EESTI VABARIIGI PREEMIAD

2019

TEADUS

F. J. WIEDEMANNI KEELEAUHIND

SPORT

KULTUUR

TALLINN, 2019

TEKSTID

TEADUS
Laureaatide tutvustus teaduste akadeemialt
Artiklid laureaatidelt

F. J. WIEDEMANNI KEELEAUHIND
Laureaadi tutvustus haridus- ja teadusministeeriumilt
Artikkel laureaadist: Reili Argus, Tallinna ülikooli professor

SPORT
Laureaatide tutvustus kultuuriministeeriumilt
Artiklid laureaatidest: Gunnar Press (Toomas Merila, Toomas Tõnise, Marko Albert), Jaan Martinson (Kelly Sildaru), Märt Roosna (Magnus Kirt, Gheorghe Cretu), Kristi Kirsberg (Konstantin Gorodilov ja Dominika Bergmannova), Indrek Schwede (Aivar Pohlak).

KULTUUR
Laureaatide tutvustus kultuuriministeeriumilt
Artiklid laureaatidest Neeme Korv ja Triin Ojari (Juhan Rohtla, Koit Ojaliiv, Joel Kopli ja Eik Hermann)

Vastutav toimetaja Tarmo Soomere

LAUREAATIDE FOTOD
Annika Haas, esikaane sisekülg; lk 21, 22, 40, 62, 82, 94, 108, 144, 160, 193, 194, 204, 212, 220, 234, 244, 264, 272, 282, 288, 294, 300, 306
Mati Reinhold (Asko Foto) lk 118
Kadri Saarma lk 128
Rosita Raud lk 176
CJ Kask lk 226
Robin Ristmäe (Eesti võrkpalli liidu kogu) lk 238
Jana Piper (Eesti jalgpalli liidu kogu) lk 252
Renars Derrings lk 312

Koostajad: Malle Englas, Siiri Jakobson, Ebe Pilt, Tiina Rahkama, Piret Suurväli, Marion Selgall da Silva

Makett: Kaspar Ehlvest
Küljendaja: Erje Harkman
Keeletoimetajad: Katrin Ringo

Trükitud trükikojas Paar

Kujunduses on kasutatud teauspreemia diplomi kaante fotosid

ISSN 1406-2321 (trükiväljaanne)

ISSN 2674-3019 (võrguväljaanne) © EESTI TEADUSTE AKADEEMIA

SISUKORD

Jüri Ratas
Vabariigi peaministri tervitus 9

TEADUS

Tarmo Soomere
Teaduspreemiate komisjoni esimehe tervitus, laureaatide tutvustus 12

Peeter Saari
Teaduspreemia laureaadi sõnavõtt 20

Anne Luik
Teaduspreemia pikaajalise tulemusliku teadus- ja arendustöö eest 22
Putukatest mahetoiduni 23

Peeter Saari
Teaduspreemia pikaajalise tulemusliku teadus- ja arendustöö eest 40
Kahe huvivektori tõmbeväljas 41

Mart Ustav
Preemia olulise sotsiaal-majandusliku mõjuga innovaatilise tooteni viinud teaduslikul avastusel põhineva teadus- ja arendustöö eest 62
Millist kasu toob Eesti teadus Põlvamaa põllumeestele, Saaremaa kaluritele, Ida-Virumaa energeetikutele või Tallinna ärimeestele? 63

Arvet Pedas
Täppisteaduste valdkonna aastapreemia teadustöö „Efektiivsed lahendusmeetodid murruliste tuletistega diferentsiaalvõrrandite ja singulaarsustega integraalvõrrandite jaoks“ eest 82
Efektiivsed lahendusmeetodid murruliste tuletistega diferentsiaalvõrrandite ja singulaarsustega integraalvõrrandite jaoks 83

Tõnu Esko (kollektiivi juht), Reedik Mägi, Krista Fischer ja Lili Milani
Keemia ja molekulaarbioloogia valdkonna aastapreemia teadustöö „Geneetika ja genoomikaalased alusuuringud personaalmeditsiini rakendamiseks Eestis“ eest 94
Geneetika- ja genoomikaalased alusuuringud personaalmeditsiini rakendamiseks Eestis 95

Irina Hussainova
Tehnikateaduste valdkonna aastapreemia teadustöö
„Nanokiudude võrgustik baasina multifunktsionaalsete
hübriidmaterjalide tööstuslikes rakendustes“ eest.....108
Nanokiudude võrgustik baasina mitmefunktsiooniliste
hübriidmaterjalide tööstuslikuks läbimurdeks 109

Allen Kaasik
Arstiteaduse valdkonna aastapreemia teadus-arendustöö
„Mitokondrite roll närvisüsteemi haiguste korral“ eest 118
Mitokondrite roll närvisüsteemi haiguste korral.....119

Urmas Saarma
Geo- ja bioteaduste valdkonna aastapreemia tööde tsükli
„Eluohtlike zoonootiliste patogeenide ja neid levitavate kiskjaliste
kompleksuuringud Eestis ja globaalselt“ eest 128
Eluohtlikud zoonootilised patogeenid ning neid levitavate kiskjaliste
kompleksuuringud Eestis ja maailmas 129

Marika Mänd
Põllumajandusteaduste valdkonna aastapreemia teadustöö
„Täppistaimekaitse innovaatiliste tehnoloogiate arendamine kahjurite
ja kasurite käitumis- ja füsioloogiliste uuringute kaudu“ eest 144
Kahjurid ja kasurid täppistaimekaitse teenistuses 145

Allan Puur
Sotsiaalteaduste valdkonna aastapreemia tööde tsükli
„Eesti rahvastikuareng maakeskses ja võrdlevas vaates“ eest 160
Rahvastikuareng Eesti-keskses ja võrdlevas vaates.....161

Rein Raud
Humanitaarteaduste aastapreemia teadustöö
„Kultuuriteoreetilised uurimused“ eest 176
Mis on üldine kultuuriteooria? 177

F. J. WIEDEMANNI KEELEAUHIND

Mailis Reps
Tervitus F. J. Wiedemanni keeleauhinna kätteandmisel 192

Krista Kerge
F. J. Wiedemanni keeleauhinna laureaadi sõnavõtt 193

Krista Kerge
Võimekale keeleteadlasele pühendunud ja pikaaegse töö eest eesti keele elujõu ja arengu heaks tekstiuurimisel, keelekorraldamisel, emakeeleõpetuse eestvedamisel, õpetajate ja keeleuurijate põlvkondade kasvatamisel 194
Mitmekülgne keeleteadlane ja armastatud õppejõud 195

SPORT

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

Toomas Tõniste
Spordipreemia laureaadi sõnavõtt 202

Toomas Merila
Riiklik spordi elutööpreemia pikaajalise ja tulemusliku töö eest treenerina kergejõustiku arendamisel 204
Toomas Merila, piigipildujate meisterlihvija 205

Toomas Tõnise
Riiklik spordi elutööpreemia pikaajalise ja tulemusliku töö eest Eesti spordi juhtimisel ja arendamisel 212
Toomas Tõnise – viievõistluse toel sporti juhtimas 213

Kelly Sildaru
Riiklik spordi aastapreemia kahe kuldmedali võitmise eest juunioride vigursuusatamise maailmameistrivõistlustel pargisõidus ja rennisõidus 2018. aastal 220
Vaatamata vaevale ja valule Kelly muinasjutt jätkub 221

Magnus Kirt
Riiklik spordi aastapreemia pronksmedali võitmise eest kergejõustiku Euroopa meistrivõistlustel odaviskes 2018. aastal 226
Kirdi inimesed 227

Konstantin Gorodilov ja Dominika Bergmannova
Riiklik spordi aastapreemia kuldmedalite võitmise eest tantsuspordi maailmameistrivõistlustel ja Euroopa meistrivõistlustel 10 tantsus 2018. aastal 234
Tantsumeistrite kodu on lennujaam. Neid kannab tantsukirg 235

Gheorghe Cretu
Riiklik spordi aastapreemia tulemusliku treeneritöö eest 2018. aastal Eesti võrkpalli koondmeeskonna Euroopa Kuldliiga võitmiseks ettevalmistamisel ja Euroopa meistrivõistluste finaalturniirile pääsu tagamisel 238
Temperamentse rumeenlase ja Eesti võrkpalli kirglik armulugu 239

Marko Albert
Riiklik spordi aastapreemia pronksmedali võitmise eest triatloni pika distantsi maailmameistrivõistlustel 2018. aastal 244
Marko Albert, sportliku valu ületamise kunstnik 245

Aivar Pohlak
Riiklik spordi aastapreemia tulemusliku töö eest UEFA jalgpalli superkarika 2018. aasta finaalmängu korraldamisel Tallinnas 252
Aivar Pohlak – maksimalist, idealist ja pehmo 253

KULTUUR

Indrek Saar
Kultuuripreemiate laureaatide tutvustus 258

Leelo Tungal
Kultuuripreemia laureaadi sõnavõtt 260

Viivi Luik
Riigi kultuuri elutööpreemia pikaajalise väljapaistva loomingulise tegevuse eest 264
Viivi Luik. Sõna väe valdaja 265

Leelo Tungal
Riigi kultuuri elutööpreemia pikaajalise väljapaistva loomingulise tegevuse eest 272
Leelo Tungal. Laulva luule ja õnneliku lapsepõlve poetess 273

Fred Jüssi
Riigi kultuuri elutööpreemia pikaajalise väljapaistva loomingulise tegevuse eest 282
Fred Jüssi. Üks eriline vaatleja 283

Kristjan Suits
Riigi kultuuri aastapreemia lava-, kostüümi-, valgus- ja videokujunduste ning näituse- ja kontserdikujunduste eest 2018. aastal 288
Kristjan Suits. Läbi filmi teatrikunstnikuks 289

Greta Koppel
Riigi kultuuri aastapreemia näituse „Michel Sittow. Eesti maalikunstnik Euroopa õukondades“ kureerimise ning vastavasisulise raamatu koostamise eest 294
Greta Koppel. Unustatud meistri kojutooja 295

Juhan Rohtla, Koit Ojaliiv, Joel Kopli, Eik Hermann
Riigi kultuuri aastapreemia Eesti kunstiakadeemia uue hoone õnnestunud arhitektuurse lahenduse eest 300
Juhan Rohtla, Koit Ojaliiv, Joel Kopli, Eik Hermann. Kunstiakadeemiale uue näo andjad 301

Olga Privis
Riigi kultuuri aastapreemia silmapaistva loomingulise tegevuse eest 2018. aastal 306
Olga Privis. Tantsib ja paneb teised tantsima 307

Marko Mäetamm
Riigi kultuuri aastapreemia silmapaistva loomingulise tegevuse eest 2018. aastal 312
Marko Mäetamm. Iroonilise vembumehe hingepööningud 313

Riigi teaduspreemiate komisjoni koosseis 317

Riigi F. J. Wiedemanni keeleauhinna komisjoni koosseis 318

Riigi kultuuripreemiate komisjoni koosseis 318

Eesti spordi nõukogu koosseis 319

VABARIIGI PEAMINISTRI TERVITUS

Lugupeetud teaduste akadeemia president!
Austatud ministrid! Auväärsed laureaadid!
Head teadlased, loomeinimesed, sportlased! Kõik külalised!

Aasta eest andsime kultuuri- ja hariduspreemiad üle Haapsalus. Wiedemanni keeleauhinna pälvinud õppejõud Reet Kasik alustas oma tänukõnet väga ilusa mõttega, millele olen möödunud aasta jooksul palju tagasi mõelnud: „On eriline privileeg sattuda elama oma riigi sajandal aastal. Tähistada seda eesti keeles ja tajuda, milline õnn ja rõõm see on.“

Me räägime seda ilusat keelt iga päev ning loendamatutes olukordades. Me ka mõtleme eesti keeles. Seepärast ei mõista me sugugi iga päev, kui erakordne see on. Siis ongi meil vaja lugupeetud keeleteadlast, kes seda meelde tuletaks. Meil on tarvis ka väärikat eesti keele aastat, millega mõtleme muu hulgas tagasi sajandi taha, kui eesti keelest sai meie riigikeel.

Pärast pikki ja keerulisi aastaid kinnitasime sedasama üle 30 aasta eest vastu võetud keeleseadusega.

Eesti keele ilu paistab hästi kätte ka kodust kaugel, kohtudes meie kogukondade ja inimestega, kelle elutee on viinud nad võõrsile – Kanadasse, Ameerika Ühendriikidesse, Rootsi või mujale. Mõne kuu eest oli mul hea võimalus külastada Kasahstanis asuvat eesti juurtega Petrovka küla, kus kohtusime 89-aastase vanaproua Aliide Mägiga.

Võõras riigis, kaugel oma juurtest ja kodumaast, kõneles ta külalistega selles erilises eesti keeles. Neil hetkedel on lihtne mõista, kui suur on see õnn ja rõõm.

Austatud kuulajad!

Mul on suur au seista täna siin teaduste akadeemia saalis teie ees ning õnnitleda väärikaid laureaate südamest austust äratava panuse eest Eesti kunsti-, kultuuri- ja teadussaavutustesse.

Mul on väga hea meel näha, et meil on nii palju inimesi, kellel on Eestile ja maailmale nii palju anda. Eesti suurimad saavutused on kindlasti ka maailma tippsaavutused.

Eesti riigi sünnipäeval võime tõdeda, et meie vaimse rikkuse ja järgmised sajandid määravad just meie keele, kultuuri, teaduse, spordi ja hariduse elujõud. Kui me suudame seda, mis meil on, alal hoida ning ka lakkamatult edasi

arendada, siis pole kahtlust, et meie Eesti Vabariigi järgmised sajandid on rohked ja väärikad.

Siinkohal on lõpetuseks ehk sobiv kasutada ühe Eesti poliitilise rahvusliku ideoloogia looja, Jaan Tõnissoni mõtet riigi ja kultuuri murdmatust seosest:

„Eesti riik püsib ainuüksi siis, kui tema põhjeneb rahvakultuuri ja rahvamajanduse hea-seisu peal. Ükski sõjaline võim, ükski rahvusline vaimustus ei suuda meie riiklust kanda, kui meie ei ole kindlustatud rahvamajanduslise jõukuse poolest ja kui meie kultuuriliselt mitte ei kasva."

Soovin kõigile laureaatidele palju õnne ja edu ning jätkuvat vaimustust oma tänuväärses töös. Soovin meile kõigile ilusat Eesti Vabariigi 101. aastapäeva!

Jõudu Eestile!

Jüri Ratas

RIIGI TEADUSPREEMIAD

TEADUSPREEMIATE KOMISJONI ESIMEHE TERVITUS, LAUREAATIDE TUTVUSTUS

Akadeemik Tarmo Soomere

Austatud peaminister!
Ministrid! Riigikogu liikmed!
Riiklike preemiate laureaadid!
Head külalised!

Täna tunnustatakse jälle kord neid teadlasi, kes on jätnud kontrastse jälje meie maailmapilti või mingil olulisel moel panustanud sellesse, et meie kõigi elu oleks parem.

Teaduse ja teadlaste üks kõige tugevamaid motivaatoreid on huvi selle vastu, kuidas toimib maailm. Teisisõnu, huvi kõigi ja kõige vastu.

Ainuüksi huvist ei piisa, et tippu tõusta või tõeline eestvedaja olla. Edgar Rice Burroughsi formuleeringus: miski pole võimatu, mida sa kujutleda suudad, aga asi pole selles, mida tead, vaid mida tõestada suudad. Tänased laureaadid on suutnud midagi olulist kõigi jaoks tõestada.

Traditsiooniliselt antakse igal aastal välja kaks riigi teaduspreemiat pikaajalise tulemusliku teadus- ja arendustöö eest ehk elutööpreemiat. Samuti traditsiooniliselt on selle saajad on väga erinevad. Sel aastal pälvivad elutöö eest tunnustuse maarahva ja maakultuuri uurija ja eestvedaja ning üks kogu oma elu fundamentaalteadusele pühendanud füüsik. Nagu ikka, on nende elus, otsingutes ja saavutustes palju sarnast. Eelkõige see, et nad on osanud oma valdkonna ühiskonna jaoks suureks kujundada.

* * *

Tänapäeva kemiseerunud majanduses saab sageli määravaks toidu saamise viis. Saaki ei määra tihti mitte see, kuidas külvame, väetame või lõikame, vaid hoopis tillukesed tegurid. Paljude jaoks võib olla ootamatu, et sellest, kui hästi või halvasti läheb eri sorti putukatel, sõltub meie toidulaud ja toidujulgeolek.

Ühe elutööpreemia laureaadi stiihia on kahjurputukad nii metsas kui ka põllul. Et kahjurite tapmine keemiliste vahenditega rikub kogu looduse, on laureaat alati tahtnud rakendada looduslikke vahendeid nii kahjurite ohjeldamiseks kui ka kasulike putukate populatsiooni kasvatamiseks.

Laureaat on hinnatud õppejõud, kes on osanud ühendada taimekaitse erinevad distsipliinid ühtsesse kursusse, arendanud välja taimekaitsealase õppetöö Eesti maaülikoolis ja viis aastat juhtinud kogu selle ülikooli teadust.

Viljaka teaduse populariseerijana, mahepõllunduse eestkõnelejana ning hea suhtlejana on ta suutnud ühendada Eesti põllumajanduse arendamisse nii teadlased, õppejõud, tootjad kui ka ministeeriumide vastutavad töötajad.

Teda iseloomustab vast kõige täpsemalt see, et maaülikool julgeb teda ametlikus kirjas nimetada professoriks, kellel on päikesega sõlmitud leping.

Mul on au teatada, et valitsus on määranud preemia pikaajalise tulemusliku teadus- ja arendustöö eest väljapaistvale põllumajandusteadlasele, Eesti maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudi vanemteadurile, emeriitprofessor **Anne Luigele**.

* * *

Teinegi elutööpreemia laureaat on õpetlane selle sõna parimas mõttes. Õppejõuna, teadlasena, populariseerijana ja hoolitsemisel teadusliku mõtteviisi arendamise ja tutvustamise eest on ta kogu aeg silmas pidanud, et neil, kel on rohkem teadmisi, on ka suurem vastutus selle eest, et süvauuringute tulemuste olulisus jõuaks ühiskonna teadvusesse.

Ise peab laureaat end spektroskoopia spetsialistiks, teisisõnu, selle eksperdiks, kui erinevalt käitub erineva lainepikkusega valgus või muu kiirgus. Füüsikamaailm tunneb teda kuuma luminestsentsi ühe avastajana ja laialivalgumatute valgusimpulsside uurimissuuna rajajana. Teistel peale füüsikute on küll raske pidada kuumaks seda, mis toimub miinus 270 kraadi juures.

Tema teravmeelsed arutlused algavad füüsika põhitõdest, aga ulatuvad säästupirnini ja eesti keele kaitsmiseni. Ta on alati teraselt jälginud, et keegi ei ajaks segi arvu ja numbrit. Tema tegemised ja arvamused on jätnud Eesti ühiskonnale selge jälje. Tohutu töö teadusorganisatsioonilises tegevuses (sisuliselt pani tema aluse teadusgrantide jagamisele Eestis), alati härrasmehelik ja korrektne lähenemine, terav pilk ja sulg on ta viinud Eesti kõigi aegade väärikaimate teadlaste sekka.

Mul on au teatada, et valitsus on määranud preemia pikaajalise tulemusliku teadus- ja arendustöö eest väljapaistvale füüsikule, Tartu ülikooli füüsika instituudi laborijuhatajale ja laineoptika professorile, Tartu linna aukodanikule, akadeemik **Peeter Saarile**.

* * *

Juba viisteist aastat sätestab riigi teaduspreemiate põhimäärus võimaluse anda välja nn avastuspreemia. Sellele pretendeerimiseks on kaks võimalust. Üks neist on teha mingi teadusala paradigmat ja maailmapilti mõjutav või uut teadusvaldkonda rajav teaduslik avastus. Teine tee on seotud võimalusega, et mõni teaduslik avastus realiseeritakse kogu ühiskonda mõjutava või aitava lahendusena. Selle preemia kaalukust ja lati kõrgust näitab asjaolu, et seni on välja antud vaid neli avastuspreemiat; sh möödunud aastal Ahto Buldasele plokiahela ja ajatempli tehnoloogia matemaatilise aluse väljatöötamise eest.

Sel aastal otsustas valitsus tunnustada teedrajavate alusteaduslike molekulaarbioloogiliste uurimuste tulemuste realiseerimist miljonite inimeste tervist kaitsvateks lahendusteks.

Nende uuringute fookuses on papilloomiviirused. Need suudavad säilida epiteelkoes (ka meie naha sees) aastakümneid ilma nähtavalt kurja tegemata, levida teistele ja mingil hetkel tekitada vähki. Aastas diagnoositakse maailmas üle poole miljoni nendega seotud emakakaelavähi juhu ja üle veerand miljoni inimese sureb selle tõttu.

Laureaat näitas, millise nipiga see viirus suudab organismi üle kavaldada, kuidas ta end paljundab ning kuidas tekitab vähki. Tänapäeval on see teadmine saanud viroloogia piibli – „Fields' Virology" – klassikaks. Vähemalt sama oluline on, et sellest avastusest on sündinud kogu ühiskonna jaoks olulised tooted. Sellel põhineb ka alus üht tüüpi aidsivaktsiini loomiseks.

Kakskümmend aastat tagasi otsustas laureaat, et „pean püüdma edaspidi kõike seda, mida teadlasena olen tundma õppinud, inimestele kättesaadavaks teha". Nii on ta osanud rakendada oma avastusi selleks, et luua täiesti uudne tehnoloogia spetsiifiliste valkude tootmiseks. Seda kasutavad praegu paljud maailma juhtivad ravimifirmad.

Avastuspreemia laureaat on saavutanud innovaatilise teaduse ideaali: fundamentaaluuringute baasil loonud kõrgtehnoloogilise ettevõtluse, mille töö aitab hoida miljonite inimeste tervist.

Mul on au teatada, et valitsus on otsustanud määrata preemia olulise sotsiaal-majandusliku mõjuga innovaatilise tooteni viinud teaduslikul avastusel põhineva teadus- ja arendustöö „DNA onkoviiruste paljunemise molekulaarsete mehhanismide uurimisest bioloogiliste ravimite arendus- ja tootmistehnoloogiate väljatöötamiseni" eest (nn avastuspreemia) Tartu ülikooli tehnoloogiainstituudi biomeditsiinitehnoloogia professorile, Icosagen Grupi asutajale ja juhile, Tartu linna aukodanikule, akadeemik **Mart Ustavile**.

* * *

Aastail 2015–2018 valminud ja avaldatud parimate teadustööde eest anti välja kaheksa riigi teaduspreemiat, nn aastapreemiat.

Diferentsiaalvõrrandid jagavad meie igapäevase elu tuletise võtmise kaudu pisikesteks tükkideks. Nende lahendamise ehk tükikeste targa kokkuliitmise kaudu saame ausalt tulevikku piiluda.

Klassikalist tuletist võetakse täisarv kordi. Murruline tuletis võimaldab aga keerukaid protsesse, nagu põhjavee voolamist või nanoosakeste käitumist, märksa täpsemalt kirjeldada. Eesti on selles vallas maailmas üks olulisemaid tegijaid. Edu on välja kasvanud akadeemik Gennadi Vainikko koolkonna aastakümnete pikkusest järjepidevast tööst.

Selliste võrrandite puhul aga üldiselt ei kehti klassikaliste diferentsiaalvõrrandite omadused. Täppisteaduste aastapreemia laureaat on välja selgitanud, millised on paljude murrulisi tuletisi sisaldavate võrrandite lahendite omadused ning milliseid singulaarsusi võib neil esineda. Ta on suutnud leida originaalsed, efektiivsed, stabiilsed ning optimaalsed meetodid selliste võrrandite ja nende analoogide kiireks ja täpseks lahendamiseks. Tema töö kaudu on see uus tehnika (mis on märksa noorem kui DNA struktuuri mõistmine) kerkimas meie igapäevaelu osaks.

Mul on au teatada, et täppisteaduste aastapreemia saab tööde tsükli „Efektiivsed lahendusmeetodid murruliste tuletistega diferentsiaalvõrrandite ja singulaarsustega integraalvõrrandite jaoks“ eest Tartu ülikooli matemaatika ja statistika instituudi diferentsiaal- ja integraalvõrrandite professor **Arvet Pedas**.

* * *

Oleme jõudnud oma õnne sepistamisega nii kaugele, et oskame õigel ajal sekkuda ka neisse riskidesse, mida kannavad meie endi geenide eripärad. Vajame selleks tipptasemel geeniteadlaste ja matemaatikute koostööd, kes oskavad välja sõeluda haiguste taga olevad geenivariandid ja siduda need konkreetse inimesega.

Neli noorema põlvkonna teadlast on Eesti geenivaramu andmeid kasutades teinud olulisi samme personaalmeditsiini tegelikuks rakendamiseks.

Suhteliselt lihtne (kuid siiski äärmiselt keeruline) on siduda pärilikke haigusi ühe kindla geeni toimimise kõrvalekalletega.

Palju keerukam on asi siis, kui haiguse taga on mitme geeni variatsioonid. Nii on teist tüüpi diabeedi tekkimisel sünnipärased riskid eluviiside järel kohe teisel kohal.

Geenidel on ka suur osa selles, kuidas organism ravimitele reageerib ja millised on kõrvaltoimed. Päris kõhe on teada, et keskmist inimest polegi olemas: Eesti elanikest 99,8 protsendi puhul tuleks laialdaselt kasutatavaid ravimeid manustada erinevas annuses.

Mul on au teatada, et keemia ja molekulaarbioloogia aastapreemia saab tööde tsükli „Geneetika- ja genoomikaalased alusuuringud personaalmeditsiini rakendamiseks Eestis" eest Tartu ülikooli genoomika instituudi ning matemaatika ja statistika instituudi teadlaste kollektiiv **Tõnu Esko, Reedik Mägi, Krista Fischer ja Lili Milani**.

* * *

Looduses on konkurentsieelis neil, kes oskavad toota igal pool külluslikult leiduvatest ainetest kergeid, tugevaid, painduvaid ja sitkeid ning kõikvõimalikke erinevaid ülesandeid täitvaid materjale, linnusulest delfiini nahani.

Enamasti koosnevad sellised materjalid tohutult erineva suurusega, kuid omavahel perfektselt sobitatud komponentidest. Sellistel hübriididel on sageli hoopis teised omadused kui algosakestel.

Tehnikateaduste aastapreemia laureaat on loonud paljude selliste materjalide prototüübid. Tema saladus on oskuses algul kokku panna imepeente alumiiniumoksiidist niitide kimbud ja seejärel neid kimpe sobivalt orienteerida. Lihtsas keeles: pulstunud pusast tekitada kauni soengu.

Nii on ta tekitanud õhulisi, aga samas tugevaid materjale. Mitmeastmeline kiudude kimpude struktuur võimaldab säilitada ülipeente kiudude unikaalsed omadused nanoskaalas ning laseb soovitud omadustel ilmneda makroskaalas. Kui sinna juurde piserdada muid sobivaid aineid, võib valmis saada nii unikaalne biosensor või hoopis superkondensaator.

Mul on au teatada, et tehnikateaduste aastapreemia saab tööde tsükli „Nanokiudude võrgustik baasina multifunktsionaalsete hübriidmaterjalide tööstuslikes rakendustes" eest Tallinna tehnikaülikooli mehaanika ja tööstustehnika instituudi professor **Irina Hussainova**.

* * *

Depressioon ja muud närvisüsteemi haigused kummitavad iga neljandat kaasteelist. Arstiteaduse aastapreemia laureaat on näidanud, kui oluline on närviraku energiakriis närvihaiguste arenemisel.

Rakud toimivad korralikult siis, kui nende energiavabrikud – mitokondrid – töötavad perfektselt. Närvirakkude surma võib põhjustada ühe spetsiifilise valgu vähesus. Sellest tuleneb nii Wolframi sündroomi (noorte ränk diabeet ning

kuulmise ja nägemise kahjustumine) võimalik mehhanism kui ka sõnum, kui oluline on närvirakkudes mitokondrite „tervise“ hoidmine.

Pole õige, et närvirakud ei taastu. Küsimus on selles, kuidas need kasvama panna. Energia lisamise ehk mitokondrite aktiveerimise kaudu saab kiirendada neuronite arengut ja seega ravida või leevendada närvihaigusi.

Mitokondrite tervist hoiab nende välismembraan. Kui see on rikutud, arvavad organismi kaitsemehhanismid, et mitokonder tuleb kõrvaldada. Laureaat identifitseeris ühe valgu, mis võib anda valesignaali, nagu oleks mitokonder vigane. Selliste vigade ärahoidmine tooks paljudele tervise tagasi.

Mul on au teatada, et arstiteaduse aastapreemia saab tööde tsükli „Mitokondrite roll närvisüsteemi haiguste korral“ eest Tartu ülikooli bio- ja siirdemeditsiini instituudi farmakoloogia osakonna juhataja, molekulaarse toksikoloogia professor, farmakoloogia vanemteadur **Allen Kaasik**.

* * *

Enamik inimeste nakkushaigustest on zoonootilised ehk hüpanud meie organismi loomadelt, lindudelt, putukatelt või isegi molluskitelt. Olgu see aids, marutõbi või paeluss.

Geo- ja bioteaduste aastapreemia laureaat on õppinud metsloomade parasiite määrama loomade pabulatest. Meetod tuvastab iga üksiku paelussi muna koos sellega, keda kiskja on viimati söönud.

Nüüd teame, et ohtlikke parasiite ehhinokokke, maakeeles paelusse, on maailmas viis eri ohtlikkuse astmega liiki ja kaheksa genotüüpi. Metsloomad on neid aastatuhandeid kaasas kandnud, aga tõeliselt vastiku kokteili oleme rahvusvahelise loomakaubanduse abiga ise keetnud.

Uute tundlike ja mitteinvasiivsete meetodite abil on saadud uudne pilt Eesti metsloomade ja inimeste ühiste parasiitide esinemissagedusest, levinud parasiitide geneetilistest liinidest, haiguste (vahe)peremeeste rollist ja migratsioonist. Palju selgemaks on saanud huntide üleeuroopalised migratsiooniteed ja nende parasiitide levikumustrid.

Mul on au teatada, et geo- ja bioteaduste aasta preemia saab tööde tsükli „Eluohtlike zoonootiliste patogeenide ja neid levitavate kiskjaliste kompleksuuringud Eestis ja globaalselt“ eest Tartu ülikooli ökoloogia ja maateaduste instituudi terioloogia õppetooli juhataja, juhtivteadur **Urmas Saarma**.

* * *

Paljud isas- ja emastaimed saavad järglasi vaid siis, kui putukad nende vahel toimetavad. Juba elutööpreemiate tutvustusest sai selgeks, et põld või aed annab head saaki siis, kui putukail on seal mugav.

Põllumajandusteaduste aastapreemia laureaat on näidanud putukate lähema uurimise kaudu, et umbrohtu kasvanud põlluservad on väga vajalikud. Need on taimestiku mitmekesisuse varasalv ja saagil valmida aitavate putukate peidupaik.

Laureaat on välja töötanud uudse taimekaitsemeetodi vajalike ravimite viimiseks looduses nagunii toimetavate kullerite abil otse kõige olulisemasse kohta. Nii viib kimalane mett korjates ja õisi tolmeldades märkamatult õite sisse ka vajalikud molekulid. Näiteks taimepahalasi vaos hoidvad substantsid nagu taimeparasiiti õgiva seene eosed.

Selline täpselt sihitud meetod annab maasikate himustajaile mitmekordse kasu. Piiratakse haigusi, korraldatakse tolmeldamine ning ei kahjustata keskkonda ega inimese tervist. Pigem lastakse loodusel endal tööd teha.

Mul on au teatada, et põllumajandusteaduste aastapreemia saab tööde tsükli „Täppistaimekaitse innovaatiliste tehnoloogiate arendamine kahjurite ja kasurite käitumis- ja füsioloogiliste uuringute kaudu“ eest Eesti maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudi taimetervise õppetooli juht, professor **Marika Mänd**.

* * *

Sünd, pere loomine ja lagunemine ning surm puudutavad sõna otseses mõttes meid kõiki. Sotsiaalteaduste aastapreemia laureaat on nende protsesside ja vastavate poliitikameetmete analüüsi kaudu, ka vaates eelmistele sajanditele ja laiemale maailmale, toonud nähtavale me endi tegemiste ootamatud, olulised ja õpetlikud mustrid, aga ka rahvaste lõimumise (või selle puudumise) aspektid.

Mõnikümmend aastat tagasi julgesid kõrgharitud esimestena riskida uute perepraktikatega. Praegu on Eestis juba vastupidi: mida pikem haridustee, seda kindlam pere. Kõrgharidus ei pruugi pärssida sündimust. Haritud emad sünnitasid ju nn beebibuumi käigus rohkem lapsi.

Huvitav, et sissesõitnute sündimus on Eestis madalam kui põlisrahval. Nende laste hulgas püsivad aga erinevused ikka veel, sh eri keeltes õppimise kaudu.

Juba vanasti elati seda pikemalt, mida kõrgemal oldi sotsiaalse staatuse redelil. Naised said abi hariduse hankimisest, mehed eriti mitte. Lapsi aitas ellu jääda nii lihtne asi nagu puhas joogivesi. Pärast Teist maailmasõda lisandusid uued tegurid. Neil soomepoistel, kes sattusid Gulagi, jäi elutee 11 aastat lühemaks kui kaaslastel, kel õnnestus jõuda lääneriikidesse.

Mul on au teatada, et sotsiaalteaduste aastapreemia saab tööde tsükli „Eesti rahvastiku areng maakeskses ja võrdlevas vaates“ eest Tallinna ülikooli ühiskonnateaduste instituudi juhtivteadur, professor **Allan Puur**.

* * *

Kultuur on teaduse ja kaunite kunstide superpositsioon, arvab Tõnu Puu. See on midagi tabamatut, muutlikku ja samal ajal ajaülest. Humanitaarteaduste aastapreemia laureaat katsub hoomata kultuuri teisiti, seades esiplaanile tüvitekstide ja traditsioonide rolli selle kujunemises.

Tekstid on tema jaoks märkide ja tähenduste kogumid; traditsioon veel üldisem – mis tahes reeglipäraselt korratav tegevus. Kultuuri tõlgendab ta nende õrnalt lõimitud kogumina. Uued kultuurinähtused sünnivad siis, kui lisanduvad uued tähendused. Laureaadi meelest kultuur toimibki tähenduste loomise ja nende levitamise kaudu ajas ja ruumis.

Nii on sündinud originaalne ja avar, samas süsteemne kultuuriteooria kujunemise ja võtmekäsitluste ülevaade, millest kasvab välja selge, iseseisev ja terviklik kultuuri mõtestamise (meta)raamistu.

Erinevalt valdavast osast praegusest kultuuriteadusest võimaldab selline raamistu samadest lähtekohtadest analüüsida eri ajastute ja regioonide kultuurinähtusi ja kultuuriteoreetilisi distsipliine (semiootika, antropoloogia, kultuurisotsioloogia jm) ning neid omavahel võrrelda viisil, mida ei ole viimaste aastakümnete jooksul kuigivõrd söandatud teha.

Mul on au teatada, et humanitaarteaduste aastapreemia saab uurimistöö „Kultuuriteoreetilised uurimused“ eest Tallinna ülikooli humanitaarteaduste instituudi Aasia uuringute professor **Rein Raud**.

* * *

Tunnustus on kindlasti oluline selle saajale. Aga samas iga tunnustus iseloomustab ja rikastab ka väljaandjat. Kultuuri, spordi ja teaduse saavutuste tunnustamine on tänapäeval saanud endast lugu pidava riigi imperatiiviks. Tunnustuse formuleerimise protsess annab ka unikaalse võimaluse ennast adekvaatselt positsioneerida. Valiku tegemine silmapaistvate saavutuste vahel innustab veel kõrgemale püüdlema.

Soovin palju õnne, indu püüdlustes ja head tervist kõigile laureaatidele!

TEADUSPREEMIA LAUREAADI SÕNAVÕTT

Peeter Saari

Lugupeetavad
Eesti Vabariigi peaminister, ministrid,
teaduste akadeemia president, rektorid,
preemiakomisjonide liikmed,
laureaadid, külalised!
Daamid ja härrad!

Mul on au teaduspreemiate laureaatide nimel avaldada tänu meile osaks saanud kõrge tunnustuse eest!

On tähelepanuväärne, lausa märgiline, et Eesti Vabariigi astumisel tema teise sajandisse on teadus tõusnud teemaks meie avalikkuses ja poliitilistes seisukohavõttudes.

Sest teaduse olukord on meil mõneti kummastav: ühelt poolt Eesti teadlaste artiklite kõrge ja üha kasvav mõjukus, päris paljude neist kuulumine maailmas oma eriala ühe protsendi tippteadlaste hulka ja maailmatasemel taristu; teiselt poolt aga teadlaste endi üha häälekam nurisemine (mida peetakse ka virisemiseks), kodumaalt parematele teaduslikele jahimaadele lahkumine ilma igasuguse kavatsuseta naasta, kõrgkooliõppejõudude uue põlvkonna pealekasvu kootumine...

Õnneks äsja hakkas tunnelis valguskiir paistma – see poliitikute kokkulepe täita sisemajanduse kogutoodangust ammune ja vahepeal unustatud lubadus tõsta teaduse rahastamine ühe protsendini.

Aga ... kostis ja kostab ikka mõjukaid hääli stiilis „taome teadlased atradeks ja alles siis anname neile nende rahastusprotsendi“. Panna jõuvõtetega teadlane „rahvamajandust teenima“ – see ei tööta, pole õieti kusagil töötanud. Seda nõuda on keerulistele probleemidele lihtsate lahenduste pakkumine elik populism.

Eesti teadus on – vähemasti saientomeetriliste näitajate järgi – palju tugevam kui lõunanaabritel. Miks? Ei ole ju olemas sedavõrd suurt ajaloolist, kultuurilist, majanduslikku ega üldse olemuslikku erisust, mis sellise erinevuse võinuks põhjustada. Põhjus on taasiseseisvumise järel tehtud väikeste otsustuste kaugeleulatuvas kumuleerunud mõjus. Eesti teadusfondi loomise järel, krooni esimesel aastal, mil palgad olid alla viiesaja (krooni mitte euro!), tegime haridusministeeriumiga, erinevalt lõunanaabreist, pikaajalises perspektiivis õigeks osutunud otsused, kuidas ja millistes rahalistes proportsioonides luua projekt-

ehk grantfinantseerimine. Seepärast soovin tänastele poliitikutele ja teadusjuhtidele selget, senist kogemust arvestavat strateegilist nägemust, kuidas selle teadusrahaprotsendiga edasi toimida.

Ma vabandan, et mu sõnavõtt kukub välja mitte väga pidupäevalik. Liigutatuna elutööpreemia saamisest ma lihtsalt pidin üht-teist hinge pealt ära ütlema, sest mu oma andekaimatest noortest koosnev väike uurimisrühm on laiali pudenemas, kuna palgad instituudis – nagu see on praegu tüüpiline akadeemilisele sfäärile – pole konkurentsivõimelised võrreldes reaalalade erasektoriga. Ehkki ka suurtes teadusriikides on akadeemiliste töötajate palgad oma kaks korda väiksemad erasektorisse läinud kolleegidele makstavaist, on see vahe meil veelgi suuremaks kärisenud. Samas on praeguse noore põlvkonna ootused ja nõudmised elustandardi suhtes hoopis teistsugused kui meie põlvkonnal omal ajal.

Probleemidele vaatamata on tore kogeda, et Eesti riik kord aastas pidupäeval tunnustab teadlasi. Muu hulgas annab see positiivse signaali noortele, kes on oma teadlasetee alguses ja kaaluvad sel teel jätkamist.

Veel kord, me täname!

Edu Eesti Vabariigile alanud teisel aastasajal!

Teaduspreemia pikaajalise tulemusliku teadus- ja arendustöö eest

Anne Luik

PUTUKATEST MAHETOIDUNI

Õitsvad kullerkupu- ja konnakapsaväljad, toomingate õievaht, kevadsuvine konnade ja lindude rõkatav laulurõõm, mesilaste sumin, metsa veeres sipelgapesad, kuhu viivatel „teedel“ lakkamatu tihe liiklus erinevate koormatega – kõik see lummas ja pani lapsesilmadega uurima juba väga varases nooruses. Muidu üsna püsimatu lapsena võisin pikki aegu jälgida nii sipelgate kui niiduõitel erinevate putukate toimetamisi, lisaks paelusid ka muud olevused nii tiigis kui jões.

Huvi kasvas Halliste koolis, kus liigirikkas pargis ja aias oli enamik taimi märgistatud eesti- ja ladinakeelsete nimedega. Nii kulus juba algkoolis hulk ladinakeelseid nimesid tahtmatult pähe. Sai tehtud herbaariume, kus siis taimedel ka vastavad nimed mõlemas keeles juures. C. R. Jakobsoni nimelises keskkoolis õppimise aegu ilmus hulk huvitavaid populaarseid kirjutisi geneetikast.

Huvi geneetika vastu, lisaks lapsepõlve loodusetunnetus erinevate liikide, lõhnade, värvide ja häälte kaudu, pani aluse otsusele minna Tartu ülikooli bioloogiat õppima. Nii avaldasingi kursuse vastuvõtjale, oma hilisemale juhendajale, dotsent Henni Kallakule kohe, et tahan saada geneetikuks. Ent elul olid teised plaanid. Tollane Eesti NSV teaduste akadeemia zooloogia ja botaanika instituut (ZBI) pöördus Kallaku poole palvega valmistada ette uut teadlaskaadrit arendatava biotõrje osakonna jaoks. Käisin eksperimentaalentomoloogia laboris – tundus põnev. Mulle pandi kokku individuaalprogramm – zooloogdarvinist. See sisaldas palju erinevaid nii evolutsiooniõpetuse, geneetika kui ka zooloogilise ja ökoloogilise poolega seotud aineid ning tähendas palju iseseisvat tööd nii raamatukogus kui ka laboris.

Labori töödesse süvenesin teise kursuse tudengina aastal 1968. Väliselt väga sarnaste kuldöölase nn kaksikliikide jaoks tuli ökofüsioloogiliste uuringutega tõestada, et tegemist on siiski erinevate liikidega. Kasvatasin munast alates röövikuid erinevates valguspäeva pikkustes. Selgus, et eri liikide valmikud koorusid eri ajal. See tähendas, et liikide lendlus ja paarumine on looduses ajaliselt erinev. Seega, välisele sarnasusele vaatamata on nende valmikud – liblikad – üksteisest isoleeritud. Teisisõnu, nende liikide teke oli jõudnud uude faasi.

Eksperimentaalentomoloogia labor on ühel või teisel formaalsel kujul olnud kogu mu elu minu teaduspesa koos tollaste mulle väga toekate noorte aspirantide,

praeguseks teenekate teadlaste Külli Hiiesaare ja Luule Metspaluga ning mu juhendaja Aare Kuusikuga. Ülikooli loomuliku jätkuna järgnes samas aspirantuur (praeguses mõistes doktorantuur). Et saada aru, kuidas toimub putukate populatsioonide regulatsioon, on vajalik igakülgselt tunda seda mõjutavaid tegureid. Kahjuriks muutub putukas meie jaoks ju vaid kõrge arvukuse korral, mil põhjustatakse olulist majanduslikku kahju. Muidu on ta aineringe loomulik osa.

Meie põhjamaise kliima tingimustes mängib talv oma madalate temperatuuridega putukate populatsiooni kujunemisel kindlat rolli. Kuidas uurida, mil moel putukad taluvad talviseid temperatuure? Selleks oli laboris minu juhendaja Aare Kuusiku väljatöötatud spetsiaalne aparatuur, mis võimaldas määrata külmakindlust ja ka putukate ainevahetustaset, et aru saada kohastumise mehhanismidest. Väitekiri põhines peamiselt potentsiaalsete metsakahjurite – üraskite – külmakindluse andmeil.

Eri aegadel aasta jooksul tuli loodusest katsematerjali koguda. Metsas käimine tekitas ühtaegu mõtteid üraskite ja nende toidupuude suhete kohta. Üraskid asustasid eelkõige juba kas looduse (nt põud, juurehaigused) või inimese poolt (nt lageraie äärealad) nõrgestatud puid. See asjaolu viitas, et targalt metsa majandades saaks vähendada üraskirüüstete kujunemist. Ürask võidab üksnes nõrgestatud puu. Tema roll ongi puud lagundama hakates selles peituvad toitained uuesti aineringesse viia.

1975 valmis väitekiri, kus esitatud üraskite talvitumise eksperimentaalsete uuringute tulemused olid väga uudsed. Need näitasid, et tüvel talvituvad kooreüraskite (joonis 1) liigid võivad taluda enam kui paarikümnekraadiseid pakaseid. Selline külmataluvus saavutatakse mitmesuguste füsioloogiliste ümberkorraldustega – ainevahetustaseme viimisega madalale tasemele ja mitmesuguste külmakindlust tõstvate ühendite kogunemisega organismi (Luik, 1977; Luik jt, 1980). Ent selline normaalne edukas talvitumine võib putukatel häiruda nt haigustekitajate, parasiitide või mõne muu teise mõjuri toimel. Seega: arvestades nii talvetingimusi kui liikide talvitumise edukust iseloomustavate näitajate seisundit, saab ennustada üraskite võimalikku talvist suremust. Tolleaegsed eksperimentaalsed uuringud olid ainulaadsed.

1976 sügisel oli Eesti põllumajandusakadeemia (EPA, praegune Eesti maaülikool) kauaaegne teenekas õppejõud August Eenlaid raskelt haigestunud. Talle oli vaja järglast rakendusentomoloogiat õpetama. Tollane agronoomiateaduskonna dekaan Paul Kuldkepp soovitas mind väga sellele kohale asuma. Olin kahtlev, aga kui meenus, et minu anatoomia õppejõud, professor Aul oli kahetsenud, et miks ma küll valisin teoreetilise haru – minus pidavat õpetaja kaotsi minema –, otsustasin proovida.

Joonis 1 . Kuusekooreüraski haudepilt: emakäigud koos mardikatega ja vastsekäikudes vastsetega. Foto: Kaljo Voolma

EPAs oli õhkkond hoopis teistsugune võrreldes teadusasutusega, kus olid suhteliselt rohkem oma aja peremees ja said rahulikult uuringutesse süveneda. Liiati olin bioloog, kes polnud väga teretulnud, kuivõrd sellealast ettevalmistust ei peetud EPA agronoomi haridusega võrdväärseks. Tolleaegne EPA oli eelkõige suur õppekonveier sotsialistliku suurpõllumajanduse tarvis. Igal aastal asus päevasesse osakonda õppima 75 uut agronoomi ja 45 metsameest, lisaks suures mahus kaugõpe. Õppetöö koormus oli väga suur, ise tuli pidada kõik loengud, läbi viia laboritööd ning juhendada õppepraktikaid. Aastas tuli vahel isegi 1200 tundi õppekoormust, uurimistööks aega nappis.

Õpetada tuli nii metsa- kui põllumajandusentomoloogiat. See tähendas, et lisaks rakenduslikult oluliste putukate tundmaõppimisele tuli luua tudengile ka arusaamine, kuidas ja miks üks või teine liik arvukuse tõustes kahjuriks muutub ning kas ja kuidas seda saaks võimalikult loodushoidlikult reguleerida. Kõrval jooksis keemilise taimekaitse kursus, mis näitas lihtsat otsest kahjustajaid hävitavat tõrjet keemiliste taimekaitsevahendite ehk pestitsiididega. Ent juba olid ilmnenud nende ainete kahjulikud kõrvalmõjud. Nn roheline revolutsioon tõi põllule küll agrokeemia kahurväe – mineraalväetised ja sünteetilised taimekaitsevahendid – ja tõstis nende abil saagikust, kuid samuti mõjutas oluliselt nii keskkonna seisundit kui ka elurikkust. Juba oli hulga pestitsiidide kasutamine nende suure keskkonnaohtlikkuse tõttu keelustatud. Nende seas näiteks ka Nobeli preemiaga pärjatud kloororgaaniline putukatõrjevahend DDT. Selle kemikaali suhtes oli kartulimardikas juba nelja kasutusaastaga USAs muutunud resistentseks. Samuti kuhjus DDT ökoloogilistesse toiduahelaisse, rikkudes väga paljude organismide, sh inimese tervist. Praeguseks on muidugi põllumajanduse põhjustatud keskkonnaprobleemid veelgi süvenenud seoses muldade degradeerumise ning vee kvaliteedi halvenemise ja elurikkuse (sh putukate) drastilise kahanemisega (UNCTAD, 2013).

Joonis 2. Harilik männikärsakas kännul.
Foto: Kaljo Voolma

Kuidas leida loodust säästvamaid lahendusi? Selleks on eelkõige vaja arusaamist, kuidas organismid talitlevad sõltuvalt nii eluta kui ka elusa looduse ning inimtegevuse tingimustest. Jätkasin metsaentomoloogia suunal tööd üraskite kohastumiste selgitamiseks. Neile uurimisobjektidele lisandusid männikärsakad (joonis 2), kes võivad oma valmikuks saamiseks täiendava söömaga nn küpsussöömal hukata kõik värskele raiesmikule istutatud okaspuutaimed. Ent looduslikku uuendust nad ei puutu. Selle iseärasuse taga on eelkõige taimefüsioloogia. Võrreldes loodusliku uuendusega (ehk ise kasvama hakanud taimedega) on istutatud taim stressis ja seetõttu on temast lähtuv lõhnapahvaku koostis kärsakale märksa ligimeelitavam. Kuivõrd taimi on raiesmikul palju, on kutsuvat lõhna ka rohkelt.

Putukate käitumise juhtivaks meeleks on lõhnad. Nagu näitasid hilisemad uurimused Jenseni laboris Åarhusi ülikoolis, võib imepisike lõhnakoostise muutus põhjustada suuri käitumuslikke muutusi (Luik jt, 1999). Metsaputukate sesoonsete kohastumiste eksperimentaalsed uuringud jätkusid ZBI laboris. Palju metsaputukate uuringuid (nt seemnete ja viljade kahjurid, tüvekahjurite looduslikud vaenlased) tegime tihedas koostöös hea ja hoolika metsaentomoloogi Kaljo Voolmaga.

Tänu Siberi metsa- ja puiduinstituudi korraldatud rahvusvahelistele konverentsidele kujunesid tol ajal väga head kontaktid nii Siberi kui ka mitmete rahvusvaheliselt hinnatud metsaentomoloogidega nagu USA hiidüraskiuurija T. Payne'i, seemneid ja vilju asustavate putukate heade tundjate prantslase Alain Rouques' ja ka taanlase T. Secher Jenseniga. Sisuliselt liitusin juba siis mitme IUFRO (International Union of Forest Research Organizations) töögrupiga, kuigi otsest koostööd see aeg ei võimaldanud. Kuni möödunud sajandi üheksakümnendateni ei saanud ma NSVList välja onu pärast, kes oli sõja ajal

emigreerunud ja elas välismaal. Kuid tihe arvamustevahetus kirja teel aitas mõtteid arendada. Tänu rahvusvahelistele sidemetele avaldati männikärsaka esinemist ja bioloogiat käsitlevad teesid 1988. aastal Kanadas toimunud 18. rahvusvahelise entomoloogia kongressi ja ka IUFRO töörühma konverentsi materjalides (Luik, Voolma, 1989). Aastal 1992 avanes mul võimalus osa võtta järgmisest entomoloogia kongressist Hiinas, Pekingis (Luik, 1992).

