Jaan Tatikal on siiski õigus (Hiie Ivanova karikatuur joonis 13).

VIITED

Eichelmann, H., Oja, V., Peterson, R. B., Laisk, A. 2011. The rate of nitrite reduction in leaves as indicated by O_2 and CO_2 exchange during photosynthesis. – *Journal of Experimental Botany*, 62, 2205–2215.

Laisk, A. 1968. Prospects of mathematical modelling of the photosynthetic function of leaves. – Ross, V. (ed). *Photosynthesis and Productivity of Plant*

Canopies. Institute of Physics and Astronomy, Academy of Sciences of Estonian SSR, Tartu.

Laisk, A. 1970. A model of leaf photosynthesis and photorespiration. – Shetlik, I. (ed). Prediction and measurement of photosynthetic productivity. PUDOC, Wageningen, 295–306.

Laisk, A. (ed) 1977. Kinetics of photosynthesis and photorespiration in C₃ plants. Nauka, Moscow (vene keeles).

Laisk, A., Eichelmann, H., Oja, V. 2015. Oxidation of plastoquinone by photosystem II and by dioxygen in leaves. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1847, 565–575.

Laisk, A., Eichelmann, H., Oja, V., Talts, E., Scheibe, R. 2007. Rates and roles of cyclic and alternative electron flow in potato leaves. – *Plant and Cell Physiology*, 48 (11), 1575–1588.

Laisk, A., Oja, V. 1971. A three-channel apparatus for detailed investigation of the leaf CO₂ exchange. – Frey, T. (ed). *Estonian Contributions to the International Biological Programme, II*. Institute of Zoology and Botany, Academy of Sciences of Estonian SSR, Tartu, 113–128.

Laisk, A., Oja, V. 1972. A mathematical model of leaf photosynthesis and photorespiration. II. Experimental verification. – Nitchiporovitch, A. A. (ed). *Theoretical Foundations of the Photosynthetic Productivity*. Nauka, Moscow, 362–368 (vene keeles).

Laisk, A., Oja, V. 1974. Leaf photosynthesis in short pulses of CO₂. The carboxylation reaction in vivo. – *Fiziologija Rastenij (Soviet Plant Physiology)*, 21 (6), 1123–1131 (vene keeles).

Laisk, A., Oja, V. 1976. The potential (maximum) rate of photosynthesis is determined by reactions of ribulosediphosphate resynthesis. – *Izvestiya Akademii Nauk ESSR (Proceedings of the Academy of Sciences of Estonian SSR)*, *biologija seeria*, 25 (2), 146–150 (vene keeles).

Laisk, A., Oja, V. 1979. A set of instruments for investigation of the kinetics of photosynthesis in leaves. Growth chamber, gas exchange measurement system, a unit for ¹⁴CO₂ injection. – *Fiziologija Rastenij (Soviet Plant Physiology)*, 26 (1), 199–206 (vene keeles).

Laisk, A., Oja, V. 1994. Range of the photosynthetic control of postillumination P700 reduction rate in sunflower leaves. – *Photosynthesis Research*, 39, 39–50.

Laisk, A., Oja, V. 1998. Dynamic gas exchange of leaf photosynthesis. Measurement and interpretation. – CSIRO, Canberra.

- Laisk, A., Oja, V. 2018. Kinetics of photosystem II electron transport: a mathematical analysis based on chlorophyll fluorescence induction. – *Photosynthesis Research*, 136, 63–82, doi: 10.1007/s11120-017-0439-y
- Laisk, A., Oja, V., Eichelmann, H. 2016. Kinetics of plastoquinol oxidation by the Q-cycle in leaves. – *Biochimica et Biophysica Acta*, 1857, 819–830.
- Laisk, A., Oja, V., Kiirats, O. 1984. Assimilatory power (post-illumination CO₂ uptake) in leaves – measurement, environmental dependencies and kinetic properties. – *Plant Physiology*, 76, 723–729.
- Laisk, A., Oja, V., Rasulov, B., Rämama, H., Eichelmann, H., Kasparova, I., Pettai, H., Padu, E., Vapaavuori, E. 2002. A computer-operated routine of gas exchange and optical measurements to diagnose photosynthetic apparatus in leaves. – *Plant, Cell & Environment*, 25, 923–943.
- Laisk, A., Talts, E., Oja, V., Eichelmann, H., Peterson, R. 2010. Fast cyclic electron transport around photosystem I in leaves under far-red light: a proton-uncoupled pathway? – *Photosynthesis Research*, 103, 79–95.
- Oja, V., Eichelmann, H., Anijalg, A., Rämama, H., Laisk, A. 2010. Equilibrium or disequilibrium? A dual-wavelength investigation of photosystem I donors. – *Photosynthesis Research*, 103, 153–166, doi: 10.1007/s11120-010-9534-z
- Oja, V., Eichelmann, H., Laisk, A. 2008. Equilibrium or disequilibrium? A dual-wavelength investigation of photosystem I donors. – Allen, J. F., Gantt, E., Golbeck, J. H., Osmond, B. (eds). *Photosynthesis. Energy from the Sun: 14th International Congress on Photosynthesis*. Springer, 639–642.
- Oja, V., Laisk, A. 2000. Oxygen yield from single turnover flashes in leaves: non-photochemical excitation quenching and the number of active PS II. – *Biochimica et Biophysica Acta*, 1460 (2–3), 291–301.
- Talts, E., Oja, V., Rämama, H., Rasulov, B., Anijalg, A., Laisk, A. 2008. Dark inactivation of ferredoxin-NADP reductase and cyclic electron transport under far-red light in sunflower leaves. – Allen, J. F., Gantt, E., Golbeck, J. H., Osmond, B. (eds). *Photosynthesis. Energy from the Sun: 14th International Congress on Photosynthesis*. Springer, 687–690.
- Viil, J., Laisk, A., Oja, V., Pärnik, T. 1972. Positive influence of oxygen on photosynthesis. – *Doklady AN SSSR (Reports of the Academy of Sciences of the USSR)*, 204 (5), 1269–1271 (vene keeles).
- Viil, J., Laisk, A., Oja, V., Pärnik, T. 1977. Enhancement of photosynthesis caused by oxygen under saturating irradiance and high CO₂ concentrations. – *Photosynthetica*, 11 (3), 251–259.

Agu Laisk

Sündinud 3.05.1938

1956 – Tartu 1. keskkool

1961 – Tartu ülikool (füüsik, füüsikaõpetaja)

1965 – füüsikakandidaat (PhD)

1975 – bioloogiadoktor taimefüsioloogias, NSVL TA Timirjazevi-nimeline taimefüsioloogia instituut, Moskva

1985 – Eesti NSV riiklik preemia (kollektiivi liikmena)

1992 – K. E. von Baeri medal

1992 – Ameerika taimefüsioloogide seltsi valitud eluaegne kirjavahetajaliige

1994 – Eesti teaduste akadeemia liige

1999 – riiklik teaduspreemia keemia ja molekulaarbioloogia valdkonnas (koos Vello Ojaga)

2001 – Eesti vabariigi Valgetähe IV klassi teenetemärk

2007 – Eesti teaduste akadeemia medal

2008 – Tartu ülikooli medal

2010 – rahvusvahelise fotosünteesi uurijate seltsi innovatsioonipreemia (koos Vello Ojaga)

Avaldanud üle saja teaduspublikatsiooni ja mitmeid populaarteaduslikke kirjutisi. Juhendanud nelja doktoriväitekirja, neist kolme väljaspool Eestit.

Töötanud 1964–1992 Eesti teaduste akadeemia füüsika ja astronoomia instituudis (alates 1973 astrofüüsika ja atmosfäärifüüsika instituut) ning mitmel ametikohtadel Tartu ülikoolis 1992–2014. Eesti teaduste akadeemia uurija-professor 2002–2005. Praegu emeritprofessor.

*Preemia olulise sotsiaal-majandusliku mõjuga
innovaatilise tooteni viinud teaduslikul avastusel
põhineva teadus- ja arendustöö eest*

Ahto Buldas



MINU TEADUS: USALDUS, SALADUSED, AEG JA PLOKIAHELAD

Olen oma senise enam kui 25 aastat kestnud teadlaskarjääri jooksul tegelenud sisuliselt vaid ühe teemaga: usalduseelduste vähendamise e-ühiskonna alustehnoloogiates. Usaldus on ühest küljest hea asi ja selleta ei kujutaks siin maailmas paljusid olulisi tegevusi ette, nagu näiteks äri või teaduskoostöö. Samas on liigne usaldus ohtlik, mis kujukalt ilmneb arvutite ja internetikeskkonna kasutamisel äris ja riigihalduses. Töö- ja ründekindla e-ühiskonna loomine on inseneriteadus ja füüsika, mitte aga puhas matemaatika. Ühtegi arvutisse talletatud arvu ei saa pimesi usaldada, sest seda arvu võivad olla muutnud nii looduse stiihiast tulenevad juhuslikud vead kui ka kellegi kuritahtlik tegevus. Korda ja usaldusväärset saab e-ühiskonnas tagada vaid krüptograafiaga, mis vähemalt osaliselt on seotud saladustega, mille ilmsiktulek võib nii üksikisikuile kui kogu ühiskonnale olla hukatuslik. Saladuste pidamine ja haldus on võimalik vaid haldurite korrektse käitumise puhul. Sageli oleme e-ühiskonna liikmetena sunnitud saladuste haldureid lihtsalt usaldama ning seetõttu taluma vahel ka pettumust ja kahju, kui usaldus end ei õigusta. Mida vähem saladusi ja vältimatut usaldamist e-ühiskonna alustehnoloogia nõuab, seda usaldusväärsem ja ründekindlam e-ühiskond on. Minu teadus- ja arendustöö ongi olnud kantud ideest muuta krüptograafia abil arvutisüsteemides automatiseeritud reeglite rikkumine võimatuks ja sellega vabaneda vajadusest usaldada paljusid vahendavaid teenuseid.

Korrektne ja tõenduspõhine arvepidamine on tänapäeva ühiskonna usaldusväärse ühe aluseid. Kuidas aga tagada digitaalse arveraamatu usaldusväärset, arvestades, et digitaalmaailmas on informatsioon ajatu, lihtsalt muudetav ja kopeeritav, kusjuures koopia on originaalist eristamatu? Kuidas tõendada näiteks audiitorile, et mingi kirje oma tänasel kujul kanti digitaalsesse arvestusraamatusse kuu aega tagasi ega ole äsja kiiruga muudetud? Paberdokumendi usaldusväärset tagatakse füüsikalise maailma detailide ja nähtustega, nagu paberi struktuur, tindi koostis, pitsati ja allkirja kuju, dokumendi vananemisnähtused jne. Digitaaldokumendi sisu aga ei sõltu informatsiooni kandjast, vaid on teatud mõttes puhas matemaatika. Kuidas siduda digitaaldokumendi moodustavad andmeühikud omavahel nii, et nende unikaalse kombinatsioonina esituv dokument oleks tõendatava tekkehetkega tervik, mida ei saaks lõhkuda ükski lekkinud saladus ega kuritarvitatud usaldus? See ongi üks põhiküsimustest, mida olen teadlasena uurinud ja süsteeminsenerina lahendanud pea kogu oma karjääri jooksul ja ilmselt jätkan seda tegevust ka

tulevikus. Saladustevabal võtmeta krüptograafial põhinev ajatemplitehnoloogia, mis tänapäeval on tuntud plokiahelتهnoloogiana, loobki digitaalmaalmas vääramatu kulgemisega aja, mis „hoiab koos“ digitaaldokumente moodustavaid andmeühikuid.

Ülikooli valik

Kooliaastail Tallinna 43. keskkoolis olin väga huvitatud füüsikast, matemaatikast ja matemaatika alustest. Lugesin täiesti vabatahtlikult matemaatika ja füüsikaraamatuid, mida ehitusinsenerist isa mulle meeeldi ostis. Kaalusin tõsiselt puhast matemaatikat ülikooli õppima minna, kuid tänu samaaegsele huvile tehnika ja eriti arvutite vastu otsustasin hoopis Tallinna tehnikaülikooli (tollal Tallinna polütehniline instituut) elektronarvutite kateedri kasuks. Ma ei ole ennast kunagi pidanud puhtakujuliseks teadlaseks. Rohkem olen insener, sest mulle on juba lapsepõlvest peale meeldinud masinaid ehitada.

Ülikooli esimesed neli kursust möödusid kiiresti, nagu see aktiivse õppimise ja seltsielu kõrval tavaliselt ikka tundub. Õppejõududest jäid enim positiivse poole pealt meelde Ivar Tammeraid, kes oli võimeline, sõltumata üliõpilaste endi tahtest, neile selgeks tegema matemaatilise analüüsi põhitõed, Ennu Rüstern, kes oskas vägagi haaravas vormis meile selgeks teha automaatjuhtimise teooria alused, niisamuti nagu Vello Kukk elektroonika alused. Arvutiteaduse õppejõududest on meelde jäänud Paul Leis, kes tutvustas meid andmestruktuuridega, Imre Melnikov, kes selgitas professionaalset programmeerimiskultuuri, Andres Keevallik, kes õpetas meile loogikaseadmete konstrueerimist, ja Peeter Lorents, kelle loengutes tutvusime keerukusteooriaga.

Teadlaskarjääri algus: diagnostika ja testimine

Alustasin oma teadlaskarjääri ajal, mil algas tänaseni jätkuv interneti plahvatuslik kasv. Aastal 1989, kui õppisin kolmandal kursusel, võttis mind Tallinna tehnikaülikoolis laborandina tööle Raimund Ubar, kes on Eesti töökindlate arvutisüsteemide uurimissuuna üks rajajaist. Tema juhtimisel jätkasin hiljem õpinguid ka magistrantuuris.

Ülikooli põhikursusel ja magistrantuuris ei piirdunud ma kohustusliku õppeprogrammiga, vaid osalesin enda initsiatiivil mitmes matemaatikaseminaris, millest enim meenuvad Eugen Paali ja Peeter Puusempa algebra ja topoloogia seminarid, kus näiteks ühel semestril võtsime läbi siledade muutkondade teooria, ning samuti Leo Võhandu graafiteooriaseminar, kus tutvusin paljude üllatavate matemaatikarakendustega. Osalesin ka teaduste akadeemia küberneetika instituudis toimunud, Jüri Lippuse korraldatud matemaatikaseminaril, kus sain näiteks aimu lainikute (ingl *wavelets*) teooriast. Ühelt poolt mulle lihtsalt meeldis abstraktne matemaatika, teiselt poolt tajusin, et see aitab mind

edasi insenerina, andes sügavama vaate inseneriprobleemide olemusele. Ma ei küsinud kunagi õppejõududelt, miks me seda või toda asja õppima peame. Ma lihtsalt püüdsin kõigilt võtta parimat, mis neil anda oli ja millest mina kui üliõpilane suutsin aru saada.

1993. aastal kaitsesin magistritöö, mille retsensentideks olid Aleksander Sudnitsõn Tallinna tehnikaülikoolist ja Uno Kaljulaid Tartu ülikoolist. Töö käsitles töökindlate mikroskeemide loomisega seotud fundamentaal- ja rakenduslikke probleeme. Probleemide lahendamisel õnnestus kasutada ka palju abstraktset matemaatikat, mistõttu pälvis minu magistritöö 1995. aastal ka Eesti matemaatika seltsi välja antava Arnold Humala preemia. Neil aastail mõistsin, et automatiseeritud äri- ja e-riigi keskkonna normaalseks ja õiguspäraseks toimimiseks on lisaks töökindlusele vaja tagada ka ründekindlus, mis on võimalik vaid krüptograafia abil. Tollal, alles äsja taasiseseisvunud Eestis krüptograafiateadmused sisuliselt polnud.

Eesti krüptograafia algus

1992. aastal asutati tollases Eesti teaduste akadeemia küberneetika instituudis Ülo Jaaksoo, Monika Oiti, Märt Saarepera, Tarvi Martensi, Vello Hansoni ja minu algatusel uus, infoturbe osakond, kus korraldati regulaarseid krüptograafiaseminare ja alustati krüptograafiaalast uurimistööd ning Vello algatusel ka eestikeelse krüptograafiterminoloogia süstemaatilist loomist. Infoturbe osakonnas töötasid hiljem ka Jaan Priisalu, Arne Ansper, Valdo Praust ja Alar Leibak.

Infoturbe osakonnast võrsus hiljem praegune Cybernetica AS.

Ühe esimese projektina valmis aastail 1994–1996 koostöös Jüri Pöldrega Tallinna tehnikaülikooli vastloodud programmeeritavate loogikaseadmete laboris andmeside krüpteerimist ja signeerimist võimaldav mikrokiip (Buldas, Pöldre, 1997). See töö näitas, et Eestis on võimalik projekteerida ja luua nüüdisaegseid mikrokiipe.

Aastail 1995–1999 loodi minu kaasjuhendamisel andmeside krüpteerimist võimaldav virtuaalse privaatvõrgu riist- ja tarkvara, mille turustamiseks loodi 2000. aastal ettevõtte Privador AS. Lahendust kasutati Eesti riigiasutuste vahelise andmeside krüpteerimiseks.

Doktoriõpingud

Hoolimata nende projektide rakenduslikust suunitlusest, oli ka abstraktne matemaatika jätkuvalt minu huviorbiidis ja paralleelselt, aastail 1993–1998 toimusid minu arvutusliku algebraise graafiteooria alased doktoriõpingud

Leo Võhandu juhendamisel. Lisaks oma ülikooli õppejõududele suhtlesin doktorantuuri ajal aktiivselt ka Tartu ülikooli algebraistidega, kellest erilise tänuga meenutan Uno Kaljulaidi ja Kalle Kaarlit, kel hoolimata oma tihedast töögraafikust oli aega mulle kui teise ülikooli tudengile lahkelt tutvustada paljusid abstraktse algebra saladusi. Avaldasin graafiteooriast kolm tööd, mille põhjal kaitsesin 1999. aastal Tallinna tehnikaülikoolis täppisteaduste doktori (PhD) kraadi. Retsensendid olid Vello Kukk Tallinna tehnikaülikoolist, Kalle Kaarli Tartu ülikoolist ja Ulrich Knauer Oldenburgi ülikoolist.

Digitaalallkirja juurutamine Eestis

Riigihalduse tõhustamisele suunatud innovatsioon oli 1990ndail Eestile kui äsja taasiseseisvunud väikeriigile hädavajalik. Haldusprotsesside automatiseerimine ja e-riigi teke oli võimalik vaid õigusliku toe olemasolul. 1996. aastal alustasin küberneetika instituudis uuringuid digitaalallkirja kui elektrooniliste dokumentide olulise atribuudi võimalikust kasutamisest ja seadustamisest Eestis. See oli huvitav aeg, kui digitaalallkirja tehniliste nüansside uurimisega paralleelselt suhtlesin aktiivselt riigiametnike ja juristidega.

Rõhutan, et selle tegevuse eesmärk ei olnud teadus, vaid äärmiselt praktiline ülesanne – riigihalduse tõhustamine. Praktiliste inseneriülesannete lahendamisel on tähtis, et lahendus oleks korrektne ja efektiivne. Mida lihtsam, mida vähem innovatsiooni ja teadust, seda parem. Vahel aga juhtub, et meil kui selliste inseneriprobleemide lahendamise keskele sattunud teadlastel veab, st kui selgub, et lihtsam lahendust olemasolevatest komponentidest ei eksisteeri ning appi peavad tulema innovatsioon ja teadus. Seekord meil vedaski, sest selgus, et õigusliku jõuga digitaalallkirja toetuseks on tingimata vaja tänapäeval plokiahelatehnoloogiaks nimetatavat, kuid tollal veel väheuuritud lahendust, millest edaspidi täpsemalt juttu tuleb.

Vedas ka selles mõttes, et õnnestus riigiametnikke veenda digitaalallkirja vajalikkuses ja juriste selle seadustamise võimalikkuses. 29. aprillil 1997 loodi riigisekretäri käskkirjaga töökomisjon elektrooniliste dokumentide kasutamist reguleerivate õigusaktide väljatöötamiseks. Komisjon pidi kindlaks määrama tingimused, millal võib digitaalinfo kogumit pidada dokumendiks, ning andma sobilike õigusaktidega digitaalallkirjale tavaallkirjaga võrdse õigusliku jõu. Komisjoni kuulusid peale minu veel Imre Siil, Jaan Ginter, Jüri Heinla, Kaidi Oone (praegu Ruusalepp), Helge Porila, Valdo Praust, Jaak Rand, Raivo Ruusalepp, Raigo Sõlg ja Uno Vallner. Komisjoni koostatud digitaalallkirja seaduse eelnõu võeti riigikogus ühehäälselt vastu 9. märtsil 2000. Veidi hiljem, 2002. aastal võeti Eestis kasutusele ID-kaart. Selle perioodi teadustegevuse eest tunnustati mind vabariigi presidendi kultuurirahastu noore teadlase preemiaga.

Ajatemplid ja plokiahelad

Inimese füüsilise allkirja isikupära tuleneb sellest, kes inimene on, st tema käekirjast. Digitaaldokumenti inimese käekiri ei jõua, mistõttu digitaalallkirja isikupära tuleneb sellest, mida inimene teab või mis tal on, st millestki, mis tingimata on seotud saladustega. Saladused võivad alati ilmsiks tulla ning omandit saab varastada ja kuritarvitada. Seega tuleb digitaalallkirja juurutamisel sellega arvestada ning jätta inimestele võimalus lekkinud saladusel põhinev digitaalallkirja andmise vahend tühistada ja hankida endale uus vahend. Mis aga saab vana vahendiga antud digitaalallkirjadest? Kõiki allkirju tühistada ei saa, sest näiteks kui inimene on minevikus võtnud mingi kohustuse ja fikseerinud selle digitaalallkirjaga kinnitatud lepinguga, oleks imelihtne tahtlikult oma saladust lekitades vabaneda kõigist mineviku kohustustest. Seega peab olema võimalik vahet teha neil allkirjadel, mis antud enne tühistamist, ja neil, mis antud pärast tühistamist. Siit tulenebki vajadus ajatemplilaadse mehhanismi järele.

Nii arutlesime 1996. aastal, kui ajatempel ei olnud standardiseeritud ja ainuke praktiliselt toimiv lahendus oli usaldatav osapool, nn ajatempliserver, kes lisab talle saadetud digitaaldokumentidele ajanäidud ja allkirjastab dokumendi koos ajanäiduga digitaalselt. Kui nõuda, et kõik digitaalallkirjastatud dokumendid oleksid nii ajatembeldatud, saaksime isegi pärast allkirja andmise vahendi tühistamist ajatempliserveri lisatud ajanäidu järgi kindlaks teha, kas dokument allkirjastati enne või pärast tühistamist. Nägime siin kaht fundamentaalset probleemi:

- Mis saab siis, kui ajatempliserveri digitaalallkirja andmise vahendi saladus ilmsiks tuleb? Pärast seda saab ju kes iganes ajatempleid välja anda. Või kui tühistada kõik ajatemplid, siis kaotavad usaldusväärse ka digitaalallkirjad, mida ajatemplid enne kaitsesid.
- Kui näiteks teie digitaalallkirja andmise vahendi saladus ilmsiks tuleb ja nii, et ka ajatempliserveri haldur saladuse teada saab, siis võib haldur ise teie nimel võltsallkirju anda ja väljastada neile ka ajatemplid, mis viitavad tühistushetkest varasemale ajale.

Siit järeldasime, et ajatemplimehhanism ise ei tohiks saladusel põhineda. Selgus, et saladuseta ajatemplimehhanisme on Stuart Haber ja Scott Stornetta uurinud juba 1989. aastast. Need põhinevad krüptograafilistel räsifunktsioonidel (ingl *hash functions*), millel on järgmised omadused:

- Räsifunktsioon h teisendab mis tahes pikkusega bitijadana esitatud argumendi x fikseeritud pikkusega (näiteks k bitti) arvuks y .
- Arvu $y = h(x)$ on iga argumendi x korral lihtne arvutada.
- Arvu y põhjal sobiliku argumendi x leidmine nõuaks ebareaalselt suurt arvutusressurssi. Kahe erineva argumendi x ja x' leidmine, nii et $h(x) = h(x')$, on ebareaalselt arvutusmahukas.

Räsifunktsioonidel põhineva ajatemplilahenduse ründekindlus põhineb huvitaval ideel: selle asemel et hoida mingit võtit võimalikult salajasena, üritatakse teha k -bitine arv y võimalikult avalikuks – nii avalikuks, et y on üldteada ja seda ei saa hiljem muuta. Näiteks võib arvu y avaldada ajalehes. Kui nüüd x rollis kujutada digitaalallkirjaga dokumenti, siis publitseeritud y on vääramatu tõend selle kohta, et digitaalallkirjaga dokument x eksisteeris hetkel, mil y avaldati. Ei lekkivad saladused ega kuritarvitatud usaldus ei saa sellist tõendit enam väärata. On muidugi selge, et see põhimõtteline lahendus on kaugel praktilisi digitaalallkirju kaitsvast efektiivsest tehnilisest süsteemist.

Esiteks, see lahendus nõuaks liiga palju ajaleheruumi, mistõttu oleks parem, kui mitu dokumenti tembeldataks korraga, st dokumentidest x_1, x_2, \dots, x_n arvutatakse üksainus publitseeritav arv $y = h(x_1, \dots, x_n)$. Sellise lahenduse korral aga vajaks näiteks dokumendi x_1 ja publitseeritud arvu y vahelise seose kontroll ka teiste dokumentide x_2, \dots, x_n teadmist. Seetõttu on parem kasutada Ralph Merkle'i 1980. aastal avaldatud arvutusskeemi, nn Merkle'i puud. Näiteks kahe dokumendi x_1, x_2 tembeldamiseks publitseeritakse arv $y = h(h(x_1), h(x_2))$, sest siis vajaks x_1 ja y vahelise seose kontroll ainult üht k -bitist arvu $c = h(x_2)$, st kui kontrollijal on dokument x_1 , arv c ja publitseeritud arv y , siis ta arvutaks $y' = h(h(x_1), c)$ ja kontrolliks kas $y' = y$. Nelja dokumendi x_1, x_2, x_3, x_4 korral võiks publitseerida

$$y = h(h(h(x_1), h(x_2)), h(h(x_3), h(x_4))),$$

sest siis vajaks dokumendi x_1 kontroll kahe k -bitise arvu $c_2 = h(x_2)$ ja $c_{34} = h(h(x_3), h(x_4))$ teadmist. Arvupaar $C_1 = (c_2, c_{34})$ ongi dokumendi x_1 ajatempel, mille võib salvestada koos dokumendiga. Üldisemalt, kui korraga tembeldatakse n dokumenti, siis iga dokument vajaks umbes $k \cdot \log_2 n$ lisabitti, et tema loomisaega saaks publitseeritud arvu y abil kontrollida. Ajatempliserver võtab klientidelt vastu ajatemplipäringuid kujul $h(x_i)$, ja olles kogunud mingi hulga päringuid $h(x_1), \dots, h(x_n)$, publitseerib Merkle'i puu abil arvutatud k -bitise arvu y ja väljastab klientidele ajatemplid C_i .

Teiseks, ajalehes publitseerimine on parimal juhul võimalik päeva täpsusega, kuid digitaalallkirja kontekstis tuleks aega mõõta vähemalt minuti täpsusega. See ülesanne oli tollal lahendamata ning siit saigi alguse minu ja kolleegide ajatempli- ja plokiateltehnoloogiatealane teadus. Koos vastloodud Cybernetica ASi kolleegidega, kelleks olid Helger Lipmaa, Peeter Laud ja Jan Willemson, leiutasime efektiivse tehnilise lahenduse, kuidas igale digitaalallkirjastatud dokumendile x vastavusse seada nn ajasertifikaat $\tau(x)$, nii et kahe dokument-sertifikaat paari $(x_1, \tau(x_1))$ ja $(x_2, \tau(x_2))$ korral saab konstrueerida räsifunktsiooni h itereerimisel tekkiva põhjusliku ahela, mis näitab, et $\tau(x_2)$ moodustati hiljem kui $\tau(x_1)$. Meie 1998. aasta artikkel (Buldas jt, 1998) võeti vastu maailma prestiižikaimale krüptograafia konverentsile CRYPTO'98. Meie järgnevad

tööd (Buldas, Laud, 1998; Buldas jt 2000a,b, 2002; Ansper jt, 2001a,b), kus kaasautoritena osalesid Arne Ansper, Meelis Roos, Märt Saarepera ja Berry Schoenmakers, parandati esialgse lahenduse efektiivsust ja täpsustati digitaalallkirjade ajatemplitega kaitsmise detaile.

Meie lahendus kasutas nii publitseerimist kui ka suurema ajalise täpsema lahutusvõimsuse saavutamiseks teatud liiki võltsimatut arvestusraamatut (ingl *ledger*), mis on tänapäeval tuntud plokiahel tehnoloogia keskne komponent. Rõhutan, et see kõik toimus 10 aastat enne plokiahelabuumi algatanud Bitcoin'i teket.

Ehkki olime teinud edukat teadust, ei olnud me seekord praktikas nii edukad. Hoolimata sellest, et suutsime oma teadustööde põhjal luua Eesti riikliku digitaalallkirja sertifikaatide kehtivuse kinnitamise teenuse tehnilise lahenduse digitaalallkirjade kehtivustõendite kiireks, automaatseks ja usaldusväärseks väljastamiseks, mille turustaja oli Privador AS, ei võetud Eesti riigis seda kasutusele. Selle asemel kasutati ajatempliteenusena usaldatavat osapoolt ja ülaltoodud kaks fundamentaalprobleemi ei paistnud kedagi häirivat. Praegu siiski kasutavad meie pakutuga sarnast plokiahelapõhist lahendust paljud maailma juhtivad digitaalallkirja sertifikaate väljastavad firmad.

Veidi hiljem sama lahendust turustada püüdes põrkusime kahe peamise argumendi vastu. Esiteks, uus lahendus ei ole standarditud, ja teiseks, ehkki see paistis olevat ründekindel, ei olnud see ennast veel praktikas tõestanud ega olnud olemas ka formaalseid ründekindluse tõestusi. Need argumendid võisid olla otsitud põhjused, kuid teisest küljest tundub, et skeptikud annavad endalegi teadmata teinekord olulise panuse teaduse arengusse. Nii ka seekord. Lisaks aktiivsele osalemisele uusi ideid arvestava ISO ajatemplistandardi loomisel otsustasime koos Märt Saareperaga uurida ka võimalusi, kuidas saladusevabade ajatempliskeemide ründekindlust formaalselt tõestada.

Ründekindluse tõestused

Algul me lootsime, et tõestused on lihtsad ja keegi on need juba kirja pannud, kuid meie suureks üllatuseks avastasime, et osas artiklites oli jäetud formaalne tõestus kirja panemata, viidates selle triviaalsusele ja jättes tõestuse koostamise lugejale harjutuseks. Teistes artiklites jälle olid vigased tõestused. Asja täpsemalt uurides jõudsimme jahmatavale järeldusele, et tollal välja pakutud saladusvabade ajatempliskeemide ründekindlust tõenäoliselt tõestada ei saagi. Näitasime, et iga selline tõestus peab arvestama räsifunktsiooni h teostuse üksikasjadega, st seda ei saa tõestuses võtta n -õ musta kastina. Pea kõik teadaolevad krüptograafias kasutatavad ründekindluse tõestused põhinevad aga just musta kasti printsibil.

Osutus veel, et kui ajatemplisüsteeme teatud viisil täiendada, muutes ajatemplite verifitseerimisprotseduurid rangemaks, saab nende ründekindlust

traditsioonilisel musta kasti meetodil tõestada. Avaldasime 2004. aastal selle kohta artikli (Buldas, Saarepera, 2004) prestiižikal krüptograafiakonverentsil Asiacypt 2004.

Hilisemates töödes (Buldas jt, 2005, 2013, 2014a,b; Buldas, Laur, 2006, 2007; Buldas, Niitsoo, 2010; Buldas, Laanoja, 2013), kus kaasautoritena osalesid ka Sven Laur, Margus Niitsoo, Risto Laanoja, Andres Kroonmaa, Ahto Truu ja Rainer Gerhards, parandatakse tõestuste detaile ja täpsustatakse eeldusi, et muuta mudeli praktilised järeldused usaldusväärsemaks.

Töodes (Buldas, Jürgenson, 2007; Buldas, Niitsoo, 2008, 2013; Buldas jt, 2009a,b), kus kaasautoritena osalesid Margus Niitsoo, Peeter Laud ja Aivo Kalu (siis Jürgenson), uuritakse matemaatiliste tõestusmeetodite endi efektiivsust ja rakenduvuspiire.

Üks värskemaid uurimissuundi koostöös Johannes Buchmanni ja Matthias Geihsga Darmstadt ülikoolist on süsteemide kaitse krüptograafia vananemise eest ja uute rünnete avastamise protsessi arvestavate matemaatiliste mudelite loomine (Buldas jt, 2017a,b). See töö näitas mulle veel kord, et isegi sellise näiliselt lihtsa asja nagu ajafaktori arvestamine ründekindluse analüüsis võib sobiliku matemaatilise mudeli leidmise tõsiselt raskeks probleemiks muuta.

Skaleeruv plokiaheltehнологia

Üsna pea pärast korrektse ründekindluse tõestuse leidmist otsustasin luua plokiaheltehнологial põhineva, ülemaailmselt skaleeruva ajatempliteenuse. Oli selge, et sellise ürituse jaoks kõige sobilikum ärikeskkond on idufirma. 2006. aastal asutasingi koos Märt Saarepera, Joi Ito ja Mike Gaultiga rahvusvahelise ettevõtte Guardtime, kus olin aastail 2006–2014 juhtivteadlane. Ehkki need aastad olid täis pingelist tööd, mis alati ei olnud ainult teadus, on sellest ajast vaid positiivsed mälestused. Uhke on olla ettevõtte asutaja, kelle praegused kliendid on näiteks Lockheed Martin ja Ericsson.

Pedagoogika

Lisaks teadustööle olen juba 1993. aastast alates tegelnud ka krüptograafia ja selle matemaatiliste aluste õpetamisega, mis esialgu toimus teaduste akadeemia küberneetika instituudis. 2001. aastal asutati Tallinna tehnikaülikoolis info- turbe õppetool ja 2002. aastal Tartu ülikooli ja Tallinna tehnikaülikooli ühine krüptograafia professuur, mida hoidsin mõlemas ülikoolis kuni 2011. aastani.

2001. aastast olen mõlemas ülikoolis lugenud baasteadmisi andvaid krüptograafiakursusi, juhendanud viit edukalt kaitstud doktoritööd ning arvukalt magistri- ja bakalaureusetöid nii Tallinna tehnikaülikoolis kui ka Tartu ülikoolis.

Mul on hea meel tõdeda, et suur osa praeguse Eesti e-riigi ülesehitajaist on olnud minu üliõpilased. Ka Eesti riik on mind krüptograafia pikaajase õpetamise eest vääriliselt tunnustanud, sest just selle tegevuse eest anti mulle 2015. aastal Valgetähe IV klassi teenetemärk.

Lisaks teadusartiklite kirjutamisele olen ka teadust populariseerinud. Olen kaheteistkümne populaarteadusliku artikli kaasautor ning lisaks neile kirjutanud krüptograafia ja graafiteooria õpikuid. Koostöös Vello Hansoniga olen siiani tegelenud eestikeelse erialaterminoloogia loomega. Arvan, et emakeelne erialaterminoloogia on eesti keele ja kultuuri säilimise üks alustalasid.

Ma õppisin väga palju erinevaid matemaatilisi ja inseneridistsipliine ja tunnen, et lõpuks tekkis ka mingisugune tervikpilt, kuidas matemaatika on füüsilise maailmaga seotud ja miks on matemaatika hädavajalik keel ka inseneride jaoks. Ühiskonnale kasulik innovatsioon on võimalik vaid siis, kui insenerid on sobiliku matemaatilise haridusega. Samas tunnen ka, et ma ei oleks innovatsiooniks piisavat inseneriharidust saanud, kui oleksin piirdunud ainult kohustusliku matemaatikaga. Seetõttu arvan, et matemaatika, mida tänapäeval ülikoolis inseneridele õpetatakse, eriti infotehnoloogia vallas, vajaks tõsiselt ülevaatamist. Näiteks ei kujuta ma hästi ette, kuidas tänapäeva süsteemiinsener saaks hakkama ilma abstraktse algebra ja arvuteooria aluste tundmiseta.

Teiselt poolt ei ole matemaatika ainus asi, mida süsteemiinsener teadma peab. Sageli unustatakse, et insener loob füüsilise süsteemi, st masina, mitte aga lihtsalt arvutiprogrammi. Olen oma pikaajalise inseneri- ja teadlasepraktika jooksul, eriti viimasel aastakümnel, näinud lugematul hulgal vigaseid süsteeme, kus liiga palju on loodetud tarkvarale, pole aga arvestatud füüsikaseadustega. Väga palju põhimõttelisi programmeerimisvigu tehakse arvuti siseehituse või arvutivõrkude käitumise ebapiisava tundmise tõttu. Seetõttu vajame rohkem süsteemiinseneri, mitte tarkvarainseneri.

VIITED

Ansper, A., Buldas, A., Roos, M., Willemson, J. 2001a. Efficient long-term validation of digital signatures. – Kim, K. (ed). PKC'2001. LNCS 1992, 402–415.

Ansper, A., Buldas, A., Saarepera, M., Willemson, J. 2001b. Improving the availability of time-stamping services. – Varadharajan, V., Mu, Y. (eds). ACISP'2001. LNCS 2119, 360–375.

Buldas, A., Jürgenson, A. 2007. Does secure time-stamping imply collision-free hash functions? – Susilo, W., Liu, J. K., Mu, Y. (eds). ProvSec 2007. LNCS 4784, 138–150.

- Buldas, A., Laanoja, R. 2013. Security proofs for hash tree time-stamping using hash functions with small output size. – Boyd, C., Simpson, L. (eds). ACISP 2013, LNCS 7959, 235–250.
- Buldas, A., Laud, P. 1998. New linking schemes for digital time-stamping. – ICISC'98, Seoul, Korea, 3–14.
- Buldas, A., Laur, S. 2006. Do broken hash functions affect the security of time-stamping schemes? – Zhou, J., Yung, M., Bao, F. (eds). ACNS'06, LNCS 3989, 50–65.
- Buldas, A., Laur, S. 2007. Knowledge-binding commitments with applications in time-stamping. – Okamoto, T., Wang, X. (eds). PKC 2007, LNCS 4450, 150–165.
- Buldas, A., Niitsoo, M. 2008. Can we construct unbounded time-stamping schemes from collision-free hash functions? – Baek, J. S., Bao, F., Chen, K., Lai, X. (eds). ProvSec 2008, LNCS 5324, 254–267.
- Buldas, A., Niitsoo, M. 2010. Optimally tight security proofs for hash-then-publish time-stamping. – Steinfeld, R., Hawkes, P. (eds). ACISP 2010, LNCS 6168, 318–335.
- Buldas, A., Niitsoo, M. 2013. Black-box separations and their adaptability to the non-uniform model. – Boyd, C., Simpson, L. (eds). ACISP 2013, LNCS 7959, 152–167.
- Buldas, A., Pöldre, J. 1997. A VLSI implementation of RSA and IDEA encryption engine. – Proc. NORCHIP'97, 281–288.
- Buldas, A., Saarepera, M. 2004. On provably secure time-stamping schemes. – Lee, P. J. (ed). ASIACRYPT 2004, LNCS 3329, 500–514.
- Buldas, A., Laud, P., Lipmaa, H., Willemsen, J. 1998. Time-stamping with binary linking schemes. – Krawczyk, H. (ed). CRYPTO'98, LNCS 1462, 486–501.
- Buldas, A., Laud, P., Lipmaa, H. 2000a. Accountable Certificate Management using undeniable attestations. – The 7th ACM Conference on Computer and Communication Security – CCS'00, 9–17.
- Buldas, A., Lipmaa, H., Schoenmakers, B. 2000b. Optimally efficient accountable time-stamping. – Imai, H., Zheng, Y. (eds). PKC 2000, LNCS 1751, 293–305.
- Buldas, A., Laud, P., Lipmaa, H. 2002. Eliminating counterevidence with applications to accountable certificate management. – Journal of Computer Security, 10(3), 273–296.
- Buldas, A., Laud, P., Saarepera, M., Willemsen, J. 2005. Universally composable time-stamping schemes with audit. – Zhou, J., Lopez, J., Deng, R. H., Bao, F. (eds). ISC 2005, LNCS 3650, 359–373.

Buldas, A., Jürgenson, A., Niitsoo, M. 2009a. Efficiency bounds for adversary constructions in black-box reductions. – Boyd, C., Gonzalez Nieto, J. (eds). ACISP 2009. LNCS 5594, 264–275.

Buldas, A., Laur, S., Niitsoo, M. 2009b. Oracle separation in the non-uniform model. – Pieprzyk, J., Zhang, F. (eds). ProvSec 2009. LNCS 5848, 230–244.

Buldas, A., Kroonmaa, A., Laanoja, R. 2013. Keyless signatures infrastructure: How to build global distributed hash-trees. – Riis Nielson, H., Gollmann, D. (eds). NordSec 2013. LNCS 8208, 313–320.

Buldas, A., Laanoja, R., Laud, P., Truu, A. 2014a. Bounded pre-image awareness and the security of hash-tree keyless signatures. – Chow, S. S. M., Liu, J. K., Hui, L. C. K., Yiu, S. M. (eds). Provsec 2014. LNCS 8782, 130–145.

Buldas, A., Truu, A., Laanoja, R., Gerhards, R. 2014b. Efficient record-level keyless signatures for audit logs. – Bernsmed, K., Fisher-Hübner, S. (eds). NordSec 2014. LNCS 8788, 149–164.

Buldas, A., Geihs, M., Buchmann, J. 2017a. Long-term secure commitments via extractable-binding commitments. – Pieprzyk, J., Suriadi, S. (eds). ACISP 2017. LNCS 10343, 65–81.

Buldas, A., Geihs, M., Buchmann, J. 2017b. Long-term secure time-stamping using preimage-aware hash functions. – Okamoto, T., Yu, Y. (eds). ProvSec 2017. LNCS 10592, 251–260.

Ahto Buldas

Sündinud 17.01.1967

1985 – Tallinna 43. keskkool

1992 – Tallinna tehnikaülikool

1993 – Arnold Humala preemia (Eesti matemaatikaselts)

1999 – PhD täppisteadustes, Tallinna tehnikaülikool

2002 – Eesti vabariigi presidendi kultuurirahastu noore teadlase preemia

2015 – Eesti vabariigi Valgetähe IV klassi teenetemärk

Avaldanud üle 50 teadusliku töö ja enam kui tosin populaarteaduslikku kirjutist.

Töötanud paralleelselt Eesti teaduste akadeemia küberneetika instituudist välja kasvanud Cybernetica ASis, Tallinna tehnikaülikoolis (praegu info- turbe professor) ja Tartu ülikoolis (krüptograafia professor). Juhendanud viit doktoriväitekirja. Loonud ajatemplitehnoloogiale spetsialiseerunud ettevõtte Guardtime.

*Täppisteaduste valdkonna aastapremia tööde tsükli
„Algebralised meetodid matemaatilises juhtimisteoorias“
eest*

Ülle Kotta



ALGEBRALISED MEETODID MATEMAATILISES JUHTIMISTEORIAS

Juhtimisteooria uurimisobjektiks on juhtimissüsteemid. Süsteemist teeb juhtimissüsteemi nn vabade muutujate olemasolu, mida meil on voli muuta, et süsteem käituks mingil meile vajalikul moel. Seega ei uurita üksnes autonoomsete objektide käitumist ega püüta nähtusi mõista nagu loodusteadustes, vaid fookus on käitumise muutmisel. Loomulikult eeldab see objekti head tundmist. Juhtimisvaldkonda huvitab niisiis süsteemide sihipärane mõjutamine soovitud suunas nendes piirides, mida võimaldavad süsteemi kirjeldavates (diferentsiaal)võrrandites olevad vabad muutujad ehk juhttoimed. Juhtimisalgoritmid põhinevad süsteemide (matemaatilistel) mudelitel, töötlevad mõõteriistadelt saadud infot ja töötavad viimaste põhjal juhtimisteooriat kasutades välja konkreetsete juhtimiskäsud. Juhtimisteooria tugevus seisneb süstemaatilises matemaatiliste meetodite rakendamises, mis tagavad tulemuste usaldusväärsuse ja täpsuse. Aga selline tugevus on osaliselt ka miinus, sest teiste erialade inimestel on raske integreerida neid ideid oma valdkonda ning võib-olla on takistatud ka selliste heuristiliste ideede edasiarendamine, mida ei ole lihtne matemaatilisse keelde tõlkida.

Juhtimissüsteemide mõju tänapäeva tehnoloogiale on ühtaegu sügav ja teisalt halvasti mõistetud. Põhjus on enamjaolt selles, et üldsus ei seosta juhtimisteooriat ühegi olulise lõpptootega. On raske leida suuri firmasid, kes samastaksid end juhtimisvaldkonnaga. Juhtimisteooria tulemusi, mh juhtimisalgoritme, kasutatakse peaaegu kõigis tehnikavaldkondades, majanduses, meditsiinis ja mujal, ja üha enam sõltub süsteemi töökindlus kontrolleri korrasolekust. Ilma kontrolliriteta tänapäeva tehnoloogia ei toimiks. Aga kõik see on kuhugi peidetud ja juhtimisinsenerid ei saa neid valdkondi enda omaks nimetada. Uuema trendi järgi eelistavad valitsused/agentuurid rahastada valdkondi, mis näitavad vahetut ja selget mõju tehnoloogia arengule pluss otsesest majanduslikku mõju. Kuigi juhtimine on tehnoloogia arengu keskmes, on keeruline näidata valdkonna tähtsust väljaspool olijatele. Nagu matemaatika, on juhtimisteooria loogilise mõtlemise kontsentraat. Paraku on konkreetsetest asjadest nagu rakedused lihtsam rääkida kui ideedest. Võib öelda veel nii, et juhtimisinsenerid ei valmista asju, vaid teevad olemasolevaid paremaks ja nende tegevust efektiivsemaks. Protsesside järkjärguline parandamine juhtimisalgoritmide näol ei too aga reeglina kaasa dramaatilisi muutusi.

Lihtsate kontrollritega on kõik kokku puutunud. Näiteks termostaat soojaveeboileris või külmkapis, liikumisandurid. Ka inimkehas on kümneid juhtimissüsteeme, mis reguleerivad vereringet, kehatemperatuuri, biokeemilisi protsesse jms. Keerulisematest juhtimissüsteemidest rääkides võib nimetada automaatpiloote ja isesõitvaid autosid, suuri elektrisüsteeme, transporti, roboteid.

On ammu teada, et protsessid ja süsteemid oleksid hõlpsamalt ja väiksema energiakuluga juhitavad, kui juhtimisinsenerid osaleksid tehnoloogiliste protsesside või instrumentide väljatöötamisel. Nad oskaksid öelda, kuhu paigutada kontrollereid ja sensoreid, kui palju neid vaja oleks, kuidas tuleks süsteemi rekonfigureerida, kui mõnes elemendis ilmneksid vead või element lakkaks töötamast, kuidas konstrueerida heade juhitavusomadustega objektid ja nii oluliselt ressursse kokku hoida.

Matemaatilises juhtimisteoorias kirjeldatakse juhtimisobjekti matemaatiliste seoste abil. Tavapäraselt mõistetakse juhtimissüsteemi mudeli all diferentsiaal- või diferentsvõrrandeid, sest oluline on süsteemi käitumine ajas (ehk süsteemi dünaamika), mitte hetkeseis. Nagu muidki matemaatilisi teooriaid saab juhtimisteooriat rakendada väga erinevates valdkondades. Saadud tulemustel on väljundeid näiteks robotikas, energeetikas, elektroonikas. Juhtimisteooria põhieesmärk on siiski välja töötada üldisi meetodeid, mis ei sõltu niivõrd rakendusvaldkonnast, kuivõrd pigem süsteemi (mudeli) dünaamilistest omadustest ja struktuurist.

Miks ma olen valinud algebralised meetodid? Selleks on mitu põhjust.

- Arvutuste suure mahu tõttu kasutatakse tänapäeval automaatjuhtimise praktikas valdavalt tarkvaraliselt realiseeritud meetodeid. Ligi paar-kümmend aastat arendasime oma töörühmas sümboltarkvara mitte-linearsete juhtimissüsteemide jaoks. Tarkvaraline rakendus eeldab, et kasutatavad meetodid oleksid konstruktiivsed. Algebra reeglina pakub selliseid meetodeid.
- Diferentsiaalvormidel põhineva algebralise aparatuuri kasutamine võimaldas lõpptulemused (kuigi mitte tuletuskäigud ja arvutused) esitada enamikul juhtudel linearsest teoriast tuntud analoogidena. See lubab juhtimisinseneridel, kellel pole matemaatilist kompetentsi, tulemusi paremini mõista ja kasutada.
- Ehk peamine põhjus oli selles, et algebraline lähenemine võimaldab juhtimisülesandeid käsitleda sõltumata kasutatavast koordinaatsüsteemist. Kui tavaliselt on juhtimissüsteem esitatud näiteks diferentsiaalvõrrandite abil, siis muutes koordinaatsüsteemi, muutuvad ka võrrandid. Ehk teisiti öeldult, süsteemil on lõpmata palju erinevaid, kuid ekvivalentseid esitusi. Kui nüüd oleme teatud ülesande koordinaadisti-

kust sõltuvaid lahenduvustingimusi kontrollinud ühe võrrandsüsteemi korral, ei pruugi need kehtida mõnes teises koordinaatsüsteemis. Seepärast otsitakse koordinaatidest sõltumatuid tingimusi ja algebra-line lähenemine annab siin häid tulemusi. Diferentsiaalvõrranditele seatakse üksühesesse vastavusse mingi algebraalne struktuur (näiteks diferentsiaalcorp, mittekommutatiivsete polünoomide ring, võre jms) ja lahenduvuse tingimused esitatakse selle struktuuri abil. Nii võib öelda, et juhtimissüsteemi on tõepärasem defineerida kui teatud algebra-list struktuuri, mis erinevalt süsteemi esitusest on üheselt antud. Sellise üheselt antud algebraalse struktuuri erinevad ekvivalentesed esitused – näiteks olekuvõrrandid, sisend-väljundvõrrandid, ülekandefunktsioonid – toetavad erinevate juhtimisülesannete lahendamist.

- Valitud algebraalne aparatuur oli kasulik veel neljandaski mõttes. Tavaliselt kehtivad tulemused kas globaalselt (st kõikjal) või lokaalselt (st mingis kitsas piirkonnas). Meie algebraalne lähenemine võimaldab saada vahepealseid tulemusi, st selliseid, mis on peaaegu globaalsed (st kehtivad kõikjal, välja arvatud hulgas mõõduga null).

Meie algebraalse lähenemise vundamendiks on idee töötada mittelineaarsete võrrandite asemel nende diferentsiaalide ehk 1-vormidega. Selline lähenemine on läbipaistev ja intuiitselt palju arusaadavam kui vektorväljadel põhinevad diferentsiaalgeomeetria meetodid. Seejärel saab konstrueerida 1-vormide vektorruumid, kus tuletis (või diskreetsel juhul nihkeoperaator) on defineeritud süsteemi kirjeldavate diferentsiaalvõrranditega. Edasine analüüs sarnaneb lineaarsest teooriast tuntuga, selle erinevusega, et arvuliste kordajate asemel on meil nüüd kordajateks funktsioonid. See teeb mittelineaarse teooria kontseptuaalselt sarnaseks lineaarse teooriaga, kuigi arvutused on oluliselt teistsugused. Kuna lõppeesmärk on ikka uurida mittelineaarseid süsteeme, mitte 1-vorme ehk globaalselt lineariseeritud süsteemi võrrandeid, lisanduvad lineaarsest teooriast tuntud ülesannete lahenduvustingimustele nn integreeruvustingimused, mis lubavad 1-vormide terminites esitatud lahenduselt minna tagasi võrrandite/funktsioonide abil antutele. Teatud juhtudel saab aga teoreetiliselt tõestada, et integreeruvustingimused on alati rahuldatud. See on nii näiteks juhul, kui tahame leida süsteemi juhitava alamsüsteemi. Ülalkirjeldatud raamistik lubab uurida väga erinevaid juhtimisprobleeme väga erinevate süsteemide klasside jaoks. Sellise algebraalse raamistiku peale saab ehitada veel n -õ teise korruse mittekommutatiivsete polünoomide teooria abil. Lühülevaate meetodist saab artiklist (Belikov jt, 2017).

Meetodi kaks kõige tähtsamat iseloomulikku omadust on järgmised. Esiteks, mittelineaarsete funktsioonide asemel töötatakse nende diferentsiaalidega, mis tähendab, et arvutused on kuni integreerimiseni sarnased lineaarse juhuga. Teiseks, meetodit kasutatakse juhtimissüsteemide niisuguste omaduste uurimiseks, mis kehtivad vastava piirkonna peaaegu igas punktis. Esimene omadus

tähendab, et lahendused leitakse 1-vormide kaudu, misjärel 1-vormide integreeruvus võimaldab lahendused esitada funktsioonide kaudu. Teise iseloomuliku omaduse tähtsus seisneb selles, et lahendused on võimalik esitada kompaktsemalt ja selgemalt, sest ei teki vajadust täpsustada punkti, mille ümbruses töötatakse, ega antud punkti ümbrust.

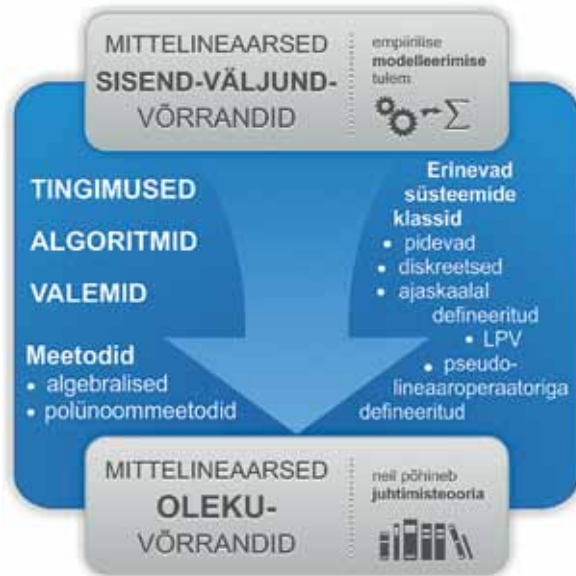
Valdavalt olen ma uurinud juhtimisteooria fundamentaalseid probleeme. Eesmärk oli saada sügavaid teoreetilisi tulemusi, leida nende põhjal täpsed valemid või detailsed algoritmid, mis on viidavad sümboltarkvarani, aga arendada edasi ka algebralist aparatuuri (Kotta jt, 2018; Mullari jt, 2017). Alljärgnevas puudutan põhiliselt nelja teemaderingi, millega olen aastatel 2014–2017 tegelenud, olulisi tulemusi saanud ning nende eest preemia pälvinud. Lisaks räägin kahest teadustulemusest, mille kohta võib teatud mõõndusega öelda, et need on mõjutanud valdkonna maailmapilti.

Realisatsiooniülesanne

Süsteemi identifitseerimiseks nimetatakse süsteemi empiirilise mudeli leidmist süsteemi muutujate mõõtmistulemuste põhjal. Selline matemaatiline mudel on kirjeldatud diferentsiaalvõrrandite (või diskreetsel juhul diferentsvõrrandite) süsteemina, mis seovad süsteemi sisendeid (ehk juhttoimeid), süsteemi väljundeid (ehk juhitavaid/mõõdetavaid suurusid) ning nende tuletisi (või nihkeid diskreetsel juhul). Üldjuhul on tuletised kõrgemat kui esimest järku. Samas on klassikaline juhtimisteooria üles ehitatud eeldusel, et on olemas süsteemi kirjeldus esimest järku diferentsiaalvõrrandite süsteemi ehk nn olekuvõrrandite abil. Seda eeldab ka valdav osa simulatsiooniprogramme. Tekib küsimus – kas on võimalik teisendada empiirilisel leitud sisend-väljundvõrrandid olekuvõrranditeks nii, et süsteemi lahendite ja võimalike trajektooride hulk jääks samaks? Ja kui, siis kuidas leida teisendust? Seda probleemi tuntakse juhtimisteoorias realisatsiooniülesande nime all.

Kui lineaarsete, ajas invariantsete süsteemide puhul on realisatsiooniülesande lahend alati ja suhteliselt lihtsasti leitav, siis mittelineaarsete võrrandite puhul pole ülesanne sugugi alati lahenduv. Minimaalse realisatsiooni üldtunnustatud definitsioon mittelineaarsete juhtimissüsteemide jaoks on pikka aega (u 25 aastat) puudunud. Kasutusel on olnud kaks erinevat definitsiooni, mis lineaarsete süsteemide puhul langevad kokku, aga viivad erinevate tulemusteni mittelineaarsetel juhul. Õnnestus näidata, et loomulik mittelineaarsete süsteemide klass, kus minimaalne realisatsioon on kooskõlas lineaarse teooriaga, sõltub ilmutatult ajast. Teisiti öeldult, ajas invariantse mittelineaarse süsteemi minimaalne realisatsioon ei pruugi tingimata olla ajas invariantne. See tulemus eemaldab vastuolu lineaarse ja mittelineaarse realisatsiooniteooria vahel, sest laiemas süsteemide klassis langevad eelmainitud kaks definitsiooni jälle kokku. Lisaks (tarvilike ja piisavate) lahenduvustingimuste leidmisele on oluline leida

REALISATSIIONIÜLESANNE



sisend-väljundvõrrandite alamklasse, mille jaoks realisatsiooniülesanne on alati lahenduv. Empiiriliste mudelite puhul pole süsteemi struktuur fikseeritud ja on otstarbekas kasutada realiseeritavaid struktuure. Realisatsiooniülesandele on leitud lahendused täpsete valemite kujul (varasemast olid teada ainult osaliselt konstruktiivsed algoritmid), võttes selleks juhtimisteoorias esmakordselt maailmas kasutusele kaaspolünoomid (Belikov jt, 2014a). Teine lähenemine valemite tuletamiseks põhineb mittekommutatiiivsete polünoomide vasakpoolisel jagamisel (Belikov jt, 2015).

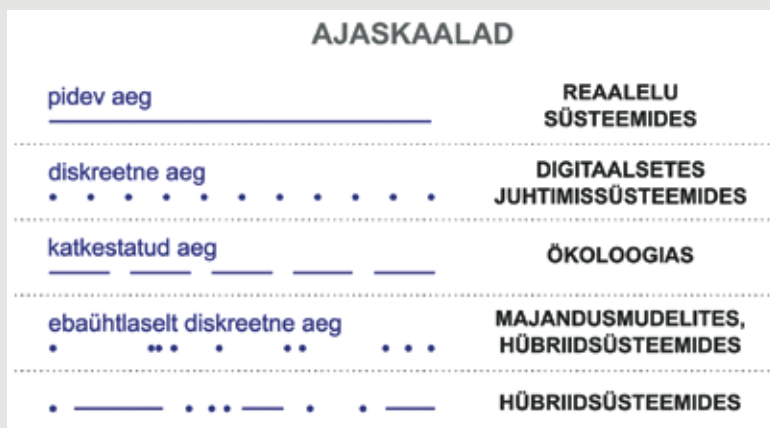
Tulemused mittelineaarses realisatsiooniteoorias võimaldasid oluliselt edendada ka vastavat teooriat ajas varieeruvate lineaarsete süsteemide jaoks (Kotta, Tõnso, 2017). Mittelineaarset realisatsiooniteooriat kasutades on teisendatud ka lineaarsed parameetritest sõltuvad sisend-/väljundmudelid olekukujule, mis sõltuvad ainult parameetritest, aga mitte nende nihetest (Belikov jt, 2014b). Antud esitus on kriitiline juhtimisalgoritmide konstrueerimiseks, kuna viimased ei tohi sõltuda muutujate (parameetrite) tulevikuväärtustest. Viimase kahe rakenduse (Kotta, Tõnso, 2017; Belikov jt, 2014b) puhul on tegemist vägagi ebatüüpilise olukorraga, kus teooria arendati esmalt välja keerukamate süsteemide jaoks. Lisaks eelnevale on näidatud, et erinevalt pidevatest süsteemidest on järelkompensaatori abil võimalik realiseerida iga diskreetaja mudelit, seda siiski olekuvõrrandite dimensiooni suurendamise arvel (Kotta jt, 2015).

Erinevat tüüpi juhtimissüsteemide uurimise ühildamine

Erinevat tüüpi juhtimissüsteemide uurimise ühildamine võimaldab esitada tulemusi selliselt, et näiteks pidevate ja diskreetsete süsteemide jaoks saadud tulemused järelduvad üldisest kui erijuhud. Erinevad algebralised aparatuurid on lubanud ühildada erinevat tüüpi süsteemide uurimist. Näiteks analüüs ajaskaalal (Bartosiewicz jt, 2015, 2016a,b; Belikov jt, 2015) võimaldas uurida traditsioonilisi pidevaid ja oluliselt vähem uuritud diferentsoperaatoriga kirjeldatavaid diskreetaja süsteeme, aga ka ebaregulaarselt diskretiseeritud süsteeme. Ebaregulaarne diskretiseerimine on saamas üha suuremat tähelepanu mitmel põhjusel. Esiteks tekib see loomulikult, kui kontrollereid kasutatakse üle võrgu. Teiseks võimaldab see madalamat diskretiseerimissagedust, mis tähendab väiksemaid kulusid riistvarale ilma tulemuslikkusega kompromissile minemata. Kolmandaks kohtab sellist diskretiseerimist mitmetraditsioonilistes rakendustes, nagu majandus, meditsiin ja keskkonnauuringud. Diferentsoperaatori eelis laiemalt levinud nihkeoperaatori ees on vastava mudeli väiksem tundlikkus ümardamisvigade suhtes. Samuti on sellised diskreetaja mudelid läbipaistvamalt seotud neile vastavate pidevate mudelitega. Võrede struktuur (Kaldmäe jt, 2015, 2016) aga lubas lisaks pideva ja diskreetaja süsteemidele käsitleda ka 1) lõplike automaatide abil kirjeldatud süsteeme, 2) mittesiledaid (st mitte pidevaid) süsteeme ning, mis eriti tänapäevastes rakendustes oluline, 3) keerulisi hübriidsüsteeme, mis sõltuvad nii pidevatest, diskreetsetest kui ka loogilistest muutujatest.

Erinevat tüüpi süsteemide uurimise ühildamine on oluline näiteks juhtimis-tarkvara kirjutamise efektiivsuse seisukohalt – pole enam vajadust kahe eraldi programmi järele, üks diskreetsete ja teine pidevate süsteemide jaoks. Aga see on oluline ka selles mõttes, et aitab olemasolevaid teadmisi sidusamalt esitada, tuua välja erinevusi pidevate ja diskreetsete süsteemide vahel ning selgitada nende süvapõhjust. Tulemuseks on universaalsem teooria. Näiteks oleme selgitanud ühe võimaliku põhjuse, millest tulenevalt võib nn vaadeldavuse ruum diskreetsete süsteemide korral olla mitteintegreeruv (Kotta jt, 2015), sest pidevate süsteemide korral on see võimatu. Ühildamine aitab ka näha juhtimismeetodite peidetud eeldusi, mis on rahuldatud pidevate süsteemide korral, aga ei pruugi kehtida keerulisemate aja mudelite korral. Ühildamine lubab veel uurida süsteemi omaduste käitumist diskretiseerimisel – kas omadused säilivad või kui mitte, siis kuidas muutuvad. Nimelt, kui mingi juhtimisülesanne on lahenduv pideval ajaskaalal, ei pruugi see nii enam olla, kui kasutame digimaailmas ehk arvutis diskretiseeritud mudelit.

ANALÜÜS AJASKAALAL



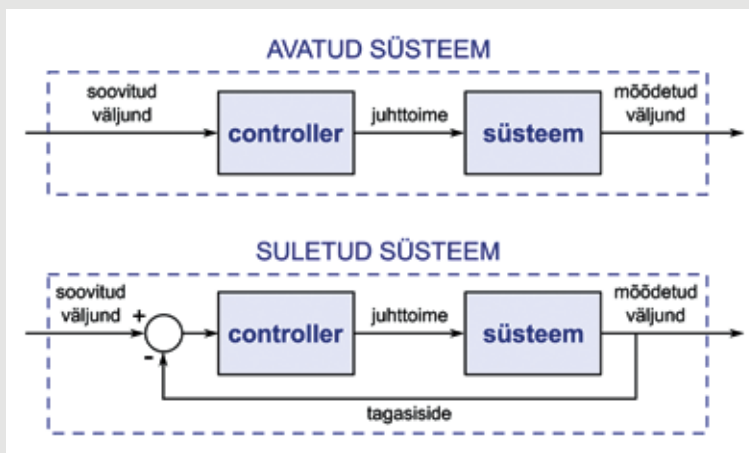
Ajaskaala on sisuliselt aja mudel. Seal võib aeg joosta pidevalt, nagu meile tundub olevat pärismaailmas, hüpata edasi diskreetsete ühesuuruste või eri pikkusega sammudega või siis joosta pidevalt, teha seejärel hüppe ja liikuda jälle pidevalt edasi. Definitsiooni järgi on ajaskaala mingi suletud alamhulk reaalteljest. Analüüs ajaskaalal põhineb nn delta-tuletise mõistel, mis üldistab nii tavalise ajalise tuletise kui ka diferentsi mõisted, aga sisaldab endas rohkem võimalusi. Ühildatud vaatepunkt on rikkam ja informatiivsem kui pidev ja diskreetne teooria eraldivõetuna, kannab endas lisaväärtust.

Olekute hindamine ja väljundtagasiside

Juhtimisvaldkonna keskne kontseptsioon on tagasiside. Tüüpiliselt kasutatakse tagasisidet, mis sõltub süsteemi mõõdetavatest olekutest. Kui olekud pole mõõdetavad, hinnatakse olekuid muude mõõdetavate suuruste kaudu, mida kutsutakse süsteemi väljunditeks. Hinnangute arvutamiseks konstrueeritakse teine dünaamiline süsteem, nn olekutaastaja. Olekutaastajat on mittelineaarse süsteemi jaoks eriti lihtne konstrueerida juhul, kui olekuvõrrandid on viidavad nn olekutaastaja kujule. Selline kuju on sisuliselt peaaegu lineaarne süsteem, mille ainsad mittelineaarsed funktsioonid sõltuvad ainult mõõdetavatest muutujatest. Kahjuks on aga süsteemi võrrandite sellisele kujule viimine võimalik vaid erandjuhtudel. Diskreetaja süsteemide korral on iga süsteemi võimalik viia nn üldistatud olekutaastaja kujule, mis erineb eelnevast vaid selle poolest, et mittelineaarsed funktsioonid sõltuvad nüüd lisaks väljunditest veel nende mõnedest minevikuväärtustest (Kaparin, Kotta, 2018). Samas pole sellise üldistatud kuju jaoks olekutaastaja konstrueerimine keerulisem. Pidevate süsteemide korral analoogsele kujule teisendamine pole alati võimalik (Kaparin, Kotta, 2015).