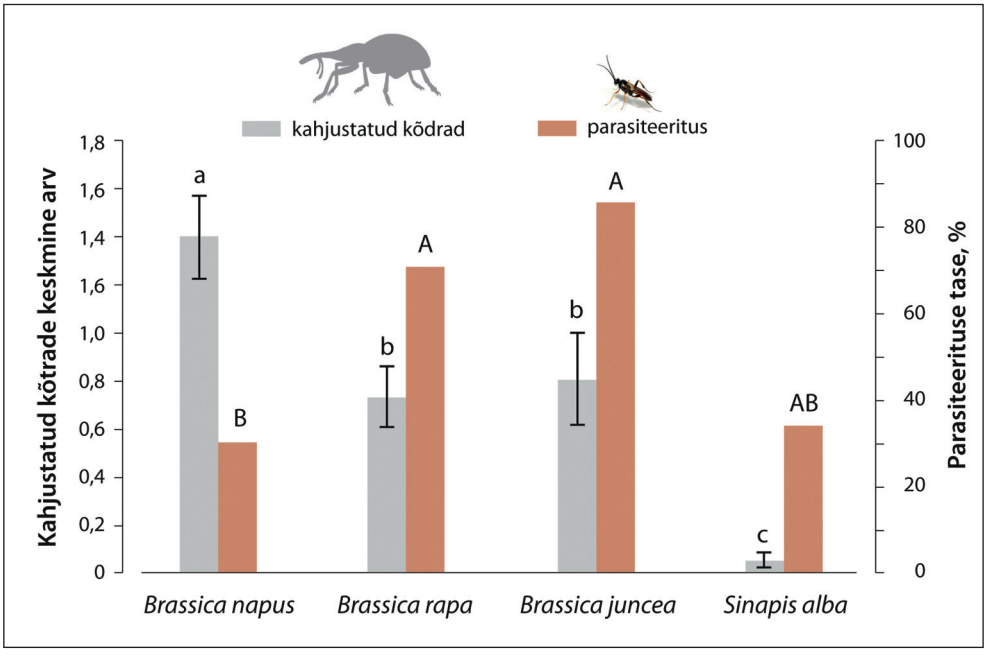
Kuigi seal olid ettekanded seotud metsaputukatega (latipihklase kui nõrgestatud mändide tüvekahjuriga ning kuusekäbisid asustava käbimähkuri talvitumisega), keskendus mu tähelepanu sektsioonile, kus käsitleti taimsete vahendite mõju putukatele. Taimsete toimeainetega on võimalik mõjutada nii putukate käitumist kui ka tervislikku seisundit. Need lagunevad keskkonnale ohutuiks algühikuiks ning erinevalt sünteetilistest taimekaitsevahenditest ei kumuleeru toiduahelais. Tänu mitmekesisele keemilisele koosseisule on nende suhtes resistentsuse kujunemine äärmiselt komplitseeritud ning seetõttu ebatavaline. Sektsioonis tutvusin Giesseni ülikooli professori Schmuttereriga. Tema töörühm uuris troopilise neemipuu (Indias laialt levinud puuliik – toim) toimeainete kasutusvõimalusi putukapopulatsioonide regulatsioonis. Troopilised taimed on küll võimalike aktiivsete toimeainete rikkamad, kuid arutlesime temaga ka kohalike taimede katsetamist sel eesmärgil. Arutelu jätkus hiljem juba Giesseni ülikoolis, kust sain kaasa palju väärtuslikke mõtteid ja kirjandust.

Möödunud sajandi üheksakümnendate aastate alguses jõudis teaduse rahastamine väga kriitilisse seisu, raha nappis. Toimus suur teadusasutuste koondamine ja ümberstruktureerimine. ZBIs leiti, et eksperimentaalentomoloogia labori uuringud on liiga rakenduslikud, mistõttu, arvestades asutuse profiili, tuleks labor koondada. Samas sobisid uuringud aga EPAsse. Sellega õnnestus panna soostuma ka tollane EPA juhtkond. Nii moodustuski 1992. aastal omaette taimekaitse struktuuriüksus, algul instituudina, hiljem osakonnana põllumajanduse ja keskkonna instituudi koosseisus. Sellega paranes tohutult nii vastav inim-, aparatuurne kui teadmiste potentsiaal. Tekkis võimalus õppetöö ja teaduse orgaanilisemaks ühendamiseks, samuti õppekursuste ja õpetamise ümberkujundamiseks. Liitunud liikmed – Külli Hiiesaar, Aare Kuusik, Ants-Johannes Martin, Luule Metspalu, Enno Merivee, Marika Mänd – asusid oma uurimistöödes juhendama üliõpilasi ning lülitusid ka õpetamisse, andes õppekursuse teatavaid osi. Vaatasime põhjalikult läbi ja struktureerisime ümber olemasolevad taime tervisega seotud õppekursused. Tulemusena sündis loogiline loodushoidliku taimekaitse kursus.

Uurimistöös liikus rõhuasetus agronoomia poole. Põllukultuuril toituv putukas täidab aineringes oma rolli, olles toiduobjektiks ökoloogilises toiduahelas järgmistele lülidele. Tähtis on aru saada, millest sõltub putukate arvukuse tõus, sest sellega määratakse tema kahjuriks kujunemine. Juba varem vaatlesime koos tulevaste diplomandidega, kuidas taime erinev toitumine mõjutab selle

asustamist taimtoidulise putuka ehk fütofaagi poolt. Kasutasime mudelobjektidena valget peakapsast ja suurt kapsaliblikat (Luik, 1980, 1982). Ilmnes, et kasvatustehnoloogia mõjutas taime biokeemiat, sealt lähtuvalt ilmselt ka lõhnakihti ning taime valikut putuka poolt (Luik, Ploomi, 1996; Luik, 1997). Katsed näitasid, et mõju ulatus märksa kaugemale; isegi selleni, mil määral taimtoidulistes putukates tahtsid elada kiletiivalised parasitoidid (sellised, kes valmikuna elavad vabalt toitudes õitel, aga peremehele/mehesse munedes viivad oma vastsete toitumisega peremeesputuka hukkumisele). Selle kohta Baltimaade taimekaitse konverentsile kirjutatud teesid lükkas aga retsensent tagasi, väites, et need seosed pole võimalikud.

Praeguseks on paljud üleilmselt uuringud kinnitanud mitme toitumistaseme (nt taim–putukas–parasitoid) omavahelist seotust. Peremeesputuka toidutaimest lähtuvad selle söömisel lõhnasignaalid, mis annavad parasitoidile teada, et peremees on saadaval. Seosed peremeesputuka eri toidutaimede ja parasiteerituse (kui paljud peremeesputukatest kannavad parasitoide – toim) vahel on väga selgelt esile toonud ka meie hilisemad uuringud nt erinevatel ristõielistel kultuuridel, kus erinevaid toidutaimi kõdra peitkärsaka poolt nii asustatakse kui ka parasiteeritakse erinevalt (joonis 3) (Kovacs jt, 2013). Järelikult saab põldudel taimeliikide/kultuuride erinevates segudes või kombinatsioonides



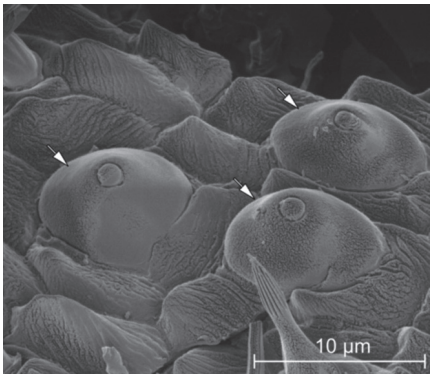
Joonis 3 . Kõdra peitkärsaka asustus ja parasiteeritus erinevatel ristõielistel taimedel: rapsil (*B. napus*), rüpsil (*B. rapa*), kapsasrohul (*B. juncea*) ja valgel sinepil (*S. alba*) (Kovacs jt, 2013).

kasvatamisega muuta nii taimtoiduliste putukate koondumist kui ka reguleerida nende arvukust erineva parasiteerituse taseme saavutamise kaudu.

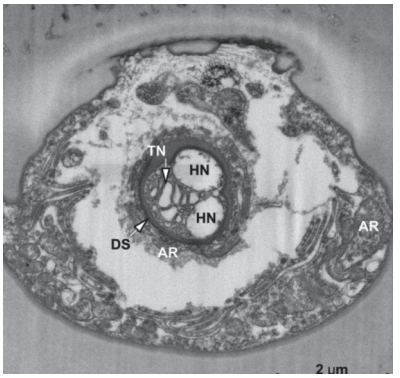
Taimede toitumise ja putukate esinemise seose uurimine jätkus rahvusvahelise mullaviljakuse IOSDV (Der Internationale Organische Sickstoff-Dauerdüngungsversuch) koostöövõrgustiku Tartu katses. Selle algatas ja seda toetas Paul Kuldkepi kõrval pika aja jooksul professor Paul Limberg (Berliini vabaülikool ja Berliini Humboldti ülikool). Katses selgus, et odra, nisu ja kartuli tugevdatud lämmastikväetamine soodustab taimede asustust lehetäidega, samas aga pärsib ripslaste ja lehevaablaste asustust (Luik, Kuldkepp, 1995; Luik jt, 1997). Paljud järgnevad uuringud on esile toonud erinevate kultuuridega seotud taimtoiduliste putukate n-ö võtmeliikide ja neist toituvate putukate sõltuvuse kasvatustehnoloogiatest (väetamine, taimekaitse jms). Niisugused teadmised loovad eeldusi selliste kasvatustehnoloogiate arendamiseks, mis suudavad putukapopulatsioone tasakaalus hoida, pärssides sellega masspaljunemistega kujunevaid kahjustusi.

Millised kohalikud kättesaadavad looduslikud vahendid mõjutaksid putukaid? Mõte sellest oli sündinud juba entomoloogia kongressil Hiinas ning saanud täiendavat kinnitust professor Schmuttereriga suheldes. Enam kui 30 kohaliku taime tõmmiste mõjude uurimine näitas selgelt, et tõmmistega on võimalik oluliselt muuta nii putukate käitumist kui ka füsioloogilist seisundit. Taimsed vahendid võivad kas peletada putukaid eemale, pärssida nende munemist, liikumist ja isu või häirida mitmesuguseid füsioloogilisi talitlusi, nagu närvitalitlust, hingamist, südametegevust või kutsuda esile arenguhälbeid, mille tõttu putukad surevad kiiresti (Luik, 1997; Harak jt, 1998; Kuusik jt, 2000; Hiiesaar jt, 2001; Luik jt, 2000c; Metspalu jt, 2001). Tõhusaks osutusid tõmmised mitmetest meil laialt levinud taimedest nagu soolikarohi, puju, kesalill, sookail, koirohi. Need toimisid efektiivsete munemis- ja söömapärssijatena paljude liblikaliikide ja mitmete kasvuhoonekahjurite puhul. Toime tugevus sõltus muidugi kontsentratsioonist.

Ökoloogilisest aspektist ongi põhjendatud suund muuta eelkõige taimtoiduliste putukate käitumist, kasutades nt looduslikke taimseid ühendeid, mis kas peletavad taimest eemale või pärsivad putukate munemist või söömist. Nii ei hävitata putukaid otseselt ega tekitata lünki neist sõltuvaisse toiduahelaisse (linnud, pisiimetajad). Putukad lihtsalt suunatakse elupaiga teistesse osadesse, nt sobilikel umbrohtudel toituma. Et taimetõmmiste toime kauem püsiks, vajanuks need stabiliseerimist ja preparatiivsesse vormi viimist. Vastava tehnoloogia loomine vajas aga koostööd keemikutega. Kahjuks osutus see võimatuks asjast huvitatud partnerite puudumise tõttu. Samas aitasid meie täiendavad neemipuu mõju uuringud erinevatel putukaliikidel viia NeemAzal T/S kaubastatava taimekaitsevahendi nõuetele vastavaks preparaadiks Saksa firmas Trifolio (Hiiesaar, 2000; Metspalu jt, 2000).



Joonis 4. Nooltega tähistatud kuppeljad sensillid on tundlatel temperatuuri- ja niiskustundlikud. Foto: Enno Merivee



Joonis 5. Läbilõige metsa-süsijooksiku tundla peal paiknevast kuppeljast sensillist. Sensillis paikneb üks temperatuuritundlik neuron (TN) ja kaks niiskustundlikku neuronit (HN). DS – dendriidi tupp; AR – abirakud Foto: Enno Merivee

Kui putuka käitumise muutumise aluseks on signaalid väliskeskkonnast, siis kuidas putukas üldse võtab vastu erinevaid signaale väliskeskkonnast? Selle uurimiseks konstrueeris Enno Merivee juba doktorandina vastava aparatuuri, mille toel on ta selgitanud erinevat tüüpi tundeorganite ehitust ja talitlust (joonis 4, 5) eri putukaliikide tundlatel. Üheks põllumajandusmaastiku ökosüsteemi oluliseks komponendiks on fütofaage hävitavad röövtoidulised putukad – jooksiklased (Merivee jt, 2000, 2001). Viimastel aastatel on selgunud rida uusi teadmisi nende kohta, sh miks maapinnal toimetavad jooksiklased hävivad põllul, kus nad puutuvad pritsitud taimekaitsevahenditega väga tühisel määral kokku. Jooksiklaste tundeorganid blokeerib ka väga väike kogus taimekaitsevahendit. Jooksiklased ei suuda siis enam adekvaatselt käituda ja hukkuvad varsti (Merivee jt, 2015; Tooming jt, 2017).

Küsimus, kuidas mõjutavad taimekaitsevahendid õlikultuuridega seotud putukaid, muutus teravaks seoses õlikultuuride kasvupinna ulatusliku laienemisega, millega kaasnes pestitsiidide kasutamise suur tõus. Suured monokultuursed põllud lõid head eeldused ristõielistega seotud võtmeliikide arvukuse tõusuks ja oluliste kahjustuste kujunemiseks, sest intensiivne kahjuritõrje hävitas ka taimtoiduliste putukate looduslikud vaenlased. Võtmeliikide uurimine näitas, et potentsiaalsed kahjurid asustavad rapsi võrreldes rüpsiga rohkem. Enamik kahjureist eelistab suvirapsi, sest on sellega aastaajaliselt kooskõlastunud (Veroman jt, 2006). Suviraps on aga üks kõige enam

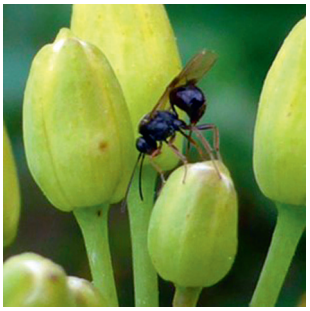
Joonis 6: Jooksiklased – putukamaailma hundid; süsijooksik ja põllujooksik – põllumajandusmaastiku asukad. Vasakul pildil on süsijooksik, paremal põllujooksik.
Fotod: Enno Merivee

taimekaitsevahenditega töödeldud kultuur. Selle kasvuperioodi jooksul tehakse terve rida umbrohu-, taimehaigus- ja putukavastaseid töötlusi. Viimased ei mõjuta mitte üksnes võimalikke kahjureid, vaid ka nende looduslikke vaenlasi ja tolmeldajaid.

Tolmeldajad – meemesilased, kimalased – külastavad õiterikkaid rapsipõlde (Viik jt, 2012) vaatamata õite nektaris ja õietolmus sisalduvatele väikestele taimekaitsevahendite jääkidele. Need jäägid aga võivad põhjustada tolmeldajate vastsetele surmani viivaid füsioloogilisi häireid. Siinjuures ei toimi mitte üksnes putukatõrjevahendid, vaid nendega koos näiteks ka taimehaiguste ja umbrohutõrjevahendid. Koostoime võib olla tugevam kui igaühel neist eraldi. Pestitsiidijääkide mõjul häirub ka mesilaste ja kimalaste valmikute tegevus, kahaneb nende korjelennu ulatus, langeb vastupidavus haigustele ja parasiitidele ning tõuseb suremus. Nõnda mõjutavad isegi väikesed pestitsiidikogused tolmeldajate putukate talitlusi ja sellega nende arvukust (Muljar, 2012; Raimets, Mänd, 2016; Raimets jt, 2017).

Pestitsiidide piiratud kasutuse, eelistatult loodushoidliku viljeluse korral suruvad kahjurite arvukuse olulisel määral alla nende looduslikud vaenlased. Viimastest moodustavad juhtiva osa maapinnal liikuvad röövtoidulised putukad – juba ülal mainitud jooksiklased (joonis 6).

Nende liike on meil õnnestunud põllumajandusmaastikus kindlaks teha enam kui viiskümmend ning mitmekesisemalt ja arvukamalt loodushoidlikuma viljeluse tingimustes (Luik jt, 2000a, b).



Joonis 7. Ristõieliste õlikultuuride kahjustaja – naeri hiilamardika – parasitoid munemas.
Foto: Riina Kaasik

Jooksiklaste kõrval on röövtoidulistest olulised ka ämblikud, kelle roll ja liigiline koosseis põllumajandusmaastikus vajaks aga edasist selgitamist. Kui jooksiklased ja ämblikud hävitavad röövlitena oma ohvrid kohe, siis nende kõrval n-ö pikema piinaga hukkajad on kiletiivalistest parasitoidid (joonis 7) – tillukesed putukad, kes Eestis seni vaid väga põgusalt uuritud.

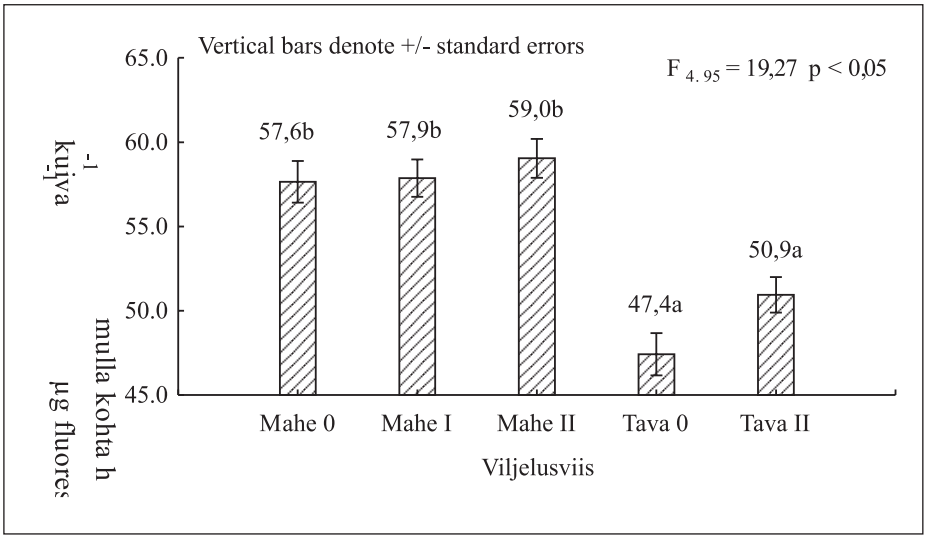
Nende uurimine eeldas aga spetsiaalse metoodika väljatöötamist. Parasitoidide valmikud toituvad vabalt mitmesugustel õistaimedel, seejärel otsivad sobiva peremeesputuka, kelle kehasse munevad. Peremeesputukas läheb sageli koos enda sees oleva parasitoidiga mulda talvituma. Pisike parasitoid koorub järgmisel kevadel. Tema püüdmiseks peab siis olema maapinnal vastav püünis. Eve Veromann alustas nende uurimist oma väitekirja tarvis, tehes Eestis esmakordselt kindlaks nii rapsi kui ka rüpsi kahjurite parasitoidid, kelle arvukus osutub kõrgemaks loodushoidlikuma viljeluse ning botaaniliselt mitmekesisemate põlluäärte tingimustes (Veromann jt, 2006; Kovacs jt, 2018).

Erinevaid õistaimi sisaldavad põlluääred pakuvad toitu ja varjupaiku nii röövtoidulistest kui ka parasitoididest kasuritele ja tolmeldajatele, kes sealt kergesti põllule saavad oma talitlusi täitma. Oluliste looduslike tolmeldajate – kimalaste – arvukus ja ka liigirikkus on suurem maheviljelusega taludes, kuivõrd tavataludes kasvab intensiivse agrokeemia tõttu põldude äärealadel vähem kimalastele sobivaid mitmeaastaseid taimi (Mänd jt, 2001).

Intensiivse agrokeemiaga tavapõllumajandusega võrreldes toetab maheviljelus looduslikku taimtoiduliste putukate regulatsiooni ja tolmeldamist märksa enam. Maheviljelus põhineb looduslike ressursside (haljasväetised, kompostitud orgaanilised jäätmed) tasakaalustatud taaskasutusel ja aineringes hästi talitleval elurikkusel ning välistab nii sünteetilised taimekaitsevahendid kui ka väetised. Toimimiseks on tähtis mõõduka suurusega tootmisalasid ümbritsev mitmekesine põllumajandusmaastik – soodus elu- ja toitumispaik nii taimtoiduliste putukate looduslikele vaenlastele kui ka tolmeldajatele. Samuti põldudel vahelduvad mitmekesised kultuurid (külvikord), millega tagatakse mullas kõrge orgaanilise

aine sisaldus – eeldus rikkalikule mullaelustikule, mulla bioloogilisele aktiivsusele. See muudab ühelt poolt taime toitained kiiresti kättesaadavaks ja parandab mulla struktuuri, teisalt reguleerib kahjustajate esinemist, surudes alla nii kahjureid kui ka haigustekitajaid, kes teatava eluperioodi mullas veedavad. Näiteks meie varasematest uuringutest on selgunud, et mahemullas hukkub 95 protsenti talvituvaist mardikaist mitmesuguste antagonistlike mikroorganismide tõttu.

Mitmed metauuringud on esile toonud maheviljeluse positiivse mõju mullale, veele ja elurikkusele (Reganold, Wachter, 2016; Sanders, Hess, 2019). Meie kohalik eksperiment kinnitab seda samuti nüüd juba kümme aastat kestnud tava- ja maheviljeluse süsteemides kulgeva Tartu külvikorrakatse (oder ristiku allakülviga – ristik – talinisu – hernes – kartul) tulemustega. Kahe rotatsiooniga on näha, et tavaviljeluse süsteemides on mineraalväetiste ja taimekaitsevahendite kasutamine viinud muldade hapestumiseni, orgaanilise aine sisalduse kahanemiseni ja mulla bioloogilise aktiivsuse allasurumiseni. Seevastu on mulla omadused tunduvalt paranenud mahesüsteemides, kus kasutatakse talviseid vahekultuure, st kohe pärast põhikultuuri koristust külvatakse maale talvituv kultuur – pärast talinisu rukki ja rüpsi segu, pärast hernest rüps ja pärast kartulit rukis. Need viiakse kevadel mulda enne põhikultuuri külvi. Vahekultuurid



Joonis 8. Mulla mikroobide hüdrolüütiline aktiivsus (µg fluorestseiini g^{-1} kuiva mulla kohta h^{-1}) 2017. aasta kevadel erinevates taimekasvatussüsteemides. Vearibad joonisel tähistavad standardvigu. Erinevad tähed tulpadel tähistavad statistiliselt olulist erinevust (Fisher LSD test, $p < 0,05$). Viljelusviisid: Mahe 0 – külvikord (KK), Mahe I – KK+ talvised vahekultuurid, Mahe II – KK + talvised vahekultuurid + kompostitud sõnnik, Tava 0 – KK + pestitsiidid, Tava II – KK + mineraalne väetamine + pestitsiidid).

hoiavad enam taimetoitaineid mullas kinni ning lisavad täiendavat orgaanilist ainet mulda, mistõttu on neis süsteemides mulla bioloogiline aktiivsus mõõdetuna mikroobide hüdrolüütilise aktiivsusena oluliselt kõrgem (joonis 8).

Mulla mikrobioomi tähtsus taimele on ilmselt võrreldav inimese seedetrakti mikrobioomi mõjuga, mille puhul on näidatud nii selle aktiveeriv toime geenide avaldumisele kui otsene seos ajuga (Qin, Wade, 2018; Mohaieri jt, 2018). Tänu mahemulla aktiivsemale ja rikkalikumale mikroobide kooslusele aktiveeritakse taimes tõenäoliselt oluliselt rohkem ja teistsugust geneetilist infot kui tavamullas. Sellele viitas meie katses aktiivses mahemullas kasvanud saaduste metaboliitide mitmekesisem koostis, mis oli oluliselt rikkalikum kui tavasüsteemide saadustes (Matt jt, 2014). Vahekultuurid tõid kaasa ka mulla struktuuri paranemise, tõusis agregaatide püsivus ja nii mulla veehoiuvõime kui ka läbilaskvus, mis on muutuvates kliimaoludes väga tähtsad.

Vahekultuuridega mahesüsteemides on suurem elurikkus nii taime- kui ka putukaliikide osas (sealjuures kõrgem röövtoiduliste arvukus). Samas ei ilmnenud neis ühelgi kultuuril otsest kahjustajate tõrje vajadust, seda ilmselt tänu mitmekesisemale elurikkusele. Kümne aastaga paranes muld kõige enam süsteemis, kus lisaks talvistele vahekultuuridele kasutatakse ka kompostitud lehmasõnnikut (Kauer jt, 2015; Luik jt, 2017).

Kuivõrd mahetooted on pestitsiidijääkidest vabad ja antioksüdatiivsete ühendite rikkamad, toetavad nad tavatooteist paremini inimese tervist (Matt jt, 2011; Kazimierczak jt, 2014; Strassner jt, 2015; Hallmann jt, 2017). Seega mahe- ehk ökoviljelus kui talitluslikul elurikkusel põhinev ja seda soodustav majandamise viis saab olla kestlikuma tootmise mudeliks. See saab tagada putukale loomuliku rolli aineringes, muutmata teda kahjuriks, ning inimesele toimiva kestliku toidutootmise süsteemi. Loomulikult eeldab see tootmisviis veel väga palju uusi teadmisi ja nende rakendamist ning tehnoloogilisi arendusi, et veel paremini loodusega koostoimes kestlikuks osapooleks saada. Mistõttu ongi äärmiselt tähtis viia arusaam muutuste vajalikkusest domineerivas intensiivtootmises kõikide põllumajandustootjateni, nagu ka selle pöörde tegemiseks vajalikud teadmised. Veel pole hilja, kuigi juba 2013. aastal tõdes ÜRO kaubanduse ja arengu konverents: põllumajandus vajab fundamentaalseid muutusi, kus tootja ei vastuta üksnes saaduse tootmise eest, vaid samavõrra viljaka mulla, elurikkuse, puhta vee ja maastiku eest, mis kõik on nii keskkonnalt saadavad avalikud hüved kui ka kestliku tootmise eeldused (UNCTAD, 2013).

VIITED

Harak, M., Kuusik, A., Hiiesaar, K., Metspalu, L., Luik, A., Tartes, U. 1998. Calorimetric investigations on physiological stress in Tenebrio molitor (*Coleoptera, Tenebrionidae*) pupae. − Thermochimica Acta, 309, 57–61.

Hallmann, E., Kazimierczak, R., Marszałek, K., … , Luik, A., Rembiałkowska, E. 2017. The nutritive value of organic and conventional white cabbage (*Brassica Oleracea L. Var. Capitata*) and anti-apoptotic activity in gastric adenocarcinoma cells of sauerkraut juice produced therof. − Journal of Agricultural and Food Chemistry, 65 (37), 8171−8183.

Hiiesaar, K., Luik, A., Kuusik, A., Metspalu, L. 2000. The effect of NeemAzal T/S on the mortality of mite Tetranychus urticae Koch and some insects- Aphis gossypii Glov. and Thrips tabaci Lind. Practice oriented results on use and productions of Neemingredients and Pheromones. – Proc. 8th Workshop, Hohensolms, Germany, February 16−18, 1998, 41−45.

Hiiesaar, K., Metspalu, L., Kuusik, A. 2001. An estimation of influences evoked by some natural insecticides on greenhouse pest-insects and mites. − Metspalu, L., Mitt, S. (eds). Practice Oriented Results on the Use of Plant Extracts and Pheromones in Pest Control. Tartu, 21−29.

Kazimierczak, R., Hallmann, E., Lipowski, J., … , Luik, A., Gozdowski, D., Rembialkowska, E. 2014. Beetroot (*Beta vulgaris L.*) and naturally fermented beetroot juices from organic and conventional productions: metabolomics, antioxidant levels and anti-cancer activity. − Journal of the Science of Food and Agriculture, 94 (13), 2618−2629.

Kauer, K., Tein, B., Sanchez de Cima, D., … , Luik, A. 2015. Soil carbon dynamics estimation and dependence on farming system in a temperate climate. − Soil & Tillage Research, 154, 53−63.

Kovács, G., Kaasik, R., Metspalu, L., Williams, I. H., Luik, A., Veromann, E. 2013. Could *Brassica rapa, Brassica juncea* and *Sinapis alba* facilitate the control of the cabbage seed weevil in oilseed rape crops? − Biological Control, 65, 124−129.

Kovács, G., Kaasik, R., Lof, M., … , Luik, A., Veromann, E. 2018. Effects of land use on infestation and parasitism rates of cabbage seed weevil in oilseed rape. − Pest Management Science, doi: https://doi.org/10.1002/ps.5161

Kuusik, A., Hiiesaar, K., Metspalu, L. 2000. A study of synergistic effect of two combined plant extracts (*Artemisia absinthum* and *Pinus silvestris*) on twospotted spider mite (*Tetranychus urticae*). – Proceedings of International Conference Development of Environmentally Friendly Plant Protection in the Baltic Region. Tartu, Estonia, September 28−29. Tartu, 90−93.

Luik, A. 1977. Kuuse kooreüraski (*Ips typographus*) talvisest puhkeseisundist. − Metsanduslikud Uurimused, 13, 227−234.

Luik, A. 1980 Mineraalväetiste mõju taimekahjureile. − Bioloogiline produktsioon ja seda määravad tegurid. EPA, Tartu, 103−105.

Luik, A. 1982. Mineraalväetiste mõju putukapopulatsioonide arvukusele. − Kaasaegseid probleeme ökoloogias. Tartu, 87−89.

Luik, A. 1992. Biology and damage of *Pissodes piniphilus* in Estonia. – Proceedings XIX International Congress of Entomology: Abstracts, Beijing, China, June 28−July 4, 1992. Beijing, 444.

Luik, A. 1997. Taimed putukate mõjutajana. AS Tartumaa, Tartu.

Luik, A., Kuldkepp, P. 1995. Schädlingsabundanz in Abhängigkeit von der Pflanzenart und Düngung im IOSDV − Versuch in Tartu. − Gesunde Pflanzen, 47 (4), 151−159.

Luik, A., Ploomi, A. 1996. Native plant derivide insecticides − one of the ways in sustainable plant protection of organic farming. – Proceedings II International Conference of Agricultural Scientists from Nordic and Baltic Countries. Tartumaa Ltd, Tartu, 140−143.

Luik, A., Voolma, K. 1989. Some aspects of occurrence, biology and cold hardiness of *Hylobius* weevils. − Proceedings XVIII International Congress of Entomology, Vancouver, Canada July 3−9, 1988. Victoria, BC, Canada, 28−33.

Luik, A., Hansen, T., Viik, M. 1980. Biochemical changes and cold hardiness in hibernating bark beetles *I. typographus.* − Entomologiceskoe obozrenie, 2, 249−254. (In Russian).

Luik, A., Kuldkepp, P., Heidemaa, M., Liiva, I. 1997. Abundanz einiger blattfressender Insekten in Abhängigkeit von der Stickstoffdüngung im IOSDV-Versuch in Tartu/Estland. − Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, 44 (6), 523−538.

Luik, A., Ochsner, P., Jensen, T. S. 1999. Olfactory responses of seed wasps *Megastigmus pinus* Parfitt and *Megastigmus rafni* Hoffmeyer (*Hym., Torymidae*) to host-tree odours and some monoterpenes. − Journal of Applied Entomology, 123, 563−570.

Luik, A., Eenpuu, R., Heidemaa, M., Arus, L., Tarang, T., Vares, A. 2000a. Carabids in different agrocoenosis of Estonia. − Development of Environmentally Friendly Plant Protection in the Baltic Region: International Conference, Tartu, 28.−29.09.2000. Estonian Agricultural University, Tartu, 114−117.

Luik, A., Eenpuu, R., Nõmmiste, K., Mänd, M., Mikk, M. 2000b. Impact of field margins on the occurrence of beneficial insects. − Proceedings 13th International IFOAM Scientific Conference, 29–31 August, 2000, Basel. Zürich, 460−461.

Luik, A., Sibul, I., Voolma, K. 2000c. Influence of some plant extracts and neem preparations on the maturation feeding of the large pine weevil, *Hylobius abietis* L. − Baltic Forestry, 6 (1), 53−58.

Luik, A., Talgre, L., Madsen, H., Eremeev, V., Reintam, E., Loit, E. 2017. Maheviljelus koos talviste vahekultuuridega parandab ökosüsteemide teenuseid. − Metspalu, L., Luik, A., Peetsmann, E. (toim). Teaduselt mahepõllumajandusele. Eesti Loodusfoto, 89−95.

Matt, D., Rembialkowska, E., Luik, A., Peetsmann, E., Pehme, S. 2011. Quality of Organic vs. Conventional Food and Effects on Health. Eesti Maaülikool. http://orgprints.org/19504/

Matt, D., Eremeev, V., Tein, B., Roasto, M., Pehme, S., Luik, A. 2014. The metabolomic fingerprinting and microbiological quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in different growing systems. − Rahman, G., Aksoy, U. (eds). Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference „Building Organic Bridges": Organic World Congress 2014, Istanbul, Turkey, 13.−15. Oct. 2014. ISOFAR, Istanbul, 227−229.

Merivee, E., Ploomi, A., Rahi, M., Luik, A., Sammelselg, V. 2000. Antennal sensilla of the ground beetle *Bembidion lampros Hbst* (*Coleoptera, Carabidae*). − Acta Zoologica, 81, 339−350.

Merivee, E., Ploomi, A., Luik, A., Rahi, M., Sammelselg, V. 2001. Antennal sensilla of the ground beetle *Platynus dorsalis* (Pontoppidan, 1763) (*Coleoptera, Carabidae*). – Microscopy Research and Technique, 55 (5), 339−349.

Merivee, E., Tooming, E., Must, A., Sibul, I., Williams, I. 2015. Low doses of the common alpha-cypermethrin insecticide affect behavioural thermoregulation of the non-targeted beneficial carabid beetle *Platynus assimilis* (*Coleoptera, Carabidae*). − Ecotoxicology and Environmental Safety, 120, 286−294.

Metspalu, L., Luik, A., Hiiesaar, K., Kuusik, A., Sibul, I. 2000. On the influence of Neem preparations on some agricultural and forest pests. − Kleeberg, H., Zebitz, C. W. (eds). Practice Oriented Results on Use and Production of Neem Ingredients and Pheromones IX. Giessen, 95−103.

Metspalu, L., Hiiesaar, K., Jõudu, J., Kuusik, A. 2001. The effects of certain toxic plant extracts on the larvae of Colorado Potato Beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say). − Metspalu, L., Mitt, S. (eds). Practice Oriented Results on the Use of Plant Extracts and Pheromones in Pest Control. Tartu, 84−89.

Mohajeri, M. H., La Fata, G., Steinert, R., Weber, P. 2018. Relationship between the gut microbiome and brain function. – Nutrition Reviews, 76 (7), 481–496.

Muljar, R., Karise, R., Viik, E., … , Luik, A., Mänd, M. 2012. Effects of Fastac 50 EC on bumble bee *Bombus terrestris* L. respiration: DGE disappearanca

does not lead to increasing water loss. − Journal of Insect Physiology, 58 (11), 1469−1476.

Mänd, M., Geherman, V., Martin, A.-J., Paimetova, V., Viiralt, R. 2001. Bumble bee abundance in grasslands: comparison of organic and conventional farming. − Eesti Põllumajandusülikooli teadustööde kogumik. Eesti Põllumajandusülikool, Tartu, 126−131.

Qin, Y., Wade, P. A. 2018. Crosstalk between the microbiome and epigenome: messages from bugs. − Journal of Biochemistry, 163 (2), 105–112.

Raimets, R., Karise, R., Mänd, M., Kaart, T., Ponting, S., Song, J., Cresswell, J. 2017. Synergistic interactions between a variety of insecticides and an EBI fungicide in dietary exposures of bumble bees (*Bombus terrestris* L.). − Pest Management Science, 74 (3), 541−546.

Raimets, R., Mänd, M. 2016. Lühivaade pestitsiidide mõjust mesilasemadele. − Eesti Taimekaitse 95. Ecoprint, Tartu, 47−50.

Reganold, J. P., Wachter, J. M. 2016. Organic agriculture in the twenty-first century. − Nature Plants, 2, 1−8.

Sanders, J., Hess, J. (eds). 2019. Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig. (Thünen Report; 65).

Strassner, C., Cavoski, I., Di Cagno, R., *et al*. 2015. How the organic food system supports sustainable diets and translates these into practice. − Frontiers in Nutrition, 2 (19), 1−19.

Tooming, E., Merivee, E., Must, A., Merivee, M.-I., Sibul, I., Nurme, K., Williams, I. H. 2017. Behavioural effects of the neonicotinoid insecticide thiamethoxam on the predatory insect *Platynus assimilis*. − Ecotoxicology, 26 (7), 902−913.

UNCTAD 2013. Trade and Environmental Review United Nations. United Nations.

Veromann, E., Luik, E., Metspalu, L., Williams, I. 2006. Key pests and their parasitoids on spring and winter oilseed rape in Estonia. − Entomologica Fennica, 17, 400–404.

Viik, E., Mänd, M., Karise, R., Lääniste, P., Williams, I. H., Luik, A. 2012. The impact of foliar fertilization on the number of bees (Apoidea) on spring oilseed rape. − Zemdirbyste-Agriculture, 99 (1), 41−46.

Anne Luik
Sündinud 3.03.1949

1967 − C. R. Jakobsoni nimeline Viljandi I keskkool
1972 – Tartu riiklik ülikool (bioloog-geneetik)
1975 − bioloogiakandidaat entomoloogia erialal (Tartu, teaduste akadeemia nõukogu)
1976 − vabariiklik noorteadlase preemia
1996 − IOSDV töögrupi preemia
1998 − Cochrani stipendium USA
2002 − riiklik teaduspreemia (kollektiivi liikmena) põllumajandusteadustes
2013 − Eesti maaülikooli I preemia teaduse populariseerimise eest
2017 − Eesti maaülikooli teaduse populariseerimise I auhind
2018 − Valgetähe 4. järgu teenetemärk mahepõllumajanduse edendamise eest

Töötanud alates 1976 Eesti maaülikoolis, aastatel 2008−2012 teadusprorektor, praegu keskkonna- ja põllumajanduse instituudi vanemteadur ja emeriitprofessor. Juhendanud 17 doktoriväitekirja. Rahvusvaheliselt väljapaistev teadlane kahjurputukate vallas ning viimastel aastakümnetel mahepõllunduse valdkonnas. Loonud ohutu toidutootmise uurimis- ja õppetegevuse alused Eestis, mis on nüüdisaegse globaliseerunud ja kemiseerunud majanduses üks võtmeküsimusi. Hinnatud õppejõud, kes on arendanud välja kogu praeguse taimekaitsealase õppetöö maaülikoolis; koostanud õppematerjale ja õpikuid. Hulga rahvusvaheliste tuumikrühmade liige ja viljakas teaduse populariseerija.

Teaduspreemia pikaajalise tulemusliku teadus- ja arendustöö eest

Peeter Saari

KAHE HUVIVEKTORI TÕMBEVÄLJAS

Ei me ette tea,
mis elu meil tuua võib.
Kuid ometi see, mis peab,
tuleb kindlalt kõik.
(Refrään 1960ndail šlaagriks kujunenud laulust
A. Hitchcocki filmis „Mees, kes teadis ülearu“)

Kui kellelgi laabub kõik libedalt, öeldakse „nagu kala vees“. Tegelikult liiguvad kalad – eriti just väikesed – veekogus siksakitades, ekseldes ühe huvipakkuva objekti juurest teiseni. Kui niisugusel liikumisel üldse mingit üldist suunda on, siis annab selle jõevool või hoovus. Või võtame elektrivoolu. Iga koolis käinu teab, et see on elektronide liikumine. Kui mind 1990ndate keskel kutsuti lugema Tartu ülikooli (TÜ) füüsikatudengeile teise aasta põhikursust elektrist ja magnetismist, siis selleks valmistumisel õpikuid üle lugedes hämmastas mind enim üks omal ajal sama kursust läbides märkamatuks jäänud või ununenud faktike. Nimelt tüüpilises vasktraadist elektrijuhtmes liiguvad elektronid voolu sihis edasi kiirusega kõigest mõni millimeeter minutis, sellal kui nende juhuslikult siia-sinna eksleva soojusliikumise kiirus küünib miljonite meetriteni sekundis. Seega, kui jälgida ühe elektroni liikumist – mida, muide, füüsika-seadused põhimõtteliselt ei luba teha –, vaid lühikest aega, näeksime vaid sinna-tänna ekslemist põrkumistega takistustele. Alles pikemas ajaperspektiivis saaks märgatavaks, et ta liikumisel on olemas kindel suund – pinge tõmbab teda positiivse pooluse poole.

Samamoodi kipub olema noore inimesegagi tema eriala ja tegevusvaldkonna kujunemisel. Kui ka on olemas mingi suunaga huvi või tõmme, realiseerub see ikkagi suure hulga juhuslike sündmuste ja asjaolude foonil ja kaudu. Kuigi öeldu käib ka abiturientide kohta, pean ma silmas just järgmist paljuharulist teelahet – kui tudeng tahab kolmandal ülikooliaastal jätkata akadeemilise karjääriga –, siis mis kitsamale erialale spetsialiseeruda ehk kelle juhendamisele minna tõsiselt kätt proovima teaduses, st diplomitööd (nüüd magistritööd) tegema? Tõsise lähenemise korral on ilmne, et otsustamine on noorele inimesele ränkraske. Ühelt poolt on ta selleks ajaks aru saanud, et valik määrab tema teadlastee ja selle edukuse pikaks ajaks, kui mitte kogu eluks. Teiselt poolt, kui dramaatiliselt

väljenduda, on tal lausa katastroofiliselt vähe infot otsustamiseks. Tal võib olla oma meelistemaatika või spetsialiteet, millega tegelemisest ta on mõelnud või koguni unistanud, kuid tema ettekujutus neist ei pruugi vastata nüüdisaja teaduse kõrgele arengutasemele. Pealegi ei saa ta olla kindel, kas soovitu talle tegelikult istub ja kontimööda on. Kas meeldiva ning sobiva (ehk?) temaatikaga üldse tegeletakse koduülikoolis või peaks minema mujale? Kui mingis laboris tõesti tegeletakse, siis mis tasemel ja kas ka jätkusuutlikult? Neile küsimustele vastuste saamiseks pole olemas mingit kutsenõustamist ja ammugi polnud seda möödunud sajandi keskpaigas.

Mina langetasin niisuguse, paljuski edasist elukäiku määranud otsuse 1967. aastal, olles TÜ neljanda kursuse füüsikatudeng.

Elukäiku enim suunanud kaks otsust

Ma ei saa öelda, et ma juba algusest peale, Tallinna 21. keskkoolis õppimise ajal oleksin tahtnud saada füüsikuks. Õppeainetest ükski mulle raskusi ei valmistanud, lõpetasin hõbemedaliga. Mu kirjandeid seati tihti eeskujuks, kuid tõmme oli reaalainete poole. Ehkki omamoodi n-ö psühhoanalüütiliselt huvitav tõik on, et aastakümneid hiljemgi veel olen korduvalt näinud õudusunenägu, kuidas matemaatika tunnikontrolli aeg hakkab läbi saama, aga mul pole ühtegi ülesannet ära lahendatud – sest ma pole tüüpülesandeid kodus läbi teinud – ning kella kukkumise eel tegelen hoopis lahendamiseks vajaliku teoreemi tõestamisega.

Huvi reaalalade vastu äratas minus isa, kes ostis mulle mitmesuguseid elektri-, keemia-, mudellennu- jne alaseid konstruktor-mänguasjade komplekte, muretses tööriistu ja materjale – niivõrd kuivõrd neid tol ajal saada üldse oli – ning ehitas minuga mitmesuguseid riistapuid oma ideede ja noortele tehnikahuvilistele mõeldud raamatute järgi. Ta ise, Maanu Saari, enne 1935. aasta nimede eestindamist Magnus Speek, oli sajandialguse Narva kultuuri- ja poliitikategelase Jaan Speegi noorim poeg, kes enne sõda töötas sünnilinnas kooliõpetaja ja -juhina ning muu hulgas toimetas tehnikanurka ajakirjas Meie Noorus. Pärast sõda töötas ta Tallinna koolides matemaatika-, füüsika-, muusika-, aga ka eesti keele õpetajana ühes Kopli venekeelses koolis. Ema Leida (neiuna Rummo) oli samuti kooliõpetaja. Minu kujunemises on olnud määrav vanematekodu oma leebelt elutarga, huumorilembese ja autoritaarsusvaba suhtlusega. Paraku said mu vanemad libedal Tallinna-Tartu maanteel autode kokkupõrkes surma, kui sõitsid mu esimesel ülikooliaastal Tartus 1963. aastal mulle jõuludeks külla.

Tartusse füüsikat õppima tulnud olin ma kahel tegelikult juhuslikul ajendil. Keskkooli ajal olin enim huvitunud raadioelektroonikast, kusjuures ma ise midagi eriti ei ehitanud – või kui, siis oli tulemus vilets ja lohakavõitu väljanägemisega –, vaid olin pigem n-ö teoreetik: uurisin raamatuist

elektroonikaseadmete tööpõhimõtteid. Tagajärjena küpses kavatsus minna õppima mingit elektroonikaeriala Tallinna polütehnilisse instituuti (TPIsse, mis on praegune Taltech). Kuid abituuriumis sattus mulle kätte Albert Einsteini ja Leopold Infeldi raamat „Füüsika evolutsioon", mis avaldas sügavat muljet. Teiseks ajendiks said valgustavad vestlused kooli tulnud uue füüsikaõpetaja Ants Langiga, mis kummutasid tollal (ja praegugi) ette tulevad väärkujutelmad selle kohta, mida annab füüsika õppimine TÜs. Hiljem oli Ants Lang pikaaegne kirjastuse Valgus peatoimetaja ning kirjastuse Koolibri juht. Ta lahkus siitilmast 2014. aastal. Ma meenutan teda tänutundega suunanäitamise eest oma elu ühel otsustaval teelahkmel.

Kuna tol ajal ülikoolis sõjalist õpet polnud ja senine vene kroonust päästnud asjaolu – pensionäridest vanemate ainus laps – oli ära langenud, sattusin sõjakomissariaadi huviorbiiti. Kõigest sellest sugeneva stressi tõttu – ja ehkki olin esimese kursuse lõpetanud eeskujulikult – võtsin teise kursuse õpinguid lõdvalt, mistõttu korjusid võlgnevused. Kolmandal aga otsustasin ennast kokku võtta ja tegin ühe sessiga kahe semestri jagu eksameid. Leidsin, et kõige parem rohi laiskusega võitlemiseks on seada eesmärk kõik ained ülikoolis viitele (praeguseis termineis hindele A) teha. See eesmärk oli nagu pidevalt eesli nina ees hoitav heinatuust, et ta end tarmukalt edasi veaks. Muidugi oli mulle kui vanemateta noorukile ka olmeliselt oluline saada „viitega" kaasas käivat kõrgendatud stippi. Eesmärk sai täidetud ja lõpetasin 1968. aastal ülikooli *cum laude* teoreetilise füüsika erialal.

Aga olgu õppekava läbimisega kuidas oli, see andis küll hea hariduse, kuid iseenesest ei suunanud mingit konkreetset temaatikat valima. Füüsika õppekava oli tollal praegusaegsest mahukam ja mitte kuigi „kliendisõbralik", standardsena Nõukogude Liidu (edaspidi NSVL) juhtivate ülikoolide jaoks ei sisaldanud ta ka mingeid valikaineid. Seepärast meenutaksin siinkohal pigem oma õppekavaväliseid akadeemilisi käeharjutusi.

Esimesel kursusel läksime kursavennaga ühe elektroonikainseneri juurde ja saime ülesandeks kerida trafo kõrgepinge-toiteploki ehitamiseks. Tänapäeval ei näe isegi tehnikahuvilised, kes mingi aparaadi kasti lahti võtavad, seal naljalt enam trafot, mis omal ajal oli kogukaim jubin igas televiisoris ja raadios, teadusaparaatides rääkimata. Ma olen tagantjärele imestusega mõelnud, et ülikool pidi tol ajal üsna vaene olema, või ei osatud defitsiidimajanduses õiget ust leida, et valmis toiteploki hankimise asemel – või vähemasti trafo hankimise asemel – pandi rebased traati mähisesse kerima. Kuid saadud kogemus kulus marjaks ära, nagu allpool juttu tuleb.

Teisel aastal tegin kannapöörde – läksin teoreetilise füüsika kateedrisse tensoreid teisendama. Aga see ei köitnud. Selgituseks tuleb siin lisada, et loomulikult polnud tollal olemas tänapäevast programmvarustust valemitega opereerimiseks,

seda tuli teha käsitsi paberi peal. Kolmandal ülikoolisügisel otsisin endale jälle õppekavavälist tegevust elektroonika alal ja sain ülesandeks ehitada praktikumi jaoks üks aparaat. Tollal trükiplaate montaažiks ei kasutatud, kuid mu kätetöö sai korralik ja ilus vaadata nii eest- kui seestpoolt. Kahjuks hävis see tules, sest lõppemas oli aasta 1965, mil – P.-E. Rummo sõnadega –*... alumiiniumtagapõhjal põleb ülikool.*

Kuid selle sellitööga sain ma tasa tehtud kunagise karmavõla – sestpeale ei mingit lohakust elektrijuhtmetega ja -juppidega. Üldse, tööriistad peavad olema korras ja töökindlad, tööprodukt laitmatu – nagu inimese töine ja elukeskkondki – ning silmale hea vaadata. Sealtmaalt sigines minusse perfektsionismisoon, mis mu tegemistes, sh väheolulisteski, pahatihti suurendas aja- ja energiakulu üle mõistliku määra. Siiski leian, et teadusetegemises on perfektsionismitaotlus vajalik ning minu kogemuse kohaselt on sellest asendamatut abi raskete uurimisülesannetega silmitsi seistes.