Alternatiiviks olekutaastajale on kasutada ainult mõõdetavatest väljunditest sõltuvat nn väljundtagasisidet, mis teeb lahenduvuse tingimused rangemaks ja lahendi leidmise keerulisemaks. Artiklite seerias on leitud tarvilikud ja piisavad lahenduvuse tingimused võrrandite tagasisidega lineariseerimiseks (Kaldmäe, Kotta, 2014), alamsüsteemideks dekomponeerimiseks (Kaldmäe, Kotta, 2017) ning häiringute kompenseerimiseks (Kaldmäe jt, 2015). Häiringute kompenseerimise ülesande lahendus leidis edaspidi kasutamist süsteemi rekonfigureerimisel rikete allika elimineerimiseks, mis on tänapäeval süsteemides keerukuse kasvades keskne ülesanne (Kaldmäe jt, 2016). Väljundtagasiside on ka võimalus selliste mittelineaarsete sisend-väljundvõrrandite jaoks, mis ei ole olekukujule viidavad. Erinevalt lineaarsest juhust ei ole enamik empiirilistelt saadud mittelineaarseid mudeleid olekukujule viidavad, v.a siis, kui realiseeritavuse nõue on mudeli struktuuri valimisel arvesse võetud. Artiklis (Bartosiewicz jt, 2016b) uuriti näiteks juhitavuse omaduse tingimusi mittelineaarsete sisend-väljundmudelitega antud süsteemide jaoks.

TAGASISIDE KUI MEHHAANISM MÄÄRAMATUSE KÄSITLEMISEKS



Määrava tähtsusega mõiste juhtimissüsteemides on nn negatiivne tagasiside. Negatiivne tagasiside võtab jämedalt öeldes arvesse kõrvalekalde eesmärgist (ehk vea) ja mõjutab juhitavat suurust (muutujat) vastassuunas seda tugevamalt, mida suurem on viga. Sellest siis nimetus 'negatiivne tagasiside'. Sellise tagasisideta ei saa määramatuses sihipärast tegevust olla, kuna määramatus välistab pikaajalise prognoosi võimaluse. Tagasiside vastand on nn juhtimine avatud ahelas, kus juhttoime pole määratud süsteemi olekute mõõtmistulemuste poolt. Selline juhtimine oleks sobiv, kui süsteemi kirjelduses puuduks määramatus. Aga kuna keskkonna ja süsteemide keerukus kasvab pidevalt, kasvab koos sellega keerukale maailmale olemuslikult omane tehniliste vahenditega elimineerimatu määramatus.

Tagasiside kui juhtimisteooria põhimõiste on mehhanism määramatuse käsitlemiseks, määramatuse mõju vähendamiseks. Siin tuleb siiski vahet teha määramatusel, mis muutub aeglaselt võrreldes korrigeeriva tegevusega, ja sellisel määramatusel, mis tekib väga kiiresti. Tagasiside on robustne vigade ja süsteemi kirjelduse ebatäpsuse suhtes, ja just seetõttu võimaldab see kasutada süsteemi oluliselt lihtsustatud mudeleid. Paljudel juhtudel pakub tagasiside ka lihtsama lahenduse kui avatud ahela abil saadud lahendus.

Samas pole tagasiside ise päris puudusteta. Kui juhtimissüsteemi disain on halvasti tehtud, võib tagasisidestatud ehk suletud süsteem muutuda ebastabiilseks. Kui mõõtesuurus hoolikalt ei filtreerita, toob tagasiside süsteemi mõõtemüra.

Lineariseerimine tagasiside abil

Lineaarsete diferentsiaalvõrranditega kirjeldatud süsteeme osatakse erinevalt mittelineaarsetest süsteemidest hästi juhtida. Seetõttu kasutati rakendustes pikka aega juhtimissüsteemide disainil lineariseerimist tasakaalupunkti ümber. Juhtimissüsteemide disain, mis põhineb lineariseerimisel tasakaalupunkti ümber, töötab lokaalselt ehk teiste sõnadega, rahuldavat käitumist võib loota ainult nende punktide ümbruses, mille ümber lineariseerimine tehti. Muidugi, tegemist on printsiibi, mitte teoreemiga. Täpsete piiride leidmine nõuab teatud tehniliste eelduste tegemist. Inseneri vaatepunktist piisas pikka aega juhtimisülesannete lokaalsetest lahendustest ja kui mitte, siis liimiti n-õ erinevate piirkondade lokaalsed lahendused heuristiliselt kokku. Süsteemide keerukuse kasvuga lineariseerimisest tasakaalupunkti ümbruses enam ei piisanud. Selle asemel hakati kasutama süsteemi lineariseerimiseks tagasisidet. Nii lineariseeritud süsteem töötab laias piirkonnas, peaaegu globaalselt. Kuid kaugeltki kõik süsteemid pole tagasisidega lineariseeritavad. Auhinna saanud artiklite seerias leidsime lineariseeritavuse tingimused diskreetaja süsteemide (Mullari jt, 2017), ajaskaalal defineeritud süsteemide jaoks (Bartosiewicz jt, 2015), aga ka valemid tagasiside leidmiseks. Väljundtagasisidega lineariseerimist uuriti artiklis (Kaldmäe, Kotta, 2014).

LAMEDUS JA LINEARISEERIMINE TAGASISIDE ABIL

Lamedus on dünaamiliste juhtimissüsteemide omadus, mida on uuritud juba üle 20 aasta. Väga lihtsustatult tähendab lameduse omadus seda, et süsteemi kõiki võimalikke trajektoore ja neile vastavaid juhttoimeid on võimalik esitada teatud parameetrite kaudu, mida nimetatakse lamedateks väljunditeks ega pruugi kokku langeda juhivate või mõõdetate väljunditega.

Seega, teades neid parameetreid, oskame kirjeldada ka süsteemi trajektoore ja leida neile vastavaid juhttoimeid. Kui me nüüd soovime, et süsteem liiguks piki soovitud trajektoori, siis esiteks leiame sellele trajektooriga vastavad lamedate väljundite väärtused, millest on juba lihtne arvutada vajalik juhttoime. Lameduse omaduse teine tähtsus seisneb selles, et lamedaid süsteeme on võimalik lineariseerida olekuteisenduse ja tagasisidega. See tähendab seda, et olemasolevat süsteemi laiendatakse niimoodi, et valides sobivad koordinaadid ja juhttoime, on teisendatud süsteem esitatud lineaarsete diferentsiaal- või diferentsvõrranditega. See omakorda lubab kasutada lineaarse juhtimisteooria rikkalikku varasalve. Lineaarsete süsteemide korral on lameduse omadust lihtne kontrollida, kuid kui süsteemid on kirjeldatud mittelineaarsete diferentsiaal- või diferentsvõrranditega, siis hetkel täielik vastus puudub.

Üllatajad

Osa tulemusi sündis pikki aastaid, idanemiseks ja kasvamiseks kulus kuus-seitse aastat. Teised sündisid suhteliselt kiiresti, lühiajaliselt välismaiste kolleegidega kokku saades, mingit ideed välja käies, üksteist täiendades ja koos teooriat arendades.

Üheks näiteks on artikkel (Kawano jt, 2016), mis lükati algselt paarist ajakirjast tagasi. Asi polnud selles, et retsensioonid olid negatiivsed. Käsikirja ei saadetudki retsenseerimisele ja tagasilükkamist ei põhjendatud. Paljud tuttavad toimetajad arvasid, et käsikirja võidi pidada alltõmbamise katseks. Umbes nii, nagu on tõsiseltvõetava artikli pähe suhteliselt respektaabliites ajakirjades avaldatud arvuti genereeritud mõttetust. Tänapäeval on toimetajad üle koormatud, et ise asjasse süveneda, ja lihtsam on mitte riskida, kui lolliks jääda. Asi oli osaliselt ka selles, et meie tulemus oli näilises vastuolus intuitsiooni ja terve mõistusega. Me väitsime, et peaaegu iga autonoomset süsteemi saab juhtida vaid ühe kontrolleri (juhttoime) ja mittemõõdetavaid olekuid vaadelda vaid ühe sensori abil. Tulemus oli uus isegi lineaarsete süsteemide jaoks, kus nüüd oli võimalik loobuda süsteemi tsüklilisuse eeldusest. Vastuolu tegelikult pole, sest tulemus näitab vaid juhtimissüsteemide võimalikkuse piire, nii nagu valguse kiirus on füüsikas piirkiirusena tuntud. Mis on põhimõtteliselt võimalik, ei pruugi olla otstarbekas ega parim lahendus praktilisest vaatepunktist, mistõttu on endiselt oluline uurida mitme sisendi ja väljundiga süsteeme. Teine äärmus oleks tõsta kontrolleri arvu võrdseks olekute arvuga. Sel juhul kaoks vajadus keerulise juhtimisteooria järele. Niipea aga, kui leidsime toimetaja, kes kasutatud aparatuuri hästi valdas, õnnestus artikkel publitseerida.

Teine näide. Üllatuslikult ei ole diskreetaja süsteeme alati võimalik dekomponeerida vaadeldavaks ja mittevaadeldavaks alamsüsteemiks, mis on suureks takistuseks süsteemi olekute hindamisel ja olekutagasiside konstrueerimisel.

Artiklite tsüklis on leitud kaks laia süsteemide alamklassi, kus dekompositsioon on alati võimalik (Kawano, Kotta, 2015, 2016), ning uuritud avastatud nähtuse võimalikke põhjuseid (Kotta jt, 2015).

Preemia saanud tööd on mitme õnneliku juhuse tulemus. Mul oli õnn töötada pikka aega Tallinna tehnikaülikooli küberneetika instituudis, mis küll 2017. aasta jaanuaris ülikooli struktuursete ümberkorralduste tagajärjel lakkas olemast, sest unikaalse kooslusena ei mahtunud ta tervikuna ühegi uue teaduskonna alla. Küberneetika instituut toimis sõbraliku perena ja samas oldi nõudlik teadustöö sisuliste tulemuste, mitte formaalsete näitajate suhtes. Teisalt oli mul õnn leida mind täiendavaid koostööpartnereid välismaalt, kellelt oli mul palju õppida, aga kes õppisid ka minult. Nende seast tõstaksin eriti esile Claude Moog'i Prantsusmaalt, kellega koos olen juhendanud kahte kaitstud doktoritööd. Koos Claude Moog'i ja tema tollase doktorandiga panime 1993. aastal aluse aparatuurile, mis põhineb vektorruumidel üle meromorfsete funktsioonide diferentskorpuse (Aranda-Bricaire jt, 1996). Seda aparatuuri on edasi arendatud ja kasutatud enamikus premeeritud artiklites. Väga viljakas ja pikaajaline on olnud ka koostöö poolakatega Bialystoki tehnoloogiaülikoolist, eriti Zbigniew Bartosiewicz ja tema endiste doktorantidega, kellest kaks on meie töörühmas ka järel doktoritena töötanud. Kolmandaks, n-ö maailmapilti jõudnud tulemuste saamisel osales koos Claude Moog'iga ka Yu Kawano Jaapanist. Koos Venemaa koostööpartneritega, eriti Alexey Zhirabokiga, arendasime võre struktuuril põhinevat aparatuuri hübriidsüsteemide uurimiseks. Aga uurimistöös osalesid aktiivselt ka minu (praeguseks) endised andekad doktorandid Arvo Kaldmäe, Vadim Kaparin, Maris Tönso ning kolleegid Juri Belikov ja Tanel Mullari.

VIITED

Aranda-Bricaire, E., Kotta, Ü., Moog, C. H. 1996. Linearization of discrete-time systems. – *SIAM Journal on Control and Optimization*, 34 (6), 1999–2023.

Bartosiewicz, Z., Kotta, Ü., Tönso, M., Wyrwas, M. 2015. Static state feedback linearization of nonlinear control systems on homogeneous time scales. – *Mathematics of Control, Signals, and Systems*, 27 (4), 523–550.

Bartosiewicz, Z., Kotta, Ü., Mullari, T., Tönso, M., Wyrwas, M. 2016a. On accessibility conditions for state space nonlinear control systems on homogeneous time scales. – *Systems & Control Letters*, 98, 8–13.

Bartosiewicz, Z., Kotta, Ü., Tönso, M., Wyrwas, M. 2016b. Accessibility conditions of MIMO nonlinear control systems on homogeneous time scales. – *Mathematical Control and Related Fields*, 6 (2), 217–250.

Belikov, J., Kotta, Ü., Tönso, M. 2014a. Adjoint polynomial formulas for nonlinear state-space realization. – *IEEE Transactions on Automatic Control*, 59 (1), 256–261.

- Belikov, J., Kotta, Ü., Tönso, M. 2014b. Comparison of LPV and nonlinear system theory: a realization problem. – *Systems & Control Letters*, 64, 72–78.
- Belikov, J., Kotta, Ü., Tönso, M. 2015. Realization of nonlinear MIMO system on homogeneous time scales. – *European Journal of Control*, 23, 48–54.
- Belikov, J., Kaldmäe, A., Kotta, Ü. 2017. Global linearization approach to nonlinear control systems: a brief tutorial overview. – *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 66 (3), 243–263.
- Kaldmäe, A., Kotta, Ü. 2014. Input-output linearization of discrete-time systems by dynamic output feedback. – *European Journal of Control*, 20 (2), 73–78.
- Kaldmäe, A., Kotta, Ü. 2017. Input-output decoupling of discrete-time nonlinear systems by dynamic measurement feedback. – *European Journal of Control*, 34, 31–38.
- Kaldmäe, A., Kotta, Ü., Shumsky, A., Zhirabok, A. 2015. Measurement feedback disturbance decoupling in discrete-event systems. – *International Journal of Robust and Nonlinear Control*, 25 (17), 3330–3348.
- Kaldmäe, A., Kotta, Ü., Jiang, B., Shumsky, A., Zhirabok, A. 2016. Faulty plant reconfiguration based on disturbance decoupling methods. – *Asian Journal of Control*, 18 (3), 858–867.
- Kaparin, V., Kotta, Ü. 2015. Transformation of nonlinear state equations into the observer form: Necessary and sufficient conditions in terms of one-forms. – *Kybernetika*, 51 (1), 36–58.
- Kaparin, V., Kotta, Ü. 2018. Transformation of nonlinear discrete-time system into the extended observer form. – *International Journal of Control*, 91 (4), 848–858.
- Kawano, Y., Kotta, Ü. 2015. On integrability of observable space for discrete-time polynomial control systems. – *IEEE Transactions on Automatic Control*, 60 (7), 1987–1991.
- Kawano, Y., Kotta, Ü. 2016. Single-experiment observability decomposition of discrete-time analytic systems. – *Systems & Control Letters*, 97, 193–199.
- Kawano, Y., Kotta, Ü., Moog, C. H. 2016. Any dynamical system is fully accessible through one single actuator and related problems. – *International Journal of Robust and Nonlinear Control*, 26 (8), 1748–1754.
- Kotta, Ü., Tönso, M. 2017. Realisation of linear time-varying systems. – *International Journal of Control*, 90 (9), 1951–1956.
- Kotta, Ü., Schlacher, K., Tönso, M. 2015. Relaxing realizability conditions for discrete-time nonlinear systems. – *Automatica*, 58, 67–71.

Kotta, Ü., Belikov, J., Halás, M., Leibak, A. 2017. Degree of Dieudonné determinant defines the order of nonlinear system. – International Journal of Control, doi: 10.1080/00207179.2017.1361042.

Mullari, T., Kotta, Ü., Bartosiewicz, Z., Pawluszewicz, E., Moog, C. H. 2017. Forward and backward shifts of vector fields: Towards the dual algebraic framework. – IEEE Transactions on Automatic Control, 62 (6), 3029–3033.

Ülle Kotta

Sündinud 19.07.1948

1969 – Tallinna 1. keskkool

1971 – Tartu riiklik ülikool (matemaatika)

1980 – tehnikateaduste kandidaat (PhD, ENSV teaduste akadeemia küberneetika instituut)

1993 – matemaatikadoktor (DSc, Venemaa teaduste akadeemia süsteemanalüüsi instituut, Moskva VAK)

1996 – riiklik teaduspreemia tehnikateaduste vallas

Avaldanud üle 200 artikli eelretsenseeritavates erialaajakirjades, ühe monograafia kirjastuses Springer ning üle 200 artikli rahvusvaheliste konverentside eelretsenseeritavates kogumikes.

Töötanud alates ülikooli lõpetamisest Eesti teaduste akadeemia küberneetika instituudis (alates 1997 TTÜ küberneetika instituut ning alates 2017 TTÜ tarkvarateaduse instituudis) erinevatel ametikohtadel insenerist juhtivteadurini; sh 1997–2009 asedirektorina. Juhendanud kuut kaitstud doktoritööd.

*Keemia ja molekulaarbioloogia valdkonna aastapreemia tsükli
„Antibiootikumide toime ja resistentsuse mehhanismid“ eest*

Tanel Tenson (kollektiivi juht), Vasili Hauryliuk,
Arvi Jõers, Niilo Kaldalu, Karin Kogermann, Ülo Maiväli
ja Marta Putrinš



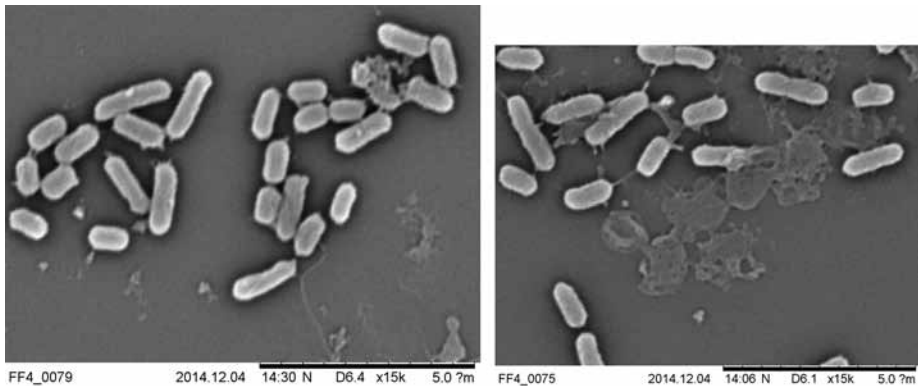
UINUNUD BAKTERID JA AINURAKSED SKAUDID

Bakterite olemasolu jõudis inimeste teadvusesse esmakordselt 17. sajandil, kui Antony van Leeuwenhoek asus mikroskoobi abil vaatlema erinevaid bioloogilisi objekte ja avastas mikroorganismid, sh bakterid. Paljuski Robert Kochi ja Louis Pasteuri töö tulemusena jõuti 19. sajandi lõpul arusaamiseni, et bakterid võivad põhjustada selliseid haiguseid nagu tuberkuloos, koolera, läkaköha, teetanus ja mitmed muud. Baktereid õpiti kultiveerima ning hakati mõistma, et neil on oluline roll paljudes erinevates protsessides alates kurkide hapendamisest kuni aineringluseni Maal.

Kui oli selgeks saanud, et bakterid võivad põhjustada haigusi, hakati otsima ka ravivõimalusi. Püüti leida selliseid aineid, antibiootikume, mis bakterite elutegevust küll pidurdaksid, aga inimese organismile halvasti ei mõjuks. Esimese sammu antibiootikumide süstemaatilisel otsimisel ja leidmisel tegi Saksa teadlane Paul Ehrlich, kes võttis süüfilise raviks kasutusele ravimi Salvarsan. Sellel ravimil olid suured kõrvalmõjud ning laia kasutusse see ei jõudnud.

Esimese efektiivse antibiootikumina võeti kasutusele Prontosil 1930ndate keskel. Prontosil kuulub sulfonüülamiidide klassi ning sarnaseid ühendeid kasutatakse ka tänapäeval. Alexander Fleming oli penitsilliini tootva seene avastanud küll 1929. aastal, kuid kliinilisse praktikasse jõudis penitsilliin alles teise maailmasõja ajal. Järgmistel aastakümnetel töötati välja kõik tänapäeval enamkasutatavad antibiootikumide klassid. Tundus, et bakterite põhjustatud nakkuste raviks on olemas tõhusad vahendid ning uusi enam ei vajata. Sõda bakterinakkustega oli justkui võidetud.

Paraku täheldati juba antibiootikumide ajaloo alguses, et viis kuni kümme aastat pärast uue antibiootikumi kasutuselevõtmist ilmuvad bakteritüved, kelle vastu see konkreetne antibiootikum enam ei aita. Need bakterid olid muutunud resistentseks ehk antibiootikumi suhtes tundetuks. Esialgu ei olnud resistentsus probleem, kuna seda esines harva, ja kui ka üks antibiootikum ei toimunud, oli tavaliselt võimalik võtta riulilt alternatiiv. Resistentsuse probleem tõusis teravalt päevakorda 1980ndate lõpul, kui resistentsed haigusetekitajad olid juba sedavõrd levinud, et oli karta nakkuste ravimatuks muutumist. Sellest ajast peale on probleemiga aktiivselt tegeletud ja püütud leida võimalusi olemasolevate antibiootikumide vähesemaks kasutamiseks, et resistentsuse



Antibiootikumi mõju jälgituna elektromikroskoobis. Vasakul: Antibiootikumiga töötlemata soolekepike rakud on pildil ilusate pulkadena. Paremalt: Antibiootikum ampitsilliin teeb rakud katki, lüüsis. Lüüsunud rakud on nähtavad häguste laikudena. Oluline on panna tähele, et antibiootikum ei ole kahjustanud kõiki rakke, vaid paljud on töötluste üle elanud.

levikut aeglustada ning töötada välja uusi antibiootikume ja alternatiivseid ravivõimalusi.

Resistentsus tekib sellest, et bakter omandab uue geeni või tekib muutus mõnes olemasolevas geenis, mis võimaldab tal antibiootikumi juuresolekul kasvada ja paljuneda. Kui selline muutus kord tekib, on resistentsed (s.o antibiootikumile tundetud) ka kõik selle bakteri järglased. Huvitaval kombel ei ole resistentsus bakteri jaoks ainuke võimalus antibiootikumi toimet üle elada. Juba esimestel aastatel pärast penitsilliini kasutuselevõtmist täheldati, et see antibiootikum ei oma steriliseerivat mõju: kui penitsilliini bakterikultuurile lisada, siis enamik baktereid küll sureb, kuid mõned üksikud jäävad siiski ellu. Neid üksikuid ellujäänuid nimetatakse persisteriteks. Kui selline persister panna ilma antibiootikumita söötmesse, hakkab ta uuesti paljunema ja poole päeva jooksul on tal juba miljoneid järglaseid. Kui nüüd uuesti seda bakterikultuuri penitsilliiniga töödelda, õnnestub meil jälle surmata enamik baktereid, aga mõned jäävad ellu ka seekord. See näitab, et esimese töötluste üle elanud bakterid ei olnud muutunud resistentseks, sest siis oleksid resistentsed ka kõik nende järglased. Persisterid jäävad antibiootikumidest puutumata hoopis seetõttu, et nad on töötluste ajal inaktiivses olekus, ei kasva ega paljune. Sellises „uinunud“ olekus baktereid antibiootikum ei kahjusta ning need persisterid võivad olla üheks korduvate bakterinakkuste tekkimise põhjuseks pärast antibiootikumravi lõpetamist.

Hulkkrakse organis moodustub identse geneetilise materjaliga rakkudest erinevaid rakutüüpe, mis moodustavad erinevaid kudesid ja organeid. Sellist protsessi nimetatakse rakkude diferentseerumiseks. Diferentseerumine on hulkkrakse organismi moodustumise alus. Huvitav on märkida, et diferentseerumisesarnast nähtust esineb ka bakterite puhul.

Nagu eespool mainitud, võivad bakterid paljuneda väga kiiresti: ühest rakust võib sobivates tingimustes saada poole päevaga miljoneid rakke. Kiire paljunemine annab rakkudele eelise ainult väga heades oludes, mis aga kunagi väga pikalt ei kesta. Keskkonna halvenedes reageerivad bakterid sellele, muutes oma geenide avaldumise mustrit. Kui aga halv olud saabuvad väga kiiresti, ei jõua nad geenide avaldumise mustrit muuta ja kogu bakterikogukonda ähvardab hukk. Seega on bakterite kogukonnale kasulik omada nii kiiresti kasvavaid rakke, kes tagavad jõudsa paljunemise, kui ka aeglaselt kasvavaid või lausa uinunud rakke, kelle ülesandeks on võimalikes ootamatutes katastroofides ellu jääda. Sellised uinunud ellujääjad ongi persisterid.

Kui toit saab otsa või keskkond muutub mingil muul viisil ebamugavaks, bakterite kasv seiskub ja nad kõik lähevad uinunud olekusse. Kui tingimused jälle paranevad, tekib võimalus uuesti kasvama hakata. Aga kuidas häid tingimusi ära tunda? Võimalikke erinevaid toitaineid on palju ja nende kõigi jälgimine kõigi bakterite poolt oleks energeetiliselt päris kulukas. Teiseks võimaluseks on bakteripopulatsioonil saata välja üksikud testijad, skaudid. Seega on bakterikogukond mitmekesine seltskond, kus leidub väga erinevalt programmeeritud rakke, kaasa arvatud selliseid, mis püüavad ka ebaselgetes tingimustes „üles ärgata“ ja kasvama hakata. Kui kasv õnnestub, saadavad need skaudid teistele suguvendadele signaali, et ka neil on mõistlik oma geeniekspressioon ümber korraldada ja kasvu alustada.

Oma uurimustes selgitasime, kuidas bakterikogukondades heterogeensus tekib ning millist rolli see omab nakkuse tekkele ja antibiootikumide toimele (Jöers, Tenson, 2016). Täheldasime, et vahel juhtub nii, et neid baktereid, kes antibiootikumi toimele vaatamata ellu jäävad, on ka immuunsüsteemil raskem kõrvaldada (Putrinš jt, 2015). Bakterite heterogeensus tekib geeniekspressiooni reguleerivate protsesside juhuslikkuse ja keskkonnamõjude koostoimel. Seejuures on olulised mitmed signaalsatsioonirajad. Oma töödes käsitlesime nukleotiidi ppGpp rolli bakterite antibiootikumitundlikkuses (Beljantseva jt, 2017; Kudrin jt, 2017; Varik jt, 2016). See signaalmolekul reguleerib, kui suure fraktsiooni bakterikogukonnast antibiootikumid tapavad ja kui suur fraktsioon ellu jääb.

Üheks bakterite oluliseks komponendiks on ribosoom, mis sünteesib kõik valgud. Nii ribosoomide sünteesi kui ka aktiivsuse oluliseks regulaatoriks

ongi ppGpp. Ribosoomi reguleerivad ka mitmed teised regulaatorid, näiteks spetsiifilised nukleasid, mida oleme oma töödes kirjeldanud (Mets jt, 2017).

Kuhu edasi? Siiani oleme uurinud, kuidas bakterite heterogeensus tekib katseklaasis kasvatamisel. Järgmiseks on oluline asetada katseklaasi andmed reaalse nakkuse ja antibiootikumravi konteksti.

Kui me tarvitame antibiootikume, levib ka resistentsus. Loomulikult aitab olemasolevate antibiootikumide mõistlikum kasutamine kaasa resistentsuse leviku pidurdamisele. Paraku on oodata, et ka antibiootikumide vähenenud kasutamine põhjustab ikkagi resistentsuse taseme tõusu. Seega vajame uusi antibiootikume. Selleks saame olemasolevaid ravimeid natuke muuta ja see läbi neile uusi omadusi anda. Oluline on ka püüda töötada välja täiesti uusi antibiootikumide rühmi.

Olenemata sellest, kas püüame leida olemasolevatest antibiootikumidest paremaid variante või töötada välja täiesti uusi ühendeid, vajame informatsiooni selle kohta, kuidas antibiootikumid põhimõtteliselt töötavad. Nagu ülalpool mainitud, viib rakus valkude sünteesi läbi ribosoom. Valkude süntees on raku elutegevuse keskne protsess ning märklauaks ka paljudele antibiootikumidele. Oma uurimustes oleme käsitlenud seda, kuidas aastakümneid tagasi välja-töötatud ravimid bakteri ribosoomile mõjuvad (Kannan jt, 2014; Sothiselvam jt, 2014). Samuti oleme kirjeldanud arendamise faasis olevate ühendite mõju (Allas jt, 2016). Sellest, kuidas antibiootikumid bakterirakule mõjuvad, võib lugeda lähemalt meie ajakirjas Horisont avaldatud artiklist (Allas, Tenson, 2017a).

Eespool käsitlesime antibiootikumide probleeme lähtuvalt inimesest, see tähendab, et püüame nende ravimite abil inimese tervist parandada. Samas tuleb arvestada, et enam kui pool maailmas toodetud antibiootikumidest leiab kasutust veterinaarias ja loomakasvatases. Ka seal püüame antibiootikumide abil bakterite elutegevust pidurdada ja seetõttu tekib bakteritel resistentsus. Loomakasvatases tekkinud resistentsus võib liikuda edasi inimest nakatavatele bakteritele. Kui laotame põllule sõnnikut, satuvad sinna ka resistentsed bakterid. Oma tööde käigus leidsime mullaproovist ohtliku antibiootikumiresistentsusega baktereid (Brauer jt, 2016). Kindlasti vajab loomakasvatuse ja inimeste haiguste seos antibiootikumiresistentsuse seisukohalt edasist tähelepanu. Ka seda temaatikat oleme hiljuti põhjalikumalt käsitlenud ajakirjas Horisont (Allas, Tenson, 2017b).

VIITED

Allas, Ü., Tenson, T. 2017a. Antimikroobsed ained 21. sajandi hakul. – Horisont, 2, 14–19.

Allas, Ü., Tenson, T. 2017b. Mida teha antibiootikumiresistentsusega? – Horisont, 3, 32–37.

Allas, U. L., Toom, L., Selyutina, A., Mäeorg, U., Medina, R., Merits, A., Rinken, A., Hauryliuk, V., Kaldalu, N., Tenson, T. 2016. Antibacterial activity of the nitrovinylfuran G1 (Furvina) and its conversion products. – Scientific Reports, 6, 36844.

Beljantseva, J., Kudrin, P., Andresen, L., Shingler, V., Atkinson, G. C., Tenson, T., Hauryliuk, V. 2017. Negative allosteric regulation of *Enterococcus faecalis* small alarmone synthetase RelQ by single-stranded RNA. – Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 114 (14), 3726–3731.

Brauer, A., Telling, K., Laht, M., Kalmus, P., Lutsar, I., Remm, M., Kisand, V., Tenson, T. 2016. Plasmid with colistin resistance gene *mcr-1* in ESBL-producing *Escherichia coli* strains isolated from pig slurry in Estonia. – Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 60 (11), 6933–6936.

Jöers, A., Tenson, T. 2016. Growth resumption from stationary phase reveals memory in *Escherichia coli* cultures. – Scientific Reports, 6, 24055.

Kannan, K., Kanabar, P., Schrye, D., Florin, T., Oh, E., Bahroos, N., Tenson, T., Weissman, J. S., Mankin, A. S. 2014. The general mode of translation inhibition by macrolide antibiotics. – Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 111 (45), 15958–15963.

Kudrin, P., Varik, V., Oliveira, S. R., Beljantseva, J., Del Peso Santos, T., Dzhygyr, I., Rejman, D., Cava, F., Tenson, T., Hauryliuk, V. 2017. Subinhibitory concentrations of bacteriostatic antibiotics induce *relA*-dependent and *relA*-independent tolerance to β -lactams. – Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 61 (4), pii, e02173-16.

Mets, T., Lippus, M., Schryer, D., Liiv, A., Kasari, V., Paier, A., Maiväli, Ü., Remme, J., Tenson, T., Kaldalu, N. 2017. Toxins MazF and MqsR cleave *Escherichia coli* rRNA precursors at multiple sites. – RNA Biology, 14 (1), 124–135.

Putrinš, M., Kogermann, K., Lukk, E., Lippus, M., Varik, V., Tenson, T. 2015. Phenotypic heterogeneity enables uropathogenic *Escherichia coli* to evade killing by antibiotics and serum complement. – Infection and Immunity, 83 (3), 1056–1067.

Sothiselvam, S., Liu, B., Han, W., Ramu, H., Klepacki, D., Atkinson, G. C., Brauer, A., Remm, M., Tenson, T., Schulten, K., Vázquez-Laslop, N., Mankin, A. S. 2014. Macrolide antibiotics allosterically predispose the ribosome for translation

arrest. – Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 111 (27), 9804–9809.

Varik, V., Oliveira, S. R., Hauryliuk, V., Tenson, T. 2016. Composition of the outgrowth medium modulates wake-up kinetics and ampicillin sensitivity of stringent and relaxed *Escherichia coli*. – Scientific Reports, 6, 22308.

Tanel Tenson

Sündinud 5.08.1970

1988 – Tallinna 3. keskkool

1992 – Tartu ülikool (bioloogia)

1994 – magister (molekulaarbioloogia, Tartu ülikool)

1997 – doktorikraad (PhD, Tartu ülikool)

2016 – molekulaarse rakutehnoloogia tippkeskuse (Eesti teaduse tippkeskus 2016–2022) juht

Avaldanud üle 90 juhtivates andmebaasides kajastatud teadusartikli. Töötanud alates doktorikraadi kaitsmisest Eesti biokeskuses ja Tartu ülikoolis; lühemat aega külalisteadurina Illinoisi ülikoolis (Chicago, USA, 1994–1996) ja Uppsala ülikoolis (2001). 2003 rajas molekulaarse mikrobioloogia labori Tartu ülikooli tehnoloogiainstituudis. Alates 2007 Tartu ülikooli antimikroobsete ühendite tehnoloogia professor.

Vasili Hauryliuk

Sündinud 28.04.1980

2002 – magister (keemia, Moskva riiklik ülikool)

2004 – litsentsiaat (keemia, Uppsala ülikool)

2006 – doktorikraad (PhD bioorgaanilises keemias, Moskva riiklik ülikool)

2008 – doktorikraad (PhD molekulaarbioloogias, Uppsala ülikool)

Avaldanud üle 40 juhtivates andmebaasides kajastatud teadusartikli. Juhendanud kümnet doktoritööd. Töötanud paralleelselt Uppsala ülikoolis, Tartu ülikoolis (praegu osakoormusega vanemteadur) ja Umeå ülikoolis (infektsioonhaiguste molekulaarse meditsiini labori teadusrühma juht); samuti külalisteadurina Münchени ülikoolis.

Arvi Jõers

Sündinud 12.12.1970

1989 – Tallinna 9. keskkool

1993 – Tartu ülikool (bioloogia)

1996 – magister (rakubioloogia, Tartu ülikool)

2004 – doktorikraad (PhD rakubioloogias, Tartu ülikool)

Töötanud alates 2002 peamiselt Tartu ülikoolis (2006–2008 Quattromed Cell Factory OÜ, teadusdirektorina; järeldoktor Uppsala ülikoolis 2005–2006). Praegu molekulaarse mikrobioloogia vanemteadur.

Niilo Kaldalu

Sündinud 19.11.1963

1982 – Valga 1. keskkool

1987 – Tartu ülikool (bioloogia)

2000 – doktorikraad (PhD molekulaarbioloogias, Tartu ülikool)

Töötanud peamiselt Tartu ülikoolis; alates 2005 vanemteadurina. Täiendanud end järeldoktorina 2001 USAs Massachusettsis Medfordis Tuftsi ülikoolis ja 2001–2003 USAs Massachusettsis Bostonis Northeasterni ülikoolis. Avaldanud ligi 20 teadusartiklit. Juhendanud üht doktoritööd.

Karin Kogermann

Sündinud 12.05.1981

1999 – Saku gümnaasium

2004 – magister (proviisor, Tartu ülikool)

2008 – doktorikraad (PhD, Helsingi ülikool)

2017 – Eesti noorte teaduste akadeemia asutajaliige

Töötanud 2008. aastast Tartu ülikoolis, praegu vanemteadur ja dotsent. Külalisteadur Kopenhaageni ülikoolis 2011 ja külalisõppejõud Helsingi ülikoolis 2015 ning Ljubljana ülikoolis 2017. Avaldanud üle 30 juhtivates andmebaasides kajastatud teadusartikli ja 170 muud kirjutist. Juhendanud kolme doktoritööd.

Ülo Maiväli

Sündinud 26.10.1972

1994 – Tallinna 37. keskkool

1995 – Tartu ülikool (molekulaarbioloogia)

1997 – magister (molekulaarbioloogia, Tartu ülikool)

2004 – doktorikraad (PhD molekulaarbioloogias, Tartu ülikool)

Töötanud 2002. aastast Tartu ülikoolis teadurina, praegu vanemteadur. Läbinud järeldoktorantuuri Suurbritannias Dundee ülikoolis 2005–2006. Avaldanud 12 juhtivates andmebaasides kajastatud teadusartiklit.

Marta Putrinš

Sündinud 24.04.1980

1998 – Tallinna reaalkool

2002 – Tartu ülikool (molekulaar- ja rakubioloogia)

2004 – magister (geneetika, Tartu ülikool)

2008 – doktorikraad (PhD molekulaarbioloogias, Tartu ülikool)

Töötanud 2008. aastast Tartu ülikoolis teadurina. Avaldanud seitse teadusartiklit.

*Tehnikateaduste valdkonna aastapremia tööde tsükli
„Liginullenergiahoonete süsteemipiirid ja tehnilised
lahendused“ eest*

Jarek Kurnitski



HOONETE ENERGIATÕHUSUSE IMELINE MAAILM

Enne kui hakata rääkima liginullenergiahoonetest, tuleb aru saada energiatõhususe põhimõistetest. Hoonete energiatõhususe parandamine, mis algas Eestis süsteemselt 2005. aasta paiku, tekitas vajaduse näitaja järele, millega oleks võimalik energiatõhusust mõõta ühe arvuga. Selliseks näitajaks on kaalutud summaarne energiakasutus ehk energiatõhususarv ETA, mille kasutamine on Euroopa tasemel kokku lepitud hoonete energiatõhususe direktiivis. Energiatõhususarvu sisu ja arvutamise meetodika tuli igal riigil ise leida. Selles valdkonnas on, mille üle pead murda, sest energiakasutus sõltub väga paljudest teguritest ning on vaja laiapõhjalist meetodikat ja lähteandmeid, et kõik arvutajad saaksid võrreldavaid tulemusi. Eesti valis energiaarvutuse aluseks dünaamilise energiasimulatsiooni, mis võimaldab temperatuuride, õhu- ja energiavoogude pidevalt toimuvaid muutusi simuleerida tunnise või veelgi lühema resolutsiooniga. Ühtlasi oli see energia- ja sisekliimamudel esimene ehitusinfo mudel, mis muutus Eestis 2008. aastast kohustuslikuks kõikide suuremate hoonete projekteerimisel. Dünaamilise simulatsiooni rakendamine hoonete projekteerimisel kohustusliku meetodina viis Eesti üleöö juhtivate energiatõhususe riikide hulka. Meie kõrval Soomes toimus sama muutus 2012. aastal, pikem ajalugu on Rootsil, kus energiasimulatsioon on olnud kasutusel mitteamaluste projekteerimisel laialt levinud hea praktikana. Sarnaseid arenguid leiab ka Norrast, Prantsusmaalt ja veel mõnest Kesk-Euroopa riigist. Enamik riike ajab aga siia maani läbi lihtsustatud, tavaliselt kuude kaupa arvutavate meetoditega, mis on võrreldes infotehnoloogiaajastuga nagu kiviaeg. Eestis toimunud areng kinnitab seisukohta, et korralik tööriist toodab tulemust – hoonete energiatõhusus on kümne aasta jooksul mühinal paranenud.

Mis on energiatõhususarv

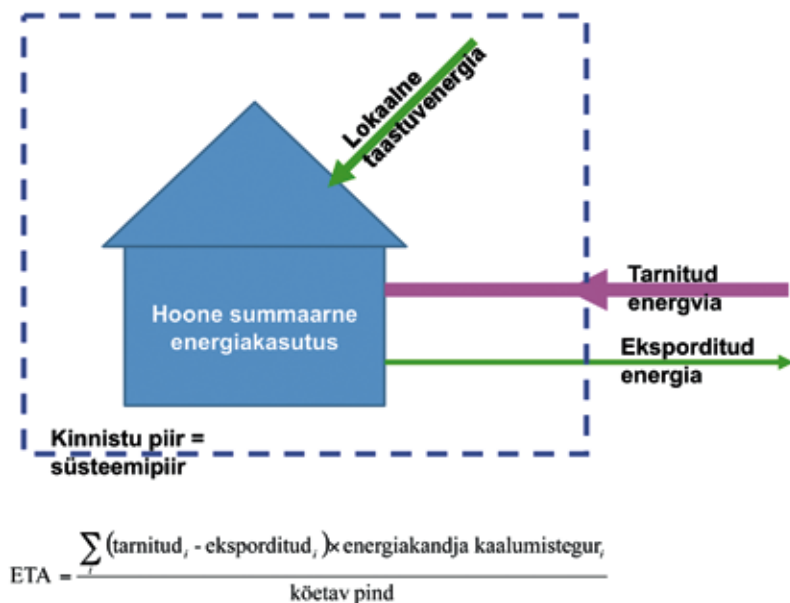
Tihti küsitakse, kas energiatõhususarv võrdub küttekuluga. Ei võrdu, kuigi küttekulu on selle üks komponent. Energiatõhususarv näitab hoone summaarset kaalutud energiakasutust kütteks, ventilatsiooniks, jahutuseks, tarbevee soojendamiseks, valgustuseks ning olme- ja muude elektriseadmete kasutamiseks, ning see arvutatakse hoone kätava pinna ruutmeetri kohta hoone standardkasutusel. Energiakasutuse summeerimine on loogiline, kuid lisaks tuleb kaaluda, sest energiakandjaid on mitmeid: elekter, kaugküte, kaugjahutus, fossiilsed kütused ja taastuvkütused. Sõltumata energiaallikast peab olema

võimalik võrrelda sama kategooria ehitisi (näiteks väikeelamu, korterelamu, koolimaja, büroohoone) energiatõhususarvu järgi. Selle tõttu korrutatakse energiakasutused läbi mittetaastuva primaarenergiapõhise kaalumisteguriga, mis on heas korrelatsioonis energia hinnaga. Kui hoone kasutab elektrit ja kaugkütet, siis:

$$ETA = \frac{\text{elekter (kWh/a)} \times 2,0 + \text{laugküte (kWh/a)} \times 0,9}{\text{kõetav pind (m}^2\text{)}}$$

Näiteks gaasi- või puidukütte puhul tuleb valemis asendada kaugkütet kWh-d nendega; energiakandja kaalumistegur on gaasi puhul 1,0 (fossiilne kütus) ning puidu puhul 0,75 (taastuvkütus). Sellisel viisil saab igaüks ligikaudselt hinnata oma hoone kaalutud energiakasutust energiaarvete põhjal.

Hoonete energiakasutust saab vähendada mingi teatud piirini, sest sisekliima tuleb tagada kompromissideta, ning edasiseks energiabilansi parandamiseks on vajalik lokaalse taastuvenergia tootmine. Liginullenergiahoonete puhul lisandub seega hoonesse tarnitud energiale ka hoonest eksporditud energia – nendel ajahetkedel, kui ise toodangut ära tarbida ei suudeta (joonis 1).

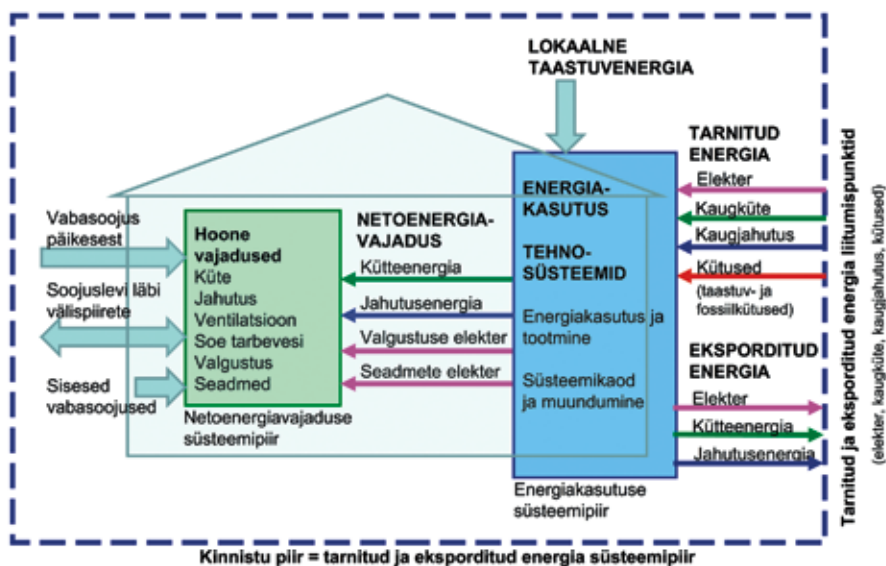


Joonis 1. Energiatõhususarvu arutamispõhimõte: süsteemiipiiri sees olev lokaalne taastuvenergia vähendab tarnitud energia kogust hoonesse ning energiatõhususarv arvutatakse tarnitud ja eksporditud energiast.

Energiatõhususarvu valemis kajastub see järgmiselt:

$$ETA = \frac{\sum_i (\text{tarnitud}_i - \text{eksporditud}_i) \times \text{energiakandja kaalumistegur}_i}{\text{kõetav pind}}$$

Kuidas kujuneb hoone summaarne energiakasutus ehk missugused on energiaarvutuste detailsemad süsteemiipiirid, on toodud joonisel 2 ning neid aitab mõista ka järgnev arvutusnäide. Netoenergiavajadus arvutatakse dünaamilise simulatsiooniga, samuti osa tehnosüsteemidest, mis on suhteliselt raketiteaduslik tegevus. Ehitushangetes teevad energiaarvutused peaprojekterija koordineerimisel kõrgharidusega spetsialistid, kellel on vastav kutsepädevus – kas energiakasutuse modelleerijad või diplomeeritud/volitatud energiatõhususe spetsialistid. Ainukene erand on väikeelamutele, kus lihtsustatud energiatõhususarvu tõendamise kalkulaatoriga võib energiaarvutuse teha ka arhitekt. Selle kalkulaatoriga võib iga asjast huvitatu hinnata suhteliselt väikese arvu lähteandmetega oma maja energiatõhususarvu.



Joonis 2. Energiaarvutuse süsteemiipiirid: netoenergiavajaduse süsteemiipiir (tehno-süsteemidest sõltumatu) energiakasutuse süsteemiipiir (tehnosüsteemide arvutus) ning tarnitud ja eksporditud energia süsteemiipiir (energiatõhususarvu arvutus).

Energiatõhususarvu arvutusnäide

Võtame ühe väikemaja näite, milleks olgu 170 m² nüüdisaegne väikeelamu, mida vaatleme B-klassi ehk madalenergiahoone ja A-klassi ehk liginullenergiatasemel. Hästi soojustatud, õhupidava ja soojustagastusega ventilatsiooniga maja energiabilanss on toodud tabelis 1.

Tabel 1. Väikeelamu energiabilanss ning selle järgi teostatud energiaarvutus kolme soojusallika puhul. Kõik väärtused kWh/(m² a) ühikutes.

Energiabilanss	Netoenergia- vajadus	Maasoojuspump	Õhk-vesi soojuspump	Gaasikatel
		Energiakasutus/ lokaalne taastuvenergia	Energiakasutus/ lokaalne taastuvenergia	Energiakasutus/ lokaalne taastuvenergia
Ruumide küte	33,1	10,5	16,7	38,7
Vent.õhu soojendamine	3,9	3,9	3,9	3,9
Tarbevee soojendamine	25,0	9,3	13,9	27,2
Ventilaatorid ja pumbad		5,5	5,5	7,5
Valgustus	7,0	7,0	7,0	7,0
Seadmed	18,0	18,0	18,0	18,0
Päikeseelekter		0,0	0,0	0,0
Summa	92,2	54,2	65,0	102,3
Energiatõhususarv		108	130	139

Netoenergiavajaduse veerg näitab teoreetilist netoenergiavajadust sisekliima tagamiseks, st et hoida ruumitemperatuuri 21 °C juures, vahetada õhku, tagada valgustus jne. Netoenergiavajadus ei sõltu tehnosüsteemidest, vaid see on energiahulk, mille tehnosüsteemid peavad suutma ühel või teisel kujul ruumidesse laiuli jagada. Teiste sõnadega: netoenergiavajadus tuleneb soojuskadudest, ventilatsioonist, valgustusest, sooja tarbevee vajadusest ning tinglikult loetakse selle alla ka inimeste kasutatavad elektriseadmed (kodu-masinad, elektroonika jne).

Antud juhul on tehtud energiaarvutus kolme soojusallikaga – maasoojuspumbaga, õhk-vesi soojuspumbaga või gaasikatlaga. Maasoojuspumba puhul on keskmiseks soojusteguriks arvestatud ruumide kütmisel 3,5 ja lisaks on võetud küttesüsteemi kasuteguriks 0,9 ehk ruumide kütte arvutuskäik: 33,1/0,9/3,5 =

10,5 kWh/(m² a) (kilovatt-tundi köetava pinna ruutmeetri kohta aastas). Tarbevee soojendamisel on maasoojuspumba keskmine soojustegur 2,5, arvutuskäik $25/2,7 = 9,3$ kWh/(m² a). Ventilatsiooniõhku soojendab peale ventilatsiooni-seadme soojustagasti läbimist (kasutegur 80%) elektriline järelküttekalorifeer. Seega on maasoojuspumba puhul kõikide tehnosüsteemide energiakasutus summaarse elektrikuluna 65,0 kWh/(m² a). Energiatõhususarv saadakse summaarse energiakasutuse, mis võrdub hoonesse tarnitud elektriga, korrutamisel kaalumisteguriga 2,0.

Õhk-vesi soojuspumba puhul on arvutuskäik sarnane, ainukesena erinevad soojustegurid, mis on ruumide kütteks 2,2 ja tarbevee soojendamiseks 1,8. Gaasikatla puhul kasutatakse soojusteguri asemel katla kasutegurit, mis kondensaatkatla puhul on 0,95 ruumide kütteks ja 0,92 tarbevee soojendamiseks. Lisaks tuleb energiätõhususarvu arvutamisel ruumide kütte ja tarbevee soojendamise energiakasutus korrutada gaasi kaalumisteguriga 1,0 ning muud energiakasutused endiselt elektri kaalumisteguriga 2,0.

Tabel 1 näitab, et energiätõhususarv on kõige väiksem maasoojuspumba puhul, kuid jääb kõikidel juhtudel alla 140 kWh/(m² a), mis on keskmise suurusega väikeelamu B-klassi ehk madalenergiahoone piirväärtus. Energiatõhususarv on hoonete omavaheliseks võrdluseks, aga tarbijat huvitab tavaliselt rohkem energiakulu eurodes. Arvutame selle välja õhk-vesi soojuspumbaga hoonele. Kõigepealt aastane elektrienergia on $65,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a}) \times 170 \text{ m}^2 = 11\,050 \text{ kWh/a}$. Kui elektri keskmine hind on 0,12 eurot kWh, siis aastaseks energiakuluks saame $11\,050 \times 0,12 = 1326$ eurot aastas. See 1326 eurot aastas on reaalne energiaarve, mille omanik maksab eeldusel, et hoonet kasutatakse tavapäraselt – energiaarvutuse meetodikas defineeritud standardkasutusele vastavalt ning ka väliskliima vastab energiaarvutuse aastaastale. Küttekulu ruumide kütteks, ventilatsiooniõhu ja tarbevee soojendamiseks on summaarsest energiakasutusest $(16,7 + 3,9 + 13,9)/65,0 = 0,53$ ehk antud juhul 53%. Siit ka tõestus, et küttekulu ei võrdu energiätõhususarvuga, mis püüab arvestada kõiki energiakasutusi, mis selles hoonekategorias tüüpiliselt esinevad.

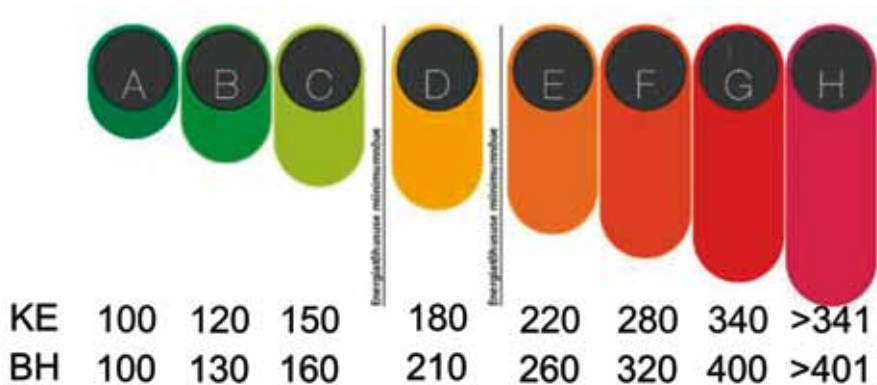
Energiatõhususe parandamiseks on tabelis 2 lisatud majale päikeselektrisüsteem nominaalvõimsusega 5 kW. Selline süsteem toodab aastas 25,4 kWh (m² a) lokaalset taastuvelektrit, mis on märgitud tabelis miinusemärgiga, sest see vähendab hoonesse tarnitud energia kogust või kui hoones ei ole piisavalt tarbimist, siis eksporditakse ülejääk võrku. Päikeseelektri tootmise tulemusel on energiätõhususarv oluliselt paranenud ning liginullenergiahoone nõue 80 kWh/(m² a) on saavutatud nii maasoojuspumba kui õhk-vesi soojuspumba puhul. Gaasikütte kasutamise puhul tuleks kasutada kuuekilovatist päikeselektrisüsteemi, et liginullenergia nõue saavutada. Õhk-vesi soojuspumba puhul väheneb aastane energiakulu varasema 1326 euro pealt arvutuslikult 1060 euroni, mis on juba selgelt alla euro kuus.

Tabel 2. Väikeelamu arvutusnäide, millele on lisatud lokaalse taastuenergia tootmine päikesepaneelidega, mille võimsus on 5 kW.

Energiabilanss	Netoenergia- vajadus	Maasoojuspump	Õhk-vesi soojuspump	Gaasikatel
		Energiakasutus / lokaalne taastuenergia	Energia- kasutus / lokaalne taastuenergia	Energia- kasutus / lokaalne taastuenergia
Ruumide küte	33,1	10,5	16,7	38,7
Vent.õhu soojendamine	3,9	3,9	3,9	3,9
Tarbevee soojendamine	25,0	9,3	13,9	27,2
Ventilaatorid ja pumbad	5,5	5,5	5,5	7,5
Valgustus	7,0	7,0	7,0	7,0
Seadmed	18,0	18,0	18,0	18,0
Päikeseelekter		-25,4	-25,4	-25,4
Summa	92,2	28,8	39,6	76,9
Energiatõhususarv		58	79	88

Energiamärgis

Eelnevas väikeelamu arvutusnäites jõudsime A-klassi ehk liginullenergiahooneni, kuid olemasolevates hoonetes esineb kordades suuremaid energiakasutusi. Energiamärgise skaala näitab, kui palju võib energiakasutus kõikuda: G-klass vastab kõige kehvas seisundis olevatele hoonetele, D-klass on praegune olulise rekonstrueerimise miinimumnõue ja C-klass uute hoonete miinimumnõue. B-klass muutub 2019. aastal ja A-klass 2021. aastal uute hoonete miinimumnõudeks. Joonisel 3 on toodud energiamärgise klassid korterelamutele ja büroohoonetele.

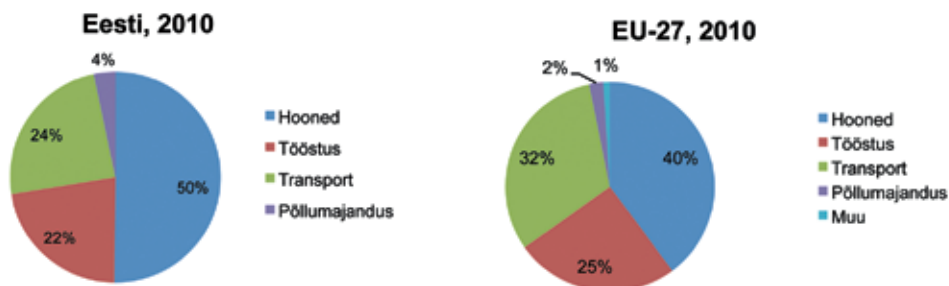


Joonis 3. Energiamärgise klasside energiatõhususarvud korterelamutes (KE) ja büroohoonetes (BH).

Energiatõhususe areng on olnud Eestis väga kiire tänu järsult tõusnud energiahindadele. Kuna meie energiahinnad on jõudnud Põhjamaade tasemele, on seda teinud ka energiatõhususe miinimumnõuded. Vanemad hooned kuuluvad tavaliselt F- ja G-klassi, kümne aasta vanused hooned E-klassi. Praegused uued hooned kasutavad nendega võrreldes ligikaudu poole vähem energiat. Liginullenergiahooned kasutavad veel u 40% vähem energiat kui praegused uued hooned ning kui võrrelda liginullenergiahooneid enamiku olemasolevate hoonetega, on erinevus kolme-neljakordne. Umbes samad proportsioonid on ka teistes riikides, näiteks Taani liginullenergiahoonete nõuded on umbes 50% väiksemad kui praegused miinimumnõuded (Kurnitski jt, 2014a).

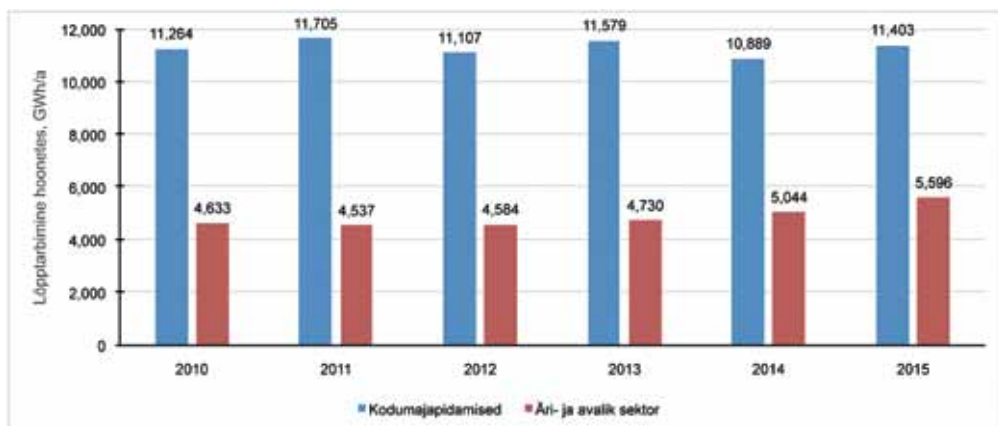
Energiatõhususe laiem kontekst

Liginullenergiahoonete ehitamise vajadus tuleneb hoonete energiatõhususe direktiivist, mille üheks põhjenduseks on suur energiakasutus hoonetes. Nimelt langeb hoonefondile Eestis lausa 50% summaarsest energia lõpptarbimisest, mis on rohkem kui Euroopa Liidus keskmiselt (joonis 4). Hoonete energiatõhusus on IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, valitsustevaheline kliimamuutuste nõukogu – toim) järgi globaalselt kõige suurem ja kõige soodsam sektor emissioonide vähendamiseks. Energiatõhususe parandamine eeldab tegelemist nii olemasolevate hoonete parendamisega kui ka uute hoonetega.



Joonis 4. Energia lõpptarbimise jaotus Eestis ja ELis (Kurnitski jt, 2014b). Hoonete näitajad on ilma tööstushooneteta, sest nende energiakasutus loetakse tööstussektori alla.

Viimastel aastatel on energia lõpptarbimine Eestis vähenenud ligikaudu 33→32 TWh/a 2010–2015 jooksul. Samas on hoonete osakaal kasvamas üle 50%, kuigi elamutes on saavutatud KredExi renoveerimistoetustega märkimisväärne energiasääst (joonis 5). Selle on kahjuks „ära söönud“ mittelelamute järjest suurem energiakasutus – sektor, kuhu riik ei ole ka otseselt panustanud.



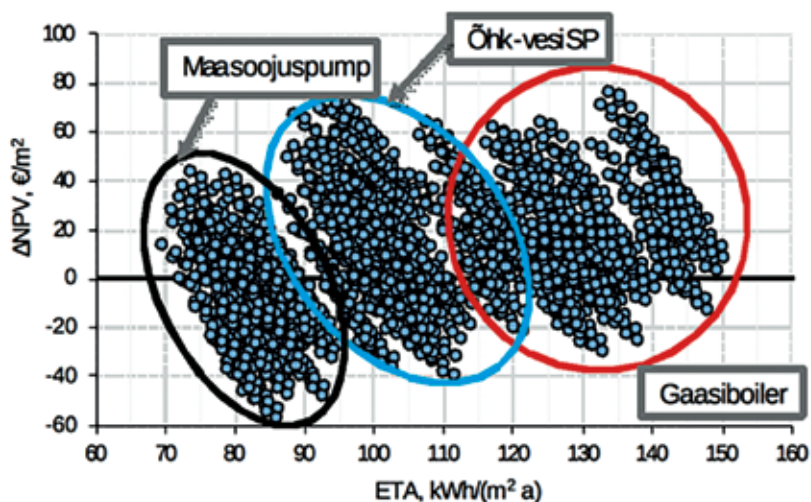
Joonis 5. Normaalaastale taandatud lõpptarbimine hoonetes 2010–2015. Elamute lõpptarbimise üleaastane kõikumine on seotud statistiliste andmete kogumisega ning vaadelda tuleb pikemat trendi.

Kuluoptimaalselt tasemelt liginulliks

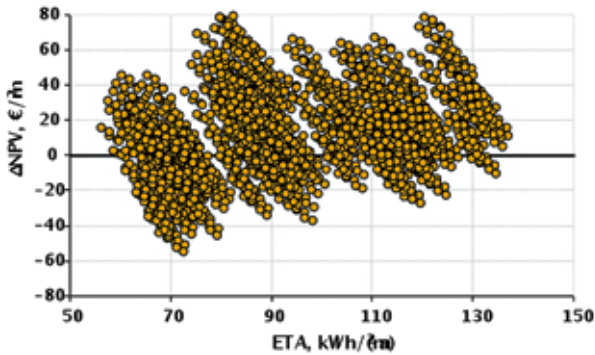
Et hüpe liginullenergiahoonetele ei oleks liiga suur, nõutakse Euroopa Liidus energiatõhususe miinimumnõuete viimist kuluoptimaalsele tasemele. Kuluoptimaalseks tasemeks nimetatakse nendele tehnilistele lahendustele vastavat energiatõhusust, mis tagavad minimaalsed kogukulud (arvestades ehitusmaksumust, energia- ja hoolduskulusid, intresse ja energia hinna tõusu) 30

ja 20 aasta elutsükli jooksul vastavalt elamutes ja mitteamutes. Praegused Eesti miinimumnõuded, mis kehtivad 2013. aasta algusest, ongi selle aja nn kuluoptimaalsed energiatõhususe tasemed ning need parandasid eelnevate 2008. aasta nõuete energiatõhusust 20–40% võrra sõltuvalt hoone tüübist ja kasutatud energiaallikatest. Kuluoptimaalsuse arvutuse tulemusel on mitmed teised Euroopa Liidu riigid kehtestanud samuti rangemad energiatõhususe miinimumnõuded.

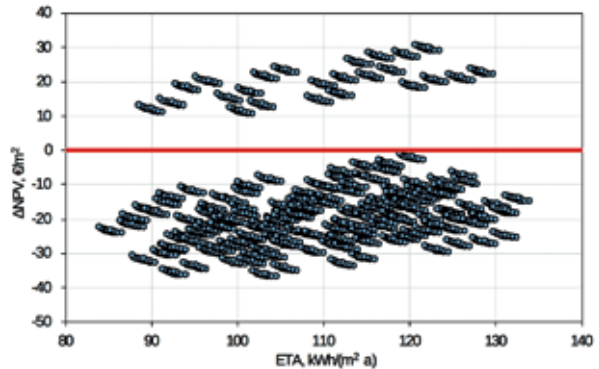
Liginullenergiahoonete nõuded on ideeliselt 2020. aasta kuluoptimaalsed nõuded ehk arvestades 2020. aastaks tõusnud energiahindasid ja samas laialdase kasutuse tõttu odavnenud tehniliste lahenduste maksumust, peaksid liginullenergiahooned olema minimaalsete kogukuludega, mida hinnatakse investeerimisarvutuse nüüdisväärtusega 20 ja 30 aasta elutsükli arvestuses. Kuna nii energiahindade kui ka ehitusmaksumuse arengutes on palju määramatusi, ei ole viis aastat ette prognoosimine lihtne, kuid 2017. aastal läbiviidud uued kuluoptimaalsuse arvutused (Arumägi jt, 2017) näitasid, et 2013. aastal avaldatud liginullenergia energiatõhususe tasemed olid muutunud enamikus hoonekategorias vähemalt kulutõhusateks, kui mitte kuluoptimaalseteks, ning korrigeerimise vajadused olid vähesed. Näide kuluoptimaalsuse arvutusest on toodud joonisel 6 ja 7 ridaelamule ning joonisel 8 büroohoonele.



Joonis 6. Ridaelamu kuluoptimaalsuse arvutus ilma päikeseelektrisüsteemita. Joonisel toodud variantides on muudetud välispiirete (välisseinad, katuslaed, põrandad, aknad ja uksed) soojustust ja õhupidavust, soojusallikaid ning ventilatsiooni on kõikides variantides 80% soojustagastusega. Praegune tavapärase ehituspraktika, C-klassi hoone mõningase varuga, $ETA = 140\text{--}150 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$, on tähistatud nn nulljoonega, mille suhtes teisi lahendusi võrreldakse. Kuluoptimaalne punkt näitab 30 a elutsükli kõige suuremat kokkuhoidu võrreldes praeguse ehituspraktikaga – nüüdisväärtuse muut -60 €/m^2 ja energiatõhususarv $86 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$, mis on saavutatud maasoojuspumbaga.