Kolmandal ülikoolikevadel ei otsinud ma tegevust laboreis, vaid hoopis mind leiti ja valiti välja kui oma kursuse priimus. Nimelt oli tollane ENSV teaduste akadeemia (TA) füüsika-matemaatika ja tehnikateaduste osakonna akadeemiksekretär Karl Rebane loonud akadeemia tolleaegses füüsika ja astronoomia instituudis eksperimentaalse kristallide spektroskoopia töörühma ning kutsus mind sinna. Töörühmal oli alguses umbes 6×6 m^2 laboriruum äsja valminud pooleteisekorruselises hoones, mis asub praeguse Lõunakeskuse sissesõidutee kõrval ja kuulub Tartu teaduspargile. Käisin seal õhtuti spektreid mõõtes kätt harjutamas, kuid mingit tõmmet see tegevus ei tekitanud. Mingid ilmetud kobakad spektrograafikastid, ei mingit elektroonikat, ja spektreid tuli mõõta trumlist lainepikkust sammhaaval edasi keerates ning mõõteriista osutinäitu üles märkides. Oma n-ö loometöövajadust rahuldasin sellega, et panin iga nädal isast jäänud eestiaegsetele suureformaadilise ruudulise paberi poognatele kirja igasuguseid, oma laboritegevusega vähe seotud vaimuvälgatusi ja amatöörlik-naiivseid füüsikalisi leiutusideid, mida võiks realiseerida … ja saatsin need oma juhendajale Karl Rebasele, kes tavaliselt kord nädalas käis Tallinnast Tartusse. Ta kirjutas neile oma selge täitesulepea-kirjaga kommentaarid ning tagastas esimesel võimalusel. Tagantjärele olen imeks pannud, kuidas ta oma suure administratiivse töö koormuse juures leidis aega anda viivituseta tagasisidet miski tudengi jaantatikalikele üllitistele. Võib-olla tollest ajast pärinebki mu selge arusaam sellest, kui tähtis on noorele inimesele tema initsiatiivi vastu huvi näitamine ja kiire tagasiside tema töö kohta. Õppejõunagi olen võtnud reegliks kontrolltööd läbi vaadata ja hinnata päeva-paari jooksul, ega mõista neid õppejõude, kes marineerivad juhendatavate käsikirja enne läbilugemist nädalate või koguni kuude kaupa oma töölaua paberikuhjas või meiliboksis.

Esimene teaduspublikatsioon – avastus

1960ndate lõpus arendasid instituudi teoreetikud eesotsas Karl Rebasega valguse mõjul kristallides tekkiva helenduse teooriat, millest järeldus, et peale tavalise luminestsentsi ja hajumise peab see helendus sisaldama veel lisapanust, mille nad nimetasid kuumaks luminestsentsiks. Kuid see helenduse liik pidi olema väga nõrk, sest seda kiiratakse ülilühikeste ajavahemike jooksul, mil iga mikroskoopiline luminestsentsitsenter kristallis, mis footoni neelamisest lokaalselt n-ö kuumenenud, enne tavalise luminestsentsi footoni kiirgamist maha jahtub. Sellest siis ka nimetus, ehkki luminestsentsi tuntakse n-ö külma helendusena. Ja mina sain oma juhendajalt ülesande üritada kuuma luminestsentsi olemasolu eksperimentaalselt tõestada…

Nagu juba mainitud, töörühmal oli aparatuuri napilt ja olemasolevgi kusagil üle jäänud vananenud värk. Küll ma proovisin nii- ja naamoodi, kui olemasoleva algelise elektroonika tundlikkusest ei piisanud, üritasin spektrit registreerida vanal klassikalisel meetodil – fotoplaadile –, mille eksponeerimisele ja ilmutamisele kulus ilmatu aeg. Need üritamised kestsid pea pool aastat paar õhtupoolikut iga nädal, kuid jäid tulemusteta. Keegi mind hea nõuga ka aidata ei saanud, sest olemasolevad tehnilised võimalused lihtsalt jäid ülesande raskusele alla. Viimast võiks võrrelda katsega avastada nõrk täht keskpäevase päikeseketta ääre juures. Või tagasihoidlikuma võrdlusena – pimedas vastutuleva auto esitule serval istuva helendava jaaniussi märkamisega. Spektroskoopia tundjatele selgituseks: serv on mõeldud siin mitte ruumilises, vaid spektraalses tähenduses ning Päikese või autotule rolli mõeldud tavaluminestsents ise oli juba silmale vaevu nähtava heledusega, kuum luminestsents siis mitu suurusjärku veelgi nõrgem.

Kuid viienda kursuse diplomitöö tegemise ajaks olime kätte saanud vahepeal laborisse juurde tellitud aparatuuri, millega õnnestus mul registreerida ühe kristalli luminestsentsispektri sinise serva jalamil paar ülinõrka kühmu, mis siiski ületasid müranivoo ja asusid just õigete lainepikkuste kohal. Kirjutasime siis juhendajaga kiireks avaldamiseks lühiartikli (Rebane, Saari, 1968), mille toimetusse saabumise kuupäev 16. veebruar 1968 sai neliteist aastat hiljem NSVLi riiklikusse avastuste registrisse järjenumbri 243 all kantuna kuuma luminestsentsi avastamise prioriteetsuse kuupäevaks. Mahukaima osa diplomitööst pühendasin aga omal initsiatiivil arendatud teooriale luminestsentsitsentri jahtumis- ehk nn relaksatsiooniprotsessidest, sest üks mõõdetud, mitte kuigi ilmekas spekter tundus olevat vähevõitu ja valemite tuletamine pakkus enamat.

Pärast ülikooli lõpetamist insenerina tööle asumisel lugesin oma elektroonikahuvi ajel ja toel kirjandust, kust sain teada, et tolleaegset tundlikemat valguse sensorit – fotokordistit – saab, kui sobiv eksemplar välja valida ja miinuskraadidesse

Kuuma luminestsentsi esimesi mõõtmisi temperatuuril –269° C. Vasakul kahekordne termos vedela heeliumiga ja uuritava kristalliga, paremal üksikute footonite registreerimiseks kokku pandud aparatuur, mis tänapäeval oleks mõõtmetelt mitukümmend korda väiksem.

jahutada, panna registreerima üksikuid footoneid. Sellist fotokordistil valgusosakeste loendamisrežiimi olid tollal NSVLis kirjeldanud mõned biofüüsikute artiklid, kuid optilises spektroskoopias üldiselt olid footonite loendurid veel tundmatud, ja seda ka läänemaiste spektromeetrite juures. Tellisin siis laborisse katsetamiseks partii fotokordisteid ja mitmesugust tuumafüüsika jaoks toodetud impulssaparatuuri ning spektrite registreerimise süsteem sai ehitatud digitaalseks – kui tänapäevast terminit kasutada. Rakendasin ka kõikvõimalikke, vajadusel omakootud teooriale toetuvaid meetmeid kogu mõõteseadme valgusjõudluse tõstmiseks ja valguskadude ja -fooni minimeerimiseks. Tagatipuks läks instituudis 1969. aastast käiku heeliumi veeldamisjaam ning sai võimalikuks jahutada uuritavaid kristalle senise –196° C asemel veelgi külmemaks – heeliumi keemistemperatuurini –269° C (4,2 kraadi absoluutsest nullist), mis teeb kristallide spektrid eriti selgeks ja foonivabaks. Tulemuseks olid kuuma luminestsentsi ilusate ja ilmekate piikidega spektrid, mis kõlbasid avaldada juba rahvusvahelises ajakirjas (Saari, Rebane, 1969).

Karl Rebane ajas Moskvast välja töökohad ja raha – nimetada tuleb just sellises järjekorras, sest teadusasutuse töötajate ametikohad olid defitsiit, mille üle Moskvas peeti ranget arvestust – meie projektile luua laborisse automatiseeritud

seade spektrite registreerimiseks. Mina juhtisin vahepeal kuue insenerini kasvanud töörühma, mis ehitas juurde seadmeid ja täiustas TA varustuskanalite kaudu hangitud tööstuslikke elektroonikaaparaate, sh kahe koguka kirjutuslaua suurust arvutit Nairi (mille arvutusvõimsus jäi palju suurusjärke alla praegustele nutitelefonidele ja mille ferriitmälu vajas tihti remontimist sokinõelumise võtetega). 1970ndate keskpaigaks valmis kõrge lahutusvõime ja tundlikkusega, mitmesuguseid mõõtmisvõimalusi pakkuv automatiseeritud juhtimise ja digitaalse signaalitöötlusega spektromeetriline kompleks, millega sai mõõdetud mitmesuguste kristallide kuuma luminestsentsi ja muid spektreid. Kuid mitte ainult. Näiteks sai koos mu eakaaslasest arvukate artiklite kaasautori[1], tänaseks paraku siitilmast lahkunud Tõnu Tammega näidatud, et aromaatsete süsivesinike külmutatud lahuste spektrites ilmnev nn Špolski efekt seletub Tartu füüsika-instituudi tahkisefüüsikute poolt Karl Rebase juhtimisel arendatud teooriaga. Rakendusliku lepingulise tööna mõõtsime Tõnu Tammega kantserogeense süsivesiniku 3,4-bensopüreeni sisaldust Ida-Virumaa põlevkivitööstusest toodud proovidest, mis enamasti osutus kaduvväikeseks, kuid meie seadmel siiski vabalt mõõdetavaks. Need uurimissuunad pakkus välja Karl Rebane, kelle teene muidugi mõista oli ka labori materiaaltehnilise baasi kiire täienemine defitsiitse aparatuuriga. 1973. aastal sai ta Eesti NSV TA presidendiks, juhtides samaaegselt ka Tartu füüsikainstituuti, mille loomist senise füüsika ja astronoomia instituudi pooldumisega samal aastal ta oli organiseerinud. Minu arvates oli Karl Rebane tollal – oma hilistest neljakümnendatest kuni kuuekümnendateni – väga võimekas teadusorganisaator ja just nimelt seda tema juhendajaperioodi meenutan ma tänutundega.

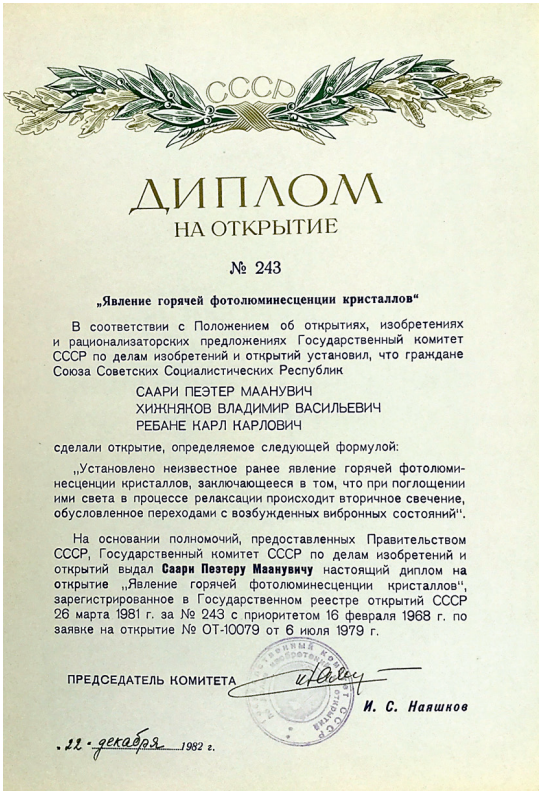
Vahepeal kulus marjaks ära ka mu aukartmatus keerulise elektroonika ees ning esimese kursuse kogemus trafo mähkimises. Nimelt põles maha signaalitöötluse digiseadme mitmeteistkümne mähisega toitetrafo. See sai küll töökoja abiga ümber keritud, kuid kaasunud rikkeid loogikalülides andis taga ajada – nagu koolipõlves raadioelektroonika raamatuis skeeme uurides nende tööpõhimõtet sai mõistatatud. Siinkohal ei saa väitmata jätta, et minu arvates sarnaneb elektroonikaseadme parandamine üks ühele teadusliku uurimistööga: alustad hüpoteesiga rikke kohta, teed katseid ja mõõtmisi hüpoteesi kontrolliks, negatiivse tulemuse korral teed teise hüpoteesi jne kuni võiduka lõpuni.

1972. aastal kaitsesin kandidaadikraadi (praeguses mõistes PhD). Tollal oli tavaks tähistada kaitsmisi korraliku peoga, lausa bankettidega. Koomiline seik: just sel aastal keelas Moskva kõrgem atestatsioonikomisjon sellised ettetellitud peolauaga tähistamised ära – väidetavalt vältimaks kaitsmisprotseduuri rangust õõnestavat korruptiivset õhkkonda ning muidugi ka liigset alkoholitarbimist.

[1] On palju inimesi, kellega olen koos töötanud ja kelle tegemised vääriksid siin tänulikku meenutamist; paraku teksti piiratud mahu tõttu mainin nimepidi ainult neid kolleege, kellega mul on ridamisi ühiseid publikatsioone.

Seetõttu tähistasime pärast minu väitekirja ärakaitsmist (TÜ aulas, muide) ametlikult hoopis mu tütre esimest sünnipäeva.

Füüsika-matemaatikateaduste doktorikraadi ikka samal kuuma luminestsentsi alal kaitsesin 1980. aastal. Selgituseks tuleb märkida, et NSVLi doktorikraadini jõudis vaid mõni protsent kandidaadikraadi saanutest ning tüüpiliselt valmis doktoritöö vaevaga kuskil 50ndate eluaastate paiku ja kujutas endast mitmesajalehekülgelist masinakirjas bullat, mis pidi olema „avanud uue uurimissuuna teaduses". Nii mitmestki kolleegist oli teada, et nad lihtsalt ei suutnud end sundida kirjutama uuesti oma palju aastaid tagasi saadud tulemustest või olid vahetanud uurimisvaldkonda ning tulemusena doktorikraadini ei jõudnudki. Mina kirjutasin ja kleepisin – tollal polnud see arvutitöö termin, vaid käis tõepoolest kääride ja liimiga – väitekirja kokku vähem kui kolme nädalaga. Eks ta ebatüüpiliselt alamõõduline sai – kõigest veidi üle 100 lehekülje (u 1200 tähemärki leheküljel) –, nii et Kiievi füüsikainstituudis, mis oli minu väitekirja nn aprobeerivaks asutuseks, kus toimus tänapäeva tähenduses eelkaitsmine, pandi seda üsna imeks. Ilmunud artiklite põhjal väitekirja kaitsmine, ehkki see oli põhimõtteliselt lubatud, oli tollal NSVLis peaaegu tundmatu asi.



СССР

ДИПЛОМ
НА ОТКРЫТИЕ

№ 243

„Явление горячей фотолюминесценции кристаллов"

В соответствии с Положением об открытиях, изобретениях и рационализаторских предложениях Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий установил, что граждане Союза Советских Социалистических Республик

СААРИ ПЕЭТЕР МААНУВИЧ
ХИЖНЯКОВ ВЛАДИМИР ВАСИЛЬЕВИЧ
РЕБАНЕ КАРЛ КАРЛОВИЧ

сделали открытие, определяемое следующей формулой:

„Установлено неизвестное ранее явление горячей фотолюминесценции кристаллов, заключающееся в том, что при поглощении ими света в процессе релаксации происходит вторичное свечение, обусловленное переходами с возбужденных вибронных состояний".

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий выдал **Саари Пеэтеру Маанувичу** настоящий диплом на открытие „Явление горячей фотолюминесценции кристаллов", зарегистрированное в Государственном реестре открытий СССР 26 марта 1981 г. за № 243 с приоритетом 16 февраля 1968 г. по заявке на открытие № ОТ-10079 от 6 июля 1979 г.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ КОМИТЕТА — И. С. Наяшков

22 декабря 1982 г.

Üks kolmest Tartu füüsikainstituuti tulnud diplomist, mis kinnitab kuuma luminestsentsi avastamise prioriteediga 16. veebruaril 1968 kandmist NSVLi avastuste riiklikusse registrisse nr 243 all.

Kuidas lühidalt vastata küsimusele, mis praktilist kasu tõuseb kuuma luminestsentsi uurimisest?

Igasuguses valgust neelavas-kiirgavas aines – olgu uurimise või looduslikes või praktilise rakenduse tingimustes, näiteks pooljuhtidest ja luminofooridest kuni fotosünteesivate jt biomolekulide kompleksideni – läheb osa energiat kaotsi. Läheb kaotsi, muundudes soojuseks just nende ülikiirete nn relaktsatsiooniprotsesside tulemusena, mille käigus kiiratakse kuuma luminestsentsi üksikud footonid. Seepärast saab kuuma luminestsentsi nagu anduri abil teavet

nende iseenesest kiirguseta, st varjatult toimuvate protsesside kohta. Täpne teave aines toimuvast aga võimaldab paljutki, näiteks parandada LEDide valgusviljakust ja kasutegurit, ühtlasi vähendades valgustite kuumenemist.

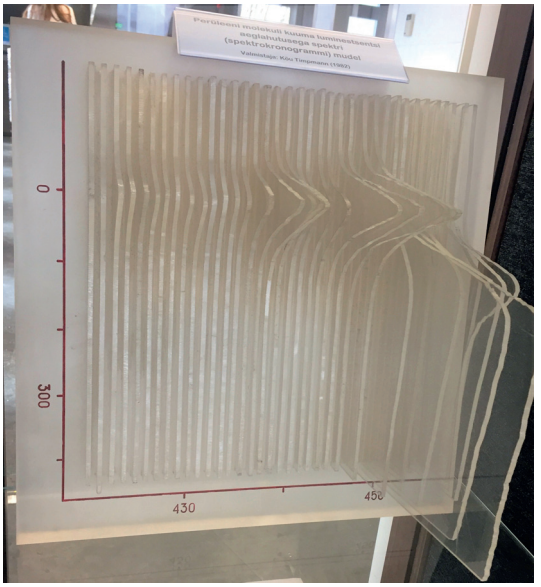
Ülikiire optika hõlvamine

1970ndate lõpuks oli tänu ülilühikesi – pikosekundilisi, 1 pikosekundi (ps) ehk 10^{-12} s jooksul liigub valgus vaid 0,3 mm edasi – valgusvälkeid andvate laserite arengule avanenud võimalused ülikiirete energia relaksatsiooniprotsesside uurimiseks otsese ajalise lahutusega. Need arengud lasertehnikas avasid ka uued perspektiivid kuuma luminestsentsi spektroskoopias – silmapiirile tekkisid võimalused jälgida selle kiirgamise ajalist käiku, millest varem võis ainult unistada. Uue teadusala – ülikiire optika – sündi tähistas USAs esimese rahvusvahelise teadusfoorumi „Picosecond phenomena" korraldamine. Sama 1978. aasta sügisel sai Tallinnas teoks selle kaheaastaste intervallidega toimuva konverentside seeria Ida-Euroopa vaste, sümpoosion „Ultrafast phenomena in Spectroscopy" (UPS '78), orgkomitee esimees Karl Rebane, aseesimeesteks mina ja Vladilen Letohhov – tollal noorepoolne Moskva teadlane, maailmas laialt tuntud laserspektroskoopiaalaste monograafiate autor, kes kahjuks siitilmast lahkunud. Pärast NSVLi lõppu pendeldas meie sümpoosion Ida- ja Lääne-Euroopa vahel, korra ka Tartus ja viimane selles seerias toimus 1999. aastal koguni Taipeis. Huvitav on märkida, et ürituse ristimisega olime meie omal ajal ettenägelikumad, sest kui sajandi lõpus said tänu laserite täiustamisele uuritavaks veel tuhat korda kiiremad, femtosekundilised protsessid, anti Ameerikast alguse saanud seeriale uus nimi „Ultrafast phenomena".

Kuid laboris, mille juhatajaks mind valiti 1976. aastal, polnud pikosekundilisi impulsse andvat kaasaegsel tasemel laserit, ehkki vajaliku tehnilise baasi arendamine toimus. Veensin ülemusi sellise hankimise vajaduses ja Karl Rebase toetusel õnnestus ühelt Leningradis toimunud Lääne teadusaparatuuri näituselt üks selline kätte saada. Hästi on mul meeles ühe jaanuarikuu jooksul kolm korda öises külmas bussis Tartust Neevalinna loksumine ning kokkupuude NSVLi väliskaubanduse korraldajate keskkonnas kehtivate kommetega. Kogu näituse korraldamine tuli Moskva asjapulkade eest ära teha asjast huvitatud Neevalinna teadlastel endil ja minulgi. Seejuures neid tähtsaid tegelasi veel ümmardada ning joota restoranides ja selleks vajalik raha oma taskust välja käia, lootes see kunagi instituudist preemiana tagasi saada. Järgnevatel aastatel kordus asi samamoodi Tallinnas, kus sai juba terve teadurite n-ö lööktööühendbrigaadiga – Tartu füüsikainstituudist ja Tallinna keemilise ja bioloogilise füüsika instituudist – kaks korda importaparatuuri suur näitus korraldatud, millel eksponeeritust suurem osa nagu sõjasaak muidugi Eestisse jäi. Olgu siinkohal ära õiendatud, et tollal TAs ringelnud kadedatel juttudel, nagu jaganuks Karl Rebane presidendina ja Endel Lippmaa akadeemiksekretärina akadeemiale ette nähtud valuuta ära vaid oma instituutidele, polnud alust. Kõik see

importaparatuur hangiti erandkorras sihtprogrammides osalemise ja näituste organiseerimise hinnaga ja väljaspool pisikesi plaanilisi valuutafonde. Sellest, missuguse kultuuriruumiga pidid teadlased oma iseenesestmõistetavas soovis saada head uurimisaparatuuri kokku puutuma, annab tunnistust tõik, et 1980ndate lõpus sai kuuldavasti üks Tallinnas tähtsat tegelast mänginud Moskva väliskaubanduse asjamees kõrgeima karistusmäära – mahalaskmise – iseendale „soomuse“ vahelt tegemise eest.

Pärast doktoritöö kaitsmist tegin pooljuhuslikult esimese sammu oma teadusvaldkonna vahetamise poole. Nimelt tuli maksimaalse võimaliku ajalise lahutusvõimega spektrite mõõtmiseks uurida valguslainete levi iseärasusi mitteideaalsetes spektraalriistades (monokromaatorites). Teiste sõnadega tuli spektroskopisti paradigmast, kus valgust käsitletakse kui aines energiasiirdeid põhjustavaid footoneid, üle minna füüsikalise ehk laineoptika paradigmasse, kus esmaolulised on valguse laineloomus ning seega interferentsi- ja difraktsiooninähtused. Ma arendasin sobiva teooria ja leidsin selle alusel, et antud spektraalse lahutuse juures maksimaalse võimaliku ajalise lahutusvõime saavutamiseks tuleb kaks monokromaatorit „tagurpidi“ üheks kokku ühendada, millega mõlema mitteperfektsused vastastikku kompenseeruvad. Idee realiseerisid praktikas minu esimene aspirant Jaak Aaviksoo, kes oli äsja kaitsnud kandidaaditöö molekulaarkristallide kuuma luminestsentsi alal, ning laborikolleegid Arvi Freiberg ja Kõu Timpmann, kes olid seni töötanud muu temaatika peal. Alo Raidaru ja Agu Anijalg ehitasid tandem-monokromaatori ajalist lahutusvõimet realiseeriva kõrgsageduselektroonika ning tulemusena valmis laboris unikaalne mõõtekompleks, mis sai nimeks spektrokronograaf. Veel hiljuti oli selle spektrokoronograafi täiustatud versioon üheks peamiseks mõõtevahendiks akadeemik Arvi Freibergi juhitavas biofüüsika laboris uurimaks ülikiireid energiamuundumise protsesse fotosünteesivates biomolekulides. Aga 1982. aastal sai tänu spektrokronograafile maha pandud põhimõttelise tähtsusega teetähis kuuma luminestsentsi uurimises – autorite kollektiiv Jaak Aaviksoo, Agu Anijalg, Arvi Freiberg, Mare Lepik, Peeter Saari, Tõnu Tamm, Kõu Timpmann mõõtis aromaatse süsivesiniku külmutatud lahuse näitel esmakordselt ära kuuma luminestsentsi spektri ajalise lahutusega, mis demonstreeris otseselt selle luminestsentsvalguse liigi ülikiiret teket footoni neelamise järgseil esimestel pikosekunditel, tõestades sellega lõplikult kuuma luminestsentsi tekke teooria. See tulemus sai ette kantud Garmisch-Partenkirchenis kolmandal konverentsil seeriast „Picosecond Phenomena“, mis tähistas ühtlasi Pennsylvania ülikooli ühe uurimisrühma edestamist, kellega olime sellel teemal terve kümnendi konkureerinud. Kui ajaloos pööret teostanud isikud tavatsetakse pronksi valada, siis meie lõikasime oma ajaloolise spektri pleksiklaasi, mis on praegugi eksponaadiks füüsikainstituudi ajaloole pühendatud vitriinis füüsikainstituudi uue hoone fuajees.



Pleksiklaasi jäädvustatud esimene kuuma luminestsentsi ajalise lahutusega spekter ajaloovitriini eksponaadina füüsikainstituudi fuajees. Ajatelg (pikosekundites, 10^{-12} s) kulgeb ülevalt alla, kusjuures 0 tähistab ergastava laseri pikosekundimpulsi saabumishetke. Kristalli helenduse komponentide värvust näitav lainepikkuste telg (nanomeetrites) kulgeb vasakult paremale. Keskosas on näha, kuidas kuuma luminestsentsi spektrikomponendid kustuvad ülikiiresti – nende eluiga on alla saja pikosekundi –, seevastu paremas servas paistvad tavaluminestsentsi mõned spektraalkomponendid tekivad kuumast luminestsentsist hiljem ja kustuvad tuhat korda aeglasemalt. See demonstreerib otseselt kuuma luminestsentsi teooriast tulenevat dünaamikat ning ühtlasi selgitab, miks ilma ajalise lahutuseta, st ajalise keskmistamisega mõõtmisel on kuum luminestsents tuhat korda nõrgem tavalisest luminestsentsist.

Põhitöö kõrvalt holografistiks

Kui ma seni olin olnud oma töö iseloomult eksperimentaatori ja teoreetiku ristand, siis 1981. aastal sai minust peamiselt administraator. Juba 1976. aastal oli Ljubov Rebane mulle üle andnud kristallide spektroskoopia labori juhatamise, mis 1980ndate alguseks oli sedavõrd suureks kasvanud, et sellest eraldus varalahkunud hea vanema kolleegi Rein Avarmaa juhatatud laserspektroskoopia labor. Mulle aga lisandus terve instituudi juhtimine.

Tollal TA suurima, üle neljasajalise töötajaskonnaga füüsika instituudi direktori amet[2] ei jätnud just palju aega isiklikuks teadusloomeks, välja arvatud suvekuudel teoreetikuna. Niimoodi tegin ma oma uurimistemaatika muutmisel teise, juba suure sammu laineoptika suunas, milleks oli kaks ajendit. Esiteks, 1974. aastal oli laboris oma diplomitööd teinud Rein Kaarli koos juhendajate Ljubov Rebase ja Anshel Gorokhovskyga avastanud nn spektrite püsisälkamise nähtuse, millest sigines keemilise füüsika ja spektroskoopia alal maailmas uus uurimisvaldkond oma rahvusvaheliste konverentside seeriaga. Nähtus seisneb selles, et teatud tüüpi madalatemperatuursete orgaaniliste tahkiste neeldumisspektris tekib monokromaatse laservalguse toimel sälk, mis tähendab, et üldiselt valguse jaoks

[2] Ma ei peatu siinkohal asjaoludel, kuidas ma direktoriks sain ja sellest ametist teise valimisperioodi keskel äkitselt loobusin, kuna neid on puudutatud Margus Maidla (2014) 75 akadeemiku portreelugude kogumikus.

tume ainetükk muutub läbipaistvaks kitsalt vaid ühe lainepikkusega valgusele, nagu meeles pidades, mis lainepikkusega laseriga teda kiiritati. Teiseks, olin tunniandjana TÜ füüsikaosakonnas mitu aastat lugenud eksperimendi automatiseerimise ja signaalitöötluse erikursust[3], milles oli kandvaks meetodiks ajaliste signaalide spektraal- ehk Fourier' analüüs. Nii tekkis mul idee, et kui püsisälgatavast materjalist plaati eksponeerida mitte ühevärvilise laseriga, vaid ülikiiresti ja kuitahes keeruliselt ajas muutuva valgusimpulsiga, siis hiljem seda ainetükki üksikimpulsiga valgustades peab Fourier' teisenduse reeglite kohaselt sealt väljuma salvestatud valgussignaali koopia.

Ideed hakkasid eksperimentaalselt tõestama Rein Kaarli ja minu juhendamisel diplomitööd tegev Aleksander Rebane. Nagu minul omal ajal tema isa poolt mulle antud diplomitöö teemaga juhtus, ei tahtnud otsitav efekt end algul kuidagi kätte anda. Lõpuks idee siiski leidis katselist kinnitust ja mõne aasta jooksul arendasime välja holograafia uue, üldisema versiooni – nn aegruumilise holograafia, milles staatiliste hologrammide asemel salvestatakse ja taasesitatakse ülikiiresti, pikosekundite jooksul muutuvaid stseene. Seega olime teinud tähelepanuväärse läbimurde holograafias kui laineoptika rakenduslikus valdkonnas. Meie saavutusi hindas kõrgelt Juri Denisjuk – holograafia ülemaailmselt tunnustatud alusepanijaid. Lisaks reale paljutsiteeritud artiklitele ja autoritunnistustele (patentide nimetus NSVLis) saime uurimiseks lisaressursse tänu osalemisele üleliidulistes rakenduslikes programmides. Kandidaadikraadi kaitsesid Aleksander Rebane ning haakuvatel teemadel Rein Kaarliga kaasjuhendamisel Rauli Sarapuu, Margus Rätsep ja Heiki Sõnajalg. Minu alustatud teooria, kuidas taastada valgusvälja täielikult kõigis tema parameetrites, arendas välja üliandeka teoreetikuna Rauli Sarapuu, kes kahjuks varsti pärast kaitsmist sai ehitusel teaduripalgale lisa teenides õnnetult surma. Meie panuse tunnustuseks holograafia arendamises omistas Rožděnsvenski nim optikaühing veerand sajandit hiljem, s.o 2011. aastal mulle, Aleksander Rebasele ja Šveitsi teadlasele Urs Wildile J. N. Denisjuki nimelise medali.

Uutmine teaduspoliitikas ja enda uurimistemaatikas

Kui 1980ndate lõpus haaras kogu Eestit ühiskondliku aktiivsuse tõusulaine, ei jäänud sellest kõrvale ka teadlased. 1989. aastal loodi Eesti teadlaste liit, mille esimeseks esimeheks valiti mind. Teadlaste liit hakkas muu hulgas kavandama uut teaduspoliitikat ja reforme teaduskorralduses ning selleks vajalikke seadusandlikke dokumente. Põhimõtteliseks muudatuseks oli minna sammsammult üle teadusprojektide rahastamisele granditaotluste ekspertiisi tulemuste

[3] 1997. aastast TÜ professorina töötades olen lugenud ühtteistkümmet kursust, sh keemikutele teaduskonna esimeses ingliskeelses magistriõppekavas ja doktorantidele Rootsi kuninglikus tehnoloogiainstituudis, signaalitöötluse aluste kursust uuesti füüsikainstituudis alates 2017. aastast.

alusel. Kuna mind oli valitud ka TA juhatusse (tolleaegse nimetusega presiidiumi), oli tagatud vajalik koordineerimine hoidmaks ära suurte muutuste keerises kergesti tekkida võivaid konflikte.

1990. aastal loodi riigiasutusena Eesti teadusfond (ETF), mille nõukogu esimeheks, mis oli vastutusrikas *pro bono* amet, valiti mind. See tuli mulle täieliku ootamatusena, sest tahtsin lõpuks rahulikult oma teadusega tegeleda. Kutsusin ETFi tegevdirektoriks Helle Martinsoni. Suuresti tänu tema pingutustele kujunes ETFist Eesti teaduse läbi raskete aegade kandnud ja uue sajandi eduloole aluse pannud tugistruktuur[4]. Vahepeal sihtasutuseks reorganiseeritud, kuid ikkagi vaid mõne koosseisulise töötajaga – sest Helle Martinsoni kreedo oli kulutada teadusele antud raha administreerimiseks nii kokkuhoidlikult kui vähegi võimalik – ETF sai vastutavaks pea kogu teadusrahastuse eest. 2012. aastal loodi uus, laialdasemate funktsioonidega asutus – Eesti teadusagentuur, mille koosseisu viidi ka ETFi töötajad.

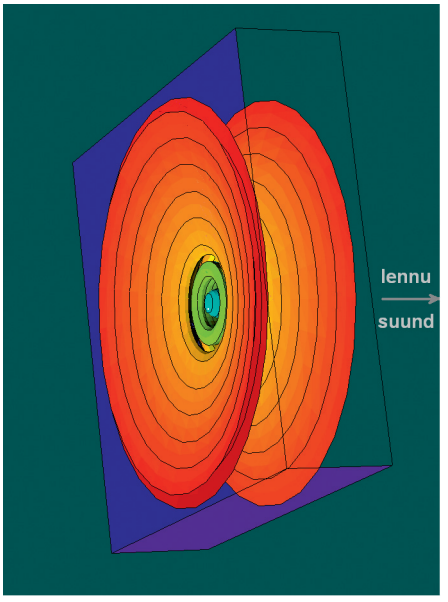
Enda jaoks järjekordselt uude uurimistemaatikasse – fundamentaalteaduslikku laineoptikasse – liikusin 1990ndate keskel. Parajasti oli tegevust alustanud Georg Sorose rahvusvaheline teadusfond (International Science Foundation, ISF) NSVLi ja Balti riikide teadlaste omal maal teadlastena n-ö ellujäämise finantsiliseks toetuseks. Eestis korraldasid selle tegevust Richard Villems ja Helle Martinson Avatud Eesti fondi kaasabil. ISFi reegli kohaselt oli Sorose rahale Eesti poolt vaja välja käia maksuvaba nn Eesti osa, mille tekitamist tollane haridusminister Peeter Olesk tõhusalt toetas ja rahandusministeerium elegantselt teoks tegi. Nii et mitte iga valitsuse peale pole teadlased teaduse rahastamise asjus pahased olnud. Paljud teadlased neist, kes polnud pikemaks ajaks Läände läinud, kirjutasid grandiprojekte ISFile.

Suuresti tänu Eesti teaduse rahvusvahelise evalveerimise käigus (nn Rootsi hindamise, mille läbiviimist korraldas ETFi nõukogu) ja esimeste ETFi grandiprojektide kirjutamisel omandatud kogemustele olid Eesti teadlased võrreldes idapoolsete kolleegidega Sorose grantide saamisel väljapaistvalt edukad. Näiteks Tartu füüsikainstituuti tuli neid ligi kümme, sealhulgas kaks suurt granti (*major grant*) – üks Arvi Freibergile ja teine mulle. Oma grandiprojekti idee tekkis mul lugedes suvepuhkuse ajal Physical Review'st matemaatilise füüsika valdkonda kuuluvaid artikleid lainevõrrandi eksootiliste omadustega lahendeist. Nende peamiselt valemeist koosneva sisu mõistmine nõudis pingutust, mis meenutas kooliaega, mil olin raadioelektroonika raamatuist skeemide töötamispõhimõtteid mõista puurinud. Neid lahendeid polnud elektromagnetlainetega, saati siis valgusega, keegi tegelikkuses realiseerinud. Ma panin ette, kuidas neid valgusega tekitada, ning koos Margus Rätsepa ja

[4] ETFi ja vabanemisjärgse Eesti teaduskorralduse kohati lausa dramaatiline ajalugu on põhjalikult kirja pandud Helle Martinsoni raamatus (Martinson, 2015).

Heiki Sõnajalaga (1991 samuti minu juhendamisel PhD kraadi kaitsnud) saime ja publitseerisime esimesed katsetulemused. Oma järgmise juhendatava Kaido Reiveltiga publitseerisime füüsika esiajakirjas Physical Review Letters artikli (Saari, Reivelt, 1997), kus oli teoreetiliselt põhjendatud ja eksperimentaalselt demonstreeritud ühe neist eksootiliste omadustega lainetest – nimetasime selle Bessel-X laineks – realiseeritavus optikas. Sellest saavutusest tegid juttu nii Päevaleht esileheküljel kui Postimees ning seda teadusartiklit tsiteerivad antud alal mitmel pool maailmas töötavad kolleegid jätkuvalt ka tänapäeval (2019. aasta alguseks veerand tuhat korda, mis on väga hea näitaja, kui arvestada, et keskmiselt tsiteeritakse ühte maailmas ilmunud teadusartiklit üldse alla paari korra).

Meie väike töörühm kujunes nn mittedifrageeruvate lokaliseeritud lainete uurimisvaldkonna üheks alusepanijaks. Oma PhD väitekirja on töörühmas teinud peale Kaido Reivelti (kaitsnud 2003) Heli Lukner (2010), Peeter Piksarv (2013) ja Andreas Valdmann (2019). Avaldanud oleme kolmveerandsada artiklit juhtivates optikaajakirjades ning peatükke kahes selle valdkonna kohta ilmunud monograafias. Mitmesuguste grantide, aga eriti just akadeemik Jüri Engelbrechti juhitud tippkeskuses CENS Tartu-poolse töörühmana aastail 2011–2015 osalemise toel oleme välja arendanud unikaalse mõõteseadme kõrgtehnoloogiliste optiliste seadmete elementide disainimiseks ja diagnostikaks ülikiire femtosekundilise ajalise ja mikromeetrilise ruumilise lahutusega (vabandust lauselõpu sõnastuse pärast, aga niisugune stiil kujuneb automaatseks peale lugematutes aruannetes ja granditaotlustes oma uuringute praktilist väärtust põhjendama pidades).



Artikli (Saari, Reivelt, 1997) üks joonistest, kohandatud Horisondis (Saari, 1998) ilmunud aimeteadusliku artikli jaoks, mis kujutab ülevalguskiirusega liikuva Bessel-X laine intensiivsuse kaksikkoonuselist, tsentraalse maksimumiga jaotust ruumis.

Lõpetuseks

Kas mu teadushuvide liikumine mitme valdkonna vahel ja nüüdseks juba üle kahekümne aasta pidama jäämine füüsikalise optika eelkirjeldatud suunale oli millegagi kuidagi ette määratud või oli suuresti juhuslik? Ei oska öelda. Kuid mitte jumalik, vaid kunstiloome ettenägev võime on siin mängus nähtavasti küll. Nimelt ostis füüsikainstituut 1970ndate lõpus Enn Põldroosi maali, mis kujutab äratuntavalt meile 1990ndate lõpus uurimisobjektiks saanud Bessel-X laine ristlõiget. See maal ripub mu kabineti seinal.

Kui ma 2016. aastal füüsikaüldsust vaimustanud gravitatsioonilainete avastamise optilist metoodikat kirjandusest uurisin, valmistudes seda kolleegidele tutvustama instituudi seminaris, hämmastas mind enim gravitatsioonilainete mõõteseadme tundlikkus. Nimelt tuli nende avastamiseks registreerida neljakilomeetrise mõõteõla pikkuse muutusi gravitatsioonilaine mõjul täpsusega 10^{-18} m ehk 1/1000 prootoni (vesinikuaatomi tuuma) läbimõõdust. Kuidas on see võimalik, kui mõõteõla lõpuks oleva peegli pinna aatomid hüplevad juhuslikus soojusliikumises palju suurusjärke suurema amplituudiga ja üldse, kvantmehaanika järgi pole aatomitel ega elementaarosakestel üldse mingit selgelt määratud läbimõõtu!? Paradoksi lahendus seisneb selles, et gravitatsioonilaine tõmbab aineosakesi küll ülivähe, kuid see-eest korraga ühes suunas ning paljude osakeste kollektiivne liikumine kindlas suunas on suure juhuslikkuse foonil märgatav. Nii on ka minu tegutsemine teaduses andnud märgatavaid tulemusi

Enn Põldroos „Kompositsioon II“, õli, 1976.

seepärast, et see on toimunud koostöös paljudega. Olen tänulik kõigile oma kaasteelistele, nende hulgas eriti oma pereliikmetele.

Ma ei kuluta ruumi siia oma teadustööde loetelu lisamisega, sest see on vaadatav aadressil http://kodu.ut.ee/~psaari/ või ETISes aadressil https://www.etis.ee/Portal/Persons/Index?#. Viimases saab muidugi lugeda ka siin nimetatud kolleegide CVsid, kellest tahtnuks kirjutada pikemalt kui teksti maht lubas. Küll aga lisan siia üldteemaliste olulisemate publikatsioonide loetelu.

VIITED

Maidla, M. 2014. Teaduste Akadeemia – Eesti kollektiivne aju. Incorp Holding OÜ, Tallinn.

Martinson, H. 2015. Isolatsioonist akadeemilisse kapitalismi. Eesti Teadusagentuur, Tallinn.

Rebane, K., Saari, P. 1968. Lisandi NO_2^- lokaalse võnkumise kvandi foononiteks lagunemise aeg kristallis KCl. − ENSV TA Toimetised. Füüsika-Matemaatika, 17, 241−244.

Saari, P. 1998. Valgusest kiiremad lained. – Horisont, 1, 4−9.

Saari, P., Rebane, K. 1969. Hot luminescence lines in secondary radiation spectrum of KCl-no-2 and KBr-no-2 crystals. – Solid State Communications, 7, 887−890.

Saari, P., Reivelt, K. 1997. Evidence of X-shaped propagation-invariant localized light waves. – Physical Review Letters, 79 (21), 4135−4138.

PEETER SAARI ENDA VÕI TEMA KOHTA KIRJUTATUD MITTETEADUSLIKUD ARTIKLID TRÜKIMEEDIAS

Saari, P. Vaielda on siiski vaja. (Spordi tähtsustamisest) − Edasi, 16. aprill 1966.

Saari, P. Võrrandite ilu… on see võimalik? („Kutsenõuandla“ rubriigis) − Noorte Hääl, 15. juuli 1967.

Saari, P. Konverents, esineja, auditoorium. (Üliõpilaste teadusliku ühingu tegevusest) − Tartu Riiklik Ülikool, 24. märts 1967.

Saari, P. See on avalik saladus. (Arvamuslugu üliõpilaste suhtumisest seminaridesse) − Tartu Riiklik Ülikool, 26. mai 1967.

Saari, P. Uudis FAI-st: kuum luminestsents. (Aimeteaduslik kommentaar) − Noorte Hääl, 6. veebr 1969.

Saari, P. Lõputut lõpuni mõista. (Portreelugu Piret Kuusest rubriigis „Noori teaduses“) − Noorte Hääl, 21. nov 1974.

Aarelaid, A. Peeter Saari. (Intervjuu rubriigis „Noori teaduses“) − Noorte Hääl, 20. märts 1975.

Basov, N. Prekrasnõe plodõ truda i poiska. (Komsomoli teaduspreemiate komisjoni esimehe, nobelisti ja akadeemiku N. Basovi ülevaade laureaatide, sh P. Saari tööst) − Komsomolskaja Pravda, 14. nov 1978.

Saari, P. Mis on eksperimendi automatiseerimine? (Rubriigis „Vastuseks lugeja küsimusele“) − Küsimused ja Vastused, nr 12, lk 26, 1979.

Aare, T. Üksikasjadest. (Intervjuu P. Saariga) − Noorte Hääl, 4. veebr 1979.

Puusemp, E. Üleliidulise komsomolipreemia laureaat. (Portreelugu P. Saarist) − Edasi, 9. veebr 1979.

Golub, G. Ohhota za prizrakom. (Portreelugu P. Saarist) − Molodjož Estonii, 27. veebr 1979.

Saari, P. Provintsluse sündroom Maarjamaa kultuuripildis. (Estopsühhoepidemioloogi traktaat) − Sirp ja Vasar, 18. mai 1979.

Smirnov, K. Potšemu nebo sineje? (Portreelugu P. Saarist) − Izvestija Sovetov Narodnõh Deputatov SSSR, 18. juuni 1979.

Käämbre, H. Avastusdiplom füüsikutele. (Aimeteaduslik kommentaar) − Edasi, nr 89 1982.

Favorskaja, A. Vozrast zrelosti. (Intervjuu K. Rebasega kuuma luminestsentsi avastuse autoritest) − Nauka v Sibiri, 2. sept 1982.

Tamkivi, R. Kahvatum kui tuhandik Päikest. (Kommentaar K. Rebase, V. Hižnjakovi ja P. Saari avastusele) − Sirp ja Vasar, 11. märts 1983.

Moppel, H. Praktika na poslezavtra. (Intervjuu TA FI direktori P. Saariga) − Sovetskaja Estonija, 19. okt 1985.

Levin, M. Gorjatšeje svetšenije. (Intervjuu P. Saariga) − Molodjož Estonii, 1. märts 1985.

Jõesaar, A. Teadus ees, tootmine kannul. (Intervjuu EKP XIX kongressi delegaadi, füüsikainstituudi direktori P. Saariga) − Edasi, 7. jaan 1986.

Jõesaar, I. Seni suurim tunnustus eesti teadusele. (Uudislugu füüsikainstituudile sotsialistliku võistluse võitmise eest NLKP KK, NSVLi ministrite nõukogu, ametiühingute kesknõukogu ja ÜLKNÜ KK ühise rändlipu üleandmisest koos direktori P. Saari arvamuste refereeringuga) − Edasi, 24. märts 1987.

Saari, P. Akadeemia autoriteedist. (Essee TA maine languse põhjustest) − Horisont, nr 10, lk 18–21, 1988.

Saari, P. Stalinismist teaduses. (Poleemiline arvamuslugu võimuvertikaalist NSVLi TA süsteemis) − Edasi, 30. nov 1988.

Saari, P. Lätis loodi teadlaste liit. (Ülevaade Läti Teadlaste Liidu asutamiskongressist) − Sirp ja Vasar, 23. dets 1988.

Eesti TA üldkogu ja Eesti Teadlaste Liidu juhatus. Avalik kiri NSVL Presidendinõukogu liikmetele. (Nõudmised viies punktis lõpetada Balti riikide iseseisvusliikumist laimav propaganda, alusteksti koostaja P. Saari) − Rahva Hääl, 6. aprill 1990.

Saari, P. Eesti teadus rahvusvahelisse ekspertiisi: kas alastivõtt arstliku komisjoni ukse taga või euroopaliku teadusplaaži värava ees? (Arvamuslugu poleemikas nn Rootsi hindamise kui Eesti teaduse esimese r/v ekspertiisi ümber) − Postimees, 23. mai 1991.

Saari, P. Akadeemia uued liikmed ühinesid akadeemikute avaldusega. (Postimehe palutud kommentaar avaldusele, millega tauniti riigikogu menetluses olevat eelnõu TA liikmeskonna laialisaatmisest ja valitsuse poolt ümberformeerimisest) − Postimees, 28. nov 1994.

Kändler, T. Valgusest kiirem valgus. (Füüsika esiajakirjas Physical Review Letters avaldatud P. Saari ja K. Reivelti teadustulemusest) − Eesti Päevaleht, 12. nov 1997.

Köbas, H. Tartu füüsikud registreerisid valguse kiirusest kiiremad lained. (Füüsika esiajakirjas Physical Review Letters avaldatud P. Saari ja K. Reivelti teadustulemusest) − Postimees, 13. nov 1997.

Parijõgi, A. Peeter Saari: teadlased justkui keelavad ära lollused ja viljatud unistused. (Intervjuu) − Postimees Extra, 14. veebr 1998.

Saari, P. Valgusest kiiremad lained. (Aimeteaduslik artikkel) − Horisont, nr 1, lk 4−9, 1998.

Saari, P. Teleportatsioon – ulmest tegelikkuseks. (Aimeteaduslik artikkel) − Eesti Ekspress, 6. veebr 1998.

Süvari, A. Peeter Saari: teadlaste väljavool tähendab ühiskonna vaimse potentsi allakäiku. (Intervjuu) − Universitas Tartuensis, 12. märts 1999.

Kändler, T. Valgusvälkena vahe füüsik. (Portreelugu rubriigis „Inimesed“) − Eesti Päevaleht, 2. juuni 2000.

Saari, P. Deemonid tuleviku ukse ees. (Aimelugu füüsikaseadustest info ja energia kohta) − Eesti Ekspress, 22. juuni 2000.

Saari, P. Kus on Tartu A1? (Essee rubriigis „Mida on Tartul anda Eestile“) − Postimees, 29. nov 2001.

Saari, P. Infotehnoloogia *versus* füüsika XXI sajandil. (Aimelugu kvantinfotehnoloogiast) − Arvutimaailm, nr 9, lk 52−56, 2004.

Künstler, A. Teod. (Intervjuu P. Saariga rubriigis „Keele-elu“) − Sirp, 3. veebr 2006.

Saari, P. Reaalteaduste levikuga eesti mehe kaduva tehnilise võimekuse vastu. (Essee THM Teaduslehes) − Eesti Päevaleht, 30. jaan 2007.

Saari, P. Kvantfüüsika *contra* küberterrorism. (Essee rubriigis „Teadus“) − Eesti Päevaleht, 13. sept 2007.

Saari, P. Kuidas säilitada täpsust teadusuudiste tegemisel? (Kommentaar rubriigis „Vastukaja“) − Postimees, 23. nov 2007.

Saari, P. Teadmine kui teadusepidur. (Essee) − Horisont, nr 4, lk 30−31, 2008.

Veskimäe, R. Akadeemik, kes alustas naelte löömist kolmeaastase poisina. (Intervjuu P. Saariga) − Horisont, nr 6, lk 18−22, 2008.

Saari, P. Libateaduse anatoomiast ja taksonoomiast. (Essee) − Akadeemia, nr 10, lk 2225−2239, 2008.

Saari, P. Kuidas seletavad teadlased ekstrasensoorsete võimete esinemist? (Kommentaar rubriigis „Kuum“) − Eesti Ekspress, 27. nov 2008.

Saari, P. Uutmisest Ameerika valitsemises. (Repliik valitsuse suhtumisest teadusesse ja selle rahastamisse) − Postimees, 29. jaan 2009.

Saari, P. Säästupirn kui eurokurk. (Arvamuslugu) − Postimees, 29. sept 2009.

Lõhmus, A. Tartlased püüavad luua musta auku. (Uudislugu P. Saari uurimisrühma koos ameeriklastega saadud teadustulemusest) − Postimees, 2. dets 2009.

Kändler, T. Valgus saab ka iseendast kiirem olla. (Uudislugu Ameerika Optikaühingu poolt aasta teadustulemuste hulka valitud TÜ FI ja Georgia Techi teadlaste ühisuuringust) − Eesti Päevaleht, 3. dets 2009.

Saari, P. Kas me jäämegi üksi? (Essee maaväliste tsivilisatsioonide teemal) − Postimees, 27. märts 2010.

Maidla, M. Akadeemik Peeter Saari, terava meele ja keelega. (Portreelugu) − KesKus, veebruar 2010; Maidla, M. Teaduste Akadeemia – Eesti kollektiivne aju. INCORP Holding OÜ, Tallinn, lk 193−202, 2014.

Saari, P. Eesti keel ja füüsika. (3.12.2009 peetud terminoloogiakonverentsi ettekanded) − Päll, P. (koost). Eestikeelne ülikool. Tartu Ülikooli Kirjastus, lk 5463, 2011.

Saari, P. Merisea sündroom teaduse rahastamises. (Poleemiline arvamuslugu) − Tartu Postimees, 24. aprill 2013.

Kändler, T. Valguse aeglustamine püsib jätkuvalt uudsena. (Portreelugu P. Saari uurimisrühmast) − Postimees, 31. jaan 2015.

Saari, P. Milline on Eestist äraminejate kinganumber. (Lugejakiri sellest, kuidas on kadumas eesti keelest sõna „arv“) − Postimees, 5. jaan 2016.

Saari, P. Järgmise digirevolutsiooni teeb kvant-üleolek. (Aimeteaduslik essee) − Postimees, 28. jaan 2017.

Saari, P. Valdkond peab saama selge eestikeelse nime – teaduskond. (TÜ Nõukogu liikmete esseedekogumikus) − Universitas Tartuensis, erinumber, 2017.

Soomere, T., Saari, P. Kiskjad teadlaste rahakoti kallal ja plaan S. (Essee teadustulemuste publitseerimisest) − Postimees, 15. sept 2018.

Saari, P. Eestlusest ja teaduseliidist. (Essee EV100 juubelikogumikus) − Teadusmõte Eestis (IX). Teadus ja ühiskond. Eesti TA, Tallinn, lk 106−112, 2018.

Saari, P. Saada Nobeli preemiat pole raketiteadus. (Essee 2018. a Nobeli füüsikapreemia teemadel) − Postimees, 27. okt 2018.

VALIK VIDEOSALVESTISI P. SAARI ETTEKANNETEST TARTU ÜLIKOOLIS ERINEVATEL TEEMADEL

„Füüsika ja turvalisus“, 12.05.2005, https://www.uttv.ee/naita?id=556

„’Merisea sündroom’ kui haritlase väärtussüsteemi nõrkuse avaldus“, 11.11.2009, https://www.ut.ee/et/674783

„Eesti keel ja füüsika“, 03.12.2009, https://www.uttv.ee/naita?id=1196

„Astronoomia ja Eesti“, 27.04.2011, https://www.uttv.ee/naita?id=5223

„Valemid, mis avavad rikkuse“, 29.10.2015, https://www.uttv.ee/naita?id=22775

Peeter Saari
Sündinud 2.06.1945

1963 − Tallinna 21. keskkool
1968 − Tartu riiklik ülikool (teoreetiline füüsika)
1972 − füüsika-matemaatikakandidaat
1980 − füüsika-matemaatikadoktor

1990–1993 Eesti teadusfondi nõukogu esimees
1990–1997 ETF täppisteaduste ekspertkomisjoni esimees
1990–1995 Eesti teadusnõukogu liige
2004−2010 EV teauspreemiate komisjoni liige
2012–2016 Eesti Vabariigi presidendi mõttekoja liige
1999–2002 Euroopa teadusfondi füüsikaliste ja inseneriteaduste sektsiooni nõukogu liige

2000 Eesti Vabariigi teauspreemia
2002 Eesti Vabariigi Valgetähe III klassi teenetemärk
2014 Tartu linna aukodanik
2017 Ameerika optikaühingu (OSA) *fellow*-liikme staatus

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

Mart Ustav

MILLIST KASU TOOB EESTI TEADUS PÕLVAMAA PÕLLUMEESTELE, SAAREMAA KALURITELE, IDA-VIRUMAA ENERGEETIKUTELE VÕI TALLINNA ÄRIMEESTELE?

Sissejuhatus

Ma alustaksin oma kirjutist nooruses kuuldud looga. Nõukogude ajal olid kombeks töökollektiivide kohtumised kirjanike, kunstnike, näitlejate-lavastajate ja teadlastega. Nobeli preemia laureaat akadeemik Kapitsa oli oma kohtumisel Rjazani oblastis kolhoosnikele rääkinud oma uurimistööst ja maininud kvantfüüsika olulisust. Loengu lõpus sai küsida küsimusi. Tagumisest reast tõusis töömees ja nentis, et väga huvitav ettekanne oli, aga ta ei saanud aru, millist kasu võiks kvantfüüsika tuua Rjazani oblasti kolhoosnikele? Seltsimees akadeemikul ei olnud paraku kerge anda talle rahuldavat vastust.

Kas nüüd, aastaid hiljem Eesti Vabariigis on meil sellistele küsimustele vastused olemas? Milline otsene kasu on siis teadusest tavalisele Eesti inimesele? Teisalt – kas teadusest peab üldse otsest kasu olema ja kas sellist küsimust saab küsida?

Teadlaseks saamine

Minu teadlasekarjääri alguses oli küsimus teaduse kasust ühiskonnale kindlalt teisejärguline. Mind võeti tööle 1976. aasta jaanuaris Tartu riikliku ülikooli (edaspidi TRÜ) molekulaarbioloogia uurimisrühma konstruktoriks. Peagi tegin karjääri, minust sai vaneminsener, nooremteadur ja kraadi kaitsmise järel vanemteadur. Selleks ajaks olin lõpetanud TRÜ füüsika-keemiateaduskonna bioorgaanilise keemia erialal, teeninud kaks aastat sõjaväes ja töötanud poolteist aastat küberneetika instituudi biokeemia sektoris. Oma õpinguaastatele tagasi vaadates võin kindlalt öelda, et TRÜs sain ma väga hea hariduse. See kandis mind paljude raskete probleemide lahendamisel suurepäraselt.

TRÜ molekulaarbioloogia uurimisrühma juhtis karismaatiline Artur Lind. Lisaks Arturile töötasid seal tema suurepärased õpilased Richard Villems, Merike Kelve, Ann Kilk, mu klassivend keskkoolipäevilt Mart Saarma ja arstiteaduskonnas viimastel kursustel õppiv Andres Metspalu. Uuriti roti maksa ribosoome ja ribosomaalse 5S ribonukleiinhappe (ehk RNA) primaarset struktuuri. Richard Villems tõi stažeerimise järgselt Uppsalast uue uurimisteema – soolekepikese (*Escherichia coli*) ribosoomide uurimise.

Ribosoom on elusrakkude valgu biosünteesi masin, mis on absoluutselt vajalik geenides talletatud geneetilise informatsiooni avaldumiseks, valkude biosünteesiks ja elu toimimiseks. Meie alusuuring oli suunatud nii bakteri kui ka roti maksa ribsoomides toimuvate RNA-valkude interaktsioonide väljaselgitamisele. Bakteri ribosoomis on kolm RNA molekuli ja üle 50 valgu, loomade raku ribosoomis on neli RNA molekuli ja üle 80 valgu. Geenidelt transkribeeritud ning geneetilise informatsiooni vahendajana toimiv informatsiooni-RNA (mRNA ehk *messenger*-RNA), toob kodeeritud geneetilise info ribosoomideni, kus see dekodeeritakse valkude peptiidsidemega ühendatud aminohapete kogumiks, millel on järjestusest sõltuv keemiliste reaktsioonide katalüüsiv aktiivsus. Nende keemiliste protsesside koordineeritud toimimine on paljus elu avaldumise aluseks.

Me immobiliseerisime ribosoomi RNA molekulid oksüdeeritud 3'riboosi kaudu aktiveeritud adipiinhappe dihüdrasiidiga laetud granuleeritud agaroosile, formeerisime afiinsuskromatograafia kolonnid ja püüdsime nendele spetsiifilisi ribosoomi valke, mis seondusid vastavalt RNAdele või selle fragmentidele[5]. Entusiastlik töö ülikooli peahoone kõrval paikneva „vana" keemiahoone 414. laboris käis ööl ja päeval. Meie tolle aja publikatsioonid olid heal tasemel – publitseeritud näiteks ajakirjades FEBS Letters ja European Journal of Biochemistry ja omaaegsetes Nõukogude Liidu tippajakirjades.

Ma usun, et me kõik omandasime selle töö ja tegevuse käigus kogemuse, kuidas panna püsti uut uurimissuunda päris algusest, kui sul pole mitte midagi peale idee ja suure tahtmise midagi ära teha. Neli aastat hiljem, 1980. aastal, esitati meie uurimisrühm Nõukogude Eesti teaduspreemia laureaadiks ribosoomis toimuvate RNA-valk interaktsioonide uurimise eest. Laborisse tuli ajalehe Edasi ajakirjanik. Rääkisime innustunult RNA-valk kompleksidest, ribosoomi A ja P saitidest, võimalikust peptidüültransferaalsest tsentrist. Ajakirjanikul oli raske meie töö sisust aru saada, veel vähem sellest vaimustuda. Lõpetuseks küsis ta, milline võiks meie töö kasu olla nõukogude rahvamajandusele?

Küsimus tabas meid ootamatult. Me polnud kunagi seadnud oma töö kaugemaks eesmärgiks mingit praktilist rakendust. Pigem olime hõivatud sellega, et viia läbi katseid, mis alati algasid ostetud kemikaalide puhastamisest. Arturi eestvõtmisel olime kindlad, et peaksime võimalikult kaugele hoiduma teadustegevusest, millel oleks praktilise rakenduse võimalus. Seda selleks, et vältida

[5] Molekulaarbioloogia ekspertide jaoks tavapärane tihedalt kokku pakitud selgitus, kuidas uuritavad RNA molekulid valmistatakse ette spetsiifilist tüüpi kromatograafilise analüüsi jaoks. Selle protsessi kaudu detekteeritakse ja eristatakse üksikud RNAga seonduvad valgud. Agaroos on merevetikates leiduv suhkrutaoline aine ehk polüsahhariid, mille geelil on selle meetodi jaoks sobivad omadused. Riboos seevastu on monosahhariid. Adipiinhape tehniliselt teatav hape, kuid toatemperatuuril valge kristalliline aine, mida leidub näiteks peedimahlas. (Toim)

olukorda, kus ühel kenal päeval kuulutatakse meie töö salastatuks, suletakse sellele tudengite vaba juurdepääs ja võimalus avaldada tulemusi rahvusvahelistes ajakirjades. Hullem veel – olukorda, kus meid sunnitakse tegema riiklikult olulisi uuringuid, näiteks looma biorelva. Niikuinii pidime artiklite avaldamiseks saama loa nn esimesest osakonnast. (Igas teadusasutuses oli olemas selline saladuslik, sageli trellitatud ja eriti hästi lukustatud tuba, millel oli otseside riikliku julgeoleku komiteega, milles kaitsti nõukogude süsteemi alusväärtusi ja millest mööduti kikivarvul ja hinge kinni pidades – toim) Alati täitsime ankeedi, mis kinnitas, et meie töö on alusteaduslik, teoreetiline, selle tulemustel puudub igasugune praktiline väärtus ja selles pole midagi, mida peaks salastama. Kõik artiklite käsikirjad vaadati läbi, et ega neis ole midagi sellist, mis ohustaks NSVLi majanduslikke või muid huvisid. Ma ei tea, kui reaalne meie töö puhul oli salastamise oht, aga Nõukogude Liidus oli selliseid kohti kindlasti.

Ajakirjaniku lihtsale küsimusele vastamisega jäime seega hätta. Seda olulisust rahvamajandusele ju polnud ega saanudki olla! Tegu oli täielikult alusuuringuga. Kellelgi meist tekkis uitmõte – ehk võiks meie töö olla oluline nälja ärahoidmiseks! Valk on ju oluline inimese ja looma toidu koostisosa. Taimse ja loomse valgu puudus on ülemaailmselt suur, rahvastik kasvab tohutu kiirusega ja toidu tootmist peab suurendama. Meie uurimistöö võib omada olulist rolli ühe toidu komponendi – valgu – tootmise suurendamiseks. Ribosoomide uurimise kaudu võime äkki teada saada, kuidas neid paremini tööle panna! Kuigi see jutt oli täielik jama, jäi ajakirjanik rahule. Sai kirjutada asjast, millest kõik aru saavad. Sellekohane nupukene vist ilmuski Edasis.

Kasu defineerimine teadustulemuste puhul ei ole aga kunagi päris ühene. Seega tuleks küsida, kas see entusiastlik töö, mida me tegime, oli ikka täiesti kasutu? Noorte ja pühendunutena omandasime kogemuse teaduse tegemiseks ja nullist asjade püsti panemiseks. Kindlasti aitas see töö meid meie karjääriredelil. Paar aastat hiljem loodi Mart Saarma ettevõtmisel keemilise ja bioloogilise füüsika instituudi (KBFI) molekulaargeneetika sektor. Kuus aastat hiljem, 1986 lõi Richard Villems Eesti biokeskuse. Üheksakümnendate algul asus Mart Saarma Helsingi ülikooli biotehnoloogia instituudi direktoriks. 1993. aastal loodi molekulaar- ja rakubioloogia instituut, hiljem geenivaramu, Tartu ülikooli tehnoloogiainstituut ja nüüd Tartu ülikooli genoomikainstituut. Nende teadusasutuste roll Eestis on olnud väga suur ja oluline nii õpetamisel, teadustöös kui ka innovatsioonis. Nende asutuste tekkimisel etendasid määravat rolli inimesed, kellele 1980. aastal anti Nõukogude Eesti teaduspreemia. Võib väita, et teaduse arenguks oli sellest preemiast vist ikka mingitki kasu.

Järeldoktorantuur Uppsalas

Pärast kandidaadikraadi kaitsmist jätkasin kolme aasta jooksul tööd ribosoomi valkudega. 1982. aastal kasutasin võimalust minna stažeerima Uppsala ülikooli biomeditsiiniuuringute keskusesse. Minu mentoriks sai seal Björn Vennström, kes aga paraku lahkus aasta pärast Euroopa molekulaarbioloogia laboratooriumisse (EMBL). Uppsalas oli mul võimalus enese täiendamiseks liituda mitme uurimissuunaga, sealhulgas adenoviiruste (isoleeriti esimesena inimese mandlitest, millest ka nende nimi – toim) ja papilloomiviiruste (nakatab nahka ja limaskesti – toim) programmidega. Valisin veise papilloomiviiruse, sest selleks ajaks oli juba teada, et need viirused kannavad onkogeene (tegureid, mis põhjustavad vähki – toim), tekitavad oma peremehes kasvajaid ja säilivad nakatatud epiteelrakus kromosoomiväliste geneetiliste elementidena.

Harald zur Hausen oli selleks ajaks isoleerinud inimese kasvajast onkogeensed inimese papilloomiviirused HPV16 ja HPV18. Selleks et uurida onkogeene, oli vajalik nende isoleerimine. Björn Vennström oli oma töös uurinud loomade retroviiruste (teatav viiruste sugukond – toim) poolt transduktsiooniga kaasa haaratud proto-onkogeene. Tema soovitas mul kasutada retroviirusvektoreid, et uurida, kas on võimalik retroviiruste abil papilloomiviiruste genoomist isoleerida papilloomiviiruste onkogeene.

Retroviiruste elutsüklis on viiruse genoomis sisalduv geneetiline info talletatud kahes olekus. Viirusosakeses on viiruse genoom RNA kujul, kus lisaks on viiruse kahele genoomi koopiale kaks ensüümi. Need kaks, pöördtranskriptaas ja intergraas, muudavad retroviiruse RNA kaheahelaliseks desoksüribonukleiinhappeks (DNAks) ja sisestavad selle peremeesraku genoomi aktiivse geneetilise elemendina. Tolleks ajaks olid loodud retroviiruste pakkimisliinid, mis tootsid kõiki hiire retroviiruste valke, et viiruse genoomset RNAd oleks olnud võimalik viia viirusosakestesse ja väljutada. Sellised viirused olid suutelised märklaudrakke üks kord nakatama. See lõi võimaluse isoleerida spetsiifilisi geene, näiteks onkogeene, jälgides märklaudrakkude fenotüüpi. Ehk onkogeenide ekspressiooni puhul sai identifitseerida geene fenotüüpilise onkogeense transformatsiooni abil.

Papilloomiviiruse genoom on 8000 aluspaari pikkune DNA rõngasmolekul. Selles genoomis on kümme kodeerivat avatud lugemisraami, millelt ekspresseeritakse erinevaid mRNAsid. Nende dekodeerimine ribosoomide poolt võib anda palju erinevaid valke. Oluline on ka märkida, et papilloomiviirustel on vaid üks ahel võimeline valke kodeerima.

Viisin veise papilloomiviiruse genoomi retroviirusvektorisse, kasutades selleks rekombinantse DNA meetodeid. Tekkis kaks papilloomiviiruse genoomi konstrukti. Ühes oli võimalik genereerida rakus RNA, mis sisaldas papil-

loomiviiruse valke kodeerivaid järjestusi. Teises oli võimalik tekitada vaid antisens RNA. Pärast markerselektsiooni tuvastasin erinevuse saadud rakkude omadustes. Papilloomiviiruse antisens RNA tootvad viiruse genoomid olid integreerunud peremeesraku genoomi ja mingit ekstrakromosomaalset viiruse replikatsiooni polnud. Teisel juhul oli osades selekteeritud rakukloonides selgelt nähtav viiruse genoomi ekstrakromosomaalne replikatsioon.

Kui ma transfekteerisin need konstruktid retroviiruse pakkimisliinidesse, genereerisin rekombinantsed retroviirused ja nakatasin märklaudrakke, siis fenotüüpiliselt polnud antisens konstruktide puhul võimalik tuvastada papilloomiviiruse onkovalkude ekspressiooni. Papilloomiviirust sisalduvate sens konstruktide puhul ilmnesid selge onkogeense fenotüübiga rakud, millest sai isoleeritud E5 valku tootvad papilloomiviiruste järjestused. Selle töö alusel sai järeldatud, et E5 valk on veise papilloomiviiruse onkovalk ja onkogeen. Veelgi enam, antisens RNA on võimeline blokeerima viiruse geenide ekspressiooni ja selle kaudu genoomi replikatsiooni. Eestisse naasmisel jätkasin papilloomiviiruse onkogeeni ja ka teiste onkogeenide uurimist.

Cold Spring Harbour Laboratory

1989. aastal kutsus Arne Stenlund mind liituma tema laboriga Cold Spring Harbouris New Yorgis, kus ta oli saanud töökoha pärast järeldoktorantuuri Michael Botchani juures Berkeleys. Selle labori direktor oli DNA kaksikahelalise (nn topeltheeliksi) struktuuri avastaja James Watson. Selles laboris toimusid kuulsad teadussümpoosionid, kus pandi paljus paika molekulaarbioloogia põhisuunad.

Arnega tutvusin ma Uppsalas, kus ta tegi oma doktorikraadi, uurides veise papilloomiviirust. Arnega koostöös õnnestus meil välja selgitada veise papilloomiviiruste genoomi replikatsiooni mehhanismid, mis kirjeldasid paljus ka inimese papilloomiviiruste toimimist. Me töötasime välja efektiivse meetodi papilloomiviiruse genoomi transfektsiooniks elektroporatsiooniga, demonstreerisime geneetiliste katsetega, et viiruse genoomi episomaalseks replikatsiooniks vajalikud valgud on E1 ja E2, selgitasime välja, millisest genoomi osast algab replikatsioon, ja näitasime, et E1 kui E2 valk on tarvilik kui ka piisav replikatsiooni käivitamiseks rakkudes. Minuga liitus selles uurimistöös hiljem Ene Ustav, kes panustas oluliselt papilloomiviiruse replikatsiooniks vajalike järjestuste identifitseerimisse. Kui me Eestisse tulime, jätkas sellelaadilist tööd seal Juhan Sedman.

Tartu ülikooli molekulaar- ja rakubioloogiainstituut

1992. aasta augustis naasime kogu perega Eestisse ja hakkasime ehitama üles laborit hiljuti loodud Tartu ülikooli (edaspidi TÜ) molekulaar- ja rakubioloogia instituudis. Algul oli kõik väga keeruline. Puudu oli kõigest – laboriruumidest, rahast, reaktiividest, ensüümidest, söötmetest ja veise seerumist (et koekultuurides loomarakke kasvatada). Õnneks oli noori inimesi, kes tahtsid kusagile välja jõuda. Kui kuidagi ei saanud, siis kuidagi ikka sai ja asi hakkas ilmet võtma. Tekkisid võimalused välisgrantide saamiseks: algul Sorose programm, hiljem Euroopa Liidu raamprogramm ja alates 1995. aastast kümne järgneva aasta jooksul Howard Hughes Medical Institute'i grant. Labor kasvas, noored inimesed õppisid. Nendes tingimustes kujunes ambitsioonika töö käigus kollektiiv, kes suutis publitseerida väga heades eriala ajakirjades nagu EMBO Journal ja Journal of Virology.

Uurisime põhiliselt papilloomiviiruse säilimise mehhanisme, E2 valgu rolli selles ja neid protsesse mõjutavaid tegureid. Meil õnnestus näidata, et E2 valk ja selle seostumiskohad genoomis määravad viiruse säilimise aktiivselt prolifereeruvates rakkudes mitootilisele kromosoomidele seondumise kaudu ja sellega garanteerib viirus ülemineku tütarrakkudesse. Me süvenesime viiruse genoomi segregatsiooni molekulaarsetesse detailidesse valkude aminohapete tasemel, rakendades selles mitmesuguseid meetodeid ja mudelsüsteeme. Oma doktorikraadid kaitsesid Dina Lepik, Ivar Ilves, Aare Abroi, Ene Ustav ja Maido Remm. Ma olin sügavalt veendunud, et niisuguse teaduse tegemine sellisel kujul on ainuõige ja seda peaks veelgi enam intensiivistama ja laiendama. Nils Taube annetus Citrina labori loomiseks laiendas oluliselt võimalusi eksperimentaalse töö tegemiseks. Loodi vivaarium transgeensete loomade tegemiseks.

Teadustöö tulemuste praktilised rakendused olid meile kõrvaltegevus. 1996. aastal andis Eesti biokeskus sisse meie töö tulemustel põhineva patendi. Selle sisuks oli looma rakkudes ekstrakromosomaalse replikoni defineerimine ja selle kasutamine biotehnoloogias. Patent jõustati Nils Taube rahalisel toel paljudes riikides. Biokeskus oli üheksakümnendatel aastatel oluliselt tõmmanud kokku oma biotehnoloogilisi rakendusi ja fookus oli seatud põhiliselt alusteaduslikule uurimistööle. Sisuliselt puudus igasugune tugi teadustegevuse kommertsialiseerimiseks. Kui algaastatel soovis Therexsys Ltd patenti litsentseerida, sellest keelduti. Eestis aga polnud kompetentsi, infrastruktuuri ega raha selle patendi kasutamiseks. Hilisematel aastatel litsentseeriti patent FIT Biotech OY-le.

Avatud Eesti fond leidis, et iseseisva Eesti võimekust seista vastu avatud ühiskonnana väljast tulevatele ohtudele tuleks suurendada ja meie laborile anti 60 000 Ameerika dollarit nakkushaiguste diagnostika paremaks muutmiseks

ja nüüdisaegsete molekulaarsete meetodite juurutamiseks. Tiiu Sild, Elve Raukas ja Sirje Soosaar asusid välja töötama tundlikke molekulaarseid meetodeid nakkushaiguste tekitajate tuvastamiseks ja identifitseerimiseks. Algas kõik inimese papilloomiviiruste diagnostikast, kus kombineeriti PCR-põhist[6] viiruse genoomi amplifitseerimist järgneva endonukleaasidega genereeritud fragmentide pikkuse polümorfismi tuvastamisega. Kindel fragmentide arv ja pikkus oli papilloomiviiruse määramise indikaator. See analüüs võimaldas tuvastada, millised viirusnakkuse kolded on tekitanud madala ja millised kõrge onkogeense riskiga viirused. Koostöö naistearstidega laienes ka teiste suguelundeid nakatavate haigustekitajate tuvastamisele. Need erinevad meetodid töötati välja, valideeriti ja anti ülikoolile üle kui intellektuaalomand. Tuleb rõhutada, et minu suhtumine sellisesse rakenduslikku tegevusse oli kui kõrvaltegevusse – me võime ja saame rakenduslikke uuringuid ja arendusi teha, kui keegi maksab selle eest, aga põhiline tähelepanu oli suunatud alati alusuuringutele. Mul polnud mingit kavatsust hakata tegelema loodud intellektuaalomandi kommertsialiseerimisega.

Muutus mõtteviisis

Murrang eelesitatud mõtteviisi saabus traagilise sündmuse tõttu meie perekonnas. Minu kallil emal, kes oli mind üksi kasvatanud läbi Siberi küüditamise aastate ja hiljem Eestis mind õigetele radadele suunanud, diagnoositi melanoom. Paraku, nagu paljudel juhtudel, liiga hilja. Ema pidas võitlust vähkkasvajaga kaheksa kuud ja siis kaotas selle. Kogu perekond püüdis teda selles võitluses aidata, aga kõik oli asjatu.

Minu jaoks oli see aeg väga pingeline. Ma ju teadsin palju rakkude diferentseerumisest, immortaliseerimisest, onkogeensest transformatsioonist, malignisatsioonist … Nähes nende protsesside väljendust oma ema organismis, tekkis küsimus, kas minu teadmistest, oskustest ja eksperimentidest on mingitki abi võitluses niisuguse haigusega. Pidin enesele paraku tunnistama, et minu teadustööst on kasu vaid minule enesele ja minu kolleegidele, selle töö tegijatele. Minu tööst ei olnud paraku mingit kasu teistele inimestele. Jutt sellest, et alusteaduslik uurimistöö on kõige suurema praktilise kasuga, ei pädenud. Nagu ikka: keegi on mõelnud välja kalambuuri ja teised on seda pidevalt korrates hakanudki uskuma, et nii on.

Fundamentaalne uurimistöö on absoluutselt tarvilik, aga mitte piisav praktilise väljundi saamiseks. Sellele ootamatule järeldusele tulnuna tegin 1998. aastal otsuse muuta oma tegevusmalli. Heal tasemel teadustöö ja heal tasemel publikatsioonid on vältimatult tarvilikud tingimused teadlaseks olemisel.

[6] Polümeraasi ahelreaktsioon ehk PCR (*polymerase chain reaction*) on meetod DNA või RNA järjestuse kordistamiseks ehk amplifikatsiooniks.

Oluliseks tingimuseks heaks teadlaseks olemisel on aga lisaks headele publikatsioonidele vajalik ka teadustöö tulemuste juurutamine reaalsesse ühiskondlikku toimimisse. Ehk teisisõnu – lisaks intellektuaalomandi loomisele on vajalik selle formaliseerimine ja kaitsmine ning sellele järgnev kommertsialiseerimine ehk kasutuselevõtt. Kas kõik need etapid peaks realiseerima sama inimesed, sõltub ühiskondlikust arengutasemest ja teadussüsteemi ülesehitusest.

Firma asutamine

1999. aasta lõpus asutasime neljakesi – Ain Laving, Elve Raukas, Marika Mikelsaar ja mina – OÜ Quattromedi. Iseenesest oli sellise äriühingu asutamine paras avantüür. Meil polnud mingit kogemust ei äriühingu juhtimiseks, tegevuse alustamiseks, ei olnud meil raha ega ruumegi. Me kõik kuulusime juhatusse, otsuseid võtsime vastu kollektiivselt ja eesmärgiks oli panna püsti eraõiguslik diagnostikafirma, kus põhitähelepanu oli suunatud nakkushaiguste tuvastamisele.

Avatud Eesti fondi rahaga loodud nakkushaiguste molekulaarsed diagnostikameetodid olid antud Tartu ülikoolile üle kui intellektuaalomand. Nüüd taotles meie loodud firma litsentsi ülikoolilt, et nende meetodite alusel hakata osutama teenust meditsiinisüsteemile. Kuivõrd kedagi teist polnud, andiski ülikool meile litsentsi ülikoolis loodud intellektuaalomandi kommertsialiseerimiseks. Tartu ülikoolis oli Hele Everausi ja Sirje Kahu eestvõttel loodud *spin-off* firmade programm, kus ülikool registreeris enda sees võrsunud äriühinguid ja lubas teadus- ja arendusosakonna (TAO) toetust. Quattromed liitus selle programmiga ja TAO abiga esitas Eesti innovatsioonifondile taotluse saada 3,6 miljonit krooni toetust tegevuse alustamiseks ja 3 miljonit krooni 4% intressiga laenu aparatuuri ja muu tehnika muretsemiseks. Lisaks taotlesime ülikoolilt rentimiseks ruume. Tartu ülikoolile kuuluvas Nooruse 9 majas olid ruumid kasutuseta, sest majandusteaduskond oli kolinud renoveeritud ruumidesse Narva maanteel. Ülikool rentis selles majas teise korruse 900 ruutmeetrit Quattromedi kasutusse. Seega oli lahenenud tegevuse alustamise rahaprobleem, oli võimalik osta teenuse osutamiseks vajalik aparatuur ja meil oli võimalus renoveerida ka laborid.

Samas jõudsime äratundmisele, et neli juhatuse asutajaliiget olid täiskoormusel ülikooli töötajad. Meil oli vaja töötajaid, kes oleksid täielikult pühendunud vaid firma tegevusele. Seepärast taandusid kõik senised liikmed firma juhatusest nõukogusse. Juhatuse liikmeks valiti TÜ majandusteaduskonna lõpetanud Erki Mölder. Tema juhtimisel korraldati laborite remont, aparatuuri ostmine, tegevuse aruandlus raha kasutamise kohta, palgati töötajad ja alustati suhtlust meie sihtrühmaga: perearstide, kliinikute ja erialaseltsidega. Vastavate erialaseltside kaudu osutus võimalikuks viia nakkushaiguste molekulaar-

diagnostika teenused haigekassa teenuste nimekirja ja selle alusel osutada arstidele diagnostilist teenust.

Aasta hiljem saime nentida, et tuleme ots otsaga välja ja midagi jääb isegi üle, sest käive oli ligi miljon krooni. Järgnevatel aastatel kahekordistus käive sisuliselt igal aastal ja 2008 oli käibeks 65 miljonit krooni ja kasum nn EBITA (*earnings before interest, taxes, and amortization*, ärikasum pluss kulum) arvestuses 15 miljonit krooni. Kõigi nende aastate jooksul oli tegevus kasumlik. Me ei võtnud kasumit välja, vaid investeerisime oma uutesse arendustesse. 2005. aastal osteti diagnostikafirma HTI Laboriteenuste AS laborid. Loodi tütarfirma Quattromed HTI Laborid OÜ ning asutati biotehnoloogia firma Quattromed Rakuvabrik OÜ, mis hiljem nimetati ümber Quattromed Cell Factory OÜ. Kasum läks biotehnoloogiliste tootmistehnoloogiate arendamiseks. Selleks kasutasime Tartu ülikoolilt saadud litsentsi patenteeritud leiutiste kommertsialiseerimiseks.

FIT Biotech OY

2001. aastal tegi Tampere ülikooli professor Kai Krohn ettepaneku asuda koostööle FIT Biotech OYga. See firma oli saanud olulise investeeringu Soome innovatsioonifondilt SITRA, et arendada välja inimese immuunpuudulikkuse viiruse (*human immunodeficiency virus*, HIV) ja selle nakkusega kaasneva haigusliku seisundi ehk omandatud immuunpuudulikkuse sündroomi (*aquired immune deficiency syndrom*, aids) vaktsiin.

Klassikalised lähenemised HIV1 vaktsiini loomiseks ei toiminud. Seepärast sooviti arendada välja põhimõtteliselt uut tüüpi HIV antigeene tootev DNA vaktsiin. Oma olemuselt oli tegu teatud haigusetekitaja ehk patogeeni (HIV1) iseloomulike valke, antigeene ekspresseeriva geenikonstruktiga. Selle manustamisel patsiendi kudedesse suutis see konstrukt siseneda raku tuuma, muutuda bioloogiliselt aktiivseks ja ekspresseerida võõrantigeeni.

Juba eelmise sajandi üheksakümnendatel aastatel kirjeldati põhimõttelist võimalust organismis selliselt immuunvastust esile kutsuda. Aga ilmne oli vajadus uute geenikonstruktide loomiseks ja nende rakkudesse toimetamise mooduste modifitseerimiseks eesmärgiga immuunvastust suurendada. Algul sai tegutsetud FIT Biotechi konsultandina ja sõidetud Tamperesse pea igal nädalal. Varsti sai selgeks, et otstarbekam on luua FIT Biotech OY arenduskeskus kui filiaal Tartus. Selleks ostis FIT Biotech 5 miljoni krooniga 22,3 protsenti Quattromed ASi osakutest. Sellega saadi juurdepääs meie laboripindadele, kuhu firma hiilgeaegadel palgati 12 inimest. Iseenesest oli see hea tehing Quattromed ASi omanikele, sest 18 kuud pärast tegevuse alustamist hinnati firma väärtuseks 20–25 miljonit krooni.

Selles arenduskeskuses loodi suhteliselt kiiresti uued geneetilise vaktsiini vektorid ja HIV1/aidsi rekombinantsete antigeenide geenid. Edasi töötati välja uued bakteriaalsed plasmiidid ja nende tootmiseks farmaatsiatööstuse parimate praktikatele (*current Good Manufacturing Practice*, cGMP) vastavad tehnoloogiad. Koostöös partneritega Prantsusmaal ja Soomes tõestati selliste DNA vaktsiinide võimekus kutsuda esile HIV1 vastane immuunvastus hiirtes ja makaakides. Seejärel ehitati cGMP nõuetele vastav tootmislabor Tamperesse, toodeti need DNA vaktsiinid ja algas nende katsetamine inimestel.

2006. aastaks olid faas I kliinilised katsetused Soomes lõppenud ja algasid faas IIA kliinilised katsetused kuuekümnel HIV1 positiivsel patsiendil Lõuna-Aafrika Vabariigis. Kliinilisi katseid juhtis dr Eftehia Vardas ja katsetuste sponsoriks oli FIT Biotech OY. Kolm aastat tööd päädis järeldusega, et HIV1 positiivsetel tekkis vaktsiini antigeeni vastu rakuline immuunvastus, millega kaasnes HIV1 tiitri alanemine veres ja CD4+ rakkude arvu tõus. Põhimõtteliselt õnnestus näidata, et sellel vaktsiinil on terapeutiline toime nakatunud patsientidele. Teisisõnu, nakatunutel kontrollib immuunvastus viiruse taset.

Samas näitasid katsed makaakidega, et kuigi meie vaktsiini manustamisel tekib võimas rakuline immuunvastus, ei ole sellel vaktsiinil paraku võimet takistada viirusega nakatumist. See on selge indikatsioon, et HI viirusega nakatumist ei ole võimalik steriliseerida immuunvastuse poolt. Selleks ajaks oli ka selge, et HI viirus siseneb rakkudesse, kus ta on inaktiivne ja seetõttu ei „näe“ immuunsüsteem viirust ega suuda seega kõrvaldada viirust kandvaid rakke. Kuivõrd sellised rakud on inimese organismis väga pikaealised, on HIV1 latentset nakkust praktiliselt võimatu organismist kõrvaldada.

Ühelt poolt olid välja töötatud hästi toimivad tehnoloogiad, kuid loodud HIV/aidsi vaktsiin kvalifitseerus mitte (loodetud) preventatiivseks, vaid terapeutiliseks vaktsiiniks. Seetõttu ei õnnestunud FIT Biotech OY püüe juba loodud arendust suurtele farmakompaniidele edasi müüa. Farmaatsiafirmadel juba oli efektiivne ja kasumit tootev ravimite paneel nakatunud patsientide viiruse kontrolliks. 2011 sulges FIT Biotech OY oma filiaali Tartus, sest raha edasiseks arenduseks nappis. Minu osalemine FIT Biotechi tegemistes piirdus pärast seda tehnilise konsultandi rolliga. Firma jätkas oma tegevust Euroopa Liidu vaktsiini arenduste projektides ja oli suuteline muutuma ka börsifirmaks, aga kaheksa aastat hiljem, selle aasta (2019) alguses rauges ramm, raha sai otsa ja firma tegevus peatati. Määravaks sai liigne panustamine vaid ühele ärisuunale – HIV1 vaktsiinile. Aga selline on paratamatus, kui tegevust juhivad investorid. Nemad soovivad jõuda fokuseeritult tulemuseni, mida on võimalik suure kasuga edasi müüa.

Tartu ülikooli tehnoloogia instituut

Tartu ülikool asutas 2001. aastal tehnoloogiainstituudi (edaspidi TÜTI). Jaak Aaviksoo ja Hele Everaus püüdsid luua institutsiooni, mis aitaks kaasa akadeemilise teaduse kaudu loodud intellektuaalomandi kaitsmisele ja kommertsialiseerimisele. TÜTI koosseisu viidi teadusprorektori haldusalas olev teadus- ja arendusosakond ning ettevõtluse arendamise sihtasutuse (EAS) rahaga loodi nn SPINNO programm[7]. Selle instituudi asutamine toimus läbi vihase võitluse. Terve rida ülikooli nõukogu professoritest liikmeid torpedeeris aktiivselt iga rektoraadi üritust asutada TÜTI. Ilmselgelt oli selle instituudi tegevus alakriitiliselt läbi mõeldud ja ka alarahastatud, tegutsesid igat liiki ametnikud ja teadusteemad ning teadlased puudusid täielikult.

Asutaja-direktoriks määrati Tõive Kivikas, Rootsis enesele nime teinud tuumafüüsik ja paljude suurte ettevõtete tippjuht. Tõive alustas aktiivselt Tartu ülikoolis intellektuaalomandi ja rakendusliku uurimistöö projektide välja-selgitamisega, kohtudes paaegu kõigi teaduskondade teadlastega. Ilmselt oli saadud loomus pettumust valmistavalt kasin, sest kui TÜ nõukogu kuulutas välja konkursi TÜTI ametikohale, ei soovinud Tõive Kivikas operatiivtööga tegelema hakata ja ei kandideerinud. Võib-olla läks tal ka kommunikatsioonis rektoraadiga miskit kaduma. Ta elas Rootsis ja külastas Tartut regulaarselt, kuid kaugtööna inimesi juhtida ja asutuse tööd alustada pole ilmselt kerge. Mina esitasin oma avalduse konkureerimaks direktori ametikohale ja selle koha ma ka sain.

TÜTI oli teaduskondadeväline teadus- ja arendusasutus, ilma võimaluseta omada õppekavasid ja seega tudengeid. Meil oli vähene koosseis, kus enamiku moodustasid teadus- ja arendusosakonna töötajad, kelle palk tuli EASi SPINNO programmist. Rentisime teaduspargis umbes 100-ruutmeetrist renoveeritud kontoripinda. Lisaks oli ülikoolis ka organisatsiooniline segadus. Aastaid varem oli loodud teaduskondadevaheline tehnoloogiakeskus; algselt selleks, et võimaldada teaduskondadele juurdepääsu arendustegevuseks eraldatud rahale. Nüüd oli ülikool asutanud lisaks tehnoloogiainstituudi! Segadus ja arusaamatus oli totaalne ja emotsionaalseid allhoovusi selles olukorras oli palju.

Olukorra esialgne inventuur näitas, et TÜTI loomise otsus oli juba idee tasandil halvasti formuleeritud. See oli omamoodi ideoloogilise võitluse tulemusena tekkinud hädalahendus, et kumbki pool ei peaks kaotust tunnistama. Üks sai tehnoloogiainstituudi asutatud, teine sai nullida igasuguse finantstoetuse ülikoolilt. TÜTI juhtorganiks oli nõukogu, mille liikmeskonda kuulusid inimesed väljastpoolt ülikooli: Mihkel Pärnoja, Ilmar Peterson, Toomas Noorem,

[7] https://www.eas.ee/images/doc/Avalikule_ja_mittetulundussektorile/ylikoolid/spinno_programm_2001_2003.pdf

Ants Nurk ja Tõive Kivikas. Kõik need inimesed olid küll juhtinud suuri ettevõtteid, aga ega neilgi olnud päris selget arusaamist, mis nähtus TÜTI on, kust peaks tulema raha selle töö alustamiseks ja kuidas see sobituks ülikooli.

Seega tuli alustada jälle nullist. Nõukoguga peetud arutelu tulemusena tekkis veendumus, et tuleb kokku panna äriplaan TÜTI toimimiseks. Koostasime selle koos asedirektor Erik Puuraga. Selle kohaselt oli TÜTI palju rohkem kui teaduskondades loodud intellektuaalomandi kaitsmise ja kommertsialiseerimisega tegelev asutus. Selle põhitegevuseks pidi saama uue intellektuaalomandi loomine neljal suunal: biomeditsiinitehnoloogia, materjalitehnoloogia, keskkonnatehnoloogia ja infotehnoloogia-robootika. 2003. aasta alguses kandsid oma sihtfinantseerimise teemad TÜTIsse üle Tanel Tenson, Andres Merits, Merik Meriste ja mina ning Alvo Aabloo sai oma sihtfinantseeritava teema. Moodustus teadustegevuse tuumik, mis oli küll ruumiliselt mööda linna laiali. Vaja oli mõelda sellele, kuidas luua instituudi laborid, et muuta virtuaalne instituut reaalselt toimivaks. Instituudi tegutsemine teaduspargi 100 ruutmeetril polnud piisav ja instituut rentis pinnad Vanemuise 23, endises zooloogia ja botaanika instituudi (ZBI) vanas majas.

Nooruse 1 aadressil asus kasutuseta poollagunenud tudengite ühiselamuhoone. Tegin rektoraadile ettepaneku, et selle võiks renoveerida instituudi majaks. Loomulikult polnud selleks raha. Ainus võimalus oli võtta laenu. Õnneks oli ülikoolil piisavalt likviidsust ja ülikooli asutatud osaühing Tehnoloogiapark OÜ hakkas maja projekteerimise ja ehitusega pihta. Instituut võttis 10 miljonit krooni siselaenu laborite ja kontorite mööbli ostmiseks. Loomulikult pidi TÜTI pärast maja valmimist rentima pinnad ja maksma selle eest. 2005. aastal kolisime sisse ja algas uus etapp TÜTI arengus.

Juba ehituse käigus sai selgeks, et on raske alustada, kui pole võimalust osta uut aparatuuri. Ainus võimalus oli küsida raha valitsuselt. Pöördusin majandusministeeriumi poole. Liina Tõnisson, kes oli sel ajal minister, kutsus kokku innovatsioonipoliitika komisjoni. Püüdsin komisjoni veenda, et riik peaks investeerima 65 miljonit krooni instituudi aparatuuri ostmiseks. Ülikool ehitab siis laenurahaga maja ja meie instituut väärindab kogu selle investeeringu. Innovatsioonipoliitika komisjon määras otsuse läbitöötamiseks töörühma koosseisus Rein Küttner, Rainer Nõlvak ja Richard Villems. Komisjon tegi ettepaneku TÜTI-le aparatuuriraha mitte anda ning soovitas poliitilist otsust taotleda Euroopa Liidu fondidelt toetust Eesti teaduse infrastruktuuri ülesehitamiseks. Lõppkokkuvõttes saime ainult paar aastat hiljem oma tegevuseks olulise aparatuuri.

Teha ülikoolis teadust ilma doktorantide ja magistrantideta on keeruline. Tudengid üheltpoolt alul õpivad, aga mingi aja pärast on nad noored kolleegid, kes saavad oluliselt panustada teadustöösse. Meil küll oli sihtfinantseeritavate

teemadega seotud tudengeid. Aga nad kuulusid teiste instituutide õppekavadesse ja alati tekkis nende kaitsmisel küsimus punktidest ja kellele need antakse. TÜTI püüdis avada tehnoloogiainstituudis tehnika- ja tehnoloogia doktoriõppekava. Ülikoolis tekkis sellele väga suur vastuseis. Kõigi teaduskondade dekaanid kirjutasid TÜ rektoraadile ja nõukogule kirja. Selles kutsuti TÜTI taotlust doktoriõppekava avamiseks Tartu ülikooli alustalade kõigutamiseks ja süsteemi lõhkumiseks. Õpetamine pidi ju toimuma teaduskondades, mitte teaduskondadevälises instituudis. Vastuseisust sai mööda alles siis, kui loodi teaduskondadevaheline doktoriõppekava ning TÜTI sai oma doktorandid.

2007. aastaks oli TÜTI projekt töös. Instituudi toimimise äriplaan oli koostatud ja selle alusel algas tegutsemine. Tekkisid uued uurimisteemad, repatrieerusid järeldoktorantuuri lõpetanud noored teadlased, maja oli olemas ja oli tekkinud tegus teadlaskollektiiv. Samas oli selge, et meie toimimine väljaspool teaduskonda on rahaliselt väga keeruline. Puudus juurdepääs õppejõukohtadele, õppekavadele ja limiteeritud oli ka juurdepääs tudengitele. Ülikooli järgnevas reformimise etapis, kui füüsikainstituut liideti teaduskonnaga, otsustas ka TÜTI loobuda oma iseseisvusest ja asuda teaduskonna instituudi staatusesse. Mina ei kandideerinud 2007 enam järgmiseks perioodiks direktori ametikohale, sest soovisin suunata oma energia põhiliselt FIT Biotechi ja Quattromedi arenduste juhtimiseks.

AS Icosagen

2008. aasta alguseks oli selge, et algne Quattromedi äriidee toimis. Veelgi enam, efektiivsele molekulaardiagnostilisele teenusele lisaks oli tegevus laienenud klassikaliste immunoloogiliste ja biokeemiliste analüüsideni. See suurendas turgu ja lisas käivet. Tööle olid hakanud laborid Ida-Virumaal ja Tallinnas. Firmas töötas üle 80 inimese ja käive oli üle 50 miljoni krooni. Tegevus oli igati kasumlik. Firma oli oma algse Euroopa investeerimisfondi (EIF) toetuse ja laenu tagasi maksnud. Olime saadud ressurssi kasvatanud ja konverteerinud orgaaniliseks kasvuks. Olulisena tuleb rõhutada asjaolu, et kogu kasum reinvesteeriti uute tehnoloogiate loomiseks ja arendamiseks, mis põhiliselt suunati firma biotehnoloogia haru avamiseks Quattromed Cell Factory OÜs.

Firma omanikeringis tekkisid mitmel põhjusel lahkarvamused, kuidas edasi liikuda. Sobival ajal tegid investorid meile ettepaneku müüa AS Quattromed diagnostikaga tegelev tütarfirma Quattromed HTI Laborid OÜ. See oli suurim firma käivet ja kasumit tootev osa ning tekkis küsimus järelejäänud firma jätkusuutlikkusest. Pärast pingelisi läbirääkimisi sai müük teoks. Diagnostika tütarfirma koos firma nime, selle tegevusega seotud materiaalse ja intellektuaalse varaga, juurutatud tehnoloogiate ja inimeste töölepingutega läksid uutele omanikele. Intensiivne areng, kasv ja tegevus selles firmas jätkus. Praeguseks on see muutunud Synlab OÜks, suure rahvusvahelise konsortsiumi osaks.

Quattromed ja selle kaudu tütarfirma Quattromed Cell Factory OÜ jäi minu ja FIT Bitech OY omandusse. Valisime talle uue nime Icosagen. Kuivõrd paljud viirused moodustavad viirusosakesi, milles geneetilist informatsiooni hoitakse regulaarse ikosaeedrilise ehk kakskümmendtahuka struktuuriga kapsiidides, siis arvestades meie molekulaarviroloogilist kompetentsi, oli sellise nime kasutamine õigustatud. Diagnostikafirma müügist saadud rahast sai annetatud 3,6 miljonit krooni koos maksudega Eesti rahvuskultuuri fondi Eesti teaduste akadeemia allfondi. Tegu on Tiit Talpsepa nimelise stipendiumiga, mida antakse väljapaistvale noorteadlasele ja doktorandile.

Oht Icosageni hääbumiseks oli reaalselt olemas. Meil puudus kogemus rahvusvahelisel turul toimetamiseks, Eestis aga polnud kliente, kellele pakkuda lepingulist teadustöö teenust. Tänu Tartu ülikoolist 2006. aastal litsentseeritud patendile oli Quattromed alustanud EASi toel tehnoloogia kommertsialiseerimist. Kuigi patendis kaitsti intellektuaalomand kromosoomiväliste geneetiliste elementide kasutamiseks valkude ekspressioonivektorites, oli see tegelikult väga kaugel reaalsest rakendamisest tööstuslikuks valkude tootmiseks. 2008. aasta keskel loodi tööstuslikult kasutatavad hamstri (CHO) ja inimese (293 HEK) QMCF tehnoloogia rakuliinid ning konstrueeriti töötavad vektorid. Ajaks, kui diagnostikaosa oli firmast lahkunud, õnnestus Quattromedil sõlmida firmaga Bayer Healthcare esimene tehnoloogia litsentseerimise leping; see juhtus enne Icosageniks ümbernimetamist.

Hakkasime osalema biotehnoloogia konverentsidel, ostma ettekandeid nn *scientific marketing*'i otstarbel erinevatel messidel ja külastama suuri farmaatsiafirmasid. Meie patenteeritud uudne tehnoloogia pakkus huvi ja tekitas tähelepanu. Üksteise järel omandasid litsentsi QMCF tehnoloogiale valkude tootmiseks Novartis, Sanofi-Pasteur, Wyeth, Novo Nordisk, Thrombogenics. Tekkisid kliendid, kes tellisid meilt valkude tootmise teenust. Kõik see tekitas tunde, et oleme midagi kogemata õigesti teinud ning olukord polegi ehk nii lootusetu. Saime ka aru, et peame oma tehnoloogia robustsust suurendama, et tootmine oleks tehtav minimaalse töö- ja ajakuluga.

EASi toetusega laiendasime oma tehnoloogia rakendatavust rakutestide tegemiseks, täiustasime ja lõime erinevaid mooduseid mitut liiki valkude tootmiseks ning asusime laiendama kliendibaasi. Kui algselt kulus ühe valgu ühe grammi tootmiseks koos rakupankade tegemise ja valgu puhastamisega kuus nädalat, siis nüüdseks on tootmisaeg kaks korda lühem. Kuivõrd bioloogiliste ravimite arenduses konstrueeritakse ravimolekulid, siis sõltume väga palju oma tegemistes suurtest geenisünteesi firmadest Hiinas, USAs ja Euroopas. Kaalusime ka ise sellega alustamist. Praegu on see mõte ootele pandud. See pole siiski meie tegevust limiteeriv etapp. Nende aastatega oleme saavutanud suhteliselt kindla positsiooni lepingulise teadustöö teenuse osutamisel Euroopas. Tütarfirma Icosagen Technologies Inc kaudu jõudsime ka USAsse. Lisaks globaalsetele farmaatsia-

firmadele oleme loonud kontaktid immuundiagnostikaga tegelevate firmadega neile uut tüüpi diagnostiliste antikehade väljatöötamiseks ja tootmiseks.