Joonis 7. Ridaelamu kulu-optimaalsuse arvutus, joonise 4 variantidele on lisatud päikese-elektrisüsteem. Kuluoptimaalne punkt on nihkunud energia-tõhusarvu väärtusele 72 kWh/(m² a) ning nüüdisväärtuse muut on püsinud ligikaudu samana (-57 €/m²).



Joonis 8. Büroohoone punktily on suhteliselt lauge, mis näitab et energiatõhususse investeerimine on tasuv suhteliselt laias vahemikus. Arvutus on tehtud reaalintressiga (inflatsioon vähendatud) 2,5%. Liginullenergiahoone energiatõhususarvu 100 kWh/(m² a) saavutamiseks vajalik lisainvesteering moodustas 1,6% algset ehitusmaksumusest ja oli kokku 23 €/m²-neto netopinna ruutmeetri kohta koos käibemaksuga arvestades või 17 €/m²-bruto brutopinna ruutmeetri kohta ilma käibemaksuta, mis on üldlevinud viis ehitusmaksumuse esitamiseks. Kuluoptimaalseid punkte on kaks, nendest madalama energiatõhususarv 93 kWh/(m² a).

Jooniste 6–8 tulemusi lugedes on kulutõhusad kõik punktid, mille nüüdisväärtuse muut on negatiivne. Parima kulutõhususega punkti nimetatakse kuluoptimaalseks. Oluline on tähele panna, et nüüdisväärtuse muut kõigub -60 €/m² (kõige parem) ja +80 €/m² (kõige halvem ehk kallim) vahel. Samas ei olnud mitte ükski kasutatud tehnilistest lahendustest otseselt ebamõistlik, kuid arvutus näitab, et näiteks parimat soojustust ja parimat soojusallikat ei ole mõtet kokku panna – see ei ole kulutõhus. Suured erinevused punktide vahel näitavad, kui oluline on leida optimaalsed lahendused, mis kipuvad igas hoones olema natuke erinevad. Praktikas nõuab see projekteerijatel palju tööd ja ka head kogemust, sest reaalses projektides jõuab ainult väikese arvu variante läbi arvutada. Juhul kui optimaalseid lahendusi ei suudeta leida, võib energiatõhususe saavutamine minna väga kalliks, mida kirjeldavad ülalpool nulljoont olevad punktid.

Liginullenergiahoonete teema

Liginullenergiahoonete teema koondab enda alla hoonete energiatõhususe, ehitusfüüsika, sisekliima, tehnosüsteemide ja teatud osa arhitektuuri valdkonnast. Pole olemas üht ja ainukest lahendust, mis teeks hoonest liginullenergiahoone, vaja on kõigi nende valdkondade lahendused oskuslikult kokku sobitada.

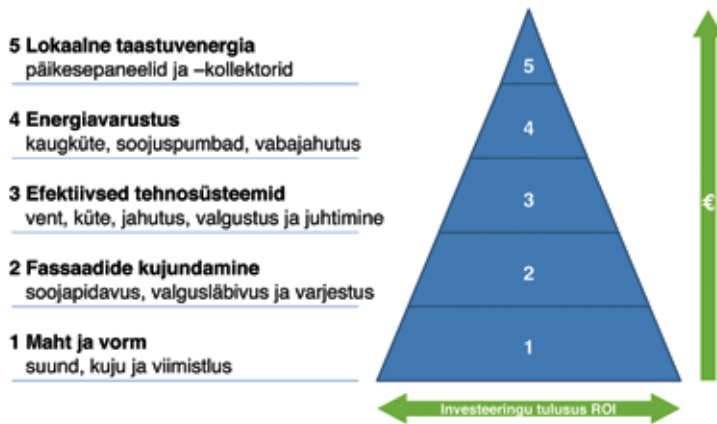
Liginullenergiahoonete kulutõhus ehitamine on võimalik integreeritud projekteerimise kaudu, mille käigus rakendatakse väljatöötatud põhimõtteid ja tüüplahendusi igale konkreetsele hoonele nii, et need moodustaksid parima võimaliku terviku. Kasutatavad lahendused jagunevad passiivseteks ja aktiivseteks, nii hooneautomaatika abil juhitavateks kui ka isereguleeruvateks. Seejuures on oluline, et lõpptulemusena valmiv hoone oleks lihtsasti kasutatav ja hooldatav, tagamaks kasutajate heaolu energiatõhusal viisil.

Liginullenergiahoonetega seotud tehnilised ja majanduslikud väljakutsed on tõsised ning nende lahendamiseks on vajalik nii oskusteabe ja juhendmaterjalide väljatöötamine kui ka uusi lahendusi reaalselt katsetada võimaldavate pilootprojektide teostamine ning jälgimine eksploatatsioonis.

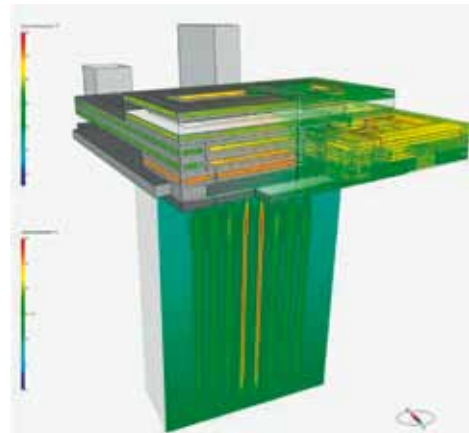
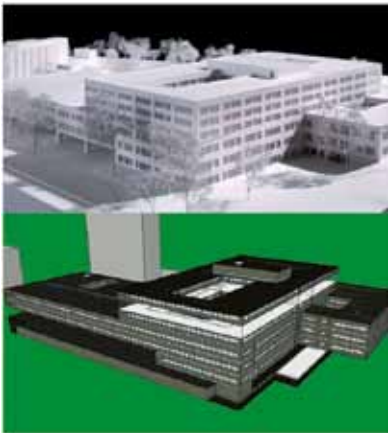
Liginullenergiahoone tähendab väga heal tasemel arhitektuursete ja tehniliste lahenduste kasutamist, millega viiakse hoone energiavajadus miinimumini. Kuna energiavajadust ei saa viia alla teatud miinimumi – hoones peab olema tagatud hea sisekliima ja hoonet peab olema mugav kasutada –, vähendatakse hoone energiakasutust täiendavalt lokaalse taastuvenergia tootmise teel, et saavutada nõutud energiatõhususarvu piirväärtus. Teatud juhtudel, kui muudes kategooriates ollakse väga edukad, võib saavutada liginulli ka ilma lokaalse taastuva energiata. Igal juhul on liginullenergiahoonete tehniline tase tõsine pähkel projekteerijatele, sest algusest peale on vajalik integreeritud projekteerimine ehk projekteerimisalade vaheline koostöö ja kooskõlastamine. Projekteerimisprotsess võib väga lihtsalt n-ö kinni joosta, kui peaprojekterijal/arhitektil ei ole ettekujutust projekteerimise alguses tehtavate valikute mõjust. Kui eskiis ebaõnnestub, võib energiatõhususe edaspidine parandamine olla väga kallis või lausa võimatu.

Energiatõhususe kavandamine algab hoone mahust ja vormist ning kulgeb joonisel 9 näidatud püramiidi treppi mööda ülespoole. Paljuräägitud lokaalne taastuvenergia on tegelikkuses ainult täpp i peal. Energiasimulatsioonidega alustatakse võimalikult varajases staadiumis, et veenduda, kas projekteerimine kulgeb õiges suunas. Näide energiaarvutustes kasutatavast mudelist on toodud joonisel 10. Liginullenergiahoonete kavandamist ja projekteerimist on

käsitletud põhjalikult värskes raamatus (Madal- ja liginullenergiahooned ..., 2013) (joonis 11).



Joonis 9. Energiatõhususe kavandamise püramiid meenutab hoone ehitamist: enne vundamendi valmimist ei saa järgmise korruse kallale asuda. Nii on ka energia- tõhususe valikutega, mis on otstarbekas teha loogilises järjekorras. Hoone mahuline kujundamine loob energiatohususe vundamendi; järgnevate lahenduste mõju on vastavalt püramiidi kitsenemisele väiksem ja kWh kokkuhoiu maksumus kõrgem.



Joonis 10. Näide energiasimulatsiooni mudelist, kus hoonele on lisatud puuraugud, millest ammutatakse nii soojus- kui jahutusenergiat. Suurte hoonete energiasimulatsioon detailsete mudelitega nõuab ka suuri arvutusvõimsusi.



Joonis 11. Värske juhendmaterjal tellijatele ja peaprojekteerijatele energiatõhususest.

Liginullenergiahoonete raamat on mõeldud põhiliselt tellijatele ja peaprojekteerijatele, abistamaks madal- ja liginullenergiahoonete projekteerimist eskiis- ja eelprojekti faasis. Raamatu põhisisu võib kirjeldada järgmiselt:

- toob välja madal- ja liginullenergiahoonete lahenduste erinevused võrreldes tavapärase ehituspraktikaga
- kirjeldab eskiis- ja eelprojekti lahendusi, millega on võimalik tagada liginullenergia taseme saavutamine
- on koostatud eelkõige büroohoonetele, mis on üks kõige nõudlikumaid ja tehniliselt keerukamaid hoonetüüpe
- sihtgrupp: tellijad, arhitektid, tehnosüsteemide, energiatõhususe ja piirdetarindite projekteerijad, töövõtjad.

Raamatus on pööratud suurt tähelepanu sellele, kuidas hoida energiatõhusust kontrolli all projekteerimise varajases faasis, kui tehtavad valikud on kõige suurema mõjuga ning samas ei ole veel hoonest jooniseid, mis võimaldaksid energiasimulatsioonide tegemist. Abi on rusikareeglitest ning energiatõhususe kontrollarvudest, mis võimaldavad hinnata, kas projekteerimine läheb õiges suunas.

Energiatõhususe ja sisekliima eelduste tagamisel projekteerimise algsfaasis on olulised järgmised teemad:

- tehniliste ruumide ja šahtide ruumivajadus ja paiknemine hoones
- fassaadide kujundamise põhimõtted päevavalgusest ja energiatõhususest lähtuvalt

- päikesevarjestus ja näiteid fassaadide lahendustest
- efektiivsete tehnosüsteemide variandid ja valikud eskiisis
- ruumijaotuse paindlikkuse tasemed ja vastavad lahendused.

Lisaks on oluline suuta teha tehniliselt ja majanduslikult argumenteeritud valikuid ja otsuseid kasutatavate põhilahenduste osas, mida tuleb teha vähemalt järgmistes hoone osades:

- välispiirded
- aknad ja klaasfassaadid
- ventilatsioon ja jahutus
- valgustus
- hooneautomaatika
- lokaalne taastuenergia.

Kuna energiatõhusus käib käsikäes hea sisekliimaga, peab teadma sisekliima põhinõudeid erinevates kvaliteediklassides, mida on kirjeldatud raamatus (Madal- ja liginullenergiahooned ..., 2013). Sisekliima mõju tööviljakusele ja õpitulemustele on käsitletud eraldi juhendis (Sisekliima ..., 2015) (joonis 12), mis annab ülevaate sisekliimaparameetrite mõjust ning põhjendab majanduslikult otstarbeka sisekliima kvaliteeditaset. Sisekliima osas on Eestis juba pikk tee käidud. Eriti laiapõhise teadlikkuse tõusu tõid kaasa korterelamute renoveerimisse tulnud soojusagastusega ventilatsioonisüsteemid. Faktipõhine argumentatsioon on aga endiselt vajalik, sest teatud väärkäsitlused on visad kaduma.

Energiatõhusate hoonete ehitamisel saadi suhteliselt kiiresti aru, et ventilatsioon on vältimatult vajalik. Õhk peab õhupidavas hoones pidevalt vahetuma, kuid palju räägitakse sellega kaasnevast õhu kuivusest talvel. Mõlemas juhendis on käsitletud suhtelise niiskuse teemat ning toodud välja tõenduspõhised argumentid, mis näitavad, et kuiva õhu korral on õhu niisutamise asemel õigem käsi kreemitada. Niisutamine pole tavapärasel elu-, töö- ja õpikeskkonnas vajalik.

Juhendis (Sisekliima ..., 2015) kajastatud uuringud näitavad terava sisekliimaprobleemina puudulikku ventilatsiooni olemasolevates koolimajades, büroohoonetes suuremaid probleeme ei ole täheldatud. Oluline on teadvustada sisekliima olulisust ka hoonete ekspluatatsioonis, sest on esinenud juhtumeid, kus renoveeritud, korraliku ventilatsioonisüsteemiga koolimajades on ventilatsioon raha kokkuhoiu eesmärgil välja lülitatud ning tõenäoliselt on küttearved avatud akende tõttu hoopis suuremaks läinud. Paljudes teistes riikides on koolide sisekliima olukord Eestist hullem, mistõttu on tehtud rohkelt uuringuid sisekliima mõjust õpitulemusele. Need näitavad üheselt, et puuduliku ventilatsiooniga koolimajadest tulevad rumalamad lapsed ja teatavasti – mida Juku ei õpi, seda Juhan ei tea. Ilmselgelt on seega tegemist riikliku konkurentsivõime küsimusega.



Joonis 12. Sisekliimaõuete põhjendus objektiivselt mõõdetud tööviljakuse ja õpitulemuste mõjude kaudu.

Kui eespool kirjeldatud juhendmaterjalid on suures osas mõeldud tellijatele, siis energiatõhususe arvutusmeetodite ja tehniliste lahenduste osas leiduvad juhendid väikeelamute ja korterelamute projekteerijatele ja arhitektidele (Liginullenergia eluhooded ..., 2017a,b). Need käsitlevad põhjalikult energiatõhususe erinevaid aspekte ning näitavad, mis peaks praeguses ehituspraktikas muutuma, et saavutada liginullenergiataset.

Liginullenergiahoonete näiteid meilt ja mujalt

Kui kavandada väikeelamu eelkirjeldatud põhimõtete järgi, oleks see suhteliselt kompaktse mahuga, mitte liiga liigendatud ja mitte liiga suurte klaaspindadega, hästi soojustatud, õhupidav, soojustagastusega ventilatsiooniga, maasoojuspump- või pelletiküttega ning päikesepaneelidega. Pelletikütet toetaksid ka päikesekollektorid. Selliseid väikeelamuid on Eestis juba ehitatud isegi nullenergia ja plussenergia tasemel, mis on saavutatud pea kogu katusepinda katvate päikeseelektrisüsteemidega. Mida energiantensiivsema kasutusega hooned on, seda suurema osatähtsuse moodustavad efektiivsed tehnosüsteemid ning liginullenergiatasete saavutamine muutub keerukamaks.



Järgnevalt on vaadeldud liginullenergiabüroohonete (ja ühe koolimaja) näiteid, mis on hoonetüübina ühed keerukamad. Tabelis 3 on toodud uuringusse (Kurnitski jt, 2015) kaasatud hoonete lühikirjeldus. Nendest esimesed neli hoonet on umbes 4–7 aasta vanused ja neid võib lugeda tinglikult liginullenergiahoonete esimese põlvkonna esindajateks. Viimased neli hoonet, sh ka valmiv Rakvere tark maja, on lausa uued (0–2 aasta vanused) ning nende osas võib täheldada edasiminekuid pürgimisel netonullenergiatasetele. Tabelis 4 on täpsemalt kirjeldatud ühte vanemat ja kolme uut hoonet.

Tabel 3. Vaadeldud liginullenergiahoonete lühikirjeldus.

	Asukoht	Tüüp	Andmed	Küte	Jahutus	Taastuenergia
FRA	Dijon, Prantsusmaa	Büroo	Mõõdetud	Biokütus	Vaba- ja kompressorjahutus	Päikeseelekter
SUI	Gland, Šveits	Büroo	Simulatsioon	Maasoojuspump	Puuraugud	Päikeseelekter
NL1	Hoofddrop, Holland	Büroo	Simulatsioon	Maasoojuspump	Maasoojuspump, energiakaevud	Bioõliga koostootmisjaam
FIN	Helsingi, Soome	Büroo	Simulatsioon	Kaugküte	Puuraugud	Päikeseelekter
NL2	Haarlem, Holland	Koolimaja	Simulatsioon	Maasoojuspump	Maasoojuspump, energiakaevud	Päikeseelekter
SWE1	Stockholm, Rootsi	Büroo	Simulatsioon	Kaugküte	Puuraugud	Tuulepark (eemalseisev)
SWE2	Helsingborg, Rootsi	Büroo	Mõõdetud	Maasoojuspump	Puuraugud	Päikeseelekter
EST	Rakvere, Eesti	Büroo	Simulatsioon	Kaugküte	Energiakaevud	Päikeseelekter

Tabel 4. Ühe vanema (FIN) ja kolme uuema liginullenergiahoone kirjeldus.

 <p>Ehitusaasta 2011</p> <p>6800 m²</p> <p>Liginullenergia- taseme saavutamise lisamaksumus 70–100 €/m²</p>	
<p>Kirjeldus</p>	<p>Helsingi keskkonnaameti hoone Ympäristötalo on siiaamaani parima energiatõhususega büroohoone Soomes. Energiatõhususarv 85 kWh/(m² a) on võrreldav Eesti nõuetega, kuna arvutusmetoodikad on sarnased. Hoone on integreeritud projekteerimise ülihea näide, tänu teadlikule tellijale ja kindlalt korraldatud projekteerimise projektijuhitumisele kujunes liginullenergia- taseme saavutamise lisamaksumus ainult 3–4% võrreldes tavapärase büroohoonega.</p>

Energiaõhusus	<p>Liginullenergiahoone, saavutatud kaugkütte, päikeseelektri-süsteemi ja jahutuseks kasutatavate puuraukudega. Kompaktne maht on saavutatud kaetud siseõuedega. Lõunapoolne fassaad on päikese-paneelidega topelfassaad, mille taga on soojustatud seinad, riba-kardinad ja mõistliku suurusega aknad. Hoones on nõudluspõhine ventilatsioon, valgustus ning õhustus (õhustus – hea õhu tagamine tehnosüsteemide ja ka passiivsete lahendustega) 100% vabajahutusega puuraukudest.</p>
<p>Entré Lindhagen büroohoone, Rootsi (SWE1)</p>	
 <p>Ehitusaasta 2014 65 000 m² Liginulli lisamaksumus 55 €/m² (ilma tuulepargi investeeringuta)</p>	
Kirjeldus	<p>Skanska peakontor ja Nordea büroohoone on üks maailma energia-tõhusaimatest suurtest büroohonetest, mille energiakasutus on 55% parem kui miinimumnõue. Kolmekordne Leed Platinum (Core and shell, Skanska interior design, Nordea interior design).</p>
Energiaõhusus	<p>Netonullenergiahoone ilma keskkütet arvestamata, saavutatud eemalseisva tuulepargi investeeringuga, kaugküttega ja puuraukudega. Aastane energiabilans moodustub ainult väikesest kogusest kaugkütteenergiast. Kui tuulepargi elektritoodangut ei arvestata, siis klassifitseerub liginullenergiahooneks. Suure mahuga hoones on madala kiirusega (mehaaniline) ventilatsioon, mis on enamikus ruumides konstantse õhuvooluhulgaga ja peaaegu hooldusvaba, ning Skanska Deep Green Cooling, mis on 100% vabajahutus puuraukudest ilma kompressorjahutusest.</p>

DSK-II koolimaja, Haarlem, Holland (NL2)



Ehitusaasta 2014

3900 m²

Liginull-energiataseme saavutamise lisamaksumus 250 €/m²



Üldkirjeldus

Koolimaja klassiruumid on paigutatud põhja- ja lääneküljele, kuhu päikesepaiste jõuab alles pärast koolipäeva lõppu. Üks Hollandi parima energiatõhususega koolimajadest, mille juures on kasutatud ridamisi aktiivseid ja passiivseid lahendusi.

Energiatõhusus

Netonullenergiahoone, kui ei arvestata seadmete energia-kasutust (tuleneb Hollandi metoodikast). Lõunafassaadil on fikseeritud varjestus. Küte ja jahutus on realiseeritud kahel energiakaevul põhineva soojuspumbaga. Lisaks suuremõtmeline päikeseelektrisüsteem.

Rakvere targa maja kompetentsikeskuse büroohoone, Eesti (EST)



Ehitusaasta 2015

2170 m²

Liginullenergia-taseme saavutamise lisamaksumus 200 €/m²



Kirjeldus	Eesti esimene liginullenergiabüroohoone, mille energiakasutus on miinimumnõudest 60% võrra parem. Hoones on mitmed demokeskkonnad targa maja hooneautomaatikasüsteemide demonstreerimiseks, mis lisavad ka ehitusmaksumust. Eestis esmakordselt teostatud integreeritud projekteerimise näide, mille tulemusel oli võimalik ehitada tagasihoidliku eelarvega liginullenergiahoone.
Energiatõhusus	Liginullenergiahoone , saavutatud kaugkütte, jahutuseks kasutatavate energiakaevude ja päikeseelektrisüsteemiga. Kompaktse vormiga uus hoone on liidetud olemasoleva linnavalitsuse hoonega. Demonstreerib topelfassaadi ja automaatselt juhitava päikesevarjestuse lahendusi, mis on kombineeritud päevalguse ja elektrivalgustuse juhtimisega. Osaliselt nõudluspõhine ventilatsioon ja õhustus 100% vabajahutusena energiakaevudest.

Liginullenergiahoonete energiabilansi moodustumine on toodud tabelis 5. Toodud energiahulgad on tarnitud energiahulgad, mis võivad oluliselt erineda energiavajadusest soojuspumpade ja vabajahutuse puhul. Soojuspumpade korral on kütteenergia vajadus ligi neli korda suurem kui tabelis olev soojuspumba kasutatav elektrienergia. Selle tõttu hakkavad silma suuremad kütteenergia kogused kaugkütte ja ka külma kliima puhul. Jahutusenergiavajadus vabajahutuse korral on umbes kümme korda suurem kui tabelis olev väärtus, kuna jahutusenergia saadakse „tasuta“ kas puuraukudest või energiakaevudest.

Ventilatsiooni energia real on toodud ventilaatorite (ja osal juhtudel ringluspumpade) kulutatav elekter. Erinevused hoonete vahel näitavad madala rõhulangudega süsteemide (suured torustikud ja ventilatsiooniagregaadid) ning nõudluspõhise ventilatsiooni suurt potentsiaali. Seadmete elektritarve on energiakasutus, mida projekteerides on kõige raskem mõjutada, kuid nagu näha, on sellest tulnud liginullenergiahoonete suurim energiakasutuse komponent. NL2 koolimajas on seadmete elektrivajadus hoonetüübi tõttu oluliselt madalam kui büroohoonetes.

Hoonetes või krundil toodetud lokaalne taastuvenergia on esitatud miinusmärgiga, kuna osa sellest vähendab tarnitud elektri hulka ning osa eksporditakse ehk mõlemal juhul vähendatakse netoenergia hulka energiatõhususarvu arvutamisel. SWE1 büroohoonel on osalus tuulepargis (investeering tuulepargi ehitusse koos pikaajalise lepinguga). NL1 hoone koostootmisjaam toodab bioõliga nii soojust kui elektrit. Kuna soojust tekib üleliia palju, eksporditakse see piirkondlikku kaugküttevõrku ning võetakse arvesse energiatõhususarvu arvutamisel (vähendab energiatõhususarvu).

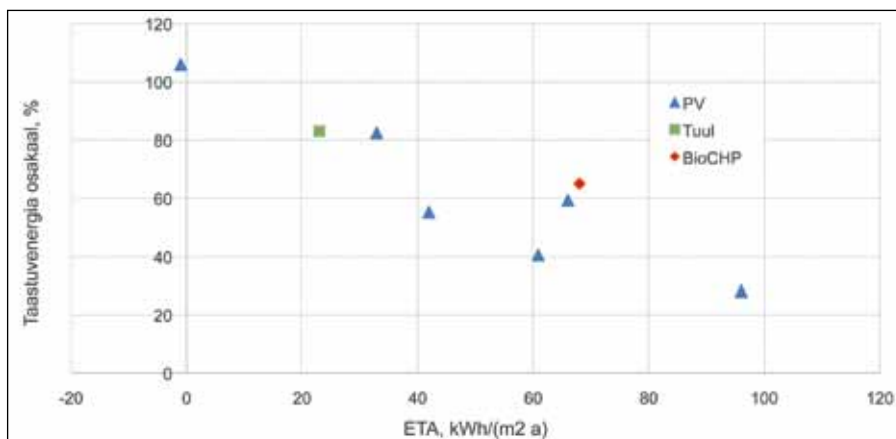
Energiatõhususarvu arvutamisel on kasutatud kõikide hoonete puhul energia-kandjate kaalumisteguritena 2,0 elektrile, 0,7 kaugküttele ja 0,5 biokütusele, millest kaks viimast erinevad Eesti rakendatavatest väärtustest (0,9 kaugküttele ja 0,75 biokütustele). Tulemused näitavad, et uuemates hoonetes on jõutud

madalamate energiatõhususarvudeni, SWE2 hoone on napilt lausa plussenergiahoone tänu suurele päikeseelektrisüsteemile.

Tabel 5. Liginullenergiahoonete energiabilansi struktuur.

	FRA	SUI	NL1	FIN	NL2	SWE1	SWE2	EST
Küte	10,5	6,0	13,3	38,3	20,5	32,2	10,0	25,0
Jahutus	2,4	6,7	3,3	0,3	3,2	1,3	0,5	2,0
Ventilatsioon	6,5	8,1	17,5	9,4	11,8	13,2	3,0	9,7
Valgustus	3,7	16,3	21,1	12,5	12,5	16,5	12,6	11,3
Seadmed	21,2	26,8	19,2	19,3	5,0	16,9	12,6	18,5
Lokaalne taastuv	-15,6	-30,9	-73,8	-7,1	-36,5		-39,0	-19,6
Tuulepargi elekter						-47,9		
Koostootmise kütus			184					
Eksporditud soojus			-50,0					
Energiatõhususarv	42	66	68	96	33	23	-1	61

Analüüsitud kaheksa hoone põhjal võib välja tuua ühe seaduspärasuse, nimelt kuidas on taastuvenergia hulk sõltuvuses energiatõhususe tasemest. Joonisel 13 toodud taastuvenergia osakaalu ja energiatõhususarvu vaheline seos näitab, et sõltumata kasutatud tehnoloogiast, taastuvenergia osakaal suureneb energiatõhususe paranedes.



Joonis 13. Taastuvenergia osakaalu ja energiatõhususarvu vaheline seos analüüsitud hoonetes. PV märgib päikeseelektrisüsteemi, BioCHP koostootmist biokütusega. Plussenergiahoones on taastuvenergia osakaal üle 100%, sest hoone toodab energiat rohkem kui ise kasutab.

Lõpetuseks

Energiasääst tõusis Eestis teravalt päevakorda juba 1990. aastatel ning olemasoleva hoonefondi õiged renoveerimislahendused olid tol ajal väga nõutud kaup. Kui esialgu läks põhiaur tänapäeva mõistes soojustamata ja ventileerimata elamufondi nüüdisaegsemaks muutmise peale, siis peatselt tekkis vajadus ka uute hoonete energiapöördeks, seda tänu nii heale üldisele arusaamisele hoonete energiatõhususe tähtsusest kui ka Euroopa Liidu hoonete energiatõhususe direktiivile, mida on Eestis püütud algusest peale teadmistepõhiselt ja riigile kasu tooval viisil rakendada. 2008. aastal võeti kasutusele summaarsel energiakasutusel põhinev meetodika koos energiatõhususarvu miinimumnõuetega, mida uuendati energiatõhusust 20–40% parandades 2013. aastal. Huvitava faktina viis Eesti liginullenergiahoonete nõuded riiklikku regulatsiooni teadaolevalt teise Euroopa riigina Taani järel, mis on andnud ehitussektorile maksimaalselt pika kohanemisaja kuni nõuete rakendumiseni ning võimaluse ekspordikõlblike toodete ja lahenduste väljatöötamiseks.

2012. aasta märgib liginullenergiahoonete uurimisgrupi asutamist Tallinna tehnikaülikoolis (TTÜ), mis osutus võimalikuks tänu Eesti teadusagentuuri Mობilitase programmi tippteadlase rahastusele. 2011. aastaks olin kaks aastat vedanud Soome Sitra energiaprogrammi ning hakkasin mõtlema, mida pärast selle lõppemist 2012. aasta lõpus teha. TTÜ teadusprorektor Erkki Truve oskas mind veenda TTÜ tõsiseltvõetavuses ning niimoodi tippteadlase taotlus kirjutatud saigi. Minu jaoks lõppes sellega 21 aasta pikkune periood Soomes. Tore oli täita ka kunagi Kaido Häälele ja Lennart Sasile antud lubadus tagasi tulla. Ei olnud vaja tulla tühjale kohale, sest energiatõhususe ja ehitusfüüsika teemad olid saanud TTÜs uue hingamise 2009. aastal, kui alustas mõni aasta tagasi doktorikraadi kaitsnud ehitusfüüsika professor Targo Kalamees. TTÜs alustamise hetkeks oli mul ette näidata Eesti ja Soome summaarse energiakasutuse meetodika väljatöötamine ning ka Euroopa tasemel tehtud REHVA (Euroopa kütte ja ventilatsiooni seltside assotsiatsioon) liginullenergiahoonete tehnilised määratlused, mis moodustasid hea aluse edaspidiseks tööks. Liginullenergiauuringud kasvasid 2016. aastal tegutsemist alustanud teadmistepõhise ehituse tippkeskuseks, mis on üks seitsmest Eestis rahastatavast teaduse tippkeskustest perioodil 2016–2022. Praeguseks on hoonete energiatõhususega seotud teemadel kaitstud pea kümme doktoritööd ning avaldatud üle saja teaduspublikatsiooni.

Eesti edukus hoonete energiatõhususe valdkonnas, seda nii korterelamute terviklikul renoveerimisel kui ka uute hoonete osas, on tähelepanuväärne. Vaieldamatult on jõutud Euroopa Liidu juhtivate riikide hulka, ning arengud jätkuvad kiires tempos. Väikese riigi vastutav ministeerium ja rakendusüksused suutsid ligi 15 aastat tagasi vaadelda energiatõhususe probleeme ja väljakutseid avatud pilguga ning kaasata rahvusliku meetodika ja nõuete

arendamisse tippkompetentsi. Kiire ja paindlik reageerimine on olnud Eestile iseloomulik ka paljudes teistes valdkondades. Energiatõhususest kujunes üks kõige teadmistepõhisemaid valdkondasid, kus on ilmselt olnud kõige kiirem ja intensiivsem teadustulemuste rakendumine, mida on kannustanud ja tagant torkinud sooritusvõimepõhine regulatsioon. Kui kinnisvaraarendajal tuleb täita energiatõhususest ainult üks näitaja – energiatõhususarvu piirväärtus –, siis võib olla kindel, et ta teeb seda raha lugeval viisil – nii see areng on toimunud. Viimase viie aasta jooksul on muutunud kuluoptimaalne energiatõhususe tase kahe klassi võrra – C-klassist A-klassi.

VIITED

Arumägi, E., Simson, R., Kuusk, K., Kalamees, T., Kurnitski, J. 2017. Hoonete kuluoptimaalsete energiatõhususe miinimumtasemete analüüs. TTÜ, https://www.mkm.ee/sites/default/files/kuluoptimaalsuse_aruanne_20171128_uus.pdf.

Kurnitski, J., Buso, T., Corgnati, S. P., Litiu, A., Derjanecz, A. 2014a. nZEB definitions in Europe. – The REHVA European HVAC Journal, 51 (2), 6–9, <https://www.rehva.eu/publications-and-resources/rehva-journal/2014/022014.html>.

Kurnitski, J., Kuusk, K., Tark, T., Uutar, A., Kalamees, T., Pikas, E. 2014b. Energy and investment intensity of integrated renovation and 2030 cost optimal savings. – Energy and Buildings, 75, 51–59, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.01.044>.

Kurnitski, J., Thalfeldt, M., Graslund, J., Kempe, P., Verwer, J. 2015. Renewables in nZEB office and school buildings, REHVA nZEB Task Force. – World Sustainable Energy Days 2015, Energy-Efficient Commercial Buildings Conference, February 27, 2015 Wels, Austria, <http://www.wsed.at/en/programme/energy-efficient-commercial-buildings-conference/>.

Liginullenergia eluhooded, rida- ja korterelamud. 2017a. Tallinn. <http://www.kredex.ee/energiatohususest/>.

Liginullenergia eluhooded, väikemajad. 2017b. Tallinn, <http://www.kredex.ee/energiatohususest/>.

Madal- ja liginullenergiahooded. Büroohoodete põhilahendused eskiis- ja eelprojekti. 2013. Presshouse, Tallinn, http://rkas.ee/files/Madal_ ja_liginullenergiahooded.PDF.

Sisekliima, õpitulemus ja tööviljakus. 2015. TTÜ, http://rkas.ee/files/Sisekliima_ ja_t%C3%B6%C3%B6viljakus_2015.pdf.

Jarek Kurnitski

Sündinud 22.10.1970

1988 – Tallinna 17. keskkool

1990 – Tallinna tehnikaülikool (tööstus- ja tsiviilehitus)

1995 – magister (ehituskonstruktsioonid ja ehitusfüüsika, Helsingi tehnikaülikool)

2000 – doktorikraad (PhD, kütte ja ventilatsioon, Helsingi tehnikaülikool)

2011 – Soome ehitusinseneride assotsiatsiooni kuldmedal

2012 – Euroopa kütte ja ventilatsiooni seltside assotsiatsiooni (REHVA) asepresident

2016 – Tallinna tehnikaülikooli aasta teadlane

2016 – teadmispõhise ehituse tippkeskuse (Eesti teaduse tippkeskus 2016–2022) juht

Töötanud pikka aega Helsingi tehnikaülikoolis ja selle järglases Aalto ülikoolis; samuti Soome innovatsioonifondis SITRA. 2012. aastal siirdus Tallinna tehnikaülikooli, kus on praegu hoonete energiatõhususe ja sisekliima professor ning ehituse ja arhitektuuri instituudi direktor.

Juhendanud seitset doktoritööd, 32 magistratööd, avaldanud üle saja juhtivates andmebaasides kajastatud teadusartikli, suurel hulgal populaarteaduslikke kirjutisi, koostanud kümneid juhendmaterjale ja raamatuid, kõik kokku ligi 450 teaduslikku ja erialast publikatsiooni.

*Arstiteaduste valdkonna aastapremia tööde tsükli
„Kõhuõõnesisese rõhu tõus ja seedetrakti puudulikkus
intensiivravi haigetel“ eest*

Joel Starkopf ja Annika Reintam Blaser



KÕHUÕÕNESISESE RÕHU TÕUS JA SEEDETRAKTI PUUDULIKKUS INTENSIIVRAVI HAIGETEL

Intensiivravi on multidistsiplinaarne arstlik eriala, mille ülesandeks on üliraskest seisundis patsientide organpuudulikkuste asendusravi. Ajalooliselt esimene organpuudulikkus, millega arstid silmitsi seisis, oli hingamispuudulikkus. 1952. aasta poliomüeliidipuhang tähendas, et kiiresti vajasisid abi paljud hingamislihaste nõrkusest tingitud hingamisraskustega patsiendid. Kopenhaagenis koondati sellised haiged ühte palatisse, arstide-inseneride koostöös rakendati tööle esimesed positiivse rõhuga hingamisaparaadid, hakati mõõtma vere hapnikusisaldust. Sündinud oli maailma esimene intensiivravi osakond (Berthelsen, Cronqvist, 2003). Eestis avati selline osakond – hingamiskeskus – 1958. aastal Tartu närvikliiniku koosseisus (Raudam jt, 1961). Üsna kiiresti jõuti äratundmisele, et mitte ainult poliomüeliidahaigete, vaid ka teiste kriitilises seisundis haigete ravis on ravitulemuste parandamiseks mõistlik nende käsitus intensiivravi osakondades. Intensiivravi vajavad raskest traumahaiged, patsiendid pärast suuri kirurgilisi operatsioone, müokardi infarkti ja insulti või mürgistuste järel. Tänapäeval kuuluvad intensiivravi osakonnad kõigi suuremate haiglate juurde, Eesti intensiivravi osakondades ravitakse üle 5000 patsiendi aastas.

Hingamispuudulikkuse kõrval on intensiivravi näidustusteks tõusnud südame- ja veresoonekonna puudulikkus, neerupuudulikkus, äge verekaotus, vedelikupuudus, teadvushäired jm seisundid. Teaduse ja tehnoloogia arengu tulemusena suudame järjest paremini toetada või ka osaliselt asendada südame, kopsude, neerude ja vereloome funktsiooni, mis teeb võimalikuks ellujäämise erinevate üliraskest haiguste puhul (vt kõrvalolev foto). Kõigi nende arengute tulemusena on tänapäeva intensiivravi silmitsi uue sündroomiga – hulgiorganpuudulikkusega, mille puhul on tegu mitme elundi töö samaaegse, üksteisega seotud või üksteisest tuleneva häirumisega. Hulgiorganpuudulikkuse mõiste võeti kasutusele 1980ndatel, veidi hiljem juurutati skooringsüsteemid (ingl *scoring systems* – toim) erinevate organfunktsioonide kirjeldamiseks intensiivravi haigetel. 1996. aastal töötati välja siiani laia kasutust leidv *Sequential [Sepsis-related] Organ Failure Assessment score* ehk lühendatult SOFA skoor, mis hindab hingamis-, hüübimis-, maksa-, südame-, kesknärvisüsteemi ja neerufunktsiooni (Vincent jt, 1996). Kõrgem skoor tähistab oluliste eluliste funktsioonide samaaegset häirumist ning on seotud kõrgema suremusega. Tähelepanuväärseks ei ole selles ega ka teistes samalaadsetes intensiivravis



Foto intensiivravi haigest. Organpuudulikkuste asendusravi. 28-aastane naine kopsupõletiku ja sepsise tagajärjel tekkinud hulgiorganpuudulikkusega.
Foto: Joel Starkopf ja Annika Reintam Blaser

kasutatavates organpuudulikkuste skoorides nimetatud seedetrakti funktsiooni. See paneb küsima, kas seedetrakti funktsioon on intensiivravi tulemuse kontekstis tõesti ebaoluline?

Seedetrakt kui hulgiorganpuudulikkuse käivitaja

Juba 1980.–1990. aastatel tehtud loomkatsed ja kliinilised uuringud tõid hüpoteesi, et seedetraktil võib olla oluline roll hulgiorganpuudulikkuse kujunemisel. Nii näiteks on näidatud, et madala vererõhu ja langenud südame-töö tingimustes, st šokiseisundi korral kannatab märkimisväärselt seedetrakti verevarustus, tekib soole limaskesta kahjustus, sooletrakti mikrofloora hulka kuuluvate mikroobide liikumine vereringesse ning selle tulemusena tugev põletikureaktsioon, mis omakorda kahjustab teisi organeid (Doig jt, 1998).

Kuigi selline teooria on leidnud üldist aktsepteerimist, ei ole kliinilises praktikas seedetrakti funktsiooni hindamisele märkimisväärset tähelepanu pööratud. Põhjus on selles, et kui teiste organite hindamiseks on meil mitmeid hästi valideeritud mõõtmismetoodikaid (nt vererõhu, vere hapnikusisalduse või ainevahetuse jääkproduktide sisalduse mõõtmine), siis seedetrakti funktsiooni ei ole seni kuidagi suudetud „numbritesse panna“. Käesoleva uurimistöde tsükli algtoukeks oligi sellega seotud probleemide äratundmine kliinilisest praktikast. Oma intensiivravi osakonna haigusjuhte tagantjärele lähemalt analüüsid mõistsime, et kui patsiendil tekib hulgiorganpuudulikkuse osana seedetrakti puudulikkus, oleme selle käsitlemisel ja ravimisel abitud, ei oska seda hinnata ega mõõta, ning sageli kaotame patsiendi.

Laiendasime uuringuid ning koostöös Saksa kolleegidega Berliini Charite haiglast jõudsime samadele järeldustele – näiteks südamekirurgia haigete jaoks tähendab seedetrakti probleemide lisandumine vahetus operatsioonijärgses perioodis rohkem kui kümme korda suurenenud surmariski (Reintam jt, 2006). Seetõttu hakkasime otsima võimalusi seedetrakti funktsiooni gradueeritud hindamiseks. Seedetrakti funktsiooni valideeritud hindamine oleks muuhulgas esmaeeldus potentsiaalsete ravimeetodite testimiseks. Ühe potentsiaalse „numbrilise näitajana“ pälvis meie tähelepanu kõhukoopasisene rõhk, mille mõõtmisele ja selle tõusule kui ühele võimalikule probleemile intensiivravi haigetel hakati tähelepanu pöörama 2000ndate esimese dekaadi teadusuuringutes.

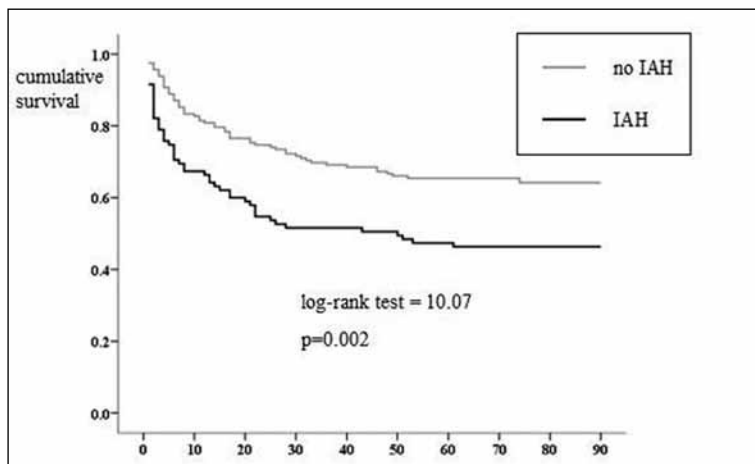
Kõhuõonesise rõhu tõus

Kõhukoopasisest rõhku saab mõõta väga lihtsalt. Peaaegu kõigil intensiivravi haigetel on kusepõiekateeter uriinierituse täpseks mõõtmiseks. Kui põie-kateetriga ühendada lihtne plasttorude süsteem, on võimalik mõõta vedelikusamba rõhku 25 ml-ga täidetud kusepõies. See rõhk peegeldab küll kaudselt, aga siiski usaldusväärselt kõhuõonesisest rõhku (Iberti jt, 1989). Intensiivravi haige kõhuõonesise rõhu IAP (*intra-abdominal pressure*) normväärtuseks loetakse 5–8 mmHg. Väärtuste juures 12 mmHg või üle selle on juba tegemist kõhuõonesise rõhu olulise tõusu ehk intra-abdominaalse hüpertensiooniga (IAH). Kui IAP tõuseb üle 20 mmHg ja sellega kaasneb mõni oluline organpuudulikkus (näiteks hingamispuudulikkus, neerupuudulikkus), on tegu juba IAH kõige raskema vormi ehk abdominaalse kompartmentsündroomiga (*abdominal compartment syndrome, ACS*) (Kirkpatrick jt, 2013).

ACSi patofüsioloogiat ja diagnostikat kirjeldati ajalooliselt esmalt raskete kõhukoopa vigastuste, verekaotuse ja traumakirurgia kontekstis. Meie alustasime IAP süsteemset mõõtmist oma intensiivravi haigetel, et selgitada IAH levimus, riskifaktorid ja mõju ravitulemustele. Leidsime, et ligi kolmandikul intensiivravi haigetest esineb kõhuõonesise rõhu tõus, sellega seonduvad kõhuõone organite funktsioonihäired ning suurenenud suremus (Reintam jt, 2008a,b).

Senised ravisoovitused keskendusid peamiselt abdominaalse kompartmentsündroomi ehk väga kõrge IAPga patsientide ravile. Meid huvitas, kas ka mõõdukalt tõusnud IAP (väärtustes 12–15 mmHg) toob kaasa negatiivseid mõjusid teistele organsüsteemidele, ennekõike verevarustushäireid, mis võivad olla seotud hilisema organpuudulikkuste arenguga. Senised ravisoovitused selles osas täpseid juhiseid ei anna.

Kuna seedetrakti verevarustust on kliinilises praktikas väga keeruline mõõta, kasutasime allpool kirjeldatud surrogaatparameetreid, et hinnata IAH mõju verevarustusele ja ainevahetusele. Läbiviidud uuringutes selgitasime, et



Joonis 1. Kõhuõõnesise rõhu ja elulemuse seos intensiivravi haigetel (Reintam jt, 2008a).

kõhuõõnesise rõhu tõus ei mõjuta oluliselt keelealuse piirkonna verevarustust intensiivravi haigetel, kes on saanud eelnevalt vedelikravi (Maddison jt, 2014a). Küll aga halvenes keelealune verevarustus oluliselt kirurgilistel haigetel, kes olid plaanilise laparoskoopilise operatsiooni eelselt söömata-joomata ning kellel selle operatsiooni tarbeks kunstlikult tekitati kõhuõõnesise rõhu tõus (Maddison jt, 2014b). Seega on suhteliselt madala veremahu tingimustes kõhuõõnesise rõhu tõusu mõju vereringele tõenäoliselt suurem. Kõhu sirglihase ainevahetuse hindamisel selgus, et mõõdukas kõhuõõnesise rõhu tõus põhjustab hapnikuvaeguses tekkivate ainevahetuse lõpp-produktide kuhjumist (Maddison jt, 2014c). See peegeldab verevarustuse olulist häiret kõhu eesseina lihastes. Tõenäoliselt toimuvad samasuunalised muutused ka kõhukoopasistest elundite (maks, neerud, seedetrakt) verevarustuses. Nende uuringute kokkuvõttes järeldasime, et vaatamata selgelt identifitseeritavate kliiniliste sümptomite puudumisele põhjustab IAP rõhu mõõdukas tõus vahemikus 12–15 mmHg juba koekahjustust ja seetõttu ei tohi selles olukorras vastava raviga viivitada (Maddison jt, 2016).

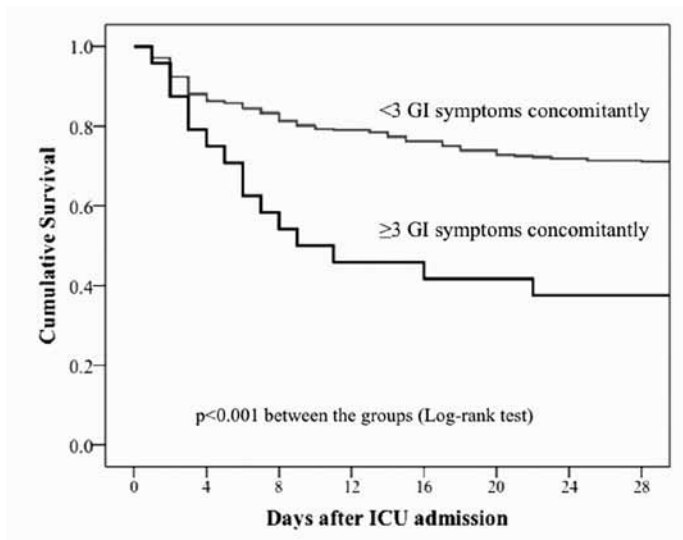
Seeria uuringuid pühendasime sellele, et selgitada IAH riskifaktoreid ning seeläbi täpsustada, millistel haigetel oleks IAP mõõtmine intensiivravis põhjendatud. Kuigi tegemist on väga lihtsa mõõtmismeetodiga, ei ole see maailma erinevates intensiivravi osakondades kaugeltki mitte rutiinses kasutuses. On selge, et IAP mõõtmine kõigil haigetel oleks asjatu töö- ja materjalikulu, kuivõrd pooltel kuni kahel kolmandikul haigetel IAHd ei esine. IAH epidemioloogiat ja mõju ravitulemustele uurisime ühekeskuselises, Tartu ülikooli kliinikumi

intensiivravi haigetel tehtud uuringus ning kirjeldasime, et IAH tekkel suureneb haigete risk surra märkimisväärselt, samuti pikeneb intensiivravil viibimise aeg (joonis 1; Reintam jt, 2008a, Reintam Blaser jt, 2011). Kombineerides oma uuringutulemusi teiste keskuste andmetega, näitasime metaanalüüsis, et IAH sõltumatuteks riskifaktoriteks on adipoosus, sepsis, kõhukoopakirurgia, iileus ja suuremahuline infusioonravi (Malbrain jt, 2014). Tartus ravitud haigete analüüs võimaldas veelgi täpsustada näidustusi IAP mõõtmiseks (Reintam Blaser jt, 2014a). Neid soovitusi kasutamegi praegu igapäevases ravitöös otsustamiseks, kas haigel rakendada IAP mõõtmist või mitte. Teadmised kõhukoopasisese rõhu tõusu epidemioloogiast ja patofüsioloogiast andsid tugeva aluse Annika Reintam Blaseri aktiivseks osalemiseks The Abdominal Compartment Society töörühmas, mis töötab välja rahvusvahelised tõenduspõhised soovitused IAH diagnoosimiseks ja raviks (Kirkpatrick jt, 2013).

Seedetrakti puudulikkus

Seedetrakti puudulikkust peetakse oluliseks sündmuseks hulgiorganpuudulikkuse tekkes intensiivravi haigetel (Reintam Blaser jt, 2016). Seedetrakti funktsiooni häirumist iseloomustavad kliinilised sümptomid nagu kõhuvalu, iiveldus, oksendamine, kõhulahtisus, seedetrakti veritsus jne. Narkoosis oleval intensiivravi haigel on selliste sümptomite hindamine küll komplitseeritud, kuid siiski võimalik. Näitasime, et vähemalt pooltel intensiivravi haigetel esineb üks seedetrakti funktsioonihäirele vihjav sümptom ning et see on seotud halvema elulemusega (Reintam jt, 2009). Seedetrakti sümptomite olulisust kinnitas meie juhitud rahvusvaheline mitmekeskuseline uuring (joonis 2; Reintam Blaser jt, 2013).

Seedetrakti funktsiooni häirumisega kaasnevad arusaadavalt toitmisprobleemid. Intensiivravi haiged ei saa ise süüa-juua, seetõttu toidetakse neid maosondi kaudu vastavate toiteseadega (enteraalne toitmine). Kui see ei ole võimalik, saab vett ja toitaineid manustada veeni (parenteraalne toitmine). Intensiivravi haigete toitmiseema pälvib järjest enam tähelepanu. Praeguste teadmiste kohaselt on enteraalsete toitmise võimalikult varane alustamine haige paranemisele soodne, kuivõrd lüheneb vajadus aparaadihingamise järele ning vähem tekib intensiivraviga seotud infektsioone. Selles kontekstis on oluline küsimus, kuidas defineerida toitmise talumatust, st olukorda, kus sonditoitmine tuleks seedetrakti sümptomite tõttu katkestada. Praktika on selles osas väga erinev ja universaalseid standardeid pole. Näitasime seda koostöös rahvusvaheliselt tuntud erialaspetsialistidega tehtud metaanalüüsis, kus andsime ka oma soovitused toitmise talumatuse defineerimiseks intensiivravi haigetel (Reintam Blaser jt, 2014b). Erinevate definitsioonide usaldusväärsust testisime oma keskuse haigetel (Reintam Blaser jt, 2015). Juurutasime toitmiseprotokolli (Kuslapuu jt, 2015), mille kasutuselevõtuga suurenes oluliselt enteraalsete toitmise osakaal meie haigetel (Padar jt, 2017). Mahuka töö tulemusena süstematiseerisime



Joonis 2. Seedetrakti sümptomite seos intensiivravi elulemusega. Alumise, musta joonega on tähistatud Kaplan-Mayeri elulemuskõver patsientidel, kellel esines üheaegselt vähemalt kolm seedetrakti sümptomit. Ülemise, halli joonega on tähistatud patsiendid, kellel seedetrakti sümptomeid esines vähem (Reintam jt, 2013).

olemasolevad teadmised näidustustest enteralse toitmise edasilükkamiseks intensiivravi haigetel ja koostasime Euroopa intensiivravi seltsi vastava ravi-juhendi (Reintam Blaser jt, 2017a).

Korduvalt näidatud seedetrakti sümptomite oluline mõju intensiivravi tulemu- sele tõstatab taas küsimuse, kuidas ikkagi seedetrakti puudulikkust defineerida, kuidas seda mõõta ja jälgida. Kõhukoopasise rõhu tõus on küll tihedalt seotud seedetrakti funktsiooni halvenemisega (Reintam Blaser jt, 2017b), kuid ainult sellest mõõdetavast parameetrist ei piisa seedetrakti funktsiooni iseloomus- tamiseks. Üks võimalus on kombineerida IAP mõõtmise tulemusi toitmise talumatuse esinemisega. 2008. aastal tehtud uuringus näitasime, et nii on või- malik riskipatsiente identifitseerida (Reintam jt, 2008b). Siiski jäävad mitmed kliiniliselt olulised situatsioonid sellisel lähenemisel tähelepanuta. Rahvus- vahelise töögrupi eestvedajatena soovitasime termini *acute gastrointestinal injury* (AGI) kasutuselevõttu, kusjuures kirjeldasime ka AGI viit raskusastet, mida saab kliinilises praktikas (olulisel määral küll subjektiivselt) hinnata (Reintam Blaser jt, 2012). Hiina kolleegide tehtud esimesed prospektiivsed uuringud on näidanud, et AGI hindamissüsteemi kasutamine võimaldab hästi süstematiseerida seedetrakti probleemide olemasolu intensiivravi haigetel ning oleks seeläbi kasutav ka hulgiorganpuudulikkust iseloomustavate skooring- süsteemide osana (Zhang jt, 2014).

Erinevate biomarkerite määramine organismi erinevate funktsioonide hindamiseks on lahutamatu osa tänapäeva meditsiinist. Hingamisfunktsiooni hindame veregaaside mõõtmisega, maksafunktsiooni mitmete metaboliitide vereseerumi taseme ja valgusünteesi järgi, neerufunktsiooni iseloomustab vereseerumi kreatiniini tase. Kas midagi analoogset oleks kasutatav ka seedetrakti funktsiooni hindamiseks? Praegu käsil olevates uuringutes püüame sellele vastust leida. Näiteks on näidatud, et seedetrakti limaskestast rakkudest vabanevad tsitrulliin ja IFABP (*ileal fatty acid binding protein*) on kasutatavad lühikese soole sündroomi järgse seisundi iseloomustamisel. Meie hüpotees on, et nende biomarkerite kombineerimine seedetrakti funktsiooni iseloomustavate sümptomitega annab hea tundlikkuse ja spetsiifilisusega skooringsüsteemi seedetrakti puudulikkuse hindamiseks. Vastavasisuline rahvusvaheline mitmekeskuseline uuring on praegu käimas (NCT02613000).

Kokkuvõte

Seedetrakti normaalne funktsioneerimine on intensiivravi haige paranemiseks väga oluline. Nii nagu palavikku ei saa diagnoosida kehatemperatuuri mõõtmata, on ka seedetrakti funktsiooni puhul esmalt oluline selle võimalikult täpne ja struktureeritud hindamine. Meie senised uuringud on näidanud mitmete seedetrakti funktsiooniga seonduvate parameetrite olulist mõju ravi lõpptulemusele. Käsil olevate ja edasiste uuringute tulemuste alusel loodame välja töötada ja valideerida seedetrakti funktsiooni hindamiseks kasutatava skooringsüsteemi, mis on piisavalt objektiivne ja täpne võimaldamaks tulevikus erinevate ravimeetodite testimist seedetrakti puudulikkuse ravis.

VIITED

Berthelsen, P. G., Cronqvist, M. 2003. The first intensive care unit in the world. Copenhagen, 1953. – *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 47, 1190–1195.

Doig, C. J., Sutherland, L. R., Sandham, J. D., Fick, G. H., Verhoef, M., Meddings, J. B.. 1998. Increased intestinal permeability is associated with the development of multiple organ dysfunction syndrome in critically ill ICU patients. – *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 158(2), 444–451.

Iberti, T. J., Lieber, C. E., Benjamin, E. 1989. Determination of intra-abdominal pressure using a transurethral bladder catheter: clinical validation of the technique. – *Anesthesiology*, 70 (1), 47–50.

Kirkpatrick, A. W., Roberts, D. J., De Waele, J., Jaeschke, R., Malbrain, M. L., De Keulenaer, B., Duchesne, J., BJORCK, M., Leppaniemi, A., Ejike, J. C., Sugrue, M., Cheatham, M., Ivatury, R., Ball, C. G., Reintam Blaser, A., Regli, A., Balogh, Z. J., D'Amours, S., Debergh, D., Kaplan, M., Kimball, E., Olvera, C. 2013. The Pediatric Guidelines Sub-committee for the World Society of the Abdominal

Compartment Syndrome. Intra-abdominal hypertension and the abdominal compartment syndrome: updated consensus definitions and clinical practice guidelines from the World Society of the Abdominal Compartment Syndrome. – *Intensive Care Medicine*, 39 (7), 1190–1206.

Kuslapuu, M., Jögela, K., Starkopf, J., Reintam Blaser, A. 2015. The reasons for insufficient enteral feeding in an intensive care unit: A prospective observational study. – *Intensive and Critical Care Nursing*, pii: S0964-3397(15)00020-8.

Maddison, L., Karjagin, J., Buldakov, M., Mäll, M., Kruusat, R., Lillemäe, K., Kirsimägi, U., Starkopf, J. 2014. Sublingual microcirculation in patients with intra-abdominal hypertension: a pilot study in 15 critically ill patients. – *Journal of Critical Care*, 29 (1), 183.e1–6.

Maddison, L., Riigor, K. M., Karjagin, J., Starkopf, J. 2014. Sublingual microcirculatory changes during transient intra-abdominal hypertension -a prospective observational study in laparoscopic surgery patients. – *Clinical Hemorheology and Microcirculation*, 57 (4), 367–374.

Maddison, L., Karjagin, J., Tenhunen, J., Kirsimägi, U., Starkopf, J. 2014. Moderate intra-abdominal hypertension leads to anaerobic metabolism in the rectus abdominis muscle tissue of critically ill patients: a prospective observational study. – *BioMed Research International*, 857492.

Maddison, L., Starkopf, J., Reintam Blaser A. 2016. Mild to moderate intra-abdominal hypertension: Does it matter? – *World Journal of Critical Care Medicine*, 5 (1), 96–102.

Malbrain, M. L., Chiumello, D., Cesana, B. M., Reintam Blaser, A., Starkopf, J., Sugrue, M., Pelosi, P., Severgnini, P., Hernandez, G., Brienza, N., Kirkpatrick, A. W., Schachtrupp, A., Kempchen, J., Estensoro, E., Vidal, M. G., De Laet, I., De Keulenaer, B. L. 2014. WAKE-Up! Investigators. A systematic review and individual patient data meta-analysis on intra-abdominal hypertension in critically ill patients: the wake-up project. World initiative on Abdominal Hypertension Epidemiology, a Unifying Project (WAKE-Up!). – *Minerva Anestesiologica*, 80 (3), 293–306.

Padar, M., Uusvel, G., Starkopf, L., Starkopf, J., Reintam Blaser, A. 2017. Implementation of enteral feeding protocol in an intensive care unit: Before-and-after study. – *World Journal of Critical Care Medicine*, 6 (1):56–64, doi: 10.5492/wjccm.v6.i1.56

Raudam, E., Tikk, A., Veldi, A. 1961. Võitlusest eluohtlike seisunditega Tartu Respiratsioonitsentrumis. – *Nõukogude Eesti Tervishoid* 1961 (2), 3–8.

Reintam, A., Parm, P., Redlich, U., Tooding, L. M., Starkopf, J., Kohler, F., Spies, C., Kern, H. 2006. Gastrointestinal failure in intensive care: a retrospective clinical

study in three different intensive care units in Germany and Estonia. – *BMC Gastroenterology* 6, 19.

Reintam, A., Parm, P., Kitus, R., Kern, H., Starkopf, J. 2008. Primary and secondary intra-abdominal hypertension-different impact on ICU outcome. – *Intensive Care Medicine*, 34 (9), 1624–1631.

Reintam, A., Parm, P., Kitus, R., Starkopf, J., Kern, H. 2008. Gastrointestinal Failure Score in critically ill patients: a prospective observational study. – *Critical Care*, 12 (4), R90.

Reintam, A., Parm, P., Kitus, R., Kern, H., Starkopf, J. 2009. Gastrointestinal symptoms in intensive care patients. – *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 53, 318–324.

Reintam Blaser, A., Parm, P., Kitus, R., Starkopf, J. 2011. Intra-abdominal hypertension and gastro-intestinal symptoms in mechanically ventilated patients. – *Critical Care Research and Practice*, 982507.

Reintam Blaser, A., Malbrain, M. L., Starkopf, J., Fruhwald, S., Jakob, S. M., De Waele, J., Braun, J. P., Poeze, M., Spies, C. 2012. Gastrointestinal function in intensive care patients: terminology, definitions and management. Recommendations of the ESICM Working Group on Abdominal Problems. – *Intensive Care Medicine*, 38 (3), 384–394.

Reintam Blaser, A., Poeze, M., Malbrain, M. L., Björck, M., Oudemans-van Straaten, H. M., Starkopf, J. 2013. Gastro-Intestinal Failure Trial Group. Gastrointestinal symptoms during the first week of intensive care are associated with poor outcome: a prospective multicentre study. – *Intensive Care Medicine*, 39 (5), 899–909.

Reintam Blaser, A., Sarapuu, S., Tamme, K., Starkopf, J. 2014. Expanded measurements of intra-abdominal pressure do not increase the detection rate of intra-abdominal hypertension: a single-center observational study. – *Critical Care Medicine*, 42 (2), 378–386.

Reintam Blaser, A., Starkopf, J., Kirsimägi, U., Deane, A. M. 2014. Definition, prevalence, and outcome of feeding intolerance in intensive care: a systematic review and meta-analysis. – *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 58(8), 914–922, doi: 10.1111/aas.12302.

Reintam Blaser, A., Starkopf, L., Deane, A. M., Poeze, M., Starkopf, J. 2015. Comparison of different definitions of feeding intolerance: A retrospective observational study. – *Clinical Nutrition*, 34 (5), 956–961.

Reintam Blaser, A., Jakob, S. M., Starkopf, J. 2016. Gastrointestinal failure in the ICU. – *Current Opinion in Critical Care*, 22 (2), 128–141.

Reintam Blaser, A., Starkopf, J., Alhazzani, W., Berger, M. M., Casaer, M. P., Deane, A. M., Fruhwald, S., Hiesmayr, M., Ichai, C., Jakob, S. M., Loudet, C. I., Malbrain, M. M., Montejo Gonzalez, J. C., Paugam-Burtz, C., Poeze, M., Preiser, J. C., Singer, P., van Zanten, A. R., De Waele, J., Wendon, J., Wernerman, J., Whitehouse, T., Wilmer, A., Oudemans-van Straaten, H. M. 2017. European Society of Intensive Care Medicine (ESICM) Working Group on Gastrointestinal Function. Early enteral nutrition in critically ill patients: ESICM clinical practice guidelines. – *Intensive Care Medicine*, 43 (3), 380–398.

Reintam Blaser, A., Malbrain, M. L. N. G., Regli, A. 2017. Abdominal pressure and gastrointestinal function: an inseparable couple? – *Anaesthesiology Intensive Therapy*, 49 (2), 146–158.

Zhang, D., Li, N., Dong, L., Fu, Y., Liu, Z., Wang, Y. 2014. Evaluation of clinical application of ESICM acute gastrointestinal injury grading system: a single-center observational study. – *Chinese Medical Journal*, 127 (10), 1833–1836.

Vincent, J. L., Moreno, R., Takala, J., Willatts, S., De Mendonça, A., Bruining, H., Reinhart, C. K., Suter, P. M., Thijs, L. G. 1996. The SOFA (Sepsis-related Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction/failure. On behalf of the Working Group on Sepsis-Related Problems of the European Society of Intensive Care Medicine. – *Intensive Care Medicine*, 22 (7), 707–710.

Joel Starkopf

Sündinud 8.02.1966

1983 – Tallinna 43. keskkool

1991 – Tartu ülikool (arstiteaduskond)

1997 – doktorikraad (PhD arstiteaduses, Tartu ülikool)

Töötanud alates doktorantuuri lõpetamisest Tartu ülikoolis erinevatel ametikohtadel alates assistendist kuni arstiteaduskonna dekaanini. Praegu kliinilise meditsiini instituudi juhataja, anestesioloogia ja intensiivravi professor. Avaldanud enam kui 60 juhtivates andmebaasides kajastatud teadusartiklit. Juhendanud seitset doktoritööd, sh Annika Reintami uuringuid.

Annika Reintam Blaser

Sündinud 1.10.1971

1989 – Tallinna spordiinternaatkool

1997 – Tartu ülikool (anestesioloogia ja intensiivravi)

2008 – doktorikraad (PhD arstiteaduses, Tartu ülikool)

Töötanud anestesioloogi ja teadurina Tartu ülikooli kliinikumis, anestesioloogia ja intensiivravi osakonna juhatajana Ida-Tallinna keskhaiglas, arsti ja anestesioloogina Berni ülikooli kliinikumis ja Luzerni kantonahaiglas. Avaldanud üle 30 juhtivates andmebaasides kajastatud teadusartikli.

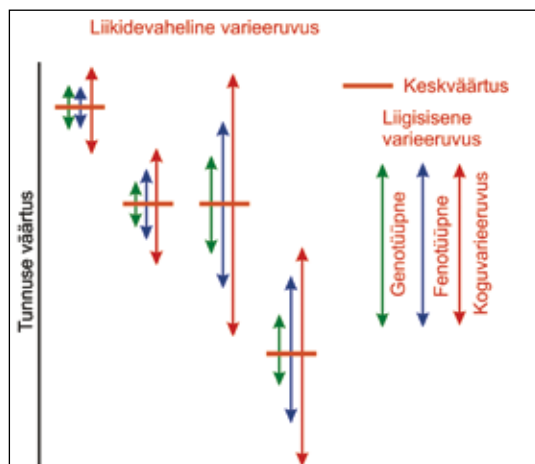
Geo- ja bioteaduste valdkonna aastapremia tööde tsükli „Taimede fotosünteesi kohanemise ja kohastumise mehhanismid: lehestikugradientidest globaalsete mustri-teni“ eest

Ülo Niinemets



TAIMEDE FOTOSÜNTEESI MUUTLIKKUSE BIOKEEMILISED, FÜSIOLOOGILISED JA STRUKTUURSED KONTROLLMEHCHANISMID

Tänapäeva taimede ökoloogia ja ökofüsioloogia üritavad üha enam integreerida juba olemasolevaid teadmisi ning leida üldisi seaduspärasusi lehtede struktuursete, füsioloogiliste ja biokeemiliste tunnuste vahel kogu maakera taimeestiku põhjal ning mõista, kuidas lehetunnused sõltuvad kliimast, keskkonnades eelkõige tunnustele, mis määravad lehtede fotosünteesi kiiruse (Maire jt, 2015; Moles jt, 2014; Wright jt, 2004). Taimetunnuste varieeruvus tuleneb liikidevahelisest ja liigisisest varieeruvusest, millel mõlemal on omakorda genotüüpne (päritav, evolutsioonilises ajaskaalas toimuv, kohastumuslik) ja fenotüüpne (keskkonnast tingitud, kohanemuslik, mittepäritav) komponent (joonis 1). Senini on globaalsete analüüside juures teenimatult vähe tähelepanu pööratud eri variatsioonikomponentide olulisusele.