Terapeutiliste ja diagnostiliste antikehade väljatöötamiseks lõime uue tehnoloogia Hybrifree. See põhineb immuniseeritud (või nakkuse käigus tekkinud immuunvastusega) loomast vastava immunogeeni-spetsiifilisi antikehi kandvate B-lümfotsüütide isoleerimisel. Seejärel spetsiifiliste antikehade geenid kloneeritakse ning ekspresseeritakse QMCF tehnoloogia abil. Tehnoloogia võimaldab antikehade geene isoleerida sisuliselt suvalisest organismist, inimesest alates kuni lindudeni välja.

Antikehade kasutamisel diagnostikas või teraapias on oma pikk ajalugu. See algas äratundmisega, et antikehad kui spetsiifiliste omadustega valgu molekulid on suutelised kontrollima haigustekitajate levikut organismis. Selliste molekulide olemasolu patsiendi seerumis on tõestuseks nakkuse toimumisele. Antikehade molekulide subtüüp oli indikaator, millises faasis nakkus on. Algul kasutati immuunseerumeid diagnostilises ja ka terapeutilises töös ja seda etappi võiks nimetada antikehade esimeseks generatsiooniks. Näiteks kasutati 1918. aasta gripi puhul gripiviiruse nakkusest taastunud inimeste verd kriitilises olukorras olevate patsientide ravimiseks.

Eelmise sajandi seitsmekümnendatel aastatel võeti kasutusele hiire hübridoomid monokloonsete antikehade saamiseks ja tootmiseks. Seda sammu võiks klassifitseerida kui antikehade teist generatsiooni. Sellele järgnesid erinevad nn *display* ja sünteetiliste antikehade loomise moodused kui kolmas põlvkond. Meie loodud moodus rekombinantsete antikehade loomiseks (tehniliselt: antigeen-spetsiifiliste antikehi kandvatest rakkudest geenide isoleerimine ja kombineerimine QMCF tehnoloogiaga) on defineeritud 4.0 põlvkonna tehnoloogiaks. See avab elusloodusesoleva immuunsüsteemide paljususe kasutamise võimalused terapeutiliste ja diagnostiliste molekulide arendamiseks.

Praegu Icosagensis toimuv tegevuse digitaliseerimine ja tehnoloogiliste protsesside automatiseerimine on loomas meile uued võimalused ravimiarenduse kiirendamiseks. Minu kui keemiku arusaamine meie loodud molekulide omadustest lisab veendumust, et oleme väga paljulubava etapi alguses. Nüüd on vaja anda meie inimestele võimalus enese teostamiseks.

Kirjapandu annab ülevaate vaid mõnedest tegevustest ja suundumustest. See ei tähenda, et kõik teised tegevused – toidu ja söötade mikrobioloogilise kvaliteedi määramine või kataloogikaupade müük, personalipoliitika, finantsjuhtimine või äriarenduse loomine, selle tööga alustamine ja tegutsemine erinevates riikides – ei oleks absoluutselt vajalik ning lahutamatu osa firma arengu kindlustamisel. Praegu töötab Icosagenis 74 täiskohaga inimest, kellest 17 on doktorikraadiga. Toimime orgaanilise kasvu printsiibil, mis tähendab, et me ei

põleta oma tegevuseks investorite raha. Loomulikult kasutame nii Euroopa Liidu kui Eesti erinevaid ettevõtluse toetamise võimalusi ja võtame pangast laenu. Meie tegevus on aga põhiliselt finantseeritud meie toodete ja tehnoloogiate müügist. Olen väga uhke selle üle, et minu kolleegid on töötamise ja eneseteostamise kohaks valinud Icosageni. Meie firma on varsti jõudnud sellisesse faasi, kus läheme üle tehnoloogia arendamise ja tehnoloogiate kommertsialiseerimise firmast ravimiarenduse firmaks. Meil on väga tugev patenteeritud tehnoloogiate portfell ja me püüame aktiivselt siseneda ravimolekulide arendamise valdkonda. See ei saa olema kerge, aga me usume – see on võimalik.

Mis kasu võiks minu arvates olla teadusest Eestile?

Margaret Thatcher ütles kunagi, et teadlase edukust peab mõõtma talle kulutamiseks antud raha hulga alusel. Oma pika teadlasekarjääri jooksul olen saanud teadustööks piisavalt toetust Eesti, Euroopa ja USA maksumaksjatelt. Kas ma olen seda hästi kasutanud ja kas sellest on lisaks mulle enesele kasu ka Eestile? Ma arvan, et nii see on.

Eesti teadussüsteemis on artiklite arv ja publikatsioonide tase parameeter, mille järgi teadlast hinnatakse; seda nii ametikohale valimisel kui ka grandiraha eraldamisel. Selline teadlase taseme hindamise moodus on kindlustanud teaduse arengu suhteliselt suletud akadeemilises süsteemis. Loomulikult on kasusaajaid rohkem. Teaduse rahastamisest on huvitatud teadlased. Kasu naudivad ka tudengid, kes teadustöö tegemise kogemust omandavad. Ülikoolid on kaheldamatult kasusaajad, sest ülikoolidesse on koondunud enamik teadlasi. Kõigi nende kasusaajate staatus ja võimalused sõltuvad maksumaksja rahast.

Omal ajal loodi see süsteem akadeemilise vabaduse kindlustamiseks ja poliitilise juhtimise välistamiseks teaduses. Praeguseks on see jõudnud täiuslikkuseni – on välja arendatud bürokraatlikud kõiki aspekte kajastavad formaalsete reeglite ja juhendite kogumid. Võib vist öelda, et praeguseks on süsteem stagneerunud. Tegemist on suletud mõtteviisiga, kus teaduse tegemise bibliomeetrilised kvalitatiivsed ja kvantitatiivsed parameetrid määravad ära kellegi edukuse ja staatuse. Sisuliselt ainsaks eksistentsi kindlustajaks praegusele süsteemile on riigieelarvest ja Euroopa Liidu eri programmidest taotletav ja saadav raha. Väljundit hinnatakse artiklite arvu, publitseerimiseks kasutatud ajakirjade staatuse, tsiteeringute arvu ja *h*-indeksi järgi.

Nende alusel ehitub üles sisuliselt nepotistlik, soovitustele ja antavatele hinnetele ülesehitatud teadussüsteem. Kellegi teise kolleegi soovitus – ekspertide *review* või selle puudumine – on sageli määrav grandi andmisel või teatud ametikohale valimisel teadurist kuni professori või juhtivteaduri positsioonini välja. Ma arvan, et sellise süsteemi käigushoidmine on põhjendatud kirjeldava teaduse puhul, paljus ka humanitaaria ja sotsiaalia vallas või teoreetilistes teadusharudes,

kus sageli ehitatakse koolkondi ja viljeletakse teatud vaadete süsteeme ja kontseptsioone. Nende valdkondade tähtsus teadusliku ja uudse mõtteviisi tekkimiseks, inimese, looduse, maailma ja ühiskonna seletamiseks on kaheldamatult olemas, aga seda on raske hinnata rahalises väärtuses. Nende teaduste puhul ei ole üldse õige küsida kasu küsimust. Sellele pole võimalik anda ammendavat vastust. Parimal juhul räägitakse kasust õpetamisele, mõttetegevuse stimuleerimisele. Halvemal juhul aetakse lihtsalt mingit jama.

Loodusteadustes, täppisteadustes, meditsiinis, tehnikateadustes ja põllumajandusteadustes viib selline suletud süsteemi viljelemine paratamatult stagnatsioonile ja teadusliku mõtteviisi mõju kahanemisele ühiskonnas. Kas sellele ei osuta igat liiki selgeltnägijate, pendlikõigutajate, MMSi (*Miracle Mineral Solution*, väidetavalt universaalsete raviomadustega „imeline mineraalilahus“) ja selle derivaatide tarvitajate-levitajate, vaktsiinivastaste, vaimudega suhtlejate, lapiku maa uskujate ja radikaliseerunud usklike arvu suurenemine?

Teaduslikul maailmavaatel põhinev käsitlus ei levi meie ühiskonnas. Sellel puudub mõju inimestele. Teadusel ja teaduslikul vaatel või analüüsil on otsuste tegemisel üha vähem mõju. Teadus on paljus kaugenenud reaalsest elust. Inimesed ei tunneta, et teaduslik maailmavaade on tegelikkust enam kirjeldav kui selgeltnägija, posija või nõia visioon. Teadus on teaduse populariseerijate tegevuse tulemusena viidud *reality show*'ks. Teadusuudised meedias konkureerivad, ja üldse mitte edukalt, ajalehe Postimees horoskoobis esitletud vaatega elule. Inimesed ei erista astronoomiat astroloogiast, belletristikat ballistikast või teraliini tetratsükliinist. Tõenäoselt võiks akadeemik Jaan Einasto universumi kärgstruktuuri teooria kätkeda astroloogilise kalendri vormi ja selle kaudu saavutada väga laia auditooriumi oma teadustulemuste levitamiseks ja populariseerimiseks Eestis. Kas sellist ühiskonda me tahtsimegi? Aga nii ta välja on tulnud.

Presidendi valvsa silma all allkirjastasid pea kõigi erakondade, teadlasi ja ettevõtjaid ühendavate organisatsioonide esindajad leppe teaduse rahastamise suurendamisest ühe protsendini sisemajanduse kogutoodangust. Sarnaseid dokumente on allkirjastanud vastavaid võimuorganeid esindavad esimehed-esinaised ja peaministrid varemgi. Hoolimata kõigest on teaduse rahastamine siiani niru.

Kas siis praegune kavandatav teaduse rahastamise kasvu lubadus on liiga vähe ja liiga hilja, nagu väitis Eesti konservatiivne rahvaerakond (EKRE)? Või äkki on tegu olulise läbimurdega poliitikute mõtlemises? Me saame püstitada vähemalt kaks hüpoteesi asjade võimalike arengute osas tulevikus.

Esimese hüpoteesi kohaselt ei muutu sisuliselt mitte midagi. Olemasolev teaduse ja kõrghariduse süsteem saab lisaraha. Palgad tõusevad, uusi inimesi võetakse tööle, doktorandi palgaline ametikoht annab teaduse tegemist õppivatele noortele

sotsiaalsed garantiid, aga teadus jääb tiksuma nagu siiani. Teaduse rahastamine on suurenenud pea igal aastal „uue“ instrumendi, baasraha kaudu. Probleem baasrahaga on, et see läheb ülikoolidele tegevustoetusena. Ülikoolid käsitlevad seda kui lisarahastust ja juhtimisinstrumenti ülikooli süsteemi toimimisel. Ülikoolil on raamatukogu, botaanikaaed, muuseumid, kogud, varamud, spordiklubi jne – kõik olulised ja tähtsad teadussüsteemi osad! Igat liiki arendusfondide, tasandusskeemide ja üldkululõivude ehk *overhead*'ide toimel rakenduvad ümberjagamise mehhanismid, mille tulemusena baasraha algsete teenijateni – teadlasteni – jõuab väikene osa.

Teadusametnike nägemuses ei ole tegelikult mõistlik suunata kogu lisanduv ressurss praegu teadusasutustele, vaid osa peaks minema innovatsiooni suurendamiseks Eesti ettevõtlusesse. See on võib olla hea mõte, aga selle teostumise tõenäosus on suhteliselt niru. Teadussüsteem toimib ju iseeneses ja väljundiks on artiklid, mis on osa avalikust teabest. Suur osa praegustest edukalt toimivatest ettevõtetest Eestis ei ole innovaatilised ja avaldatud publikatsioonidest pole neil miskit kasu. Uue seadme ostmine on neile innovatsioon, kus reeglina pole teadusel asja. Kõik oluline on kasutusjuhendites võõrkeeles puust ja punaseks tehtud. Enamik ettevõtjaid, aga ka teadlasi, ei tea, kuidas saaks teadust rakendada ettevõtlusesse ja ma olen veendunud, et kumbki pool sellest eriti ei hooli.

Meie ülikoolid ei ole seadnud innovatsiooni või ettevõtlust oma eesmärgiks. Lugege kasvõi nende asutuste põhikirju! Ülikoolid osutavad teenuseid ühiskonnale, kui ühiskond seda neilt tellib. Raha eest. Ainult et ülikoolist ostetud teadustöö teenus on oluliselt kallim kui lepingulise teadustöö firmalt. Ülikoolid ei ole ennast kohandanud lepingulise teadustöö organisatsiooniks. Kui ettevõtja tuleb ülikoolilt oma rahaga teadus- ja arendusteenust ostma, siis reeglina võtab ülikool 20 protsenti *overhead*'i. Loomulikult makstakse kõik tööjõumaksud ja lisaks ei saada tagasi käibemaksu. Ettevõtjale läheb selline teadus- ja arendustegevus ülikoolist tellituna 20–30 protsenti kallimaks võrreldes spetsialiseerunud ettevõttest teenuse ostmisega. Ühemiljonilise lepingu puhul on see vähemalt 200 000, mis on ettevõttes enam kui viie keskmise palgaga inimese aastapalk. Peab olema hea põhjendus, miks tulla ülikoolidelt ostma niisugust teenust viie inimese aastapalga eest!

Oma positiivses naiivsuses defineeriksin ma teise hüpoteesi teaduse, ühiskonna ja ettevõtluse võimalikust sünergiast Eestis. **Maksumaksja eraldatav teaduse lisarahastus peab stimuleerima kommertsialiseeritava intellektuaalomandi teket ja selle kaudu nii kohalikult kui globaalselt toimivate kõrgtehnoloogiliste ettevõtete teket ja arengut Eesti Vabariigis.**

Oma kogemusele tuginedes saan öelda, et see on võimalik. Neljakümne aasta jooksul olen saanud rahalist toetust oma teadus- ja arendustööks erinevate riikide

maksumaksjatelt, fondidelt ja programmidest. Reeglina on teadustöö teinud ülikoolis autorid, kelle loodud intellektuaalomand artiklite ja patentidena kuulub ülikoolidele. Nende litsentseerimine loodud või toimivatele ettevõtetele saab luua väärtuste loomise ahela, uute töökohtade loomise ja ettevõtetes tehtava teadus- ja arendustegevuse. Sageli on vajalik ülikoolis loodud tehnoloogiad optimeerida, valideerida, luua prototüübid, uuesti valideerida ning seejärel toota ja maha müüa. Kõik need ettevõtetes toimuvad etapid ei ole tehtavad ülikoolis, kus puudub selleks ressurss ja kompetents. Praeguseks on meie ettevõttes Icosagen olukord ehk teistsugune. Meil töötab 17 doktorikraadiga ja järeldoktorantuuri läbinud teadlast. Me oleme suutelised ka ise looma intellektuaalomandit, tegema tehnoloogia ülekannet nii meie firmas kui meie klientidele.

Ma olen arvamusel, et Eesti teadussüsteem peab muutuma ja teadlastelt selgelt nõudma (kui eriala seda võimaldab) teadustöö tulemuse intellektuaalomandina defineerimist, selle kaitsmist ja kommertsialiseerimist. Ülikoolid peaksid mugavustsoonist välja tulema ja omalt poolt lisama oma tegevuse eesmärgina kõrgtehnoloogiliste ettevõtete rajamise, mille aluseks saab ülikoolis loodud intellektuaalomand. Ilmselt peab selleks saama riigieelarvelise lisafinantseeringu, aga vaid nii näen ma meie kõrgetasemelise teaduse väljundit Eesti riigi majanduse ja ettevõtluse toimimisse. Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium peaks ükskord reaalselt pöörduma ülikoolide poole ning alustama dialoogi, kuidas majandus ja ettevõtlus meie riigis moderniseerida. Ainult sellise tegevuse tulemusena kasvab Eesti majanduse kogutoodang ning meie riik ja ühiskond muutuvad oluliselt rikkamaks.

Mart Ustav
Sündinud 16.07.1949

1967 – Tartu 5. keskkool
1972 – Tartu ülikool, füüsika-keemiateaduskond, bioorgaaniline keemia
1979 – keemiakandidaat (PhD) molekulaarbioloogia alal

Mart Ustavit on tunnustatud 1980 Eesti preemiaga valgu biosünteesi mehhanismide uurimise eest, 1996 Eesti riigi teaduspreemiaga papilloomiviiruste replikatsiooni ja onkogeenide toimemehhanismide uurimise eest ning 2001 Eesti Vabariigi Valgetähe III klassi teenetemärgiga.

Mart Ustav on avaldanud üle saja teadusartikli rahvusvahelistes eelretsenseeritavates erialaajakirjades. Tema juhendamisel on kaitstud 15 doktoritööd ja hulgaliselt magistritöid.

Mart Ustav on Tartu ülikooli tehnoloogiainstituudi biomeditsiinitehnoloogia professor, ASi Icosagen, OÜ Icosagen Cell Factory, OÜ Icopark juhatuse, OÜ Amplikon liige

Täppisteaduste valdkonna aastapreemia teadustöö „Efektiivsed lahendusmeetodid murruliste tuletistega diferentsiaalvõrrandite ja singulaarsustega integraalvõrrandite jaoks“ eest.

Arvet Pedas

EFEKTIIVSED LAHENDUSMEETODID MURRULISTE TULETISTEGA DIFERENTSIAALVÕRRANDITE JA SINGULAARSUSTEGA INTEGRAALVÕRRANDITE JAOKS

Murrulise tuletise ja murrulise diferentseerimise mõisted on pakkunud huvi juba kaua aega. Murrulise diferentseerimise all mõistetakse tavaliselt mingi funktsiooni mittetäisarvulist järku tuletise leidmist. Kuna matemaatilise analüüsi kujunemise algusaegadel ei olnud näha, millised võiksid olla murruliste tuletiste rakendusvõimalused, käsitleti murrulise diferentseerimisega seotud küsimusi vaid teoreetilisest vaatepunktist ja kaua suhtuti murrulisse tuletisse kui kasutusse kurioosumisse.

Viimase veerandsajandi jooksul on huvi murruliste tuletiste vastu hüppeliselt tõusnud. Nimelt pandi tähele, et sageli kirjeldavad murrulisi tuletisi sisaldavad diferentsiaalvõrrandid mitmesuguste materjalide ja protsesside käitumist paremini kui klassikalised täisarvulist järku tuletistega diferentsiaalvõrrandid. Murrulisi tuletisi sisaldavate võrrandite kasutamine on hädavajalik näiteks põhjavete voolamise mõõtmisel; samuti materjaliteaduses selle analüüsil, kuidas sumbuvad lained viskoossetes polümeerides ja plastmassides. Võib öelda, et murruliste tuletistega diferentsiaalvõrrandite teooria ja meetodid selliste võrrandite lahendamiseks omandavad järjest suurema tähtsuse tänu selliste võrrandite uutele rakendusvõimalustele füüsikas, mehaanikas, tehnikas, keemias, bioloogias, meditsiinis ja teistes valdkondades.

Vaatlen kõigepealt mõningaid ajaloolisi aspekte murrulise tuletise mõiste arengus. Seejärel esitan lühiülevaate auhinna saanud tööde tsükli olulisematest tulemustest murruliste tuletistega diferentsiaalvõrrandite ja nõrgalt singulaarsete integraalvõrrandite valdkonnas.

Pikk tee tavatuletise juurest murrulise tuletiseni

Juba gümnaasiumis õpitakse, et funktsiooni tuletis on funktsiooni muudu ja funktsiooni argumendi muudu suhte piirväärtus, kui argumendi muut läheneb nullile. Panen öeldu kirja mõnevõrra täpsemalt. Olgu t funktsiooni $y = y(t)$ määramispiirkonna sisepunkt. Siis on funktsiooni y väärtus määratud nii punktis t kui ka selle mingis väikeses ümbruses. Olgu muutuja h selline, et $t+h$ kuulub funktsiooni y määramispiirkonda. Vaatleme suhet $[y(t + h) - y(t)]/h$, mille nimetaja h läheneb nullile. Et protsessis $h \to 0$ muutujal h võivad olla vaid nullist erinevad väärtused, siis jagamine suurusega h on alati lubatav. Kui sellel

suhtel on protsessis $h \to 0$ olemas piirväärtus, siis seda piirväärtust nimetatakse funktsiooni y tuletiseks kohal *t* ja tähistatakse $y'(t)$:

$$y'(t) = \lim_{h \to 0} \frac{y(t+h) - y(h)}{h}. \qquad (1)$$

Kui funktsioonil $y = y(t)$ on lõplik tuletis kohal *t*, siis öeldakse, et ta on diferentseeruv sellel kohal.

Lisaks tähistusele $y'(t)$ kasutatakse funktsiooni $y = y(t)$ tuletise märkimiseks ka tähistusi y', $dy(t)/dt$, dy/dt, $(Dy)(t)$ ja Dy. Viimasel kahel juhul nimetatakse suurust D diferentseerimise operaatoriks, st teisenduseks, mis igale diferentseeruvale funktsioonile seab vastavusse selle funktsiooni tuletise.

Mehaanika seisukohalt tähendab funktsiooni y tuletis $y'(t)$ seaduse $y = y(t)$ alusel liikuva keha, näiteks auto kiirust ajahetkel *t*.

Kui funktsioon y on diferentseeruv antud punkti mingis ümbruses, siis on tal lõplik tuletis selle ümbruse igas punktis. Vastavus $t \to y'(t)$ määrab üldiselt uue funktsiooni $y' = y'(t)$. See omakorda võib olla diferentseeruv mingites oma määramispiirkonna punktides. Seejuures funktsiooni y' tuletist kohal *t* nimetatakse funktsiooni y teist järku tuletiseks ehk teiseks tuletiseks kohal *t* ja märgitakse sümboliga $y''(t)$. Üldiselt, olgu m mingi naturaalarv, st m kuulub naturaalarvude hulka $N_1 = \{1, 2, \ldots\}$ ning olgu funktsioonil y kohal *t* olemas lõplik $(m-1)$-järku tuletis. Kui sellel $(m-1)$-järku tuletisel on kohal *t* omakorda olemas tuletis, siis viimast nimetatakse funktsiooni y m-ndat järku ehk m-järku tuletiseks kohal *t* ja märgitakse sümboliga $y^{(m)}(t)$, aga ka sümbolitega $y^{(m)}$, $d^{(m)}y(t)/dt^m$, $d^m y/dt^m$, $(D^{(m)}y)(t)$ ja $D^{(m)}y$. Kui $m = 1$, siis mõistame funktsiooni 0-järku tuletise osas funktsiooni ennast: $y^{(0)} = y(t)$.

Toodud arutelu tugineb eeldusele, et funktsiooni y tuletise järk m on naturaalarv. Sellel kitsendusel pole mingit fundamentaalset põhjust. Seetõttu on loogiline küsida, mis saab siis, kui funktsiooni tuletise järk m ei ole naturaalarv? Selline küsimus kerkis üles juba ajal, kui Isaac Newton (1642–1717) ja Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716) panid aluse kõrgema matemaatika vundamendiks olevale diferentsiaal- ja integraalarvutusele. Kui Leibniz tutvustas ühes oma kirjas Guillaume de L'Hospitalile (1661–1704) funktsiooni $y = y(t)$ m-järku tuletise märkimiseks Leibnizi kasutusele võetud tähistust $d^m y/dt^m$ (eeldades vaikimisi, et m on naturaalarv), sai ta vastuseks küsimuse: „Mida tähendab $d^m y/dt^m$ juhul, kui m = 1/2?" Vastuse leidmine sellele küsimusele osutus väga raskeks ülesandeks. Leibniz ei suutnud sellele küsimusele anda ammendavat vastust. Viimaks arvas ta prohvetlikult, et see küsimus kujutab endast teatavat paradoksi, millest ehk vaid tulevikus saab kasulikke järeldusi teha.

Seda L'Hospitali 1695. aastal esitatud küsimust võib pidada oluliseks teetähiseks funktsiooni murrulise tuletise mõiste arengus. Alates sellest ajast hakkasid matemaatikud, füüsikud, mehaanikud ja teiste valdkondade esindajad mõtlema, kas ja kuidas saab funktsiooni tuletise mõistet nii üldistada, et see katab ka olukorrad, kus tuletise järk on naturaalarvust erinev positiivne reaalarv, näiteks 4/5, 3/2, $\sqrt{2}$, või π. Tänapäeval teame, et selline üldistamine on võimalik. Ometi ei suudetud kaua aega jõuda positiivsete tulemusteni. Kulus enam kui poolteist sajandit, enne kui Georg Friedrich Bernhard Riemann (1826–1866) ja Joseph Liouville (1809–1882) 19. sajandi teisel poolel leidsid, et funktsiooni murrulise diferentseerimise mõisteni saab jõuda integreerimise kaudu. Seda saab teha teatava integraaloperaatori abil, mida tänapäeval on hakatud nimetama Riemanni-Liouville'i integraaloperaatoriks või Riemanni-Liouville'i murrulise integreerimise operaatoriks.

Termini „operaator" all mõistetakse matemaatikas tavaliselt teatavat spetsiifilist matemaatilist operatsiooni, milleks võib olla teisendus, kujutus, funktsioon, eeskiri jne. Täpsemalt saame operaatori defineerida järgmisel viisil. Olgu Y ja Z mingid etteantud hulgad, st mingi tunnuse alusel üheks tervikuks kokku võetud objektid. Hulka koondatud objekte nimetame selle elementideks. Kui igale elemendile y hulgas Y on teatud eeskirja A põhjal seatud vastavusse element z hulgas Z, siis öeldakse, et hulgal Y on määratud operaator A ja kirjutatakse $A: Y \to Z$ ning $z = Ay$. Hulkasid Y ja Y nimetatakse vastavalt operaatori A määramispiirkonnaks ja väärtuste piirkonnaks. Kui operaatori A väärtuste piirkond Z langeb kokku operaatori A määramispiirkonnaga Y, siis operaator $A: Y \to Y$ defineerib teatava teisenduse vaid hulga Y elementide vahel.

Järgnevas vaatleme hulga Y osas hulka $C[0,b]$, mis koosneb kõigist lõigul $[0,b]$ pidevatest funktsioonidest ja operaatori A osas Riemanni-Liouville'i integraaloperaatorit J^{δ}, mille defineerimisele kohe asume.

Olgu $\delta > 0$ mingi reaalarv. Riemanni-Liouville'i δ-järku integraaloperaatoriks ehk murrulise integreerimise operaatoriks J^{δ} nimetatakse operaatorit $J^{\delta}: C[0,b] \to C[0,b]$, mis seab igale pidevale funktsioonile y hulgas $C[0,b]$ vastavusse pideva funktsiooni $J^{\delta} y$ hulgas $C[0,b]$ valemiga

$$\left(J^{\delta} y\right)(t) = \frac{1}{\Gamma(\delta)} \int_0^t (t-s)^{\delta-1} y(s)\, ds, \quad 0 \le t \le b, \quad y \in C[0,b], \quad \delta > 0, \tag{2}$$

kus $\Gamma(\delta)$ on L. Euleri (1707–1883) gammafunktsiooni $\Gamma(\delta) = \int_0^{\infty} e^{-s} s^{\delta-1} ds$ väärtus kohal δ. Valemis (2) oleva integraali alumiseks rajaks on 0 ja ülemiseks rajaks t, kus t on fikseeritud (kuid suvaline) väärtus lõigus $[0,b]$. Vastav integraal valemis (2) kujutab endast seega muutuja t funktsiooni. Saab näidata, et see funktsioon, järelikult ka $J^{\delta} y$ on pidevad funktsioonid kohal t ning operaator

J^δ tõepoolest seab igale pidevale funktsioonile y hulgas $C[0,b]$ vastavusse pideva funktsiooni $J^\delta y$ hulgas $C[0,b]$.

Kui $\delta = 0$, siis valem (2) ei ole rakendatav. Sel juhul defineerime operaatori J^0 võrdusega

$$\left(J^0 y\right)(t) = y(t), \quad 0 \le t \le b, \quad y \in C[0,b]. \tag{3}$$

Definitsiooni (3) mõte on, et operaator $J^0 : C[0,b] \to C[0,b]$ on ühikoperaator, st teisendus, mis igale lõigus $[0,b]$ pidevale funktsioonile y seab vastavusse sama funktsiooni y. Teiste sõnadega, J^0 rakendamine on selline tegevus, mille tulemusena üldse midagi ei muutu.

Tuginedes operaatori J^δ mõistele, saame defineerida Riemanni-Liouville'i murrulise tuletise. Olgu $\alpha > 0$ ja olgu $m \in N_1$ selline naturaalarv, et $m-1 < \alpha \le m$. Funktsiooni $y = y(t)$ Riemanni-Liouville'i α-järku murruline tuletis $D^\alpha_{R-L} y$ kohal *t* defineeritakse järgmise valemiga (Diethelm, 2010):

$$\left(D^\alpha_{R-L} y\right)(t) = \frac{d^m}{dt^m}\left(J^{m-\alpha} y\right)(t), \quad 0 \le t \le b, \quad m-1 < \alpha \le m, \quad m \in N_1, \tag{4}$$

kus funktsioon $\left(J^{m-\alpha} y\right)(t)$ on määratud valemiga (2), kui $\delta = m - \alpha > 0$ ja valemiga (3), kui $m - \alpha = 0$. On selge, et valemit (4) saame kasutada vaid niisuguste funktsioonide $y \in C[0,b]$ Riemanni-Liouville'i murruliste tuletiste $D^\alpha_{R-L} y$ leidmiseks, mille korral funktsioonil $J^{m-\alpha} y$ on olemas *m*-järku tavatuletis $D^m J^{m-\alpha} y$ kohal t. Vastasel korral me ei saaks võtta funktsioonist $J^{m-\alpha}$ *m*-ndat tuletist, nagu on nõutud valemis (4).

Kui $\alpha = m \in N_1$, st α on naturaalarv *m*, siis järeldub valemist (4), et iga t korral lõigus $[0,b]$ kehtib võrdus $\left(D^m_{R-L} y\right)(t) = d^m y(t) / dt^m$ ehk $D^m_{R-L} y = D^m y$, kus D^m on tavaline *m*-järku diferentseerimise operaator. Teiste sõnadega, täisarvulist järku Riemanni-Liouville'i murruline tuletis funktsioonist y langeb kokku sama järku tavatuletisega funktsioonist y. Seega valemiga (4) defineeritud Riemanni-Liouville'i murruline tuletis on tõepoolest tavatuletise mõiste üldistus juhule, kus tuletise järk võib olla mis tahes positiivne reaalarv. Seejuures nimetust „murruline tuletis" või „murrulist järku tuletis" kasutatakse reaalarvulist järku tuletise korral tänapäevani.

Riemanni-Liouville'i murrulise tuletise mõistel on üks suur puudus. Nimelt on tavatuletiste vallast hästi teada, et konstandi C tuletis võrdub nulliga. Valemist (1) on ilmne, et kui $y \equiv C$, siis y tuletist määrav piirväärtus (1) on võrdne nulliga ja seega $C' = 0$. Valemist (4) aga järeldub, et üldjuhul Riemanni-Liouville'i murruline tuletis konstandist C ei ole võrdne nulliga. Selle valemi

rakendamisel saame, et $D^{\alpha}_{R-L}C$ on nullist erinev, kui C on nullist erinev ja $\alpha > 0$ ei ole naturaalarv.

Nimetatud puudusest on vaba funktsiooni y Riemanni-Liouville'i murrulise tuletise teatav modifikatsioon $D^{\alpha}_{Cap}y$, mis on samuti defineeritud mistahes positiivse reaalarvu $\alpha > 0$ jaoks ning mille 1967. aastal esitas Itaalia geofüüsik Michele Caputo. Lihtsuse mõttes piirdume funktsiooni $y = y(t)$ Caputo murrulise tuletise $D^{\alpha}_{Cap}y$ mõiste käsitlemisel vaid juhuga, kui $0 < \alpha < 1$. Suuremate α väärtuste korral on Caputo murrulise tuletise $D^{\alpha}_{Cap}y$ definitsioon analoogiline, kuid tehniliselt komplitseeritum. Sarnaselt Riemanni-Liouville'i murrulise tuletisega langeb täisarvulist järku Caputo murruline tuletis funktsioonist y kokku sama järku tavatuletisega funktsioonist y. Erinevalt Riemanni-Liouville'i murrulisest tuletisest on aga Caputo tuletis $D^{\alpha}_{Cap}C$ võrdne nulliga mis tahes konstandi C puhul.

Kui $0 < \alpha < 1$, siis funktsiooni $y = y(t)$ Caputo α-järku murruliseks tuletiseks kohal t nimetatakse funktsiooni $D^{\alpha}_{Cap}y$, mis on defineeritud järgmise valemiga (Diethelm, 2010):

$$\left(D^{\alpha}_{Cap}y\right)(t) = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)}\frac{d}{dt}\int_0^t (t-s)^{-\alpha}\left[y(s) - y(0)\right]ds, \quad 0 \le t \le b, \quad 0 < \alpha < 1, \qquad (5)$$

kus Γ on, nagu ülalgi, Euleri gammafunktsioon.

Saab näidata, et kui $y \in C^1[0,b]$, st kui funktsioonil $y = y(t)$ on olemas pidev tuletis $y'(t)$ iga t korral lõigus $[0,b]$, siis valemiga (5) määratud funktsioon $D^{\alpha}_{Cap}y$ on pidev lõigul $[0,b]$. Teiste sõnadega, tingimus $y \in C^1[0,b]$ on piisav selleks, et funktsioonil y on olemas pidev Caputo tuletis $D^{\alpha}_{Cap}y \in C[0,b]$.

Pikka aega oli ebaselge, millised tingimused on selleks tarvilikud. See sai selgeks alles 2016. aastal, kui ilmus akadeemik Gennadi Vainikko põhjapanev töö (Vainikko, 2016) funktsioonide murrulise diferentseeruvuse kohta. Selles töös on murrulise diferentseerimise operaatorina vaadeldud Riemanni-Liouville'i operaatori J^{δ} pöördoperaatorit ja leitud üldine kriteerium lõigul pideva funktsiooni murrulise diferentseeruvuse jaoks. Saadud üldiste tulemuste baasil on esitatud murruliselt diferentseeruvate funktsioonide klassi ammendav kirjeldus nii Riemanni-Liouville'i kui ka Caputo definitsiooni korral. Muu hulgas on antud tarvilikud ja piisavad tingimused selleks, millal funktsioonil $y \in C[0,b]$ on olemas valemiga (5) määratud Caputo murruline tuletis $D^{\alpha}_{Cap}y \in C[0,b]$.

Murruliste tuletistega diferentsiaalvõrrandid

Murruliste tuletistega diferentsiaalvõrrandiks nimetatakse võrrandit, mis seob otsitavat funktsiooni $y = y(t)$ tema murrulist järku tuletistega ja sõltumatu muutujaga t. Auhinna saanud tööde tsüklis on käsitletud nii lineaarsete kui ka mittelineaarsete Caputo murruliste tuletistega diferentsiaalvõrrandite lahendamisega seotud probleeme. Lineaarsel juhul on vaadeldud võrrandeid

$$\left(D_{Cap}^{\alpha_p} y\right)(t) + d_0(t)\left(D_{Cap}^{\alpha_0} y\right)(t) + \cdots$$

$$+\ d_{p-1}(t)\left(D_{Cap}^{\alpha_{p-1}} y\right)(t) + \int_0^t K(t,s)y(s)\,ds = f(t), \qquad (6)$$

kus $0 \le t \le b$, $p \in N$, arvud α_0, …, α_p, on sellised, et $0 \le \alpha_0 < \alpha_1 < \ldots < \alpha_p$ ja d_0, …, d_{p-1}, K, f on antud funktsioonid ning $y = y(t)$ on otsitav. Mittelineaarsel juhul oleme vaadelnud võrrandeid kujul

$$\left(D_{Cap}^{\alpha_p} y\right)(t) = g(t,y), \quad 0 \le t \le b. \qquad (7)$$

Siin $\alpha > 0$, $g(t,y)$ on teadaolev muutujate t ja y funktsioon ning $y = y(t)$ on otsitav.

Kuna enamikul juhtudel ei ole niisuguste võrrandite täpne lahendamine võimalik, siis tuleb kasutada numbrilisi meetodeid nende ligikaudseks lahendamiseks. Siin tekivad aga kohe raskused, sest murruliste tuletistega diferentsiaalvõrrandite korral üldiselt ei kehti täisarvuliste tuletistega diferentsiaalvõrrandite vallast tuntud tulemused, kus võrrandi lahendi siledusomadused on täielikult ära määratud võrrandi algandmete omadustega. Näiteks on võrrandi (6) lahendi $y = y(t)$ (tava)tuletised tüüpiliselt tõkestamata integreerimislõigu $[0,b]$ otspunkti $t = 0$ lähedal ka siis, kui selle võrrandi kordajad d_0, …, d_{p-1}, vabaliige f ja tuum K on siledad, st neil on olemas küllalt kõrget järku tuletised, mis on pidevad vastavalt lõigu $[0,b]$ ja ruudu $[0,b]\times[0,b]$ kõigis punktides. Analoogiline on olukord võrrandi (7) lahendite jaoks. Nende tuletised võivad omada singulaarsusi (iseärasusi) lõigu $[0,b]$ vasakpoolses otspunktis ka siis, kui selle võrrandi parem pool $g(t,y)$ on lõpmata arv kordi pidevalt diferentseeruv ja ei oma mingeid iseärasusi.

Väga paljudes murruliste tuletistega diferentsiaalvõrrandite ligikaudset lahendamist käsitlevates töödes pole viimast asjaolu arvesse võetud. Esitatud meetodi efektiivsust näidatakse sageli vaid testülesannete lahendamise teel või tõestatakse meetodi koonduvus eeldusel, et vaadeldava ülesande lahendil on tervel integreerimislõigul olemas küllalt kõrget järku pidevad tuletised, seega eeldusel, et lahendi tavatuletistel pole mingeid iseärasusi. Sellise eelduse korral on saadavad tulemused marginaalse tähtsusega, sest nad on rakendatavad vaid väga tillukese ülesannete klassi korral.

Et konstrueerida kõrget järku täpsusega numbrilisi meetodeid, mis võtaksid arvesse murruliste tuletistega diferentsiaalvõrrandi lahendi iseärase käitumise, on töödes (Pedas, Tamme, 2015; Pedas jt, 2015a, b, 2016, 2017a, 2018) kõigepealt uuritud vaadeldava murruliste tuletistega diferentsiaalvõrrandi lahendi diferentseeruvusega seotud küsimusi ja selgitatud välja lahendi tavatuletiste võimalik iseärane käitumine. Vastavate fundamentaalset tähtsust omavate tulemuste saamiseks on töötatud välja originaalne metoodika. Võrrandit kirjeldavatest andmetest lähtuvalt on sisse toodud poollõigul [0,b] siledate funktsioonide kaaluruumid, kus funktsioonide tavatuletised võivad olla tõkestamata punkti 0 lähedal. Seejärel on näidatud, et kui vaadeldav ülesanne on lahenduv, siis tema lahend on vastava kaaluruumi element.

Lahendi diferentseeruvuse ja tuletiste käitumise kohta saadud informatsiooni alusel on vaadeldava murruliste tuletistega diferentsiaalvõrrandi lahendamiseks konstrueeritud selliseid lähislahendite arvutusskeeme, mis koonduvad diferentsiaalvõrrandi täpseks lahendiks „optimaalse“ kiirusega. Optimaalne tähendab selles kontekstis kiirust, millega koonduvad siledate lähteandmetega täisarvulist järku tuletistega võrrandite lahendid. Lisaks sellele on enamikul juhtudel leitud tingimused, mille korral lähislahendite koondumine on veelgi kiirem, teisisõnu on näidatud, millal leiab aset lähislahendite globaalne superkoondumine (ülikiire koondumine).

Juhul kui ülesande lahendi tavatuletiste singulaarsused on küllalt tugevad, tuleb lähislahendite kiire koonduvuse saavutamiseks kasutada spetsiaalselt gradueeritud ebaühtlasi võrkusid. Selliste võrkude punktid paiknevad arvutuspiirkonnas ebaühtlaselt ning asuvad järjest tihedamalt punkti 0 lähistel, milles lahendi tuletised võivad olla singulaarsed. Liiga tugevalt gradueeritud ebaühtlaste võrkude kasutamine võib aga ümardamisvigade kuhjumise tõttu põhjustada suurt täpsuse kadu vajalike arvutuste läbiviimisel. Täpsuse kao vähendamiseks on töödes (Kolk jt, 2015, 2016; Pedas jt, 2017b) välja töötatud sellised numbrilised meetodid, mille korral teisendatakse kõigepealt sobiva muutujavahetuse abil lähtevõrrandit. Seejärel kasutatakse teisendatud võrrandiga samaväärse (kuid paremate siledusomadustega lahendiga) võrrandi ligikaudseks lahendamiseks tükiti polünomiaalset kollokatsioonimeetodit[8] ühtlase võrgu või väikese ebaühtlusega võrgu korral. On tõestatud lähislahendite koondumine ja tuletatud hinnangud lähislahendite vigade jaoks. On näidatud, milliste võrkude ja

[8] Kollokatsioonimeetodi puhul otsitakse võrrandile lahendit teatavate tuntud funktsioonide lineaarkombinatsiooni näol. Autor on valinud selleks tükiti polünomiaalsed funktsioonid, millest ka meetodi nimi. Lähislahend leitakse tingimusest, et see rahuldab võrrandit täpselt teatavas hulgas punktides, mida hüütakse kollokatsioonisõlmedeks. Nõnda moodustatakse kõnesoleva lineaarkombinatsiooni kordajate jaoks lineaarne võrrandisüsteem. Meetodi efektiivsus ja täpsus sõltub nii lähislahendisse kaasatud funktsioonide kui ka kõnesolevate sõlmede (arvutuspunktide) valikust. Nende sõlmede hulka hüütakse (arvutus)võrguks. (Toim)

algandmete siledusomaduste korral leiab aset lähislahendite globaalne superkoondumine.

Töös (Lätt jt, 2015) on esitatud tarvilikud ja piisavad tingimused lineaarse singulaarse murruliste tuletistega diferentsiaalvõrrandi lõigul $[0,b]$ m korda pidevalt diferentseeruva (lühidalt C^m -sileda) lahendi olemasoluks ja ühesuseks. Võrrandi üldliige omab kuju $a(t)t^{\alpha}\left(D_0^{\alpha}y\right)(t)$, kus $\alpha>0$, $t\in[0,b]$, $a(t)$ on antud C^m-sile funktsioon ja $y=y(t)$ on otsitav funktsioon; liikme teeb iseäraseks (singulaarseks) tegur t^{α}. Siin murruline α -järku diferentseerimise operaator $D_0^{\alpha}(\alpha>0)$ on defineeritud kui α -järku Riemanni-Liouville'i integraaloperaatori J^{α} pöördoperaator $\left(J^{\alpha}\right)^{-1}$:

$$D_0^{\alpha}v=\left(J^{\alpha}\right)^{-1}v,\quad v\in J^{\alpha}C[0,b].$$

Siin $J^{\alpha}C[0,b]$ on operaatori J^{α} väärtuste piirkond. Töös saadud kriteerium singulaarse murruliste tuletistega diferentsiaalvõrrandi C^m -sileda lahendi olemasoluks on fundamentaalse tähtsusega kõrget järku täpsusega numbriliste meetodite konstrueerimisel vastavate võrrandite ligikaudseks lahendamiseks.

Nõrgalt singulaarsed integraalvõrrandid

Integraalvõrrandid, nende hulgas Fredholmi teist liiki integraalvõrrand

$$y(t)=\int_0^t K(t,s)y(s)\,ds+f(t)\quad(0\le t\le b) \tag{8}$$

on füüsika, mehhaanika, bioloogia ja muude teadusharude oluline modelleerimisvahend. Võrrandis (8) on vabaliige $f=f(t)$ ja tuum $K=K(t,s)$ antud, funktsioon $y=y(t)$ on otsitav. Mitmete praktilistes rakendustes ette tulevate võrrandite tuumal $K(t,s)$ on diagonaalil $s=t$ sageli iseärasus kujul:

$$K(t,s)=a(t,s)|t-s|^{-v},\quad 0<v<1, \tag{9}$$

kus kordaja $a(t,s)$ on määratud ja pidev kinnises ruudus $\{(t,s):0\le t\le b,\,0\le s\le b\}$. Kuna tuuma (9) korral on tagatud, et

$$\sup_{0\le t\le b}\int_0^b |K(t,s)|\,ds<\infty,$$

siis näeme, et iseärasus tuumas (9) on integreeruv. Niisuguseid iseärasusi nimetatakse nõrkadeks vastukaaluks tugevatele iseärasustele, mille korral võrrandis esinev integraal hajub. Kui $K(t,s)$ on nõrgalt singulaarne tuum, siis nimetatakse võrrandit (8) nõrgalt singulaarseks Fredholmi (teist liiki) integraalvõrrandiks.

Tuuma iseärasused reeglina tekitavad integraalvõrrandi lahendi iseärasusi integreerimislõigu $[0,b]$ otspunktides $t=0$ ja $t=b$. Tuginedes olemasolevale informatsioonile lahendi iseärasuste kohta oleme konstrueerinud efektiivsed lahendusalgoritmid niisuguste võrrandite numbriliseks lahendamiseks.

Töödes (Orav-Puurand jt, 2015, 2017) on nõrgalt singulaarse tuumaga Fredholmi

teist liiki integraalvõrrandi lähislahendi leidmiseks töötatud välja efektiivsed meetodid, mis põhinevad lahendi tuletiste iseärasusi maha suruval muutujate vahetusel ja integreerimislõigu osalõikude $[ih,(i+1)h]$ (i on siin lõigu järjekorranumber ja h on võrgu samm) keskosaga seotud interpolatsioonil ühtlase võrgu korral. Osutub, et kui interpolatsioonipunktidena kasutada mitte osalõigu $[ih,(i+1)h]$ sisepunkte, vaid osalõigu otspunkte ja nende naabersõlmi kh, siis jõuame lõigu „keskosa interpoleerimise" skeemideni. Sellise lähenemise korral on integraalvõrrandi lähislahend oluliselt suurema täpsusega, kui sama tundmatute arvuga lähislahend traditsioonilises kollokatsioonimeetodis. Samuti on näidatud, et sellisel meetodil on head stabiilsusomadused.

Töös (Rehman jt, 2018) on konstrueeritud kiire lahendusmeetod lineaarse nõrgalt singulaarse Fredholmi teist liiki integraalvõrrandi jaoks. Siin „kiire meetod" (ingl *fast solver*) tähendab meetodit, mis antud ülesannete klassi korral annab optimaalset järku täpsuse ning mille realisatsioon on „odavaim" võrreldes teiste meetoditega. Teiste sõnadega, kiire meetod on meetod, mille puhul lähislahendi võimalikult suur täpsus saavutatakse võimalikult väikese aritmeetiliste tehete arvu korral. Need on tugevad nõuded. Seni on sellele definitsioonile vastavaid kiireid meetodeid õnnestunud konstrueerida vaid selliste Fredholmi teist liiki integraalvõrrandite jaoks, millede tuumad ja vabaliikmed on siledad, samuti perioodiliste nõrgalt singulaarsete integraalvõrrandite jaoks.

Mitteperioodiliste nõrgalt singulaarsete integraalvõrrandite korral oli probleem kuni siiani lahtine, alles sel aastal ilmunud töös (Rehman jt, 2018) on saadud olulisi tulemusi selle probleemi lahendamisel.

Töös (Diogo jt, 2017) on vaadeldud keerukamaid, kahe tuumaga integrodiferentsiaalvõrrandeid kujul

$$y'(t)=\int_0^t K(t,s)y(s)\,ds+$$
$$+\int_0^t K_1(t,s)y'(s)\,ds+f(t)\ ,\ 0\le t\le b\,, \tag{10}$$

kus $K(t,s)$ ja $K_1(t,s)$ võivad $s=t$ korral omada mitmesuguseid singulaarsusi (iseärasusi) ning $f(t)$ võib olla iseärane $t=0$ korral. Kõigepealt on uuritud vaadeldavate võrrandite lahendite võimalikke singulaarsusi. Seejärel on saadud informatsiooni alusel välja töötatud kõrget järku täpsusega lahendusalgoritmid, mis kasutavad võrrandi lahendi rajasingulaarsusi hävitavat muutujate vahetust ning tükiti polünomiaalset kollokatsiooni ühtlasel või nõrgalt ebaühtlasel võrgul. On tehtud oluline samm arvutuste standardiseerimise osas näidates, et sobiva muutujate vahetusega saab võrrandi esitada kujul, milles lahendi iseärasused mahenevad sedavõrd, et kollokatsioonimeetodi abil ühtlasel võrgul määratud tükiti $(m-1)$-järku polünomiaalne lähislahend aproksimeerib täpset lahendit (optimaalse) täpsusega cn^{-m}, kus n on võrgupunktide arv ja c on konstant, mis ei sõltu suurusest n.

Võrgu ühtlasus loob eeldused töötada tulevikus välja töö (Rehman jt, 2018) mõttes kiired meetodid, mis optimaalse täpsuse cn^{-m} saavutaksid $c_1 n$ tehtega. Selliste meetodite puhul kasvab vajalik tehete arv võrdeliselt arvutuspunktide arvuga. Kollokatsioonisüsteemi otselahendamine näiteks Gaussi meetodiga maksab $c_2 n^3$ tehet, teisisõnu, sõlmede arvu kahekordistamine tähendab 8 korda rohkem tehteid. Kahe võrgu meetodiga saab tehete arvu alandada $c_3 n^2$-le, st tehete arv kasvab võrdeliselt arvutuspunktide arvu ruuduga. Edasine tehete arvu vähendamine nõuab aga täiesti uut lähenemisviisi, sest juba elemente on kollokatsioonisüsteemis $c_4 n^2$ tükki. Siin konstandid c, c_1, c_2, c_3 ja c_4 ei sõltu suurusest n.

Lõpetuseks tänan kõiki, kes on mind senise teadlaskarjääri jooksul toetanud ja aidanud. Olen tänulik emeriitprofessor Enn Tammele ja doktorant Mikk Vikerpuurile, kellega koostöös on saadud mitmeid olulisi tulemusi murruliste tuletistega diferentsiaalvõrrandite jaoks. Eriline tänu akadeemik Gennadi Vainikkole, kellega on olnud suurepärane teaduslik koostöö pikkade aastate vältel, alates minu kandidaaditöö juhendamisest aspirantuuriaastatel kuni praeguseni. Paljud mõttearendused ja diskussioonid temaga on aidanud mul kujuneda teadlaseks, kes ma täna olen. Suur tänu minu abikaasale, kelle toetava ja mõistva suhtumise toel olen aeg-ajalt saanud ennastunustavalt teadusse sukelduda.

VIITED

Diethelm, K. 2010. The Analysis of Fractional Differential Equations. Springer, Berlin Heidelberg. (Lecture Notes in Mathematics 2004).

Diogo, T., Lima, P., Pedas, A., Vainikko, G. 2017. Smoothing transformation and spline collocation for weakly singular Volterra integro-differential equations. − Applied Numerical Mathematics, 114, 63–76.

Kolk, M., Pedas, A., Tamme, E. 2015. Modified spline collocation for linear fractional differential equations. − Journal of Computational and Applied Mathematics, 283, 2840.

Kolk, M., Pedas, A., Tamme, E. 2016. Smoothing transformation and spline collocation for linear fractional boundary value problems. − Applied Mathematics and Computation, 283, 234−250.

Lätt, K., Pedas, A., Vainikko, G. 2015. A smooth solution of a singular fractional differential equation. − Journal of Analysis and Applications, 34 (2), 127−146.

Orav-Puurand, K., Pedas, A., Vainikko, G. 2015. A collocation method based on the central part interpolation for integral equations. − Constanda, C., Kirsch, A. (eds). Integral Methods in Science and Engineering. Springer, 441−453.

Orav-Puurand, K., Pedas, A., Vainikko, G. 2017. Central part interpolation schemes for integral equations with singularities. − Journal of Integral Equations and Applications, 29 (3), 401–440.

Pedas, A., Tamme, E. 2015. Numerical solution of nonlinear fractional boundary value problems. − American Institute of Physics Conference Proceedings, 1648, 150013-1150013-4.

Pedas, A., Tamme, E. Vikerpuur, M. 2015a. Spline collocation for fractional integrodifferential equations. − Lecture Notes in Computer Science, 9045, 315−322.

Pedas, A., Tamme, E., Vikerpuur, M. 2015b. Piecewise polynomial collocation for a class of fractional integro-differential equations. − Constanda, C., Kirsch, A. (eds). Integral Methods in Science and Engineering. Springer, 471−482.

Pedas, A., Tamme, E., Vikerpuur, M. 2016. Spline collocation for fractional weakly singular integro-differential equations. − Applied Numerical Mathematics, 110, 204−214.

Pedas, A., Tamme, E., Vikerpuur, M. 2017a. Spline collocation for a class of nonlinear fractional boundary value problems. − American Institute of Physics Conference Proceedings, 1863 (1), 160010-1–160010-4.

Pedas, A., Tamme, E., Vikerpuur, M. 2017b. Smoothing transformation and spline collocation for nonlinear fractional initial and boundary value problems. − Journal of Computational and Applied Mathematics, 317, 1–16.

Pedas, A., Tamme, E., Vikerpuur, M. 2018. Numerical solution of fractional integrodifferential equations with non-local boundary conditions. − American Institute of Physics Conference Proceedings, 1978, 120008-1–120008-4.

Rehman, S., Pedas, A., Vainikko, G. 2018. Fast solvers of weakly singular integral equations. − Mathematical Modelling and Analysis, 23 (4), 639–684.

Vainikko, G. 2016. Which functions are fractionally differentiable? − Zeitschrift für Analysis und ihre Anwendungen, 35 (4), 465–487.

Arvet Pedas
Sündinud 2.03.1948

1966 – Misso keskkool
1971 – Tartu riiklik ülikool, matemaatika
1978 – füüsika-matemaatikakandidaat (PhD, Tartu riiklik ülikool)

Avaldanud üle saja teadusliku töö. Juhendanud viit kaitstud doktoritööd (PhD).

Töötanud alates ülikooli lõpetamisest Tartu ülikoolis erinevatel ametikohtadel insenerist professorini.

Keemia ja molekulaarbioloogia valdkonna aastapreemia teadustöö „Geneetika ja genoomikaalased alusuuringud personaalmeditsiini rakendamiseks Eestis“ eest

Tõnu Esko (kollektiivi juht), Reedik Mägi, Krista Fischer ja Lili Milani

GENEETIKA- JA GENOOMIKAALASED ALUSUURINGUD PERSONAALMEDITSIINI RAKENDAMISEKS EESTIS

Tõnu Esko, Reedik Mägi, Krista Fischer, Lili Milani ning
Kristi Läll, Maris Alver, Mart Kals, Kristi Krebs, Sulev Reisberg, Tõnis Tasa

Eesti geenivaramu loodi 2002. aastal. 2010. aastaks ulatus geenidoonorite arv 52 000ni. Praeguseks on geenivaramu tegevus veelgi laiem. Doonoreid on riigi kaasabil õnnestunud leida üle 150 000. Kogutud andmete analüüsimisel on jõutud paljude uudsete tulemusteni. Uuriti haiguste ennetamiseks oluliste riskiskooride määramist, farmakogeneetika (teadus, mis uurib, kuidas mõjutavad geneetilised mutatsioonid ravimite toimet) tulemuste arvestamist ravimite mõjususe ennustamisel, eestlaste geneetilise varieeruvuse mõju personaalse ravi planeerimisele. Jõuti perekondliku hüperkolesteroleemia tuvastamise ja südame-veresoonkonnahaiguste ennetamise mudelini. Perekondliku hüperkolesteroleemia korral on inimesel verest kolesterooli rakkudesse vahendav retseptori (geeni LDLR) häire tõttu kõrge kolesteroolitase. Selliseid inimesi on ligikaudu üks mõnesajast.

Avaldatud on rohkem kui 800 teadusartiklit rahvusvaheliselt tunnustatud teadusajakirjades. Suurem osa neist publikatsioonidest on huvilistele veebis vabalt kättesaadavad. Koostöös erinevate huvigruppidega töötatakse selle nimel, et avastused leiaksid rakendamist Eesti personaalmeditsiinis juba lähitulevikus. Huvi geenivaramu tegevuse vastu on suur. 2018. aastal Eestis korraldatud avaliku arvamuse uuringu (Kantor EMOR) andmetel on 80 protsenti küsitletuist geenivaramu tegemistega kursis. Neist 76 protsenti toetavad riigi personaalmeditsiini kava.

Mis muudab geenivaramu tegevuse elanike jaoks nii oluliseks? Tartu ülikooli (TÜ) Eesti geenivaramu on koostöös arstidega viimase nelja aasta jooksul algatanud mitmeid tagasiside andmise projekte. Üle saja geenidoonori on suunatud erialaspetsialistide juurde. Nende inimeste puhul on alust arvata, et nad vajavad tulevikus vähem haiglaravi. 2017. aasta sügisest hakati andma tagasisidet ning pakkuma nõustamist selleks soovi avaldanud geenidoonoritele nende personaalsete geneetiliste riskide, elustiili muutmise ja ravimite sobivuse kohta. Praeguseks on seda tüüpi infot saanud rohkem kui tuhat geenidoonorit.

Erinevate teadusprojektide ning riigi personaalmeditsiini programmi raames loodavaid geenikaarte saab tulevikus rakendada tervishoius nii

ennetustegevusteks kui ka parema ravi tagamiseks. Seega on geenivaramu tõestanud, et geenidoonorite poolt neile usaldatud andmeid kasutatakse inimeste huvides ning tehakse kõik võimalik haiguste ennetus- ja ravivõimaluste parandamiseks.

Ülegenoomsetest uuringutest personaalse meditsiinini (Läll jt, 2017)

Ülegenoomsete seoseuuringute mõiste tekkis alles 2007. aastal. Siis avaldas biomeditsiiniuuringuid finantseeriva fondi Wellcome Trust initsiatiivil loodud konsortsium Wellcome Trust Case-Control Consortium (WTCCC) artikli, kus sellele metoodikale toetudes otsiti haigusega seotud markereid seitsme haiguse puhul (WTCCC, 2007). Nüüdseks on ülegenoomsetest seoseuuringutest (*Genome-Wide Association Study*, GWAS) saanud üks peamisi uuringuliike geneetilise epidemioloogia vallas. Populaarsusest hoolimata tõid GWAS-uuringud algselt kaasa ka pettumust. Leiti küll haigusseoselisi ühenukleotiidseid polümorfisme (ühe lämmastikaluse erinevus kahe populatsiooni DNA järjestuste samas kohas, *Single Nucleotide Polymorphism* ehk SNP). Üksikult oli nende mõju haigusriskile siiski nii tühine, et loodetud kiiret kasu rahvatervises või meditsiinis ei järgnenud. Siiski peeti GWASi kaudu tekkinud teadmisi bioloogilistest haiguse või mingi muu tunnuse kujunemist mõjutavatest signaalradadest piisavalt oluliseks, et neid uuringuid suuremate valimitega jätkata.

Teadmiste loomise protsessis GWAS-uuringute kaudu on aktiivselt osalenud ka TÜ Eesti geenivaramu. Eesti andmed on alates 2008. aastast kaasatud enamikku suurematesse uuringutesse, mis on läbi viidud metaanalüüsina (kombineeritakse erinevate kohortide andmeid üle Euroopa või üle maailma). Seetõttu on ka geenivaramu teadlastel olnud suur huvi selle vastu, kuidas nende uuringute tulemusi saaks kõige paremini kasutada personaalses meditsiinis ja riskiennetusel.

2012. aastal pakkus Krista Fischer koos oma töörühmaga välja idee, et üksikute SNPde mõjud saaks kombineerida mitme erineva geeni toimimise kõrvalekallete summaarse mõju võimalikke riske peegeldavateks arvulisteks indikaatoriteks ehk skoorideks. Ta demonstreeris selliste skooride (nn polügeensete riskiskooride ehk PRSide) ennustusvõimet mitme haiguse ja tunnuse puhul Ameerika inimesegeneetika aastakonverentsil posterettekandes. Edasi keskendus Fischer koos doktorant Kristi Lälliga eelkõige teist tüüpi diabeedi riskiskoori väljatöötamisele.

Samal ajal hakkasid riskiskoori ideed kasutama ka mitmed teised teadlased. Aastatel 2011–2013 ilmus kokku vaid umbes 20 sellist PubMedi andmebaasis kajastatud publikatsiooni, mis kasutasid mingisugust geneetilist riskiskoori. Kahel järgmisel aastal, 2014–2015, ilmus neid juba üle 50. Levinuim idee oli

kombineerida vaid nende SNPde mõjud, mille mõju haigusele oli leidnud ülegenoomsetes uuringutes veenvat tõestust. See tähendab, et kasutati ainult neid seosed, mis olid statistiliselt olulised ka siis, kui arvestati mitmese testimisega. Sellele kriteeriumile vastav olulisuse tõenäosus ehk *p*-väärtus oli väiksem kui 5×10^{-8}.

Paraku jäid sellise range kriteeriumi kasutamisel sõelale vaid vähesed SNPd ning skooride prognoosivõime ei olnud enamasti parem kui info, mis saadi haiguse esinemise kohta lähisugulastel. Krista Fischer ja Kristi Läll vedasid uuringut (Läll jt, 2017), mis näitas, et kui skoori kaasata suurem hulk SNPsid, paraneb skoori prognoosivõime märgatavalt isegi siis, kui kõigil skoori kaasatud SNPdel ei ole tegelikku mõju haigusele. Kaasatavate SNPde arv võib olla isegi suurem kui 7000. Lisaks uurisid nad võimalusi, kuidas optimeerida skoori arvutamisel kasutatud SNPdele omistatud kaalusid, et skoor kajastaks võimalikult hästi ka seda, et eri SNPde mõju tugevus on erinev.

Ülegenoomses uuringus hinnatakse haiguse esinemistõenäosust p logistilise regressiooni mudeli abil:

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \mu + l(Z) + \beta_j X_j ,$$

kus X_j on nn efektialleelide[9] arv *j*-nda SNP puhul (0, 1 või 2) ja β_j selle SNP mõju suurus ning $l(Z)$ koondab endas muude haiguse esinemist mõjutavate tegurite mõju. Tavapärane on moodustada riskiskoor kujul:

$$GRS_k = \sum_{j=1}^{k} \hat{\beta}_j X_j ,$$

kus $\hat{\beta}_j$ on hinnang parameetrile β_j. Kui aga SNPde valikul eelistada neid, mille statistilist olulisust iseloomustav p-väärtus on võimalikult väike, siis paratamatult kaasatakse skoori sellised SNPd, mille mõju on juhuse tõttu ülehinnatud. Selliste SNPde puhul kehtib seos $\left|\hat{\beta}_j\right| > \left|\beta_j\right|$ ja seda eriti juhul, kui SNP tegelik mõju on väike.

See probleem kannab nn võitja needuse (ingl *winner's curse*) nime. Selle korrigeerimiseks pakkusid Läll ja Fischer (Läll jt, 2017) välja nn topeltkaalumise idee. Nimelt omistati väiksema täpsusega hinnatud parameetritele väiksemad kaalud. Sel moel pakutud skoor avaldus kujul:

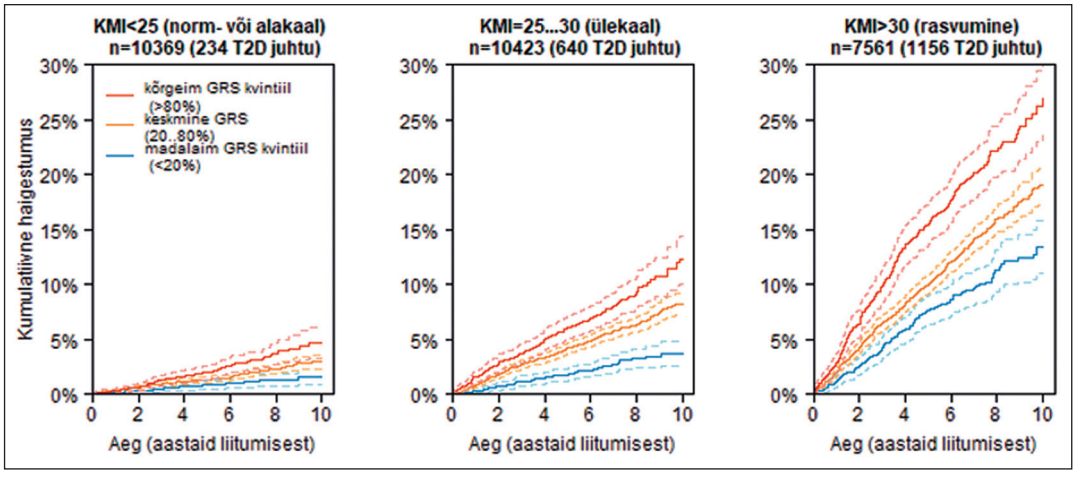
$$GRS_k = \sum_{j=1}^{k} \hat{\beta}_j X_j .$$

[9] Alleelideks hüütakse ühes ja samas kromosoomis paiknevaid geenivariatsioone.

Topeltkaalumise idee on selles, et teatava hulga (k tükki) SNPde mõju summeeriva skoori arvutamisse kaasatakse suurem hulk K $(K > k)$ SNPsid. Nagu nähtub esitatud skoori valemist, modifitseeritakse nõnda kaasatud SNPde kaalusid $\hat{\beta}_j$ (mis väljendavad ülegenoomses uuringus hinnatud mõju, aga mille järjestus ei pruugi vastata SNPde tegelike mõjude järjestusele eelmainitud „võitja needuse“ tõttu) veel suuruste $\hat{\pi}_i(k)$ abil. Need suurused esindavad tõenäosust, et vastav SNP ka tegelikult kuulub k „parima“ (st tugevaimat mõju omava) SNP hulka. Nõnda toimimine võimaldab skoori arvutamisel vähendada „võitja needuse“ tõttu tekkivat viga ja seega parandada skoori prognostilist väärtust.

Teist tüüpi diabeedi puhul andis selle meetodi kasutamine skoori prognoosvõimele märkimisväärselt juurde. Nii näitasid Läll ja Fischer (Läll jt, 2017), et saadud skoori kõrgeimas kvintiilis (kõrgeima 20 protsendi seas) olevate isikute risk haigestuda on umbes kaks korda suurem keskmisest ja 3,5 korda suurem madalaima kvintiili riskist (joonis 1).

Töö ühe tulemusena selgus, et kirjeldatud genoomne riskiskoor (GRS) on teist tüüpi diabeedi pikaajalise riski prognoosimisel olulisuselt teisel kohal pärast rasvumisega seotud näitajaid. See tõsiasi annab alust arvata, et geneetilise info kaasamine aitab edaspidi olulisel määral parandada rahvatervise valdkonnas kasutatavate eelhinnangute kvaliteeti. Täpsemad prognostilised algoritmid võimaldavad senisest tõhusamalt määrata ennetavaid meetmeid just neile, kes seda kõige rohkem vajavad.



Joonis 1. Teist tüüpi diabeeti (T2D) haigestumus 35–79aastaste geenidoonorite seas, kellel liitumisel T2D diagnoosi ei olnud, vastavalt nende kehamassiindeksi (KMI) kategooriale.

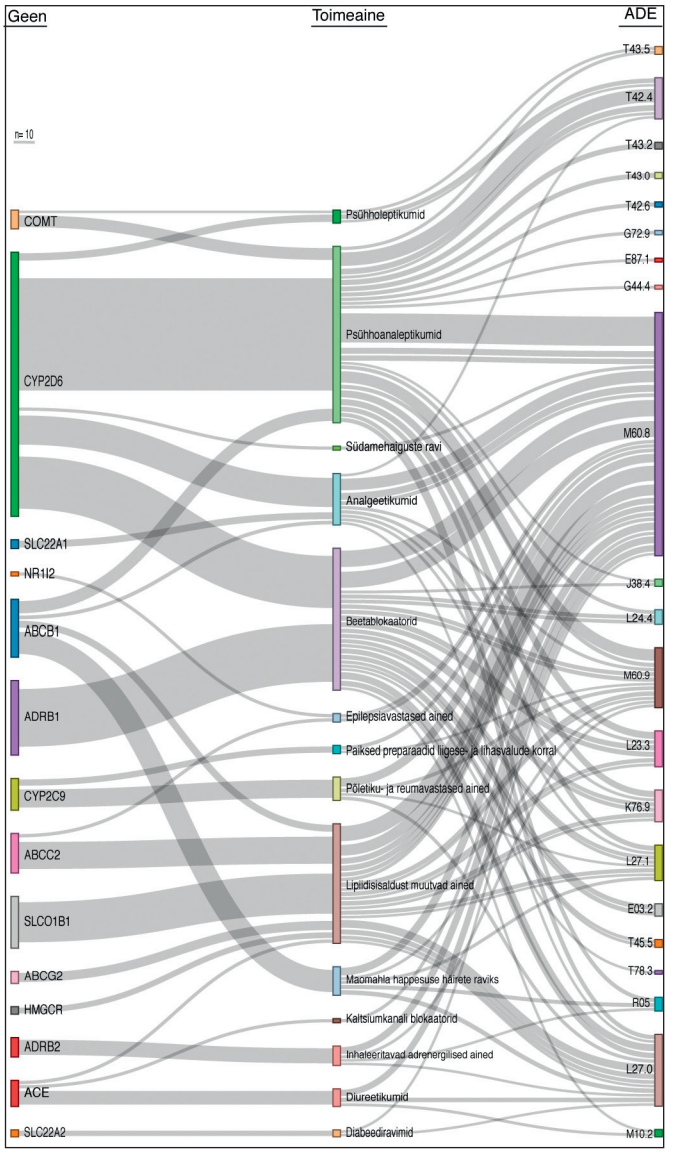
Koostöös Sulev Reisbergi ja Jaak Viloga TÜ arvutiteaduse instituudist uuriti, kuidas erineb sama algoritmi järgi arvutatud riskiskoor erinevates rahvastikurühmades (Reisberg jt, 2017). Väga suuri erinevusi üksikute SNPde mõjude suurustes ja nende alleelisagedustes ei tuvastatud. Geneetiliste riskiskooride jaotused võisid aga erinevates rahvastikurühmades üsnagi suurel määral erineda. Nii näiteks võib täpselt sama algoritmi abil arvutatud riskiskoori väärtus tähendada eurooplase jaoks kõrget, aga aafriklase jaoks väga madalat haigusriski ja vastupidi.

Ravimite lagundamisega seotud geneetilised markerid personaalses meditsiinis (Tasa jt, 2019; Reisberg jt, 2018)

Farmakogeneetika on valdkond, mis püüab geenide mõju arvestades selgitada, miks mõni ravim mõjub ühele inimesele vastavalt ootustele, aga samas põhjustab teisele pigem halba enesetunnet. Teades, millise ravimi tarvitamisel võib patsiendil tekkida ebatüüpilisi reaktsioone, saab arst juba ravi alguses sellega arvestada.

Lisaks geeniandmetele on adekvaatse ravi planeerimisel tarvis infot teiste ravimite võimalike koostoimete, elustiili mõjude ja konkreetse isiku varasemalt põetud haiguste kohta. Suur osa terviseandmetest on Eestis elektroonselt kättesaadavad. Analüüsiks koondatakse elektroonseid terviseandmeid paljudest allikatest, mille kvaliteet on erinev. Seetõttu on märkimisväärne, et Tasa ja teised suutsid geenidoonorite terviseandmete ja ravimiretseptide põhjal kinnitada, et geneetiliste markerite ja ravimite kõrvaltoimete vahel on seosed (joonis 2). Valideeriti üks uus geenivariant, mille kandjatel esinesid olulised kõrvaltoimed ravimi tarvitamisel. Tuvastati mitu uut geenivarianti, mis võivad mõjutada ravimite mõju inimesele ja nende lagundamise kiirust organismis. See on esimene kinnitus, et rahvastikupõhiseid geeni- ja terviseandmeid koos analüüsides on võimalik leida uusi tervist mõjutavaid geneetilisi markereid, kontrollida juba teadaolevaid seoseid ning ennustada geneetilise informatsiooni põhjal patsientide reaktsiooni ravimitele juba enne nende tarvitama hakkamist.

Ravimite tavapärasest kiirem või aeglasem lagundamine organismis ja sellega mittearvestamine võib tarvitajatele põhjustada suuremaid ja väiksemaid terviseprobleeme. Samuti on võimalik, et tavapärasel viisil tarbitav ravim ei avalda üldse mõju. Võivad tekkida ka tõsised kõrvaltoimed. Geneetiliste vastunäidustuste tuvastamine aitab selgitada, miks ravimid mõningatel patsientidel ei toimi. Ravimeid puudutava geneetilise info rakendamisel meditsiinis on mitmeid takistusi. Näiteks puuduvad meetodid, mis võimaldaksid geneetilist informatsiooni ravimite annustamise soovitustena automaatselt tõlgendada. Selle lahendamiseks töötati välja bioinformaatiline tööriist (Reisberg jt, 2018), mis võimaldab hinnata, kui suur osa Eesti elanikest vajaks



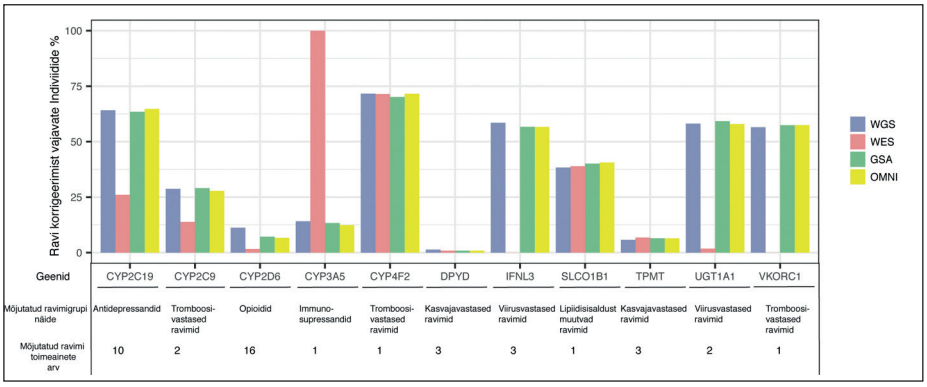
Joonis 2. Geneetiliste variatsioonide, välja kirjutatud ravimi ja kõrvaltoime diagnoosi (*Adverse event*, ADE) koosesinemine Eesti geenivaramu andmete põhjal. Paksem joon tähistab suuremat arvu inimesi, kelle puhul seos kehtib (miinimum $n = 10$).

personaalset ravimi võtmise skeemi (joonis 3). Selgus, et 99,8 protsendil Eesti elanikest on vähemalt üks geenivariant, mille puhul võiks kaaluda ravimi annuse muutmist.

Geenivaramu annab 2000. aastate alguses geenidoonoriks hakanud inimestele personaalset tagasisidet kuni 28 ravimi toimeaine kohta. Kõige täpsemaid

andmeid patsiendi geenivariantide kohta on võimalik saada tema genoomi sekveneerimise kaudu, kuid see on kallis protseduur. Nii otsitakse pidevalt soodsamaid alternatiive, mille kaudu on võimalik saada samaväärset informatsiooni. Reisberg jt (2018) tõestasid, et genotüpiseerimiskiipide (*Global Screening Array* ehk GSA ja *HumanOmniExpress* ehk OMNI) kaudu on võimalik saada sarnaseid tulemusi täissekveneerimisega (*whole genome sequencing* ehk WGS). Teisisõnu, need suhteliselt kiired ja mitte väga kallid meetodid on headeks alternatiivideks geenivariantide tuvastamisel (joonis 3).

Hetkel on leitud seoseid vaid väikese hulga tarvitavate ravimite ja geenide osas. Uurimistöö jätkamine teiste ravimite ja geenivariantide koosmõjude tuvastamiseks on endiselt päevakorral. Koos teiste osapooltega töötatakse aktiivselt selle nimel, et ravimite ja geenide koostoimet kirjeldav informatsioon oleks võimalikult laiapinnaline ning saaks osaks Eesti meditsiinisüsteemist. Sellise info kasutamine ravimite väljakirjutamisel suurendab inimeste usaldust arsti määratud ravimite tarvitamisel ja vähendab hirmu kõrvaltoimete pärast.



Joonis 3. Tavapärasest erinevat ravimkogust vajavate geenidoonorite protsentuaalne hulk geenide ja sekveneerimis/genotüpiseerimismeetodi kaupa. Genotüpiseerimiskiibid (GSA ja OMNI) võimaldavad saada sarnaseid tulemusi täissekveneerimisega (WGS) ja on seega kuluefektiivsed alternatiivid geenivariantide tuvastamiseks. Kodeeriva genoomipiirkonna sekveneerimine (*whole exome sequencing*, WES) farmakogeneetilise tagasiside andmiseks ei sobi, sest ei tuvasta olulisi mutatsioone väljaspool kodeerivaid alasid.

Eesti populatsiooni geneetiline varieeruvus (Mitt jt, 2017)

Selleks et määrata kogu inimgenoomis peituvat informatsiooni, tuleks inimesed ülegenoomselt sekveneerida, mis aga paraku on kallis. Seepärast kasutatakse ülegenoomsete seoseuuringute läbiviimiseks tavaliselt andmeid, mis on saadud genotüpiseerimiskiibi tehnoloogia abil (meetod konkreetsete geneetiliste variantide tutvustamiseks – enamasti 500k–5M valitud varianti) koos puuduolevate geenivariantide imputeerimisega. Genoomi imputeerimine on arvutuslik meetod puuduvate geenivariantide prognoosimiseks, mis kasutab sekveneeritud andmeid referentsina. Sobivat sekveneerimise andmetest koostatud imputeerimise referentspaneeli rakendades saab näiteks riskiskooride arvutamisel arvesse võtta ka neid andmeid, mida ei kata genotüpiseerimiskiip.

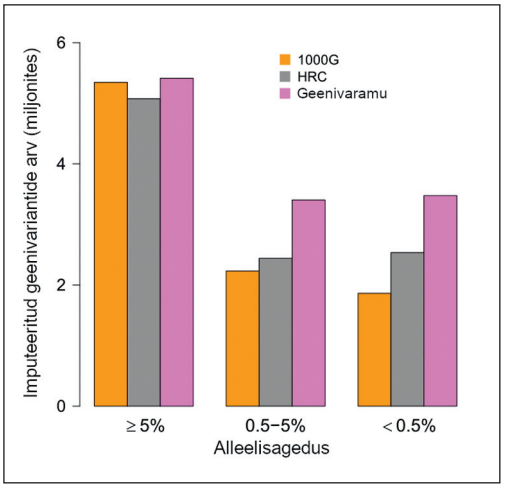
Muutmaks just Eesti päritolu isikute andmeanalüüsi täpsemaks ja tõhusamaks, on töös (Mitt jt, 2017) kasutatud genoomi sekveneerimisandmeid eestlaste-spetsiifilise imputatsioonipaneeli loomiseks. Selliseid kindla populatsiooni jaoks moodustatud võrdluspaneele on seni loodud üksikuid. Puuduvaid geenivariante imputeeriti kolmel moel, kasutades nii eestlaste-spetsiifilisi kui ka multietnilisi paneele. Multietnilisi paneele oli kaks ja need koosnevad erinevatest populatsioonidest pärinevate inimeste andmetest, kelle genoom ja selle varieeruvus on eestlaste omast oluliselt erinev.

Võrdlustulemused näitasid, et eestlaste-spetsiifilise paneeli kasutamisel õnnestub leida rohkem parema kvaliteediga geenivariante. Selle paneeli eelis tuleb eriti hästi esile harvaesinevate variantide puhul (joonis 4). Loodud eestlaste-spetsiifilisest paneelist on juba tõusnud tulu ka geenidoonoritele. Selle abil on võimalik imputeerida üle kümne miljoni kõrge kvaliteediga geenivariandi inimese kohta. Sama võrdluspaneeli abil suutsime tuvastada mitmeid mutatsioone, mis põhjustavad geenidoonoritel perekondlikku hüperkolesteroleemiat (Alver jt, 2018).

Kasutades genotüpiseerimiskiipide tehnoloogiat koos geeniandmete imputeerimisega, on võimalik saada informatsiooni miljonite geneetiliste variantide kohta üle kogu genoomi kõigi geenidoonorite jaoks. Nii muutub kogu tervishoiusüsteemi hõlmav personaalse meditsiini programm teostatavaks.

Geneetikast lähtuv mudel kõrge terviserikke riskide tuvastamiseks (Alver jt, 2018)

Perekondlik hüperkolesteroleemia on üks sagedamini esinevaid kindla geeni toimimise kõrvalekalletega seotud ehk monogeenseid haigusi. Selle sagedus Euroopas on 1 : 217. Haiguse põhjustab mutatsioon geenides LDLR, APOB või PCSK9. Tulemusena ei suuda LDL-kolesterooli retseptor liigset kolesterooli vereringest eemaldada. Perekondlik hüperkolesteroleemia pärandub autosoom-dominantselt, mis tähendab, et haiguse avaldumiseks piisab vaid ühelt vanemalt päritud geeniveast. Kliiniliselt on haigusele iseloomulik kõrgenenud LDL-kolesterooli tase, lipiidide ladestused nahal ning veresoonte muutused, mis avalduvad



Joonis 4. Sagedaste (alleelisagedus >5%), madala sageduse (alleelisagedus 0,5–5%) ja haruldaste (alleelisagedus <0,5%) geenivariantide arv (miljonites), mis on saadud imputeerimisel kolme erineva referentspaneeliga. 1000G ja HRC on multietnilised paneelid, mis sisaldavad paljudest erinevatest populatsioonidest pärinevaid ülegenoomseid andmeid. Populatsioonispetsiifiline paneel koosneb rohkem kui 2000 eestlase sekveneerimisandmetest. Kõik kolm paneeli andsid sarnase tulemuse sagedaste (alleelisagedus > 5%) variantide korral. Eestlaste-spetsiifiline paneel oli märgatavalt parem harvaesinevate (alleelisagedus < 5%) geenivariantide imputeerimisel.

selliste tõsiste südamehaiguste näol nagu varane müokardiinfarkt ja isheemiatõbi. Efektiivsed ravivõimalused lipiidide taset alandavate ravimitega, näiteks statiinidega, aitavad efektiivselt pärssida kolesterooli sünteesi maksas ning suurendada LDL-retseptori tootmist organismis. See alandab kolesteroolitaset vereplasmas.

Vaatamata detailsele geneetilisele ja kliinilisele kirjeldusele on haigus endiselt aladiagnoositud ja alaravitud. Peamisteks probleemideks on puudulik geneetiline testimine ning diagnostiliste kriteeriumide ebatäpsus. Perekondliku hüperkolesteroleemia haigetel sageli ei esine kõrgele kolesteroolitasemele viitavaid iseloomulikke sümptomeid. Tihti kahtlustatakse haiguse esinemist alles väga kõrge kolesteroolitaseme juures. Geneetilistel andmetel põhinevad epidemioloogilised uuringud on näidanud, et rohkem kui kolmandikul selle geeniveaga indiviididel on LDL-kolesterooli tase enamasti madalam kui diagnostiliselt fikseeritud piirmäär ravi alustamiseks. Probleem on selles, et mutatsioonikandjatel piisab tavapopulatsiooniga võrreldes oluliselt madalamast kolesteroolitasemest südame-veresoonkonnahaiguste tekkimiseks. Varase müokardiinfarkti tekkerisk on perekondliku hüperkolesteroleemia haigetel peaaegu 20 korda suurem kui „keskmisel“ inimesel.

Auhinnatud tööde tsükli üks komponent keskendus küsimusele, kas geeniandmete abil haiguspõhjusliku mutatsiooniga inimeste tuvastamine parandaks nende ravivõimalusi. Haiguse kõrge päritavusmäära tõttu kaasati uuringusse ka mutatsiooniga geenidoonorite esimese ja teise astme veresugulased (ema, isa, õed, vennad, tädid, onud, vanavanemad, lapsed, lapselapsed). Kõik uuringus osalejad suunati kliinilise kardioloogi ning geneetilise nõustaja juurde, et

täpsustada haiguse kliiniline fenotüüp, tagada geneetiline nõustamine nii haigusriski kui ka haiguse pärilikkuse osas ning kindlustada õigeaegne diagnoos ja ravi. Selgitati välja perekondlikku hüperkolesteroleemiat põhjustavate mutatsioonide sagedus Eesti populatsioonis ning hinnati arstkonna valmisolekut kaasata geneetilist informatsiooni raviotsuste tegemisse.

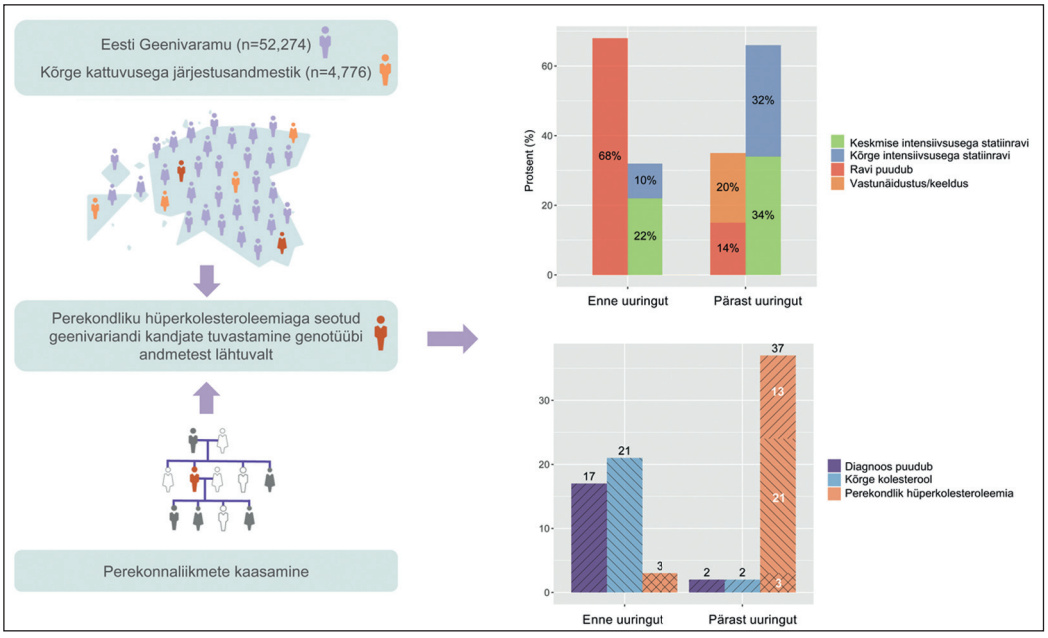
Uuringu kutsele vastas 80 protsenti geenidoonoritest ning nende lähisugulastest, mis tõendab suurt huvi ja usaldust geneetilise tagasiside vastu. Vaid seitse protsenti osalenutest oli teadlik, et nad on haiguse kandjad, ning 50 protsendil kinnitati, et varasemalt kindlaksmääratud kõrgenenud kolesteroolitaseme põhjuseks on geeniviga. Kuigi 32 protsenti mutatsioonikandjatest oli juba eelnevalt statiinravil, oli nende LDL-kolesterooli tase märkimisväärselt kõrgem kui ravijuhised ette näevad. Kolmandik haiguspõhjusliku geenivariandi kandjatest oli jäänud meditsiinisüsteemis täielikult märkamata (joonis 5). Pärast uuringut määrati statiinravi ja iga-aastane kontroll 86 protsendile uuringus osalenud mutatsioonikandjale.

Lisaks haiguse aladiagnoosimise ja alaravitavuse kinnitusele näitasid Alver jt (2017), et kasutusel olevad diagnostilised kriteeriumid on ebatäpsed. Vaid viiel protsendil tuvastatud mutatsiooniga isikutel esines lipiidiladestuse sümptom ning 15 protsendil positiivne pereanamnees ehk varane südame isheemiatõbi esimese astme lähisugulasel.

Kokkuvõttes kinnitavad tulemused, et genotüübipõhine lähenemine haiguspõhjuslike geenivariantide kandjate tuvastamiseks populatsioonipõhise biopanga kaudu võimaldab märksa täpsemalt analüüsida haiguse geneetiliste ja fenotüübiliste seoste põhjuslikke mehhanisme. Samuti näitas koostööprojekt praktiseerivate arstidega arstkonna märkimisväärset valmisolekut arvestada geneetilist informatsiooni kliinilises käsitluses ning raviotsuste tegemisel.

Kokkuvõte

Riigi teaduspreemiaga tunnustatud teadustööde seeria on tänu maailmas uudsele lähenemisele oluliselt kasvatanud tõenduspõhisust personaalmeditsiini rakendamiseks nii Eestis kui ka maailmas laiemalt. Läll jt (2017) näitasid polügeense riskiskoori võimsust kõrge riskiga isikute tuvastamiseks. Loodi uudne statistiline metoodika, kus ülegenoomsete uuringute põhjal leitud hinnanguid skoori komponentidele korrigeeriti. Töötati välja algoritm teist tüüpi diabeedi riski personaalseks prognoosimiseks. Tasa jt (2019) näitasid, kuidas olemasolevate elektrooniliste terviseandmete põhjal on võimalik leida uusi seoseid geenide ja ravimi kõrvaltoimete vahel ning kinnitasid geenidoonorite tervise ja ravimiretseptide andmete põhjal seoseid geneetiliste markerite ja ravimi kõrvaltoimete vahel. Reisberg jt (2018) arendasid välja meetodi geneetiliste andmete „tõlkimiseks“ ravimite annustamise soovitusteks. Mitt jt (2017) kaardistasid Eesti populatsiooni geneetilist varieeruvust ja lõid genoomse referentspaneeli genotüpiseerimisandmete täiendamiseks ja edasistes genee-



Joonis 5. Genotüübipõhine katsedisain populatsioonipõhise biopanga andmetel võimaldab tõhustada ning personaliseerida haiguspõhjuslike geenivariantide kandjate kliinilist käsitlust.

tilistes analüüsides kasutamiseks. Alver jt (2018) käsitlesid perekondliku hüperkolesteroleemia mutatsioonide tuvastamist ning mõju geenidoonorite tervisekäsitlusele.

Esitatud tööde juhtivad autorid on Tõnu Esko, Reedik Mägi, Krista Fischer ja Lili Milani. Soovime esile tuua kõiki teadusartiklite kaasautoreid, eriti siinse ülevaate kaasautoreid Maris Alverit, Mart Kalsi, Kristi Krebsi, Sulev Reisbergi ja Tõnis Tasa.

VIITED

Alver, M., Palover, M., Saar, A., … , Esko, T. 2018. Recall by genotype and cascade screening for familial hypercholesterolemia in a population-based biobank from Estonia. – Genetics in Medicine, doi: 10.1038/s41436-018-0311-2

Läll, K., Mägi, R., Morris, A., Metspalu, A., Fischer, K. 2017. Personalized risk prediction for type 2 diabetes: the potential of genetic risk scores. – Genetics in Medicine, 19 (3), 322–329.

Mitt, M., Kals, M., Pärn, K., … , Mägi, R. 2017. Improved imputation accuracy of rare and low-frequency variants using population-specific high-coverage

WGS-based imputation reference panel. – European Journal of Human Genetics, 25 (7), 869–876.

Reisberg, S., Krebs, K., Lepamets, M., … , Milani, L. 2018. Translating genotype data of 44,000 biobank participants into clinical pharmacogenetic recommendations: challenges and solutions. – Genetics in Medicine, doi: 10.1038/s41436-018-0337-5

Tasa, T., Krebs, K., Kals, M., … , Milani, L. 2019. Genetic variation in the Estonian population: pharmacogenomics study of adverse drug effects using electronic health records. − European Journal of Human Genetics, 27 (3), 442–454.

Wellcome Trust Case Control Consortium. 2007. Genome-wide association study of 14,000 cases of seven common diseases and 3,000 shared controls. − Nature, 447 (7145), 661−678.

Reisberg, S., Iljasenko, T., Läll, K., Fischer, K., Vilo, J. 2017. Comparing distributions of polygenic risk scores of type 2 diabetes and coronary heart disease within different populations, PLoS One, 12(7), e0179238. doi: 10.1371/journal.pone.0179238.

Tõnu Esko
Sündinud 27.01.1985

2001 – Vändra gümnaasium
2004 – Nõo reaalgümnaasium
2012 – Tartu ülikool, geenitehnoloogia (BSc [*cum laude*], MA [*cum laude*], PhD)
2017 – Harvardi ülikool, Broadi instituut (järeldoktorantuur)

Avaldanud üle 290 teadusliku töö (Web of Science Core Collection andmebaasis) ning kuulub alates 2016. aastast 250 mõjukaima geeniteadlase hulka (Web of Science Clarivate Analytics).

Töötanud alates ülikooli lõpetamisest Tartu ülikooli Eesti geenivaramus peaanalüütikuna, vanemteadurina ning teadusasedirektorina. Hetkel juhatab Eesti geenivaramu teaduskeskuse tööd, on Tartu ülikooli genoomika instituudi asedirektor ning töötab Broadi instituudis teadlasena.

Krista Fischer
Sündinud 5.08.1970

1988 – Paide 1. keskkool
1994 – Tartu ülikool, rakendusmatemaatika
1994 – Limburgi ülikool, biostatistika (MSc)
1999 – Tartu ülikool, matemaatiline statistika (PhD)

Avaldanud üle 110 teadusliku töö (Web of Science Core Collection andmebaasis). Juhendanud kahte kaitstud doktoritööd (PhD).

Töötanud alates ülikooli lõpetamisest Tartu ülikoolis matemaatilise statistika instituudis, tervishoiu instituudis (arstiteaduskond), TÜ Eesti geenivaramus (genoomika instituut, vanemteadur) ning matemaatika ja statistika instituudis (alates 2018 professorina), Genti ülikoolis teadurina ja Cambridge'i ülikoolis MRC biostatistika osakonnas teadurina.

Lili Milani
Sündinud 27.11.1981

2000 – Tallinna inglise kolledž
2004 – Tartu ülikool, geenitehnoloogia (BSc)
2009 – Uppsala ülikool, molekulaarne meditsiin (PhD)

Avaldanud üle 180 teadusliku töö (Web of Science Core Collection andmebaasis). Juhendanud kolme kaitstud doktoritööd (PhD).

Töötanud alates ülikooli lõpetamisest Tartu ülikoolis Eesti geenivaramus vanemteadurina, tuumiklabori juhatajana ja juhtivteadurina ning Uppsala ülikooli meditsiiniteaduste instituudis teadurina ja lektorina.

Reedik Mägi
Sündinud 18.08.1978

1996 – Rapla ühisgümnaasium
2000 – Tartu ülikool, botaanika ja ökoloogia (BSc)
2003 – Tartu ülikool, taimeökoloogia (MSc)
2007 – Tartu ülikool, bioinformaatika (PhD)

Avaldanud üle 220 teadusliku töö (Web of Science Core Collection andmebaasis). Juhendanud ühte kaitstud doktoritööd (PhD).

Reedik Mägi läbis järeldoktorantuuri Oxfordi ülikoolis ja on pärast seda töötanud Tartu ülikooli genoomika instituudis bioinformaatika ja statistilise geneetika vanemteadurina. Varasemalt on töötanud ka Tartu ülikooli molekulaar- ja rakubioloogia instituudis teaduri ja erakorralise teadurina.

Tehnikateaduste valdkonna aastapreemia teadustöö „Nanokiudude võrgustik baasina multifunktsionaalsete hübriidmaterjalide tööstuslikes rakendustes“ eest

Irina Hussainova

NANOKILUDUDE VÕRGUSTIK BAASINA MITMEFUNKTSIOONILISTE HÜBRIIDMATERJALIDE TÖÖSTUSLIKUKS LÄBIMURDEKS

Alustuseks esitan ühe küsimuse. Mis on teie jaoks kõige olulisem – heaolu, jätkusuutlik majandus, pikk aktiivne elu, puhas looduskeskkond või hoopis tehnika areng? Mina arvan, et need kõik on võrdselt tähtsad.

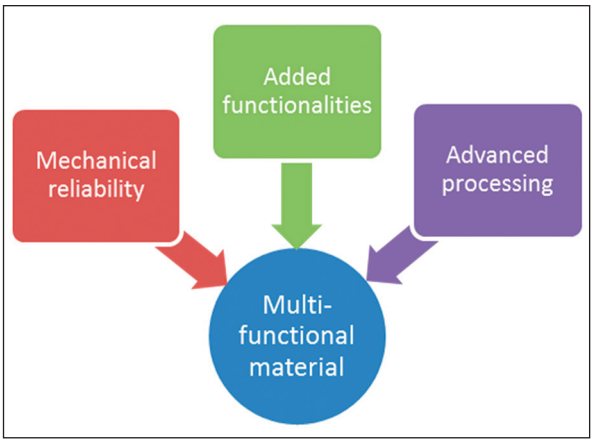
Prognooside kohaselt suureneb maailma rahvaarv 21. sajandi keskpaigaks 10 miljardini. Seega seisab tänapäeva maailm silmitsi järjest suureneva energia- ja materjalivajadusega. Teine oluline murekoht on saastamine. Kiiresti kasvava energia- ja materjalinõudluse ning kliimamuutusega seotud probleemide tõttu on vaja arendada uusi materjale ja tehnoloogialahendusi, mis suudaksid rahuldada inimkonna vajadusi ka tulevikus.

Sellise arengu kiiruse määrab „kindla kasutusotstarbega" materjalide kohene kättesaadavus. Uuenduslike süsteemide väljatöötamine ning rohkemate funktsioonide ja pikema kasutuskestusega materjalide kavandamine, arendamine ja tootmine nõuab ulatuslikke teadusuuringuid. Uute mitmefunktsiooniliste seadmete väljatöötamise üks suuremaid raskusi on luua maksimaalse tõhususega ja kasutusotstarbele vastavaid materjale, mis on mõistliku hinnaga ega tee järeleandmisi ohutuses. Ent materjali fundamentaalsete omaduste vaatenurgast on täiesti uute, põhimõtteliselt uudsete omadustega materjalide loomine väga keeruline.

Enamasti on sellise töö ulatust võimatu hoomata. Ometi tingib meie praeguste põhivaldkondade areng alates ehitusest ja transpordist kuni energiatootmise ja biotehnoloogiliste rakendusteni vajaduse uute ja paremate mitmefunktsiooniliste konstruktsioonimaterjalide järele. Tööstuslikuks kasutamiseks peavad need materjalid olema mitte ainult kergemad, tugevamad ja vastupidavamad, vaid neilt eeldatakse ka lisafunktsioone, sh peavad need tajuma välismõjureid, suutma ise kontrollida konstruktsiooni seisundit, juhtima elektrit või salvestama energiat.

Selle probleemi lahendamiseks püütakse jätkuvalt välja töötada uute omaduste ja funktsioonide kombinatsiooniga materjale, millele saaks anda keerulise kuju, mida saaks valmistada masstootmises ning millel oleks turul konkurentsivõimeline hind. Sellist materjali arendades on selge, et kõigi nende omaduste saavutamiseks peab komposiitmaterjalide struktuur olema peensusteni välja töötatud, alates aatomitasandist ja lõpetades makrotasandiga.

Suhteliselt uue ja väga interdistsiplinaarse valdkonnana on esile kerkimas mitmefunktsiooniliste hübriidmaterjalide väljatöötamine. Enamasti on sellised



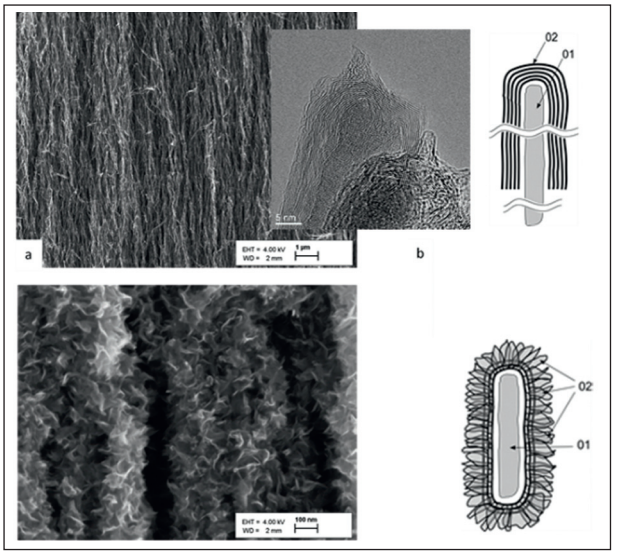
Joonis 1. Mitmefunktsioonilise materjali olemus.

materjalid mitmest eraldiseisvast etapist koosnevad komposiidid, kus igal etapil on erinev, kuid vajalik otstarve.

Keskendusime oma töös hierarhilise struktuuriga mitmefunktsioonilistele hübriidmaterjalidele (joonis 1), mis kasutavad sama materjalilahendust (oksiidkeraamilisi kiude) mitmeks otstarbeks – alates regeneratiivmeditsiini jaoks ettenähtud biosensoritest ja substraatidest ning lõpetades väga anisotroopsete elektrit juhtivate keraamiliste materjalide ja kiledega.