Joonis 1. Kõik taimetunnused varieeruvad liikidevaheliselt ja liigisiselt. Iga liigi mingi tunnuse koguvareeruvus koosneb genotüüpselt varieeruvusest (päritav varieeruvus eri indiviidide vahel, kohastumine keskkonnaga) ja plastilisest ehk fenotüüpselt varieeruvusest (mittepäritav, keskkonnast tingitud varieeruvus, kohanemine). Nagu joonisel näidatud, varieeruvad tunnuste keskväärtsed liikide vahel, aga samuti võivad nii genotüüpse kui fenotüüpse varieeruvuse määrad varieeruda. Suurema plastilisusega liigid kohanevad tavaliselt paremini keskkonnamuutustega, kuid kohanemine on alati kompromiss erinevate taime-nõudluste vahel. Seetõttu muudab taime kohanemine teatud kindlale keskkonnanafaktorile selle taime vähemkohanenuks mingile teisele faktorile ning väga stressirohketes tingimustes võib edukam olla hoopis vähemuutlik liik.

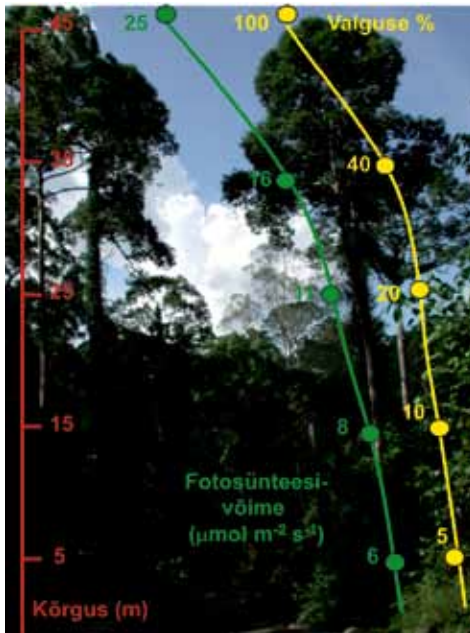
Taimeökoloogide ühispingutuste tulemusena on konstrueeritud superandmebaase, mis sisaldavad sadu individuaalseid taimeliikide tuunuste andmestikke. Näiteks seni on kõige ulatuslikum superandmebaas TRY (Kattge jt, 2011), kuid TRY andmebaasides puuduvad täielikult andmed fotosünteesi varieeruvuse plastilisuse kohta. See on kriitiline lünk, kuna fotosünteesi kohanemise ja kohastumise piiride teadmine on äärmiselt oluline, saamaks aru, kuidas globaalsed kliimamuutused mõjutavad maakera taimestiku katvust ja füsioloogilist aktiivsust, samuti on see takistuseks uue põlvkonna taimestiku produktsiooni ja biosfääri protsesse hõlmavate kliimamudelite väljatöötamisel. Taimede genotüüpse ja fenotüüpse muutlikkuse piiride tundmine on samuti hädavajalik kultuurtaimede aretustöodes, mis üritavad suurendada taimede saagikust tulevikukliimas, tõstes taimede fotosünteesi efektiivsust (Niinemets jt, 2017).

Teaduspreemia saanud töödetsükli kõige üldisemateks eesmärkideks oli mõista, kui suur on taimestiku fotosünteesi fenotüübiline ja genotüübiline muutlikkus taimestikus eri bioloogilise organisatsiooni tasemetel ning millised taimede struktuursed ja füsioloogilised tunnused mängivad kõige olulisemat rolli fotosünteesi kiiruse määramisel ja muutlikkusel. Nende üldiste küsimuste raames keskenduti kolmele alateemale: I Lehtede fotosünteesi struktuurne ja füsioloogiline kohanemine lehestikugradientides; II Taimede struktuuri ja fotosünteesi muutlikkuse piirid: liigispetsiifilisest kohanemisest ja kohastumisest globaalsete mustriteni; III Fotosünteesi evolutsioon stressitingimustes ja võimalused fotosünteesi efektiivsuse tõstmiseks tulevikukliimas.

Lehtede fotosünteesi struktuurne ja füsioloogiline kohanemine lehestikugradientides

See alateema käsitles lehtede fotosünteesi intensiivsuse varieeruvust võra valgusgradientides ja seda määravate struktuursete, keemiliste ja füsioloogiliste tunnuste olulisust. Valgus vallandab fotosünteesiprotsessi, kuid tema kättesaadavus varieerub tohututes piirides taimede lehestikus, tihti 50–100 korda lehestiku üla- ja alaosas vahel (joonis 2). Kuna lehtede fotosünteesiapparaadi moodustamine on väga suur kulu taimel jaoks ning see nõuab suuri süsiniku ja toitainete investeeringuid lehtede biomassi ja maksimaalset fotosünteesikiirust piiravatesse valkudesse (vt allpool), peab taim kogu aeg lahendama optimeerimisülesannet, kuidas maksimeerida kogu lehestiku fotosünteesi fotosünteesiapparaati investeeritud lehtede biomassi ja valkude kohta.

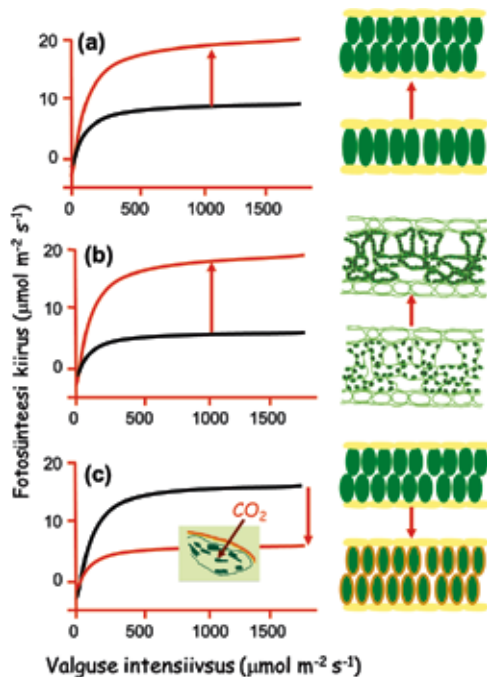
Klassikalised mudelanalüüsid näitavad, et selleks peaks lehtede fotosünteesivõime varieeruma proportsionaalselt keskmise valguse varieerumisega lehestikus (Field, 1983; Hirose, Werger, 1987). Eksperimentaalsed tööd näitavad, et lehtede fotosünteesivõime tõepoolest kasvab valguse kasvades lehestikus, tihti varieerudes 2–4 korda lehestiku üla- ja allosa vahel, kuid see varieeruvus



Joonis 2. Varieeruvus valguse läbilaskvuses ja lehtede fotosünteesivõimes (fotosünteesi kiirus küllastaval valgusel, joonis 3) puude lehestikus (üldistatud). Valguse keskmine intensiivsus varieerub taimede lehestikus tihti enam kui 50 korda lehestiku üla- ja allosa vahel. Lehtede fotosünteesivõime kohaneb pikaajaliste valguse kättesaadavuse muutustega nii, et kõrgemale valgusele eksponeeritud lehtede fotosünteesivõime on suurem kui madalamal valgusel olevatel lehtedel. Tagaplaanil on troopiline vihmamets Danum Valley väljaamas (Sabah, Borneo).

ei ole kaugeltki proportsionaalne valgusega (Niinemets, 2012). Küsimusele, miks ei ole lehestikus „täielikku“ optimeerimist, ei olnud siiani saadud head vastust. Selle küsimuse lahendamiseks on oluline mõista, et fotosünteesivõime kui lehetunnus sõltub paljudest sõltumatutest komponentidest, mis kõik võivad erinevalt kohaneda valguse kättesaadavusele (joonis 3). Eri liikidel ja eri taimede eluvormidel võivad erinevad tunnused kohaneda erineval määral ja seetõttu on vajalik fotosünteesivõime komponentide analüüs võimalikult suure valimi põhjal. Kuna alustasin oma teadlaskarjääri puude otsas turnides lehtede kohanemist uurides (Niinemets, 2011, 2017) ja olin lehestiku kohanemist uurinud paljudes maailma ökosüsteemides taigametsadest troopikani, oli lehtede kohanemise globaalse ülevaateanalüüsi tegemine loogiline jätk varasemale eksperimentaalsele tööle.

Selle alateema kõige olulisem töö, mis ilmus taimebioloogia tippajakirjas *New Phytologist* mainekas ülevaateartiklite seerias („Sir Arthur Tansley review“) (Niinemets jt, 2015), võttis kokku kõik seni maailmas tehtud uuringud lehtede valgusgradientidest (enam kui 830 gradienti, millest ligi 10% originaalandmeid oli kogutud minu osalusel) ning käsitles valgusele kohanemist kõigil taimede eluvormidel kogu maakera ökosüsteemide põhjal. Kui varem oli kasutatud ainult kolme lehetunnust fotosünteesi kiiruse iseloomustamisel (lehe fotosünteesivõime, lehe lämmastiku sisaldus ning lehe pindtihedus, st lehe kuivmassi ja pindala suhe), siis see töö andis kvantitatiivse hinnangu 15 tunnuse olulisusele fotosünteesi kohanemisel. Tegemist oli aastatepikkuse tööga,



Joonis 3. Erinevad struktuursed viisid lehtede fotosünteesivõime kohanemiseks. Lehtede fotosünteesi kiiruse sõltuvust valguse intensiivsusest lühikeses ajaskaalas (sekundid-minutid) kirjeldab hüperboolne kõver. Pikaajalisel valguse kättesaadavuse kasvamisel kasvab üldjuhul lehtede fotosünteesivõime erinevate struktuursete ja biokeemiliste muutuste tõttu. Sellisteks muutusteks võivad olla lehtede paksuse kasv, samuti fotosünteesivate kudede hulga ja osakaalu kasv, näiteks ühekihiline fotosünteesiv kude vs. mitmekihiline (a). Samuti võib muutuda kloroplastide (fotosünteesivad lehtede organellid) hulga arv sama lehepaksuse juures (b). Kõrgemal valgusel võivad samas lehed tihti olla suuremas stressis. Nii näiteks on lehestiku ülaosa lehtedel tavaliselt ka suurenenud vee auramine lehe seest ning lehestikus kõrgemal paiknevad lehed peavad taluma madalamaid lehtede veepotentsiaali väärtusi (negatiivne rõhk lehe sees) ning suuremat mehhaanilist stressi tugevama tuule tõttu. Seetõttu peavad intensiivsemale valgusele eksponeeritud kõrgemal paiknevad lehed olema ka mehaaniliselt vastupidavamad. Tihti ongi võra ülaosa lehtedel suurem tugikudede hulk ja nende rakkudel on paksemad rakuseinad (c). Paksemad rakuseinad vähendavad süsihappegaasi difundeerumist välisõhust kloroplasti ((c) keskosa) ning vähendavad sellega lehtede fotosünteesivõimet. Praktikas esinevad erinevad kohastumuslikud muutused (a)–(c) korruga ning lehe fotosünteesivõime muutuse määr sõltub erinevate kohastumuslike muutuste ulatusest.

mis nõudis ajamahukat originaalandmete kontrollimist, andmete standardiseerimist, vajalike metaandmete väljaotsimist või tuletamist, ja lõpuks kõigi üksikute valgusgradientide sama meetodikaga kordusanalüüsi. Töö käigus leiti kõigi 15 tunnuse plastilisuse määr ning loodi uudne meetodika erinevate tunnuste individuaalse mõju hindamiseks fotosünteesi kiirusele. Kokkuvõtteks saadi mitte ainult kõige ulatuslikum lehestikugradientide andmebaas, vaid

selleks hetkeks kõige ulatuslikum fotosünteesikiiruste andmemassiiv maailmas. Selle ulatusliku andmestiku analüüs (Keenan, Niinemets, 2016; Niinemets jt, 2015; Niinemets 2016b) andis rea täiesti uudseid tulemusi ja lahendas mitmed aastatepikkused enigmad. Leiti, et 1) fotosünteesi varieeruvuse määr lehestikus on sarnane erinevatel eluvormidel, kuid eri eluvormidel on selle põhjuseks täiesti erinevate struktuursete, keemiliste ja füsioloogiliste faktorite kombinatsioonid (Niinemets jt, 2015); 2) fotosünteesi maksimumväärtused on kogu maailmas suuresti alahinnatud (Keenan, Niinemets, 2016); 3) dünaamilised muutused lehestiku fotosünteesigradientides toimuvad erineva kiirusega eri eluvormidel (Niinemets, 2016b). Kõik need tulemused on suure praktilise väärtusega fotosünteesi mudelite koostamisel ja rakendamisel taimekooslusest regionaalsete ja globaalsete tasemeteni.

Selle alateema raames analüüsiti veel lehestiku fotosünteesiliste pigmentide ja isopreeni emissiooni võrasisest varieeruvust ning sama liigi piires võrasiseste gradientide varieeruvust (Niinemets, 2016c), pakuti välja kontseptuaalne raamistik lehestikuhingamise varieerumise kirjeldamiseks (Niinemets, 2014) ning analüüsiti esmakordselt sammalde „lehestikus“ toimuvaid kohastumuslikke protsesse (Niinemets, Tobias, 2014). Lisaks osaleti lehestiku struktuuri ja funktsioonilase raamatu toimetamisel (Hikosaka jt, 2016). Toimetatud raamat on praegu üks kõige enam Springeri kirjastuse kodulehelt allalaaditavatest fotosünteesiraamatutest.

Taimede struktuuri ja fotosünteesi muutlikkuse piirid: liigispetsiifilisest kohanemisest ja kohastumisest globaalsete muustriteni

Taimetunnuste korrelatiivne variatsioon keskkonnagradiendide mõjul on üks tänapäeva taimeökoloogia oluline fookus. Tunnuste koordineeritud varieerumise mõistmine võimaldab taimede leviku globaalseid mustreid paremini seletada, mis on eriti suure praktilise väärtusega, et ennustada muutuvate kliimatingimuste mõju taimestiku levikule, samuti globaalsete taimede fotosünteesimudelite täpsemaks parameteriseerimiseks. Kui viimase ajani valitses arusaam, et globaalne tunnuste kovariatsioon (korrelatiivne variatsioon, eri tunnuste seostatud muutlikkus) on ühesugune liigisiselt ja liikidevaheliselt, siis selle alateema raames näidati, et liigisisene tunnuste kovariatsioon võib olla erinev liikidevahelisest kovariatsioonist ja see on eriti oluline laialdase levikuga liikidel (Niinemets, 2015, 2016a; Pazouki jt, 2016). Liigisisene varieeruvus sõltub nii keskkonnafaktoritest (plastiline varieeruvus) kui geneetilisest varieeruvusest (joonis 1), kuid isegi väga laialt levinud liikidel on geneetilise muutlikkuse ulatus senini ebapiisavalt uuritud. Selles töödetsüklis näidati esimest korda, et näiteks Eesti kõige olulisemal puuliigil, harilikul männil, on tohtu populatsioonisisene varieeruvus, mis oluliselt ületab populatsioonidevahelist varieeruvust (Niinemets, 2016a; Pazouki jt, 2016). Geneetilise varieeruvuse ulatuse kindlakstegemine võimaldab paremini

ennustada liikide vastust keskkonnamuutustele ja efektiivsemalt planeerida selektsiooniprogramme. Eriti on see oluline just praegu Eestis, kus on alanud pikaajaline metsaselektsiooniprogramm männi ja kuuse jaoks. Selle töö käigus valitakse välja kõige produktiivsemad liinid tuleviku kliimaks (Maaten, 2012; Maaten jt, 2013).

Lisaks liigisisese kovariatsiooni teema esiletõstmisele osalesin erinevate konsortsiumite liikmena mitmete globaalse haardega ülevaateanalüüside läbiviimisel. Need tööd käsitlesid kontseptuaalseid ökoloogilisi küsimusi: mis on „mittevarieeruvus“ tunnuste kovariatsiooni analüüsis, st kui suur varieeruvus on bioloogiliselt oluline ja millal on üldse mõtet rääkida tunnuste kovariatsioonist (Price jt, 2014); kas lehed on ehitatud modulaarselt ja kuidas eri lehemoodulite sõltumatu muutlikkus mõjutab võimalikke lehetunnuste kombinatsioone ja lehetunnuste korrelatiivset variatsiooni (Li jt, 2015, 2017); millised keskkonnaparameetrid, kas kliima- või mullafaktorid, on olulisemad lehtede globaalsete fotosünteesikiiruste mustrite määramisel (Maire jt, 2015).

Neist pälvis kõige suuremat tähelepanu globaalne lehtede suuruse varieeruvuse analüüs, mis avaldati ajakirja *Science* kaaneloona (Wright jt, 2017). See artikkel annab esimest korda mehhanistliku seletuse taimebiogeograafe sajandeid köitnud lehtede suuruse varieeruvuse probleemile maakera ökosüsteemides. Nimelt näitas see töö, et nii keskkonna maksimum- kui miinimumtemperatuurid määravad maksimaalse lehtede võimaliku suuruse. Varasemalt arvati, et ainult keskkonna maksimaalne temperatuur on lehtede suurust mõjutav tegur, kuid see ei seleta asjaolu, miks külmemates kasvupaikades on tihti väiksemad lehed. Olin üks kuuest teadlasest, kes alustasid 2006. aastal Sydneys võrgustiku Australian-New Zealand Network of Vegetation Function raames globaalse lehtede andmebaasi kokkupanemist. See artikkel põhineski lõviosas meie kogutud, kontrollitud ja süstematiseeritud andmestikul. Samuti pakkusime välja peamised hüpoteesid, kuidas lahendada vasturääkivusi senistes lehe suuruse varieeruvuse seletustes. Töö käigus liitus rida autoreid, kes kas panustasid uusi andmeid või/ja osalesid spetsiifiliste mudelarvutuste läbiviimisel.

Kuna lehe suurus määrab suuresti lehe võime vahetada energiat keskkonnaga, seisneb kõnesoleva artikli tulemuste üks praktiline väärtus selles, et teades lehtede varieeruvuse mehhanisme, on võimalik täpsemini ennustada taimestiku energiavahetust keskkonnaga, parandades sellega regionaalseid ja globaalseid taimede produktsiooni mudeleid ning kliimamudeleid. Teiselt poolt on lehtede suurus oluline tunnus ka kultuurtaimede selektsioonis. Nimelt määrab lehe suurus lehe temperatuuri erinevate keskkonnafaktorite (õhu temperatuur, maapinna temperatuur, pealelangeva kiirguse intensiivsus, tuule kiirus) ja taime füsioloogilise seisundi (õhulõhede avatus ja sellega seotud vee auramise intensiivsus) kombinatsioonide puhul. Lehe temperatuur omakorda mõjutab kõigi lehe füsioloogiliste protsesside kiirust optimuma sõltuvuse kohaselt,

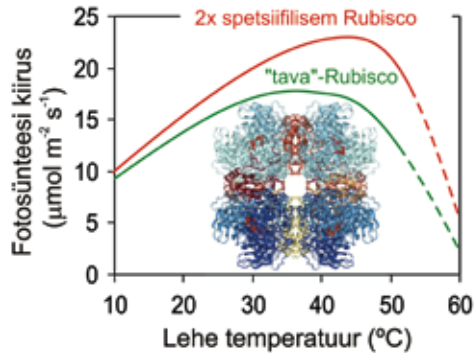
kaasa arvatud lehe fotosünteesi kiirust (joonis 4). Seega on võimalik taimede selektsioonis lehe suurust sihipäraselt valides nihutada lehtede temperatuuri lähemale fotosünteesi optimumpiirkonnale, suurendades sellega taimede produktiivsust.

Fotosünteesi evolutsioon stressitingimustes ja võimalused fotosünteesi efektiivsuse tõstmiseks tulevikukliimas

Lisaks klassikalistele taimeökoloogias kasutatavatele struktuursetele, füsioloogilistele ja keemilistele tunnustele sõltub lehtede fotosünteesi kiirus oluliselt ka fotosünteesi biokeemilise aparraadi varieeruvusest, eelkõige varieeruvusest peamise fotosünteesil osaleva ensüümi, Rubisco (ribuloos-1,5-bisfosfaadi karboksülaas/oksügenaas) muutlikkusest (joonis 4). Rubisco katalüüsib kõige esimest fotosünteesi pimereaktsiooni, mille käigus seotakse CO₂ molekul (ribuloos-1,5-bisfosfaadi, RubP, karboksüleerimine) ja algab suhkrute süntees. Kuna Rubisco spetsiifiline aktiivsus on madal, on teda vaja suurel hulgal kõrge fotosünteesi kiiruse saavutamiseks. Tihti moodustab Rubisco taimelehe koguvalgust 30–60%, mistõttu on Rubisco maailmas ka kõige laialdasemalt levinud valk. Teine Rubisco suur puudus on see, et ta CO₂ sidumine on konkurentselt inhibeeritud hapniku poolt. Kui Rubisco katalüüsib RubP reaktsiooni hapnikuga (oksügeneerimine), moodustub uuesti CO₂ (fotohingamine), vähendades fotosünteesi kiirust.

Rubisco limiteerib fotosünteesi eriti suurel määral siis, kui fotosünteesi toimumiskohas, kloroplastides, on Rubisco substraadi CO₂ kontsentratsioon madal, st eelkõige stressitingimustes taimedel, millel on õhulõhed suletud ja CO₂ pääs lehte raskendatud. Samuti on kloroplastide CO₂ kontsentratsioon madal stressirikastes kasvupaikades kasvavatel taimedel, näiteks madala mullaviljakusega ja/või vähese vee kättesaadavusega kasvukohtades kasvavatel taimedel. Nendel stressitolerantsetel taimedel on juba ilma stressita kõrge õhulõhede takistus (difusioonipiirang välisest õhust rakuvaheruumideni) või/ja suur mesofüllitakistus (difusioonitakistus rakuvaheruumidest kloroplastideni).

Väikese spetsiifilise aktiivsuse ja oksügenaasse aktiivsuse tõttu on Rubisco taimele väga kulukas. Terve plejaad taimebiolooge on püüdnud parandada taimede fotosünteesi, eriti stressitingimustes, muutes Rubisco spetsiifilist aktiivsust ning karboksülaasse ja oksügenaasse funktsiooni suhtelist osakaalu. Progress on senini olnud kahjuks tagasihoidlik, suuresti ka seetõttu, et Rubisco eri kineetiliste tunnuste variatsioonipiire ei ole süstemaatiliselt välja selgitatud. Lisaks taimede produktiivsuse tõstmisele on fotosünteesi mehhanistlik modelleerimine, eriti fotosünteesimuutuste modelleerimine kõrgeneva CO₂ ja temperatuuri puhul, teine lai valdkond, kus on vaja mõista Rubisco variatsioonipiire. Paraku eeldavad tänapäeva fotosünteesimudelid, et kõikide taimede Rubisco on ühesugune, samade kineetiliste tunnustega. See on väga



Joonis 4. Modelleeritud lehtede fotosünteesi kiiruse temperatuurisõltuvus „tava“-ribuloos-1,5-bisfosfaadi karboksülaas/oksügenaasiga (Rubisco) lehtedes ja lehtedes, kus Rubisco üks kineetiline tunnus, spetsiifilisuse faktor on kaks korda suurem. Rubisco on väga suur molekul, mis koosneb 8 suurest ja 8 väikesest subühikust kogumolekulmassiga u 550 kD. Joonisel on näidatud aedherne (*Pisum sativum*) Rubisco kolmedimensiooniline molekul, mis põhineb herne Rubisco kristallide röntgenanalüüsil (<http://www.rcsb.org/3d-view/4HHH>). Taimlehtedes on Rubisco osakaal tihti 30–60% koguvalgu hulgast. Seepärast on kõrge fotosünteesivõimega lehe fotosünteesiapparaadi moodustamine taime jaoks väga suur kulu. Teine probleem Rubiscoga on see, et ta katalüüsib ka RubP reaktsiooni hapnikuga, mille tulemusena moodustub uuesti CO₂ (fotohingamine). Seepärast püütaksegi leida autotroofsete organismide hulgas Rubiscot, mis oleks suurema spetsiifilisusega (kõrgem reaktsioonikiirus CO₂-ga, võrreldes reaktsioonikiirusega O₂-ga). „Tava“-Rubiscoga lehe fotosünteesi modelleeritud temperatuurisõltuvus joonisel on saadud kasutades C3 taimede keskmisi Rubisco kineetiliste tunnuste temperatuurisõltuvusi (Galmés jt, 2016 järgi). Lihtsuse mõttes ei ole arvestatud RubP regeneratsiooni temperatuurisõltuvust. Punktirjoonega on näidatud hüpoteetiline Rubisco poolt limiteeritud fotosünteesikiirus. Praktikas väheneb fotosünteesikiirus kõrgematel temperatuuridel drastiliselt mitme kuumatundlikuma protsessi kiiruse massiivse kahanemise tõttu (Niinemets, 2018).

problemaatiline eeldus, arvestades asjaolu, et atmosfääri CO₂ kontsentratsioon ja õhutemperatuur tõusevad, muutes Rubisco karboksüleerimise ja oksügeenimise vahekorda.

Selle alateema raames tehti rida laiahaardelisi analüüse mõistmaks, kuidas mõjutavad Rubisco eri kineetiliste tunnuste kovariatsioon ja mesofüllitakistus fotosünteesi erinevates tingimustes, sh muutuvast kliimas, ja kuidas oleks võimalik optimeerida taimede fotosünteesi Rubisco kineetilisi tunnuseid muutes (Flexas jt, 2016; Galmés jt, 2014, Niinemets, Keenan, 2014). Samuti analüüsiti, kui suur on Rubisco kineetiliste tunnuste temperatuurisõltuvuste variatsioon kõigi

fotosünteesiliste rühmade puhul, mil viisil on Rubisco temperatuurisõltuvused evolutsioonis muutunud ning kui palju mõjutavad erinevad temperatuurisõltuvused lehtede fotosünteesi kiirust (joonis 4, Galmés jt, 2016, 2015). Tegemist oli väga suuremahulise analüüsiga, mis võttis esimest korda kokku kõik seni maailmas tehtu. Kokkuvõtteks saadi esimest korda üldistatud Rubisco tunnuste temperatuurisõltuvused eri organismirühmade jaoks. Need sõltuvused võimaldavad sihipärasemalt leida viise Rubisco „parandamiseks“, et tõsta kultuurtaimede produktiivsust tuleviku kliimas. Tulemused näitavad veel, et kõik olemasolevad fotosünteesimudelid annavad vigaseid (kohati 20–40%, sõltuvalt mesofüllitakistusest ja temperatuurist) hinnanguid taimede fotosünteesile muutavas kliimas. Seega annavad tulemused olulise panuse regionaalsete ja globaalsete kliimamudelite parandamiseks ja usutavate fotosünteesihinnangute saamiseks.

Kokkuvõtteks

Tänapäeva taimeökoloogias ja ökofüsioloogias mängivad laiapõhjalised ülevaateanalüüsid järjest suuremat rolli taimeteaduse „seaduste“ leidmisel. Sellised „seadused“, üldised seosed taimede tähtsamate tunnuste ja kliima vahel, aitavad mõista, mis määrab taimede leviku maailmas ja kuidas mõjutavad kliimamuutused taimede levikumustreid, ning annavad suuniseid, kuidas kõige sihipärasemalt aretada erinevatele praegusaja ja tuleviku keskkonnatingimustele sobivaid taimekultuure. Ülevaateanalüüsid on samuti olulised, et kindlaks teha tänapäeva teadmiste piire, olles sellega suure informatiivsusega sisendiks tuleviku eksperimentaalseks tööks.

See töödetsüklil näitab, et taimelehtede keskkonnatingimustega kohanemise ja kohastumise mõistmiseks on vajalik uurida korraka kogu lehetunnuste kompleksi – nii lehtede struktuurseid, keemilisi, füsioloogilisi kui molekulaarseid tunnuseid. Vaadates lehetunnuste kompleksi kogu oma keerukuses, andis see töö esimest korda ülevaate taimede lehestiku plastilisuse piiride ja seda määravate tegurite kohta ning võttis kokku kogu olemasoleva andmestiku lehtede biokeemilisest kohanemisest ja kohastumisest.

Tänuõnad

Täna kõiki oma arvukaid kaastöötajaid ja finantseerijaid (ETAg, institutsionaalne uurimistoetus IUT-8-3 ja Euroopa regionaalfond, tippkeskus EcolChange).

VIITED

- Field, C. 1983. Allocating leaf nitrogen for the maximization of carbon gain: leaf age as a control on the allocation program. – *Oecologia*, 56, 341–347.
- Flexas, J., Díaz-Espejo, A., Conesa, M. A., Coopman, R., Douthe, C., Gago, J., Gallé, A., Galmés, J., Medrano, H., Ribas-Carbo, M., Tomàs, M., Niinemets, Ü. 2016. Mesophyll conductance to CO₂ and Rubisco as targets for improving intrinsic water use efficiency in C₃ plants. – *Plant, Cell & Environment*, 39, 965–982.
- Galmés, J., Conesa, M. À., Díaz-Espejo, A., Mir, A., Perdomo, J. A., Niinemets, Ü., Flexas, J. 2014. Rubisco catalytic properties optimized for present and future climatic conditions. – *Plant Science*, 226, 61–70.
- Galmés, J., Kapralov, M. V., Copolovici, L. O., Hermida-Carrera, C., Niinemets, Ü. 2015. Temperature responses of the Rubisco maximum carboxylase activity across domains of life: phylogenetic signals, trade-offs, and importance for carbon gain. – *Photosynthesis Research*, 123, 183–201.
- Galmés, J., Hermida-Carrera, C., Laanisto, L., Niinemets, Ü. 2016. A compendium of temperature responses of Rubisco kinetic traits: variability among and within photosynthetic groups and impacts on photosynthesis modeling. – *Journal of Experimental Botany*, 67, 5067–5091.
- Hikosaka, K., Niinemets, Ü., Anten, N. P. R. (eds). 2016. *Canopy photosynthesis: from basics to applications*. Springer, Berlin, XXXIII+428 p.
- Hirose, T., Werger, M. J. A. 1987. Maximizing daily canopy photosynthesis with respect to the leaf nitrogen allocation pattern in the canopy. – *Oecologia*, 72, 520–526.
- Kattge, J., Díaz, S., Lavorel, S., ..., Niinemets, Ü., *et al.* 2011. TRY – a global database of plant traits. – *Global Change Biology*, 17, 2905–2935.
- Keenan, T. F., Niinemets, Ü. 2016. Global leaf trait estimates biased due to plasticity in the shade. – *Nature Plants*, 3, 16201.
- Li, L., McCormack, M. L., Ma, C., Kong, D., Zhang, Q., Chen, X., Zeng, H., Niinemets, Ü., Guo, D. 2015. Leaf economics and hydraulic traits are decoupled in five species-rich tropical-subtropical forests. – *Ecology Letters*, 18, 899–906.
- Li, L., Ma, Z., Niinemets, Ü., Guo, D. 2017. Three key sub-leaf modules and the diversity of leaf designs. – *Frontiers in Plant Science*, 8, 1542.
- Maaten, T. 2012. Metsaselektsooni programmi esimesi edusamme Eestis. – *Eesti Mets*, 3, 25–29.
- Maaten, T., Vinkman, S., Peterson, A. 2013. Hariliku männi katsekultuuride rajamise, ülevaatus ja analüüsimetoodika. RMK, Tallinn, 37 lk.

Maire, V., Wright, I. J., Prentice, I. C., Batjes, N. H., Bhaskar, R., van Bodegom, P., Cornwell, W. K., Ellsworth, D., Niinemets, Ü., Ordóñez, A., Reich, P. B., Santiago, L. S. 2015. Global effects of soil and climate on leaf photosynthetic traits and rates. – *Global Ecology & Biogeography*, 24, 706–717.

Moles, A. T., Perkins, S. E., Laffan, S. W., ..., Niinemets, Ü., et al. 2014. Which is a better predictor of plant traits: temperature or precipitation? – *Journal of Vegetation Science*, 25, 1167–1180.

Niinemets, Ü. 2011. Koolipoisist ökofüsioloogiks. – Parmasto, E., Laisk, A., Kaljo, D. (toim). Teadusmõte Eestis (VI). Elu ja maateadused. Eesti teaduste akadeemia, Tallinn, 85–92.

Niinemets, Ü. 2012. Commentary. Optimization of foliage photosynthetic capacity in tree canopies: towards identifying missing constraints. – *Tree Physiology*, 32, 505–509.

Niinemets, Ü. 2014. Improving modeling of the „dark part“ of canopy carbon gain. – *Tree Physiology*, 34, 557–563.

Niinemets, Ü. 2015. Is there a species spectrum within the world-wide leaf economics spectrum? Major variations in leaf functional traits in the Mediterranean sclerophyll *Quercus ilex*. – *The New Phytologist*, 205, 79–96.

Niinemets, Ü. 2016a. Kuidas kohaneb harilik mänd kasvukohatingimuste, stressi ja muutuva kliimaga. – *Eesti Mets*, 2, 38–43.

Niinemets, Ü. 2016b. Leaf age dependent changes in within-canopy variation in leaf functional traits: a meta-analysis. – *Journal of Plant Research*, 129, 313–318.

Niinemets, Ü. 2016c. Within-canopy variations in functional leaf traits: structural, chemical and ecological controls and diversity of responses. – Hikosaka, K., Niinemets, Ü., Anten, N. P. R. (eds). *Canopy photosynthesis: from basics to applications*. Springer, Berlin, 101–141.

Niinemets, Ü. 2017. Suvi 1989 tudengina Voorel. – Kull, K., Koppel, A. (toim). *Vooremaa metsaökoloogia jaam ja Toomas Frey*. Tartu Ülikooli Kirjastus, Tartu, 187–193.

Niinemets, Ü. 2018. When leaves go over the thermal edge. – *Plant, Cell & Environment*, doi: 10.1111/pce.13184 (in press).

Niinemets, Ü., Keenan, T. F. 2014. Photosynthetic responses to stress in Mediterranean evergreens: mechanisms and models. – *Environmental and Experimental Botany*, 103, 24–41.

Niinemets, Ü., Tobias, M. 2014. Scaling light harvesting from moss „leaves“ to canopies. – Hanson, D. T., Rice, S. K. (eds). *Bryophyte Photosynthesis*. Springer, New York, 151–171.

Niinemets, Ü., Keenan, T. F., Hallik, L. 2015. Tansley review. A worldwide analysis of within-canopy variations in leaf structural, chemical and physiological traits across plant functional types. – *The New Phytologist*, 205, 973–993.

Niinemets, Ü., Berry, J. A., von Caemmerer, S., Ort, D. R., Parry, M. A. J., Poorter, H. 2017. Photosynthesis: ancient, essential, complex, diverse ... and in need of improvement in a changing world. The 17th International Congress on Photosynthesis Research – Photosynthesis in a Changing World, Maastricht, The Netherlands, August, 2016. – *The New Phytologist*, 213, 43–47.

Pazouki, L., Salehi Shanjani, P., Fields, P. D., Martins, K., Suhhorutšenko, M., Viinalass, H., Niinemets, Ü. 2016. Large within-population genetic diversity of the widespread conifer *Pinus sylvestris* at its soil fertility limit characterized by nuclear and chloroplast microsatellite markers. – *European Journal of Forest Research*, 135, 161–177.

Price, C. A., Wright, I. J., Ackerly, D. D., Niinemets, Ü., Reich, P. B., Veneklaas, E. J. 2014. Are leaf functional traits ‘invariant’ with plant size and what is ‘invariance’ anyway? – *Functional Ecology*, 28, 1330–1343.

Wright, I. J., Reich, P. B., Westoby, M., ..., Niinemets, Ü., et al. 2004. The world-wide leaf economics spectrum. – *Nature*, 428, 821–827.

Wright, I. J., Ning, D., Maire, V., ..., Niinemets, Ü., et al. 2017. Global climatic drivers of leaf size. – *Science*, 357, 917–921.

Ülo Niinemets

Sündinud 19.03.1970

1988 – Tartu 5. keskkool

1993 – Tartu ülikool (bioloogia-ökofüsioloogia)

1996 – doktorikraad (PhD ökofüsioloogia, Tartu ülikool)

1996 – Academia Europea Baltic Prize noorteadlasele

2000 – riiklik teaduspreemia bio- ja geoteaduste vallas

2006 – riiklik teaduspreemia keemia ja molekulaarteaduste vallas

2012 – Eesti vabariigi Valgetähe IV klassi teenetemärk

2012 – sai esimese Eesti teadlasena Euroopa teadusuuringute nõukogu (ERC) tippteadlase grand

2016 – keskkonnamuutustele kohanemise tippkeskuse (Eesti teaduse tippkeskus 2016–2022) juht

Töötanud Tartu ülikoolis ja Eesti maaülikoolis, praegu maaülikooli taimekasvatuse ja taimebioloogia professor. Jaganud oma teadmisi külalis-teadlase ja -professorina Bayreuthi ülikoolis Saksamaal, Canterbury ülikoolis

Christchurchis Uus-Meremaal, Hawaii ülikoolis Honolulu USAs, Utrechti ülikoolis Hollandis.

Juhendanud kaheksat doktoritööd. Avaldanud ligi 300 juhtivates andmebaasides kajastatud teadusartiklit. Kuulub maailma ühe protsendi enimsiteeritud teadlaste hulka rohkem kui ühes valdkonnas ning ühena seitsmest Eesti teadlasest maailma 3300 mõjukaima teadlase hulka.

*Põllumajandusteaduste valdkonna aastapremia tööde
tsükli „Invasiivsete dendropatogeenide varajane
tuvastamine ja levikuanalüüs“ eest*

Rein Drenkhan



METSAPATOLOOGILISED UURINGUD EESTIS: INVASIIVSETE DENDROPATOGEEENIDE VARAJANE TUVASTAMINE JA LEVIKUANALÜÜS

Esimeste metsahaigusi puudutavate uuringutega alustati Eestis juba 1854. aastal, kui asjaarmastaja H. A. Dietrich kirjeldas muuhulgas esmakordselt maailmas valge männi koorepõletiku tekitajana roosteseent *Cronartium ribicola* (Dietrich, 1856). Pool sajandit hiljem põhjustas nimetatud seen tohutuid kahjustusi, esmalt Põhja-Ameerikas. Seesama mees avastas 1856. aastal esimest korda Eestis ka ohtliku metsataimlate ja -noorendike haiguse – männi-pudetõve tekitaja *Lophodermium pinastri* (s.l. = laias tähenduses)¹ (Hanso, Drenkhan, 2012). Metsahaigusi puudutavate küsimustega on seejärel tegelenud veel mitmed Eesti mükoloogid (nt Elmar Lepik, Peeter Pöldmaa ja Erast Parmasto) ja metsateadlased (nt Elmar Kohh ja August Karu), kes aga polnud spetsialiseerunud vaid metsapatoloogiale. Tõsisemate metsapatoloogiliste uurin-gutega alustas siiski Lembit Muiste, tema järel spetsialiseerus just metsahaiguste uuringutele Märt Hanso, pühendudes täielikult metsapatoloogia kui teadusuuna arendamisele Eestis. Tema õpilasena ja metsapatoloogia tööühma uue juhina olen pööranud põhitähelepanu tänapäeval ülimalt aktuaalsele invasiivsete metsa-patogeenide varajasele tuvastamisele ja



Foto 1. See vana mikroskoop on metsa-patoloogia järjepidevuse sümbolne kandja.

Foto: Rein Drenkhan

¹ s.l. = laias tähenduses käib seenhaiguse männi-pudetõve tekitaja *Lophodermium pinastri* kohta. Sellepärast, et vanemas maailma kirjanduses tuntakse seda seent männi-pudetõve tekitajana, kuid tänapäeval tekitab sama haigust juba teine liik *Lophodermium seditiosum* (s.s. = kitsas tähenduses).

mitmekülgsel analüüsile. Eesti metsapatoloogia järjepidevuse sümboolseks kinnituseks võib pidada vana mikroskoopi (foto 1), mis on käest kätte liikunud alates Elmar Kohhist August Karu, Lembit Muiste ja Märt Hanso kaudu nüüd kuni allakirjutanuni.

Milleks üldse on metsapatoloogiline uurimistöö vajalik?

Esiteks on kindlasti tarvis varustada Eesti metsamajandust tervikuna majanduse otstarbeka korraldamise ja loodushoiu seisukohalt olulise teadusliku informatsiooniga metsahaiguste kohta, sh patogeenide aastati ja sesooniti küllaltki muutliku bioloogia uurimisega (lihtsustatult: mis ajal mingi konkreetne seenpatogeen levitab eoseid), milline on selle patogeeni ohtlikkus puudele ja kuidas oleks otstarbekas vastavat haigust ära hoida või siis tõrjuda. Ilma vastava teadusliku informatsioonita on nt metsataimlates keemiline tõrje ebaefektiivne ja saastab asjatult keskkonda. Epideemiliste haiguste korral esineb aastaid, mil igasugune tõrjevajadus isegi puudub, kuid seda peab ette teadma. Metsamajanduses tervikuna on vajalik kasutada ka metsapatoloogia uuringutest lähtuvaid õigeid majandamis- ja planeerimisvõtteid, mis annavad tulevikus tervemaid puustuid ja tagavad ka kvaliteetsema puidu.

Teiseks, taimehaigused ei tunne riigipiire. Ka enamik meil esinevatest haigusetekitajatest on tuntud nuhtlus metsa- ja pargipuudele kogu Euroopas, paljud nende hulgast isegi terves maailmas. Ja kõigis arenenud riikides tegelevad haigusetekitajate uurimisega teadlaste-metsapatoloogide rühmad. Teaduslik informatsioon erinevate haiguste esinemise kohta, nende iseärasuste kohta maailma eri paigus on äärmiselt oluline. Eesti metsapatoloogide sulest ilmunud artiklid on leidnud innukat refereerimist ja viitamist maailma juhtivates metsapatoloogilistes ja mükoloogilistes teadusajakirjades.

Metsapatoloogia seosed kliimamuutuste ja globaliseeruva kaubandusega

Kliimamuutuste lainel ja globaliseeruva kaubanduse taustal on tänapäeval jätkumas uute invasiivsete metsa- ja puuhaiguste sissetung Põhja-Euroopasse. Selle uue, metsamajandusele, linnahaljastusele ja loodusele tervikuna mõjuva tõsise ohu tõkestamine on mõeldamatu ilma igakülgsel, biogeograafilistest kuni patogeenide nüüdisaegse molekulaar- ja populatsioonigeneetikani ulatuvate sügavate uuringuteta. See ongi hetkel Eesti maaülikooli metsapatoloogia tööühma kõige olulisem teaduslik ülesanne, mille eestvedajaks on käesoleva artikli autor.

Balti- ja Põhjamaade metsad seisavad silmitsi jätkuva üha uute patogeenide ohuga. Viimasel aastakümnel on Balti- ja Põhjamaades dokumenteeritud ligi tosin uut ja invasiivset metsahaiguse tekitajat, sealhulgas ka mitu karantiinset

ehk eriti ohtlikku liiki, nt okaspuudel punavöötaud (tekitajaks *Dothistroma septosporum*), pruunvöötaud (*Lecanosticta acicola*), valgevöötaud (*Cyclaneusma minus*), männi-vörsevähk (*Diplodia sapinea*), ebatsuuga-pudetõbi (*Phaeocryptopus gaeumannii*), lehtpuudel aga üheks olulisemaks näiteks saaresurm (*Hymenoscyphus fraxineus*) (Drenkhan, Hanso, 2009a,b, 2010a; Müller jt, 2009; Rytönen jt, 2011; Solheim, Vuorinen 2011). Eesti metsapatoloogide eestvedamisel on avastatud mitmeid Euroopa ja ka globaalse levikuga patogeeni liike esmakordselt maailmas, uutel peremeestaimedel, nt punavöötaud perekond nulu liikidel (*Abies* spp.) (Drenkhan jt, 2014a). Eesti metsapatoloogid tõestasid esmakordselt, et saaresurm võib nakatada ja kahjustada peale hariliku saare ka mõningaid teisi saareliike (*Fraxinus* spp.) (Drenkhan, Hanso, 2010b; Drenkhan jt, 2015). Mõlemad uuringud on leidnud suurt tähelepanu ka väljaspool Eestit seetõttu, et nende patogeenide ohtlikkus ja kahju ulatus võib olla märkimisväärselt suurem kui seni teada oli.

Uute invasiivsete haigusete kitajate saabumisele meist lõunasse jäävatest maadest on inimene tahtmatult kaasa aidanud sealsete võõrpuuliikide kontrollimatu introduktsiooni kaudu. Kliimamuutuse käigus on ära langenud varem meie kliimale normaalsed talvekülmad, mistõttu puudub looduslik takistus lõunast levivatele invasiivsetele patogeenidele (Hanso, Drenkhan, 2013). Võõrpuuliikide introduktsiooni tulemusena on meil patogeenide jaoks juba nende kodumaalgi sobivaimaks osutunud substraat – meie jaoks võõrpuuliigid, millele nad on evolutsiooni käigus enim kohastunud – juba ees ootamas.

Uueks ohuteguriks on tänapäeval ka globaalne kaubandus, mille käigus liigub arvestatav (nii massi kui liigilise koosseisu poolest) hulk bioloogilist materjali pikkade vahemaade taha (Santini jt, 2013). Taimse materjali transpordil jäetakse pahatihti arvestamata, et ka visuaalselt terved taimed võivad endas peita nn latentse, s-o peitestaadiumis patogeene. Seesama kehtib ka teiste bioloogilise päritoluga materjalide puhul, nt kasvusubstraat, seemned, puit (kaubana ja ka pakendimaterjalina) jne. Invasiivsete haiguste risk metsanduses ja haljastuses on seetõttu pidevalt kasvanud, vastavalt kliimamuutuste tendentsile soojenemise ja ka niiskuse kasvu suunas (Hanso, Drenkhan, 2013). Niiskus teatavasti parandab oluliselt haigustekitavate seente levimist ja aktiivsust. Teame juba praeguse haiguste invasiooni eelsest ajast, et rohkemate sademete puhul sagenevad ka nt ohtliku taimlahaiguse, männi-pudetõve puhangud (Hanso, Drenkhan, 2012). Kardetavasti suurenevad ka meil veel vähe uuritud niiskuslembeste patogeenide *Phytophthora*-kompleksi kahjustused taimlates, puukoolides ja metsakooslustes.

Ühe kaitsevõttena tuleks sellega seoses analüüsida ka puude ilmastiku- ja haiguskindlust, lootes leida resistentsemaid puude järglasi. Sama kehtib ka eksoot-puuliikide sobivuse uurimise kohta meie aladele ja kliimasse. Selline lähenemine oleks nii majanduslikust kui ka ökoloogilisest aspektist lähtuvalt

oluliselt säästvam kui permanentne, kontrollivaba taimede import. Kohaliku päritoluga, meie keskkonnaga kohastunud puuliikide kasutamisel on taimede impordiga võrreldes mitu eelist: 1) suure tõenäosusega on meie taimed elujõulisemad, ja 2) kaob impordiga kaasneda võiva uute patogeenide (või tuntud patogeenide uute genotüüpide) saabumise oht.

Mida kujutavad endast invasiivsed kahjurorganismid?

Invasiivseid liike, sh seenpatogeene, peetakse tänapäeval kogu maailmas üheks suurimaks ohuks nii majandusele kui ka looduslikule mitmekesisusele (Kenis, Branco, 2010). Hinnanguline, ainuüksi invasiivsetest liikidest tingitud aastane majanduslik kahju Euroopas ulatub 12 miljardi euroni (www.nobanis.org). USAs on invasiivsetest patogeenidest tingitud kahju ainuüksi metsandusele hinnatud juba 2,1 miljardi dollarini aastas (Pimentel jt, 2000).

Invasiivsete patogeenide tekitatava kahju puhul eristatakse otsest ja kaudset kahju. Otsese kahju näiteks võib tuua puude ja põõsaste enneaegset defoliatsiooni, seda siis lehtede varasema varisemise ja/või fotosünteesiva pinna vähenemise näol. Invasiivsed patogeenid võivad peremeestaimi massiliselt kahjustada, nagu on äsja juhtunud hariliku saarega Euroopas. Rootsis on saaresurma tõttu harilik saar – põline puuliik sellel maal (!) – kantud isegi punasesse nimistusse, st ohustatud liikide hulka (Stenlid jt, 2011). Majandusliku kahju näiteks okaspuudele võib tuua invasiivse punavöötaudi tekitaja, mis põhjustab märkimisväärset kahju ka Uus-Meremaa eksoot-männikutes. 2000. aastatel ulatus see kahju rahalises väärtuses peaaegu 20 miljoni Uus-Meremaa dollarini (Watt jt, 2011), põhjuseks okaste massiline enneaegne varisemine ja puude juurdekasvu pidurdumine.

On mõistetav, et patogeenidest (ja ka kahjurputukatest) tingitud kahjustustega kahaneb puude ja puistute juurdekasv või see lõpeb isegi puude või puistute hukkumisega. Äsja Inglismaal tehtud uuringus Korsika männi (alamliigi nimetus *Pinus nigra* subsp. *laricio*) tervise kohta selgus, et nimetatud puuliik kaotas kõrguskasvus ainuüksi invasiivse punavöötaudi tõttu terve puistuga võrreldes 31,8% (Mullett, Brown, 2018). Samuti on teada, et kahjurite ja patogeenide tõttu emiteerivad kahjustatud puistud süsinikku enam kui seovad (Kurz jt, 2008). Biootilistest (sh invasiivsetest) kahjustajatest tingitud häiringud mõjutavad seega märkimisväärselt ka metsa süsiniku üldist varu või selle muutusi (Hicke jt, 2012). Seepärast tuleb arusaadavalt metsa juurdekasvu ja süsiniku emisiooni arvutusmodelites arvestada ka patogeenide mõjuga.

Invasiivsete patogeenide tuvastamise olulisus

Majandusele mitu korda odavamaks tuleb hinnata uute invasiivsete patogeenide seiret ja ennetamist võrreldes nende tagajärgede likvideerimisega, mida sageli on juba väga keeruline teha. Me peame teadma ja tundma neid juba enne seda, kui nad on meile saabunud. Kui invasiivne patoogen on aga juba märkamatult asustanud mingi ala, on teda sealt väga keeruline elimineerida. Invasiivsete patogeenide saabumine toimub enamasti tasahilju, nad võivad olla meil märkamatult äärmusjuhtudel isegi aastakümneid – seni kuni patogeeni populatsioon äkki plahvatuslikult kasvab, puude-metsade kriitiline taluvuspiir ületatud saab ning järgnevad tõsised kahjustused, nagu näitasisid punavöötaudi ja saaresurma (foto 2) äsjased juhtumid (Drenkhan jt, 2016a, 2017c).

Mida varem õnnestub invasiivseid organisme tuvastada, seda tõhusam saab olla ka nende tõrje, lihtsustatult: teame, mida oodata ning oleme „uute külaliste“ tõrjeks valmis. Selliste haigusetekitajate varaseks avastamiseks molekulaarsel teel on disainitud ka meil ja testitud mitmeid uusi molekulaarseid praimereid², nt saaresurma juba patogeeni latentse staadiumis tuvastamiseks importtaimedel. Veelgi enam: haigusetekitaja võimalike kunagiste puhangute retrospektiivseks uurimiseks oleme otsinud seda vanadest (isegi 100 aasta tagustest) herbaar-eksemplaridest, muidugi kasutades sellekski nüüdisaegseid molekulaarseid meetodeid (Drenkhan jt, 2016b, 2017a).

Uued praimerid võimaldasid meil eristada kaht erinevat saaresurma tekitaja geneetilist tüüpi, s.o Euroopas levivat ja seene arvatava algkodumaa Ida-Aasia päritolu tüüpi. Neid kaht patogeeni tüüpi ongi võimalik eristada vaid molekulaarselt. Ja äsjase värske uuringu tulemusena teame, et saaresurma tekitaja ei ole levinud Euroopasse otse Ida-Aasiast ning, teisest küljest, et patoogen, erinevalt senistest teadmistest, tekitab haigussümptomeid ka Aasias (Drenkhan jt, 2017a). Seni arvati, et nimetatud patoogen pärineb otse Ida-Aasiast ning et oma algkodumaal Aasias pole see seen üldse patoogene. Veel saame uusi praimereid kasutada eristamiseks kaht tavameetodeil raskesti eristatavat sõsarliiki: patogeenset *Hymenoscyphus fraxineus*'t ja põlist Euroopa päritolu mittepatogeenset *H. albidus*'t (Drenkhan jt, 2016b).

Taimepatoloogias olulise ja väga sarnaste morfoloogiliste tunnuste poolest tuntud, kuid siiski väheuuritud patogeenide rühma munasseente (*Oomycota*) eristamiseks oleme niisamuti disaininud ja testinud uusi praimereid, mis sobivad kasutada traditsioonilise (nn Sangeri) ja uue põlvkonna sekveneerimiseks (Riit jt, 2016). Praimerid võimaldavad tuvastada patogene erinevast bioloogilisest

2 Praimer on uurimisobjekti (nt seenpatoogen) lühike nukleotiidide järjestus. See on enamasti 15–25 nukleotiidist koosnev järjestus ja paardub DNA molekuli ühe ahelaga. Selle tulemusena tekib nn vaba (3'-OH) ots, millele DNA-polümeraas saab juurde lülitada uusi nukleotiidide ja sünteetide olemasoleva ahelaga komplementaarse DNA ahela.



Foto 2. Sauresurma tekitaja *Hymenoscyphus fraxineus* tõttu hukkunud harilikud saared Lääne-Eestis. Foto: Rein Drenkhan

materjalist (nii metsast kui põllult), mis varem oli äärmiselt raske, ning kasutada neid patogeensete jt munasseeneliikide mitmekesisuse analüüsid. Nende loomine osutus vajalikuks seepärast, et teaduskirjanduses pakutavad praimerid osutusid tihti kasutuskõlbmatuiks ja tihti isegi mitte-liigispetsiifilisteks, munasseente täpne identifitseerimine on aga tõrje organiseerimise seisukohast ülioluline.

Taimepatoloogias on vajalik mõista ja analüüsida invasiivsete, sh tänapäeval globaalselt levima hakanud patogeenide asustusstrateegiat uutel hõivatavatel aladel. Selle tundmaõppimiseks on oluline kehtestada pidev monitooring, proovide kogumine ja analüüs, aga ka vanade herbaariumide analüüs. Varjatud eluviisiga patogeenide tuvastamiseks tuleb kasutada molekulaardiagnostikat või isegi nn molekulaarset seiret, seepärast on vaja, muuhulgas, jätkuvalt ise disainida meie oludesse sobivaid primereid. Sauresurma leviku otsingul herbaareksemplare analüüsid selgus, et sauresurma tekitaja ongi olnud Eestis kohal juba viis-kuus aastat enne, kui algas hariliku saare massiline suremine (Drenkhan jt, 2016b). Patogeenide sõsarliikidest eristamise keerukusele viitab seegi, et Kaug-Ida päritolu herbaariume testides selgus, et sauresurma tekitaja esines Ida-Aasia aladel juba ligi 30 aastat enne seda, kui sealkandis nimetatud

patogeeni üleüldse esmakordselt uue liigina kirjeldati (see toimus 1993. aastal Jaapanis) (Drenkhan jt, 2017a).

Patogeenide globaalne levik ja nende populatsioonide võrdlemine seene päritolu ja levimisstrateegia paljastamiseks

Käesoleva artikli autori eestvedamisel koostasid 66 teadlast 33 riigist globaalse levikuga, meil invasiivse haiguse punavöötaudi (foto 3) tekitavate liikide leviku, nende kahjustatavate peremeestaimede, patogeenide paarumistüüpide ja kahjustuse ulatuse globaalse andmebaasi (<http://arctis.mendelu.cz/monitoring/> vt. Drenkhan jt, 2016a). Selle töö tulemusena selgus, et punavöötaudi tekitajad on levinud maailmas 76 maal, antud patogeene on leitud 109 erinevalt peremeestaimeliigilt sugukonnas männilised (*Pinaceae*). Globaalsest analüüsist järeldub, et enim kahjustab punavöötaud mägimändi (*P. mugo*) ja musta mändi (*P. nigra*) ning nende alamliike. Seega, töö ühe rakendusliku soovitusena tuleks loobuda nimetatud männiliikide sedavõrd laialdasest kasvatamisest ning kasutamisest haljastuses kui seni (Drenkhan jt, 2016a). Kõnealust uuringut on hinnatud ka kui etaloni järgnevateks uuringuteks teistegi invasiivsete dendropatogeenide globaalsel analüüsil.

Niisamuti, rahvusvahelises koostöös, oleme analüüsinud invasiivse punavöötaudi esmaleide maailma eri osades, et avastada nimetatud patogeeni



Foto 3. Punavöötaudile (tekitaja *Dothistroma septosporum*) tüüpilised punased vööd hariliku männi okastel. Foto: Rein Drenkhan

võimalik algne päritolumaa (Barnes jt, 2016) ning analüüsinud erinevate riikide kogemusi punavöötaudi tõrjel (Bulman jt, 2016).

Invasiivse männi-võrsevahi (*Diplodia sapinea*) levikut iseloomustab looduslik põhjasuunaline levimine käimasoleva kliimamuutuse lainel, kuid uurimistöö tulemusel on leidnud kinnitust ka varasem inimese-poolne patogeeni tahtmatu levitamine (Adamson jt, 2015a). Männi-võrsevahi looduslikule levikule aitavad kaasa ka putukad, sh oluline metsakahjur männikärsakas (Drenkhan jt, 2017b).

Ohtlik karantiinne pruunvöötaudi tekitaja on seni Eestis levinud siiski vaid üksikute pesadena ja eksoot-mändidel, molekulaarsed analüüsid reedavad seene isegi mitmekordset introductseerimist Eestisse inimeste poolt (Adamson jt, 2015b). Meie värskeima uuringu kohaselt on nimetatud patogeen aga levinud eksoot-männilt juba ka meie kodumaisele harilikule männile (Adamson jt, 2018a), mis väärrib olulist tähelepanu, pidevat monitooringut ja vastavate uuringute käigus üha uuenevaid ohuhinnanguid hariliku männi kui meie majanduslikult ühe olulisima puuliigi tervisele.

Lisaks täpsetele molekulaarsetele liigimäärangutele kasutatakse patogeenide analüüsimisel metsapatoloogias üha enam populatsioonigeneetilisi meetodeid. Eesti maaülikooli metsapatoloogid ongi põhjalikult uurinud okaspuudel punavöötaudi ja lehtpuudel saaresurma tekitajate populatsioone Euroopas ja Aasias ning tuvastanud nende levikuteed ja genotüübid (Drenkhan jt, 2013; Sønstebo jt, 2017; Adamson jt, 2018b). Uue informatsioonina teame nüüd isegi seda, et Euroopas leviva patogeeni geenid on lähedasemad Kaug-Venemaa omadele kui Jaapnist pärinevatele (Sønstebo jt, 2017) ning seda seisukohta toetab ka varasem analüüs võimalikust saaresurma levikust Euroopasse (Drenkhan jt, 2014b).

Kokkuvõtteks

Siin käsitletud tööde olulisusele viitab see, et koos taimse istutusmaterjali ja puittoodete impordi kiirelt kasvava mahuga on ülivajalik otsida efektiivsemaid võimalusi invasiivsete patogeenide varaseks avastamiseks. Diagnostiliste võimaluste parendamine loob efektiivsema ja ühtlasi ökonoomsema kontrollimehhanismi invasiivsete patogeenide varajaseks tuvastamiseks imporditavas bioloogilises materjalis, arusaadavalt on sel ühtlasi oluline praktilise rakendamise potentsiaal. Invasiivsete patogeenide levikuteede ning sel viisil levivate liikide päritolu analüüs avardab ka majanduspoliitilist ja ühiskondlikku teadlikkust taimse materjali kontrollimata impordiga seotud riskidest. Patogeenide põhjalik seire ja molekulaarsed analüüsid, sh populatsioonigeneetikaalased, võimaldavad tuvastada, mõista ja tulevikus ka prognoosida võimalikke levikuteid ja -mustreid. Patogeenide süvaanalüüs võimaldab paremini hinnata nendest tulenevaid ohte ning seista nende vastu.

Varajane diagnostika, sh patogeenide molekulaarne seire, ja patogeenide levikuteede analüüs ongi praegusajal metsapatoloogia töörühma olulisim uurimissuund Eesti maaülikoolis.

Tänuavaldused

Autor tänab esmalt kõrge tunnustuse eest Eesti teaduste akadeemiat, seejärel kõiki metsapatoloogia töörühma töötajaid, oma õpilasi ja artiklite kaasautoreid nii Eestis kui välismaal ning eriti järgmisi inimesi: mentor dr Märt Hansot, dr Kalev Adamsoni, dr Tiia Drenkhanit ja laborant Katrin Jürimaad. Suurim tänu tugeva toetuse eest EMÜ metsandus- ja maaehitusinstituudi, eriti aga metsakasvatuse ja metsaökoloogia õppetooli kolleegidele. Erilised tänusõnad lähedaste perekonnale kannatlikkuse eest! Käesolevaid metsapatoloogilisi uuringuid on toetanud järgmised projektid: Norra-Eesti koostööprojekt EMP162, Eesti teadusagentuuri projektid PSG136 ja IUT21-04, RMK projekt T160148MIMK, mitmed keskkonnainvesteeringute keskuse projektid, Eesti maaülikool, COST projektid DIAROD ja FRAXBACK.

VIITED

Adamson, K., Kalvina, D., Drenkhan, R., Gaitnieks, T., Hanso, M. 2015a. *Diplodia sapinea* is colonizing the native Scots pine (*Pinus sylvestris*) in the northern Baltics. – European Journal of Plant Pathology, 143, 343–350.

Adamson, K., Drenkhan, R., Hanso, M. 2015b. Invasive brown spot needle blight caused by *Lecanosticta acicola* in Estonia. – Scandinavian Journal of Forest Research, 30 (7), 587–593.

Adamson, K., Laas, M., Drenkhan, R., Hanso, M. 2018a. Quarantine pathogen *Lecanosticta acicola*, observed at its jump from an exotic host to the native Scots pine in Estonia. – Baltic Forestry, 1, (accepted).

Adamson, K., Mullett, M. S., Solheim, H., Barnes, I., Müller, M. M., Hantula, J., Vuorinen, M., Kačergius, A., Markovskaja, S., Musolin, D. L., Davydenko, K., Keča, N., Ligi, K., Priedite, R. D., Millberg, H., Drenkhan, R. 2018b. Looking for relationships between the populations of *Dothistroma septosporum* in northern Europe and Asia. – Fungal Genetics and Biology, 110, 15–25.

Barnes, I., Nest, A., Mullett, M. S., Crous, P. W., Drenkhan, R., Musolin, D. L., Wingfield, M. J. 2016. Neotypification of *Dothistroma septosporum* and epitypification of *D. pini*, causal agents of Dothistroma needle blight of pine. – Forest Pathology, 46, 388–407.

Bulman, L. S., Tubby, K., Bradshaw, R. E., Fraser, S., Martín-García, J., Barnes, I., Musolin, D. L., Porta, N. La, Woods, A. J., Diez, J. J., Koltay, A., Drenkhan, R., *et al.*

2016. A worldwide perspective on the management and control of *Dothistroma* needle blight. – *Forest Pathology*, 46, 472–488.
- Dietrich, H. A. 1856. Blicke in die Cryptogamenwelt der Ostseeprovinzen. – *Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands*, II Ser. 1, 261–416.
- Drenkhan, R., Hanso, M. 2009a. Hariliku saare allakäik Eestis ja mujal Euroopas. – *Eesti Loodus*, 3, 14–19.
- Drenkhan, R., Hanso, M. 2009b. Recent invasion of foliage fungi of pines (*Pinus* spp.) to the northern Baltics. – *Forestry Studies / Metsanduslikud Uurimused*, 51, 49–64.
- Drenkhan, R., Hanso, M. 2010a. Uus pudetõbi ebatsuugal. – *Eesti Mets*, 3, 21–23.
- Drenkhan, R., Hanso, M. 2010b. New host species for *Chalara fraxinea*. – *New disease reports*, 22, 16.
- Drenkhan, R., Adamson, K., Jürimaa, K., Hanso, M. 2014a. *Dothistroma septosporum* on firs (*Abies* spp.) in the northern Baltics. – *Forest Pathology*, 44, 250–254.
- Drenkhan, R., Sander, H., Hanso, M. 2014b. Introduction of Mandshurian ash (*Fraxinus mandshurica* Rupr.) to Estonia: Is it related to the current epidemic on European ash (*F. excelsior* L.)? – *European Journal of Forest Research*, 133, 769–781.
- Drenkhan, R., Adamson, K., Hanso, M. 2015. *Fraxinus sogdiana*, a Central Asian Ash species, is susceptible to *Hymenoscyphus fraxineus*. – *Plant Protection Science*, 51 (3), 150–152.
- Drenkhan, R., Tomešova-Haataja, V., Fraser, S., et al. 2016a. Global geographic distribution and host range of *Dothistroma*: a comprehensive review. – *Forest Pathology*, 46, 408–442.
- Drenkhan, R., Riit, T., Adamson, K., Hanso, M. 2016b. The earliest samples of *Hymenoscyphus albidus* vs. *H. fraxineus* in Estonian mycological herbaria. – *Mycological Progress*, 15, 835–844.
- Drenkhan, R., Solheim, H., Bogacheva, A., Riit, T., Adamson, K., Drenkhan, T., Maaten, T., Hietala, A. M. 2017a. *Hymenoscyphus fraxineus* is a leaf pathogen of local *Fraxinus* species in the Russian Far East. – *Plant Pathology*, 66, 490–500.
- Drenkhan, T., Voolma, K., Adamson, K., Sibul, I., Drenkhan, R. 2017b. The large pine weevil *Hylobius abietis* (L.) as a potential vector of the pathogenic fungus *Diplodia sapinea* (Fr.) Fuckel. – *Agricultural and Forest Entomology*, 19 (1), 4–9.
- Hanso, M., Drenkhan, R. 2012. Lophodermium needle cast, insect defoliation and growth responses of young Scots pines in Estonia. – *Forest Pathology*, 42, 124–135.

- Hanso, M., Drenkhan, R. 2013. Simple visualization of climate change for improving the public perception in forest pathology. – *Forestry Studies / Metsanduslikud Uurimused*, 58, 37–45.
- Hicke, J. A., Allen, C. D., Desai, A. R., *et al.* 2012. Effects of biotic disturbances on forest carbon cycling in the United States and Canada. – *Global Change Biology*, 18, 7–34.
- Kenis, M., Branco, M. 2010. Chapter 5: Impact of alien terrestrial arthropods in Europe – Alien terrestrial arthropods of Europe. – *BioRisk*, 4 (1), 51–71.
- Kurz, W. A., Dymond, C. C., Stinson, G., Rampley, G. J., Neilson, E. T., Carroll, A. L., Ebata, T., Safranyik, L. 2008. Mountain pine beetle and forest carbon feedback to climate change. – *Nature*, 452, 987–990.
- Mullett, M. S., Brown, A. V. 2018. Effect of dothistroma needle blight on needle and shoot lengths. – *Forest Pathology*, 48 (1), e12382. doi.org/10.1111/efp.12382
- Müller, M. M., Hantula, J., Vuorinen, M. 2009. First observations of *Mycosphaerella pini* on Scots pine in Finland. – *Plant Disease*, 93, 322.
- Pimentel, D., Lach, L., Zuniga, R., Morrison, D. 2000. Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. – *BioScience*, 50 (1), 53–65.
- Riit, T., Tedersoo, L., Drenkhan, R., Runno-Paurson, E., Kokko, H., Anslan, S. 2016. Oomycete-specific ITS primers for identification and metabarcoding. – *MycoKeys*, 14, 17–30.
- Rytkönen, A., Lilja, A., Drenkhan, R., Gaitnieks, T., Hantula, J. 2011. First record of *Chalara fraxinea* in Finland and genetic variation among isolates sampled from Åland, mainland Finland, Estonia and Latvia. – *Forest Pathology*, 41, 169–174.
- Santini, A., Ghelardini, L., De Pace, C., *et al.* 2013. Biogeographical patterns and determinants of invasion by forest pathogens in Europe. – *New Phytologist*, 197, 238–250.
- Solheim, H., Vuorinen, M. 2011. First report of *Mycosphaerella pini* causing Red Band Needle Blight on Scots pine in Norway. – *Plant disease*, 95 (7), 875.
- Sønstebø, J. H., Vivian-Smith, A., Adamson, K., Drenkhan, R., Solheim, H., Hietala, A. M. 2017. Genome-wide population diversity in *Hymenoscyphus fraxineus* points to an eastern Russian origin of European Ash dieback. – *Biorxiv.org*, doi: 10.1101/154492
- Stenlid, J., Oliva, J., Boberg, J. B., Hopkins, A. J. 2011. Emerging diseases in European forest ecosystems and responses in society. – *Forests*, 2 (2), 486–504.

Watt, S. M., Ganley, R. J., Kriticos, D. J., Manning, L. K. 2011. Dothistroma needle blight and pitch canker: The current and future potential distribution of two important diseases of *Pinus* species. – Canadian Journal of Forest Research, 41, 412–424.

Rein Drenkhan

Sündinud 29.06.1977

1995 – Antsla keskkool

1999 – Eesti põllumajandusülikool (metsamajandus)

2001–2002 – magistriõpe (metsandus, Rootsi põllumajandusülikool)

2003 – magister (metsandus, Eesti maaülikool)

2011 – doktorikraad (PhD metsamajanduses, Eesti maaülikool)

2013 – Eesti maaülikooli Raefondi preemia

Alates 2003. aastast õpetanud ja teinud teadustööd Eesti maaülikoolis, praegu metsapatoloogia dotsent. Avaldanud üle 20 juhtivates andmebaasides kajastatud teadusartikli ja rohkem kui 30 muud kirjutist. Juhendanud 15 magistritööd ja üht doktoritööd.

*Sotsiaalteaduste valdkonna aastapreemia tööde tsükli
„Riigi rahanduse arengud ja väljakutsed kriiside ajal ja
nende järgselt Eestis ning Euroopas“ eest*

Ringa Raudla



RIIGI RAHANDUSE ARENGUD JA VÄLJAKUTSED KRIISIDE AJAL JA NENDE JÄRGSILT EESTIS NING EUROOPAS

Viimase dekaadi jooksul on Euroopat raputanud nii majandus-, finants- kui ka fiskaalkriisid. Seoses erinevate kriisidega on üles kerkinud vajadus paremini mõista, kuidas see osa avalikust haldusest, mis mõjutab riigi rahandust, toimib ja ka halduspoliitilisi tulemusi kujundab. Konventsionaalse majandusteaduse suutmatuse viimase dekaadi kriise ette ennustada (nt Colander jt, 2009; Fadda, Tridico, 2015) vihjab sellele, et (riigi) rahanduse kui uurimisvaldkonna paremaks mõistmiseks on vajalik uurimisampluaad laiendada ja pöörata rohkem tähelepanu sellele, kuidas erinevad institutsioonid majanduse toimimist mõjutavad. Kuigi põhiseaduse ja bürokraatia kui institutsioonide uurimine on olnud keskseks teemaks avalikus halduses, on teised sotsiaalteadused (eriti majandusteadus) nendele teemadele seni liiga vähe tähelepanu pööranud, vaatamata olulisele rollile, mida riigi põhiseaduslik raamistik ja bürokraatia potentsiaalselt majanduse arengus mängivad (Evans, Rauch, 1999; Persson, Tabellini, 2005).

Oma uurimistöö käigus olen püüdnud välja arendada analüütilise raamistiku, mida on võimalik kasutada fiskaalse valitsemise ja fiskaalbürokraatia süstemaatilisemaks uurimiseks, seda eriti kriisi kontekstis. See raamistik aitab selgitada, kuidas halduspoliitilised analüütilised suutlikkused mõjutavad erinevate kriiside kujunemist ja kulgu, millised administratiivsed ja institutsionaalsed aspektid mängivad rolli kriisi juhtimisel ja sellest väljumisel ning milliseid õppetunde on võimalik tuvastada edasisteks poliitilisteks valikuteks nii Eestis kui ka teistes Euroopa riikides.

Riigi rahanduse ja institutsioonide seosed

Joseph Schumpeter on öelnud, et kui tahame midagi teada ühe riigi majanduse ja ühiskonna kohta, siis kõige parem alustuskoht uurimiseks on vaadata selle riigi rahandust. Ka avaliku halduse kui distsipliini juured on kameraalteadustes, mille oluliseks fookuseks oli riigi rahandus (Backhaus, Wagner, 1987; Reiner, Rössner, 2016). Vaatamata sellele on riigi rahanduse valdkonnas pööratud vaid piiratud tähelepanu institutsioonide ning riigi rahanduse vahelistele seostele, mis on aga oluliselt piiranud sotsiaalteadlaste suutlikkust selgitada Euroopa riikide erinevusi riigi rahanduse arengutes.

Olulisteks institutsionaalseteks aspektideks, mida riigi rahanduse toimimiseks on vaja mõista, on: 1) erinevate osapoolte võim fiskaalpoliitika kujundamisel (Raudla, 2014; Raudla jt, 2017b); 2) otsustusprotsessi tsentraliseeritus vs. det-sentraliseeritus (Raudla jt, 2017c; Douglas jt, 2016b; Raudla, Tammel, 2015); 3) fiskaalsed reeglid (Bel jt, 2017c; Douglas jt, 2016a; Raudla, 2015a); 4) poliitikate koordineerimine erinevate asutuste vahel (Karo jt, 2017); 5) fiskaalbürokraatia analüütiline suutlikkus (Raudla jt, 2016).

Mõistmaks riigi rahanduse ja avaliku halduse vahelisi seoseid, on vajalik *tsentraliseerimise* ja *detsentraliseerimise* mõjurite ja mõjude süstemaatiline analüüs. Fiskaalse valitsemise alane kirjandus on välja toonud, et mida tsentraliseeritum on eelarve protsess (nt rahandusministeeriumi tugev roll, parlamendi piiratud roll), seda kergem on riigil tagada fiskaalset distsipliini (Hallerberg jt, 2009; Bel jt, 2018). Samas võib parlamendi piiratud roll eelarveprotsessis tekitada probleeme vastutusmehhanismide ja demokraatliku legitiimsusega (Douglas jt, 2016a; Raudla, 2015a). Kuna seadusandlik kogu on kodanike (ja maksumaksjate) kõige otsesem esindaja, on demokraatliku vastutusmehhanismi tagamiseks oluline, et parlamendi liikmed mõistavad ja suudavad adekvaatselt analüüsida eelarve sisu (Bel jt, 2018; Douglas jt, 2016a).

Lisaks seadusandliku kogu rollile iga-aastases eelarves oleks soovitav suurendada parlamendi rolli ka strateegiliste riigi rahandusega seotud otsuste tegemisel. Eestis on eelarvestrateegia koostamine seni olnud täitevvõimu piirides toimuv suhteliselt suletud protsess. Keskne roll on olnud rahandusministeeriumil, kes on selle koostanud makromajanduslike prognooside ja valitsemisalade arengukavade põhjal. Kuna eelarvestrateegia on riigi üks kesksemaid poliitikadokumente, mis puudutab peaaegu kõiki, peaks selle koostamine olema oluliselt avatum ja kaasavam protsess. Eelarvestrateegiale kui dokumendile tugevama legitiimsuse andmiseks võiks see kindlasti olla enne kinnitamist arutusel riigikogus ja ideaalis võiks see saada ka riigikogu kinnituse (Raudla, 2015b). Seni on riigikogu olnud eelarvestrateegia passiivne tarbija. Kui eelarvepoliitilised valikud ja valitsuse prioriteedid tuleksid käsitlusele riigikogus enne strateegia vastuvõtmist, saaks eelarvestrateegias esitatud tulemusinfo (nt valitsuse eesmärkide, seatud sihttasemete ja valitud tulemusindikaatorite kohta) laiema kõlapinna. Seni on riigikogu pööranud valitsuse esitatud tulemusinfole suhteliselt piiratud tähelepanu – muuhulgas ka põhjusel, et riigikogu liikmed on tajunud, et kõik eelarvepoliitilised valikud saavad tehtud eelarveprotsessi täidesaatva võimu faasis ning seadusandliku kogu mõju eelarvele on pigem piiratud (Raudla, 2012, 2015b).

Kriiside kogemine kipub kaasa tooma „tsentraliseerimise kaskaadi“: otsuste tsentraliseerimine ühes avaliku halduse süsteemi osas võib kaasa tuua tsentraliseerimised ka teistes avaliku halduse osades (Raudla jt, 2015a; Raudla, Tavares, 2018; Douglas jt, 2016b). Näiteks suurema võimu koondamine

rahandusministeeriumi kätte on omakorda suurendanud eelarveüksuste võimu teistes ministeeriumides. Samuti on kriisidega kaasnenud kesk võimu oluline tugevnemine võrreldes kohalike omavalitsustega, kelle fiskaalset autonoomiat on kriisi haldamiseks hakatud rohkem piirama (Raudla, Tavares, 2018). Kuigi kriisi ajal võimaldavad tsentraliseeritumad otsuse tegemise struktuurid kiiremini tegutseda ja ka kulusid säästa, võib liigne tsentraliseeritus kaasa tuua selle, et otsuseid tehakse liiga piiratud informatsiooni põhjal ning ei hinnata nende pikaajalisi tagajärgi, sh mõjusid teiste organisatsioonide analüütilisele suutlikkusele (Raudla, Savi, 2015; Raudla, Tammel, 2015). Näiteks raamatupidamisteenuse tsentraliseerimine Eesti keskvalitsuses, mida paljuski tehti riigieelarvekulude kokkuhoidmiseks, on tekitanud probleeme asutustes, kust raamatupidajad „ära võeti“. Juhtidel kadus sellega ära oluline informatsiooniline tugi, samas kui tegevuskulusid pole reaalset suudetud veel vähendada ning lisaks on juurde tekkinud koordinatsiooniprobleeme (Raudla, Tammel, 2015).

Teisalt võib ka otsusetegemise ja rahastusprotsesside liigne detsentraliseerimine avalikus sektoris tekitada probleeme. Näiteks teadusrahastuse korraldus Eestis on seni olnud Euroopa riikide hulgas kõige detsentraliseeritum (Karo jt, 2016; Raudla jt, 2015b). Detsentraliseeritud ja projektipõhine teaduse rahastamine Eestis on oluliselt mõjutanud finantsjuhtimise praktikaid nii teadusgruppide ja instituutide kui ka ülikoolide kui terviku tasandil ning toonud kaasa mitmeid väljakutseid ja probleeme. Selline teadusrahastuse korraldus on tekitanud probleeme strateegiliste otsuste tegemisel ülikoolides, põhjustanud rahalisi pingeid instituutide ja ülikooli keskse administratsiooni vahel ning suurendanud administratiivseid kulusid teadussüsteemis. Lisaks on detsentraliseeritud süsteem teinud raskeks teadustegevuse pikemaajalise planeerimise ja kujundamise nii instituutides kui teadusgruppides, põhjustanud lünki teadustegevuses, vältinud riskantsemate uurimisprojektide ettevõtmist ning vähendanud akadeemilise karjääri atraktiivsust noorte ja andekate teadlaste seas (Karo jt, 2016; Raudla jt, 2015b). Ülikoolide baasrahastuse suurendamine on seega oluline samm institutsionaalse stabiilsuse parendamiseks.

Sageli kipuvad avaliku sektori reformid pendeldama kahe ekstreemse äärmuse – liigne tsentraliseerimine ja liigne detsentraliseerimine – vahel. Tsentraliseeritud süsteemi tekitatud probleemidele (nt paindumatus, ebapiisavad informatsioonilised alused) lahenduseks pakutakse sageli detsentraliseeritud süsteemi, mis omakorda toob uuesti kaasa teistsugused probleemid (koordinatsiooniraskused, probleemid vastutusmehhanismidega), mida uuesti püütakse lahendada ulatuslikuma tsentraliseerimisega. Avaliku sektori reformide hindamisel ja soovitude tegemisel on seega vajalik sellist tendentsi teadvustada ning püüda vältida reformipendli ekstreemset liikumist ühest asendist teise. Reformiprotsessid on sageli organisatsioone ja nende töötajaid kurnavad ning pidev keskendumine struktuuride muutmisele võib hakata takistama sisuliste probleemidega tegelemist. Lisaks tuleks avaliku sektori reformide kujundamisel

ja elluviimisel meeles pidada, et tulemuste saavutamisele ja poliitikate mõju- kusele aitab lisaks formaalsetele struktuuridele oluliselt kaasa see, kui suutlikke ametnikke on õnnestunud avaliku sektori organisatsioonidesse värvata, kui motiveeritud nad on ja kui pikaajalise orientatsiooniga on nende töötamise perspektiiv (Evans, Rauch, 1999; Schick, 2007).

Viimaste dekaadide kogemus on näidanud, et *fiskaalsetest reeglitest* üksi ei piisa fiskaalpoliitiliste otsuste raamistamiseks (Grembi jt, 2016; Heinemann jt, 2018). Liiga keerukad reeglid hägustavad vastutust ja läbipaistvust, samas kui liigselt lihtsustatud reeglid sunnivad riiki järgima pro-tsüklilist fiskaalpoliitikat (st poliitikat, mis võimendab, mitte ei pehmenda majandustsüklit) (Douglas jt, 2016a; Kattel, Raudla, 2014; Raudla, 2015b). Eriti supra-natsionaalsete fiskaalsete reeglite puhul on oluline analüüsida, kuidas need sobituvad liikmesriikide kohaliku kontekstiga (Raudla jt, 2016). Näiteks Euroopa Liidus 2013. aastal sõlmitud fiskaalpe nõudis eurotsooni liikmetelt struktuurse defitsiidi (või tasakaalu) reegli kehtestamist riigieelarvet puudutavas raamseaduses.

Kuigi põhimõtteliselt võiks struktuurse tasakaalu reegel (mis võtab arvesse majandustsükli seisu) anda paremaid juhiseid fiskaalpoliitikaks kui nominaalne reegel (mis majandustsükli seisu ei arvesta), on selle rakendamine reaalsuses olnud keeruline, eriti uutes liikmesriikides, kus majandustsükli seisu hindamine on keerulisem. Eesti kontekstis tõi struktuurse tasakaalu reegli kehtestamine kaasa poliitilise võimaluse fiskaalpoliitika mõnetiseks lõdvendamiseks, mida võib pidada vastupidiseks tagajärjeks sellele, mida reegli kujundajad ette nägid (Raudla jt, 2016). Samas on struktuurse tasakaalu kehtestamine riigieelarve seaduses (koostoimes eelarvenõukogu loomisega) toonud kaasa senisest ulatuslikumad diskussioonid selle üle, millist rolli võiks fiskaalpoliitika majanduse mõjutamisel mängida – seda võib kahtlemata pidada positiivseks arenguks (Raudla jt, 2016; Raudla jt, 2017b; Raudla jt, 2017c).

Mõistmaks riikide otsuseid kriiside ajal ning ka õppetunde, mida valitsused on kriisi põhjal enda jaoks sõnastanud, on vaja lähemalt analüüsida fiskaal- bürokraatia *analüütilist suutlikkust* (Raudla jt, 2017a; Raudla jt, 2016; Karo jt, 2017). Näiteks strateegilise juhtimise kui instrumendi kasutamine erinevate Euroopa riikide avaliku sektori organisatsioonides võimaldas neil vastu võtta selektiivsemaid kärpeotsuseid ja vältida n-ö salaami-tehnikat, mille puhul kärbitakse kõikidelt üksustelt samapalju (Raudla jt, 2017a). Samas piiratud suutlikkus tulemusinformatsiooni kasutada ja tõlgendada ei võimaldanud Eesti kontekstis riigieelarvelisi kärpeid valikulisemalt teha; pigem tulemus- info kasutamine eelarveprotsessis vähenes ajasurve tõttu (Raudla, Savi, 2015; Savi jt, 2017). Ka kriisijärgselt fiskaal- ja innovatsioonipoliitikat koordineerides on oluliseks väljakutseks ELi uutes liikmesriikides osutunud analüütiline suutlikkus ametnike seas, mis on raskendanud kohalikele oludele sobivate poliitikameetmete valimist ja rakendamist (Karo jt, 2017).

Oluliseks mehhanismiks, mis poliitikakujundamist ja -rakendamist võimaldab parendada, on poliitika-õppimine (*policy learning*) (Raudla jt, 2016). Kriisidest õppimist mõjutab omakorda aga see, mil määral kriisi põhjuseid peetakse sisemiseks või välimiseks ning kas välised organisatsioonid (nt Euroopa Liit) soodustavad õppimist või suruvad peale standardseid lahendusi (Raudla jt, 2016; Karo jt, 2017). Kui poliitikamuutust ajendab eelkõige imiteerimine ja mitte õppimine, võib valitud lahenduste rakendamine jääda pealiskaudseks ning ka nende järjepidevus küsitavaks, kuna sellisel juhul on mudel eelkõige mainekujundusvahend ning ei adresseeri analüüsi abil tuvastatud probleeme (Douglas jt, 2015; Krenjova, Raudla, 2018).

VIITED

- Backhaus, J., Wagner, R. E. 1987. The cameralists: A public choice perspective. – *Public Choice*, 53 (1), 3–20.
- Bel, G., Raudla, R., Tavares, A. F., Rodrigues, M. 2018. These rules are made of spending: Testing and extending the law of 1/n. – *Public Choice*, 174 (1–2), 41–60.
- Colander, D., Goldberg, M., Haas, A., Juselius, K., Kirman, A., Lux, T., Sloth, B. 2009. The financial crisis and the systemic failure of the economics profession. – *Critical Review*, 21 (2–3), 249–267.
- Douglas, J. W., Raudla, R., Hartley; R. E. 2015. Shifting constellations of actors and their influence on policy diffusion: A study of the diffusion of drug courts. – *Policy Studies Journal*, 43 (4), 484–511.
- Douglas, J. W., Raudla, R., Kravchuk, R. 2016a. Reforming the fiscal constitution: Holding politicians accountable through greater transparency. – Marciano, A., Ramello, G. (eds). *Law and Economics in Europe and the U.S.* Springer, Cham, 75–87.
- Douglas, J. W., Raudla, R., Randma-Liiv, T., Savi, R. 2016b. The impact of greater centralization on the relevance of performance information in European governments during the fiscal crisis. – *Administration & Society*, doi: 10.1177/0095399716680055.
- Evans, P., Rauch, J. E.. 1999. Bureaucracy and growth: A cross-national analysis of the effects of „Weberian“ state structures on economic growth. – *American Sociological Review*, 65 (5), 748–765.
- Fadda, S., Tridico, P. 2015. *The Economic Crisis in Social and Institutional Context: Theories, Policies and Exit Strategies.* Routledge, London.
- Grembi, V., Nannicini, T., Troiano, U. 2016. Do Fiscal rules matter? – *American Economic Journal: Applied Economics*, 8 (3), 1–30.

Hallerberg, M., Strauch, R. R., von Hagen, J. 2009. *Fiscal Governance in Europe*. Cambridge University Press.

Heinemann, F., Moessinger, M.-D., Yeter, M. 2018. Do fiscal rules constrain fiscal policy? A meta-regression-analysis. – *European Journal of Political Economy*, 51, 69–92.

Karo, E., Kattel, R., Raudla, R. 2016. The contradictions of academic capitalism: The case of the Estonian R&D system. – Samier, E. (ed). *Ideologies in Educational Administration and Leadership*. Routledge Taylor & Francis Ltd.

Karo, E., Kattel, R., Raudla, R. 2017. Searching for exits from the great recession: Coordination of fiscal consolidation and growth enhancing innovation policies in Central and Eastern Europe. – *Europe-Asia Studies*, 69 (7), 1009–1026.

Kattel, R., Raudla, R. 2014. The Baltic Republics and the crisis of 2008–2011. – Myant, M., Drahokoupil, J. (eds). *Transition Economies after 2008: Responses to the Crisis in Russia and Eastern Europe*. Routledge.

Krenjova, J., Raudla, R. 2018. Policy diffusion at the local level: Participatory budgeting in Estonia. – *Urban Affairs Review*, 54 (2), 419–447.

Persson, T., Tabellini, G. E. 2005. *The Economic Effects of Constitutions*. MIT press.

Raudla, R. 2012. The use of performance information in budgetary decision-making by legislators: Is Estonia any different? – *Public Administration*, 90 (4), 1000–1015.

Raudla, R. 2014. The thickness of the veil of uncertainty and its effects on constitution-making in post-communist transition: The 1992 Constitution of Estonia. – Imbeau, L. M., Jacob, S. (eds). *Behind a Veil of Ignorance? Power and Uncertainty in Constitutional Design*. Springer.

Raudla, R. 2015a. The effects of electoral rules on public finances: Taking stock. – Peukert, H. (ed). *Taking Up the Challenge: Festschrift for Jürgen Backhaus*. Metropolis, Marburg.

Raudla, R. 2015b. The role of state budget strategy in the execution of fiscal policies. – Vetik, R. (ed). *Estonian Human Development Report 2014/2015*. SA Eesti Koostöö Kogu.

Raudla, R., Savi, R. 2015. The use of performance information in cutback budgeting. – *Public Money & Management*, 35 (6), 409–416.

Raudla, R., Tammel, K. 2015. Creating shared service centres for public sector accounting. – *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 28 (2), 158–179.

- Raudla, R., Tavares, A. F. 2018. Intermunicipal cooperation and austerity policies: Obstacles or opportunities? – Teles, F., Swianiewicz, P. (eds). *Inter-Municipal Cooperation in Europe: Institutions and Governance*. Palgrave Macmillan.
- Raudla, R., Douglas, J. W., Randma-Liiv, T., Savi, R. 2015a. The impact of fiscal crisis on decision-making processes in European governments: Dynamics of a centralization cascade. – *Public Administration Review*, 75 (6), 842–852.
- Raudla, R., Karo, E., Valdmaa, K., Kattel, R. 2015b. Implications of project-based funding of research on budgeting and financial management in public universities. – *Higher Education*, 70 (6), 957–971.
- Raudla, R., Cepilovs, A., Kuokštis, V., Kattel, R. 2016. Fiscal policy learning from crisis: comparative analysis of the Baltic countries. – *Journal of Comparative Policy Analysis*, doi: 10.1080/13876988.2016.1244947.
- Raudla, R., Douglas, J. W., Randma-Liiv, T., Savi, R. 2017a. Fiscal crisis and expenditure cuts: The influence of public management practices on cutback strategies in Europe. – *The American Review of Public Administration*, 47 (3), 376–394.
- Raudla, R., Keel, K., Pajussaar, M. 2017b. The creation of the fiscal council in Estonia: exploring the explanations for its institutional design. – *Public Budgeting & Finance*, <https://doi.org/10.1111/pbaf.12188>.
- Raudla, R., Randma-Liiv, T., Savi, R. 2017c. Budgeting and financial management reforms in Estonia during the crisis of 2008–10 and beyond. – Ghin, E. M., Hansen, H. F., Kristiansen, M. B. (eds). *Public Management in Times of Austerity*. Routledge, New York, 222–238.
- Reinert, E., Rössner, P. 2016. Cameralism and the German tradition of development economics. – Reinert, E. S., Ghosh, J., Kattel, R. (eds). *Handbook of Alternative Theories of Economic Development*. Edward Elgar, Cheltenham/Northampton, 63–86.
- Savi, R., Randma-Liiv, T., Raudla, R. 2017. Cutback management in Estonia during the crisis of 2008–10 and beyond. – Ghin, E. M., Hansen, H. F., Kristiansen, M. B. (eds). *Public Management in Times of Austerity*. Routledge, New York, 129–145.
- Schick, A. 2007. Performance budgeting and accrual budgeting: Decision rules or analytic tools? – *OECD Journal on Budgeting*, 7 (2), 109–138.

Ringa Raudla

Sündinud 4.11.1979

1999 – Carl Robert Jakobsoni nimeline gümnaasium

2003 – Tartu ülikool (avalik haldus)

2004 – magister (avalik haldus ja sotsiaalpoliitika, Tartu ülikool)

2009 – doktorikraad (majandusteadus, Erfurdi ülikool)

2017 – Eesti noorte teaduste akadeemia asutajaliige

Ringa Raudla on läbinud doktoriõppe Saksamaal Erfurdi ülikoolis ning töötanud nii Tartu ülikoolis kui ka Tallinna tehnikaülikoolis, kus ta praegu on riigi rahanduse ja valitsemise professor. Paralleelselt kraadiõpingute ja teadustööga on ta nõustanud õiguskantsleri bürood, rahandusministeeriumi ja riigikontrolli ning olnud külalisõppejõud Erfurdi ülikoolis ja USAs Charlotte'is Põhja-Carolina ülikoolis.

Avaldanud ligi 50 juhtivates andmebaasides kajastatud teadustööd. Juhendanud 20 magistritööd ja nelja doktoritööd.

Humanitaarteaduste valdkonna aastapremia tööde tsükli „Identiteedi märgiteooria välja töötamine Eesti keelekeskkonna uuringute põhjal“ eest

Martin Ehala



IDENTITEEDI MÄRGITEORIA

Tänapäeva maailmas on identiteedi küsimused muutunud inimestele järjest olulisemaks. Osalt on see tingitud sotsiaalmeedia tekkimisest, mis võimaldab identiteediga mängida, kujundada seda palju vabamalt kui päriselus, kus rass, sugu, vanus, emakeel ja veel mõned tunnused valikut oluliselt piiravad. Kuid teadus võimaldab inimesel üha enam vormida ka oma reaalelu identiteete: sugu on võimalik vahetada, nahka valgendada, iluoperatsioonid muutuvad üha levinumaks ja tätoveerimisest on saanud lausa epideemia. Kõik see avardab inimese võimalusi oma identiteeti ise vormida, ja ühiskondlik arvamus, vähemalt arenenud maades, suhtub stereotüüpe lõhkuvatesse identiteediprojektidesse üha soosivamalt.

Multikulturalism kui ideoloogia soosib mitmekesisust mitte üksnes personaalse identiteedi kujundamisel: õigus olemasolule ja ühiskondlikule tunnustusele on tagatud kõigile kultuurilistele identiteetidele. See on viinud paljude vähe-
muste hulgas eneseteadvuse tõusule ja nad on hakanud kultuurilisse identiteeti suhtuma kui oma kollektiivse keha võõrandamatusse osasse. Selle tagajärjel on kollektiivsele identiteedile viitava peakatte, riietuse ja soengustiili (näiteks rastapatsid või afrolokid) kandmist inimeste poolt, kes rühma ei kuulu, pidama lausa solvanguks, isegi kui see juhtub lasteaia karnevalil.

Samal ajal on muutunud agressiivsemaks ka osa rassilisi, religiooside ja rahvuslike identiteete. Selle väljenduseks on populistlike poliitiliste liikumiste tugevnemine niihästi Euroopas kui Ameerikas, rääkimata Lähis-Idast, kus religioosete rühmade vaheline vaen on pärast ISi esiletõusu eriti teravaks muutunud. Sellise identiteetide ülekuumenemise taustal ja osalt ka selle tõttu on lääne ühiskondade rahvusidentiteedid jõudnud tõelisse eksistentsiaalsesse kriisi, milles „valgete ülemvõimu“ süükoorma all kiputakse eitama juba kogu oma minevikku.

Nii võib öelda, inimestele läheb identiteet üha enam korda, olgu tegu noorega, kes endale täiesti unikaalse kesksoolise identiteedi kujundab, Krimmi vene-
lasega, kes Venemaaga liitumise eest on valmis kartulikoori sööma, islamiriigi terroristiga, kes oma elu hinnaga on valmis lääne elulaadi vastu võitlema, või vasakliberaalse ameeriklasega, kes endale ja oma rahvuskaaslastele valjuhäälselt ja vahel ka vägivaldselt tuhka pähe raputab.

Need ühiskondlikud arengud on sotsiaal- ja humanitaarteadustes tõstnud oluliselt huvi identiteediuringute vastu. Identiteedi mõistet kasutatakse sotsiaalpsühholoogias, poliitilises psühholoogias, sotsioloogias, natsionalismiuringutes, kultuuriantropoloogias, semiootikas, ajalooteaduses, kirjandusteaduses, sotsiolingvistikas ja teistes humanitaarteadustes. Mõiste on laialt levinud ka poliitikute ja ühiskondlike aktivistide sõnavaras – tegu on nähtusega, mis huvitab väga paljusid teadlasi ja kommentaatoreid.

Samas ei ole olemas ühtset identiteediuurimise teadust – eri teadusharud defineerivad ja kasutavad identiteedi mõistet igauks omal kombel. Olukord on nagu tuntud mõistujutus viiest pimedast mehest, kes kirjeldavad elevandi eri osi ja jõuavad kardinaalselt erinevate tulemusteni.

Tegelikult on olukord identiteediuringutes isegi hullem, sest erinevalt viiest elevandi kirjeldajast, kes oma tulemusi vastastikku jagasid, eri teadusharude esindajad teistes teadustes identiteedi kohta kirjutatud töödele peaaegu üldse ei viita. Niisiis, identiteediuringute probleem pole see, et nähtus oleks läbi uurimata. Vastupidi, identiteedialast teaduskirjandust on tohutult ja paljud käsitlused on liikunud mingi tahu kirjeldamisel vägagi sügavale. Probleem on selles, et eri teadusharude uurijad pole teineteise olemasolust ja panusest teadlikud. Seda puudust üritab identiteedi märgiteooria ületada.

Rahvuse olemuslikkuse küsimus

Üks identiteediprobleematika keskseid teemasid on vaidlus rahvuse olemuse üle. Diskuteeritud on niihästi teaduses kui ka ajakirjanduses. Põhiliseks vaidluskohaks on küsimus, kas rahvused on erinevad seetõttu, et nendesse kuuluvad inimesed on olemuslikult teineteisest erinevad, või on inimesed rahvustesse liigitunud ja liigitatud n-ö ühiskondliku tava põhjal, mis tähendaks, et rahvustes kui nähtustes pole midagi olemuslikku, nad võiksid sama hästi ka olemata olla, kui inimesed otsustaksid sellisest liigitusest loobuda.

Vaidlus essentsialismi ehk siis tunnetuses kasutatavate kategooriate eksistentsi viisi üle on pärit juba antiigist ja seda küsimust ei ole lõplikult lahendatud siiani. Üldiselt peetakse filosoofias olemuslikuks sellist kategooriat, mille tunnused tulenevad reaalse maailma struktuurist, mitte ei rajane inimeste kokkulepetel või tavadel. Näiteks kuld, vask ja teised keemilised elemendid esindavad loomulikke kategooriaid. Kõigil puhta kulla tükkidel on ühesugused omadused ja need omadused on määratud looduse, mitte inimese poolt. Nende omaduste põhjal võib iga kullakamaka eksimatult eristada vasekamakast.

Ühiskondlike kategooriatega on sageli teisiti. Näiteks kategooria *ori* põhineb täiesti ühiskondlikul kokkuleppel. Ori on defineeritud kui inimene, kes on teise inimese omand ja kellel seetõttu ei ole täielikku vabadust otsustada oma elu üle.

On selge, et inimeste füüsilistes, bioloogilistes või psühholoogilistes erisustes pole midagi, mille põhjal saaks öelda, kes on ori, kes mitte. Orjade hulka kuulumine on staatus, mis inimesele omistatakse ühiskondliku kokkuleppe tulemusel. Põhjused, miks kellelegi omistatakse orja staatus, võivad olla mitmesugused, kuid see staatus on absoluutne ja objektiivne senikaua, kui ühiskonna enamus peab selle inimese orjastamist seaduspäraseks ja loomulikuks.

Vaidlus rahvuse olemuse üle ongi keskendunud sellele, kas rahvus on olemuslik kategooria nagu kuld või ühiskondlik kategooria nagu ori. Kuni eelmise sajandi keskpaigani oli ülekaalus arvamus, et rahvused on olemuslikud kategooriad, umbes nagu bioloogilised organismid, millel on oma iseloom ja eripärad. Viimased viiskümmend aastat on aga vaidluses peale jäänud seisukoht, et rahvused on sotsiaalsed konstruktsioonid, millel olemuslikud tunnused puuduvad.

Identiteedi märgiteooria kohaselt on rahvus – nagu ka bioloogilised liigid, mees- ja naisugu ning rass – selline kategooria, mis on osaliselt olemuslik ja osaliselt sotsiaalselt konstrueeritud. Teooria seletab, millisel viisil selline olemuslike ja kokkuleppeliste tunnuste sümbioos rahvuse ja muude identiteetide puhul toimib.

Identiteet kui märk

Identiteedi märgiteooria põhineb Ferdinand de Saussure'i keelemärgi mõistel ja John Searle'i teorial, et sotsiaalsed institutsioonid on oma olemuselt sümbolilised, st nad eksisteerivad sümboli kujul. Identiteedi märgiteooria väidab, et ka identiteetid on oma olemuselt sümbolilised.

Parim näide sümboli kujul eksisteerivast ühiskondlikust nähtusest on raha. Rahatäht on enamasti hoolikalt trükitud paberileht, mis on ühiskondliku kokkuleppe tulemusel pandud tähistama teatud suurusega väärtust. Näiteks 20-eurone rahatäht kannab kokkuleppelist väärtust, mis on kordades suurem kui selle paberile valmistamiseks kulunud väärtus, ja tänu oma kokkuleppelisele väärtusele saab rahatähte vahetada millegi vastu, millel on sama suur väärtus (kaubad või teenused).

Iga rahatähe väärtus püsib ainult seetõttu, et inimesed on kõik nõus, et 20-eurone rahatäht kannab sellist kokkuleppelist väärtust. Inimeste omavahelisel kokkuleppel põhinevat seost mingi empiirilisel tajutava eseme ja sellele omistatud tähenduse vahel nimetatakse sümboliliseks seoseks. Sümboliline seos püsib üksnes konsensusel. Kui inimesed mingil hetkel hakkavad raha väärtuses kahtlema, võib see oma väärtuse kaotada ja muutuda suhteliselt kasutuks paberilipakaks.

Searle'i teooria kohaselt on kõik sotsiaalsed nähtused oma olemuselt sümbolilased ja avalduvad järgmisel kujul: nähtus X täidab rolli Y kontekstis K. Näiteks üheeurone täidab 0,021 grammi kulla tähistamise rolli ajakontekstis 06.12.2017 kell 12.00, haakrist täidab natsi tähistamise rolli läänemaailmas, aga Indias hindu, budisti või džainausulise tähistamise rolli, või häälikujärjend *koer* täidab eesti keeles rolli tähistada saba liputavat inimese lemmiklooma.

Struktuurilt on kõik sümboli tüüpi nähtused samased keelemärgiga, nagu selle defineeris Saussure juba 20. sajandi alguses: keelemärk koosneb tähistajast (signaalist) ja tähistatavast (tähendusest), mida seob püsiv, kuid arbitraarne seos. Näiteks keelemärgi 'koer' tähistaja on empiirilisel tajutav häälikujärjend koer ja tähistatav on sellega seotud tähendus, st koera mõiste. Et pole mingit olemuslikku põhjust, miks häälikujärjend koer just koera mõistet tähistab, ongi tegu arbitraarse seosega, st see püsib vaid taval. Kõik sümbolid sisaldavad empiirilisel tajutavat signaali poolt (näiteks rahatäht) ja sellega arbitraarselt seotud tähendust (rahatähele omistatud väärtus).

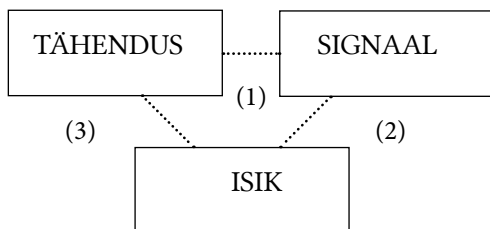
Identiteedi märgiteooria väidab, et identiteedid on samuti sümboli tüüpi märgid ja neil on nagu teistelgi märkidel kaks poolt – tähistaja ja tähistatav. Tähistaja on mingi empiirilisel tajutav signaal, mis viitab teatud kindlale identiteedile, tähistatav on tähenduste hulk, mis seda identiteeti iseloomustab.

Näiteks hipi identiteedi tähistaja pool koosneb kõigist signaalidest, mille alusel on võimalik hipit ära tunda – pikad juuksed ja peapael, batikatehnikas kirju särk, alt laienevad teksapüksid, iseloomulik kaelaehe ja veel palju muudki. Hipi identiteedi tähistatava pool koosneb väärtustest, normidest ja hoiakutest, mis hipisid iseloomustab, näiteks patsifism, vabaarmastus, liberaalne suhtumine kanepisse ja hallutsinogeenidesse ning veel muudki.

Põhimõtteliselt toimib identiteet kui märk sarnaselt sellega, kuidas keeles toimivad sõnad. Näiteks tajudes empiirilisel häälikujärjendit koer, saab eesti keele oskaja aru, millist looma mõeldud on. Nähes hipivälimusega inimest, teeb lääne kultuuriruumiga tuttav inimene samamoodi järeldusi selle kohta, millist käitumist ja hoiakuid selliselt inimeselt oodata, ühesõnaga peab teda hipiks. Identiteedi märgid kokku moodustavad omamoodi identiteedisõnastiku, nii nagu keele sõnadki, ja kõik, kes selles kultuuris toimivad, teavad identiteedisõnastikku samamoodi, nagu nad teavad oma emakeele sõnastikku.

Kui identiteedid on sümboli struktuuriga märgid, mis põhinevad ühiskondlikul taval ja mis eksisteerivad ühiste representatsioonide kujul inimeste teadvuses täpselt nagu sõnad, siis tuleneb siit järeldus, et inimene ja identiteet ei ole sama asi, nad pole lahutamatud, identiteet ei ole see, mis inimene on, vaid midagi, mida ta omab. Et omada üht või teist identiteeti, peab inimene suutma kogu oma olemusega autentselt väljendada niihästi selle identiteedi tähistaja kui ka

tähistatava poolt. Näiteks kui keegi soovib olla hipi, peab ta välja nägema ja käituma nii, et ühiskond peaks teda hipiks. Seda suhet üksikisiku ja identiteedi vahel väljendab joonis 1:



Joonis 1. Identiteedi kolmikstruktuur.

Seos 1 on kokkuleppeline seos, nagu valitseb iga keelemärgi tähenduse ja signaali vahel. See seos kujuneb kommunikatsiooni käigus, millega luuakse kollektiivne identiteet, st omistatakse mingile empiirilisele tunnusele (rassijooned, keel, kultuuripraktika) teatud tähendused, omadused, väärtused ja staatus. Näiteks nagu eelnevas näites on seotud hipide välised tunnused nende tüüpiliste töökspidamistega. Võib öelda, et seos 1 väljendab funktsiooni omistamist teatud tunnusele Searle'i mõistes.

Seos 2 valitseb isiku ja signaali vahel. On olemas signaale, mille seos isikutega on geneetiliselt määratud, nagu sugu ja rassijooned. Enamik tunnuseid on aga omandatavad, näiteks keeleoskus, mingi religioosse või subkultuuri praktika järgimine. Tõsi, osa neist vajab omandamiseks väga pikaajalist harjutamist (nagu keeleoskus emakeele tasemel), selliseid tunnuseid võiks nimetada juurdunuiks, sest need on nii tihedalt inimese käitumise osa, justnagu oleks need kaasasündinud. Ka subkultuurile omaste tunnuste omandamine (näiteks hipi olemiseks) nõuab harjutamist, aga oluliselt vähem. Mõningad signaalid on aga täiesti vabalt võetavad ja jäetavad, nagu riietuselemendid, lipud ja loosungid. Nende abil oma identiteeti väljendada on kõige kergem. Nii või teisiti, kui inimene soovib saata teatud identiteedi signaale, st olla selle identiteedi autentne esindaja, peab ta omandama sellele identiteedile iseloomuliku signaalide komplekti vähemalt rahuldaval tasemel, et olla teiste poolt aktsepteeritud.

Seost 3, mis seob isikut identiteedi tähenduskihistustega, võiks kutsuda emotsionaalseks seotuseks. Mida tugevam on see side, seda lähedasemalt tunneb isik end seotuna selle identiteedi väärtuste ja töökspidamistega ja selle kaudu ka seda identiteeti kandva rühmaga ja rühma saatusega. Mida tugevam on emotsionaalne seotus, seda kallim on see identiteet isikule. Olgu öeldud, et seosed 2 ja 3 ei pruugi olla sama tugevusega: inimene võib olla lakanud

kõnelemast oma emakeelt (signaal ei avaldu), samas ta emotsionaalne seotus identiteediga võib olla tugev. Ja vastupidi: teatud tunnus võib olla oluline ja mõjutada inimese elu igapäevaselt, samas ei pruugi sellega kaasneda kuigivõrd tugevat emotsionaalset seotust (näiteks nahavärv).

Identiteedi makro- ja mikrotasand

Struktuurist tingitult võib kõigi identiteetide puhul eristada makro- ja mikrotasandit, mis võimaldab ka anda vastuse näiteks rahvuse olemuslikkust puudutavale küsimusele.

Makrotasandil on kõik identiteedid ühised mentaalsed representatsioonid: see tähendab, et need on ühiskonnas jagatud ettekujutused, milliste empiiriliste tunnuste kaudu ära tunda ühe või teise identiteedi esindajaid, ning millised tüüpilised väärtused, hoiakud ja muud vaimsed iseärasused selle identiteedi omajaid iseloomustavad. Makrotasandil on kõik identiteedid sotsiaalsed konstruktsioonid – kokkuleppelised ettekujutused ühiskonnas esinevatest identiteetidest ja sellest, millised on nende identiteetide vahelised staatuse ja võimusuhted.

Mikrotasandil avalduvad needsamad identiteedid üksikisikute käitumises – nende empiirilisel tajutavates tunnustes, mis toimivad signaalidena, ning väärtustes ja hoiakutes, mis neid signaale saatvad inimesed on omaks võtnud. Võib siis öelda, et teatud mõttes väljendavad inimesed kogu oma olemuse ja käitumisega neid identiteedimärke, mille esindajad nad on – justnagu oleks identiteedimärk stsenaarium, mida nad järgivad. Teisest küljest aga kujuneb ühiskonnas ühine mentaalne representatsioon ehk ettekujutus ühe või teise identiteedimärgi kohta just nende inimeste käitumise põhjal, kes seda identiteeti n-ö etendavad.

Inimestel on kõigil teatud füüsilised ja geneetilised omadused, ja kui teatud füüsilised või geneetilised omadused esinevad keskmisest sagedamini mingi identiteediga seotud isikul, muutuvad need omadused suure tõenäosusega osaks selle identiteedimärgi signaalist. Näiteks kui teatud identiteedi kandjate enamus on ajalooliselt olnud valgenahalised, kujuneb see nahavärv osaks seda identiteeti väljendavast signaalist, isegi kui see pole määrava tähtsusega. Väga sageli kasutavad identiteedid signaalina keelt – ka keel kui juurdunud tunnus võib iseloomustada inimesi enne, kui seda hakatakse kasutama identiteedi signaalina. Näiteks eesti keele erinevate murrete kõnelemine iseloomustas Eesti ala elanikke kaugelt varem, kui nende põhjal kujunes eesti rahvuse kollektiivne identiteet, mida kõige otsesemalt signaliseerib eesti ühiskeele kasutus.

Olemuslike ja konstrueeritud tunnuste koosinemine ilmneb veelgi selgemalt sooidentiteedi puhul. Sooidentiteedi määratlevad osaliselt inimese geneeti-

lised omadused – kromosoomid ja hormonaalse talitluse erinevused – ning inimeste välised füüsilised sootunnused. Soodentiteet kui ühine mentaalne representatsioon konstrueeritakse nende olemuslike tunnusjoonte põhjal – seejuures arvestades ka käitumuslikke erinevusi, mis on tingitud meeste ja naiste vahelistest hormonaalsetest erinevustest. Sellisel viisil põhineb soodentiteet osalt olemuslikel tunnustel, millele lisandub hulgaliselt sotsiaalselt konstrueeritud signaale – näiteks millist värvi riideid väikesed lapsed peaks kandma, kellel sobib end meikida ja kellel käia palja ülakehaga jne.

Inimene sotsiaalse loomana on muidugi väga alluv ühiskondlikule mõjutusele. Kui näiteks mingil põhjusel, moraalsetest või ideoloogilistest tõekspidamistest lähtuvalt tekib tugev veendumus, et olemasolevad identiteedid on halvasti konstrueeritud, on täiesti võimalik konstrueerida identiteedid ringi nii, et need vastaks paremini ühiskondlikele ideaalidele. Näiteks on võimalik konstrueerida soodentiteet nii, et naised käituvad agressiivselt ja jõuliselt ning mehed on häbelikud ja tagasihoidlikud. See eeldaks muidugi bioloogiliste kalduvuste allasurumist kasvatusel ja sotsialiseerimisel abil. Põhimõtteliselt on see võimalik, mis puhul soodentiteet kujuneks vähem olemuslikuks kui see on olnud traditsiooniliselt. Kuidas see mõjuks inimeste psüühikale, kui ühiskond eeldaks neilt pidevalt nende bioloogilisest ja hormonaalsest olekust erinevat käitumist, ei ole identiteedi märgiteooria ülesanne selgitada.

Külmad ja kuumad rahvused

Inimese ja identiteedi lahutamise mikro- ja makrotasandil tulenevad olulised järeldused ka sellele, kuidas käsitleda rahvuste, keelekogukondade ja muudegi rühmade tekkimist, mobiliseerumist ja hääbumist. Kui mingi identiteedimärgiga seob end suur hulk inimesi, ja selle rühma sees toimivad tõhusad sotsialiseerimisprotsessid, mille käigus järjest uued inimesed loovad enda ja identiteedimärgi vahele autentse sideme (nii et ka teised aktsepteerivad, et sellel inimesel on õigus pidada end selle identiteedi kandjaks), on vastav kollektiivne identiteet ajas jätkusuutlik. Kui inimesi identiteedi kui märgiga ühendav sotsialiseerumine lakkab, hääbub ka vastav identiteet. Lõpuks jääb identiteet alles veel vaid märgina, mille tähistajat ja tähistatavat teatakse, aga pole enam kedagi, kes oleks selle märgiga autentselt seotud, st omaks seda identiteeti.

Võib siis öelda, et rahvuse püsimise või kadumise määrab keskse tegurina emotsionaalse seotuse tugevus, mida selle liikmed rahvuse kui identiteedimärgi suhtes tunnevad. Lähtudes liikmete emotsionaalse seotuse määrast oma rühmaga, võib rahvusi tinglikult jagada kahte tüüpi: kuumadeks ja külmadeks. Kuum rahvus on selline, mille liikmed samastuvad emotsionaalselt väga tugevalt oma rahvusega. Näiteks rahvus, mis on kujundanud väga tugeva emotsionaalse seotuse tajutud ajaloolise ebaõigluse põhjal, tuleb oma tegevuskava õigluse

jalule seadmisest. Sellist käitumismustrit kasutasid laulva revolutsiooni ajal eestlased, lätlased ja leedulased.

Külmad rahvused on sellised, mille liikmete emotsionaalne seotus oma rahvuse identiteedimärgiga on madal. Selliste rahvuste liikmed on valmis panustama kollektiivsete eesmärkide saavutamiseks ratsionaalseil kaalutlustel – kui see on neile kasulik või vajalik, et vältida ühiskonna sanktsioone. Üldjuhul on külmad rahvused nõrgema elujõuga kui kuumad, kuid see ei tähenda, et nad oleks tingimata määratud kadumisele. Iga konkreetse külma rahvuse kestlikkus sõltub sellest, kuivõrd suudab ta oma sotsiaalsete institutsioonidega (sisuliselt piitsa ja präänikuga) muuta kollektiivse panustamise oma liikmetele optimaalseks valikuks.

Külmad ja kuumad rahvused toimivad niisiis põhimõtteliselt erinevatel alustel: kuumade rahvuste liikumapanevaks jõuks on emotsionaalse seotuse tugevus (mida muidugi toetavad ka ratsionaalsed tegurid), külmade rahvuste puhul toimib tervik inimeste ratsionaalsete ja omakasust lähtuvate otsustuse tulemusena. Seetõttu on kuuma rahvuse liikmed valmis kandma isiklikke ohvreid kollektiivsete eesmärkide saavutamise nimel, samas kui külmade rahvuste liikmed panustavad vaid sedavõrd, kuivõrd see on neile kasulik.

Eelnev ei tähenda, et kuumade etnoste liikmete jaoks isiklikul kasul või ohutundel põhinevad motiivid ei kehti, vaid et teatud kollektiivse emotsionaalse pinge korral nende mõju käitumisele kahaneb. Võib seega eeldada, et emotsionaalse seotuse määra on pidevskala, millel on lisaks külmale ja kuumale olekule olemas ka vahepealsed leiged ja soojad olekud. Emotsionaalsete olukordade kaldumus eskaleeruda viitab siiski sellele, et tol skaalal on olemas ka murdepunkt, mille ületamisele järgneb kiire iseeneslik kuumenemine.

Külmas olekus rahvuse liikmete emotsionaalne seotus rühmaga on madal, kuulumist rahvusesse teadvustatakse, kuid kuulumise fakt ei oma emotsionaalset kaalu, see ei ole inimese identiteedis olulisel kohal. Et emotsionaalne seotus on madal, lähtub isik oma suhetes rühmaga ratsionaalsetest kaalutlustest. Kui rühma kuuluvus pakub talle ligipääsu eluks vajalikele ressurssidele ja tagab positiivse kollektiivse enesehinnangu, on ta rahul ega otsi teid elujärje parandamiseks identiteedivahetuse teel.

Loomulikult ei sõltu inimese emotsionaalne seotus rahvusega mitte üksnes tema hinnangust sellele, kuivõrd positiivse enesehinnangu sellesse kuulumine võimaldab, vaid ka sellest, kuivõrd kerge on saavutada liikmelisust mõnes teises, kõrgema staatusega ja paremaid võimalusi pakkuvast rahvuses, samuti sellest, kuivõrd utilitaarne on see inimene, st kuivõrd valmis on ta isiklike hüvede nimel hülgama oma olemasoleva sotsiaalse võrgustiku.

Üldiselt on nii, et mida tugevama rahvusega on tegu (st mida võimsam on see majanduslikult, demograafiliselt ja kultuuriliselt), seda kergem on tal motiveerida oma liikmeid kollektiivselt käituma üksnes ratsionaalsetest kaalutlustest lähtuvalt. Seetõttu on tugev rahvus vitaalne ka siis, kui ta on külmas olekus. Samuti puuduvad suurtel rahvustel reeglina tõsised eksistentsiaalsed ohud, mis võiks anda tõuke nende kuumenemiseks. Nii toimibki enamik suuri rahvusi külmas olekus.

Teisiti on lood väikeste etniliste rühmadega, mille sotsiaalsed institutsioonid on nõrgad, majanduslik ja kultuuriline tase madal ning demograafiline olukord kehv. Niisugused rühmad ei suuda pakkuda positiivset kollektiivset enesehinnangut. Seetõttu ähvardab neid külmas olekus assimileerumine, sest vaid ratsionaalsetest ja pragmaatilistest motiividest lähtuvad liikmed otsivad võimalusi parandada niihästi oma majanduslikku olukorda kui ka leida positiivsemat identiteeti. Seega on nõrkade etnoste ainuke lootus oma kestlikkust tugevdada, kui nad suudavad oma liikmetes esile kutsuda tugevaid kollektiivseid emotsioone, mis viiks nende etnose üle kuumas olekusse ja ühes sellega tõstaks oluliselt liikmete valmisolekut kollektiivseks tegutsemiseks.

Praktilisi rakendusi

Kuigi identiteedi märgiteooria peaesmärk on seletada, mis on kollektiivne identiteet ja kuidas see ühiskonnas funktsioneerib, on sellel ka otseseid järeldusi sellele, kuidas läheneda näiteks ühiskonna ees seisvatele lõimimisprobleemidele. Eeskätt tuleks arvestada, millised on ühiskonnas enamuse ja vähemuse omavahelised suhted, kui üks või teine on neis kuumas või külmas olekus.

Viimastel aastakümnetel on teoreetikud lähtunud soovist, et ühiskond oleks võimalikult külmas olekus, st sisuliselt hulk üksikisikuid, kes parasjagu jagavad sama füüsilist eluruumi ja tegutsevad seal omaenda huvidest lähtudes, suhtudes kõigisse teistesse neutraalse pragmaatilisusega kui teguritesse, mille abil või millega koostöös ajada oma asja.

Kuid ühiskond ei ole lihtsalt ratsionaalselt toimivate indiviidide kogum. Ja riik ei ole lihtsalt neutraalne taristu või turuplats, mis indiviidide kogumi koostööd võimaldab. Sest inimestel on emotsioonid. Emotsioonid tekivad alati ka kaasinimestega suhtlemisel ja inimesed grupeeruvad paratamatult nendega, kellega koostoimimine tekitab meeldivaid emotsioone, ning hoiduvad neist, kellega läbikäimine tekitab ebameeldivaid emotsioone. See tähendab, et igas inimhulgas ja igas ühiskonnas tekivad paratamatult omavahel emotsionaalselt seotud inimeste rühmad. Sellise arusaama kohaselt ei ole rahvus muud kui ühiskonna olek, mille puhul liikmete emotsionaalne side terviku suhtes on nii tugev, et suudab pehmenendada vastuolusid, mis valitsevad allrühmade vahel.

Probleemid ühiskonnas tekivad siis, kui ühiskonna allrühmade ja vähemuste liikmed on omavahel seotud tugevate emotsionaalsete sidemetega, samas kui sidemed rahvusidentiteedi kui ühiskonna terviku suhtes on nõrgad. Sellisel juhul on ühiskonna sisemised rühmadevahelised vastuolud suuremad kui emotsionaalne side, mis seob neid terviku suhtes. Ühiskonda, mis pole suutnud luua liikmete emotsionaalset seotust terviku suhtes, võivad seetõttu ähvardada sisemised rahutused, vähemuste lahkulöömiskatsed või lihtsalt ühiskondlik anoomia.

Identiteedi märgiteooria kohaselt on identiteet midagi, mille inimene omandab. See tähendab, et inimesel ei ole üht jagamatut identiteeti, vaid on mitmik-identiteet, mis ühendab endas tema sotsialiseerumist kõigisse rühmadesse, millega tal on emotsionaalne side. On võimalik olla korruga eestlane, saarlane, feminist ja punkar, või eestlane ja venelane, kui mõlema identiteediga on inimesel emotsionaalne side. Sidusaks ühiskonnaks on vaja, et selle liikmetel oleks kõigi muude identiteetide hulgas emotsionaalne side selle ühiskonna kõige kaasavama identiteediga – rahvusega.

Uurides ja võrreldes erinevaid etnilisi identiteete kui märke, on võimalik määratleda nende ühisosad, samuti sellised tähenduskihistused (tuumväär-tused), mille poolest nad on vastandlikel positsioonidel. Sisserännet planeerides tuleks arvestada, et väga erineva signaalipoole ja otseselt antagonistlike tuumväärtustega identiteete on inimesel raske sobitada harmoonilisse mitmikidentiteedi kimpu. Selle tagajärjel võivad süveneda sellised kollektiivsed emotsioonid, mis viivad ühiskonnas esindatud rühmad kuuma olekusse. Praktilises elus tähendab see otseseid löimimisraskusi. Seetõttu on meie turbulentsel globaliseerumisajastul identiteedi märgiteoorial ka praktiline kasu toimiva ja sidusa ühiskonna tagamiseks vajalike poliitikate väljatöötamisel.

TÖÖDE TSÜKLISSE „IDENTITEEDI MÄRGITEOORIA VÄLJA TÖÖTAMINE EESTI KEELEKESKKONNA UURINGUTE PÕHJAL“ KUULUVAD PUBLIKATSIOONID

Ehala, M. 2017. Signs of Identity. The Anatomy of Belonging. Routledge Taylor & Francis Ltd.

Ehala, M. 2014. Formation of territorial collective identities: turning history into emotion. – Journal of Multilingual and Multicultural Development, 35 (1), 96–104.

Ehala, M. 2014. Principles of language sustainability. – Lang, V., Kull, K. (eds). Estonian Approaches to Culture Theory. University of Tartu Press, Tartu, 88–106.

Ehala, M. 2015. Blurring of collective identities in the post-Soviet space. – Sociolinguistic Studies, 9, 173–190.

Ehala, M. 2015. Eesti keele kestlikkus. – Vetik, R. (toim). Lõksudest välja? (Eesti inimarengu aruanne 2014/2015). Eesti Koostöö Kogu, Tallinn, 191–198.

Ehala, M. 2015. Façonner l'écologie des langues dans le domaine de l'éducation: Le cas de l'Estonie. – Revue internationale d'éducation Sèvres, 70 (décembre), 85–96.

Ehala, M. 2016. Ethnolinguistic vitality. – Tracy, K., Ilie, C., Sandel, T. (eds). The International Encyclopedia of Language and Social Interaction. John Wiley & Sons Ltd., Boston, 1–8.

Ehala, M. 2016. Liberaalse multikulturalismi paradoks. – Vikerkaar, 4–5, 96–105.

Ehala, M. 2016. Refiloloogia ja selle kolm komponenti. – Keel ja Kirjandus, 8–9, 601–610.

Ehala, M. 2017. After status reversal: The use of titular languages and Russian in the Baltic countries. – Flier, M. S., Graziosi, A. (eds). The Battle for Ukrainian: A Comparative Perspective. MA: Harvard University Press, Cambridge, 563–585.

Ehala, M. 2017. Intergroup communication: The Baltic countries. – Nussbaum, J. F. (ed). Oxford Research Encyclopedia of Communication. Oxford University Press, Oxford, 1–24.

Ehala, M. 2017. Keele rollidest eesti rahvusidentiteedis. – Tammaru, T., Eamets, R., Kallas, K. (toim). Eesti inimarengu aruanne 2016/2017. Eesti rändeajastul. Eesti Koostöö Kogu, Tallinn, 171–178.

Ehala, M., Giles, H., Harwood, J. 2016. Conceptualizing the diversity of intergroup settings. The web model. – Giles, H., Maass, A. (eds). Advances in Intergroup Communication, Peter Lang, New York, 301–316.

Ehala, M., Koreinik, K. 2016. Eesti keele oskus ja kasutus teise keelena. Lisandusi rahvaloenduse andmetele. – Keel ja Kirjandus, 12, 916–928.

Ehala, M., Koreinik, K., Praakli, K., Siiner, M. 2014. Kuidas uurida keele kestlikkust? – Keel ja Kirjandus, 7, 1–19.

Ehala, M., Zabrodskaia, A. 2014. Hot and cold ethnicities in the Baltic States. – Journal of Multilingual and Multicultural Development, 35 (1), 76–95.

Ehala, M., Vedernikova, E. 2015. Subjective vitality and patterns of acculturation: four cases. – Journal of Multilingual and Multicultural Development, 36 (7), 711–728.

Martin Ehala

Sündinud 20.12.1963

1982 – Tallinna täiskasvanute gümnaasium

1990 – Tallinna pedagoogikaülikool (eesti keel ja kirjandus)

1992 – magister (keeleteadus, Cambridge'i ülikool)

1996 – doktorikraad (PhD keeleteaduses, Cambridge'i ülikool)

2003 – vabariigi presidendi hariduspreemia

2011 – Tallinna ülikooli teenetemärk

On töötanud ligi 20 aastat Tallinna pedagoogikaülikoolis (nüüd Tallinna ülikool), sh emakeele didaktika professori ning üld- ja rakenduslingvistika professorina, samuti neli aastat dekaanina; seejärel kümme aastat Tartu ülikoolis (alates 2012 emakeeleõpetuse professorina). Juhendanud kolme doktoritööd. Avaldanud üle 30 juhtivates rahvusvahelistes andmebaasides kajastatud teadusartikli.

F. J. WIEDEMANNI
KEELEAUHIND

TERVITUS F. J. WIEDEMANNI KEELEAUHINNA KÄTTEANDMISEL

Haridus- ja teadusminister Mailis Reps

Austatud koosviibijad!

Kui emakeelepäeva tähistame märtsis, siis veebruaris vabariigi aastapäeval tunnustame Wiedemanni auhinnaga neid inimesi, kes on midagi väljapaistvat teinud eesti keele heaks käekäiguks. Eesti keel on olnud kestlik väga pikka aega, sest ta elab eelkõige selle keele kasutajates, oma rahvas. Rahvaluulest kõrgetasemelise ilukirjanduseni ja professionaalsete teadusuuringuteni on läbi käidud pikk tee. Just sellepärast on vaja ka 21. sajandi globaliseerumisprotsessides senisest põhjalikumalt mõista ja mõtestada koolihariduse tähendust eesti keele säilimisel ja kaunil kasutamisel. Keel kui kultuuri kandja on jätku- suutlik vaid oma arengus.

Wiedemanni auhinnaga märgitakse alates 1989. aastast neid inimesi, kellel on väljapaistvaid saavutusi eesti keele uurimisel, korraldamisel, õpetamisel, propageerimisel ja kasutamisel. Nende auväärsete inimeste loend algab Henn Saari nimega ja täna saab neile lisa. Laureaatide hulgas on nii kodu- kui väliseestlasi. Juhan Peegli ja Mati Hindi kõrval on Paul Saagpakk ja Ilse Lehiste. On Helju Vals ja Valev Uibopuu, on veel ja veel neid nimesid, kes oma elutööga on edendanud meie keelt, kultuuri ja omariiklust.

Tänane laureaat on filoloogiadoktor Reet Kasik, kes olnud tegev peaaegu kõigis eelnimetatud valdkondades. Eesti keele uurijana on ta üllitanud üle saja teadusliku publikatsiooni ja arvukalt populaarteaduslikke kirjutisi. Tema peamised uurimisvaldkonnad on eesti keele sõnamoodustus, lingvistiline tekstianalüüs, kirjakeele allkeeled ning eesti keele uurimislugu. Eriti tähelepanuväärne on tema töö sõnamoodustuse alal ning lisaks kandidaadi- ja doktoritööle nimetatud valdkonnas on tema teos „Sõnamoodustus“ 2015. aastast väljapaistev panus eesti keele varamusse.

Eesti keele õpetamisel ja propageerimisel on ta töötanud nii oma koduülikoolis Tartus kui ka kolmes Soome ülikoolis – Oulus, Turus ja Helsingis. Reet Kasik on lugupeetud ja armastatud nii kolleegide kui üliõpilaste seas ning hinnatud esineja mistahes kuulajaskonnale. Tema tegevuses ja sõnavõttudes peegeldub hool ja mure noorte põlvkondade emakeeleoskuse, eesti keele õpetamise ja kasutamise pärast üldhariduskoolist doktoriõppeni.

Tsiteeriksin siinkohal tema tänavuse 14. veebruari sõnavõttu Postimehes.

Reet Kasik ütleb: „Eesti riigi loomisest alates on meie kõrgkoolid olnud rahvahariduslikud õppeasutused, nende eesmärgiks on eestikeelse haritlaskonna loomine, et riik saaks funktsioneerida ja areneda eestikeelsena. Kui eesmärgiks on vaid toota ingliskeelseid tippuurimusi, siis tekitab tõsist muret, et ülikool lakkab olemast Eesti poliitiline, ühiskondlik ja kultuuriline mõjutaja.“

Olen igati nõus, et esitatud seisukoht vajab ühiskonnas tõsist arutelu.

Täna emeriidotsent Reet Kasikut, pühendunud õppejõudu, keeleuurijat ja uute keeleteadlaste kasvatajat ning kauni emakeele kasutamise innustajat, keda Eesti vabariigi valitsus tunnustab Wiedemanni keeleauhinnaga 2018.

Palju õnne Teile ning tervist ja jätkuvat tööindu edaspidiseks!

E. J. WIEDEMANNI KEELEAUHINNA LAUREAADI SÕNAVÕTT

Reet Kasik

On eriline privileeg sattuda elama oma riigi sajandal aastal, tähistada seda eesti keeles ja tajuda, milline õnn ja rõõm see on. Keel ei ole juba ammu üksnes suhtlusvahend, keel on töövahend ja elukeskkond, milles me elame. Üha suurem osa inimkonnast teeb tööd käte ja masinate asemel keele abil. Eesti keelt kasutab oma igapäevase töövahendina kümneid või sadu tuhandeid inimesi, kelle töö tulemus on samuti eesti keel. Et meil on eesti keeles funktsioneeriv riik, see on Eesti riigi olemasolu alus ja mõte.