Mechanical reliability	Mehaaniline töökindlus
Added functionalities	Lisafunktsioonid
Advanced processing	Kõrgtasemel töötlemine
Multifunctional material	Mitmefunktsiooniline materjal

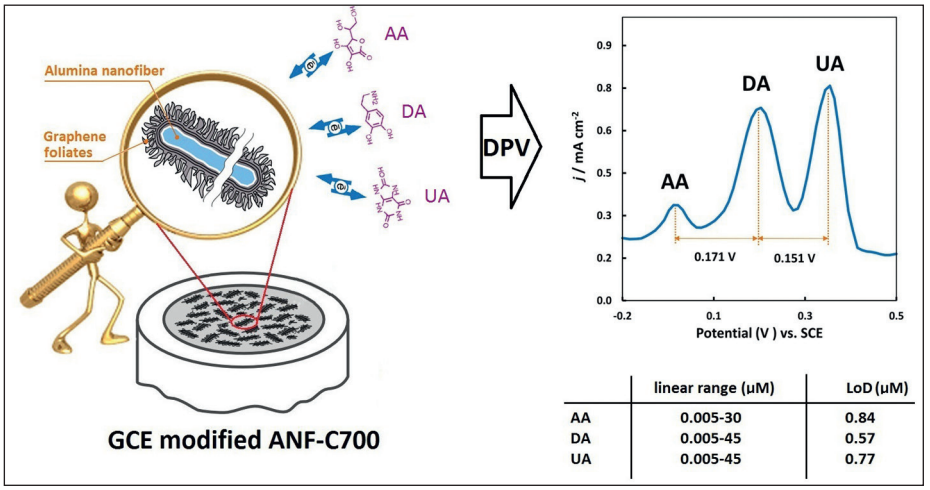
Nanokiudude ja süsiniknanostruktuuride kogumikel on huvitavaid omadusi, mida saab kasutada mitmesugustes rakendustes. Süsiniku kasutamiseks on vaja konkreetseid vajadusi rahuldavate esemete ettevalmistusmeetodit. Oleme näidanud, et metalloksiidide nanokiud saavad edukalt olla kohandatava kihtide arvu ja lehepaksusega grafeeni katalüsaatorivaba sünteesi substraadiks (joonis 2). Selline elektrit juhtiv ja keemiliselt püsiv, grafeeniga kaetud kolmemõõtmeliste (3D) lehtede võrgustik saab toimida suurepärase katalüsaatorina, elektrokeemiliste energiaseadmete elektroodina, keemilise ja bioloogilise sensorina, toese ja/või kilena, aga ka komposiitmaterjalide maatriksi või täiteainena (joonis 3).



Joonis 2. Kõrglahutusega skaneeriva elektronmikroskoobiga (HRSEM) tehtud fotod ja skemaatiline vaade: (a) iseorganiseerunud nanokiud, (b) transmissioonelektronmikroskoobiga (TEM) tehtud foto mitmesse grafeenikihti kapseldatud nanokiududest, (c) kõrglahutusega skaneeriva elektronmikroskoobiga (HRSEM) tehtud foto grafeenilehtedega kaetud võrgustikust.

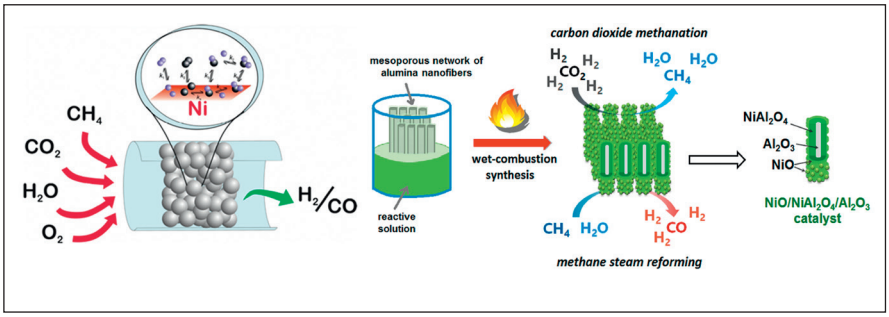
Struktuuri kuju muutmine on esmakordselt võimaldanud välja töötada materjali, mis pakub grafiidi piirpinna tiheduse kohandamist (vajalik väga püsiva elektrokatalüüsi toetamiseks) ja võimaldab bioanalüütide ülitundlikku määramist. Väljatöötatud sensorit on edukalt rakendatud lisanditega (inimese) uriiniproovis leiduvate bioloogiliste ühendite samaaegseks määramiseks.

Igaüks teab, et meie heaolu on otseselt seotud meie kehas olevate mikroelementidega. Näiteks on ühenditel nagu dopamiin, kusihape ja askorbiinhape ülioluline roll inimese ainevahetuses. Epinefriin ehk adrenaliin on kesknärvisüsteemi oluline hormoon ja virgatsaine, mis vastutab südame-veresoonkonna toimimise ja vererõhu reguleerimise eest. Atseetaminofeeni, mida tuntakse paratsetamooli nime all, kasutatakse kroonilise valu ja palaviku leevendamiseks. L-trüptofaan on üks vajalikest aminohapetest, mis on niatsiini, serotoniini (virgatsaine) ja melatoniini (neurohormoon) prekursor. Õigesti funktsionaliseeritud nanokiudude võrgustik saab toimida keemilise ja bioloogilise sensorina. Näiteks on tõendatud, et grafeeniga modifitseeritud keraamilistest kiududest koosnevat elektroodi saab kasutada dopamiini, kusihappe ja askorbiinhappe, aga ka epinefriini, atseetaminofeeni ja L-trüptofaani samaaegseks elektrokeemiliseks määramiseks. Ülitundlikkus ja muljet avaldav avastamispiir saavutatakse igasuguse pinnatöötluseta ja keeruliste seadmete valmistamiseta (joonis 4).



Joonis 3. Sensorid bioanalüütide (dopamiini (DA), kusihappe (UA) ja askorbiinhappe (AA)) määramiseks.

Alumina nanofiber	Alumiiniumoksiidi nanokiud
Graphene foliates	Grafeenilehed
GCE modified ANF-C700	Klaassüsinikelektroodiga modifitseeritud ANF-C700
DPV j/mA cm^{-2}	Diferentsiaalvoltamperomeetria (DPV) j/mA cm^{-2}
0.171 V 0.151 V	0,171 V 0,151 V
Potential (V) vs. SCE	Elektrivälja potentsiaal (V) küllastatud kalomelelektroodi suhtes
linear range (μM)	Lineaarsusvahemik (μM)
LoD (μM)	Avastamispiir (μM)

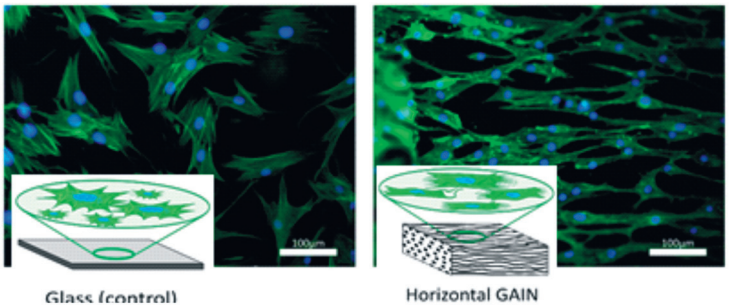


Joonis 4. Niklipõhise katalüsaatori põhimõte (a) ja meie meetod (b).

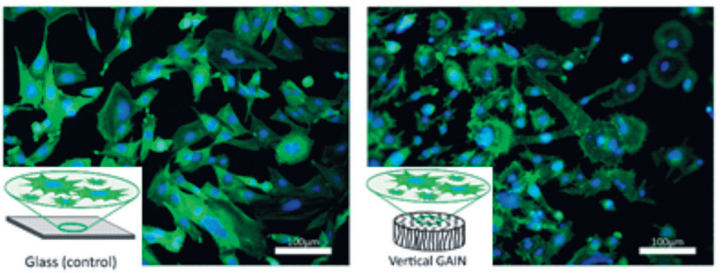
a b

carbon dioxide methanation	süsinikdioksiidi metaneerimine; nn Sabatier' protsess; prantsuse keemikute Paul Sabatier' ja Jean-Baptiste Senderensi 1897. a avastatud reaktsioon, kus vesinik ja süsihappegaas moodustavad nikkelkatalüsaatori mõjul ja suhteliselt kõrgetel temperatuuridel (300–400 °C) metaani ja veeauru
mesoporous network of alumina nanofibers	alumiiniumoksiidi nanokiudude mesopoorne (ehk teatava keskmise suurusega tühimikke sisaldav) võrgustik
wet-combustion synthesis	süntees märgpõlemisega
reactive solution	reaktsioonilahus
methane steam reforming	metaani aurureformeerimine; vesiniku ja süsinikoksiidi tootmine looduslikust gaasist
NiO/NiAI2O4/AI2O3 catalyst	katalüsaator ($NiO/NiAl_2O_4/Al_2O_3$)

Praeguseks on inimkond aru saanud süsihappegaasi (süsinikdioksiid, CO_2) kontsentratsiooni kiire kasvu katastroofilisest mõjust meie planeedile. Süsinikdioksiidi tohututes kogustes eraldumine annab hoogu globaalsele soojenemisele, mis on muutunud eluliseks probleemiks. CO_2 tõhus kogumine ja ringlussevõtt võimaldab peale globaalse soojenemise leevendamise ka väikese süsinikusisaldusega kütuste kasutamist. CO_2 katalüütiline muundamine orgaanilisteks ühenditeks on paljutõotav ringlussevõtu meetod, mis avab katalüüsimeetodite ja tööstuse arenguks uusi vaatenurki ja võimalusi. Oleme maatriks-assisteeritud märgpõletusmeetodi abil sünteesinud täiesti uue struktuuriga katalüsaatori, mille tööstuslik rakendamine süsinikdioksiidi metaneerimisel (vt selgitust joonise 4 allkirjas) ja metaani aurureformeerimisel on paljulubav (joonis 4).



Joonis 5 . Väljatöötatud toestel ilmnevad rakukäitumise uued jooned (horisontaalne grafeenilisandiga anorgaaniline nanokiud ehk GAIN). Piklik kuju loob eeltingimused neuroniteks diferentseerumiseks.



Joonis 6. Toestel ilmnevad rakukäitumise uued jooned (vertikaalne GAIN). Osaline infiltreerumine toese sisemusse viib vähirakkude lokaalse immobiliseerimiseni.

Glass (control)	Klaas (kontrollproov)
Horizontal GAIN	Horisontaalne GAIN
Vertical GAIN	Vertikaalne GAIN

Meie töö tulemustel on ka otsesed ja huvitavad rakendused arstiteaduses. Arusaam tüvirakkudest ja nendevahelistest toimemehhanismidest soovitud tulemuse saamiseks on muutunud meditsiini „pühaks graaliks“. Esmakordselt on arendatud ja prototüübitud kolmemõõtmelised kohandatud toesed, mis suudavad matkida loomulikku rakuvaheainet. Nn *in vitro* (st laboritingimustes) mudelites väljatöötatud toeste jaoks sobiv substraat, mis suudab moduleerida rakkude diferentseerumist, on avanud uued perspektiivid rakkude manipuleerimiseks ja ravimeetodite täiustamiseks.

Tööde tsükli raames loodud ainulaadne hübriidmaterjalist nanovõrgustik võimaldab tüvirakkude diferentseerimise, immuunreaktsioonide varieerimise ja vähirakkude lokaalse immobiliseerimise (ehk neutraliseerimise) juhtivate selektiivsete stiimulite erakordset kombineerimist, mis ei olnud varem võimalik.

On näidatud, et need toesed suudavad suunata inimese närvi- ja lihasrakkude stimuleerimise jaoks oluliste mesenhümaalsete[10] tüvirakkude arengut eelistatud

[10] Mesenhüüm on algeline sidekude, mis täidab kehas vaheruumid elundite vahel ja tungib igasse arenevasse elundisse.

suunas, pärssida olulisi põletikufaktoreid ja lokaliseerida vähirakke (joonised 5 ja 6).

Peale selle on esimest korda kasutatud grafeeni kapseldatud hübriidnanokiude elektrit juhtivate (loomulikul kujul isoleerivate) keraamiliste materjalide töötlemisel täiteainena. Selline pakendamine ei halvenda põhimaterjali mehaanilisi omadusi, nii et keraamilisele materjalile saab mehaanilise töötlemisega anda vajaliku kuju. Need materjalid muudab ainulaadseks nende hea elektri- ja soojusjuhtivus. See omadus võimaldab keerulise kujuga keraamiliste materjalide mehaanilisel töötlemisel kasutada elektroerosioontöötlust, millega ei kaasne mehaaniliste omaduste halvenemist.

Need on vaid mõned näited sellest, kuidas üks materjalilahendus võimaldab täita mitut ülesannet.

VIITED

Aghayan, M., Hussainova, I., Kirakosyan, K., Rodríguez, M. A. 2017. The template-assisted wet-combustion synthesis of copper oxide nanoparticles on mesoporous network of alumina nanofibers. Materials Chemistry and Physics, 192, 138–146.

Aghayan, M., Potemkin, D. I., Rubio-Marcos, F., Uskov, S. I., Snytnikov, P. V., Hussainova, I. 2017. The template-assisted wet-combustion synthesis of fibrous nickel-based catalyst for carbon dioxide methanation and methane steam reforming. – ACS Applied Materials & Interfaces, 9 (50), 43553−43562.

Bakir, M., Meyer, J., Hussainova, I., Sutrisno, A., Economy, J., Jasiuk, I., 2017. Periodic functionalization of graphene-layered alumina nanofibers with aromatic thermosetting copolyester via epitaxial step-growth polymerization. – Macromolecular Chemistry and Physics, 1700338, doi: 10.1002/macp.201700338

Drozdova, M., Hussainova, I., Pérez-Coll, D., Aghayan, M., Ivanov, R., Rodríguez, M. A. 2016a. A novel approach to electroconductive ceramics filled by graphene covered nanofibers. – Materials & Design, 90, 291–298.

Drozdova, M., Perez-Coll, D., Aghayan, M., Ivanov, R., Rodriguez, M. A., Hussainova, I. 2016b. Effect of hybrid graphene/alumina nanofibers content on mechanical and electrical properties of zirconia. – Key Engineering Materials, 674, 15–20.

Hussainova, I., Ivanov, R., Stamatin, S. N., Anoshkin, I. V., Skou, E. M., Nasibulin, A. G. 2015. A few-layered graphene on alumina nanofibers for electrochemical energy conversion. – Carbon, 88, 157–164.

Hussainova, I., Baronins, J., Antonov, M., Drozdova, M. 2016. Wear performance of hierarchically structured alumina reinforced by hybrid graphene encapsulated alumina nanofibers. – Wear, 368–369, 287–295.

Hussainova, I., Drozdova, M., Pérez-Coll, D., Rubio-Marcos, F., Jasiuk, I., Soares, J. A., Rodríguez, M. A. 2017. Hierarchically structured zirconia reinforced by hybrid graphene/alumina nanofibers. – Journal of European Ceramic Society, 37, 3713–3719.

Ivanov, R., Hussainova, I., Aghayan, M., Drozdova, M., Perez-Coll, D., Rodriguez, M. A., Rubio-Marcos, F. 2015. Graphene encapsulated oxide nanofibers as a novel type of nanofillers for electroconductive ceramics. – Journal of European Ceramic Society, 35, 4017–4021.

Kazantseva, J., Ivanov, R., Gasik, M., Neuman, T., Hussainova, I. 2016. Graphene-augmented nanofiber scaffolds demonstrate new features in cells behavior. – Nature: Scientific Reports, 30150, doi: 10.1038/srep30150

Kazantseva, J., Ivanov, R., Gasik, M., Neuman, T., Hussainova, I. 2018a. Graphene-augmented nanofiber scaffolds trigger gene expressions switching of four cancer cell types. – *ACS Biomaterials Science & Engineering,* 4, 1622–1629.

Kazantseva, J., Hussainova, I., Ivanov, R., Neuman, T., Gasik, M. 2018b. Hybrid graphene-ceramic nanofibers network for spontaneous neural differentiation of stem cells. – Interface Focus, 8 (3), 20170037, doi: http://dx.doi.org/10.1098/rsfs.2017.0037

Kirakosyan, K., Aghayan, M., Taleb, M., Hussainova, I., Rodríguez, M. A. 2016. Homogeneous deposition of copper oxide on mesoporous 1D alumina nanofibers by combustion approach. – Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 65 (2), 1–4.

Kolesnikova, A. L., Rozhkov, M., Hussainova, I., Orlova, T. S., Yasnikov, I. S., Zhigilei, L. V., Romanov, A. E. 2017. Structure and energy of intercrystallite boundaries in graphene. – Reviews on Advanced Materials Science, 52, 91–98.

Potemkin, D. I., Aghayan, M., Uskov, S. I., … , Hussainova, I., Sobyanin, V. A. 2018. Fibrous alumina-based Ni-CeO2 catalyst: synthesis, structure and properties in propane pre-reforming. – Materials Letters, 215, 35–37.

Stamatin, S. N., Hussainova, I., Ivanov, R., Colavita, P. E. 2016. Quantifying graphitic edge exposure in graphene based materials and its role in oxygen reduction reactions. – ACS Catalysis, 6, 5215–5221.

Taleb, M., Hussainova, I., Ivanov, R., Jasiuk, I. 2017a. Graphenated ceramic nanofibers for highly sensitive simultaneous detection of dopamine, uric acid and ascorbic acid. – Advanced Materials Letters, 8 (12), 1178–1183.

Taleb, M., Ivanov, R., Bereznev, S., Kazemi, S. H., Hussainova, I. 2017b. Graphene encapsulated alumina nanofibers for ultra-sensitive simultaneous determination of dopamine, uric and ascorbic acids. – Microchimica Acta, 184, 46034610.

Taleb, M., Ivanov, R., Bereznev, S., Kazemi, S. H., Hussainova, I. 2017c. Novel approach to ultrasensitive electrochemical detection of ascorbic acid. – Microchimica Acta, 184 (3), 897–905.

Taleb, M., Ivanov, R., Bereznev, S., Kazemi, S. H., Hussainova, I. 2018. Alumina/graphene/Cu hybrids as highly selective sensor for simultaneous determination of epinephrine, acetaminophen and tryptophan in human urine. – Journal of Electroanalytical Chemistry, 823, 184–192.

Irina HUSSAINOVA
Sündinud 19.04.1961

1985 – Peterburi riiklik polütehniline ülikool (metallofüüsika ja metallograafia)
1992 – magister (loodusteadused, Tallinna tehnikaülikool)
1999 – doktorikraad (PhD tehnikateadustes, Tallinna tehnikaülikool)

Avaldanud üle 200 teaduspublikatsiooni, 12 patentse leiutise kaasomanik. Juhendanud 12 doktoritööd.

Töötanud 1985–1994 ENSV TA termofüüsika ja elektrofüüsika instituudis, alates 1994 Tallinna tehnikaülikoolis teaduri, vanemteaduri ja juhtivteadurina, praegu mehaanika ja tööstustehnika instituudi professor. Aastatel 1998–2016 külalisprofessor, uurija-professor ja külalisteadur Euroopa ja USA ülikoolides ning teadusasutustes (Royal Institute of Technology, Stockholm; German Aerospace Center, Braunschweig; Austrian Research Center, Vienna; SIVUS GmbH, Chemnitz; Georgia Institute of Technology, Altanta; Aalto University Foundation, Espoo; University of Illinois at Urbana-Champaign jne).

Arstiteaduse valdkonna aastapreemia teadus-arendustöö „Mitokondrite roll närvisüsteemi haiguste korral“ eest

Allen Kaasik

MITOKONDRITE ROLL NÄRVISÜSTEEMI HAIGUSTE KORRAL

Milleks mitokondrid?

Iga meie keharakk (ja neid on meil 37 triljonit) sisaldab erinevaid organelle. Need organellid täidavad kõik oma spetsiifilisi funktsioone, mis on vajalikud rakkude ellujäämiseks. Tuumas paikneb raku DNA ja seal toimub RNA süntees. Ribosoomides toimub sellesama RNA abil uute valkude valmistamine. Endoplasmaatilises retiikulumis (tsütoplasmavõrgustik, mis kujutab endast membraansete seintega torukeste ja põiekeste süsteemi – toim) aga nendesamade valkude „küpsemine" ja mitmed muud rakule tähtsad tegevused. Autofagosoomide ja lüsosoomide põhimureks on omakorda rakkude jäätmetest puhas hoidmine. Lisaks on rakus tsütoskelett (omavahel seotud valgufilamentide võrgustik), mis ulatub raku tuumast rakumembraanini ja mida mööda siis väiksemad organellid ringi liiguvad. Arusaadav, et kogu see masinavärk vajab ka energiat ja selle eest hoolitsevad rakus mitokondrid.

Mitokondreid peetakse endisteks bakteriteks, mis paar miljardit aastat tagasi eukarüootsetesse rakkudesse elama asusid. Rakus elades kaotasid nad enamiku oma DNAst ning nende rolliks sai toota rakkudele oksüdatiivse fosforüülimise teel ATPd (adenosiintrifosforhape, mis on vajalik energia tootmiseks; oksüdatiivne fosforüülimine on protsess, mis võimaldab sünteesida orgaanilistest ainetest vabanenud energia arvelt ja ortofosforhappest ATP). *Mitokondrid toodavad 90 protsenti inimese eluks vajalikust energiast.* Mitokondrid mängivad (ühe erandiga – neid ei ole vere punalibledes) väiksemat või suuremat rolli kõikides rakutüüpides. Võib-olla kõige olulisemat rolli südames (südamelihase rakkudes) ja ajus (närvirakkudes), kus energiat kõige enam ja kõige kiiremini vaja läheb.

Mitokondritel on peale energiatootmise veel hulk tähtsaid funktsioone, mida unustama kiputakse. Nemad otsustavad, millal vabastada mitokondri kahe membraani vahel paiknevad faktorid, mis viivad apoptoosini ehk raku programmeeritud surmani. Mitokondrid puhverdavad ka rakusisest kaltsiumi ning mängivad väga tähtsat rolli heemi (porfüriinide hulka kuuluv rauda sisaldav ühend, hemoglobiini ja müoglobiini koostisosa) ja steroidide sünteesis. Endise bakteri kohta on nad osanud end rakus üllatavalt hästi sisse seada ja saavutada otsustusõiguse väga paljude rakule eluliste protsesside üle. Lisaks sellele on mitokonder suutnud enamiku oma ülalpidamiseks vajalikest „lihttöödest"

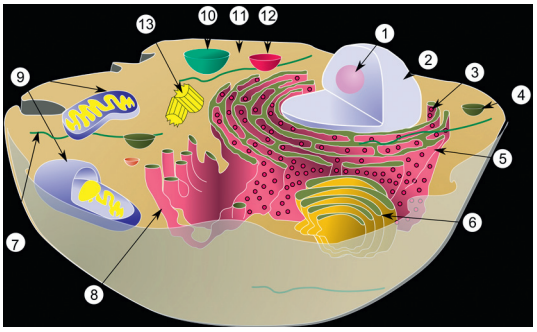
delegeerida rakule. Mitokondri DNAd kodeerivad vaid 37 mitokondrile kõige olulisemat geeni, samas kui tuumas paikneb veel ligi tuhatkond geeni, mis kodeerivad mitokondri eluks vajalikke valke.

Mitokondrite dünaamika

Õpikutes kujutatakse mitokondreid paigalseisvate struktuuridena, mille ümber on välismembraan ning sees kääruline sisemembraan. See jätab mulje, nagu oleksid mitokondrid rakus ühe koha peal paiknevad statsionaarsed struktuurid. Südamelihase rakkudes, kus mitokondrid on surutud kokku müofibrillide (valguline kiud, võimaldab lihaserakkude kokkutõmmet – toim) vahele, see kahtlemata nii ongi, kuid teistes rakutüüpides liiguvad nad rakus aktiivselt ringi. Närvirakkudes liiguvad nad mööda närvijätkeid pidevalt edasi-tagasi, koondudes sinna, kus energiat enim vaja, ja lahkudes sealt, kus energiat kulutavaid tegevusi on vähe.

Mitokondrid liiguvad rakkudes mööda mikrotuubulitest, neurofilamentidest ja aktiiniradadest koosnevat raku tsütoskeletti. Nende liikumine on võrdlemisi aeglane. Inimese istmikunärvi akson (närvirakus tekkinud impulssi erutuslainena edasi juhtiv jätke ehk neuriit) on umbes ühe meetri pikkune. Mitokondrid liiguvad selles keskmise kiirusega ligikaudu 0,7 mikromeetrit sekundis (µm/s), maksimaalselt 3,4 µm/s. Nii võib mitokondril kuluda mitu nädalat, et jõuda närviraku kehast sünaptilise terminalini närvijätke lõpus. Mitokondrite liikumises mööda mikrotuubuleid mängivad rolli mitmed valgud.

Suhteliselt hästi on tuntud mitokondri välismembraanis paiknevad Miro valgud (Rho GTPaasid), mis adaptorvalkude TRAK1 ja TRAK2 kaudu seostuvad mitokondrit mööda mikrotuubulit edasi „sikutavate“ mootorvalkude, kinesiinidega. Teine kompleks, paraku vähem uuritud, seondub mitokondreid tagasi raku kehasse vedavate düneiinidega. Lisaks nendele on olemas veel nn dokkimisvalgud või ankrud. Need ankurdavad mitokondrid kinni kohtades, kus energiat pidevalt rohkem vajatakse. Närvirakkudes on ligikaudu üks kolmandik aksonaalsetest mitokondritest väga liikuvad, samas kui kaks kolmandikku on paigal kohtades, kus energiavajadused on suuremad.



Mitokondrid mitte ainult ei liigu edasi, vaid nad võivad ka üksteisega liituda ning jaguneda. Sel viisil vahetavad nad nii oma membraanijuppe kui ka sisu ehk mitokondri maatriksit. Mitokondri maatriksis paiknevad ka kümmekond

mitokondri DNA koopiat, mida siis samuti vahetatakse. Milleks on selline liitumine-jagunemine mitokondritele vajalik, on jäänud aruteluobjektiks. Arvatakse, et sellega ühtlustab mitokondrite populatsioon rakus oma kvaliteeti, jagades võrdselt kahjustunud DNA molekule ja hoiab mitokondrite pikkust normis.

Organismile mittevajalike või vigaselt funktsioneerivate komponentide (ka rakuorganellide ja valkude) aktiivset lagundamist organismi enda poolt nimetatakse autofaagiaks. Kui lagundatakse spetsiifiliselt mitokondreid, nimetakse seda mitofaagiaks. Kahjustada saanud mitokondrid langevad ka seda protsessi vallandavate autofagosoomide ohvriks. Vigased mitokondrid märgitakse erinevatel viisidel, mis ahvatlevad kohale autofagosoomi, mis siis vigase mitokondri ümbritseb ja lüsosoomi hävitamiseks viib.

Need kolm protsessi – mitokondrite liikumine, liitumine-jagunemine ning mitokondrite hävitamine autofagosoomide poolt ehk mitofaagia – saab kõige paremini kokku võtta mõistes „mitokondrite dünaamika". Viimastel aastatel on mitokondrite dünaamika muutunud mitokondrite maailmas vaata et omaette teadusharuks, sest on aru saadud, et küsimus pole mitte see, kas mitokondreid on piisavalt või mitte, vaid pigem see, kus nad rakus paiknevad ja kui „terved" nad on.

Mitokondriaalsed haigused

Kui mitokonder ei saa oma tööga hakkama, ei jätku rakkudel piisavalt energiat. Kui energiat on liiga vähe, ei saa rakud oma tööga hakkama ja see võib viia mitokondriaalsete haigusteni. Mitokondriaalsed haigusi jagatakse primaarseteks ja sekundaarseteks. Primaarsete mitokondriaalsete haiguste põhjuseks on tihtilugu geneetiline viga kas mitokondri enda genoomis või siis tuumas paiknevates ning mitokondritele valke tootvates geenides. Sekundaarsete mitokondriaalsete haiguste puhul mängivad mitokondrid väiksemat rolli ning nende kahjustus on pigem hiljem tekkinud.

Mitokondriaalsed häired on kliiniliselt väga heterogeensed. Sümptomid võivad ilmneda mis tahes elundites või kudedes. Kõrge energiavajadusega kesknärvisüsteem ja skeletilihased on neist häiretest kõige sagedamini mõjutatud.

Hinnanguliselt on ühel inimesel ligikaudu 4000st–5000st mingi primaarne mitokondriaalne haigus (Gorman jt, 2015). Sekundaarse mitokondriaalse haiguse levimust on raske hinnata peamiselt nende haiguste kliinilise ja geneetilise heterogeensuse tõttu. Siiski on oletatud, et mitokondriaalne düsfunktsioon (häired mitokondrite toimimises – toim) võib mõjutada kümnendikku elanikkonnast.

Vaatamata sellele, et teadlased on mitokondritega seotud haiguste põhjuste kindlakstegemisel üpris edukad olnud, ei ole nende haiguste spetsiifiliste ravimeetoditeni jõutud. Hulk väiksemapoolseid ravimifirmasid tegeleb mitokondriaalsete haiguste raviks mõeldud uuenduslike ravimite arendamisega. Käimas on ka mitmed kliinilised uuringud. Paraku ei suuda neist ükski lahenda esmast probleemi, energiatootmise vähenemist rakkudes.

Mitokondrid ja neurodegeneratiivsed haigused

Neurodegeneratiivsed haigused, nagu nimigi seda ütleb, on haigused, kus närvirakud ehk neuronid mingil põhjusel enneaegselt surevad. Neist sagedasim on kahtlemata Alzheimeri tõbi, millele järgneb Parkinsoni tõbi ja amüotroofiline lateraalskleroos (ALS, lihaste kõhetumist ja halvatust põhjustav praegu ravimatu närvihaigus, mis harilikult lõpeb surmaga hingamispuudulikkuse tõttu – toim). Kõikide nende puhul mängivad mingit rolli ka mitokondrid. Kõige kindlamalt vettpidav seos on leitud mitokondrite ja Parkinsoni tõve vahel.

Aastakümneid on teada olnud, et mutatsioonid kahes geenis, mis kodeerivad valke Parkin (tehnilise nimetusega E3 ubikvitiini ligaas) ja PINK1 (PTEN-indutseeritav kinaas), on autosoom-retsessiivse[11] varajase algusega Parkinsoni tõve kõige levinumad põhjused. Aga alles kümmekond aastat tagasi näidati ka, et need kaks valku on põhilised tegijad mitokondrite kvaliteedi kontrollimisel (Narendra jt, 2008). Juhul kui mitokonder ennast „halvasti tunneb" ning tema sisemembraani potentsiaal (mis teatavas mõttes peegeldab mitokondri seisundit) oluliselt langeb, hakkab mitokondri välismembraanile akumuleeruma PINK1. PINK1ga liitub muidu tsütoplasmas (raku kogu elussisu, välja arvatud rakutuum – toim) paiknev Parkin, mille PINK1 fosforüülib (varustab nn fosforüülrühmaga PO_3^{2-}).

Nõnda aktiveeritud Parkin hakkab ubikvitiinima[12] enda ümbruses mitokondri välismembraanil olevaid valke, sealhulgas eelnimetatud Miro valke ning mitokondrite liikumise ehk fusiooni eest vastutavaid mitofusiine. Miro valkude ubikvitiinimisel kaob mitokondritel side tsütoskeletiga (kogu rakku kattev (mikro)tuubulite ja (neuro)filamentide võrgustik) ning nad ei suuda enam liikuda. Mitofusiinide ubikvitiinimisel kaotavad vigased mitokondrid võime liituda tervetega, et kaitsta viimaseid vigade ülekandmise eest. PINK1 ja Parkini teatavate mutatsioonide korral selline kontrollmehhanism ei tööta ning rakk ei saa enam aru, kes on kes. Vigased mitokondrid jäävad edasi virelema, närvirakul

[11] Autosoom on kromosoom, mis esineb võrdarvuliselt (nt paariliselt) liigi kõikidel isenditel. Autosoomne dominantne geen avaldub alati ja autosoomne retsessiivne geen avaldub dominantse geeni puudumisel (Wikipedia).

[12] Ubikvitiinimine on üks olulisemaid immuunsüsteemi regulatsiooni mehhanisme, mille käigus lagundatakse interferooni regulaatorfaktor 7, lühendatult IRF.

hakkab varem või hiljem energiat nappima ja ta sureb. Arvatakse, et sellises olukorras oleks kasulik mitokondrite kvaliteedikontrolli mehhanismid mingil muul moel aktiveerida. Seetõttu otsitakse aktiivselt autofaagia-mitofaagia aktivaatoreid. Paraku ei ole esimesed katsed kuhugi viinud, sest uuritud autofaagia-mitofaagia aktivaatoritel on ka palju muid (kõrval)toimeid.

Mitokondrid ja närvirakkude areng

Inimese ajus on ligikaudu 86 miljardit närvirakku (tarakanil vaid üks miljon ning Aafrika elevandil üle 250 miljardi), mida omavahel ühendab 850 000 kilomeetrit jätkeid: aksoneid ja dendriite (ehk ärritust vastu võtvaid närviraku jätkeid). Sündides on keskmine lapse aju suurus umbes veerand täiskasvanu keskmisest aju suurusest. See kahekordistub esimesel eluaastal ja saavutab peaaegu täiskasvanu aju suuruse (90%) viiendaks eluaastaks. See on intensiivseim närvirakkude jätkete kasvuperiood, mil ajus tekib iga sekundi jooksul rohkem kui miljon närviühendust. Närvirakkude jätkete kasvamine ning närviühenduste tekkimine on väga keerukad protsessid. Et kiiresti kasvada, vajab närvirakk suurt hulka „ehitusmaterjale" ja nende efektiivset transporti närviraku kehast jätketesse. Ehitusmaterjalide tootmine ja kogu järgnev logistika vajab omakorda märkimisväärses koguses energiat, mida saavad toota vaid mitokondrid. Kuna närvirakkude jätked (aksonid) on pikad, ei difundeeru ATP seal piisavalt kiiresti ning mitokondrid peavad paiknema kohtades, kus energiat kulub.

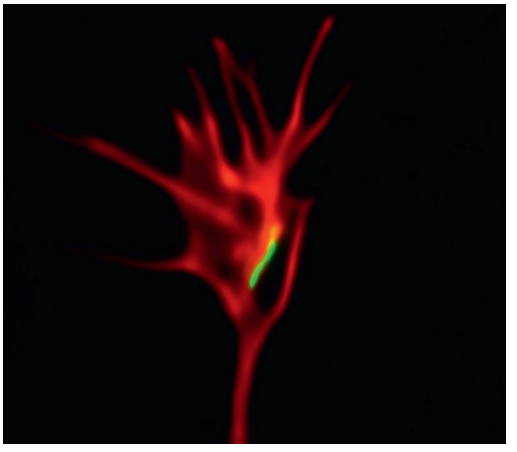
2016. aastal ajakirjas Development ilmunud töös (Vaarmann jt, 2016) näitas meie uurimisgrupp, et ATP ja seda tootvate mitokondrite puudus võib olla üks põhjus, miks närvijätked piisavalt kiiresti ei kasva. Samuti pakkusime välja, et mitokondrite hulga suurenemine ja nende suunamine jätkete otstesse kiirendab närvijätkete kasvu. Töö peamiseks avastuseks oli see, et PGC-1α (peroksisoomi proliferaator-aktiveeritud retseptor gamma koaktivaator 1α) aktiveerumine, mis suurendab mitokondrite arvu ja ATP taset närvijätkete otstes, paneb ka närvijätked kiiremini kasvama. PGC-1α aktiivsus rakus sõltub omakorda AMP-aktiveeritavast proteiinkinaasist (AMPK, rakusisene molekulaarne energiasensor) ja seda aktiveerivatest kinaasidest (CaMKKβ, LKB1-STRAD või TAK1). Tulemused viitavad sellele, et mitokondrite biogeneesi aktiveerimine võib olla üheks strateegiaks, kuidas vajadusel närvirakkude jätkete kasvu ja taastumist toetada. Seoses selle artikliga avaldas juhtiv meditsiiniajakiri New England Journal of Medicine kommentaarartikli „Mitochondrial Mobility and Neuronal Recovery" (Kaasik, 2016).

Võib oletada, et kui aju arengu käigus energiat ei jätku, on areng aeglasem ja sellega võivad kaasneda ka arenguhäired. Üheks haiguseks, mis aju arengut võib mõjutada, on Wolframi sündroom, mida Tartu ülikooli füsioloogia osakonnas on professor Eero Vasara juhtimisel juba ligi 15 aastat uuritud.

Wolframi sündroom on haruldane (esinemissagedus keskmiselt ühel inimesel miljonist) geneetiline haigus, mida iseloomustab suhkurtõbi, nägemisnärvi kahjustus, kurtus ja ajuatroofia. Arvatakse, et Wolframi sündroomil on tugev mõju aju varasele arengule. Kliiniliste sümptomite järgi peeti Wolframi sündroomi pikalt mitokondriaalseks haiguseks. Kui avastati, et seda põhjustavad mutatsioonid geenis, mis kodeerib hoopis endoplasmaatilise retiikulumi membraanis paiknevat valku volframiini, unustati mitokondrid pikaks ajaks.

2016. aastal ajakirjas PLoS Biology ilmunud töös (Cagalinec jt, 2016) näitasime, et Wolframi sündroomi üks võimalikke põhjuseid on kahjustatud mitokondrite poolt põhjustatud raku energiakriis. Töö näitab, et volframiini valgu vähesus põhjustab endoplasmaatilise retiikulumi stressi ning vähendab kaltsiumi vabanemist endoplasmaatilisest retiikulumist. Sellega kaasnevad muutused rakusiseses kaltsiumis aktiveerivad mitokondrite autofaagia (mitofaagia), mis omakorda viib mitokondrite arvu vähenemisele neuronites ja põhjustab energiatootmiskriisi. Oluline on ka märkida, et need muutused on seotud mitokondrite kvaliteedikontrolli eest vastutava ja Parkinsoni tõvega seotud PINK1 ja Parkin valkudega. Avastus näitab uues valguses Wolframi sündroomi taga olevat mehhanismi ja osutab ka võimalikele uutele ravisihtmärkidele. Töö laiem järeldus on, et ülemäärane ja soovimatu mitofaagia ning sellele järgnev bioenergeetiline defitsiit on neuronitele kahjulik, pärssides nende arengut ja soodustades neuronaalset surma (ehk närvirakkude hävimist). Avastusest tegi populaarteaduslikul tasemel kokkuvõtte Euroopa eluteaduste ajakiri Lab Times (Taylor, 2016).

Tsükli kolmas, 2018.–2019. aastal ajakirjas EMBO Journal publitseeritud töö (Safiulina jt, 2019a) käsitleb mitofaagia peenhäälestust neuronites. Varem arvati, et mitokondrite liigutamise eest vastutavad Miro valgud on PINK1 ja Parkini substraatideks ning vaid mitofaagia passiivsed ohvrid. Meie tulemused näitavad, et toimuv protsess on märksa keerulisem. Tegelikult on just Miro valgud need,



Joonis. Närvijätke ots (punane) koos seal resideeriva üksiku mitokondriga (roheline). Foto: Michal Cagalinec, Annika Vaarmann ja Allen Kaasik

mis mitofaagia protsessi alustava Parkini mitokondritesse „meelitavad“ ja on ühtlasi otsustajateks, kas Parkin aktiveerida või mitte. Need tulemused ei ole küll otseselt seotud ühegi konkreetse haigusega, kuid aitavad siiski paremini mõista mitofaagia ja mitokondrite kvaliteedikontrolli mehhanisme neurodegeneratiivsete haiguste korral. Hiljuti ilmus ka seda tööd lihtsamas keeles kokkuvõttev kommentaar ajakirjas Autophagy (Safiulina jt, 2019b).

Mida me edasi teeme?

Meie järgmine projekt on seotud mitokondrite rolliga seljaaju vigastuse ja traumaatilise ajukahjustuse puhul. Täiskasvanu närvisüsteemis on seljaaju vigastuse, traumaatilise ajukahjustuse või insuldi järgne närvirakkude taastumine ja funktsionaalsete närviühenduste taasteke äärmiselt piiratud. Närvijätkete tagasikasvamine on närvikahjustusest paranemise juures üks kriitilisemaid protsesse. Hiljutised avastused näitavad, et vigastatud närvijätkete taastumisel saab määravaks rakkude suutlikkus säilitada ATP energiaga varustus ning võime suunata kõrge membraanipotentsiaaliga (ehk hästi funktsioneerivad) mitokondrid kahjustuskoldesse. Üritame selgitada mitokondrite rolli närvijätkete kahjustuse tekkes ja taastumisel ning leida võimalusi neuronite taastumise soodustamiseks. Uurimustöö kaugem eesmärk on tuvastada ühendeid, mis on suutelised suurendama mitokondrite hulka kahjustuskoldes, piirama kahjustuse ulatust ning soodustama närvirakkude taastumist.

VIITED

Cagalinec, M., Liiv, M., Hodurova, Z., … , Kaasik, A. 2016. Role of mitochondrial dynamics in neuronal development: Mechanism for Wolfram syndrome. − PLoS Biology, 14 (7), e1002511.

Gorman, G. S., Schaefer, A. M., Ng, Y., *et al*. 2015. Prevalence of nuclear and mitochondrial DNA mutations related to adult mitochondrial disease. − Annals of Neurology, 77 (5), 753−759.

Kaasik, A. 2016. Mitochondrial mobility and neuronal recovery. − The New England Journal of Medicine, 375 (13), 1295–1296.

Narendra, D., Tanaka, A., Suen, D. F., Youle, R. J. 2008. Parkin is recruited selectively to impaired mitochondria and promotes their autophagy. − The Journal of Cell Biology, 183 (5), 795−803.

Safiulina, D., Kuum, M., Choubey, V., … , Kaasik, A. 2019a. Miro proteins prime mitochondria for Parkin translocation and mitophagy. − EMBO Journal, 15, 38 (2), pii, e99384.

Safiulina, D., Kuum, M., Choubey, V., Hickey, M. A., Kaasik, A. 2019b. Mitochondrial transport proteins RHOT1 and RHOT2 serve as docking sites for PRKN-mediated mitophagy. − Autophagy, Feb 26, 1–2.

Taylor, A. 2016. Energy crisis. − Lab Times, 5, 30−31.

Vaarmann, A., Mandel, M., Zeb, A., … , Kaasik, A. 2016. Mitochondrial biogenesis is required for axonal growth. − Development, 143 (11), 1981–1992.

Allen Kaasik
Sündinud 23.08.1970

1985– 1988 Tallinna 5. keskkool
1998 – doktorikraad (PhD) Tartu ülikooli patofüsioloogia instituudi ja Helsingi ülikooli biomeditsiini instituudi juures

2009 − 2015 siirdemeditsiini tippkeskuse tegevjuht
2011 − 2016 Tartu ülikooli haigusmudelite kompetentsikeskuse tegevjuht

2000 − Eesti Vabariigi presidendi noore teadlase preemia
2001 − Eesti Vabariigi teaduspreemia meditsiini valdkonnas

Geo- ja bioteaduste valdkonna aasta-preemia tööde tsükli „Eluohtlike zoonootiliste patogeenide ja neid levitavate kiskjaliste kompleksuuringud Eestis ja globaalselt“ eest

Urmas Saarma

ELUOHTLIKUD ZOONOOTILISED PATOGEENID NING NEID LEVITAVATE KISKJALISTE KOMPLEKSUURINGUD EESTIS JA MAAILMAS

Zoonoosid on loomadelt inimestele levivad nakkushaigused. Nende seas on erakordselt ohtlikke haigusi, mis lõpevad inimese surmaga (nt marutõbi). Leidub aga ka selliseid, mis võivad lõppeda traagiliselt, ent õigeaegse tuvastamise ja ravi korral ei ole eluohtlikud. Sellisteks on näiteks ehhinokokoosid, mis on paelusside põhjustatud parasitaartõved − neist tuleb edaspidi põhjalikumalt juttu. Üle 60 protsendi inimesel leitud nakkushaigustest on zoonootilised ja paljud neist pole tõsiseks probleemiks üksnes arengumaades, vaid ka majanduslikult heal järjel olevates riikides, sh Euroopas.

Zoonooside põhjustajateks on väga erinevad patogeensed organismid. Nendeks võivad olla viirused (nt ebolaviirus, erinevad gripiviirused), ainuraksed (nagu toksoplasmoosi põhjustav *Toxoplasma gondii*), bakterid (nt salmonelloosi tekitav *Salmonella* spp. või katkubakter *Yersinia pestis*), seened (nt *Cryptococcus* spp., mille nakkus – krüptokokoos – on eluohtlik) ja helmindid (looma või inimese kehas elav parasiitne uss, nt keeritsusstõbe põhjustavad *Trichinella* eri liigid).

Kuna patogeenide ja nende peremeesliikide vahel käib pidev „võidurelvastumine“, võib näiteks viiruste puhul uute mutatsioonide teke muuta seni mittepatogeense (ehk inimese või looma tervisele ohtu mitte kujutava) viiruse patogeenseks. Samuti võib seni vaid loomadele probleeme põhjustanud patogeen muutuste mõjul saada ühel hetkel ka inimese jaoks ohtlikuks. Sellise patogeeni klassikaliseks näiteks on HIV[13]. Inimese nakatumine zoonootilise patogeeniga toimub sageli vahetu kokkupuute teel nakkust kandva loomaga, aga ka patogeenidega saastunud vett või toitu tarbides. Nakkuse võib saada näiteks nakatunud looma liha süües, eriti kui see jäetakse pooltooreks, mis on tänapäeval järjest enam leviv viis liha valmistamisel.

Zoonoosidega seotud majandusliku kahju suurus ulatub sadadesse miljarditesse eurodesse aastas, rääkimata juba surmajuhtumitest ja kannatustest, mida need endaga kaasa toovad. Ja meeles tasub pidada, et samade patogeenide käes kannatavad vaat et enamgi kodu- ja metsloomad. Nii inimeste kui loomade

[13] HIV on lühend ingliskeelsest nimetusest *human immunodeficiency virus*; eesti keeles inimese immuunsuspuudulikkuse viirus. (Toim)

surmajuhtumeid ja kannatusi, aga ka rahalisi kulutusi saaks oluliselt vähendada, ja siin on teadlastel oluline roll. Üks samm selles suunas on rahvusvaheliselt välja töötatud kontseptsioonil „Üks tervis“ (*One Health*), mis põhineb arusaamal, et nii inimesed kui ka loomad on valdavalt ohustatud samade patogeenide poolt, kuna me jagame samu ökosüsteeme.

Maailma terviseorganisatsiooni (World Health Organization, WHO) egiidi all arendatakse selle kontseptsiooni raames välja tegevuskavu ning tehakse sihtuuringuid, et aidata tõkestada nakkushaiguste levikut ning leida paremad meetmed haigestunud inimeste ja koduloomade ravimiseks. Selle õnnestumise vundamendiks on zoonootiliste patogeenide teadusuuringud. Eriti vajalikud on kompleksuuringud, kus analüüsitakse inimestele ohtlikke patogeene ka teistel nende peremeesliikidel, kelleks on sageli nii mets- kui koduloomad. Sama oluline on teave loomade toitumisest, liikumisteedest ja rännetest. Patogeenidega nakatumine on otseselt seotud peremeesliikide toitumisharjumuste ja liikumistega nii lokaalses kui globaalses mastaabis.

Kompleksuuringute üheks oluliseks osaks on ka parasiitide ja nende peremeesliikide geneetilise mitmekesisuse tundmaõppimine. Sageli eelistavad teatud kindlaid genotüüpe (indiviidi või raku kogu geneetiline informatsioon, mis koostoimes keskkonnatingimustega määrab tema spetsiifika; teisisõnu, liigi erinevatele genotüüpidele vastavad erinevate omadustega indiviidid – toim) omavad patogeenid vaid teatud peremeesliike. Samuti esineb genotüüpe, mida omavad patogeenid nakatavad oma peremehi oluliselt efektiivsemalt kui teised. Lisaks võimaldavad geneetilised uuringud tuvastada patogeensete organismide globaalseid levimisteid ja uurida nende evolutsiooni.

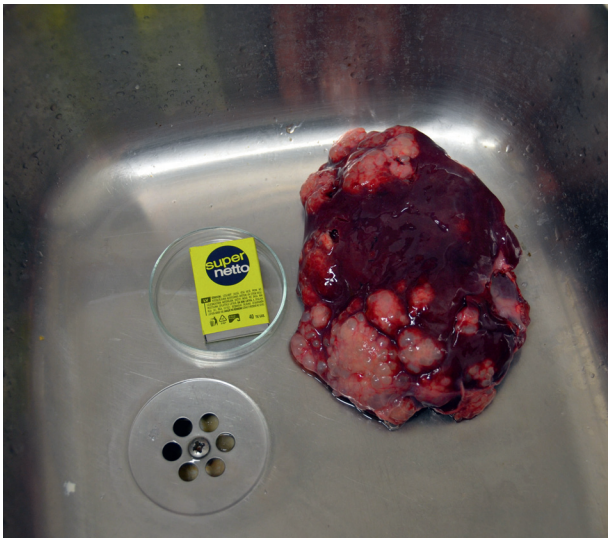
Meie töörühma uuritavatest zoonootilistest patogeenidest oleme enim tähelepanu pööranud inimese jaoks kõige ohtlikematele zoonootilistele paelussidele, kelle täiskasvanud isendid on vaid mõne millimeetri pikkused. Nendeks on alveokokk-paeluss ehk alveokokk (*Echinococcus multilocularis*) ja põistang-paeluss (*E. granulosus*), kes põhjustavad vastavalt alveolaarset ja tsüstilist ehhinokokoosi. Maailmas on samaaegselt ehhinokokoosi nakatunud enam kui miljon inimest. Üksnes nende kahe haiguse põhjustatud kahjud ulatuvad WHO andmeil igal aastal üle kolme miljardi euro. Nii WHO kui Euroopa Komisjon on ehhinokokoosid kandnud prioriteetsete nakkushaiguste nimekirja. Sellel on selged põhjused. Mõlemad haigused on üleilmse levikuga ja märkimisväärseks probleemiks paljudes maades. Maailmas on piirkondi, kus elanikkonnast üle poole – paiguti isegi üle 90 protsendi – on nakatunud põistang-paelussiga. Enamasti jääb sellistes kohtades vajaka ravivõimalustest, mistõttu on surmajuhtumid sagedased. Selliseid piirkondi leidub näiteks Hiinas, Keenias ja mujalgi.

Euroopas on nii alveolaarne kui tsüstiline ehhinokokoos samuti suur probleem, kõige enam lõuna- ja keskosas. Eestis on hetkel haigusjuhtumeid õnneks vähe.

Olukord võib aga kiiresti muutuda, sest Lätis ja Leedus on seda haigust oluliselt sagedamini diagnoositud (Marcinkute jt, 2015). Seetõttu peame ka meie nakatunute arvu kasvuks valmis olema. Teatud eeldused kasvuks on olemas, eriti alveolaarse ehhinokokoosi osas.

Nii alveokoki kui põistang-paelussi elutsükkel vajab vahe- ja lõpp-peremeest. Vaheperemeesteks on alveokoki puhul peamiselt närilised (nt põld-uruhiir, vesirott ehk mügri, harilik leethiir), lõpp-peremeesteks aga peamiselt koerlased (nt rebane, hunt, šaakal, koer). Teised loomarühmad nakatuvad harvem. Aga ka näiteks kodukass võib olla nakkuse kandja. Põistang-paelussi vaheperemeesteks on peamiselt sõralised (nt lammas, siga, veis, põder, punahirv, metskits, metssiga) ja olulisemateks lõpp-peremeesteks, sarnaselt alveokokiga, erinevad koerlased.