Inimese kujunemine on suurel määral keeleline nähtus, aga ka rahva kujunemine on keeleline nähtus, sest rahvas kasvab koos keelega ja keel kasvab koos rahvaga. Emakeelsest haridusest sõltub rahva püsijäämine ja eneseusk. Tänapäeva maailmas tähendab emakeelne haridus ülikooliharidust. Emakeelsele ülikoolile ei ole alternatiivi, kui me tahame rahvana püsima jääda. Hariduse ja teaduse keel on kirjakeele olulisemaid osi, mis toidab teisi allkeeli – ajakirjanduskeelt, ilukirjanduskeelt, ametikeelt.

On tähelepanuväärne, et Eesti riik väärtustab oma tähtsaimat töövahendit ja olemasolu mõtet iga-aastase Wiedemanni keeleauhinnaga. Ma olen rõõmus ja liigutatud, et minu pikaajast tegevust eesti keele uurimisel, hooldamisel ja õpetamisel on tähele pandud, seda on kaalutud ja leitud esiletõstmist väärt olevat.

Ma tänan oma õpetajaid. Nagu enamik inimesi, ei oska ma öelda, kes minust oleks võinud saada, aga keeleteadlane ja ülikooli õppejõud sai minust sellepärast, et minu ülikooliaegseid esimesi samme teaduse alal sattusid juhendama Ellen Uuspõld ja Huno Rätsep.

Ma tänan oma ülikooli, see on alati olnud innustav keskkond, kus on rõõm töötada. Ma olen eluaeg saanud teha seda, mida ma olen tahtnud, ja ma olen saanud teha seda eesti keeles.

Ma tänan südamest oma riigi valitsust, kes on minu elutööd täna krooninud Wiedemanni keeleauhinnaga.

Pühendunud õppejõule ja õpetlasele sõnamoodustuse uurimise, tekstianalüüsi uurimissuuna väljaarendamise ning uute keeleteadlaste harimise ja innustamise eest

Reet Kasik



REET KASIK – MITMEKÜLGNE TEADLANE JA ÕPPEJÕUD

Reet Kasikut tunneme inimesena, kes on kogu oma elu pühendanud eesti keele uurimisele ja õpetamisele. Reet Kasik on töötanud Tartu ülikoolis õppejõuna, olles lugupeetud ja armastatud kolleegide ja üliõpilaste seas ning hinnatud esineja mis tahes kuulajaskonnale. Tema tegevuses ja sõnavõttudes peegeldub hool ja mure noorte põlvkondade emakeeleoskuse, eesti keele õpetamise ja kasutamise pärast üldhariduskoolist doktoriõppeni. Reet Kasikule omane mitmekülgsus on teda viinud paljude uurimissuundade juurde, alates sõnamoodustusest kuni tekstianalüüsini. Eri uurimisaladelt on ta kirjutanud üle saja teadusartikli. Samas on Reet Kasik tuntud teadlasena, kes oskab keerukad keelenähtused lihtsasse ja mõistetavasse keelde üle kanda, nii et need on kõigile arusaadavad.

Reet Kasik (sündinud 1946) on pärit Tallinna lähedalt Randverest. Keskhari- duse sai ta Tallinna 42. keskkoolis, praeguses Kadrioru saksa gümnaasiumis. Intervjuudes on Reet öelnud, et kuigi kooliajal pakkusid talle huvi ka keemia ja bioloogia, asus ta siiski palju lugenud noorena õppima Tartu ülikooli eesti keelt ja kirjandust. Just rohke ilukirjanduse lugemine oli see, mis filoloogiaõpingute kasuks otsustama pani. Õppima asudes ei osanud ta end kuidagi ette kujutada keeleuurijana. Sügavam keelehuvi tekkis alles ülikooliõpingute käigus ja seda tänu suurepärasele õpetajatele Huno Rätsepale ja Ellen Uuspõllule. Koos nendega kuulus ta ka keeleteadlaste rühma GGG (generatiivse gramma- tika grupp), mis tõi eesti keeleteadusse moodsad suunad ja uue lingvistide põlvkonna. Reet Kasik lõpetas Tartu ülikooli 1969. aastal eesti filoloogina ja eesti keele ja kirjanduse õpetajana. Kooliõpetajana pole Reet kunagi töötanud, küll aga õppejõuna. 1973. aastal sai ta Tartu ülikoolis filoloogiakandidaadi kraadi väitekirja „Verbide ja verbaalsubstantiivide tuletusvahekorrad tänapäeva eesti keeles“ eest ning 1994. aastal kaitses ta sealsamas filoloogiadoktori kraadi tööga „Verbid ja verbaalsubstantiivid tänapäeva eesti keeles: tuletusprotsess ja tähendus“. Reet Kasik on olnud Tartu ülikoolis vanemõpetaja, dotsent ja professori kohusetäitja, Oulu ja Turu ülikoolis külalislektor ning Helsingi ülikoolis külalisprofessor. Välismaine töökogemus, seda eriti nõukogude ajal, andis hoopis avarama pildi maailmast, keeleteadusest, aga ka akadeemilisest tööst ja suhtlemisviisist. Reet Kasik on suur Soome sõber siiani.

Reet Kasik on andnud suure panuse eesti keele uurimisse ja õpetamisse. Ta on tegelenud eesti keele sõnamoodustuse ja kirjakeele registrite (õiguskeele,

ajakirjanduskeele, reklaamikeele) uurimisega, lingvistilise tekstianalüüsiga, eesti keele uurimislooga. Tema kandidaaditöö ja doktoritöö käsitlevad eesti keele sõnamoodustust. Reet Kasik on koostanud sõnamoodustuse peatükid nii 1995. aastal ilmunud „Eesti keele grammatika I“ kui praegu koostatava eesti keele akadeemilise grammatika jaoks. 2015. aastal ilmus temalt monograafia „Sõnamoodustus“. Selle teosega sai alguse monograafiate sari „Eesti keele varamu“, mis võtab kokku eesti keele uurimise praeguse seisuga ja teeb kättesaadavaks kogu peamise info eesti keele ehituse ja kasutuse kohta. Reet Kasiku monograafia annab põhjaliku ülevaate sõnamoodustusvõimalustest ja tähendusseostest tänapäeva eesti keeles. See on tarvilik allikas keeleuurijatele ja oluline õppematerjal keeleteaduse üliõpilastele, kuid on mõeldud kasutamiseks ka laiemale üldsusele. Sõnamoodustuse spetsialiste on Eestis väga vähe, seda hinnatavam on tema tegevus eesti sõnamoodustuse uurimisel ja kirjeldamisel. Reet Kasik on alati rõhutanud rahva loovust ja spontaansust uute sõnade loomisel. Ilm võib *koeratada* ja mees võib *isapuhata*. *Lõhnaäiring* uudismoodustisena vihjab aga tema arvates sügavale poliitkorrektsusele. Reet naudib rahva keeleandekust ja sõnamängu.

Tekstianalüüsi suuna algatajana eesti keeleteaduses on ta üles kasvatanud plejaadi tekstiuurijaid, kel magistri- või doktorikraadidki kaitstud. Tekstides väljendub ühiskond ja selle seisund, samas tekstid konstrueerivad seda maailma, milles me elame. Reet Kasik on tekstianalüüsi meetoditega uurinud meediakeelt, selgitanud võimu ja keelekasutuse suhteid. Viis kogumikku „Tekstid ja taustad“ võtab kokku Reeda ja tema õpilaste tekstianalüüsialase töö. Juhendajana on Reet Kasik erakordselt professionaalne, asjatundlik, järjekindel ja nõudlik, samas abivalmis, kannatlik ja heatahtlik. Kui üliõpilases vähegi potentsiaali on, suudab ta selle esile tuua. Reeda juhendatud töödele võib enamasti kinnitada kvaliteedimärgi. Kes tema käest läbi käinud, teab, kui palju enne peab ümber tegema, kui Reet rahule jääb. See tähendab, et tema juhendatavad saavad korraliku akadeemilise kirjutamise kooli, mis ilmselt aitab neid oma tööelus kõigisse kirjutatavatesse tekstidesse kriitiliselt suhtuda.

Reedale läheb korda ühiskonnas toimuv. Sõnatäpse autorina muretseb ta emakeelse kõrghariduse käekäigu pärast. Ta tõdeb, et meie väärtustega on midagi mäda, kui peame ingliskeelset teadust ja haridust eestikeelsest väärtuslikumaks, ja muretseb, mis saab Eestist, kui tema õpetajad, ajakirjanikud, arstid, juristid, poliitikud jt ametite pidajad on tulevikus ingliskeelse haridusega? Või arvatakse, et kodumaale piisab bakalaureusekraadist, magistri- ja doktorikraadiga haritlasi toodame peamiselt välismaa jaoks? Reet Kasik on autoriteet nii keele kui ka ühiskonna, teaduse, hariduse ja kultuuri küsimustes, kellelt on sageli nõutatud hinnanguid ja seisukohavõtte. Ta on märkimisväärselt laia silmaringiga ja suure töövoimega keeleteadlane, kes keeleküsimumuste kõrval astub välja ka ühiskonna kitsaskohtade lahendamise eest.

Reet Kasik on aktiivne emakeele seltsi liige 1968. aastast, auliikmeks valiti ta 2013. aastal. Reet on juhatanud emakeele seltsi keeleteimkonda (2000–2003) ja on ka praegu aktiivne keeleteimkonna liige. Ta on seltsi keeleajakirja Oma Keel toimetuskolleegiumi liige. Aktiivse seltsiliikmena on ta avaldanud artikleid nii Oma Keeles kui ka emakeele seltsi aastaraamatus ja suunanud keeleküsimustest kirjutama ka oma juhendatavaid. Kasik on hinnatud esineja nii emakeele seltsi kõnekoosolekutel kui ka üldhariduskoolides toimuvatel keelepäevadel.

Reet Kasik on pälvinud riigi teaduspreemia, oma keelealase ja ühiskondliku tegevuse eest on teda autasustatud Valgetähe IV klassi teenetemärgiga.

„Miljoniline rahvas peab hirmsasti vaeva nägema oma kirjakeele hoidmisega. See ei seisa ega säili iseenesest. Meie inimeste eneseusk ja enese rahvana tajumine on nii palju seotud keelega. Keel on see, mis rahva rahvaks teeb,“ ütleb Reet Kasik Aime Jõgile antud hiljutises intervjuus.

Reet Kasiku kolleegid

Kersti Lepajõe ja Helle Metslang Tartu ülikoolist

RIIGI
SPORDIPREEMIAD

TERVITUS KULTUURI- JA SPORDIPREEMIADE KÄTTEANDMISEL, LAUREAATIDE TUTVUSTUS

Kultuuriminister Indrek Saar

Lugupeetud laureaadid, kolleegid, külalised!

Mul on täna taas au üle anda riiklikud spordi- ja kultuuripreemiad, sedakorda Eesti vabariigi 100. aastapäeva künnisel. Raske öelda, kas tänavused preemiad on riigi sajanda aastapäevaga otseselt seotud, kuid sümbolset on siin kindlasti palju.

Lisaks riigi juubelile tähistame tänavu kirjanik Anton Hansen Tammsaare 140. sünniaastapäeva. Tammsaare on öelnud väga lihtsalt: „Kunst täiendab elu: ta annab seda, millest elus puudu.“

Teie töö, lugupeetud kultuuri ja spordi elutöö- ja aastapreemiade laureaadid, on andnud meile just seda elus puuduolevat. Seda eriti, kui mõtleme aegadele, mil me oleme rahvana seda kõige enam vajanud.

Kui on vähe olnud lootust, oleme seda leidnud kirjandusest. Kui hümn kõlada ei saanud, saime sellele mõttes kaasa laulda spordiülekandeid jälgides, hoides pöialt põhjanaabritele – ometi teades, et eesti sportlane võitleb mistahes lipu all eelkõige iseenda ja Eesti riigi eest. See on meid innustanud ja andnud optimismi, milleta ükski rahvas elada ei saa.

Kui on napilt olnud võimalusi rääkida asjadest õigete nimedega, oleme käinud teatris. Me oleme saalis istudes kuulnud ridade vahelt öeldavat, mis meiega tegelikult toimub.

Kui identiteet ja elulugu on olnud tabuteema, oleme leidnud pidet just kunstist kõige laiemas mõttes. Kasvõi kindakirjadest, mis on kandnud sõnumit, et kord on taas aeg, mil tõde tõuseb ja vale vaob.

Seetõttu on mul erakordne au tänada ja tunnustada seekordseid laureaate kultuuri- ja spordivaldkonnast.

Spordi elutööpreemiad

See Tallinnas sirgunud tippsportlane oli esimene Eesti ujuja, kes on jõudnud olümpiavõiduni. Samuti on ta jäänud tänaseni Eesti kõige aegade noorimaks olümpiavõitjaks. Oma tähetunnil 1980. aastal oli ta 19-aastane.

Olümpiamängudelt on ta võitnud lisaks teateujumise kullale veel ka individuaaldistantsil pronksmedali ja tulnud maailmameistrivõistlustel teateujumises hõbemedalile. Paljude muude suursaavutuste seas on ta 26-kordne Eesti ujumismeister.

Pärast sportlaskarjääri lõppu on ta teinud treeneritööd ja olnud spordiala juht. Ta on olnud Eesti olümpiavõitjate kogu president, spordiselts Kalevi ja Eesti olümpiakomitee auliige.

Mul on au üle anda riiklik spordi elutööpreemia silmapaistvate tulemuste eest tippsportlasena ujumises ja olulise panuse eest ujumise arendamisel olümpia-võitjale **Ivar Stukolkinile**.

* * *

Ta ei ole ainult treener suure algustähega, vaid kindlasti ka suurim eeskuju paljudele noortele. Ta on laskesuusatamise ajaloo üks silmapaistvamaid trenereid ja spordiala arendajaid.

Seitsmekordne laskesuusatamise maailmameister Kaija Parve-Helinurm on oma treenerit iseloomustades öelnud: ta on järjepidev, suure töövõimega, eesmärgile pühendunud, tulemustele orienteeritud, ambitsioonikas, hea intuitsiooniga ja motiveeritud. Tema moto on väga lihtne – spordis on edu alus kord ja distsipliin.

Tema töö tulemusel on Eestisse toodud hulgaliselt medaleid tiitlivõistlustelt. Veelgi olulisem: on tema loodud laskesuusatamise koolkond.

Mul on au üle anda riiklik spordi elutööpreemia kauaaegse tulemusliku töö eest treenerina laskesuusatamise arendamisel **Tõnu Pääsukesele**.

Spordi aastapreemiad

Kiirus, täpsus, maksimaalne keskendumine ja kannatlikkus – kõik need omadused aitavad vehklemises kaugele jõuda.

Meie Maarjamaa musketäri mõök on endiselt terav – maailmameistrivõistlustelt võitis ta epeemehe konkurentsisis hõbemedali! Tiitlivõistluste medalikogu täiendas veel pronks Euroopa meistrivõistlustelt.

Mul on au üle anda riiklik spordi aastapremia hõbemedali võitmise eest vehklemise maailmameistrivõistlustel ja pronksmedali võitmise eest vehklemise Euroopa meistrivõistlustel 2017. aastal **Nikolai Novosjolovile**.

* * *

Maadlus on Eestis pikkade traditsioonidega spordiala – eestlaste esimene olümpiamedal võideti just maadluses aastal 1912. Martin Klein pidas toona Stockholmis kõigi aegade pikima maadlusmatši, mis kestis 11 tundi ja 40 minutit. See võit tõi talle hõbemedali. Sada aastat hiljem 2012. aasta Londoni olümpiamängudel kordas tollaegset saavutust meie tänapäeva maadlussangar.

Hoolimata tagasilöökidest on tänane laureaat leidnud endas tahet ja visadust. Seda rõõmustavam oli möödunud spordiaasta, mis taas andis põhjuse rõõmustamiseks.

Mul on au üle anda riiklik spordi aastapremia hõbemedali võitmise eest maadluse maailmameistrivõistlustel 2017. aastal **Heiki Nabile**.

* * *

Visadus ja järjekindlus viivad sihile. Leipzigi linnas peetud maailmameistrivõistlustel välkusid meie epeenaiste mõõgad kiiremini kui ühelgi teisel – järgemööda alistati suurriigid ning meie epeenaiskond on parim näide suurepärasest koostööst ja ühtsest vaimust. Hoiame põialt, et see edulugu jätkuks järgmistel suveolümpiamängudel Tokyos.

Mul on au üle anda riiklik spordi aastapremia võistkondliku kuldmedali võitmise eest vehklemise maailmameistrivõistlustel 2017. aastal epeenaiskonna liikmetele **Irina Embrichile, Erika Kirpule, Julia Beljajevale ja Kristina Kuusele**.

* * *

Sportlase aitab soovitud eesmärgini viia treener. Üheks selliseks tippuviijaks on tagasihoidlik vehklemistreener Tartust.

Eesti 2017. aasta parim naissportlane Julia Beljajeva on oma treeneri kohta öelnud: „Ta ei ole ainult minu treener, vaid ta on minu jaoks kõik.“ Koos on nad üle elanud ebaõnnestumisi ja maitsnud võidurõõmu. 2017. aasta oli tandemi jaoks erakordselt edukas – kolm tiitlivõistluste medalit ja maailma esinumbri staatus.

Mul on au üle anda riiklik spordi aastapremia väga tulemusliku treeneritöö eest 2017. aastal **Natalja Kotovale**.

* * *

Need kaks meest istusid esimest korda üheskoos WRC-autosse möödunud aasta jaanuaris sõidetud Monte Carlo rallil. Nad tõestasid kohe, et kuuluvad maailma paremikku. Nad pakkusid spordisõpradele palju positiivseid emotsioone ja tõestasid oma paremust Itaalia kruusa- ja Saksamaa asfaldikatsetel, kus võeti ühise karjääri esimesed MM-etapivõidud.

2017. aastal võideti koos M-Sport meeskonnaga tootjate MM-tiitel, mis on esmakordne saavutus Eesti autospordi ajaloos.

Uus siht on individuaalne autoralli MM-tiitel. Tuult tiibadesse!

Mul on au üle anda riiklik spordi aastapremia pronksmedali võitmise eest autoralli maailmameistrivõistlustel 2017. aastal **Ott Tänakule** ja **Martin Järveojale**.

* * *

Need kaks meest on originaalse üritusteseeria Simple Session asutajad ja peakorraldajad juba 18 aastat. Sellega edendatakse noorte seas populaarseid tänavaspordialasid nagu rula, BMXi- ja tõukerattasõit.

Simple Session on tiptasemel rahvusvaheline spordivõistlus, mis on maailmas tuntud kui üks oodatumaid ja enam kajastatumaid.

2017. aasta suvel viidi üritus esimest korda Riiga, kus suvine Simple Session toimub ka selle aasta suvel. Lisaks korraldatakse suvist Simple Sessionit selle aasta suvel Kopenhaagenis.

Mul on au üle anda riiklik spordi aastapremia olulise ja jätkuva panuse eest BMXi ja rula spordialade tutvustamisel ja arendamisel Eestis ning rahvusvahelisel tasandil **Mario ja Risto Kalmrele**.

Õnnitlen kõiki spordipremiate laureate!

SPORDIPREEMIA LAUREAADI SÕNAVÕTT

Ivar Stukolkin

Lugupeetud peaminister, valitsuse liikmed, hariduse, teaduse, kultuuri ja spordi esindajad!

Väljendan siin spordirahva ja tänaste auhinnasaajate nimel suurt tänu vabariigi kõrge tunnustuse eest!

Vaevalt võis keegi siin viibivatest auhinnasaajatest arvata, et aktiivse sporditegemise ajal pälvib nende tegevus nii suurt riiklikku tunnustust, sest aktiivne sporditegevus eeldab vaid tulemuste saavutamist ja kõik nende pürgimused olidki suunatud vaid kõrgete tulemuste saavutamisele spordis.

Riiklik tunnustus on mitte ainult personaalne tunnustus, vaid ühtlasi tunnustus ka riikliku auhinna saaja lähedastele, treenerite kollektiivile ja teistele, kes aitavad, juhendasid ja toetasid neid kõrgete sportlike tulemuste saavutamise nimel.

Tänavu on eriline aasta, sest praegu on käimas 23. taliolümpiamängud Lõuna-Koreas Pyeongchangis, kus Eestimaa sportlased esindavad meie väikest ja tublit Eesti riiki, ning sellel nädalavahetusel tähistab Eesti riik oma sajandat aastapäeva.

Loodan, et Eestimaa spordirahvas teadvustab nii toimuvatel taliolümpiamängudel kui ka muudel sel aastal toimuvatel rahvusvahelistel tiitlivõistlustel kõrgete tulemuste saavutamise ja tiitlivõiduga maailmale meie Eesti riiki kui sportlikku ja sporti toetavat riiki ning nende saavutatud kõrged tulemused on hinnatud kingituseks Eesti rahvale ja riigile.

Lubage veel kord tänada Eesti vabariigi valitsust, Eesti spordi nõukogu ja Eesti spordialaliite meie osaks saanud suure tunnustuse eest.

Ilusat vabariigi juubeli-aastapäeva kõigile!

Riiklik spordi elutööpreemia kauaaegse tulemusliku töö eest treenerina laskesuusatamise arendamisel

Tõnu Pääsuke



LASKESUUSATAMINE – PÄÄSUKESE ELU, KIRG, PÜHENDUMUS

Tõnu Pääsuke on Eesti edukaim laskesuusatamistreener. Tema õpilased on võitnud suurte tiitlivõistluste medaleid ning võistelnud järjepidevalt olümpiamängudel. „Mul on nii hea meel, et Tõnu riikliku elutööpreemia vääriliseks tunnistati,“ sõnab Kaija Helinurm, kes tuli 1980ndatel Kaija Parvena seitsmekordseks maailmameistriks. „Väga häid treenereid on palju, kuid Tõnu pühendumine, saavutustele orienteeritus ja soov noorest korralik inimene kasvatada on aidanud paljud tippu. Tema kindel tugi on abikaasa Aita Pääsuke, koos on nad suure töö ära teinud.“

Lõi laskesuusatamises oma koolkonna

Tallinna poiss Tõnu Pääsuke alustas suusatreeninguid 1959. aastal. Üksteist talve hiljem tipnes tema karjäär juunioride laskesuusatamise MMiga Östersundis. Pääsuke kordas individuaalselt eelmisel aastal Zakopanes saadud 5. kohta ning võttis NSV Liidu meeskonna liikmena vastu pronksmedali.

Noor mees kogus veel mõnel aastal Eesti medaleid, ent alustas ühtlasi siiani kestvate treeneritööd. Ligi poole sajandi pikkuse karjääri jooksul on sündinud koolkond, millele Pääsuke pani aluse koos Kaija Parve ja juunioride MMil hõbeda ja pronksi võitnud Even Tudebergiga. Selleks ajaks kui naiste laskesuusatamine olümpiale jõudis, oli Parve juba tippspordist lahkunud. Tudeberg pääses NSV Liidu meestekoondisse, kuid mitte olümpiale.

Eesti taasiseseisvumise järel ootas meie koondist Albertville'i olümpia 1992. Tuleristsetele läinute seas olid Pääsukese õpilased Urmas Kaldvee ja Kristjan Oja. Kahe aasta pärast Lillehammeris viisid Pääsukese koolkonda edasi Merle Viirmaa ja Olaf Mihelson, hiljem on olümpiateed käinud Eveli Saue, Johanna Talihärm ja Rene Zahkna. Noorte rahvusvahelistel võistlustel on jõudnud silma paista Tuuli Tomingas, Kristo Siimar ja mitmed teised.

Pääsukese treeneritarkusest annab tunnistust tõsiasi, et ta mõistis õigel ajal, kui suure potentsiaaliga ala on naiste laskesuusatamine. „See, et minust sai laskesuusataja, on sada protsenti Tõnu „süü“,“ räägib Kaija Helinurm. Nõmme tüdrukuna jõudis Kaija Parve esimeste Eesti kuni 16-aastaste medaliteni juba kaheteistkümnesea, kui harjutas Aita Pääsukese käe all murdmaasuusatamist. Parve jõudis Dünamo ja Eesti naiskonnas ka NSV Liidu noorte murdmaa-

medaliteni. Kuid märtsis 1983 jahmatati koos trennikaaslastega koduseid spordisõpru. Abielupaar Pääsukese neiuas õpilased Ria Pärnoja, Kaija Parve, Anne-Ly Oviir ja Eve Vait võitsid NSV Liidu naislaskesuusatajate meistri-võistlustel Solikamskis teatesõidupronksi! Eelmisel kuul oli Tõnu Pääsukese esimene täht Even Tudeberg, hilisem telemees ja ettevõtja, toonud Anterselvast juunioride MMi medaleid.

„Ühel hetkel küsis Tõnu, et mis ma arvan, äkki prooviks laskesuusatamist. Ala tõstis alles pead ega olnud maailmas veel kuigi populaarne, kuid mulle tundus huvitav,“ meenutab Kaija Helinurm. „Tõnu süstis minusse eneseusku. Ta oli veendunud, et perspektiivi on, tuleb vaid eesmärgipäraselt tööle hakata. Nii ta mulle plaanid ette valmistas ja enam tagasiteed polnud.“

Aastatel 1984–1988 tõi Eesti kõigi aegade edukaim laskesuusataja koju kaks individuaalset ja viis võistkondlikku MM-tiitlit.

Kasvatades sportlasi, väarikaid inimesi

Tõnu Pääsuke jäi Kaija Parve tähtsaimaks treeneriks. „A-klassis andis Aita mu Tõnule lõplikult üle. Kui harjutasin juba koos NSV Liidu koondisega, olime Tõnuga pidevalt ühenduses. Liidu koondise peatreener Jevgeni Hohlov aktsepteeris Tõnu soovitusi täielikult, nii et meie koostöö oli selles vallas väga hea,“ kiidab usin õpilane. Aastaid hiljem usaldas ta Pääsukese käe alla ka oma tütre ning Ulla-Maarit jõudis juunioride MMile.

„Tõnu tugevaim külg on see, et ta teab täpselt, mida teeb. Ta mõtleb detailideni plaanid välja, teab, kuidas sportlast tippu viia, eesmärgid on selgelt paigas. Kõike seda raamib spordi lihtsaim tõde – edu alus on distsipliin, kord,“ räägib Parve-Helinurm.

Laskesuusatamine on Pääsukese elu, kirg ja pühendumus. Muljetavaldav treeneritöö algus on jätkunud paljuski tänu sellele, et Pääsuke ei ole otsustavalt hüljanud omaaegseid meetodeid. Ta on vaid kujundanud neid vastavalt uutele teadmistele ja õpilaste omapärale. Noore suunamine on tema filosoofia järgi tervik – üks pool on sport ja tulemused, teine aga väarika inimese kasvatamine.

„Laagrites tegime palju tööd, niitsime heina ja võsa, õppisime eluks vajalikke oskusi,“ meenutab Kaija Helinurm. „Kaasas olid vihikud ja õpikud, vabal ajal näiteks kodusin ja heegeldasin.“ Oma laste vanuseid vaadates tõdeb Parve-Helinurm, et muidugi on nutipõlvkond veidi teistsuguste huvidega, kuid Pääsukese meetodid ja arusaam laskesuusatamisest pole muutunud. Ning just see on põhjus, miks tema käe alt sirguvad jätkuvalt Eesti parimad tegijad.



Talvelöpp 2011. Tõnu Pääsuke, ikka uute noortega. Foto: Rauno Volmar

Aastatel 1992–1994 oli Pääsuke Eesti laskesuusatamise koondise peatreener, sinna aega jäävad meie seni parimad olümpiatulemused. 1994. aastal kolis ta Hiiumaale ning puhus elu sisse sealsele suusakogukonnale. Kõige krooniks leidis ta saarelt tüdruku, kelle võistlusi jälgisid eestlased aastaid hiljem hinge kinni pidades.

Kolis Hiiumaale ja avastas Eveli Saue

„Tõnu Pääsukeseta oleks minu sportlastee ja ka muu elu kindlasti kujunenud teistsuguseks. Hiiumaa ja suusatamine pole just sõnad, mida väga tihti ühes lauses kasutatakse. Kuid Tõnu suutis nii minu kui ka treeningukaaslased väga kiiresti suusatama õpetada,“ räägib Eesti 2006. aasta olümpiadelegatsiooni lipukandja Eveli Saue. Ta noppis kümmekonna aasta eest MK-sarja etappidel mitu esikümnekohta, tänu temale kasvas laskesuusatamine, mis vahepeal oli maailmas väga populaarseks muutunud, eestlaste südameisse.

„Treeneri laotud põhi andis mulle võimaluse ehitada selle peale hilisem tippportlase karjäär. Tema antud teadmised treeninguteooriast, suusatehnikast, laskmisest, võistlustaktikast ja laiemalt ka spordifilosoofiast on jäänud põhitõdedeks, millest lähtun senini,“ räägib Saue, kes isegi pärast tippportlase karjääri lõppu suutis Eesti meistrivõistlustel medalitele sõita.



Sakslane Daniel Böhm ekraanil, Tõnu Pääsuke teleri ees. Foto: Tairo Lutter

Pääsuke soov on alati olnud kasvatada oma õpilasest iseseisev inimene, kuid samas ei tohi unustada neid, kellega koos sa siin ilmas oled ja elad.

„Tõnu toetas väga pealehakkamist ja iseseisvust – alates laagri köögitoimkondadest ja saunakütmisest ning lõpetades omaalgatusliku mäesuusatamise ja isetegevusõhtutega. Samuti rõhutas ta meeskonnavaimu olulisust. Treeningukaaslased ei olnud konkurendid, vaid sinu pere! Vanemad õpilased aitasid nooremaid näiteks suuskade määrimisega, pikkadel matkadel ei jäetud kedagi maha,“ selgitab Saue, miks tema oma treenerit kõrgelt hindab.

Sarnaselt Helinurmega tunnustab ka Saue Pääsuke rangemat külge, mis nõuab õpilastelt korda. Riikliku elutööpreemia pälvinud treener on ise öelnud, et reeglid peavad olema kindlad. Muidu hakkab piir nihkuma, ühest saunaõllest saab kaks ja varsti tehakse ka sauna kaks korda päevas. Nii aga tippspordis asjad ei käi.

Pärast aastatuhande vahetust taasalustas Pääsuke laskesuusatajate treenimist ja kasvatamist Tallinnas, luues spordiklubi Biathlon. Noored harjutavad, medalid tulevad ja laskesuusatamine on populaarne. Ent teenekas treener ei kavatsegi loorberitele puhkama jääda, otse vastupidi, ta rabeleb mitmel rindel. Pääsuke on Nõmme spordiklubi suusatamise ja laskesuusatamise treener, Biathloni

juhatuse liige ning alates 2008. aastast Eesti juunioride koondise peatreener. Kuid kui uskuda kaht edukat sportlast, Kaija Helinurme ja Eveli Sauet, siis teisiti Pääsuke ei oskakski. Sest elu – see ju ongi laskesuusatamine.

Kristi Kirsberg

Riiklik spordi elutööpreemia silmapaistvate tulemuste eest tipp sportlasena ujumises ja olulise panuse eest ujumise arendamisel

Ivar Stukolkin



STUKOLKINI HINGE PANI HELISEMA OLÜMPIAPRONKS

23. juulil 1980 tõusis Ivar Stukolkin esimese Kalevi basseinis alustanud sportlasena olümpiapjedaali ülemisele astmele – siis ujuti Moskvas 4 × 200 meetrit vabalt. Kuus päeva hiljem alistasid NSV Liidu veepallurid raskes kullamängus Jugoslaavia ja kõrgeimale aujärjele astus Mait Riisman, samuti Kalevist lähtunu.

Mõlemad mehed said kogu eluks olümpiavõitja tiitli. Stukolkin jõudis selleni meie kõigi aegade noorimana, veel enne 20. sünnipäeva. Ta kannab seda tiitlit väärikalt, kuid tunnistab, et tegelikult pakkus suurima rahulduse samas teenitud 400 meetri vabaujumise pronks.

Pääses kullameeskonda üle noatera

Ivar Stukolkini olümpiatee oli mitmes mõttes erandlik. Eristatavad on kindlad etapid.

1978. aasta MMil Lääne-Berliinis kuulus Stukolkin juba NSV Liidu koon-
disse ja aitas 4 × 200 m meeskonna finaali. Seal ujusid Sergei Russin, Andrei Krõlov, Vladimir Salnikov ja Sergei Kopljakov. Hõbemedalile sai kindel olla. Ameeriklased liikusid väga kaugel – kaheksa sekundit! – ees ja läänesakslased ei püüdnudki vastu hakata. Polnud arvata, et jõudude vahekord võiks kahe aastaga oluliselt muutuda. Stukolkin teadis, et hõbedatki jahtivasse nelikusse mahtumiseks tuleb veel palju vaeva näha. Kuid esiti pani ta toime hoopis karjääri ainsa tõsisema režiimirikkumise ja peatreener Sergei Vaitsehovski lõi ta vähemalt sõnades mõneks ajaks kambast välja.

1979ndal suutis Stukolkin end täielikult rehabiliteerida. 400 m vabaujumise 3.56,41 viis maailmaklassi ja tagas koondisekoha.

27. mail 1980 sai lõplikult selgeks, et suurem osa mõjukatest lääneriikidest boikoteerib NSV Liidu Afganistani agressiooni tõttu Moskva olümpiat. See tähendas ühtlasi, et liidu 4 × 200 m vabaujumise kuld on sisuliselt kindel. Küsimus oli vaid, kes kvartetti kuuluvad.

Koondise katsevõistlustel tuli Stukolkin Kopljakovi ja Krõlovi järel kolmandaks, püstitades isikliku tippmargi 1.51,99. Teateujumises osalemine pidanud tagatud olema.

Olümpia algul ujuti individuaalne 200 m vabalt. Stukolkini närvid ütlesid üles, ta jäi halvavalt kehva 1.53,44-ga 12. kohale. Võitis Kopljakov, hõbeda sai Krõlov. Vaitsehovski vangutas pead ja kuulutas välja uued mängureeglid. Finaalis ujuvad kindlasti Kopljakov ja Krõlov, hommikul nad puhkavad. Vaba on ka äsjane 1500 meetri kullamees Salnikov, aga tema õhtune etteaste pole veel kindel. Eelujumises stardivad Sergei Russin, Sergei Krasjuk, Juri Prissekin ja Ivar Stukolkin. Russin peab saama aja 1.52,4, ülejäänud lendlähetest 1.51,5 – sel juhul võetakse Salnikovilt koht. Kui norm täitmata jääb, määrab peatreener neljanda teateviija ainuisikuliselt.

Tegelikult oli selge, et Krasjuk ja Prissekin sellist tulemust välja ei uju. Salnikovi võis kõrvale lükata kas Stukolkin või Russin.

Normi ei täitnud kumbki, meie mehel jäi puudu neli ja Russinil 15 sajandiksekundit. Poole tunni möödudes teatas Vaitsehovski, et finaal ujuvad etappide järjekorras Kopljakov, Salnikov, Stukolkin ja Krõlov.

Euroopa rekord 7.23,50 tagas viiesekundilise võidu Saksa DV ees. Ameeriklaste üle-eelmise aasta MM-tulemusele jäädi alla kolme sekundiga.

Loomulikult ei anna lõpuaegade selline võrdlemine alust Stukolkini olümpia-võitu alavääristada, ega siis tema USA sportlasi kõrvale tõrjunud.



1979 – Ivar Stukolkin ujub end maailmaklassi, olümpia hakkab paistma.
Foto: Lembit Peegel

Ivar Stukolkinit ehivad olümpiakuld ja
-pronks. Foto: Lembit Peegel

Atleedil endal on täielik õigus kõrvalise
abita teenitud 400 meetri pronksi hinges
kallimaks pidada. Karmis medalilahin-
gus sai ta brasiillasest Djan Madrugas-
t jagu 0,20 sekundiga. Sündinud Eesti
rekord 3.53,95 on 2018. aastani elus!

Kodus süttis tööhimu, Vene staar- treener juhatas tippu

Eesti ujumine oli 1970ndate kes-
kel selges tõusulaines. Pärast
mõõna-aastaid koguti teateujumistestki
suurel hulgal üleliidulist väärismetalli.
Kaire Indrikson tuli 1977. aasta EMilt
Jönköpingist hõbeda ja pronksiga.
Seis oli nii hea, et tollane alajuht Rein

Ööbik võib praegu rääkida: „Eestlased võitsid Moskvast 1980. aastal neli kulla
ja ujumine ei sattunud Stukolkini medalite tõttu erilisse aupaistesse. Kui Indrek
Pertelson ja Aleksei Budõlin 2000. aastal Sydneys pronksi said, tulvasid poisid
judotrenni. Meil aga ei muutunud tollal midagi, ujulad olid niikuinii lapsi täis.
Organisatsioon oli tugev.“

Paraku ei suutnud 1960. aastal sündinud Ivar Stukolkin poisipõlves esialgu läbi
lüüa, parimad eakaaslased pääsesid ette. Pilt hakkas muutuma, kui treeneriks
tuli Mall Randmer, kes leidis lüliti noorukis ujumisvaimustuse sütitamiseks.
1976. aastal täitis Stukolkin meistrinormi ning võitis koos Jüri Derkuni,
Kalle Liivamäe ja Artur Tikkerbäri NSV Liidu juunioride 4 × 200 meetri kulla.

Kooli lõpuks 1977. aastal olid Tikkerbär ja Stukolkin enam-vähem ühel joonel.
Nad olid juba käinud NSV Liidu noortekoondise laagrites ning saanud kutse
asuda õppima Leningradi Lesgafti-nimelisse kehakultuuriinstituuti. Seal treenis
oma kuulsat kroolijate gruppi Genrihh Jarotski.

Mõlemad poisid läksidki Jarotski juurde, kuid Tikkerbär ei pidanud kaua vastu.
Tema ujumist tabas tugev tagasilöök. Ta ristis Jarotski töömeetodid „hakk-
lihamasinaks“, lahkus Leningradist ja tegi sportlaskarjääriga üldse lõpparve.





Koos koduse treeneri, sporditippu viiva tee kätte juhatanud Mall Randmeriga.
Foto: Lembit Peegel

Stukolkin jätkas ja selgitas 2017. aastal raamatu „Eesti ujumise lugu“ tarvis toonast olukorda.

„Sain harjutada koos Kopljakovi, Krölovi ja Bogdanovi, peagi ka Russiniga. Need olid töömehed, kelle kõrvalolek innustas. Nende pealt nägin, et kõik on võimalik. Eriti võistlusperioodil oli meie vahel ka pingeid ja me hoidusime väljaspool ujulat omaette. Trennis aga kannustasime üksteist, sest teadsime, et meie suurim šanss on 4 × 200 meetrit,“ tõi Stukolkin esile Jarotski grupi põhiplussid.

„Ometi kippus pidev hambad ristas tamp vahepeal üle pea kasvama. Tavaline päev nägi ette kaht kahetunnist kõrge intensiivsusega veetrenni, millele lisandusid kangiharjutused. Öhtuti olin omadega üsna otsas. Algul hakkasid tuikama randme-, siis küünar- ja lõpuks õlaliigesed. Aga kui organism harjus, loksus kõik paika. Meditsiiniteenindus ja toitlustus olid tasemel.

Jarotski oli karm treener, kes ei püüdnudki teeselda, nagu kohtleks ta kõiki võrdselt. Grupis oli umbes 30 ujujat, enamikuga neist tegeles paar-kolm assistenti. Osa teest tuli omal jõul läbida, et pälvida Jarotski tähelepanu. See tehtud, tundsin Jarotski täielikku usaldust ja vastasin samaga. Oma esinumbrite jaoks jätkus treeneril basseinis alati tähelepanu ja aega, neile ta pühendus.

Hiljem võis päevas olla kolm veetrenni ja kilomeetreid koguneda üle 20. Ka sellise mahu juures jäi rõhk intensiivsusele. Jõu- ja võimlemissaalid ei kadunud loomulikult kuhugi.“ Töö oli karm, aga viis vankumatu ronija tippu.

Mõtleb, kuidas ujumisse rohkem panustada

Olümpiajärgse puhkuse lasi Stukolkin liiga pikaks ja võidukas teatemeeskond sai teda 1981. aasta EMil kasutada vaid eelvõistlustel. Suvel 1980 ujutud tulemusteni ei jõudnud Stukolkin enam iial. Küll oli ta 1982. aastal piisavalt hea, et Ecuadori MMil hõbenelikusse mahtuda. Järgmisel suvel püsis ta samal tasemel, ent vanad kaaslased olid ümbert kadunud ja EMil langeti kolinal viiendaks.

Stukolkin lõpetas karjääri nagu tollal paljud. NSV Liit boikoteeris Los Angelese olümpiat, sportlaste motivatsioon langes. Lesgaft oli lõpetatud, kodus haaras Argo Tammemäe liidriohjad. Suvel 1985 teatas Stukolkin, et nüüd aitab. Ta jäi ujumise juurde 1991. aastani, tehes treeneritööd algul basseinis ja siis kontoris. Õiget mõnu vesi enam ei pakkunud.

Järgmine rahvusvahelisel tasemel medalitega ujuja, kes Kalevist tuule tiibadesse sai, oli 1972. aastal sündinud Indrek Sei.

„Sel ajal kui Ivar olümpial kulla võitis, kolistasin alles Kalevi allkorrusel väikeses plekkvannis. Ja kui suurde basseini jõudsin, siis ega Ivarit seal ei paistnud, ta treenis ju Piiteris. Teadvustasin Ivari ilmselt 1982, kui ta MMilt medaliga tuli. Mäletan, et mõtlesin umbes nii: oo, see siis ongi see jube kõva ujuja! Mingit eeskujut ei osanud ma võtta. Ei mõelnud ka, et ahah, tähendab ka minu ujulast võib olümpiaavõitjaid kasvada. Teadsin niikuinii ja tean siiani, et Kalev oli lammutustöödeni välja väga tasemel ujula!“ arutleb Sei.

„Vaat seda mäletan, et Ivari karmi ja nõudlikku treenerit Mall Randmerit vaatasin alati aukartusega, nagu olümpiaavõitja kasvatanud treenerit vist peabki vaatama.“

Stukolikin aga saab 2018. aasta hakul elutöö eest riikliku preemia.

„Tore auhind,“ naeratab jurist. „Kui sporti teed, kui harjutad, pingutad, end tagant sunnid, siis ei tee sa seda ju kauge riikliku preemia pärast. Silme ees on konkreetsed järgunormid, rekordid, medalid. Mitu-mitu aastakümnet hiljem on hea tunda, et su saavutatut ka teistele palju tähendas ja et seda kõike mäletatakse. Ma pole ammu ujumisega eriti kokku puutunud. Kui näiteks ujumislit või olümpiakomitee mõnele üritusele kutsuvad, lähen ikka. Ent riigilt auhinda saades tunned nagu kohustust ka omalt poolt ujumisele midagi välja pakkuda. Mõtlen selle peale.“

Gunnar Press

*Riiklik spordi aastapremia hõbemedali võitmise eest
vehklemise maailmameistrivõistlustel ja pronksmedali
võitmise eest vehklemise Euroopa meistrivõistlustel
2017. aastal*

Nikolai Novosjolov



NOVOSJOLOV USUB OMA VEHKLEJATARKUSSE

Pärast 8. kohaga lõppenud Rio de Janeiro olümpiat hankis epeevehkleja Nikolai Novosjolov 2017. aastal kaks suurt medalit. Juunis tõi ta Thbilisist EM-pronksi ja juulis Leipzigist MM-hõbeda. MK-sari lõppes kõrget stabiilsust kinnitava 3. kohaga.

2018 algas riikliku spordipreemiaga ja teadmise, et Tokyo olümpiani jääb vähem kui kolm aastat. Just olümpiamedal on Novosjolovi vahvast kollektioonist puudu.

„Tunnistan, et olümpia on praegu suurim motivaator. Selge eesmärk on teha samm uuesti ja senisest edukamalt. See pole lihtne, juba olümpiale kvalifitseerumine on tihedas konkurentsis keerukas. Peale tulnud noori ma enam kiirusega ei võida, proovin tarkusega, usun sellesse,“ ütleb Novosjolov, kes on Tokyoks 40-aastane.

Kaaberma, Kajak ja Loit kutsusid nooruki olümpiakoondisse

Nikolai Novosjolov sündis suvel 1980 Haapsalus ja hakkas 1992 sealse spordikoolis vehklema. Viis aastat juhendas teda Oleg Svanidze, siis astus asemele Peeter Nelis, sama mees, kes viis tippu Kaido Kaaberma.

Laiemale publikule ilmutas Novosjolov end jaanuaris 1996, osaledes Tallinna Mõõgal, meie kuulsal MK-etapil. Lapstähte temast ei saanud, ehkki kuni 18-aastaste MMi 7. koht polnud laita. Kõrval liikus umbes samas rütmis kuu aega noorem tallinlane Sven Järve. Teineteist võideti vaheldumisi.

Noorteklassi kirkaim saavutus, 1998. aasta juunioride EM-pronks kuulus Järvele, kuid Eesti nimeka epeemeeskonnaga ühines järgmisel kevadel Novosjolov. Seni vehklesid trikoloori all Kaido Kaaberma, Andrus Kajak ja Meelis Loit, sellises koosseisus käidi ka 5. kohaga lõppenud Atlanta olümpial. Peatreenerina juhtis väge Boris Joffe.

„Eesti olümpiakomitee lubas meil Sydneysse ühe noore kaasa võtta. 1999 valisime välja Kolja, ta käis meiega turniiridel. Koolitasime teda, ta oli treeningupartner

ja andis meile võistlustel puhkust. Oli näha, et temast tuleb tegija,“ räägib Kaaberma. „Küll oleks uhke öelda, et eelistasime Nikolai Novosjolovit Sven Järvele, sest meil oli talentide eristamisel nii terav silm. Tegelikult valisime ilmselt rohkem tunde pealt, ja eks jõudnud ju Järvegi hiljem MM-medalini.“

Mais 1999 andis Bolzano EM Eestile 5. koha. Novembris jagati Souli MMil olümpiakohti ning Eesti kvartett jõudis 6. kohaga sihile. Novosjolov lendas joonelt Portugali ja tuli juunioride MMil viiendaks.

Novosjolovi sisseelamisperioodi viimane vaatus oli natuke kurb, sest Eesti kaotas Sydney olümpial kohe Ungarile. Seda matši vaatas Novosjolov veel varumehena pingilt. Nüüd tuli pidada 9. koha matš Ungariga ning Joffe asendas ungarlaste vastu ebakindlalt vehelnud Kajaku tulevikulootusega. Too ei teinud oma olümpiadebüüdil imet, kuid täitis ülesande ja Eesti sai napi võidu.

Treeningufanatism tõi vigastusi, need pidurdasid

2001. aastal oli Novosjolov kvartetis juba tähtis kuju. Ta jõudis paaril individuaalsel MK-etapil veerandfinaali, tuli universiaadilt pronksiga. Tema roll kasvas, kui Kajak lahkumisest teatas. Hilissügisel Nimesis toimunud MMil võitles Eesti epeemeeskond välja esimese tiitlivõistluste medali: Kaaberma, Loit, Novosjolov ja Kajaku asemele tulnud Sergei Vaht teenisid hõbedad. Järgmisel aastal tuldi samas koosseisus neljandaks.

Järgnes sootuks süngem aeg ja 2004. aasta olümpiale Ateenasse ei pääsenud ükski Eesti vehkleja. Vanemad mehed olid epeesid pakkimas. Esinumbriks tõusnud Novosjolov jõudis EMil pidevalt esikümnesse, kuid MMil aina põrus – hoopis Sven Järve tõi 2006ndal pronksi. Pekingi olümpia tähendas Novosjolovile uut pettumust. Raske oli arvata, kas ebaedu taga on vigastused, vaimne ebakindlus või nadi majanduslik seis.

„Ühest põhjust polnudki, see oli kompleks. Algu oli vähe kogemusi, ootas teiste abi. Õppisin üsna pikkamisi enesele lootma. Sain aru, et pean ise mees olema, mitte teisi süüdistama,“ räägib Novosjolov 2018ndal.

„Vigastused tulid ka, treeningutel. Et relvaga kiireid asju ajada, pead plahvatusvõimet kasvatama, tegema trennis näiteks ka kõrgeid hüppeid. Varustus oli tollal praegusest kehvem ja kui tööst taastumine korda ei läinud, olidki vigastused käes. Vanad vigastused löövad tänaseni välja,“ lisab trennifanaatikuks peetav vehkleja. „Praegu tegelen käe ravimisega, ei saa palju erialast trenni teha. Tippспорт ei pruugi tervislik olla. Hea, et tänaseks oma keha tunnen ja vigastustega arvestada oskan. Vanasti raiunuks trenni edasi.“

Novosjolov töötas 2007–2010 alaliidu peasekretärina ja ühtlasi Irina Embrichi treenerina. Raske oli uskuda, et tema ratas kogub alles tuure. Aga siis see algas.

Kaks maailmakulda, muid medaleid lisaks

Novembris 2010 tuli Novosjolov Pariisis maailmameistriks, põrustades finaalis võõrustajate lootuse Gauthier Grumier' 15:8! Tegu tõi kaasa Valgetähe III klassi teenetemärgi ja esimese riikliku spordipreemia.

Juunis 2012 sai Novosjolov Legnanos kaela EM-hõbeda. Kuus nädalat hiljem startis ta Londoni olümpial maailma edetabeli juhina, aga sai lüüa. Aastat jäi meenutama MK-sarja üldvõit.

Augustis 2013 tuli Novosjolov Budapestis teist korda maailmameistriks. Taas tegi ta finaalis unelmate etteaste, nuheldes Venezuela meest, Londoni olümpiavõitjat Ruben Limardo Gasconi 15:7. MK-sari lõppes 2. kohaga.

Juunis 2015 peeti Montreaux's EM. Nikolai Novosjolov, Sten Priinits, Marno Allika ja Peeter Turnau tagasid medalid poolfinaalis võiduga 42:41 Šveitsi üle. Kastanid tõi tulest meeletult võidelnud Novosjolov, tõmmates meeskonna viimases vahetuses välja suurest kaotusseisust ja tehes lisaajal otsustava torke. Finaalis jäädi alla Prantsusmaale, aga hõbegi oli suurüllatus.



Nikolai Novosjolov (paremal) Rio de Janeiro olümpial Venezuela meest Francisco Limardot võitmas. Foto: AFP



Nikolai Novosjolovile annab nõu treener Igor Tšikinjov. Foto: Arno Saar

Järjena tulid 2017. aasta kaks medalit. Treeneripremia jagas Novosjolov Oleg Svanidze, Peeter Nelise ja Igor Tšikinjovi vahel.

Novosjolovi karjääri murrangu tagant paistab Tšikinjov, kaua Eestis töötanud, siis Rootsi siirdunud ja heade tulemustega sealse koondise etteotsa tõusnud treener.

Pärast ära jäänud Ateena olümpiat katkes Novosjolovi koostöö nii Nelise kui ka Joffega. Natuke abi tuli kaks aastat nooremalt sõbralt Marno Allikalt.

„Kohtusime 2008 ühel MK-etapil. Vaatasin Kolja matše ja selgitasin natuke. Pekingi-eelsel valikturniiril suutsin Koljale otsustavatel hetkedel nõu anda ja ta võitis,“ jutustab Tšikinjov. „Kolja tahtis, aga ma ei saanud oma Rootsi töö tõttu tema põhitreeneriks hakata. Siiski oli ta enne 2010. aasta MMi koos enda ametliku treeneri Irina Embrichiga minu juures laagris. Pariisist sai kulla. Londoni olümpia eel elas ja treenis Kolja minu juures Rootsis. Osaliselt temaga suhtlemise pärast oli mind kevadel koondise juurest eemaldatud.“

Siis hakkas Tšikinjov juhendama kogu Eesti meeskonda. Algul pidi leping kestma 2013. aastani, kuid edusammude rütmis seda aina pikendati. Alles 2017ndal ilmnesisid ebakõlad.

„Jah, konflikte tuleb ette, ka poistel omavahel. Usun, et nii on igas satsis ja et need konfliktid lahenevad,“ rääkis Tšikinšov. „Loodan, et olen ametis Tokyo olümpiani.“

Kevadeks 2018 oli siiski selge, et koostöö katkeb.

Olümpiamedal viiks uunikumide sekka

Jah, kahekordse Eesti parima sportlase kogust puudub olümpiamedal. Sydney meeskondlik läbikukkumine on saanud lisa äpardunud individuaalsete etteastetega.

Pekingis 2008 läks Novosjolov pärast üht võitu kokku maailma edetabelit juhtinud prantslase Jerome Jeannet'ga ja kaotas suurest eduseisust 14:15.

Londonis 2012 oli Novosjolov ise tabelijuht. Esimesest ringist vabastatuna läks ta teises kokku ameeriklase Seth Kelseyga, meeskondliku maailmameistriga, keda ta oli viimastel aastatel alati võitnud. Meie vehkleja ei suutnud keskenduda ja kaotas seletamatult 11:15. „Vehklemine on ala, millel igal juhul kaotad sagedamini kui võidad. Ka stabiilsetel on mõõnad. Kehaliselt võid ju super olla, aga mentaalselt alt minna. London oli selle ehe näide,“ ütleb Novosjolov.

Rios 2016 läks kõik hästi veerandfinaalini, kus tuli vastu 41-aastane valitsev maailmameister, juba 20 aasta eest olümpiapronksi hankinud Geza Imre. Ungarlane võitis kindlalt ja rühkis hõbedani.

Tokyosse 2020 on raske pääseda, aga see pole võimatu ka meeskondlikult. „Meie EM-hõbe oli kõva sõna ja eelmisel MMil jäime nelja parema seast välja ju ühe torkega. Kõik on võimalik!“ pakub liider.

Nagu Irina Embrich, nii saab ka Novosjolov 40seks just Tokyo olümpia eel. Geza Imre Rio tulemuse pealtki on näha, et selles vanuses võib mägesid liigutada. Aga näite võib tuua ka omamaalaste leerist. Sõudja Jüri Jaanson, eksmaailmameister nagu Novosjolovgi, oli 39 saamas, kui oma viiendalt olümpialt esimese medali tõi. Jaansonile ei piisanud sellest, ta võitis neli aastat hiljem teisegi medali.

„Jaanson on uunikum,“ muigab Novosjolov, ehkki tal pole uunikumide leeri siirdumise vastu midagi.

Gunnar Press

*Riiklik spordi aastapremia hõbemedali võitmise eest
maadluse maailmameistrivõistlustel 2017. aastal*

Heiki Nabi



NABI JUHTUM: KOTIS TOODUD PÕRSAS KASVAS MAAILMAMEISTRIS!

Eestis on palju näiteid nii-öelda süsteemivälistest sportlastest. Kreeka-Rooma maadleja Heiki Nabi on, vastuoksa, elav tõestus, et üht-teist toodab ka meie paljukirjutud spordisüsteem. „Audentese spordikoolita poleks minust maadlejat saanud,“ tõdeb Hiiumaalt Hilleste külast pärit Nabi. Eesti olnuks Nabita olümpiahõbeda, kahe MM-kulla, MM-hõbeda, MM-pronksi ja EM-pronksi võrra vaesem.

Heiki Nabi edu retsepti võib välja kirjutada nii: esimese treeneri vaist, Audentese spordikool ning põhjatu visadus, eneseusk ja sihikindlus.

Audentesesse võeti Nabi vastu katseajaga. See oli igati põhjendatud otsus, sest osteti ju põrsast kotis – Hiiumaalt pealinna mineku ajaks oli nooruk küll Tiit Madalvee käe all viis aastat mitmekülgsest harjutanud ning tänu treeningutele ja maatoodele sitkeks muutunud, kuid maadelnud polnud ta sisuliselt üldse.

Päris poisikesena soovis Nabi minna Tõnu Pääsukese laskesuusatrenni, kuid selleks ei olnud vanematel raha. Tuli valida treeningud, mille eest raha ei küsitud. Nii ta Suuremõisa kooli direktori ja kehalise kasvatuse õpetaja Madalvee juurde muskleid kasvatama sattus.

Põhikooli lõpus uuris juhendaja, mis plaanid noorel mehel on. „Rääkisin, et huvi on metsandust õppima minna, aga ega ma otseselt teadnud, mis minust saada võiks,“ meenutab Nabi hetke elu ristteel. Pakkumine Tallinna spordikooli vabamaadluse osakonna katsetele minna oli ootamatu. Ta võttis mõtlemisajaks pool päeva ja siis oli otsus küps.

„Tahtsin end hirmsasti tõestada!“

Madalvee soovitus oli piisavalt kaalukas, Kristjan Saar julges võtta Nabi katseajale. Algus oli raske. Hiiumaal treeniti kolm korda nädalas, spordikoolis kaks korda päevas. Nii vajusid silmad koolitundides vägisi kinni. Harjumatu oli alguses ka alaga kaasnev valu, liigesed ja lihased tuikasid pigistamisest ja kukkumistest. Aga käegalõõmine ja Hiiumaale tagasimineki oli Nabi jaoks välistatud: „Tahtsin end hirmsasti tõestada! Alguses vanematele ja Tiit Madalveele, keda väga austasin. Ma pole kunagi arvanud, et suuri asju

peaks saama kergelt. Tööd tuleb teha. Kui alguses maadlusmatil vastu ei saanud, siis panin ikka, hambad ristas, edasi ega andnud alla, vähemalt kaitsesin elu eest.“

Mõnekuulise harjutamise järel teenis visa üritaja Eesti kadettide meistrivõistlustelt hõbeda. Katseaja lõppedes lubati kooli jääda. Paraku anti kevadel Nabile Audentesest ikkagi paberid kätte ja soovitati uus kool otsida, sest vabamaadluse osakond kadus ära. „Arusaamatu jutt, et osakond kolib Viljandisse, tundus isegi koolipoisile anekdoodina,“ ütleb Nabi. Taas oli ta tõmbetuule käes. Õnneks oli Nabi võistelnud ka Kreeka-Rooma maadluses ja Meinhard Niglas nägi temas selleski stiilis potentsiaali. Uueks treeneriks sai Audentese kooli tööle tulnud Henn Põlluste.

Tihti jäävad noorsportlased spordikoolist lahkudes omapäi, Nabil aga vedas. Ta sai ühiselamus tasuta edasi elada ja koduklubi Juhan tasus sööklaarved.

Võitis 21-aastasena kulla, mida veel ei oodatud

Kaks aastat pärast keskkooli lõpetamist lõhkas Heiki Nabi üllatuspommi, tultes Eesti spordiüldsuse jaoks veel tundmatu maadlejana Hiinas Guangzhous kuni 96-kiloste meeste maailmameistriks. Viimati oli eestlastest sellise tükiga hakkama saanud August Englas 1953. aastal.

Võtame triumfi algosadeks. Eks muidugi oli Nabi vastastele veel tundmatu suurus, keda ei osatud karta. 21-aastane eestlane oli juba mõnda aega rassinud meeste koondises kogenud Valeri Nikitini ja Tarvi Thombergiga ning mehistunud. Pingeid tal peal ei olnud ja uued reeglid soosisid teda. Tol ajal sai vastaseid tõsta külje pealt ristvöötstega ja see oli Nabi trump.

Täistabamus mõjutas oluliselt edasist. Ühest küljest tekitas kõvasti ootusi ja pingeid, teisalt tagas spartalikes tingimustes elanud maadlejale riikliku stipendiumi ja ettevalmistusraha ning ühtlasi valiti Nabi 2006. aastal Eesti parimaks noorsportlaseks. Sellega kaasnes A. Le Coqi noorsportlase stipendium – viie aasta jooksul maksti talle miljon krooni.

See kuluski õige pea marjaks ära, sest edule järgnes viieaastane medali-põud. Vastased õppisid Nabi trikid hästi selgeks, lisaks kimbutasid matimeest vigastused ja kohati käitusid kohtunikud temaga ebaõiglaselt. 2007. aasta EMil oli ta juba pronksi võitnud, kuid vilemees lubas matšil väljaspool matti jätkuda ja podiumile tõusis pooliku võtte teinud venelane. Rahastussüsteem aga „olekseid“ ei arvesta. MM-kullale järgnesid edaspidi 24., 11., 14. ja 27. koht. 2008. aasta Pekingi olümpiale Nabi ei pääsenud, EMil jäid tol perioodil laeks viiendad kohad.



Heiki Nabi kohtub venelase Sergei Semjonoviga. Foto: Hendrik Osula

Perekonna tugi tuleb atleedile kasuks

Eraeluliselt oli jällegi ilus ajajärk. Nabi abiellus 2010. aastal Egle Elleriga, tütar Renata sündis aasta hiljem, poeg Henri 2017. aastal.

„Noorena jäi mulle paljude inimeste jutu põhjal mulje, et tippspordi tehes tuleks keskenduda vaid sellele ja peret ei tohiks olla,“ mõtiskleb Nabi. „Aga see on täiesti vale. Pere on toetav jõud. See on sinu turvatsoon, teadmine, et sa pole üksinda. Pereelu õpetas mind paremini planeerima. Spordi ja pere jaoks pean aega leidma, ülejäänud asjad tulevad pärast neid.“

Juhus või mitte, kuid tagasi medalisoonetele sattus hiidlane pärast pereisaks saamist. Selleks ajaks oli selg majanduslikus mõttes vastu seina: EOK toetus oli juba varem lõppenud, 2011 lõppes ka A. Le Coqi stipendium. Tuli elada säästudest ja uskuda, et kunagine triumf ei olnud ühekordne sähvatus. Nii oli 2012. aasta Londoni olümpia raskekaalus võidetud hõbe eriliselt magus.

Aasta hiljem lisas Nabi Budapestis kollektsiooni teise MM-kulla ja praeguseks on hankinud tiitlivõistlustelt mitu kahvatumat karva auraha. Rio de Janeiro olümpia 5. koht oli aga pettumus. Nabi mõistis, et peab arenguks otsima uut



23. august 2017. MMilt hõbedaga naasnud Heiki Nabi seisab Tallinna lennujaamas abikaasa, fitnessikuulsuse Egle Eller-Nabi ja tütar Renataga. Nende ees vankris magav perepoeg Henri saab järgmisel päeval kuuvanuseks. Foto: Karli Saul

lähenemist ning lõpetas pika ja eduka koostöö Põllustega. Nüüd kuuluvad ta tiimi ukrainlasest maadlustreener Igor Bugai, kanadalasest jõutreener Charles Poliquin ja üldplaani eest vastutav Ivar Kotkas. Töö käib Tokyo olümpia nimel. „Olen jätkuvalt väga motiveeritud. Olümpiavõitu mul pole, seega tasub pingutada. Tahan teha sporti nii, et karjääri lõpetamise järel ei kripeldaks kuskilt ja et ma teaks: andsin endast maksimumi,“ kirjeldab Nabi sisemist tõukemehhanismi.

Üleminek meesteklassi võiks valutum olla

Heiki Nabi tee on Eesti spordisüsteemi üks edulugudest, pörsas kotis osutus medalimehiks. Maakohast pärit poissi märgati, talle anti võimalus unistusi püüda ning tänu väga varasele edule sai ta toetusraha, mis aitas püsida valitud kursil ka keerulistel aegadel.

„Reeglina on noorsportlase kõige raskem aeg pärast Audentese lõpetamist,“ analüüsib Nabi süsteemi. „See on koht, kus üleminek võiks olla pehmem.“

Noortele pole vaja maksta palju, kuid elementaarsed tingimused treenimiseks võiksid olla. Aga ei saa öelda, et meil on kõik halvasti. Süsteem on läinud järjest paremaks. Nüüd makstakse tippudele tulemusel põhinevat palka ja tagatakse ravikindlustus. Mul on hea meel, et mudeli parandamiseks tehakse reaalseid samme.“

Märt Roosna

*Riiklik spordi aastapremia võistkondliku kuldmedali
võitmise eest vehklemise maailmameistrivõistlustel
2017. aastal*

Kristina Kuusk, Irina Embrich, Erika Kirpu ja
Julia Beljajeva



MÕÕGAKANGELANNADE TÄIUSLIK LÄBIMURRE

Eesti epeevehklejad teevad imesid. Kui 2013. aastal tõusid Julia Beljajeva ja Nikolai Novosjolov vähem kui tunni jooksul mõlemad maailmameistriks, siis nüüd krooniti sellise tiitliga neli naist korraga! Lisaks Beljajevale vehklesid kullakomplekti eest Kristina Kuusk, Erika Kirpu ja alaline võimas lõpuspurtija Irina Embrich.

Euroopat oli sama kvartett juba kahel korral (2013, 2015) valitsenud, aga erinevalt kunagisest pole maailmavehklemine enam eurooplaste siseasi. Rio de Janeiro olümpia (2016) poolfinaalis taandus meie epeenaiskond Hiina, Londoni (2012) võitja ja kolmekordse maailmameistri ees.

Hiina müüri lammutamine

Et 26. juuli 2017 ja Leipzigi spordihall eriti kirkalt Eesti spordiajalukku jääks, kohtuvad epeedaamid Beljajeva, Kuusk, Kirpu ja Embrich MM-finaalis just Hiinaga. Võimsa vastase ridades astuvad peaareenile Piste Podiumile eelmise aasta suurkujud Yiwen Sun ja Yujie Sun.

Selle suve tulemuste järgi peaks meie vägevaim olema Beljajeva, kes võitis kuue nädala eest Thbilisis EMI ja äsja siinsamas Leipzигis MM-pronksi. Tema alustab ja viigistab hiinlannade liidri Yiwen Suniga. Embrich alistab Mingye Zhu kolme torkega.

Nüüd on Kristina Kuuse kord. 180 cm pikk Haapsalust pärit kaunitar on koondises kogenud ka raskeid päevi, taandunud pingiservale ja mõnikord koha koguni loovutanud. Samas on ta olnud elurõõmus raudvara, kes ikka koondise intervjuudeks ja muudeks sõnavõttudeks ette lükatakse. Ühtäkki on ta end sellel aastal ka maski taga täiega leidnud, võitnud Rio de Janeiro isegi karjääri esimese MK-etapi. Nüüd alistab ta Xu Chengzi peatamatult 5:1 ja peagi selgub, et kullamängu lahendus ongi käes. Vastased teevad närvilisi vahetusi. Peatreener Kaido Kaaberma amatsoonid võitlevad enesekindlalt, näidates, mis on õige spordirõõm. Eesti võidab 45:33.

Peatreener Kaido Kaaberma vangutab pead: „Täiesti uskumatu, kui hästi nad täna vehklesid, ei ühtki viga!“

Ükski neist noortest pole igapäevaselt Kaaberma õpilane. Beljajevat on ikka juhendanud Tatjana Kotova, isiklik tädi. Itaalias elavale Kirpule on lisaks oma isa Viktorile andnud nõu sealsed treenerid ning sügisest 2017 töötab temaga Kaaberma omaaegne vastane Angelo Mazzoni, kahekordne meeskondlik olümpiavõitja. Embrich on nii kogenud, et vahetab treenereid vastavalt vajadustele-võimalustele, vahel töötab temaga Anatoli Jasnov, vahel Samuil Kaminski. Kuusega tegeb Peeter Nelis.

Kaaberma on kõigiga ametis laagrites ja võistlustel. Kui kapriissed need meisternaised on?

„Pole hullu. Ma ei usu, et neli isiksust, nende isiklikud treenerid ja mina mingis küsimuses sajabrotsendiliselt ühel nõul võiks olla. Arutame laagripaikadesse ja trennisajadesse puutuva läbi, vaame plusse ja miinuseid. Lõpuks otsustan mina, kuid mingit vaenu pole tõusnud,“ muigab Kaaberma.

Valutute põlvkonn vahetuste kronoloogia

Eesti epeenaiskonna MM-ajalugu näitab eeskujulikku, tõusujoonelist järjepidevust. Teatepulk liigub viperusteta, suured vanuse-, isegi põlvkonn vahed ei eksita.

1995 töid Heidi Rohi (29), Merle Esken (26), Maarika Võsu (23) ja Oksana Jermakova (22) Haagist pronksid. Esken pakkis peagi võistlusrelva ja Jermakova abiellus Venemaale, aga uksele koputasid uued jõud.

2002 jõudsid Rohi (36) ja Võsu (30) koos Irina Embrichi (22) ja Olga Aleksejevaga (20) Lissabonis hõbedateni. Visa Rohi, juba 1984ndal Eesti meistriks tulnud ja kaua naiskonna tõelise liidrina toimetanud naine, vehkles koondises 2007. aastani, Võsu ja Aleksejeva loobusid pisut hiljem. Ei hullu – Kristina Kuusk oli juba koondises, seal püsis ka emapuhkusel käinud Embrich. Noortekoondises täristasid relvi Erika Kirpu, Julia Beljajeva ja Nelli Paju.

2014 kordas Embrich (34) tosina aasta tagust hõbedavõitu juba koos Kuuse (29), Beljajeva (22) ja Kirpuga (22) Kaasanis.

2017. aasta tippjõudmine oli loogiline ning loodetavasti ei lakata medalite eest võitlemast niipea. Juba on koondiselahinguid pidanud kuni 23-aastaste 2014. aasta maailmameister, 186 cm pikk Katrina Lehis (23). Vormi hoiab Nelli Differt, endine Paju (27). Maailma omaealiste paremikku on tõusnud Karoliine Loit (17).



26. juuli 2017. Leipzigi MMi finaali viimases paaris kohtuvad Eesti naiskonna kogenuim liige Irina Embrich ja hiinlannade liider Yiwen Sun. Kohe-kohe teeb Embrich otsustava torke. Foto: AFP

Kaaberma ütleb, et MM-tiitel tõstis kogu meie naiskonna mainet ning laagripartnereid on nüüd kindlasti lihtsam leida. „Kui tugevad koondised aeg-ajalt koos treenivad, saavad mõlemad tugevamaks, omapead pusimisest ei piisa,“ selgitab peatreener.

Leedi Embrichi juhtimisel olümpiamedalit jahtima

Imepärast sporditeed läbib Irina Embrich. Ega tal teab mis suurt individuaalsete medalite saaki olegi. MMilt on ta teeninud hõbeda ja pronksi ning EMilt pronksi, seegi juhtus üle kümne aasta tagasi. Ent naiskond ja vehklemis-sõbrad tunnustavad teda kui tõelist liidrit. Leipzigi MMi eel sai ta 37-aastaseks. Saksamaaga peetud veerandfinaali eel oli seis sedavõrd ärev, et otsustati panustada üksnes Embrichile. Kaaslased istusid sügaval kaitstes. Eesti võitis 12:11, kõik torked tegi Embrich.

Irina Zamkovaja, tulevane Embrich, astus Samuil Kaminski gruppi kaheksandal eluaastal, erandlikult vara. Kaminski nägi naiste maailmavehklemise arengusuundadest ja Eestis tehtud alavalikutest, et mõistlik on panustada epeele. Esialgu valitses ju küll florett, ent samal 1988. aastal mahtus epee esmakordselt naiste MMi kavva ja oli teada antud, et 1996ndast jõuab relvaliid olümpiamängudele.



Erika Kirpu (vasakult), Julia Beljajeva, Irina Embrich ja Kristina Kuusk esitlevad MMil võidetud kuldmedaleid. Foto: AFP

„Ira oli kindlasti meie esimene naisvehkleja, kes kohe epeest alustas,“ räägib Kaminski. „See tähendab, et me kasutasime relvana floretti kui kaalult kergemat, aga õppisime epeetehnikat. Floretirefleksid võiksid epeed hiljem segada.“

Kaminski ja Embrichi lakkamatu koostöö kestis 2004. aastani, siis lahkus treener Norrasse. 2011. aastast hakkas Embrich aeg-ajalt seal harjutamas käima ja Kaminski vangutab pead: „Norras mul nii head õpilast pole. Ausõna, Ira on nüüd mind arendanud!“

Embrich tunneb omal nahal – Eesti epeenaistel pole veel olümpiamedalit. Rio ajal teati, et järgmise naiskondliku olümpieturniiriga tuleb oodata vähemalt kaheksa aastat, Pariisini. Embrich võitles Brasiilia areenil suurepäraselt ning innustas Beljajevat ja Kirput: „Mõelge, kaheksa aasta pärast olete üle 30! Proovime parem praegu medali kätte saada!“ Noorte närvid vedasid alt, jäädi neljandaks.

Suvel 2017, veidi enne Leipzigi MMi saabus teade, et meie eduala lülitati siiski ka järgmiste mängude kavva. Embrich saab just enne Tokyot 40, küll ta jaksab!

Leedi Embrich usub seda isegi. Ta võttis sügisel aja maha, et vana randmevigastus põhjalikult välja ravida. Veebruaris võitis Embrich Bratislava turniiri.

Gunnar Press

Riiklik spordi aastapremia väga tulemusliku treeneritöö eest 2017. aastal

Natalja Kotova



NATALJA KOTOVA VORMIS ÕETÜTREST SUURMEISTRI

Tartu vehklemistreener Natalja Kotova tuli mais 2002 Eesti epeemeistriks. Pjedestaalile mahtusid ka mõni kuu hiljem naiskondliku MM-hõbeda võitnud Heidi Rohi ja Olga Aleksejeva ning kauges tulevikus, 2017. aastal naiskonnas maailmameistriks saanud Kristina Kuusk. Nii 2002. kui ka 2017. aastal meie edukasse esinduskvartetti kuulunud Irina Embrichile poodiumil kohta polnudki.

Samal aastal hakkas Kotova juures treenima kümneaastane õetütar Julia Beljajeva. Tema juhendamine on toonud tädile auhindu, ka kaks riiklikku spordipreemiat.

Kotova on treeninud ka oma poega Ruslan Eskovi, kes tuli mõne aasta eest noorte EMil pronksile ja MMil kuuendaks ning pürib meestekoondisse. Riina Lepp, samuti Kotova õpilane, on kuulunud juunioride EMil hõbedanelikusse.

Kuidas Tartu vehklemine maailma jõudis

Tartut loetakse meie 110-aastase sportliku vehklemise sünnilinnaks. Suure sõja järgset vaikelu lõhkusid aga üksnes tudengid, kes peagi, diplom taskus, kadusid. Kuni üks neist, nestor Endel Nelise treenitud Rein Kamarik kaasõpilasse armus ja Emajõe äärde pidama jäi. Võib öelda, et sealt, 1961. aastast algab Natalja Kotova lugu.

Nelise eestkostel tehti Kamarikule Dünamos vehklemistreeneri koht. Sellest piisas vehklemise elustamiseks, kuni viievõistluse olümpiahõbeda võitnud Hanno Seljast sai 1964. aastal Tartu laste ja noorte spordikooli direktor. Üleöö sündis LNSK vehklemisosakond, kuid põhikohaga treenereid peale Kamariku ikka polnud.

Järgmine etapp algas 1971. aastal nii, et tuntud Tallinna treeneri Toomas Liivaku pere- ja tööelus jooksid juhtmed kokku. Sellest kuulnud, kutsus Kamarik ta Tartusse tööle. Liivak tuli, võttis uue naise ja sai enda hoolde tõusva tähe Viktor Kirpu. Samal kevadel sündinud Natalja Kotovat oli Liivakul vara treenida, küll võttis ta Kirpu kõrvale pundi algajaid. Liivak andis vehklemishariduse ka Anatoli Jasnovile.



Treener Natalja Kotova (vasakul) oma tähtõpilase Julia Beljajevaga. Foto: Aldo Luud

Jasnov tõusis kiirelt Eesti fletiparemikku ja ka meistriks, kuid tundis varakult huvi treeneriameti vastu. Ta lõpetas ülikooli kehakultuuriteaduskonna ja asus ametisse. Tema esimesi edukaid õpilasi oli 1984. aastal trenni tulnud Natalja Kotova, samuti treenerikalduvustega sportlane.

Treener Kotova kaudu tuli vehklemissse Olga Aleksejeva, kes hiljem liikus Jasnovi gruppi. Kotova ise alustas, nagu teame, tüki aja pärast püsivat tööd Julia Beljajevaga. Veidi varem oli Viktor Kirpu toonud saali ja rajale tütar Erika.

Aleksejeva oli 2000. aastal juunioride maailmameister, 1992. aastal sündinud Beljajeva ja Kirpu hakkasid valmistuma veel suuremateks tegudeks.

Enne Austraalia kui Eesti meistriks

Septembris 1988 tuli Kotova Eesti kuni 18-aastaste fletimeistriks, pool aastat hiljem võitis NSV Liidu kuni 20-aastaste epeeõbeda. Punariigi lagunemiseni kogunes auhindu veel. Mais 1991 krooniti Kotova koos Oksana Jermakova, Heidi Rohi, Maarika Võsu ja Natalja Vdovinaga NSV Liidu täiskasvanute meistriks.



Natalja Kotovat usutleb ajakirjanik Jaan Martinson. Foto: Hendrik Osula

Eesti koondislasena tuli Kotova 1994. aastal Zürichi MK-etapil kolmandaks. Järgmisel aastal tõusis ta Sydneys nii üksi kui naiskonna koosseisus Austraalia meistri troonile.

Eksootilise tiitlini viisid Eesti vehklejate suhted Austraalia eestlastega. Teades, et Sydneys toimub oktoobris 1995 MK-etapp, kutsusid nad nii nais- kui meeskonna kuuks ajaks kostile. MK eel selgitati võõrustajariigi parimaid vehklejaid ja külalised olid oodatud. Konkurents polnud tihe, ent oma koondisekaaslastest, paari kuu eest MMil pronksi üle röömustanud Jermakovast, Rohist, Vösust ja Merle Eskenist käis Kotova jaks üle. Mis sellest kasu, kui ta neist järgnenud MK-l ikka tahapoole jäi!

Kotova ei võitnud 2000. aastani ainsatki Eesti täiskasvanute medalit, kuigi hoolega üritas. Nii ei mahtunud ta esindusnaiskonda ühekski tähtsaks turniiriks.

„Ma ei tea tänaseni, milles asi oli. Liidu noortekoondisse mind ei võetud, kuigi hirmsasti püüdsin. Olin B-koosseisus. Eesti põhinelikusse ma ei mahtunud ja kui sai selgeks, et Atlanta olümpiale ei pääse, lõpetasin treenimise,“ kirjeldab Kotova. „1998. aastal sündis poeg Ruslan ja äkki ei kartnud ma vehklemises enam kedagi ega midagi. Imelik!“

Pinged olid maas ja Eesti medalid kogunesid, tuli ka kuld.

Tulevaste suurkujude esimesed spordisammud

1988–2000 töötas Natalja Kotova Tartu spordikooli ja 2000–2007 spordiklubi Escrime treenerina, praegu on Kalevis. Kogemusi on kuhjaga, aga ikka ei oska ta kujutleda, et võinuks omal ajal kümneaastase Olga Aleksejevaga pörkudes kuidagi teisiti talitada.

„Olja vehkles mu grupis kaks aastat, oli andekas, teistest parem. Mängisime rahvastepalli, kaotajad pidid tegema kükkistes ringi ümber väljaku. Olja oli kaotajate poolel, aga ütles oma rahulikul ja iseteadlikul moel, et tema ei kükita. Vastasin, et kui ta seda ei tee, mingi koju. Olja astus uksest välja ja mõne päeva pärast viis ema ta Jasnovi juurde. Et ta vend treenis ka seal, ei küsinud Jasnov vist üldse, kas meil midagi juhtus,“ jutustab Kotova kerge erutusega. „Ma ei kahetse. Kui keegi praegu nõnda teeks, käituksin täpselt samuti. Andekatel pole eriõigusi!“

Julia Beljajeva tulekust räägib Kotova sooja naeratusega.

„Õetütar Julia oli minuga laagrites kaasas olnud, aga seal jalutas ta niisama. Et temavanused ümberringi treenivad, ei seganud põrmugi. Teda polnud kodus iial sunnitud, elu oli turvaline. Proovis iluvõimlemist, ei meeldinud, tuli kolmandal päeval ära.

Siis otsustati, et niisama olemisest aitab, ja mu õde tõi ta siia, vehklema. Ta ei tahtnud jääda, nuttis. Julia käis vist neljandas klassis, kui õde helistas ja imestas: „Tead, Julia rääkis hommikusöögil, et talle hakkas vehklemine meeldima ja ta hakkab nüüd tõsiselt treenima!“

Ta polnud andekas, koordineerimine ei olnud hea, jooksis kehvasti. Aga kui otsus langetatud, hakkas ta nii kõvasti harjutama, et kergejõustikutreenerid teda kutsumas käisid. „Ma käin juba tennis,“ kuulutas Julia neile.“

Julia oli 12-aastane, kui veidi vanema Nelli Paju, nüüd Differti, ja Erika Kirpu ees Eesti kuni 14-aastaste meistriks tuli.

„Konkurents Erikaga hakkas kohe edasi viima,“ kiidab Kotova. „Nad pole sõbrannad olnud, pole ka kakelnud. Nad on head rivaalid.“

Beljajeva teenitud Kristjan treeneri teleri ees

„Julial on lapsest peale olnud vaja kedagi, kes on kõrval. Ma ei pruugi teda aidata, ei pruugi sõnagi öelda. Aga ta peab teadma, et tal on olemas võimalus nõu küsida,“ mõtiskleb Kotova.

Julia Beljajeva kingitud Kristjan
Natalja Kotova teleriesisel.
Foto: Natalja Kotova



„Me tunneme teineteist läbi ja lõhki. Võistlustel tahab Julia minuga ühes toas elada. Tean, kuidas teda toetada. Julia põlvevigastuse järel tegelesid raviga arstid, aga minu ülesanne oli kinnitada: „Julia, sa saad terveks ja võidad jälle medaleid!“ Ta uskus ja kõik pööras heaks.“

Detsembris 2017 võttis Julia Beljajeva EOK galal Sporditähed 2017 vastu Eesti aasta naissportlase auhinna. Ta lõpetas tänukõne nii: „Ma ei saa välja jätta oma treenerit. Temata ma ei seisaks praegu siin, ma poleks üldse keegi. Aastal 2013 olen siin laval seisnud ja mul on üks Kristjan juba olemas. Mu treeneril ei ole ja ma arvan, et see on ebaaus. Ta pole ainult minu treener, vaid ta on mulle kõik. Koju jõudes tuleb see Kristjan Sinu uusaastakingituseks, Natalja, see on Sulle! Aitäh!“

„Ma panin auhinna kodus kõige nähtavamale kohale, teleri ette,“ ütleb treener.

Gunnar Press

*Riiklik spordi aastapremia pronksmedali võitmise eest
autoralli maailmameistrivõistlustel 2017. aastal*

Ott Tänak ja Martin Järveoja



TÄNAK OSKAS TEIST VÕIMALUST HÄSTI KASUTADA

Viis aastat tagasi oli Ott Tänaku karjäär sisuliselt lõppenud. Seda veel enne, kui oli jõudnud tõsiselt alatagi. Väga harva juhtub ime – rallimaailma tippu pürgimisel antakse ebaõnnestunule teine võimalus. Tänakule anti, ning ta oskas seda kasutada. Ta on Eesti 2017. aasta parim meessportlane, autoralli MMi kolmas mees. Asjatundjad usuvad, et tal on kõik eeldused tõusta oma alal maailma parimaks.

Tänaku rallimehetele on kujunenud pikaks ja käänuliseks. Elu esimese võidusõidu tegi tänaseks kolmekümnene saarlane 13-aastase poisina kodusaares jäärarjal, kus sai isa Ivari järel teise koha. Tõelise rallisõiduni läks aega veel kolm aastat. Siis starditi koos isa endise paarilise Tõnu Kurvetiga Võru talverallil. Paraku sõideti mõne kilomeetri järel teelt välja ja sinna see selleks korraks jäi.

Mis ei tapa, teeb tugevaks

Esimene kooliraha sai makstud, kuid järgmiste aastate jooksul tuli tuleviku nimel piire kombates elada üle veel rohkelt pettumusi ja altminekuid. Mis ei tapa, teeb tugevaks – kuid vaid neid, kes suudavad elult õppida. Tänak on suutnud.

Pole kerge aimata, mis pilguga vaatavad Tänaku tegemisi praegu Syruse rallitiimi juhid, kes 2006. aasta varakevadel kõigest 18-aastasele rallimehele hundipassi andsid. Aasta varem oli Venemaa juurtega rallitiim võtnud Tänaku oma tiiva alla, muretsenud talle auto – N-rühma Renault' – ning taganud kõik muu võistlemiseks vajaliku. Edu aga ei tulnud. Hoopis auto kippus lagunema ning sõitja ja tiimi vahele tekkisid pinged. Lõpuks otsustas meeskond koostööst loobuda.

„Mitte tema juhtimistehnika, vaid juhtimismaneer tegi meid kõige enam valvsaks! Väga palju tööd rooliga, järsk ja rapsiv ümberkäimine käigukangiga, samuti ebakorrektned siduripedaali kasutamine. Just nendele asjadele pöörati tähelepanu,“ vahendas portaal rally.ee toona Syruse tiimi juhi Deniss Levjatovi sõnu. Praegu kõlavad need sõnad kummalisena. Levjatov rääkis ka noormehe iseloomust, märkides, et silmadesse tekkinud „tähetolm“ kippus segama.



2017. Mäkke pöörab Ott Tänaku ja Martin Järveoja Ford Fiesta. Foto: M-Sport

Markko Märtini päästev abikäsi

Ripakile Tänak siiski ei jäänud. Oma rallitiimi juhtiv Markko Märtin kutsus ta meeskonda ning juba 2008. aastal krooniti N-rühma Subaru sõitnud nooruk Eesti meistriks. Järgmisel aastal kordas ta seda saavutust ning tegi esimese stardi üleilmsel WRC-rallil. Veel aasta hiljem, konkursi Pirelli Star Driver võitjana tibukollase Mitusbishiga sõites oli ta klassi PWRC parim nii Soomes kui ka Suurbritannias.

Märtini õpetussõnade järgi tegutsedes liikus Tänak vaikselt, kuid kindlalt ülesmäge. Just Märtini toel jõudis ta M-Spordi meeskonna pealiku Malcolm Wilsonini, kes sõlmis saarlasega 2011ndal viie aasta pikkuse lepingu. Järgmisel hooajal istus Tänak juba Ford Fiesta WRCs ja tegi kaasa täishooaja. See aga ei tähendanud veel läbilööki.

Enne tuli vajuda sügavale põhja ja leida end olukorrast, kus rallikarjääri lõpp näis tõenäolisemana kui selle jätkumine. Seejuures tuli taluda interneti-kommentaatorite lajatusi ja meedia pessimismi ning elada teadmise, et lubamatult rohkete katkestamistega hooaeg tähendas unistuste sarjast taandumist. 2013. aastal ei sõitnud kõrvaleheidetud Tänak ühelgi MM-rallil.



Martin Järveoja (vasakul) ja Ott Tänak. Foto on tehtud 2017. aasta Saksamaa ralli lõpul, eestlased on võitjad. Foto: M-Sport

Õelnuks keegi toona, et nelja aasta pärast on Tänak Eesti populaarseim sportlane ja võitleb peaaegu hooaja lõpuni MM-tiitli eest, oleks ütlejat imedesse uskuvaks ullikeseks peetud. Tänak aga uskus endasse ja uskusid ka mõned ustavad toetajad eesotsas suurettevõtja Oleg Grossiga.

Kuid selleks, et asjad hakkaksid ülesmäge minema, pidi toona noores rallisõitjas midagi muutuma. Üle võimete piiri gaasipedaali vajutavast uljaspeast pidi saama tark sõitja. Paranema pidi suhtlusvõime, tuli muutuda avatumaks.

Iga hooajaga sammuke edasi

Pärast M-Sporti tagasitulekut on Tänak teinud iga hooajaga sammukese edasi. Juba 2016. aasta lõpus oli ta WRC-sarja tiimipealike silmis ihaldatud tegelane. Mullu saavutatud kaks esimest MM-ralli võitu ja stabiilselt kõrgetel kohtadel püsimine on Tänaku väärtust veelgi suurendanud. Toyota tehase meeskonna soomlasest pealik, neljakordne maailmameister Tommi Mäkinen tegi kõik, et just Tänakut enda teenistusse palgata. Seejuures eelistas ta eestlast viiekordsele maailmameistrile Sebastien Ogier'le.



2018. Eestlased ja nende uus sõiduk Toyota Yaris Rootsi rallil. Foto: Hendrik Osula

Tänakut ennast kannustas tiimi vahetama soov tõusta meeskonna esinumbriks. Ogier' kõrvalt oluks see keeruline. Prantslane on viimaste aastate selge valitseja ning 2017. aastal oli ta M-Spordis Tänakuga võrreldes eelistatud seisundis. Tänaku sõnul ei häiri teda, kui teised tiimi liikmed saavad temaga võrdsed võimalused. Oluline on, et tema võimalused poleks teiste omadest kehvemad. „Mu olemus ei lase olla pikalt teine number. Tahan, et meeskond oleks ka minu taga ja ma saaksin võita,“ kinnitab ta oma võitjaloomust.

WRC-karjääri alguses istus Tänaku kõrval kaardilugejana Kuldar Sikk, pärast nii-öelda vaheaastat sai selle koha Raigo Mõlder. Eelmisest aastast täidab seda rolli Martin Järveoja. Tulemuste põhjal on kooslus Järveojaga kõige parem.

Järveoja, judopisist kaardilugeja

Tänak on tunnistanud, et mõnes mõttes on ta Järveoja peale kade. Mõneti õigustatult: Järveoja istus tõeliselt tipptasemel autosse möödunud aasta alguses ning praeguseks on temagi kontol kaks rallivõitu.

Spordipoiss on Järveoja olnud kogu elu. Noorpõlve parimateks saavutusteks jäid viis erinevate vanuseklasside Eesti meistri tiitlit judos, hiljem tuli edu juba ralliautos kaarti lugedes. Kõige pikemalt sidus teda koostöö Karl Kruudaga. Selle perioodi tipphetkedeks olid kaks võitu WRC2-klassis. „Ott liikus tippseltskonda ühte teed pidi, meil Karliga oli teine lähenemine. Tegime Karliga seda tööd

peaaegu kümme aastat,“ tõrjub Järveoja jutu, nagu oleks ta midagi kergelt saavutanud.

Mitmed Tänäkule ja Järveojale lähedal olevad inimesed on märkinud, et tegemist on hästi toimiva paariga. Sellesse usub ka Järveoja. Ta tunnistab, et mõnikord tuleb ikka ütlemisi ette, kuid tulemuse nimel tegutsedes olevat „ütlemine“ mõlema õigus.

Möödunud hooaja põhjal valiti Järveoja WRC-sarja aasta kaardilugejaks. Selle tiitli saamisel on olulised fännide antud hääled, kuid see ei vähenda kuidagi auhinna kaalu. Tasub lisada, et Tänäk on sõitjate arvestuses pälvinud analoogse tiitli juba kaks aastat järjest.

Peep Pahv

Riiklik spordi aastapremia olulise ja jätkuva panuse eest BMXi ja rula spordialade tutvustamisel ja arendamisel Eestis ning rahvusvahelisel tasandil

Mario ja Risto Kalmre



VENNAD KALMRED, EBATAVALISE NORMALISEERIJAD

2000. aasta 27. septembril kogunes 60 ekstreemsportlast Tartusse Tähtvere rulaparki, et pidada maha Pepsi Street Challenge. Sellest idust võrsus Simple Session, millel 2018. aastal võistles 140 sportlast ligi 30 riigist. Kui osalejate arv on kasvanud enam kui kahekordseks, siis muudelt mastaapidelt on üritusi raske võrrelda. Vendade Mario ja Risto Kalmre eestvedamisel on Eestist saanud iga-aastane peatuspaik sportlastele, kes võistlevad Tokyos 2020 esimest korda olümpiamedalitele.

Ja ometi ei tundu Simple Session jätkuvalt paljudele spordina. Sel trikitamisel puuduvat teatavad väärtused.

„Pärast Sotši olümpiamänge ütles üks spordiajakirjanik kas *freestyle*-suusatamise või lumelaua kohta, et see ei ole päris normaalne, et inimene teeb oma laskumise ära ja siis tuleb finišisse, läks kuidas läks, ikka naeratades. Ei ole pinget, grimasse, higipulli otsa ees – järelikut pole ikka õige spordiala, liiga lihtne. Õigel võistlejal peab olema Harri Kirvesniemi välimus. Ilma piimhappeta ei saa midagi spordiks pidada,“ selgitab Mario Kalmre stigmat, mis käib kaasas kõigi „ekstreemspordi“ nime alla jäänud võistlustega, peetagu neid siis lumel või betoonil.

Tegelikult ongi standardid uute alade puhul lihtsalt teistsugused, *status quo*'d raputavad. „Need alad on hoopis laiemas spektriga kui enamik teisi spordialasid. Kui spordi eesmärk on harilikult minna kiiremini-kõrgemale-kaugemale, siis meil on väga tugevalt juures kultuuri ja elustiili faktor.“

Neile aladele ei panda alust (ainult) jõusaalis rassides või Tehvandil loendamatus koguses tõusumeetreid mõõtes. Traditsioonilise -jõustiku puhul nähakse vaev ära suletud uste taga ja avalikkuse ette jõutakse alles siis, kui on ka realselt midagi näha. Aladele nagu Simple Sessionil nähtavad BMX, rulasõit või nendega võrreldes veel lapsekingades *scooter* ehk tõukerattasõit, pole aga sisetingimused sisse kodeeritud. Nad suisa kisendavad avaruse järele. Sealt pärineb ka sage konflikt – nende alade harrastajate treeningupaigaks on üldine linnaruum, mida tuleb jagada tavainimestega. Neile võib spordiga kaasas käiva elustiili tõttu jääda kahjuks mulje, et tegu on lodevate inimestega. Seda pannakse tähele, kõige selle tulemusena saavutatud kunsti ja loovust aga mitte.



Mario (vasakul) ja Risto Kalmre Saku suurhallis Simple Sessioni ettevalmistustöödel.
Foto: Alar Truu

„Siin meie spordialadel või elustiialadel, kuidas iganes me neid nimetame, on tegevuse ülesfilmimine ja -pildistamine, eriliste harrastuskohtade otsimine ja leidmine, seal millegi põneva väljamõtlemine A ja O. Kui olen võõras linnas, vaatan seal ringi sellise pilguga, et kus võiks midagi ägedat teha – mitte eraldi *skatepark*’is, vaid linnasüdames. Ühelgi teisel spordialal seda võimalust ei ole. Kunstiline spekter on siin nii palju laiem, mis on minu jaoks on väga oluline,“ rõhutab Mario Kalmre.

„Selleks vajalik loovus on hea näide, miks saavad rulatajatest fotograafid või arhitektid. Nad näevad linna hoopis teiselt rakursilt – milliseid treppe, kaldteid, käsipuid on võimalik hoopis teistmoodi ära kasutada. Võtame näiteks Andres Sevtšuki, kes võttis kõvasti sõna Reidi tee asjus ja kes on Harvardi ülikoolis moodsa linnaplaneerimise asjatundja – tema oli 1990. aastatel Eestis kümne parima rulataja seas.“

Simple Session on oma sportliku poolega selle kõige edasiarendus. Igal aastal unikaalsena ja võistlejate seas taevani kiidetavana kokku pandav võistluspark on imitatsioon linnadžunglist, kus tänavatel karastunud inimesed näitavad huvilistele oma oskusi ja vahetavad mõtteid. 2017. aastal võisteldi juba 19. korda.

Simple Session on ülemaailmselt tunnustatud ja spordiringkondades tuntud võistlus, mis pole ainult sügavate juurtega, vaid ajab ka võrseid – mullu peeti esmakordselt Läti sõsar-session. Sünniriigis on aga võistlusel jätkuvalt üks pusletükk puudu. Suvistel aladel puudub Eestis oma Kelly Sildaru, kes suudaks üldiselt ebatraditsioonilise ala muuta armastatuks mitte ainult nišialana, vaid ka masside jaoks.

„Ma olen natukene kade lätlaste peale,“ ütleb Mario. „Neil on Madars Apse, kes on valitud Euroopa parimaks rulatajaks. Ma ei saa öelda, et ta oleks ainult Simple Sessionilt tulnud, sest selleks peab olema ka väga kõva tahtmine. Aga Simple Session oli talle kasulava ja hüppeplatvorm. Madars võitis põlvepikkuse poisina meil hõbemedali, sai siit esimesed kontaktid sponsoritega ja hakkas nii samm-sammult arenema.“

Rohkem kui kümme aastat hiljem elab lõunanaaber sellest elustiilist mugavalt ära – käib mööda maailma ringi, teeb videoid ja vahel ka võistleb, kuid tasu saab ta ikka oma elustiili eksponeerimise eest.

„Meie, eestlased, ei ole seda kodust võistlust kahjuks nii ära kasutanud. See oleks ka meile kui korraldajatele suurepärane, kui oleks mõni oma täht. Keegi Kelly-laadne, kes kuuluks maailma absoluutsesse tippu, oleks muidugi



Florida nooruk Zion Wright, 2018. aasta Simple Sessioni rulasõiduhõbe.
Foto: Taavi Sepp

ideaalne, aga keegi võiks kas või püsida tipu lähedal ja maailmas pildil, olgu läbi veebiavaruste või võistluste,“ unistab Mario.

Praegu meil kedagi sellist ette näidata pole, kuid Simple Sessioni korraldajad jonn ei jäta ja kodust suurvõistlust korraldatakse ikka edasi. Spordiala baas peaks aasta-aastalt kasvama.

„Eks meiegi oleme oma üritusega üles kasvanud põlvkonna jagu noori ja inimesed teavad neist aladest palju rohkem,“ mainib Mario.

Simple Sessioni alade maine normaliseerumisele aitavad kaasa maailmas puhuvad värsked tuuled. 2004. aastal, kui Simple Session kolis Tartust Tallinna, hakkasid esimest korda jõudma korraldajate kõrvu kuuldused, et rulasõit ja BMX võivad pääseda olümpiamängude kavva. See toimuski 2008 Pekingis, aga seda krossivõistlusena. 2020 lüüakse Tokyos ukсед mõlemas distsipliinis valla ka trikialadele.

Nagu ütles ameeriklane, Simple Sessioni tänavune parim rulataja Jagger Eaton, tuleb olümpiale pääsemine alale ainult kasuks. Need inimesed, kelle arvates peaksid need spordialad jäämugi teatava kliki nišihobideks, saavad end tunda üha mässumeelsemana, kui on avalikult vastu ala normaliseerumisele. Teised, nagu ka 17-aastane Eaton, kes soovivad näha võistlemises sportlaskarjääri, saavad endale ühe suure ja uhke väljundi. Eestis on juba Sildaruga seoses läbi käidud hinnangusõda, et kõikvõimalikud X-mängude – või suvises kontekstis ka Simple Sessioni – auhinnad ei tähenda olümpiamedaliga võrreldes suurt midagi.

2020. aastal ükski eestlane Tokyos veel uutel aladel medalitele ei konkureeri. Ent kui vennad Kalmred oma meeskonnaga jätkavad Eestis Simple Sessioni vedamist ja kultuuri arendamist, siis miks ei võiks neli aastat hiljem Pariisis keegi Maarjamaalt eredalt särada.

Tundub uskumatuna? Võib-olla. Aga tasub meenutamist, et Eesti spordil pole vahedamat relva kui heas mõttes fanaatikute kulutatud aeg ja valatud higi. Väino Treiman võitles aastaid näiliselt tuuleveskitega, kui hoidis elus hinge vaakunud Eesti kiiruisutamist. Nähtud vaeva tulemuseks oli aga Saskia Alusalu 4. koht Pyeongchangi olümpiamängudel Eesti vabariigi 100. sünnipäeval. Kui mõni rula- või rattasõitja suudaks sama, unustataks kohe jutud, et tegu pole tõsise spordialaga.

Viljar Voog

RIIGI
KULTUURIPREEMIA

KULTUURIPREEMIADE LAUREAATIDE TUTVUSTUS

Kultuuriminister Indrek Saar

Kultuuri elutööpreemiad

Ta on ainulaadne, eriline sõnade ja lugude võlur. Tema loomingus peituv sõnum sisaldab igikestvaid väärtusi, mille meenutamine ei ole kunagi liiast. Ta oskab ka raskeimaid probleeme lastele arusaadavalt lahti mõtestada.

Lastekirjanduse uurija Jaanika Palm on kirjutanud nii: „Ükskõik, kui süngeks ümbritsev ka ei lähe, on tema lugudes alati aimata valguskiirt, lootust paremale olukorrale, lahendusele. Ta õhutab meid leidma endale maailmas kohta, mis sobib meie olemuse ja soovidega.“

Ta ise on öelnud: „Lastekirjandus ongi lapse ja täiskasvanu vaheline asi. Kui laps täiskasvanu kirjutatud loo omaks võtab, sünnibki lastekirjandus.“

Riigi kultuuri elutööpreemia pikaajalise väljapaistva loomingulise tegevuse eest saab kirjanik **Aino Pervik**.

* * *

Oma loome- ja elutöö on ta teinud meie rahvusliku tekstiilikunsti maailmale tutvustamisest. Praegu on ta paljudele, eelkõige kunstitudengitele tuntud kui maavanaema, aga tegelikult elab ta täiskohaga maal alles viimased kümnendid, kus ta juhib nii muuseumi kui ka lambakarja.

Elav side eilsega – nii katkematu kangalõime kui rikka kultuuriloolise mälupangana – on tema rahvakunstist kantud looming. See on tihedalt seotud meie rahvusliku olemise ja juurtega. Samuti on tema teened hindamatud mitme põlvkonna Eesti tekstiilikunstnike kasvatamisel ja õpetamisel.

Sugugi mitte igapäevane pole juhtum, kui inimene loob väärtusliku esemekoguga muuseumi ja kingib siis selle riigile – siinkohal Eesti rahva muuseumile.

Mul on au anda üle kultuuri riiklik elutööpreemia tekstiilikunstnikule, akadeemik **Anu Rauale**.

* * *

Tänu tema loomingule saavad sõna need, kes tavaliselt vaikivad, ning kõneldakse teemadel, millest pole kombeks valjusti rääkida. Iga üksiku inimese justkui ainult temale oluline lugu muutub tema lavastustes üldistuseks, mis puudutab

kõiki. Nii moodustubki „meie lugu“ – aus, erakordne ning meid kõiki ühteliitev ja meie olemust kinnitav.

Nii ongi tema elutöö mälu teater, mis saab alguse elust, dokumentaalselt ja süsteemselt kogutud andmetest, lugudest ja killukestest, mis pärit meie endi, Eesti inimeste eludest. Koos oleme püüdnud keerulisi mälutõkkeid ületada.

Riigi kultuuri elutööpreemia pikaajalise väljapaistva loomingulise tegevuse eest pälvib lavastaja **Merle Karusoo**.

Riiklikud kultuuri aastapremiad

Ta on kirjutanud muusikat nii sooloinstrumentidele kui ka sümfooniaorkestrile, nii nukufilmidele kui ka teatrilavastustele. Oma loominguga on ta esindanud Eestit paljudel rahvusvahelistel suursündmustel üle maailma.

Tal on ülimalt isikupärane helikeel ja muusikaline mõttemaailm. Tema loomingus põimuvad rahvuslik helipilt ja piire ületav mõtteviis. Tema viimase teose kohta on öeldud: ilus, valus, mudane, poetiline, veenev, mõtlemapanev, isikupärane ja uudne.

Mul on au anda riigi kultuuripreemia helilooja **Märt-Matis Lillele**, kelle ooper „Tulleminek“ kujunes 2017. aasta Eesti muusikaelu üheks kõrghetkeks.

* * *

Ta ei ole teinud midagi, mida ei oleks vaja teha olnud. Ta ei ole öelnud midagi, mida ei oleks vaja öelda olnud.

Oma täpsete liigutustega aitab ta meil näha kunsti meid ümbritsevas elus ja tegevuses; ta aitab näha kunsti arhitektuuris ja arhitektuuri kunstis. Ta teeb seda, olles ise kõigisse neisse aladesse sisse kirjutatud; olles kohal kõigis neis ruumides.

Mul on au anda üle riigi kultuuripreemia arhitekt ja kunstnik **Jüri Okasele** isikunäituse „Jüri Okas“ eest.

* * *

Rahvusvaheline kunstipress ütleb, et ta on „läbi murdmas“. Mullu esines ta tõesti palju ja intensiivselt – ja eranditult Eestist eemal.

„Me kõik oleme teel-teel-teel – aga kuhu?“ küsis Philly Abe New Yorgi Harlemi kiriku seinal näidatud videos tema *performance*’i publikult.

Minemise, lahkumise ja lendutõusmise tähe all lõi ta metsikuid tegelasi, installatsioone, objekte ja etendusi, mis puudutasid südameid. Selleks võis olla kasvõi piloot igavikujõel aerutaval helivoodil. Ta andis sõna peainglitele enestele – ja nii ongi ta meie ühise maailma muutnud helgemaks ja lootusrikkamaks paigaks.

Mul on väga hea meel anda riigi kultuuripreemia keraamikuks koolitatud ja nomaadiks kasvanud **Kris Lemsalule** erakordselt aktiivse ja kõrgel tasemel loomingulise tegevuse eest rahvusvahelisel areenil 2017. aastal.

* * *

Iga uus roll on näitlejale uus elu. Ja mis eriti huvitav – need elud ei lõpe kunagi. Isegi kui lavastust ennast enam ei mängita, elavad mõned sellised elud publiku mälestustes edasi veel aastaid. Seda muidugi juhul, kui näitleja on olnud oma rolli luues leidlik, lavastaja on näidanud teed ja natuke on ka õnne olnud.

Õnnelik on see näitleja, kellele neid elusid oma elu jooksul palju koguneb.

Mul on au anda üle riigi kultuuripreemia näitleja **Guido Kangurile** näitlejatööde eest lavastustes „Kolm talve“, „Ivanov“ ja „Pärast proovi“.

* * *

„Ta on luuletajana väga terane keele vaatleja ja proovilepanija, kelle intelligentne huumor võiks jõuda laia lugejaskonnani. Ütlemisviiside ja kinniskujundite lahtivõtmise ja ümberpööramisega avab tema luule meie mõtlemise erinevaid kihistusi, pakkudes lugejale kaasamõtlemise rõõmu,“ kirjutab Eesti Kirjanike Liit.

Tema tõlke vahendusel on meieni jõudnud lääne mõtteloo vaieldamatu tähtteos, mille ilmumine eesti keeles on meie humanitaarias omaette suursündmus.

Mul on au anda üle riigi kultuuripreemia luuletajale ja tõlkijale **Mart Kangurile** luulekogu „Liivini lahti“ ja Gilles Deleuze'i ja Félix Guattari teose „Anti-Oidipus. Kapitalism ja skisofreenia“ tõlke eest.

KULTUURIPREEMIA LAUREAADI SÕNAVÕTT

Merle Karusoo

Sügav kummardus inimestele, kes meile oma lood on usaldanud.
Kõige sügavam neile, kes on juba tähtede taga. Nende lood on jäänud.
Ja nad valvavad meie üle.

Tänu kõigile, kes sellel teel mu kaaslased on olnud – eesti elulugude kogujatele
ja lugude mängijatele.
Tänu Eesti valitsusele, et nad meie tööd on väärtustanud.

Lugupeetavad!
See tähendab – ma tean teie lugu, ma pean teie loost.

Eesti 100 on ajalookirjutaja nägu. Grimassid, karikatuurid, paraadportreed ja
heasoovlikud pilapildid.
Minu Eesti 100 on eestlaste elulugude nägu.

Ma mäletan –
lapsi kes läksid Vabadussõtta,
noorkommuniste ja vabadussõdalasi, kes Patarei vanglasse suleti,
riigivanemat, kes oma rahva haigeks tunnistas ja vaikiva ajastu kehtestas.
Mäletan lilli, mida lapsed presidendi teele puistasid.

Ma mäletan Eesti vabariigi ohvitseri, kes nutsid, kui ei lubatud tulistada ühtegi
lasku.
Ja 41. aasta küüdironge – pisikeste rahvavaenlaste haudu raudtee ääres ja
nälga surnud emasid.

Ma mäletan eesti sõdureid, kes Vene väkke värvati, nende saatmist surma
Velikije Luki all ja nende surmaheitlust sakslastega, et Eesti vabaks saaks.
Ja teiste meeste surmaheitlust venelastega, et Eesti vabaks saaks.
Ma mäletan Sinimägesid, ma mäletan Tehumardi lahingut.

Purustatud Narva, jõuluküünlad Tallinna kohal, kõrbelõhn, keskhaigla kelder,
kus sündis mu sõber klaasikildude peal, rusudes Harju tänav ja surnukehad
ravis Niguliste kiriku kõrval.

Põgenemine. Ei esimene, ei viimane.

Laatsaretlaev Moero hukkmine tuhandetega pardal ja peaaegu täpselt pool sajandit hiljem Estonia hukk.

Mäletan 49. aasta küüdipoisse ja nende valikuid – kas läheb see teine või lähen ma ise. Ja kas ma lähen Siberisse või seinä äärde?

Ma mäletan vene keeles peetud VIII pleenumit ja omade häbitegusid.

Mäletan jõuluööl inimesi tänavatel otsimas pilguga Põhjätähte – see oli sild nendega, kes kaugel, sest veel mäletati Underi luuletust „Jõuluõhtu 1941“.

Ma mäletan Stalini surma.

Ja naise, kes sõitsid Siberisse ematuid ja nime kaotanud lapsi üles otsima ja koju tooma;

vanavanemate pingutusi, et võõrkeelsetest uuest usust läbiimibunud kotipoistest eestlasi kasvatada;

aga ka siinelanute pelgust elusalt tagasitulnute ees ja laste irvitamist aktsendi üle.

Ma mäletan tühje poelette ja odavat viina ja kaks korda aastas suurt pidu – alul sunnitult, siis harjunult, lõpuks rõõmsalt – riigipühad ikkagi.

Mäletan laulupidusid, võõrkeelseid laule ja kuidas rahvas keeldus laiali minemast enne, kui lauldi „Mu isamaa on minu arm“.

Mäletan igavest tuld pronkssõduri jalge ees, lilli ja püssidega tüdrukuid.

Mäletan laste protestikogunemisi 1981 ja neljakümne kirja.

Mäletan kohanemist, uude elusse sisseelamist, uue elu omaksvõtmist, elujärje paranemist ja et ei püütud enam muuta, mida muuta ei saa.

Ja siis seda vabaduse-ehmatust, häbelikku küsimust üksteisele – millal sina ärkasid?

Ja palju-palju muud, ma mäletan väga palju, kurbust ja rõõmu, meie ühiseid joovastushetki: ei fosforiidile!, Ülo Nugise haamrilööki, raskelt koormatud veoautosid ümber telemaja ja inimesi, kes sel hetkel olid valmis kõigeks. Balti ketti ja Erika Salumäed sinimustvalge lipuga olümpia rattarajal.

Aga keegi ei saa mäletada kõike, ka siis mitte, kui tal on sadade mälupeegeldid, sest kõik jutud ei ole veel räägitud.

Rääkige, enne kui rääkimata jutud käärivad mürgiks.
Rääkige, et süda saaks rahule jääda.

Soovin sulle südamerahu, armas Eesti!

Riigi kultuuri elutööpreemia pikaajalise väljapaistva loomingu- ja tegevuse eest

Aino Pervik



AINO PERVIKU RAAMATUD ON TULVIL AEGUMATUID VÄÄRTUSI

„Aino Pervik on ainulaadne ja eriline meie lastekirjandusmaastikul – kogu oma pikal ja viljakal loometeel pole tal olnud suuri kriise. Iga tema teos on nagu pärl kees, väärtuslik nii omaette kui ka teistega koos,“ hindab kirjaniku elutööd lastekirjanduse uurija Jaanika Palm.

Aino Perviku loomingus on tihti kõne all olulised, sageli laste jaoks liiga keeruliseks tunnistatud teemad (kodutus, töötus, kiusamine jmt). „Kuid Pervik oskab ka raskeimaid probleeme lastele arusaadavalt lahti mõtestada. Ükskõik kui süngeks ümbritsev ka ei lähe, on tema lugudes alati aimata valguskiirt, lootust paremale olukorrale, lahendusele. Eesti lastekirjanduse parimad saavutused on Aino Perviku nägu,“ arutleb Jaanika Palm.

Aino Pervik armastab häid lugusid ning head lood armastavad teda. Tema lasteraamatud on pannud mitme põlvkonna lapsed lugemisest rõõmu tundma ning teinud aastakümnete jooksul lapsevanemate jaoks raamatute ettelugemise üheks päeva kõige oodatumaks ülesandeks. Õpetajate Lehe ajakirjanik Tiia Penjam toob välja huvitava asjaolu – elutempo kiirenedes on Aino Pervik lühendanud oma lugude peatükke, et iga vanem jõuaks õhtul lapsele lugedes vähemalt ühega neist lõpuni.

Kui lasteraamatud loetud, ootavad Aino Perviku raamatud ka juba suureks saanud ja hea kirjandusmaitse omandanud täiskasvanuid. Ta on kirjutanud nii luulet kui ka proosat ning mõlemat kõrgel kirjanduslikul tasemel.

Oma loometööst rääkides märgib Pervik, et lastele ja täiskasvanutele on ühte viisi huvitav kirjutada, kuid lasteraamatud õnnestuvad ilmselt paremini: „Mulle meeldib tööprotsess ise: istun arvuti taga ja olen üleni maailmas, mida ma ise ju kujundan, ja mulle voolab pähe aina uusi ja uusi mõtteid, mis hetkel kõik hirmus head tunduvad. Hiljem, kui ma kirjapandu kriitilise pilguga üle loen, tõmban ikka nii mõndagi maha ka, aga hetkel, kui olen üleni inspiratsioonis sees, tundub kõik vaimustav, ja mis ilmselt kah oluline: kõik sõltub ju ainult minu tahtest ja mitte miski ega keegi ei ütle mulle, kuidas peab.“

Aino Pervik tunnistab: „Iga värskelt ilmunud raamatu üle olen olnud rõõmus, eriti veel, kui keegi on selle kohta midagi hästi öelnud. Hiljem ei tarvitse kõik enam nii tore tunduda.“

Filosoof ja kunstnik Triin Lees märgib Aino Perviku loomingut hinnates, et selles puudub didaktilisus ja moraalitsev hoiak: „Kirjanik ei õpeta, kuidas lapsi peaks kasvatama, vaid ta püüab valgustada igapäevase käitumise erinevaid tagajärgi.“

Lastekirjandus peaks pakkuma turvatunnet

Aino Perviku loomingut on hinnatud läbi Eesti keerulise ja pöördelise ajaloo. Kokku on ta saanud terve rea arvestatavaid kirjanduspreemiaid. Elutööpreemia saamise kohta kirjutab Jaanika Palm Sirbis: „Olin üllatunud, et alles nüüd!“

Kui preemiad näitavad riiklikku tunnustust, siis lugejate säravad silmad läbi aastakümnete, kordustrukid ning tõlked erinevatesse keeltesse annavad selge sõnumi sellest, et Aino Perviku raamatud kõnetavad inimesi, nii suuri kui ka väikeseid.

„Lastele kirjutades peab väga palju tähelepanu pöörama lausele ja sõnastusele, et laps tekstist aru saaks ja et see venima ei jääks. Tihti juhtub mul endal ja ka teistel lapsevanematel, et ettelugemisel tuleb „tõlkida“ lauseid lapsele arusaadavaks. Kui ma enda tekstis kasutan mõnda vähem tuntud sõna, siis järgmises lauses seletan tihti selle sõna ära. Lastekirjandus peaks pakkuma turvatunnet, sest muu maailm enam turvaline ei ole,“ mõtiskleb Aino Pervik ning selgitab: „Ma ei ürita jutustada lugu mitte niivõrd lapse pilgu läbi, kuivõrd täiskasvanu vaatenurgast, kuid ikka ju lapsele. Lastekirjandus ongi lapse ja täiskasvanu vaheline asi. Kui laps täiskasvanu kirjutatud loo omaks võtab, sünnibki lastekirjandus. Hea lasteraamat peab olema hubane ja põnev ja arusaadav. Kurb võib olla, kuid lõpp peab olema kindlasti õnnelik. Ei tee paha, kui seal ka natuke nalja saab.“

Autorile enesele on omaloodud tegelastest kõige südamelähedasemad nii väike Sinivant oma kaaslastega Sinivandi pildiraamatutest kui president „Presidendilugudest“. Aga ka Arabella „Arabella, mereröövli tütrest“, samuti Kunksmoor. „Veel on üks lemmik raamatust, mis pole erilist tähelepanu pälvinud – Suleline raamatust „Maailm Sulelise ja Karvasega“. Selles raamatus on tegelikult lausa neli lemmikut: Suleline, Karvane, Puhuja ja väike Õudik. Nagu mis tahes lemmikute puhul on ka siin väga raske öelda, et miks just need. Ilmselt on mul õnnestunud neid kujutada nii, et olen enam-vähem rahule jäänud,“ tunnistab Pervik.

Lasteraamatud ja mälu

Lisaks lugemisnaudingule pakuvad raamatud ka võimalust vaadata ajas tagasi oma tegelaste silmadega. Aastal 2011 sõnastas Aino Pervik rahvusvahelise lasteraamatupäeva sõnumi „Raamat mäletab“: „Juturaamat mäletab ka selliseid asju, mida ajaloodokumentidest ei leia. Näiteks seda, mida mõtles Arno-sugune poiss, kui ta üle saja aasta tagasi koolis käis. Seda, millest lapsed tollal unistasid, mida kartsid ja mis neile rõõmu tegi. Raamat mäletab ka laste vanemaid, mäletab, missugused nad oleksid tahtnud olla ja millist tulevikku oma lastele soovisid.

Muidugi võib ka praegu kirjutada raamatuid vanadest aegadest ja need on tihti vägagi põnevad. Kuid päriselt tänapäeva kirjanik kaugete aegade lõhnu ja maitseid, hirme ja rõõme ikkagi ei tunne. Ta teab juba, kuidas kõik edasi läks ja kuidas vana aja inimeste tulevik kujunes.

Raamat mäletab oma kirjapanemise aega.“

Kirjanik meenutab, et luges lapsepõlves väga palju. „Minu lapsepõlv möödus sõja ajal, kui igasugust meelelahutust oli vähe, nii et lugemine oligi mu lemmiktegevus, üksik laps, nagu ma olin. Elasin sel ajal Järvakandis, seal oli vahepealsest nõukogude perioodist puutumata jäänud kooliraamatukogu, samuti haridusseltsi raamatukogu, kus mu ema oli lugejaks.

Kooliraamatukogu lugesin küll mitu ja mitu korda läbi. Erilised lemmikud olid kokku köidetud ajakirja Laste Rõõm aastakäigud. Eesti kirjanikest Irma Truupõld ja Jüri Parijõgi, väliskirjanikest Hugh Lofting („Doktor Dolittle“), Frances Hodgson Burnett („Salaad“, „Väike printsess“, „Väike lord Fauntleroy“) ja muidugi Johan Fabricius („Kippar Bontekoe laevapoisid“). Aga lugesin ema kõrvalt ka Anatole France'i, Lev Tolstoi, Knut Hamsuni, Guy de Maupassanti, John Galsworthy jt raamatuid. Lugesin kokkuköidetud ajakirju Teater ja Nädal Pildis, lugesin spordiraamatuid olümpiaaladest, oli selline seeria. 20. sajandi algul välja antud Sherlock Holmesi vihikuid, ajakirju Maret, Kõigile, Kirilind, vanu Majasõbra kalendreid, ajalehest välja lõigatud jutusabased naabrite diivanikastist, ühesõnaga kõike mõeldavat. Praegugi on veel peas mõned Goethe ja Heine saksakeelsed luuletused. Kogu selle kirju lugemuse juures ei ole mulle ometi jäänud eeskujuks mitte kedagi.“

Aino Perviku enese looming on aga elutoeks ja inspiratsiooniks paljudele, nii lastele kui ka täiskasvanutele. Nii on Perviku looming andnud tööd paljudele kunstnikele, tõlkijatele ja kirjandusuurijatele ning ka filosoofidele.

Anne-Mari Alver

VARASEM TUNNUSTUS

J. Smuuli nimeline preemia 1976
F. Tuglase novellipreemia 1982
Eesti kirjanike liidu aastapreemia 1993
Kultuurkapitali aastapreemia 2001
Valgetähe V klassi teenetemärk 2001
„Nukitsa“ III preemia 2004
IBBY Hans Christian Anderseni aunimekiri 2004
J. Oro preemia 2006
Järje Hoidja 2008
Aasta Rosin 2010
Kultuurkapitali kirjanduspreemia 2012
Järje Hoidja 2014
Kultuurkapitali kirjanduse sihtkapitali lastekirjanduse aastapreemia 2017

ILMUNUD LASTERAAMATUD

Sinivant joonistab (Tammerraamat, 2017)
Tähenärija raamatukogu (Petroni Print, 2017, valikukogu)
Hädaoru kuningas (Tänapäev, 2016)
Sinivant kuulab unejuttu (Tammerraamat, 2016)
Jääpurikas, murelik piim ja teised tüübid (Tänapäev, 2015)
Tähenärija ja Kriksadull (Tänapäev, 2015)
Härra Tee ja proua Kohv (Tänapäev, 2014)
Roosaliisa prillid (Päike ja Pilv, 2014)
Sinivant läheb lasteaeda (Tammerraamat, 2014)
Väike valge pilvelammas, kes läks läbi vikerkaare (Päike ja Pilv, 2013)
Jänes keedab suppi (Päike ja Pilv, 2013)
Isegi Max ei usu enam (Tammerraamat, 2012)
Kirjatähtede keerukas elu (Tänapäev, 2012)
Klabautermanni mure (Tänapäev, 2012)
Rändav kassiemme (Tammerraamat, 2012)

Jüri soolaleivapidu (Tammerraamat, 2011)
Piknik Ristineemel (Tammerraamat, 2010)
Aiapidu roosiaias (Tammerraamat, 2009)
Kollasel autopõrnikal läheb hästi (Avita, 2009)
Krokodill (Tammerraamat, 2009)
Kui sa näed korstnapühkijat (Tammerraamat, 2009)
Tilluke loomateater (Avita, 2009)
Tirilinnas algab kool (Tammerraamat, 2009)
Ühes väikses veidras linnas (Tänapäev, 2009)
Paula sõidab kevadet vaatama (Tiritamm, 2008)
Presidendilood (Tänapäev, 2008, 2013)
Paula aabits (Tiritamm, 2007)
Suleline, Puhuja ja must munk (Tänapäev, 2007)
Kunksmoorilugu (lastenäidend; Tiritamm, 2006)
Paula läheb külla (Tiritamm, 2005)
Paula raamatukogus (Tiritamm, 2005)
Paula lumememm (Tiritamm, 2005)
Dixi ja Xixi (Ilo, 2005)
Paula käib poes (Tiritamm, 2003)
Paula läheb piknikule (Tiritamm, 2003)
Paula mängib (värviraamat; Tiritamm, 2003)
Paula viiakse haiglasse (Tiritamm, 2003)
Paula õpib emakeelt (Tiritamm, 2003)
Paula päästab Kassiopeiat (Tiritamm, 2003)
Draakonid võõrsil (Tiritamm, 2002)
Mammutilaps ajab tuult taga (Avita, 2002)
Paula ja Patrik (Tiritamm, 2002)
Paula ja õuelapsed (Tiritamm, 2002)
Paula lõpetab lasteaia (sarja „Paula elu“ 1. raamat; Tiritamm, 2001, 2007)
Paula läheb linna elama (Tiritamm, 2001, 2007)
Paula ja Joosep (Tiritamm, 2001)
Paula esimene koolipäev (Tiritamm, 2001, 2007)

Paula jõulud (Tiritamm, 2001, 2007)
Maailm Sulelise ja Karvasega (Varrak, 2000)
Kollane autopõrnikas sõidab ringi (Avita, 1999, 2008)
Keeruline lugu (Tiritamm, 1994)
Kuninga soov (Varrak, 1993)
Kallis härra Q (Kupar, 1992; Avita, 2004; Tänapäev, 2016)
Sookoll ja sisalik (Eesti Raamat, 1986; Tiritamm, 2004)
Kunksmoor; Kunksmoor ja kapten Trumm (Eesti Raamat, 1986; Tiritamm, 2001; Tammerraamat, 2011, 2013)
Arabella, mereröövli tütar (Eesti Raamat, 1982; Tiritamm, 2000; Tänapäev, 2008, 2013, 2015)
Umbluu. Uusi ja vanu vigurijutte (Eesti Raamat, 1980; TEA Kirjastus, 2008)
Kunksmoor ja kapten Trumm (Eesti Raamat, 1975)
Kunksmoor (Eesti Raamat, 1973)
Väikesed vigurijutud (Eesti Raamat, 1972)
Kaarist on kasu (Eesti Raamat, 1971, 1972; TEA Kirjastus, 2010)
Õhupall (Eesti Raamat, 1969)
Rein karuradadel (Eesti Riiklik Kirjastus, 1962, koos Eno Rauaga)
Kersti sõber Miina (Eesti Riiklik Kirjastus, 1961)

LÜHIDALT ELULOOST

Aino Pervik sündis 1932. aastal Rakveres velskri peres. 1939–1946 õppis ta Järvakandis algkoolis ja mittetäielikus keskkoolis, seejärel Tallinna õpetajate seminaris ja Tallinna õpetajate instituudis. 1948–1950 õppis Pervik Tallinna 7. keskkoolis.

Aastail 1950–1955 tudeeris ta Tartu riikliku ülikooli ajaloo-keeleteaduskonnas, mille lõpetas soome-ugri keelte erialal.

1955–1960 töötas Pervik Eesti riiklikus kirjastuses laste- ja noorsookirjanduse toimetajana. Seal sündiski tema esimene lasterraamat „Kersti sõber Miina“ (1961).

1960–1964 oli ta Eesti Televisioonis laste- ja noortesaadete toimetaja, seejärel 1967. aastani mittekoosseisuline toimetaja. 1967. aastast on ta vabakutseline kirjanik.

Alates 1974. aastast on Pervik Eesti kirjanike liidu liige, 1961. aastast kuulub ajakirjanike liitu.

KASUTATUD MATERJAL

Mari Peegel

<http://epl.delfi.ee/news/kultuur/aino-pervik-lastekirjandus-peaks-olema-turvaline?id=51288720>

Jaanika Palm

<http://www.sirp.ee/s1-artiklid/c7-kirjandus-loendamatute-lapsepolvede-lahutamatu-osa/>

Tiia Penjam „Lastekirjanikuga lastest ja kirjandusest“. Õpetajate Leht, 22.12.2006

Triin Lees „Aino Perviku „Kunskmoor“: ökofeministlik analüüs“. Magistritöö. Tartu ülikool, filosoofiateaduskond, 2015

*Riigi kultuuri elutööpreemia pikaajalise väljapaistva
loomingulise tegevuse eest*

Anu Raud



ANU RAUD ON LOONUD MAAILMA, MIS ULATUB KODALISTEST KOSMOSESAAVUTUSTENI

Tekstiilikunstniku, akadeemiku ja emeriitprofessori Anu Raua rahvakunstist kantud looming on tihedalt seotud meie rahvusliku olemise ning juurtega.

Anu Raulal on väga suuri teeneid mitme põlvkonna Eesti tekstiilikunstnike kasvatamises ja õpetamises. Ta on Tartu ülikooli Viljandi kultuuriakadeemia ja Eesti kunstiakadeemia õppejõud ja emeriitprofessor.

Anu Raua looming on eelkõige vaibad – loodus, kodu ja rahvakunst on tema inspiratsiooni tuum. Anu Raud on Heimtali koduloomuuseumi asutaja, püsinäituse kuraator ja kujundaja.

Anu Raud on Heimtali koduloomuuseumi pärandaja ERMile.

Ise ütleb ta enda kohta, et on eesti kunstnik, õppejõud ja taluperenaine. Lisaks sellele on ta ka meisterliku sulega. Tema kirjaread lugudes ja laastudes puudutavad lugejat samamoodi nagu tema vaibad vaatajat – diskreetselt ja turvaliselt, jõuduandvalt ja mõtteid tekitavalt.

Vaipadel on hääl

„Anu Raud kuulub eesti kunstnike erilaadsemate esindajate hulka, kellele on omane ausameelne, rahvakunstile tuginev väljenduslaad. Tema mitmekülgse ande üheks olulisemaks väljenduseks on kindlasti aastate jooksul valminud vaibad. Looja lähenemine erinevatele teemadele on hingestatud, tema sügava tunnetusega kootud vaibad peegeldavad oma kompositsiooni, figuurikäsitluse ja koloriidiga tema maa-, kodu- ja inimesearmastust,“ hindab Anu Raua loomingut kunstiajaloolane Vilma Reinholm.

Ühtviisi koduselt tunneb Anu Raud end nii oma talu juures asuvas lambalaudas ja kodukandi metsades ringi uidates kui ka ÜRO peakorteris New Yorgis, kus ta käib aeg-ajalt korrastamas seelikuid oma võimsal kompositsioonil „Emapuu“.

„Emapuu“ valmis 1995. aastal Pärnu näituse tarvis. Anu Raud pani Kihnu ja Manija naiste kootud punased pidu- ja tumedamad mure- ja leinaseelikud pika varda otsa, köitis vööga kinni ja seadis tipuks valged sõrmikud. Kõrdipuu rändas hiljem Ameerikasse Eesti vabariigi kingitusena ÜRO 50. aastapäevaks. ÜRO

peasekretär Boutros Boutros Ghali sõnas kingitust vastu võttes: „Emapuu“ sümboliseerib raskusi, mis eesti rahval on tulnud läbi elada oma kultuuri säilitamiseks ja püsima jäämiseks, kuid samuti ootusi, mis Eesti jaoks seonduvad rahvusvahelise koostööga kõigis eluvaldkondades ja ka ÜRO raames.“

Pärast elutööpreemiaga seotud pidustusi on Anu Raua kiired päevad. Ees seisab suur näitus Eesti rahva muuseumis (ERM) ning just-just on valminud võimas vaip „Isa maastik“, mida kunstnik lahkelt tutvustab. Vaibal on seitse kihti. Kõige all on tänutähed – eelkõige mõeldes ERMi loojatele, aga pea iga eestlane saab oma initsiaalid kokku. Kiht kõrgemal on pühapaigad, veel kõrgemal talud ja kirikud, seejärel metsatukad. Siis tuleb kolm kihti taevast: taevatähed, universum oma tähtkujudega ja kõige kõrgemal meie EstCube – Eesti esimene satelliit kosmoses.

Täpselt nii diskreetselt, lõngade abil, võtab Anu Raud sõna paljudes ühiskondlikes diskussioonides. Nii valmis ka „Päts“ – kuulates kohati üsna karmiks kiskuvat arutelu, kas Konstantin Pätsile tuleks püstitada ausammas või mitte. Anu Raud haaras pliiaid ja pintsleid ning asus looma – röömus rahvas lippudega ja suur leivapäts, rist peal. „Sellest pätsist on igale röömu,“ muigab Anu.

Anu Raud on läbi aastakümnete ja suurte ühiskondlike muutuste iseendaks jäänud. Selle väite kinnituseks sobib hästi näiteks tema vaip „Kodutuled“, mis sai 1979. aastal Kristjan Raua nimelise kunstipreemia. „Kodutuledele“ on autor kirjutanud saatesõnad: „Oled vihmamärg ja väsinud. Külma värinad jooksevad üle selja. Öhtu on ööhtu ja kodutee pikk. Annab astuda. Aga siis! Kodu paisatab. Kodu tuled. Armas maja, akna tuli justkui elu majakas. Soojus ja valgus. Ärkvel ootajad. Armastavad lootjad.“

Õpetused lähevad edasi

Anu Raua õppejõutöö algas 1972. aastal, mil ta asus tööle vanemõpetajana ENSV riiklikku kunstiinstituuti (praegune Eesti kunstiakadeemia). Praegu on ta sama kõrgkooli emeriitprofessor. Anu Raud on ka üks Viljandi kultuuriakadeemia rahvusliku käsitöö (praegu rahvusliku tekstiili) osakonna asutamise eestvedajaid. Tema juures Heimtali muuseumis ja Kääriku talus toimuvad kolme kunstikõrgkooli – Eesti kunstiakadeemia, Tartu kõrgema kunstikooli ja TÜ Viljandi kultuuriakadeemia üliõpilaste etnograafiapraktikumid.

Anu Rauda võib nimetada ka oma koolkonna loojaks – ta oskab aidata noort inimest oma ande arendamisel ja kujundamisel. Tema õpilastest on välja toodud omanäolised kunstnikud Malle Antson, Aet Ollisaar, Riina Tomberg, Elna Kaasik, Christi Kütt, Kristi Jõeste jpt, kelle tekstiililooming on tuntud kunstiavalikkusele nii Eestis kui ka kaugemal.

Anu Raua kui looja ja rahvakunstikoguja võimsa ühisosa on oma raamatus „Anu Raud“ ühitanud Vilma Reinhold: „Väärikas koht Anu Raua loomingus kuulub suuremõõtmelisele gobeläänile „Kogujad“ (2008–2009). ERMi 100. sünnipäevaks korraldatud vaibakonkursi võitnud, sügavalt läbimõeldud kavand on autori sisurikka mõtetegevuse ja rikka kujundikeele ilmekas näide. Pool aastat kestnud kudumistöoga on vaiba kolme trikoloori värviga eristuvaal paanil jäädvustatud rohkem kui kolmsada motiivi Eesti minevikust, olevikust ja tulevikust. Vaiba alumises osas on kogujate jäljed ja tähendusmärgid, keskmine osa on kogujate marjamaa – kes veab saaki vankriga või suure kotiga – ning vaiba ülemises, sinises jaotuses lendavad mustrid linnuparvedena tulevikku. Vaiba põhitooniks on hall rohkete värvivarjunditega ning need hallid lõngad pärinevad Kääriku talu lammaste villast. Vaip on kui eesti rahva lugu, kui Anu Raua enda lugu, kes oma Heimtali muuseumi ja sinna kogutud rikkaliku vara kinkis Eesti rahva muuseumile.“

Loominguks ja Kääriku talu arendamiseks plaanib Anu Raud kasutada ka elutööpreemiana saadud raha. „Tänu sellele saan täita nii mõnegi oma elunistuse,“ ütleb ta.

TSITAATE ANU RAUALT

* Rahvakunsti ilu ja jõud on nii suur sellepärast, et kogu rahvas on kunstnik, selle taga on kogu rahva loomerõõm, ilumeel ja vaimujõud. Rahvakunstipärandi juurde saab ikka minna kui pühale iluallikale. Ärgem laskem seda kuivada.

* Ma püüan oma õpetamisega olla mitte liiga teoreetiline – ka pliiatsi ja villaga saab mõelda. Ma pean kätega tegemise osa väga oluliseks. Ning samuti pean oluliseks vahetut suhtlemist, et õpilased praktilial räägiksid inimestega. Et nad näeksid üht vanameest ja oskaksid tähele panna, mis tal seljas ja suus.

* Kui minu vaip kingitakse Inglise kuningannale, siis tasuvad minu lambad pidamist küll.

* Mul oleks justkui Jumal põues. Õnnetunne. Õhin. Olen õues, olen maal. Milline hommik, hoidku taevas! Ole tänatud tänase eest! Päike pea kohal, isamaa istumise all ja lilled-linnud nii ligidal. /.../

Seda minutit ei tohi mööda lasta. Värvid välja. Pintsliid, pliiatsid ja paber. Lõngad-lõimed ligemale. Kümme sõrme küsivad tööd. Peod teevad mu mõttet teoks.

Anne-Mari Alver

LÜHIDALT ELULOOST

Anu Raud on sündinud 10. mail 1943. aastal Moskvast. Tema lapsepõlv möödus kodusoojas, vaimselt rikkas ja loomingupingsas õhkkonnas, kuna isa Mart Raua kirjaniku- ja ema Valda Raua tõlkijatöö kõrvalt lävis perekond tolle aja väga erinevate vaimuinimestega.

Ehkki põhikoduks oli linn, elas perekond suviti Raudnal Kääriku talus, kust sai alguse Anu Raua huvi endistest aegadest pärit tarbeesemete ja esiemade loodud kaunite käsitööesemete vastu.

Anu Raud lõpetas 1961. aastal Tallinna 22. keskkooli, kus tollal olid õpetajateks Toomas Lepiksaar ja Kaljo Põllu. Astus järgmisel aastal Eesti riiklikku kunstiteaduskooli, mille lõpetas 1967. Aastatel 1967–1974 oli Anu Raud tegev Uku kunstnikuna. Alates 1972. aastast on Anu Raud õpetanud ka teisi kunstnikke.

NOPPEID VARASEMAST TUNNUSTUSEST

1978 Kristjan Raua nimeline kunstipreemia

1981 Eesti NSV teeneline kunstnik

1992 Eesti rahvuskultuuri fondi preemia

1994 Jakob von Uexkülli Eesti Taassünni auhind

1994 Kristjan Raua nimeline kunstipreemia

1995 Viljandimaa kultuuripreemia

1996 Viljandi linna kultuuripreemia

1997 August Roosilehe nim kultuuripreemia

1997 Oskar Looritsa preemia

1998 Valgetähe III klassi teenetemärk

1999 Eesti kodutööstuse edendamise keskseltsi (alates 2004 Eesti rahvakunsti ja käsitöö liit) auliige ja Pärandihoidja

2006 II rahvusvahelise Artextili eripreemia (Venezuela)

2006 Kultuurkapitali aastapreemia

2008 aasta tekstiilikunstnik

2009 Viljandimaa vapimärk

2009 Kihnu valla aukodanik

2009 Eesti kunstnike liidu auliige
2012 Eesti rahvuskultuuri fondi tänuauhind
2013 Kultuurkapitali Viljandimaa Kultuuripärli auhind
2017 Eesti teaduste akadeemia akadeemik

KASUTATUD MATERJAL

Vilma Reinhold „Anu Raud. Eesti tekstiilikunstnik / Estonian Textile Artist“

Anu Raud, Jaan Tammsalu „Vaimulikud mõtisklused“

Eesti Päevaleht 2009

Postimees, Arter, kodu-eri 2008, 23. veebruar

*Riigi kultuuri elutööpreemia pikaajalise väljapaistva
loomingulise tegevuse eest*

Merle Karusoo



MERLE KARUSOO ON MUUTNUD NII ELUSID KUI KA TEATRIAJALUGU

Lavastaja Merle Karusoo elutöö on mäluteater: eestlaste elulood, mis pööravad keeruliste mälutõketega. Sellised teatritekstid on sündinud algallikaid intervjuuerides või kogudes materjali muul moel, näiteks arhiividest.

Merle Karusoo (sünd. 1944) on Eestis, aga ka laiemalt Euroopas ja Venemaal tuntuks saanud sotsioloogilise, dokumentaalse või elulooteatri alusepanija ja eestvõitlejana. Teda on nimetatud ka Eesti dokumentalistika emaks.

Elulooteater on teatrisuund, mis algab uurimistööst ning lõpeb tulemuste esitamisega etenduse vormis. Karusood peetakse Voldemar Panso õpetuse ja tegevusliku analüüsi meetodi üheks parimaks asjatundjaks Eestis. Suurema osa oma elust on ta töötanud lavastajana, kuid ta on ka õppejõud ning kirjutanud näidendeid ja uurimistöid.

Lavastused, mis muudavad

Merle Karusoo looming on sama valus ja ilus nagu on Eesti lähiajalugu. Tema kanda on läbi mitmekümne aasta olnud arvestatav osa Eesti mäluruumist. Ta on andnud hääle väga paljudele, kelle kogemused ja hirmud, valud ja rõõmud poleks temata kunagi välja kostnud.

Merle Karusoo tehtud dokumentaalteater on üksikutest lugudest kogunud kokku üldised; nii on loodud mustrid, millest väga paljud eesti inimesed on võinud ennast või mõnd oma lähedastest ära tunda. Tema lavastatud etendused on muutnud nii inimesid kui ka teatriajalugu – ta on loonud Eestis täiesti uue teatrisuuna.

„Teatriuuduste tegelik eesmärk võiks olla kokkusaamine,“ mõtiskleb Merle Karusoo. „Tegijatel on tugev seesmine vajadus leida see ühine inimeste vahel, millele võiks toetuda sõja ja poliitika arutu absurdi vastu, olgu see rahvusesisene, rahvastevaheline või tõrjutud gruppide eneseteadvuse tõstmine.“

Merle Karusoo on oma lavastustes kasutanud palju keeruliste elulugude ja pöördeliste aegade kogemusi – sõna saavad küüditajad ja küüditatud; need, kes on läinud, ja need, kellel jäi minemata; emad, kelle saatuseks on kasvatada haiget last; lapsed, kes pole suutnud ühiskonnas kohaneda, ja väga paljud teised.

Karusoo lavalooming, kokku üle poolesaja lavastuse – KES MA OLEN projektidega kokku üle saja –, jaguneb põhijoones kaheks: dokumentaalse materjali kogumisel ja dramatiseeringutel põhinevad lavastused ja teiste autorite tekstidel põhinevad lavastused. Tema dokumentaalteatri põhivormiks on monoloogid, mille kaudu saavutatakse maksimaalne siiruse mulje. Neid monolooge on ta nimetanud ka (üles)tunnistusteks, mis vajavad loomulikult ka (ära)kuulajat ehk vaatajat, nii et teatrisituatsioon muutub olemuslikult tähtsaks.

KES MA OLEN projektid algas Ida-Virumaa lastega, kelle kodukeel oli vene keel. „Küsisime vanemate ja nende teekondade kohta. Neid oli päris mitu ja igal pool. Ise töötasin lastega küllalt vähe, aga esitlused panin kokku ja tegin viimased proovid. See läks edasi väga mitmesuguste, aga mingil viisil seotud, (eesti-, ka ingliskeelsete) inimgruppide juurde, teen seda praegugi. See on põnev, sest annab aimu erinevatel aegadel sündinud inimeste ja nende vanemate mälust,“ meenutab Merle Karusoo.

Elulooteatri etendustel on rahvuskehandi ja -psühholoogia seisukohalt teraapiline ja lepitav tähtsus. Karusoo ise on seisukohal, et töö, mida ta teeb dokumentaalse materjaliga, mahub reservatsioonideta sotsiaaluuringute alla. Tööd, mida ta teeb lavastajana, võiks aga nimetada ka sotsiaaltöök, sest mitmed ta lavastused käsitlevad sotsiaalselt tundlikke teemasid (noorte seksuaalelu, narkootikumid, vägivald, sõda jms) ning esitlevad ühiskonnas marginaliseeritud rühmi (küüditajad, mörvarid, sõdurid, immigrandid jne).

Aus enese ja teiste vastu

„Merle Karusoo terav ühiskondlik närv ja võime esitada valusaid küsimusi aitab panna mõtlema neile moraalselele valikutele, mis eestlastel viimasel kolmveerandsajandil on olnud,“ kirjeldab tema elutööd filosoof Margit Sutrop.

Merle Karusood iseloomustab ausus ja täpsus, nii teiste kui ka iseenese loo rääkimisel: „Minu huvil Eesti ajalool põhineva teatri vastu on mitu alusmõjurit.

Esimene, sügavalt isiklik, mis ajapikku on osutunud üldse mitte nii väga isiklikuks – ma kasvasin isata. Enamik 1944. aastal Eestis sündinuid ja siia jäänuid jäid isast ilma.

Olla ilma ühest oma vanemast, tähendab lapse jaoks olla mitte armastatud. See paine ei leevendu enne, kui suudetakse mõista. See on tohutult pikk tee ja sellel teel ei ole juhendajaid, sest sellest ei räägita.

Teine mõjur on kogemused Tartu sotsioloogilaboratooriumist (1968–1972). Ma osalesin kontentanalüüsi grupi töös, see õpetas rühmatööd ja täpsemat mõtlemist.

Kolmas ja põhjanev tõuge oli Panso kool (Tallinna riikliku konservatooriumi lavakunstkateedri VII lend, 1972–1976), kus õppisin eelkõige seda, mida Panso koolkonnas nimetatakse sündmuste analüüsiks.“

1987. aastal lõi professor Ülo Vooglaid Pirgu Arenduskeskuse – Raplamaal asuva info-, õppe- ja arvutuskeskuse. Selle üks osakond oli Mälusektor, mille juhiks Vooglaid kutsus Merle Karusoo.

Ülo Vooglaid on meenutanud, et kutsus Pirgusse inimesi, kelle „süda oli sälkus – kellel ei olnud ükskõik, mis Eestist saab ja mis siin toimub“. Karusoo ise on samal teemal enda kohta öelnud, et tema oli inimene, kes ei mahtunud Prokrustese sängi. See tähendab, et temas olid ühendatud sotsioloogia ja lavastaja teadmised, soov teha head teatrit ning soov aidata inimestel oma minevikku ja seeläbi ka olevikku mõista.

„Elulugudes ei ole õigeid ja valesid pooli, olenemata sellest, kes sõdis Saksa, kes Vene poolel. Mis perekondlikesse traumadesse puutub, siis ma arvan, et meil on oma lood, just nimelt need minevikulood veel lõpuni lahti rääkimata. Ja kui inimesed saavad neist teada liiga hilja, siis, kui oma elu on juba suuna võtnud, satuvad nad segadusse ja pigem püüavad selle kõige eest põgeneda. Pigem siis juba ei tahetagi teada. Kui aga ei taheta teada, siis tekitavad need uued teadmised lihtsalt liiga suurt segadust, purustavad müüdi, mille inimene on iseenese jaoks endast loonud. Ja vaat see ongi kõige halvem asi, mida oma lugude mitteteadmise võib kaasa tuua.“

Anne-Mari Alver

MÕTTEID TEHTUD TÖÖST

* Oma esimesed kõige suuremad emotsioonid publikust sain kätte esimese lavastusega „Popi ja Huhuu“. Osa inimesi lihtsalt naerab, kogu aeg naerab seda ahvi ja koera. Ja teistel on seda jubedam, et teised naeravad.

* Ma toon tekstist välja selle, millest mina aru saan. See, kes räägib, võib olla mõistnud seda teistmoodi. Ma olen kindel, et kui erinevad inimesed seda teksti toimetaksid, oleks tulemus erinev, sest rolli mängib ju see ka, mida ma öelda tahan.

* Eluloointervjuud tehes pead sa alati olema selle poolt, keda sa intervjuueerid. Ma püüan ülendada inimest, sest kõigis lugudes on midagi, mis valusalt mõjub, millest meil kahju võib olla. Isegi kinnimõistetute puhul. Mitte hale, vaid just nimelt kahju. Kurb.

* Muidugi on olnud eetilisi kõhklusi, see mingi värelus on sees alati. Oli eriti alguses, kui inimesed kartsid rääkida, kuigi tahtsid. Pisut aitab seda värelust leevendada päris selle tee alguses võetud seisukoht – mälu on rahva ühisomand, seda on vale ja kurb hauda kaasa võtta.

* Ma usun, et mul on kõige rohkem südames tegemata tööd. Need on 1941. aastal küüditatud lapsed, millest on ilmunud ainult film „Unustuse jõel“, mida mängitakse ikka siis, kui on 14. juuni. Ja võib-olla „Misjonärid“, mida me mängisime Rakvere teatris ja kus esimest korda jutustasid oma lugusid Eesti poisid, kes võitlesid Afganistanis Vene vägedes. Esimest korda räägiti seal avalikkuse ees posttraumaatilisest sündroomist, kuigi me ka siis veel ei osanud päriselt seda nimetust külge panna.

* Kõik tööd on tähtsad olnud. Ma ei oleks neid muidu teinud, vähemalt elulugude poolt.

* Kõige parem eluloointervjuu pikkus on 1,5 tundi. Esinevate ja kirjutavate inimestega on raskem, aga tavaline inimene, kes kunagi oma elulugu rääkinud ega kirjutanud ei ole, loob selle 1,5 tunniga oma eluloo iseene jaoks ja tal on endal seda huvitav teha.

KASUTATUD MATERJAL

Merle Karusoo „Kui ruumid on täis“

Tartu ülikooli kultuuriteaduste ja kunstide instituudi ning Eesti kirjandusmuuseumi kultuuriloolise arhiivi ajakiri Methis nr 14 (2015)

Anneli Saro ja Tanel Lepsoo intervjuu Merle Karusooga
<http://ojs.utlib.ee/index.php/methis/article/view/3699/6944>

<http://www.pealinn.ee/tagid/koik/merle-karusoo-uleilmastuv-maailm-liigub-kuristikku-n198759>

<https://online.le.ee/2018/02/20/elutoopreemia-laureaat-merle-karusoo-koige-rohkem-sudames-tegemata-tood/>

Riigi kultuuri aastapremia ooperi „Tulleminek“ eest

Märt-Matis Lill



MÄRT-MATIS LILL SEOB MUUSIKAT TEISTE KUNSTIDEGA

Märt-Matis Lille ooper „Tulleminek“ on üks 2017. aasta kõige ulatuslikumaid ja olulisemaid uudisteoseid heliloomingu vallas.

Märt-Matis Lill on loonud „Tullemineku“ muusika, libreto on loodud kaasautorluses kirjanik Jan Kausiga. Lisaks originaaltekstile on kasutatud valikut eesti rahvalauludest, katkendeid Homerose „Iliasest“, Euripidese draamast „Andromache“ ning prantsuse kirjaniku Louis-Ferdinand Céline'i romaanist „Reis öö lõppu“.

Möödunud aasta oli eesti ooperisõprade vastu helde – välja tuli kolm meie heliloojate loodud täispikka ooperit. Nendeks olid Märt-Matis Lille „Tulleminek“ Vanemuises, Rein Rannapi „Nurjatu saar“ Eesti Kontserdilt ja Rasmus Puuri „Pilvede värvid“ Estonias. Muusikateadlane Kerri Kotta hindab „Tulleminekut“ mainitute kõige ooperlikumana, liigitades Rannapi ja Puuri teosed pigem muusikalideks. „Lille „Tulleminek“ on mõnevõrra keerukam juhtum ning seda võib vaadelda monodraama kollektiivseks arendatud vormina (ühe tegelase monoloog on siin asendatud n-ö kollektiivse või ühiskondliku sisekõnega) ning selle kaudu on viimane ajaloolise ooperi kui žanriga omapärasel dialoogis,“ arutleb Kerri Kotta.

Lavastaja Taago Tubin ütles enne esietendust „Tullemineku“ kohta: „Me ei räägi selles loos poliitikast ja ajaloost ja siin ei ole ka moraali kui sellist. Meie eesmärk võiks olla see, et vaataja tunneks ja tajuks sõja olemust, n-ö sõja häält läbi selle loo mustri.“

Antiigist rahvalauludeni

Märt-Matis Lill meenutab, et „Tulleminek“ on üks suuremaid ja ajamahukamaid töid, mida ta on teinud. „Vanemuiselt tellimuse saamisest kuni esietenduseni kulus kolm aastat ja suurem osa sellest ajast oli täidetud aktiivse tööga ooperi tekstilise ja muusikalise materjali kallal,“ märgib ta.

„Idee tekkis eelkõige Antiik-Kreeka kirjanduse ja laiemas plaanis kultuuripärandiga tegeledes. Minu jaoks koorus sealt teatud hetkel välja Trooja sõja ja „Iliase“ täiesti keskne positsioon nii antiikmaailma kui ka laiemas plaanis lääne kultuuri

jaoks. Mis mind selle teemaderingi juures paelus, oli Trooja all sõdinud meeste heroilise paatose ja teisalt nii-öelda väikese või lihtsa inimese – eriti naiste ja laste – perspektiivide dramaatiline erinevus. „Liliase“ suurimaid väärtuseid minu jaoks ongi kahe niivõrd vastandliku tasandi jõuline ja dramaatiline vastandamine. Mõtlesin, et see oleks väga sobilik lähtekoht suuremale draamateosele. Kui minuga Vanemuisest ühendust võeti, sooviga tellida minult ooper, oli mul tegelikult valmisolek selleks juba täiesti olemas, nii et kaua ei olnud mul vaja selle jaoks üldist kontseptsiooni välja mõelda. Üsna varsti pidasin vajalikuks lülitada käsitletava ainese juurde ka lisatasandeid, eelkõige tänapäevasema perspektiivi juurdetoomise näol. Selle väljenduseks sai I maailmasõda, kuivõrd tegemist on minu veendumuse kohaselt ühe lähiajaloo murrangulisema ja dramaatilisema sündmusega – millegagi, mille järellainetuses elame tegelikult siiani ja mille sügavamat tähendust tihtipeale päris lõpuni ei teadvustata. Töö käigus tekkis soov kasutada ka eesti sõjateemalisi rahvalaule, kui veel üht unikaalset, ülimalt poeetilist ja siinsele kultuuriruumile ainuomast kihistust. Need tasandid, mida esmapilgul oli justkui niivõrd palju, tekkisid selle protsessi käigus üsna orgaaniliselt ning niimoodi ei olnud nende üksteisega ühendamine ja sildade loomine nende vahel midagi eriti rasket või vägivaldset. Vastupidi – need suhestused ja sobitusid üksteisega hämmastavalt kiiresti. Küll aga võttis selle terviku kokkupanemine päris palju aega,“ räägib helilooja.

„Homeros sõnastas veenvalt sõja mõlemad otspunktid: ühelt poolt see vägev tunne, kui massid võtavad rivisse, lipud lehvivad ning minnakse kuhugi, et saavutada midagi suurt; teiselt poolt kohutav lahinguolukord, kus rebitakse kehasid puruks ning inimeste elusid kustutatakse ühe hoobiga. Neid mõttelisi äärmusi soovisime me näidata ka oma teoses,“ mõtiskleb Jan Kaus.

Muusika, sõna, psühholoogia...

„Ooper on üks võimsamaid asju, mida kogeda, ning heliloojale on see alati omaette teetähis nii enda kui ka teiste autorite loomingus. Minu puhul mängib vist omajagu rolli ka see, et mind on kogu aeg paelunud muusika aktiivne suhe teiste kunstidega. Eriti noorena tajusin üsna teravalt, et puhas muusika jääb mulle võib-olla natuke kitsaks, vajan sellele lisaks teisi kunstilisi väljendusviise,“ arutleb Märt-Matis Lill ning lisab, et ooper on žanr, mille alla annab koondada nii palju erinevaid kunstivaldkondi. „Eriti tänapäeval, kui kunsti piiride laienemine ja tehnoloogia areng on kasutatavat paletti dramaatilisel laiendanud.“

Ajakirja Muusika peatoimetaja Ia Remmel hindab „Tulleminekut“ kõrgelt: „See oli kogemus, mis raputas läbi ja pani sügavalt järele mõtlema. Lill on loonud keerulise, mitmekihilise teose, mis ootab ka kuulajalt jäägitut keskendumist ja aine sisse minekut.“

Aga see aine – sõda – pole kergete killast. Välises mõttes on sõda häving, kaos, aga inimlikul, psühholoogilisel tasandil piirsituatsioon, kus seistakse silmitsi oma *psyche* ja alateadvuse selliste hämaraladega, millest tavaelus aimugi ei ole. Imetlesin selles teoses just psühholoogiliste areaalide loomist ja nende omavahelist kommunikeerumist.

Nüüdisoperile omaseid keerukusi jälgides olen hakanud mõistma õnnestunud libreto erilist tähtsust. See on nagu vundament, ja kui see ei ole hea, ei pääse mõjule ei parimad ideed ega kõige meisterlikum muusika ning kogu ehitus laguneb,“ arutleb Rimmel.

Pilk soome-ugri pärimustel

Millised on edasised loomeplaanid? Märt-Matis Lill tunnistab, et ooper kujunes ka tema enda jaoks üheks parajaks tulleminekuks: „Olin selle väljatuleku järel nii vaimselt kui ka füüsiliselt päris kurnatud ega suutnud järgmistele väljakutsetele mõnda aega mõtlemagi hakata. Toibumine võttis umbes pool aastat aega. Õnneks oskasin seda natuke ette aimata ega võtnud endale selleks perioodiks loomingulisi kohustusi.

Hetkel töötan järgmise suuremahulisema asja kallal, milleks on pillimängijaid, koori, lauljaid ja näitlejaid ühendav lavateos, mis põhineb soome-ugri mütoloogilisel pärimusel ning mis on plaanis välja tuua augustis 2019 Mooste folgikojas. See teos saab olema üks suuremahulisemaid EV100 raames esitatavaid muusikaprojekte.“

Anne-Mari Alver

LÜHIÜLEVAADE MÄRT-MATIS LILLE ELUST JA TEGEVUSEST

* Märt-Matis Lill sündis 1975. aastal Jaan Kaplinski ja Anne Lille pojana.

* Õppis Tallinna muusikakeskkoolis, lõpetas 1994 klaveri- ja kompositsioonierialal.

1999. aastal lõpetas ta Eesti muusikaakadeemia kompositsiooniklassi Lepo Sumera ja Eino Tambergi õpilasena.

* Käinud Tallinna pedagoogikaülikoolis filosoofiatundides ning õppinud Helsingi ülikoolis japanoloogiat, sinoloogiat ja filosoofiat. Õppis magistriõppes Helsingi ülikoolis ja Sibeliuse akadeemias Veli-Matti Puumala juures.

* Osalenud Helsingis IRCAMi suvekursustel (2000. aasta suvel) ning Luca Francesconi, Michael Jarrelli, Louis Andriesseni ja Magnus Lindbergi meistrikursustel. 2003. aasta suvel osales stipendiaadina Centre Acanthesi suvekursustel Avignonis.

* 2003 osales ta rahvusvahelisel heliloojate rostrumil teosega „Taeva jõgi“, mille salvestas Tallinna kammerorkester Risto Joosti juhatusel.

* 2004 Heino Elleri nimeline loomingupreemia.

* 2004 esitas Ensemble InterContemporain Peter Rundeli juhatusel Prantsusmaal Metzis esiettekandena tema teost „Fleeting Dreams“.

* 2005 Eesti muusika päevade heliloojapreemia teose „Kurb rõõm“ eest.

* 2006 Eesti muusika päevade heliloojapreemia teose „Mu nuttev hääl on sügistuul“ eest. Sama teos valiti 2007 rahvusvahelisel heliloojate rostrumil Pariisis kümne parema helitöö hulka.

* 2007 resideeris Visby heliloojate keskuses, kus valminud oreliteos „Swinging song“ sai samal aastal esmaettekande Visby rahvusvahelisel ooperifestivalil.

* Märt-Matis Lill on kirjutanud ka näituse- ja filmimuusikat. Rahvusvahelist edu on pälvinud tema muusikaga Priit Tenderi animafilmid „Mont Blanc“, „Rebasenaine“ ja „Köögi dimensioonid“.

* 2014. aasta aprillist on ta Eesti Heliloojate Liidu esimees. Ta on olnud ka Eesti Arnold Schönbergi Ühingu esimees (aastatel 2003–2012), Pärnu nüüdismuusika päevade kunstiline juht ja Eestimaa looduse fondi toetajaliige.

* 2015 CD „Märt-Matis Lill. Jooned vaikusel“.

* 2017 valiti tema teos „When the Buffalo Went Away“ esindama Eestit „Maailma muusika päevadel“ Vancouveris.

KASUTATUD MATERJAL

Jan Kaus „Märt-Matis Lill dialoogis kunsti ja elu kihilisusega“
Muusika 12/2017

Kerri Kotta
„Kui ooperist saab muusikal“
Muusika 12/2017

Ia Rimmel
„Ma nägin, kui mees mul, Hektor, langes...“
Muusika 8-9/2017

Auri Jürna
„Kuidas tunda, et sõda on õige“
Sirp 5.05.2017

Alvar Loog
<https://kultuur.postimees.ee/4085949/uus-eesti-ooper-otsib-sojakogemuse-tahendust>

*Riigi kultuuri aastapremia loometeed kokku võtva
näituse „Jüri Okas“ eest*

Jüri Okas



JÜRI OKASE LOOMING ON TERVIKLIK JA ARENGUS KORRAGA

Legendaarse arhitekti ja kunstniku retrospektiivne näitus 2017. aastal Kumus andis võimaluse tutvuda tema loominguga, elukäigu ja mõttemaailmaga.

Näitust ei saa vaadata üksnes tänapäevases valguses, see viib kaasa aegadesse, kus Jüri Okas kunstnikuna tegutsema asus. Näitus hõlmas tema silmapaistvat loomingut 26 aastat väldanud intensiivse kunstnikukarjääri jooksul, esitades kunstniku tegevust kitsasfilmidest, maakunstiobjektidest ja installatsioonidest (fotodokumentidena) graafikani.

„Jüri Okas on kunstnik, kelle loomingut tasub vaadelda järjekindla tervikuna. Seda võib tõlgendada kontseptuaalse ja minimalistlikuna, kuid ei tohi unustada selle poeetilist dimensiooni,“ hindas Jüri Okase 2017. aastal Kumus olnud näitust soome ajakirjanik Otso Kantokorpi ning lisas: „Okase retrospektiivnäitus Kumus on kõikehõlmav, kuid ei vahenda musealiseerituna siiski adekvaatselt neid intensiivseid elamuslikke tahke, mis on olnud tema loomingus kesksel kohal. Näiteks on eksponeeritud tema varased kaheksamillimeetrised filmid, Vääna-Jõesuu mererannas korraldatud *performance*'ite ja seal tehtud maakunsteoste dokumentatsioon,“ meenutab ta.

Kõnealune näitus andis ülevaate Jüri Okase kui kunstniku tegevusest, kuid jättis kõrvale tema väga eduka arhitektitöö. Ülevaade Okase loomingust kinnitas niigi, et maailma on nähtud läbi pilgu, mis peamiselt soovib defineerida ruumi, eeskätt arhitektuurset ruumi selle äärmiselt erinevates ilmingutes. See on kunstniku lähtekoht ja lõpp-punkt – nii hindasid näitust selle korraldajad.

Näituse „Jüri Okas“ koordinaatorid olid Sirje Helme ja Ragne Soosalu, kujundaja Jüri Okas ja graafiline kujundaja Tuuli Aule.

1970. aastatest tänapäevani, loominguloost näituseni

Jüri Okas tuli eesti kunstipilti 1970. aastate alguses, mil ta fikseeris oma esimese *happening*'i 8 mm filmile.

Kahtlemata oli ta üks radikaalsemaid uuendajaid 1970. aastate alguses. Äsja olid noored popkunstnikud deklareerinud vastuseisu kõrgesteetikale ning asunud kasutama leidobjekte ja tavamaterjale, soovides osaleda pidevalt muutuva keskkonna uuenemises. Okas läks veelgi kaugemale, hüljates oma tegevustega kogu senise kunstiloomise praktika ja esteetika ning luues täiesti uue kunsti-diskursuse, kasutades selleks filosoofilisi printsiipe, mis on teose vaatamisel ja mõistmisel vähemalt sama tähtsad kui pilt ise.

Hariduselt on Jüri Okas arhitekt ja arhitektuurne on ka tema kunst. Ta tuli nii arhitektide koolkonna „Tallinna kümme“ ühe liikmena (Vilen Künnapu, Leonhard Lapin jt) kui ka kunstnikuna, keda võib seostada postminimalismi, maakunsti ja kontseptualismiga – st kunstiga, mille puhul on kõige tähtsam idee. Tegutses eri meediumites, nagu *happening*, foto, film, graafika.

Jüri Okase kunsti saabumise aeg oli huvitav ja probleemne. See tekkis justkui tühjale kohale, nagu mingis mõttes meeldis kunstnikule endalegi tühjusesse sammuda. Selleks polnud Eesti kultuuriruumis kriitika keele või metakeele mõttes kohta ette valmistatud, puudus sõnavara, nagu Sirje Helme oma saatesõnas näituse puhul ilmunud raamatule kirjutab. Okas tegi maailma mõistes avangardi, tema loomingut siin tunti ja sellest peeti lugu, aga kriitikal polnud vahendeid, et sellele küüned taha saada.

Okas tegi seitsmekümnendatel asju, mida läänes tegi toleaeagne avangard, kus tegutsesid kunstnikud nagu Robert Smithson või Gordon Matta-Clark, kes tundsid huvi nii tööstuslikult kui ka looduse enda hävitatud maastiku (Smithson) kui linnaehituse tühikohtade või, nagu ta ise ütles, „anarhitektuuri“ vastu (Matta-Clark). Maastikku veeti monumentaalseid kujutisi, mida võisid näha isegi tulnukad kosmosest, ning majadesse rammiti auke.

Rahvusvahelises kunstielus aastatel 1960–1970 tooni andnud tulevärk ulatus Jüri Okase kaudu omal kombel delikaatsel ja orgaanilisel viisil ka Eestisse, nii et Okast võib lugeda selle aja üheks moodsamaks kunstnikuks, nagu hindavad teda Sirje Helme ja Tamara Luuk.

Liigendatud tühjus, lisatud tunne

Jüri Okase töid on nimetatud „kontseptuaalselt selgeks“ ja „esteetiliselt rafineerituks“. Tema kunst liikus selles ajaloolises perspektiivis, mis tegeles ühtlasi modernistlikest kõrge-madal-hierarhiatest ja geeniusemüüdist vabanemisega. Kunstnik oli selles käsitluses pigem neutraalne dokumenteerija kui looja, pigem banaalsete argiobjektide ja entroopia vastu huvi tundjaga samal tasapinnal olija, mitte ülendaja ja puhastaja.

Igaüks võib olla kunstnik, armastati sel ajal öelda. Jüri Okas ei olnud muidugi igaüks, kuid kunstnik oli ta vaieldamatult. Talle meeldis ette võtta igamehekohti, üks selline oli ka Vääna-Jõesuu rand. Mis võiks olla veel igamehem kui tühjus, sest tühjus kuulub kõigile, tühjus on demokraatia maamärk. Okas asus seda tühjust liigendama, tehes seal aktsioone, pannes püsti objekte või vedades rannaliivale või lumisele väljale märke. Need märgid pingestasid kuidagi sealset tühjust, võimaldasid seda liigendada. Midagi samasugust teeb vist ka arhitektuur, ta muudab keskkonda ja sellega peab arvestama. Jüri Okas on öelnud, et kõik tema pildid ja installatsioonid peaksid tekitama noateral kõndimise tunnet.

Peagi hakkas Okas pildistama arhitektuurilisi objekte nii linnas kui maal ja töötles saadud materjale fotokollaazi ja graafikatehnikates. Okase töödes saab näha arhitektuurilisi objekte (ma ei hakka ütlema maju), mille puhul on keeruline aru saada, kas neid ehitatakse või lammutatakse. Sageli kohtame müüre või varemelaadseid moodustisi. „Ehitised ei kerki varemteks pärast valmimist, vaid pigem kerkivad varemteks, enne kui nad on ehitatud,“ tsiteerib arhitektuuriteadlane Andres Kurg oma Okase-tekstis „Vahepealsuse visuaalkultuur“ Robert Smithsoni.

Vaimsuseks redutseerunud kogemus

Sirje Helme ja Tamara Luugi käsitlusest lähtudes võib Jüri Okast vaadelda kui analüütikut, kontseptualisti, esteeti või metafüüsikut. Kunstniku enese sõnul püüdleb ta oma kunstis abstraktsiooni, meeleolu poole, kuid see ei jõua, teadagi, vaatajani teisiti, kui vaid osaliselt.

Tema soomlasest kolleeg Jorma Hautala märkis Pori kunstimuuseumis 1991. aastal korraldatud näitust hinnates, et „vaatajal pole pääsu väga mitmetähenduslikest tõlgendustest“.

Oma subjektiivse suhte ainesse ja isikliku ruuminägemuse esitab kunstnik kahtviisi. Esiteks graafilised lisandused (jooned, viidad, tähised, mustad riskülikud jne), mis ühest küljest muudavad ruumisuhteid ja teisest küljest objekti tähend-

duslikkust. Teiseks kõrvutamise ja vastandamise kaudu – erinevad majaseinad, arhitektuur, muld, fassaad, tagahoov jne.

Jüri Okas ise on oma loomingu kohta öelnud: „Oma tegevuses toetun valdavalt vaimule, vaimsuseks redutseerunud kogemusele.“

Anne-Mari Alver

KASUTATUD MATERJAL

Sirje Helme, Tamara Luuk „Jüri Okas“ 1992

<https://kultuur.postimees.ee/4093099/janar-ala-arvustab-juri-okase-retrospektiivi>

<http://www.sirp.ee/s1-artiklid/c6-kunst/mitmetahenduslikult-kusagil-vahepeal/>

Näituse „Jüri Okas“ saatetekst: <https://kumu.ekm.ee/syndmus/juri-okas/>

Arkkitehti 1992, nr 1

LÜHIÜLEVAADE ÕPINGUTEST JA TÖÖST

1968–1970 Tallinna polütehniline instituut, ehitus

1970–1974 Eesti NSV riiklik kunstiinstituut, arhitektuur

1974–1989 projekteerimisinstituut EKE Projekt

Alates 1979 Eesti arhitektide liidu liige

Alates 1980 Eesti kunstnike liidu liige

Alates 1989 arhitektuuribüroo Okas&Lööke

Arvukalt isiku- ja grupinäituseid Eestis, Lätis, Leedus, Soomes, Rootsis, Saksamaal, Itaalias, Hispaanias, Kanadas, Šotimaal

*Riigi kultuuri aastapremia esinemiste eest
Performa17 kunstibiennaalil New Yorgis,
David Roberts Art Foundationi 10. aasta-
päeva sündmustel Londonis ning rahvusvahelise
näitusetevgevuse eest 2017. aastal*

Kris Lemsalu



KRIS LEMSALU

RIKKALIKUD FANTAASIAMAAILMAD

Noore kaasaegse kunstniku Kris Lemsalu loomingu puhul paistab silma tema tundlik materjalikasutus ning oskuslik erinevate meediumite sünteesimine. Keraamiku tausta ja selgete moekunsti mõjutustega Lemsalu on galeriidesse ja kunstimessidele üle maailma toonud erinevaid kummastavaid ja pilku-koitvaid fantaasiarikkaid installatsioone, mille osadeks on antropomorfsed olendid, portselan, orgaaniline materjal, leidobjektid, muusika ja kunstnik ise. Erakordse rahvusvahelise tähelepanu tõi talle juba 2015. aastal New Yorgi Frieze kunstimessil välja pandud „Whole Alone 2“ (2015), mida võib nimetada ka kestvus-*performance*’iks, kus Lemsalu veetis viis päeva järjest 8 tundi hiiglasliku keraamilise kilpkonna kilbi all. See teos iseloomustab laiemalt tema loomingut, milles kunstnikust endast saab sageli teose osa. Eirates erinevate meediumite vahelisi piire, püüdleb Lemsalu oma teostega kostüümide, skulptuuri ja installatsiooni sümbioosi poole.

Kris Lemsalu on üks nendest 21. sajandi noortest nomaad-kunstnikest, kes liigub residentuurist residentuuri ning kelle kõige pikem peatumine ühes paigas kestab kõige rohkem kolm kuud. Selline riikidevaheline rändamine kajastub ka Lemsalu loomingus, milles kohtuvad erinevatelt reisidelt kaasa toodud objektid ja kogemused. Lemsalu iseloomustab intuiitiivne ja väga visuaalne maailmanägemine, tema loomeprotsess saab alguse sageli mõnest visuaalsest momendist, millele lisanduvad erinevad kihistused ning lõpptulemuseks on ruumi allutav ja vaatajat lummas installatsioon, millel on sageli positiivse ja lootustandva alatooniga sõnum.

Viimaste aastate jooksul on Lemsalu silma paistnud kõrgetasemelise rahvusvahelise näitusetegevuse poolest ning 2015. aastal oli ta üks viiest kunstnikust, kellele määrati kunstnikupalk. Lemsalust on saanud rahvusvaheliselt tuntumaid noori eesti kunstnikke, kelle iseloomuliku käekirjaga julged teosed pakuvad palju huvi kunstikogujatele üle terve maailma.

Performa17 kunstibiennaal New Yorgis

2017. aasta oli Eesti jaoks saavutuste poolest rahvusvahelisel kunstiväljal märgiline aasta ning Kris Lemsalul oli siinkohal väga oluline roll. 2017. aasta lõpus New Yorgis seitsmendat korda toimunud kaasaegse ja *performance*-kunsti tippfestivali Performa biennaali fookusriigiks oli seekord Eesti. Rahvusvaheline žürii valis Kris Lemsalu üheks kolmest Eestit esindavaks kunstnikuks, kelle eesmärgiks sai luua biennaali jaoks kohaspetsiifiline uudisteos. Performa Eesti avatud paviljon oli Eesti kunstimaastiku suursündmus ja maamärk, mis tõi rahvusvaheliste kuraatorite tähelepanu nii Kris Lemsalule kui teistele osalenud eesti kunstnikele – Anu Vahtrale ja Flo Kasearule.

Kris Lemsalu ambitsioonika etteaste „Going, going“ toimumiskoht oli pika ajalooga Püha Apostel Toomase kirik Harlemi linnaosas, kus kunstnik suutis keraamiliste kostüümide, muusika ja kiriku seinale projitseeritud piltide abil tekitada meditatiivse atmosfääri. Liikuva installatsiooni keskmes oli voodi, millel istus helisid esitav Kyp Malone, kellega koostöös projekt valmis. Voodi „mootoriks“ olevaid käsi pani aga liikuma installatsiooniga üheks sulanud Kris Lemsalu ise. Lemsalule omaselt kasutas ta oma keha osana installatsioonist, muutes selle *performance*'iks, mis kaasas nii voodi, Kyp Malone'i kui Harlemi kiriku. Etteaste „Going, going“ oli lummas segu Lemsalule iseloomulikest skulpturaalsetest kostüümidest, liikuvast installatsioonist ja elavast muusikast, mis jättis vaatajale piisavalt ruumi mõtisklemaks selle üle, kuhu me siis teel oleme.

Performance David Roberts Art Foundationi 10. aastapäeva sündmustel Londonis

Teine suursündmus oli Kris Lemsalu osalemine 2017. aasta oktoobris David Roberts Art Foundationi (DRAF) 10. aastapäeva sündmustel Londonis *performance*'iga „In Heaven Everything Is Fine“ Featuring Glasser and four archangels“. DRAF on üks Londoni tuntumaid mittetulunduslikke kunsti-institutsioone, mille aastapäevaürituse esinejate reas oli Kris Lemsalu kõrvuti kaasaegse kunsti tippnimedega (nt Marvin Gaye Chetwynd, Laure Prouvost, Jamilla Johnson-Small ning Rosie Hastings & Hannah Quinlan).

Ka selle etteaste puhul segunesid Kris Lemsalu loomingus installatsioon ja *performance*. Londonis KOKO-nimelises pika ajalooga muusikaüritustele pühendunud kontserdipaigas toimunud *performance*'i eesmärk oli läbi kummastavate elementide viidata üle-eelmise aasta muusikamaailmas toimunud pöördelistele sündmustele: *performance*'i osaks oli nelja 2016. aastal lahkunud muusikaaidoli – David Bowie, Prince'i, Leonard Coheni ja George Michaeli – impersonaatorid. Koos USA laulja Glasseriga esitas Kris Lemsalu loo „In Heaven Everything is Fine“ („Taevast on kõik korras“), viidates üldisemalt sellele, et kuigi

viimasel ajal on olukord maailmas läinud väga keeruliseks, on kuskil ometi kõik hästi. Muusikal on Kris Lemsalu loomingus olnud väga oluline roll, viiteid rohkem ja vähemtuntud (popp)lugudele leiab mitmetest Krisi teostest (nt „I will be seven When we meet in Heaven“ ja „Lord, got to keep on groovin“), niisiis oli ka DRAFi *performance* kummardus muusikakultuurile ja selle hiljuti kadunud, kuid muusikataevas kindlasti mitte tuhmunud tähtedele.

Kõrgetasemeline rahvusvaheline näitusetegvus 2017. aastal

Ka varasemalt rahvusvaheliselt väga aktiivselt tegutsenud Lemsalu paisis 2017. aastal silma just kõrgekvaliteediliste ülesastumistega globaalsel kunstimaastikul tunnustatud üritustel ja institutsioonides. Lisaks juba mainitud esinemisele *performance*'iga DRAFi 10. aastapäeva üritusel Londonis ja nii kohalikku kui ka rahvusvahelist tähelepanu toonud osalemisele Performa17 biennaali Eesti avatud paviljonis osales Lemsalu 2017. aastal ka esimese eesti kunstnikuna Frieze London kunstimessil (Glasgow galerii Koppe Astneri esindusel). Frieze Londoni mess on üks rahvusvahelise kunstiaasta tippündmusi, figureerides aasta-aastalt maailma parimate ja olulisemate kaasaegse kunsti messide esikolmikus. Lisaks nendele suursündmustele oli Kris Lemsalul 2017. aastal ka isikunäitus „The Wild Ones“ Koppe Astneris, Glasgow's tegutsevas kommertsgaleriis, mis on rahvusvahelistes kunstiringkondades hästi tuntud ning osaleb regulaarselt mainekatel kunstimessidel. Kõik need sündmused tõid Kris Lemsalule ja tema metamorfoosetele fantaasiamaailmadele palju rahvusvahelist tunnustust ning kinnitasid, et Lemsalu on praeguse aja eesti noortest kaasaegsetest kunstnikest üks silmapaistvamaid.

Annika Toots

KASUTATUD MATERJAL

Kunstnike ruumid. 16 stuudiovisiiti. Koost. Merilin Talumaa, Annika Toots. Tallinn: Eesti Kunstiakadeemia kirjastus, 2017.

Karro, Kadri. Kuhu me teel oleme? Pildikesi New Yorgi Performalt. – Eesti Ekspress <http://ekspress.delfi.ee/areen/kuhu-me-teel-oleme-pildikesi-new-yorgi-performalt?id=80306682>

November New Yorgis. Kumu Ajaveeb. – <http://kumu.ekm.ee/blogi/november-new-yorgis/>

*Riigi kultuuri aastapremia näitlejatööde eest
lavastustes „Kolm talve“, „Ivanov“ ja „Pärast proovi“*

Guido Kangur



GUIDO KANGUR EHITAB ROLLE AEGLASELT NOKITSEDES

Guido Kangurit tunnevad vist küll kõik, kes kasvõi veidigi eesti teatri vastu huvi tunnevad. Noorsooteatris ja draamateatris ridamisi suurepäraseid rolle teinud Kangur on laval alates aastast 1980, mil ta lõpetas lavakunstikateedri IX lennu Merle Karusoo käe all ning läks Kalju Komissarovi kutsel tööle Noorsooteatrisse. Kümme aastat hiljem kutsus Evald Hermaküla teda tööle Eesti Draamateatrisse ning Guido Kangur läks, sest tundis, et vajab vaheldust.

„Varsti pärast seda tulid siia ka Mati Unt ja Andrus Vaarik. Oma suuremateks õpetajateks peangi Evald Hermaküla ja Mati Unti, kes on mulle õpetanud siin teatris hakkamasaamist. Samas ei saa nuriseda, tööd on olnud kogu aeg. Tõsist ja rasket tööd. Isegi liiga rasket, kus on kilomeetrite viisi tekste. Aga see kõik on olnud kui üks pikk lõppematu protsess, mis on mind ka harinud. Pean haridust ja haritust väga oluliseks,“ on Guido Kangur öelnud.

Kuidas end tundsite, kui kuulsite, et olete kultuuripreemia laureaat?

See oli suur rõõm, et minu tööd on märgatud. Teeme ju oma tööd nii hästi kui oskame ja on väga hea teada saada, et see on ka teistele inimestele korda läinud.

Saite kultuuripreemia kolme väga erineva rolli eest. Milline neist teile endale kõige hingelähedasem on?

Need rollid on tõesti väga erinevad. Ingmar Bergmani näidendis „Pärast proovi“ olen poolteist tundi jutti laval, võiks öelda, et etendus on minu vedada. Tšehhovi „Ivanovis“ käib minu Pavel Lebedev vahepeal ikka lavalt ära ka, hinge tõmbamas. Ja see on ikkagi kõrvalosa. Kõige kergem on olnud minu Aleksandar Kosi roll Tena Štivičići lavastuses „Kolm talve“.

Tunnen, et ma olen ilmselt õnnelikus vanuses ja võin valida, mida teen. Eks neid vanamehi ole ikka vaja ka. Kõige võimsam tunne on siis, kui roll ning enda maailm ja mõtlemine kokku kõlksuvad. Seda ei juhtu küll väga tihti, aga see on suurepärane.

Viimase aja rollidest ongi Pavel Lebedev „Ivanovis“ selline – ka mina tahan, et mu perel oleks kõik hästi, et nad oleksid õnnelikud, ja mõtlen, et mina ise saan ikka kuidagi hakkama.

Kuidas teie rollid valmivad?

See, mida publik näeb, on ju n-ö valmistoode, millele eelneb palju tööd. Mulle meeldib proove teha; otsimine, rolli ehitamine on väga põnev. Enne kui proovist koju lähen, teen osaraamatusse märkmeid. Ja kodus meeldib mulle mõelda, mida proovis proovida.

Osaraamatud on mul alati väga kirjud – vasakul pool on tekst, paremal pool on valge leht, ja see valge leht saab proovide käigus väga tihedalt täis kirjutatud.

Lisaks meeldib lugeda kõike, mida leian nii näidendi autori kui selle ajastu kohta, kus näidend toimub. Igalt poolt võib leida vihjeid, mis aitavad rolli luua. Meie töö teeb põnevaks see, et alati on materjali – raamatuid, mida lisaks lugeda, või filme, mida vaadata.

See teeb töö huvitavaks. Mida täpsemalt on partituur selge, seda mõnusam on etendust teha. Ja siis võib lubada endale laval ka mõnd väikest keerdkäiku. Teksti me ju reeglina ei muuda, aga mõnda asja saab just konkreetsel õhtul veidi teisiti teha, kui tuju on.

On teil mõni oma enne-etendust-rituaal?

Ma olen närveeriija, pabistaja. Mõne etenduse eel on tunne lausa selline, et minestus kipub peale. Tulen alati teatrisse piisavalt vara, et roll veel leht-lehelt enne etendust üle käia. Ma ei saa teistega enne etendust juttu ajada või näiteks lauamänge mängida.

Oma rituaal on mul ka, aga sellest ei pruugi rääkida. Seda võin aga küll öelda, et teen enne etendust palju nn kõne- ja diktsiooniharjutusi.

Ja siis olen ma laval ja siis sujub kõik...

Nii suur pühendumine on vist päris raske...

Viimasel ajal on arstid mulle ette heitnud nn ülepinget ja stressi. Mina vastu, et no mis ülepinge, kraavi ma ju ei kaeva... Kui mind miski väsitab, siis just see närv. Aga teisiti ma ei oska.

Olen jõudnud selleni, et ütlen päris palju pakkumisi ära – jah, lihtsalt ei jõua.

Mida teile väljaspool teatrit teha meeldib?

Ka selles mõttes olen õnnelik inimene, et teater pole kogu mu elu. Minu jaoks on oluline hobi loodusfotograafia. Olen tänulik professionaalsetele loodus-pildistajatele, et nad on mu oma seltskonda võtnud ja vereta jahtidele kutsunud.

Teine oluline maailm on minu jaoks muusika. Noorena kuulasin rohkem rokkmuusikat, nüüd on mu suureks lemmikuks džäss. See köidab, muudab

õnnelikumaks... Ka minu naisele ja kogu meie perele meeldib muusika, koos teeme ka džässisalongi igal esmaspäeval ja suviti festivali Sõru Jazz. See tähendab aastaringset täiendavat tööd – muusika kuulamist, plaadiesitlusi, kokkuleppeid... Aga see kõik meeldib meile.

Ja kui rääkida sellest, mis teeb mind õnnelikuks, siis muidugi minu pere! Nende üle olen ma väga õnnelik ja uhke!

Mulle meeldib reisida ja seigelda, teha seda nii üksinda kui perega, nii Eestis kui ka kaugemal.

Anne-Mari Alver

VARASEM TUNNUSTUS

1982 noorte lavajõudude ülevaatuse II preemia (Aleksei „Optimistlikus tragöödias“, osalemine „Dekameronis“ – mõlemad Noorsooteatris)

1990 Ants Lauteri nimeline auhind

2000 Suur Ants, Eesti draamateatri kolleegipreemia meespeaosatäitjale (Eduard Proffitlich „Vend Enrico ja tema piiskop“, Härra „Vaimude tund Kadrioru lossis“, Basilio „Elu on unenägu“)

2002 Eesti teatrikriitikute ühenduse Hea Teatri auhind

2008 Väike Ants, Eesti draamateatri kolleegipreemia meeskõrvalosatäitjale (Tolstoi „Boulgakoff“, hr Bardolph „Leekrüübe“)

2011 Valgetähe IV klassi teenetemärk

2011 Eesti teatri aastaauhind meeskõrvalaosa eest (Gregory Solomon lavastuses „Hind“, Kuressaare linnateater)

2013 Suur Ants, Eesti draamateatri kolleegipreemia meespeaosatäitjale (Jossif Vissarionovitš Stalin „Kollaborandid“)

Intellektuaalne haare

On mitut sorti draamanäitlejaid, on mitut sorti näitleja populaarsust, aga ülimuslik neist on ikka populaarsus, mille toob kaasa lavaline, intellektuaalne haare. Ja Guido Kangur on tänapäeva eesti teatris ilma kahtlusteta üks laiema haardega, avatuma vaimuga näitlejaid. Üks täpsemaid ja loovamaid.

Andres Keil, kriitik

Läbi raskuste rääkima

... Ta tegi üksjagu pahandust, ei püsinud pudeliski paigal ning ületas varajases nooruses raske katsumuse, milleks oli kaasasündinud hundikurgust tekkinud kõnedefekt.

Operatsioonile sai poiss alles siis, kui oli viie-kuueaastane ning eriti suured raskused oli k- ja s-häälikutega, need tulid kuidagi läbi nina. Pärast operatsiooni tuli teatud häälikud, mida ta oli valesti hääldanud, ümber õppida logopeedi juures. Esimene lause, mille ta ilusasti ütles, oli: „Kägu kukub kuusikus“. Lõputult korrata sõnapaari „Rakvere ratsarügement“ ja „Siis kui kassid suvi-tasid, hiired naeru pugistasid, korraldasid trilli-tralli, pühapäeva pillerpalli“.

Elvi Kangur, ema

KASUTATUD MATERJAL

Jaanus Kulli

<https://www.ohtuleht.ee/164796/guido-kangur-katte-on-joudnud-minu-elu-ilusaim-aeg>

Aigi Viira

<https://www.ohtuleht.ee/738636/guido-kanguri-vanemad-tahtsime-et-ta-astuks-kunstiinstituuti-ja-saaks-arhitektiks>

<http://epl.delfi.ee/news/kultuur/guido-kangur-52-holmamatu-haare?id=51132346>

*Riigi kultuuri aastapremia 2017 luulekogu
„Liivini lahti“ ning tõlke eest prantsuse filosoofide
Gilles Deleuze'i ja Félix Guattari teosest
„Anti-Oidipus. Kapitalism ja skisofreenia“.*

Mart Kangur



MART KANGUR SAAB SÕNADEL SABAST

Mart Kanguri luule võib mõtlikkuse ja mängulisusega ühteaegu, tema tõlked aga on aastatepikkune töö tõlgitava autori sõna- ja mõttestruktuuridega.

Vana hea sõnahulguse Mart Kanguri luule lemmikvõtteks on sõnasabast kinni haaramine, saab lugeda tema luulekogu „Liivini lahti“ tutvustusest. Sõnal sabast kinni saades võib sealt välja pigistada, tõmmata või meelitada igasugu asju: kolinat ja klõbinat, iseseisvust ja ikeat, plaane ja sosinaid, lahtist moosipurki ja tahedaks tõmmanud teid, sülesid ja südameid, tuppa toodud pori ja rikkust, kuld münte ja koerakarvu, nooruse jõudu ja vanaduse tarkust. Vahel kisub ajakajaliseks ning ajakajad joonduvad ajalooks.

„Vemmalvärssse kirjutasin juba põhikooli ajal, aga tõsisem huvi luule vastu tärkas keskkooli lõpus. Esimesed suuremad mõjutajad ja eeskujud olid Uku Masing ja Ilmar Laaban, iseenesest üsna erineva stiiliga loojad. Luuletuse puhul on oluline pingestatus, teatav selgus ja puhtus, reljeefne ja tugev kujund (või kujundid). Friedrich Nietzsche ütleb, et luuletajad tihti „sogastavad oma vee, et see näiks sügavana“. Sellist asja tuleb vältida,“ selgitab Mart Kangur oma luuleloomingut ning tunnistab, et paljud „Liivini lahti“ kogus ilmunud luuletused on ta kõigepealt kirjutanud lugejatele otse sotsiaalmeediasse.

„Mu viimased kaks kogu on valminud nõnda, et olen kõik luuletused enne jooksvalt avaldanud Facebookis. Mind inspireerib kohese avaldamise, peaaegu otse avalikkusesse kirjutamise võimalus – olgugi selleks avalikkuseks siis üsna piiratud sõprade ring. Kirjutan luuletusi palju rohkem kui enne Facebooki aega, kohati lausa igapäevaselt. Siiani olen alati kirjutanud üksikluuletusi, millest siis olen hiljem kogud kokku pannud,“ räägib autor.

Mart Kanguri geniaalsus on kiiresti ära tuntud. „Olen pidanud Mart Kangurit geeniuseliseks hetkest, mil lugesin ta esimesi tekste. Olla võis see tosin aastat tagasi. Nimelt 2005. aastal ilmus teos „Jaak Rand ja teisi jutte“, mille autoriteks on märgitud Mart Kangur, Jaak Rand ja Ivar Ravi. Selle teose eest sai Kangur ka Betti Alveri debüüdiauhinna. Õigusega,“ hindab Mart Kanguri kirjanduslikku panust kirjanik ja kriitik Peeter Helme.

„Mart Kangur jätkab oma kolmandas luulekogus tuntud headuses vanaviisi. Tema loominguga austajatele võib öelda, et raamat väärib lugemist, pole kartust pettuda. Logisevat täitematerjali siin ei ole, kõik tekstid on vahedad,“ hindab kogu „Liivini lahti“ luuletusi filosoof Leo Luks, kelle sõnul võib Kanguri loomingut nimetada keeleluuleks. Hasso Krulli piiritluse järgi nimetatakse keeleluuleks „väikevormis tekste, mis juhvivad lakkamatult tähelepanu keelelisele väljendusele ning mille sisu ongi – vähemalt osaliselt – keelest enesest tuletatud“. Peaaegu kõigis Kanguri luuletustes on keel pingestatud, sõnade erinevad võimalikud tähendused tungivad hoolika lugeja tähelepanu fookusse, kusagil ei muutu keel edasiantavas pildis või elamuses n-ö nähtamatuks, taustaks.

Mart Kangur on proovinud kätt ka ulmekirjutamises, kasutades pseudonüümi August Chang ning võites looga „Poolik öhtu härra Kerberosega“ ulmeajakirja Algernon küllalt kriitiliste lugejate sõbraliku tähelepanu. Ise hindab Kangur seda lugu pigem humoorika eksperimendina. „Ulmet olen küll, eriti nooremana, omajagu lugenud, näiteks Ray Bradbury ja Ursula K. Le Guin on mind oluliselt mõjutanud,“ märgib ta.

Oma loominguga üle arutledes ütleb Kangur: „Eks vist mu luule kõige olulisem ole. Alustasin suhteliselt hilja, olen hiline küpseja ja loodan veel nii mõndagi ära teha. Rühmitustesse ei ole ma kuulunud ning eriti palju ei esine, hoian ses osas madalat profiili. Kirjanduselu käigu ikka peamiselt paberil või ekraanil.“

Tõlkimine on üksildane ala

Tõlkijana rändab Mart Kangur hoopis teisi radu kui luuletajana. Tänu talle saame eesti keeles lugeda mitme põneva filosoofi tippteoseid, nagu Jacques Derrida „Surma and“, Carl Sagani „Deemonitest vaevatud maailm: teadus kui küünal pimeduses“ ning 2017. aastal eesti keeles ilmunud Gilles Deleuze'i ja Félix Guattari „Kapitalism ja skisofreenia I. Anti-Oidipus“. Esimene ja kolmas on tõlgitud prantsuse, teine inglise keelest.

„Olen tõlkinud raamatuid filosoofidelt, kes mulle huvi pakuvad. Jacques Derridat lugesin varakult, ta oli Martin Heideggeri kõrval see filosoof, kelle kaudu ma üldse filosoofia juurde jõudsin. Gilles Deleuze hakkas mulle huvi pakkuma natuke hiljem, koolivennast filosoofi Eik Hermannini mõjul,“ meenutab Mart Kangur.

Erinevalt luuletamisest, kus tulemus kiirelt lugejate silme ette jõuab, on tõlkimine Mart Kanguri jaoks pikk protsess: „Tuleb võtta aega, tõlkida hoolikalt, kõik originaali laused lahti võtta ja eesti keele päraselt uuesti kokku panna. Filosoofia puhul on tähtis järgida autori mõistestruktuuri, tõlkida täpselt ning kasutada läbivalt samu vasteid,“ selgitab ta.

Nii võttis näiteks „Anti-Oidipus: kapitalism ja skisofreenia“ tõlkimine aega kolm aastat. „Vahepeal tegelesin muidugi ka teiste asjadega. Mulle meeldis selle filosoofidepaari mõttemaailma sisse minna, asjast sügavuti arusaamise kallal tööd teha. Mahuka ja keerulise teose tõlkimine nõuab teatavat temperamenti, aga mulle see sobib, olen tegelenud ka pikamaajooksuga, mis on samuti üksildane ja kannatlikkust nõudev ala. Raske oli heade vastete leidmine mitmetähenduslikele mõistetele, üldisest mõttejoonisest arusaamine, implitsiitsete viidete äratundmine,“ meenutab Mart Kangur.

Kõnealusel raamatus kritiseerivad Gilles Deleuze ja Félix Guattari psühhoanalüüsi, mis käsitleb teadvustamatust teatrina ja surub iha perekondlikku raami, ning näitavad, et teadvustamatus on pigem tehas, kus toodetakse iha masinlike voole ja löikeid. Nad kirjeldavad ühiskonna arenemist primitiivse territoriaalse masina ja barbaarse despootliku masina juurest tsiviliseeritud kapitalistliku masinani, mis kõik voolud dekodeerib ja deterritorialiseerib. Prantsuse filosoof Michel Foucault on nimetanud „Anti-Oidipust“ sissejuhatuseks mittefašistlikku ellu.

Filosoofia tõlkimisega kavatseb Mart Kangur ka edaspidi tegeleda. „Praegu töötan uue tõlke kallal, eestindan Gilles Deleuze'i ühe huvitavama tõlgendaja ja edasiarendaja Manuel DeLanda raamatut „Intensiivne teadus ja virtuaalne filosoofia“,“ märgib ta.

Anne-Mari Alver

LÜHIDALT ELUKÄIGUST

Sündinud (4. mail 1971) ja elanud Tallinnas Nõmmel.

Õppinud Nõmme gümnaasiumis (Tallinna 10. keskkoolis), 1990–1992 Tallinna pedagoogilises instituudis raamatukogundust ja bibliograafiat ning 1991–2004 Eesti humanitaarinstituudis kirjandusteooriat, semiootikat, filosoofiat, orientalistikat, keeli.

Avaldanud ühe proosaraamatu (koos Jaak Ranna ja Ivar Raviga), mis pälvis Betti Alveri debüüdipreemia, ja kolm luuleraamatut, millest kaks pälvisid Tallinna ülikooli kirjandusauhinna.

Tõlkinud inglise ja prantsuse keelest filosoofiat ja ilukirjandust, samuti toimetanud teiste tõlkeid. Aastast 2016 Eesti kirjanike liidu liige.

VARASEMAD TUNNUSTUSED

2005 Betti Alveri auhind

2010 Tallinna ülikooli kirjandusauhind luulekogu „Kuldne põli“ eest

2014 ajakirja Looming arvustuseauhind

2016 Tallinna ülikooli kirjandusauhind luulekogu „Kõrgusekartus“ eest

2016 Juhan Liivi luuleauhind luuletuse „tahaks eesti / liivini lahti võtta“ eest
(Vikerkaar 2015, nr 4/5)

KASUTATUD MATERJAL

Leo Luks, Sõnavahet. Looming (juuni, 2017)

<https://kultuur.err.ee/315133/mart-kangur-carolina-pihelgas-keerdumine-ise-enesesse>

H. Krull, Keeleusaldus. Mart Kanguri keha nimi ja peeglike seinaga peal. Vikerkaar 2009, nr 12, lk 107–113.

<https://kultuur.err.ee/584805/peeter-helme-soovitab-mart-kanguri-liivini-lahti>

<https://kultuur.postimees.ee/4168521/eesti-keeles-ilmus-sissejuhatus-mitte-fasistlikku-ellu>

RIIGI TEADUSPREEMIADE KOMISJONI KOOSSEIS

Kinnitatud valitsuse korraldusega 03.11.2016 nr 373

ESIMEES

Tarmo Soomere akadeemik, Eesti teaduste akadeemia president

ASEESIMEES

Eero Vasar akadeemik, Tartu ülikooli professor

LIIKMED

Jaan Aarik akadeemik, Tartu ülikooli professor

Toomas Asser akadeemik, Tartu ülikooli professor

Tõnis Kanger Tallinna tehnikaülikooli professor

Rainer Kattel Tallinna tehnikaülikooli professor

Maarja Kruusmaa akadeemik, Tallinna tehnikaülikooli professor

Priit Kulu Tallinna tehnikaülikooli emeriitprofessor

Maris Laan Tartu ülikooli professor

Valter Lang akadeemik, Tartu ülikooli professor

Jüri Martin akadeemik, Euroakadeemia rektor

Lauri Mälksoo akadeemik, Tartu ülikooli professor

Marika Mänd Eesti maaülikooli professor

Ülo Niinemets akadeemik, Eesti maaülikooli professor

Karl Pajusalu akadeemik, Tartu ülikooli professor

Ellu Saar Tallinn ülikooli professor

RIIGI F. J. WIEDEMANNI KEELEAUHINNA KOMISJONI KOOSSEIS

Kinnitatud valitsuse korraldusega 03.12.2015 nr 509

ESIMEES

Mailis Reps haridus- ja teadusminister

LIIKMED

Reili Argus Emakeele seltsi abiesimees

Martin Ehala Tartu ülikooli professor

Margit Langemets eesti keele instituudi sõnaraamatute peatoimetaja

Indrek Lillemägi Väike-Maarja gümnaasiumi eesti keele ja kirjanduse
õpetaja

Paul-Eerik Rummo Eesti keelenõukogu liige

Tõnu Seilenthal Tartu ülikooli dotsent

Kadri Sõrmus haridus- ja teadusministeeriumi keeleosakonna nõunik

Jüri Viikberg Tallinna ülikooli dotsent

RIIGI KULTUURIPREEMIADE KOMISJONI KOOSSEIS

Kinnitatud valitsuse korraldusega 16.11.2017 nr 338

ESIMEES

Indrek Saar kultuuriminister

LIIKMED

Martti Helde

Risto Joost

Krista Kaer

Tõnis Kahu

Eha Komissarov

Marge Monko

Kristjan Mändmaa

Triin Soone

Hagi Šein

Garmen Tabor

Toomas Tammis

David Vseviov

EESTI SPORDI NÕUKOGU KOOSSEIS

Kinnitatud kultuuriministri käskkirjaga 31.01.2006 kk nr 26

ESIMEES

Indrek Saar kultuuriminister

LIIKMED

Kristi Kirsberg Eesti spordiajakirjanike selts

Gunnar Kraft ühenduse „Sport kõigile“ president

Lauri Luik riigikogu liige

Madis Lepajõe Tartu abilinnapea

Siim Sukles Eesti olümpiakomitee peasekretär

Tarmo Volt Eestimaa spordiliidu jõud peasekretär, maakondade esindaja