Kui lõpp-peremehes parasiidina elavad (ehk nugivad, sõnast nugiline – toim) täiskasvanud paelussid oma kandjale erilisi vaevusi ei põhjusta, siis vaheperemeestega on lugu teine. Neil esineb parasiit tsüstidena. Tsüste võib leida erinevatest siseelunditest, kõige sagedamini maksast ja kopsudest (joonis 1). Kuna ehhinokokoosid on pika peiteajaga haigused (5–15 aastat), siis varases nakkuse faasis tsüstid peremehele enamasti probleeme ei põhjusta. Kui tsüste saab aja jooksul palju või kasvab mõni neist väga suureks, võivad need nakatunud siseelundite töö halvata. Enne tekib aga terve rida muid tõsiseid terviseprobleeme, millega inimeste (ja ka loomade puhul) kaasneb enamasti tugev valu, üldine nõrkus ja kaalukaotus. Haiguse raskusaste sõltub nakkuse intensiivsusest ja sellest, millist organit või organeid on nakkus tabanud. Paremal juhul piisab



Joonis 1. Kopra (*Castor fiber*) maks, mis on täis alveokoki (*Echinococcus multilocularis*) tsüste. Kobras kütiti 2018 Harjumaalt Kose vallast.
Foto: Urmas Saarma

tsüstide kirurgilisest eemaldamisest ja pikast ravikuurist. Halvemal juhul tuleb ette võtta elundi siirdamine ja veel halvemal juhul ei saa inimese elu päästmiseks enam midagi teha.

Meie uuringuobjektide seas on olnud väga erinevaid ehhinokokkide peremehi. Oleme analüüsinud ehhinokokkide ja teiste zoonootiliste parasiitide esinemist hundil, punarebasel, kährikkoeral, põdral, metskitsel, metsseal ja kopral. Samuti oleme uurinud ehhinokokke koduloomadel (koertel, lammastel, veistel jt). Lisaks oleme analüüsinud enamiku loetletud metsloomade toitumist ja nii lokaalseid liikumisi kui globaalseid migratsioone ning viinud läbi ka fülogeneetilisi (ehk põlvnemise) uuringuid. Selles kirjutises esitatu puudutab peamiselt 2015–2018 ilmunud teadusartiklite väga põgusat tutvustust.

Ehhinokokiuuringud said meil hoo sisse, kui avastasime Eestis esmakordselt alveokoki esinemise (Moks jt, 2005; avaldatud ühes nakkushaiguste tippajakirjas Emerging Infectious Diseases). Kohe seejärel jõudsime ka põistang-paelussi uuringuteni (Moks jt, 2006). Edasised põhjalikud rebase ja kährikkoera parasitofauna uuringud on näidanud, et alveokokiga on Eestis nakatunud 31,5 protsenti rebastest ja 1,6 protsenti kährikkoertest (Laurimaa jt, 2015c, 2016a). Kuigi alveokoki esinemissagedus on kährikkoertel suhteliselt madal, tuleb seda liiki suure arvukuse tõttu siiski käsitleda alveokoki olulise levitajana. Sellest võrsub potentsiaalne oht ka inimesele.

Meie kährikkoertega läbi viidud toitumis- ja telemeetriauuringud (Süld jt, 2014, 2017a, b) näitasid, et kährikud liiguvad ka talude ja muude majapidamiste ümbruses. Seetõttu võivad nad näiteks aias mahakukkunud õunu või muud söödavat tarbides teha samasse ka oma häda, saastades parasiidi munadega pinnast ja köögivilju. Sealt võib nakkuse levida juba koduloomadele (peamiselt koertele) ja inimestele. Rebased ja kährikkoerad levitavad veel teisigi inimesele ohtlikke parasiite. Rebasel tuvastasime Eestis kokku kümme zoonootilist parasiidiliiki ja kährikkoeral üheksa. Samuti võrdlesime kährikkoera kui võõrliigi parasitofaunat tema looduslikus levilas Kagu-Aasias ja Euroopas. Näitasime, et valdav osa praegu Euroopas elavate kährikkoerte parasiitidest ei ole nende algkodust kaasa toodud, vaid nakatumine on toimunud Euroopas (Laurimaa jt, 2016a, b).

Alveokoki väga kõrge esinemissagedus rebasel ja nende loomade järjest sagedasem esinemine linnades moodustab ohtliku kombinatsiooni. Riski hindamiseks on vaja analüüsida, millist ohtu kujutavad endast linnarebased alveokoki toomisel linnakeskkonda. Mujal Euroopas on näidatud, et linnarebaste tekkega on oluliselt kasvanud inimeste nakatumine alveolaarsesse ehhinokokoosi. Rebaste järjest sagedasemat esinemist linnades seostatakse marutaudi elimineerimisega. Eestis hakati marutaudivastast suukaudset vaktsiini lennukilt loodusesse külvama 2005. aasta sügisel, mis tõi kaasa marutaudi kadumise

metsloomade seas. Kaasnähtusena tõusis aga rebaste ja kährikkoerte arvukus ja rebased hakkasid tungima linnadesse (kährikkoeri on linnades üldiselt harva kohatud).

Meie uuring näitas, et rebaseid on nähtud enamikus Eesti linnades (33 linnas 47st; Plumer jt, 2014). Kuna olime varem näidanud, et kolmandik rebaseid on alveokokiga nakatunud, tekkis kohe küsimus, kui suurt ohtu kujutavad endast linnarebased alveokoki levitajana. Samuti olime oma varasemate uuringute käigus leidnud Eestist põistang-paelussi, mille üheks lõpp-peremeheks on koer, kellelt võib nakkus hõlpsasti kanduda inimesteni. Pea kõigi meie töörühma liikmete ja kraadiõppurite osavõtul kogusime ulatuslike välitööde käigus Tartust rebastele ja koertele kuuluvaid väljaheiteid.

Kuna mitmed hiljutised teadusuuringud olid näidanud, et üksnes väljaheite morfoloogia alusel on liigi määramine vigaderohke, oli vaja usaldusväärselt kindlaks teha, kas väljaheide kuulub rebasele või koerale ning millise parasiidiliigi munadega väljaheites on tegu. Töötasime välja kõrge spetsiifika ja tundlikkusega geneetilisel analüüsil põhineva mitteinvasiivse metoodika, mis võimaldab tuvastada nii väljaheite omaniku (antud juhul kas rebase või koera) kui ka parasiidiliigi (alveokokk, põistang-paeluss või muu paeluss). Meetodi tundlikkuse suutsime tõsta väga kõrgeks. Eksperimendid näitasid, et kui väljaheites on kasvõi ainult üks parasiidi muna, siis suudab meetod selle ka tuvastada.

Leidsime, et 7,1 protsendi kindlakstehtud rebase väljaheidetes leidus alveokoki mune. See proportsioon on oluliselt väiksem kui looduskeskkonnas elavatel rebastel (Laurimaa jt, 2015a). Põhjus on lihtne. Looduses elavate rebaste menüüsse kuulub suurel hulgal närilisi (Soe jt, 2017), kes on alveokoki vaheperemeesteks. Linnarebased aga tarbivad peamiselt antropogeenset toitu ja oluliselt vähem närilisi. Seetõttu toimib alveokoki elutsükkel linnakeskkonnas märksa ebaefektiivsemalt. Teatava üllatusena leidsime aga 2,2 protsendist koeraproovidest põistang-paelussi mune. Paraku oli tegemist inimesele kõige ohtlikuma põistang-paelussi genotüübiga G1. See oli koeralt esmakordne põistang-paelussi leid Eestis ja esimene genotüübi G1 tuvastus koertel kogu Euroopas (Laurimaa jt, 2015b).

Metsloomadest oleme põistang-paelussi leidnud nii hundil, põdral kui ka metskitsel. Nakatumise määrad olid suhteliselt madalad: põtradest oli nakatunud 0,8 protsenti, huntidest viis protsenti, metskitsedest 0,1 protsenti, ent nende arvukust silmas pidades tuleb neid kõiki käsitleda põistang-paelussi oluliste levitajatena. Me ei leidnud ühtki nakatunud metssiga, kuigi mitmel pool mujal Euroopas (nt Itaalias) on metssigade nakatumine põistang-paelussiga tavaline. Ka kodusead võivad olla põistang-paelussi vaheperemehed. Meie lähikonnast on seda parasiiti sigadelt leitud Leedust (Marcinkute jt, 2015).

Ehhinokokkide uuringutega oleme läinud võimalikult süvitsi, aidates lahti muukida perekonna *Echinococcus* fülogeneesi ehk põlvnemislugu (nt Moks jt, 2008; Saarma jt, 2009; Laurimäe jt, 2018) ning inimesele kõige ohtlikumate põistang-paelusside genotüüpide globaalset geneetilist mitmekesisust ja levikuteid. Alles hiljuti arvati, et põistang-paeluss on üks liik. Tegelikult moodustab see keeruka liikide kompleksi. Liigid koosnevad omakorda erinevatest genotüüpidest, mida tähistatakse G1–G10. Põistang-paelussi fülogeneesi lahendamine on äärmiselt oluline, kuna võimaldab korrektselt tuvastada eri taksonite[14] vahelisi evolutsioonilisi seoseid ja panna paika selle perekonna taksonoomia. Sellealased teadmised on olulised mitte ainult fundamentaalteaduslikult, vaid ka meditsiinis ja veterinaarias, et kõik saaks üheselt aru, millistest taksonitest jutt käib. Kindlad teadmised parasiitide fülogeneesist on oluline lähtekoht ka tõhusate diagnostiliste, aga ka ennetus- ja ravimeetodite väljatöötamisel.

Enne meie uuringuid oli teadmata, mitmest liigist põistang-paelussi liigikompleks koosneb ja kuidas eri genotüübid liikide vahel jaotuvad. Teema oli valmistanud peamurdmist juba pikka aega ja meie uuringud tõid kaasa olulise murrangu. Esmalt töötasime välja sobivad meetodid mitokondri täisgenoomi ja terve rea tuumageenide analüüsimiseks. Paralleelselt moodustasime ulatusliku rahvusvahelise koostöövõrgustiku, et kaasata suurel arvul parasiidiproove ja kompetentsi maailma eri paigust. Seejärel töötasime välja usaldusväärse meetodi genotüüpide G1 ja G3 eristamiseks (Kinkar jt, 2018b) ning lahendasime ära kahe suure põistang-paelussi genotüübirühma, nimelt G1–G3 ja G6–G10 fülogeneesi (Kinkar jt, 2017; Laurimäe jt, 2018a, b).

Sai selgeks, et keerukas põistang-paelussi liikide kompleksis on kokku viis liiki ning kaheksa genotüüpi. Analüüside tulemused näitasid, et mitme põistang-paelussi genotüübi geneetiline mitmekesisus on globaalselt erakordselt kõrge. Seda on soodustanud eelkõige rahvusvaheline loomakaubandus, mis on oluliselt hõlbustanud parasiitide kiiret levikut ka geograafiliselt kaugete riikide vahel (Kinkar jt, 2016, 2018a, c; Laurimäe jt, 2016, 2018b). Ja seda juba õige pikka aega.

Meie läbiviidud analüüs näitas, et ajalooliselt on genotüübirühma G1–G3 üheks peamiseks ekspansiooni lähtekohaks olnud Lähis-Ida. See kant on hästi tuntud ka lamba, veise ja kitse kodustamise piirkonnana ning just sealt levisid need koduloomad inimese kaasabil mujale maailma, jõudes ka Eesti aladele. Koostöös TÜ arheoloogidega analüüsisime vanu lambaluid ja näitasime, et kihnu maalammas, kes on meie kõige põlisem koduloom, omab geneetilis-ajaloolist seost

[14] Takson on organismide süstemaatika teatav üksus. Põhiline üksus on liik. Kasutatakse nii liigisiseseid üksusi, nt alamliik, kui ka liigist kõrgemaid üksusi nagu perekond, sugukond, selts, klass ja hõimkond. (Toim)

siinmail ligi 3000 aastat tagasi elanud lammastega (Rannamäe jt, 2016a, b). Et lambad, veised ja kitsed on olulised põistang-paelussi vaheperemehed, liikusid tuhandeid aastaid tagasi koos koduloomadega kaasa ka need parasiidid, mistõttu võis ehhinokokoosi esineda juba toona meie aladel elanud inimestel.

Parasiitide leviku paremaks mõistmiseks on olulisel kohal nende peremeesliikide toitumisuuringud, sest just toidu kaudu saavad loomad enamiku nugiusside nakkustest. Oleme toitumist analüüsinud nii rebastel (Soe jt, 2017), kährikkoertel (Süld jt, 2014), huntidel (Valdmann, Saarma, käsikiri valmimas) kui karudel (Vulla jt, 2009). Neist kolm esimest liiki võivad kõik olla ehhinokokkide peremeesteks. Nii kährikute kui rebaste uuringutes leidsime, et nende toidust moodustavad olulise osa inimtekkeline toit ja pisinärilised. Mõlema toidukategooria tarbimine on seotud olulisel määral metssigadele mõeldud söödaplatsidega, kuhu tuuakse nii tera- kui aedvilja. Ka kährikud ja rebased külastavad sageli söödaplatse. Teravilja aga armastavad väga ka närilised, keda on seetõttu söödaplatsidel arvukalt. Et kährikud-rebased on alveokoki lõpp-peremehed ja närilised vaheperemehed, siis toimib alveokoki tsükkel söödaplatsidel väga efektiivselt, aidates liikidevaheliste kontaktide kaudu kaasa alveokoki levikule.

Kui uurisime seoseid metsloomade parasiteerituse ja toitumise vahel, siis ühe huvitava tulemusena leidsime, et kärntõbised loomad on helmintidega enam nakatunud kui nende terved liigikaaslased (Laurimaa jt, 2016b). Aga veelgi intrigeerivam oli, et siseparasiitidega enim nakatunud kährikkoerad olid söönud rohttaimi oluliselt rohkem kui vähem nakatunud liigikaaslased. Selline rohttaimede rohke manustamine osutab parasiiditõrjele, mille esinemist on varem täheldatud ka mitmetel teistel loomadel.

Ei tasu imestada, et loomad suudavad teha parasiiditõrjet. Loomad on targemad kui üldiselt arvatakse. Mida enam on neid uuritud, seda enam on selgunud, kui taibukad ja oskuslikud nad on. Loomade tapmine on teaduslikel eesmärkidel paraku ikka veel massiline. Oma uurimistöös oleme eelistanud kasutada meetodeid, mis ei eelda looma tapmist. Kõige paremad on mitteinvasiivsed meetodid, mis loomi enamasti isegi ei häiri. Õige mitme meie töörühma teadusprojekti käigus oleme selliseid meetodeid ka ise välja töötanud. Neid on nüüd võimalik kasutada ka teistel teadlastel ja huvi selliste meetodite vastu üldisemalt on näidanud vaid kasvutendentsi.

Teadmised imetajate toitumisest on lisaks patogeenide levikule olulised ka ohustatud liikide kaitsel. Seetõttu oleme uurinud kiskluse mõju maas pesitsevatele lindudele, sh metsisele, kelle arvukus on olnud languses. Töötasime välja mitteinvasiivse geneetilise metoodika, mille abil sai usaldusväärselt kindlaks teha nii väljaheite jätnud loomaliigi kui väljaheites leiduvad linnuliigid. Näitasime, et uus geneetiline meetod on ligi viis korda täpsem võrreldes

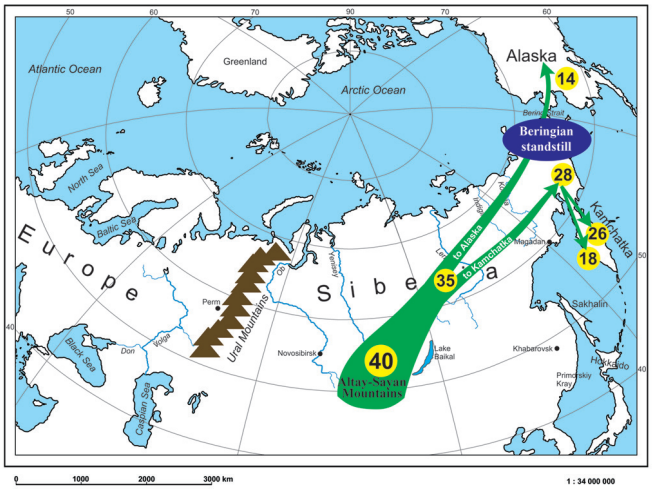
tavapärase morfoloogilise meetodiga. Tuvastasime, et lisaks metsnugisele, rebasele ja kährikkoerale on ka metsseal märkimisväärne roll maas pesitsevate lindude hävitamisel (Oja jt, 2017). Varasemalt küll oletati, et metssiga võib olla linnuröövel, aga näidatud seda polnud. Töö tulemustel on ka oluline rahvusvaheline tähendus toitumisuuringutele üldisemalt, sest siiani publitseeritud uuringutes on (morfoloogial põhineva metoodika puuduste tõttu) suure tõenäosusega alahinnatud kiskjaliste mõju lindude suremusele.

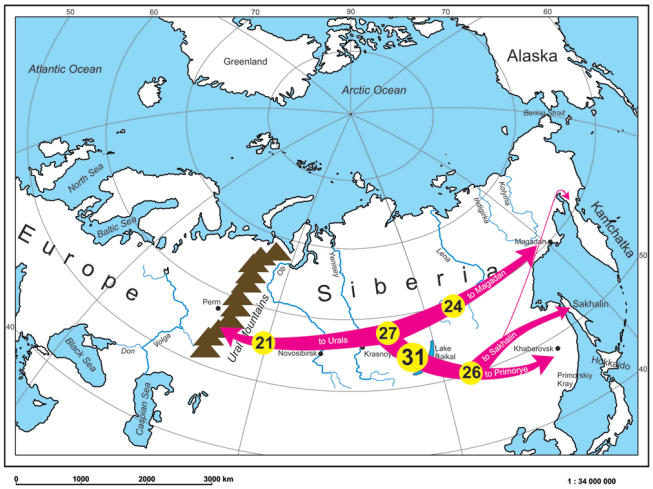
Lisaks toitumisele on oleme põhjalikult analüüsinud ka metsikute imetajate liikumisi nii lokaalselt (Eestis ja lähimaades) kui globaalselt. Üks neist käsitles kärntõve mõju kährikute liikumisele. Kährikkoerte ja rebaste arvukuse oluliseks looduslikuks reguleerijaks on pärast marutaudi likvideerimist kujunenud kärntõbi. Seda haigust põhjustab üks välisparasiit, nimelt süüdiklest *Sarcoptes scabiei*. Nakatunud loomad enamasti surevad. Metsloomadelt võib nakkus kanduda ka koertele ja nakatuda võivad ka inimesed. Kui koerad saavad õigeaegset ravi, siis nakkus neile ohtlik ei ole, ent ravi hilinemisel võib see põhjustada olulisi terviseprobleeme. Õnneks inimestele nakkus eluohtlik ei ole ja parasiit suudab nahas elada enamasti vaid paar nädalat, põhjustades küll kihelust ja punetust.

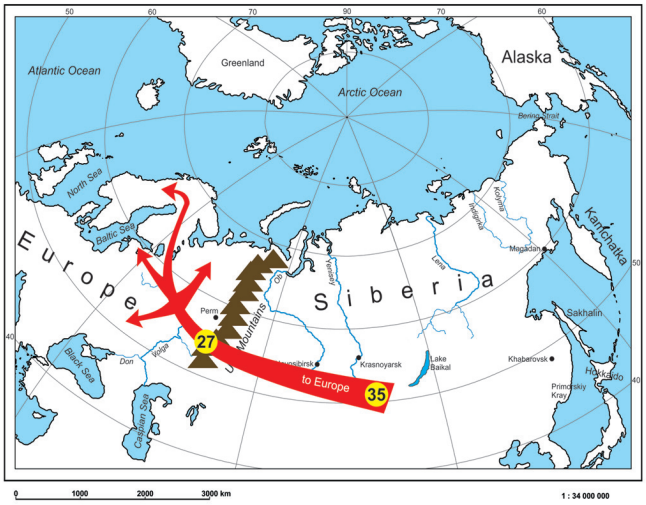
Telemeetriauuringute käigus varustasime GPS-kaelustega mitu kährikkoera, kes kaelustamise ajal olid ilma kärntõve tunnusteta. Osa neist jäi aga hiljem kärntõppe ja meil tekkis võimalus jälgida haiguse mõju nende liikumisaktiivsusele. Selgus, et mõju on väga suur. Uuritud isendite kodupiirkonna suurused ning päevateekonna pikkused vähenesid kärntõbistel loomadel oluliselt. Näiteks ühel haigestunud isenditest hakkas liikumine märgatavalt vähenema umbes kuu aega enne surma ja tema kodupiirkonna suurus vähenes ligi tuhat korda. Teisel haigestunud isendil algas liikumise vähenemine alles nädal enne surma ja kodupiirkonna suurus kahanes u 200 korda (Süld jt, 2017a). On üsna tõenäoline, et kärntõve progresseerudes välja kujunenud sepsis vähendas loomade liikumist oluliselt ja lõpuks muutis septiline šokk nad peaaegu liikumisvõimetuks. See oli esimene sellelaadne teadustöö maailmas, sest varem polnud kärntõve mõju nakatunud kährikkoerte liikumisele õnnestunud uurida.

Globaalsete ajalooliste liikumisuuringute üheks mudelliigiks on olnud pruunkaru. Viimase suure jääaja maksimumi perioodil (19 000 − 26 500 aastat tagasi) olid pruunkarud ja paljud teised liigid sunnitud külma eest taanduma paopaikadesse ehk refuugiumitesse. Kliima soojenedes vallutasid nad taas põhjapoolsemad piirkonnad. Oma töödega oleme näidanud, et lisaks klassikalistele lõunapoolsetele refuugiumitele paiknes üks selline ala ka keset Euroopat, nimelt Karpaatides. See oli üks neist refuugiumitest, kust karud saabusid pärast jääaja lõppu praeguse Eesti aladele ja mujalegi põhjalas (Saarma jt, 2007; Korsten jt, 2009; Davison jt, 2011; Keis jt, 2013).

Joonis 2. Pruunkarude muistsed ränded üle Euraasia ja Põhja-Ameerikasse. Need toimusid eelkõige suurte kliimamuutuste mõjul ja said alguse Altai-Sajaanide mägistelt aladelt. Rekonstrueeritud mitokondri täisgenoomi järjestuste alusel. Ülemisel joonisel on ränded, mis ulatusid välja Kamtšatkani ja isegi Alaskani Põhja-Ameerikas. Keskmisel joonisel on näha migratsioone, mis jõudsid eri aegadel välja väga erinevatesse piirkondadesse Aasias. Alumisel joonisel on ränded Euroopa suunas, mis said alguse u 35 000 aastat tagasi Altai-Sajaanide piirkonnast ja jõudsid lõpuks välja ka Eesti aladele (Anijalg jt, 2018). Kollastes ringides olevad numbrid näitavad aega tuhandetes aastates, mil elas iga liini ühine esivanem.







Hiljuti avaldatud karude uuringus (Anijalg jt, 2018) tuvastasime ja dateerisime mitu olulist ajaloolist migratsiooniepohhi. Analüüs näitas, et enamik Euraasia ja ka osa Põhja-Ameerika karudest kuulub väga suurde üle põhjapoolkera levinud klaadi[15]. Sellesse klaadi kuuluvate karude ühine esivanem elas umbes 40 000 – 45 000 aastat tagasi arvatavalt mägises Altai-Sajaanide regioonis. Just sealt said alguse kõige suuremad pruunkarude migratsioonid. Nende käigus liikusid karud Euraasia eri paikadesse, jõudes välja ka praeguse Eesti aladele (joonis 2).

Pruunkaru ja teiste loomade jõudmine Euraasiast Põhja-Ameerikasse on olnud samuti väga põnev uurimisteema. Oluliseks paopaigaks selles protsessis oli Beringia (territoorium Leena jõest Euraasia kirdeosas kuni Mackenzie jõeni Põhja-Ameerikas). Praeguse Beringi väina asemel moodustus viimase jääaja perioodil veetaseme olulise alanemise tõttu maasild, mis ühendas Euraasiat ja Põhja-Ameerikat. Selle kaudu rändasid Euraasiast Põhja-Ameerikasse lisaks loomadele ka inimesed. Meie uuringud näitasid muu hulgas, et muistsete inimeste ja pruunkarude rännetel on rida ühiseid jooni. Näiteks tuvastasime, et pruunkarud pidid Beringias mitu tuhat aastat „paigal püsima" (*standstill*). Tuli oodata, et keskkonnatingimused muutuksid sedavõrd soodsaks, et saaks ja tasuks üle maakitsuse Alaskale rännata. Samasugust „paigalpüsimist" Beringias on näidatud ka inimese fülogeograafia uuringutes (nt Tamm jt, 2007).

Kuna hunt on inimese jaoks kõige probleemsem kiskja (sh põistang-paelussi levitajana), oleme uurinud selle liigi populatsiooni struktuuri ja geenisiiret nii Eestis ja Lätis (Hindrikson jt, 2013; Plumer jt, 2016) kui üle Euroopa (Hindrikson jt 2017). Näitasime, et Eesti ja Läti hundipopulatsioonid koosnevad mitmest geneetiliselt hästi eristuvast grupist ning et oluliseks liikumistakistuseks on vaid Riia linn koos seda ümbritseva infrastruktuuriga. Samuti näitasime Eestis esmakordselt hundi ja koera hübriidide esinemist (Hindrikson jt, 2012). Hetkel analüüsime huntide geenisiiret ja hübridiseerumise ulatust Euroopa mastaabis.

Lisaks töötasime välja lihtsa meetodi huntide ja koerte geneetiliseks eristamiseks. Selle abil tegime kindlaks, et Eestis on lammaste murdmises lisaks huntidele märkimisväärne osa ka koertel. Viimaste arvele läheb ligi 15 protsenti kõigist murtud lammastest (Plumer jt, 2018).

Mahuka töö tulemusena avaldasime artikli hundi populatsioonigeneetikast ja fülogeograafiast Euroopas. Näitasime, et keskmiselt ulatub ühe hundipopulatsiooni mõju ligi 800 km kaugusele selle põhiterritooriumist, mis tähendab, et osa hunte rändab Euroopas oma sünnikohast õige kaugele (viies endaga kaasa ka patogeenid). Tegime artiklis ka rea ettepanekuid, kuidas huntide uuringuid

[15] Klaad on taksonoomiline rühm, mis hõlmab viimast ühist eellast ja kõiki selle järeltulijaid. (Toim)

Euroopas edaspidi võiks korraldada, et neist tõuseks maksimaalne kasu lisaks teadusele ka huntide kaitse ja ohjamisega tegelevatele institutsioonidele (Hindrikson jt, 2017; avaldatud bioloogia valdkonna tippajakirjas Biological Reviews). See põhjalik analüüs on oluliseks teetähiseks huntide edasistele uuringutele Euroopas.

Inimeste rände (reisid) on tänapäeval muutumas üha tavalisemaks ja tänu paljude teadlaste uuringutele on järjest enam selgunud, et ka loomad võivad läbida väga suuri vahemaid. Lood ei olnud teisiti ka ennemuiste, mil nii inimesed kui loomad sooritasid samuti pikki rändeid, eelkõige just suurte kliimamuutuste aegadel. Suuri keskkonnamuutusi ja ulatuslikke rändeid tuleb kindlasti ka edaspidi ja on hea silmas pidada, et nii inimeste kui loomadega liiguvad kaasa kõik neis elutsevad organismid, ka patogeensed. Üht-teist me neist juba teame, aga kaugeltki mitte piisavalt, mistõttu seisab suurem osa teadustööst zoonootiliste patogeenide vallas alles ees.

Tänusõnad

Tänan kõiki, kes on teadustööle kaasa aidanud, eriti mu õpilasi ning kolleege, kellega on olnud erakordselt meeldiv koos töötada ja maailma avastada. Neli hiljuti doktorikraadi kaitsnud õpilast on nüüdseks siirdunud järeldoktorantuuri. Nad kõik on andekad ja motiveeritud noored teadlased. Soovin neile edu ja ootan kõiki peatselt tagasi, siis juba kolleegidena. Samuti tänan kõiki meie töörühma nii kodu- kui välismaiseid koostööpartnereid, keda on väga arvukalt ja kelle abita ei oleks olnud võimalik läbi viia paljusid uurimisprojekte, eriti globaalseid. Samuti tänan meie teadustöö finantseerijaid, kellest peamised on viimastel aastatel olnud haridus- ja teadusministeerium (institutsionaalne uurimistoetus IUT20-32); Euroopa regionaalfond, tippkeskus FIBIR; Euroopa Liit, 7 raamprogrammi grant BIOGEAST.

VIITED

Anijalg, P., Ho, S. Y. W., Davison, … , Saarma, U. 2018. Large-scale migrations of brown bears in Eurasia and to North America during the Late Pleistocene. − Journal of Biogeography, 45, 394–405.

Davison, J., Ho, S. Y. W., Bray, S. C., … , Saarma, U. 2011. Late-Quaternary biogeographic scenarios for the brown bear (*Ursus arctos*), a wild mammal model species. – Quaternary Science Reviews, 30, 418−430.

Hindrikson, M., Männil, P., Ozolins, J., Krzywinski, A., Saarma, U. 2012. Bucking the trend in wolf-dog hybridization: first evidence from Europe of hybridization between female dogs and male wolves. − PLoS ONE, 7 (10), e46465.

Hindrikson, M., Remm, J., Männil, P., Ozolins, J., Tammeleht, E., Saarma, U. 2013. Spatial genetic analyses reveal cryptic population structure and migration patterns in a continuously harvested grey wolf (*Canis lupus*) population in north-eastern Europe. − PLoS ONE, 8 (9), e75765.

Hindrikson, M., Remm, J., Pilot, M., … , Saarma, U. 2017. Wolf population genetics in Europe: a systematic review, meta-analysis and suggestions for conservation and management. − Biological Reviews, 92, 1601–1629.

Keis, M., Remm, J., Ho, S. Y. W., … , Saarma, U. 2013. Complete mitochondrial genomes and a novel spatial genetic method reveal cryptic phylogeographic structure and migration patterns among brown bears in north-western Eurasia. − Journal of Biogeography, 40, 915–927.

Kinkar, L., Laurimäe, T., Simsek, S., … , Saarma, U. 2016. High-resolution phylogeography of zoonotic tapeworm *Echinococcus granulosus* sensu stricto genotype G1 with an emphasis on its distribution in Turkey, Italy and Spain. − Parasitology, 143, 1790–1801.

Kinkar, L., Laurimäe, T., Sharbatkhori, … , Saarma, U. 2017. New mitogenome and nuclear evidence on the phylogeny and taxonomy of the highly zoonotic tapeworm *Echinococcus granulosus* sensu stricto. − Infection, Genetics and Evolution, 52, 52−58.

Kinkar, L., Laurimäe, T., Acosta-Jamett, G., … , Saarma, U. 2018a. Global phylogeography and genetic diversity of the zoonotic tapeworm *Echinococcus granulosus* sensu stricto genotype G1. − International Journal for Parasitology, 48, 729–742.

Kinkar, L., Laurimäe, T., Acosta-Jamett, G., … , Saarma, U. 2018b. Distinguishing *Echinococcus granulosus* sensu stricto genotypes G1 and G3 with confidence: a practical guide. − Infection, Genetics and Evolution, 64, 178−184.

Kinkar, L., Laurimäe, T., Balkaya, I., … , Saarma, U. 2018c. Genetic diversity and phylogeography of the elusive, but epidemiologically important *Echinococcus granulosus* sensu stricto genotype G3. − Parasitology, 145, 1613–1622.

Korsten, M., Ho, S. Y. W., Davison, J., … , Saarma, U. 2009. Sudden expansion of a single brown bear lineage in northern continental Eurasia: a general model for mammals after the last ice age? − Molecular Ecology, 18, 1963−1979.

Laurimaa, L., Davison, J., Plumer, L., … , Saarma, U. 2015a. Noninvasive detection of *Echinococcus multilocularis* tapeworm in urban area, Estonia. Emerging Infectious Diseases, 21(1), 163−164.

Laurimaa, L., Davison, J., Süld, K., … , Saarma, U. 2015b. First report of highly pathogenic *Echinococcus granulosus* genotype G1 in dogs in European urban environment. − Parasites & Vectors, 8, 182.

Laurimaa, L., Süld, K., Moks, E., Valdmann, H., Umhang, G., Knapp, J., Saarma, U. 2015c. First report of the zoonotic tapeworm *Echinococcus multilocularis* in raccoon dogs in Estonia, and comparisons with other countries in Europe. − Veterinary Parasitology, 212, 200−205.

Laurimaa, L., Moks, E., Soe, E., Valdmann, H., Saarma, U. 2016a. *Echinococcus multilocularis* and other zoonotic parasites in red foxes in Estonia. − Parasitology, 143, 1450–1458.

Laurimaa, L., Süld, K., Davison, J., Moks, E., Valdmann, H., Saarma, U. 2016b. Alien species and their zoonotic parasites in native and introduced ranges: the raccoon dog example. − Veterinary Parasitology, 219, 24–33.

Laurimäe, T., Kinkar, L., Andresiuk, V., … , Saarma, U. 2016. Genetic diversity and phylogeography of highly zoonotic *Echinococcus granulosus* genotype G1 in the Americas (Argentina, Brazil, Chile and Mexico) based on 8279 bp of mtDNA. − Infection, Genetics and Evolution, 45, 290–296.

Laurimäe, T., Kinkar, L., Moks, E., … , Saarma, U. 2018a. Molecular phylogeny based on six nuclear genes suggests that *Echinococcus granulosus* sensu lato genotypes G6/G7 and G8/G10 can be regarded as two distinct species. − Parasitology, 145, 1929–1937.

Laurimäe, T., Kinkar, L., Romig, T., … , Saarma, U. 2018b. The benefits of analysing complete mitochondrial genomes: deep insights into the phylogeny and population structure of *Echinococcus granulosus* sensu lato genotypes G6 and G7. − Infection, Genetics and Evolution, 64, 8594.

Marcinkute, A., Šarkunas, M., Moks, E., Saarma, U., *et al*. 2015. *Echinococcus* infections in the Baltic region. − Veterinary Parasitology, 213, 121–131.

Moks, E., Saarma, U., Valdmann, H. 2005. *Echinococcus multilocularis* in Estonia. − Emerging Infectious Diseases, 11, 1973−1974.

Moks, E., Jõgisalu, I., Saarma, U., Talvik, H., Järvis, T., Valdmann, H. 2006. Helminthological survey of wolf (*Canis lupus*) in Estonia, with an emphasis on the occurrence of *Echinococcus granulosus*. − Journal of Wildlife Diseases, 42 (2), 359−365.

Moks, E., Jõgisalu, I., Valdmann, H., Saarma, U. 2008. First report of *Echinococcus granulosus* G8 in Eurasia and a reappraisal of the phylogenetic relationships of "genotypes" G5-G10. − Parasitology, 135, 647−654.

Oja, R., Soe, E., Valdmann, H., Saarma, U. 2017. Non-invasive genetics outperforms morphological methods in dietary analysis, revealing wild boar as a considerable conservation concern for ground-nesting birds. − PLoS ONE, 12 (6), e0179463.

Plumer, L., Davison, J., Saarma, U. 2014. Rapid urbanization of red foxes in Estonia: distribution, behaviour, attacks on domestic animals, and health-risks related to zoonotic diseases. − PLoS ONE, 9 (12), e115124.

Plumer, L., Keis, M., Remm, J., … , Saarma, U. 2016. Wolves recolonizing islands: genetic consequences and implications for conservation and management. − PLoS ONE, 11 (7), e0158911.

Plumer, L., Talvi, T., Männil, P., Saarma, U. 2018. Assessing the roles of wolves and dogs in livestock predation with suggestions for mitigating human-wildlife conflict and conservation of wolves. − Conservation Genetics, 19, 665–672.

Rannamäe, E., Lõugas, L., Niemi, M., … , Saarma, U. 2016a. Maternal and paternal genetic diversity of ancient sheep in Estonia from the Bronze Age to the Post-Medieval Period, and comparison with other regions in Eurasia. − Animal Genetics, 47, 208−218.

Rannamäe, E., Lõugas, L., Speller, C. F., … , Saarma, U. 2016b. Three thousand years of continuity in the maternal lineages of ancient sheep (*Ovis aries*) in Estonia. − PLoS ONE, 11(10), e0163676.

Saarma, U., Ho, S. Y. W., Pybus, O. G., *et al*. 2007. Mitogenetic structure of brown bears (*Ursus arctos* L.) in north-eastern Europe and a new time-frame for the formation of European brown bear lineages. − Molecular Ecology, 16, 401–413.

Saarma, U., Jõgisalu, I., Moks, E., *et al*. 2009. A novel phylogeny for the genus *Echinococcus* based on nuclear data challenges relationships based on mitochondrial evidence. − Parasitology, 136, 317−328.

Soe, E., Davison, J., Süld, K., Valdmann, H., Laurimaa, L., Saarma, U. 2017. Europe-wide biogeographical patterns in the diet of an ecologically and epidemiologically important mesopredator, the red fox (*Vulpes vulpes*): a quantitative review. − Mammal Review, 47, 198–211.

Süld, K., Valdmann, H., Laurimaa, L., Soe, E., Davison, J., Saarma, U. 2014. An invasive vector of zoonotic disease sustained by anthropogenic resources: the raccoon dog in Northern Europe. − PLoS ONE, 9 (5), e96358.

Süld, K., Saarma, U., Valdmann, H. 2017a. Home ranges of raccoon dogs in managed and natural areas. − PLoS ONE, 12 (3), e0171805.

Süld, K., Tammeleht, E., Valdmann, H., Saarma, U. 2017b. Severe impact of sarcoptic mange on the movements and space use for one of its most important vector species, the raccoon dog. − Veterinary Parasitology, 243, 67−70.

Tamm, E., Kivisild, T., Reidla, M., *et al*. 2007. Beringian standstill and spread of native American founders. − PLoS ONE, 2, e829.

Vulla, E., Hobson, K. A., Korsten, M., … , Saarma, U. 2009. Carnivory is positively correlated with latitude among omnivorous mammals: evidence from brown bears, badgers and pine martens. − Annales Zoologici Fennici, 46, 395–415.

Urmas Saarma
Sündinud 1.01.1967

1985 – Tartu 1. keskkool, matemaatika-füüsika eriklass
1990 – Tartu ülikool, bioloogia ja geograafia teaduskond, spetsialiseerus molekulaarbioloogiale
1997 – PhD molekulaarbioloogias, Tartu ülikool (juhendaja prof Jaanus Remme)

Töötanud alates doktorikraadi kaitsmisest Eesti biokeskuses ja Tartu ülikoolis. 2014. aastast Tartu ülikooli terioloogia õppetooli juhataja (ökoloogia ja maateaduste instituut, zooloogia osakond) ning alates 2016. aastast terioloogia juhtivteadur.

Täiendanud end Cold Spring Harbor Laboratorys, Uppsala ülikoolis, Max Plancki molekulaargeneetika instituudis.

Tema juhendamisel on kaitstud 11 doktoritööd ning arvukalt magistri- ja bakalaureusetöid.

Avaldanud üle 70 teadustöö juhtivates andmebaasides kajastatud rahvusvahelistes ajakirjades, lisaks paarkümmend eestikeelset populaarteaduslikku artiklit.

Põllumajandusteaduste valdkonna aastapreemia teadustöö „Täppistaimekaitse innovaatiliste tehnoloogiate arendamine kahjurite ja kasurite käitumis- ja füsioloogiliste uuringute kaudu“ eest

Marika Mänd

KAHJURID JA KASURID TÄPPISTAIMEKAITSE TEENISTUSES

Vajadus uute keskkonnasõbralike taimekaitsetehnoloogiate järele on terves maailmas pidevalt tõusnud. Ühelt poolt muutuvad taimehaigused ja kahjurid tavapäraselt kasutatavate sünteetiliste pestitsiidide[16] suhtes järjest resistentsemaks. Teisalt mõjutavad toitu sattuvad pestitsiidijäägid üha enam inimese tervist ja keskkonda. Sünteetiliste taimekaitsevahendite kõrval on viimasel ajal hakatud järjest enam tähelepanu pöörama uute taimekaitsestrateegiate ja mikroorganismide kasutamisele mitte ainult mahe-, vaid ka tavapõllumajanduses. Eriti vajalik on uute lahenduste leidmine puuvilja- ja marjakultuuride puhul, kuna need kannatavad taimehaiguste ja kahjurite käes nii efektiivsete taimekaitsevahendite puudumise kui ka puuduliku tolmeldamise tõttu.

Täppistaimekaitse meetodid

Tolmeldamisel on tähtis osa saakide kujunemises mitte ainult aianduses, vaid ka põllumajanduses. Sageli alahinnatakse tolmeldamisest tulenevat kasu muude saaki suurendavate tegurite, näiteks agrotehniliste võtete kõrval. Maailmas saadakse aastas kokku 156 miljardit eurot lisatulu just tänu tolmeldamisele (Breeze jt, 2014). Aegade algusest peale on nii mesilased kui ka taimed kasu saanud vastastikku kohastudes. Aga ka kõikvõimalikud taimehaigusi tekitavad organismid ehk taimepatogeenid on adapteerunud ja kasutanud putukate ja taimede koostööd omakorda enda kasuks. Õietolmu ja nektarit koguvad mesilased kannavad õielt õiele liikudes edasi ka viiruseid ning seente ja bakterite eoseid (Card jt, 2007). Seeläbi aitavad putukad kaasa mitmete taimepatogeenide levikule nii lähedastele kui ka kaugematele aladele.

Uudse taimekaitsetehnoloogia, mis on saanud nimeks entomovektor-tehnoloogia, väljatöötamine ja arendamine taimehaiguste biotõrjes kasutab värskeid teadmisi mikroorganismide levikust ja mesilaste osast selles. Nagu tehnoloogia nimi ütleb, on selle keskne komponent seotud putukate tegevusega. See ühendab kaks väga erinevat aspekti: täppistaimekaitse ja tolmeldamise. Nii kannavad korjele suunduvad kimalased taimehaiguste ja -kahjurite tõrjeks kasutatavad

[16] Aine või ainete segu, mille eesmärk on kahjurite rünnaku ennetamine, kahjurite hävitamine, nende eemale peletamine või nende mõju leevendamine.

bioloogilised pulberpreparaadid otse taimede õitesse, mis ongi mitmete haigustekitajate tõrjeks vajalik sihtkoht.

Sellise strateegia abil liitsime meie töörühmas omavahel ühtseks süsteemiks kaitstava kultuuri (aedmaasika õied), nn vektorid (ehk taimekaitsevahendi õitele edasikandjad; konkreetsel juhul õietolmu ja nektarit koguvad kimalased) ja taimekahjustajate vastu töötavad organismid ehk antagonistid (seen *Gliogladium catenulatum* Pers). Väljatöötatud tehnoloogia ei kahjusta ei keskkonda ega inimese tervist, võimaldab korraga saavutada topelt tulu (kahjustaja tõrje ning tolmeldamine toimuvad korraga), on äärmiselt ökonoomne, kuna vajab minimaalselt inimtööjõudu ja vähendab näiteks kütusekulu, mis muidu kaasneks preparaatide põllule viimisega. Kuna aga iga selle tehnoloogia komponent mõjutab tugevasti biotõrje efektiivsust, pole võimalik ühelainsal taimekultuuril saavutatud tulemusi automaatselt üle kanda teistele kultuuridele ega ka erinevatesse geograafilistesse regioonidesse.

Kimalased kui taimekaitsevahendite laialikandjad ja tolmeldajad

Katsed mesilaste kasutamiseks taimekaitsevahendite vektoritena ehk õitele edasikandjatena algasid juba 1990. aastatel (Peng jt, 1992; Yu, Sutton, 1997). Mesilaselaadsed putukad valiti vektoriteks eelkõige nende morfoloogiliste ja käitumuslike iseärasuste alusel. Mesilaste keha on kaetud harunevate karvadega, mille külge haakuvad mikroorganismide, sealhulgas ka taimepatogeenide eosed. Sarnaselt õietolmuga kantakse need taimede õitele (Free, Williams, 1972). Oluline on siinkohal asjaolu, et mesilased külastavad ühe korjelennu jooksul vaid üht või paari taimeliiki, mistõttu taimekaitsevahendi edasikandmine on ka kuluefektiivne. Enamik entomovektor-tehnoloogia uuringutest on seni läbi viidud labori- ja kasvuhoonetingimustes (Mommaerts, Smagghe, 2011). Tunduvalt vähem on edukaid näiteid avamaa tingimustest (Mänd jt, 2010).

Üheks laialt levinud ja olulisemaks marja-, aga ka muude aiakultuuride kahjustajaks maailmas on hahkhallitus. Selle tekitajaks on patogeenne seen *Botrytis cinerea* Pers. (foto 1). Aedmaasikas nakatub hahkhallitusse peamiselt õitsemisperioodil, mistõttu kõige tõhusamaks on osutunud mitmed otse õitele kantavad preparaadid. Tehnoloogia edukus sõltub tugevasti biopreparaadi edasikandmise ja õitele viimise edukusest, seetõttu on väga tähtis leida sobilik vektorliik. Lisaks meemesilastele (*Apis mellifera* Linnaeus (*Hymenoptera: Apidae*)) sobib entomovektor-tehnoloogias kasutada ka kimalasi (*Bombus impatiens* Cresson (*Hymenoptera: Apidae*); *B. terrestris* Linnaeus (*Hymenoptera: Apidae*)) ja erakmesilasi (*Osmia cornuta* Latreille (*Hymenoptera: Megachilidae*)).

Kimalasperede (*Bombus terrestris* L.) tööstuslik paljundamine ja vastavate ettevõtete areng Euroopas on laiendanud võimalusi kasutada neid ka tolmel-

Foto 1. Hahkhallitusse nakatunud aedmaasikas. Foto: Guy Smagghe

damiseks ja nüüd ka taimekaitselistel eesmärkidel. Kimalasi ja meemesilasi saab kasutada lisatolmeldajatena läbi aasta, viies tarud õitsemisajal kas kasvuhoonesse või põllule. Nii saab täpselt sünkroniseerida tolmeldamist vastavalt taime õitsemisele. Erakmesilaste kasutamine on siiski siiani teadlastele väljakutseks, kuna nende kommertstootmist pole veel suudetud piisava kindlusega lahendada.

Eestis avamaastiku tingimustes osutusid kimalased aedmaasika hahkhallituse biotõrjes meemesilastest edukamateks vektoriteks. Tõrjeks kasutati biofungitsiidi Prestop® Mix, mis sisaldab meiegi muldades leiduva seene *Gliocladium catenulatum* J 1446 eoseid (preparaat Prestop® Mix, Verdera OY, Finland). See liik pärsib hahkhallituse põhjustaja arengut, toimides kui parasiit ja konkurent, kuid ei tooda antibiootilisi aineid.

Taru väljumisava ette paigutati konteiner, mille põhja kattis õhukese kihina pulbriline biopreparaat (foto 2). Konteineri läbimisel kattusid kimalaste jalad ja keha pulbriga, mille nad seejärel edasi taimeõitele kandsid (foto 3). Tulemusena vähenes hahkhallituse kahjustus 1,5–3 korda (Karise jt, 2016a).

Kahjuks on sellel tehnoloogial ka piiranguid. Vihmaste ilmadega, mil kimalased ei saa korjel käia, on tehnoloogia efektiivsus madal. Samas aga ka sünteetiliste preparaatide kasutamine ei anna sellistes tingimustes tulemust (Kovach jt, 2000). Patogeeni arengut soodustavad madalad temperatuurid ja suur õhuniiskus (Cota jt, 2009). Niisugustel juhtudel on kõige efektiivsem poolavatud tunnelkasvuhoonete kasutamine, kus kimalased saavad korjel käia ka vihmaga (Dreyersdorff jt, 2015).

Foto 2. Kimalase tarud. Ilmastikukindlas kastis on kokku kolm peret. Iga pesa väljumisava ette on paigaldatud eksperimentaalne dispenser (konteiner), mis sisaldab pulbrilist biopreparaadi Prestop Mix. Dispenserit läbides kattuvad kimalaste jalad ja kogu keha preparaadiga. Foto: Reet Karise

Foto 3. Kimalane *Bombus terrestris L.* aedmaasika õiel. Kimalase keha on kaetud pulbrilise biopreparaadiga. Foto: Guy Smagghe

Efektiivse biotõrje tagamiseks on vaja, et kimalased külastaksid piisavalt õisi ja et preparaat jaotuks ühtlaselt üle kogu põllu. Meie katses jaotusid tarudest 100 meetri raadiuses ühtlaselt nii kimalaste õite külastused kui ka preparaadis sisalduva seene *Gliocladium ca tenulatum* eosed. Katsed tehti suhteliselt väikestel põldudel, mistõttu polnud võimalik hinnata biopreparaadi kandumist kaugemale

kui 100 m. Siiski on varasematetest uuringutest teada, et kasutatud kimalaseliigi (*B. terrestris*) korje kaugus pesast on keskmiselt 267 m, kusjuures 40 protsenti nende korjelendudest jääb 100 m raadiusesse (Wolf, Moritz, 2008). Seega peaks suurematel põldudel kimalaste pesad paigutama 200-meetriste vahedega.

Varasemates laborikatsetes on leitud, et pärast tarust väljumist kaotavad kimalased esimese lennuminuti jooksul ligikaudu 81 protsenti kehal olevast preparaadist (Mommaerts jt, 2010). Ometi jaotus preparaat meil tehtud välikatsetes õitele ühtlaselt. Põhjuseks on nähtus, mida nimetatakse sekundaarseks edasikandeks (Nuclo jt, 1998). Eestis õitsevad aedmaasikad ajal, mil noored talvitunud emakimalased looduses alles alustavad pesa rajamist. Seetõttu on enamik kimalasi põllul pärit sinna toodud tarudest.

Samas võib põllul kohata teisi õisi külastavaid putukaid, näiteks meemesilasi, erakmesilasi, sirelasi ja ka muid kahetiivalisi. Sekundaarseid edasikandjaid oli meie põldudel suhteliselt palju: kahetiivalised putukad, sealhulgas sirelased, moodustasid 49 protsenti kõigist aedmaasika külastajatest. Meemesilased tegid 29 protsenti ja erakmesilased 13 protsenti külastustest (Karise jt, 2016a). Biopreparaadi sekundaarse edasikande mõju biotõrje efektiivsusele ongi suurem neis regioonides, kus nii looduslike tolmeldajate kui ka muude õisi külastavate putukate arvukus ja liigirikkus on suuremad. Nii on looduslike mesilaste koosluste uuringud aedmaasika kultuuridel näidanud, et põhjast lõuna suunas, alates Norrast kuni Saksamaa lõunapiirkondadeni, suurenes erinevate mesilaselaadsete putukate mitmekesisus oluliselt (Ahrenfeldt jt, 2015).

Entomovektor-teholoogia kasutamine annab võrreldes klassikaliste taimekaitsevahendite kasutamisete olulise lisaväärtuse. Nimelt suureneb koos haiguste tõrjega ka tolmeldamise efektiivsus. Paremini tolmeldatud viljad on ilusama ja ühtlasema kujuga, suuremad ja ka värvilt punasemad, mistõttu nende kaubanduslik väärtus otsemaid tõuseb. Tolmeldamise vajadus kultuurtaimedel sõltub aga liigist ja sordist. Nii näiteks vajavad mitmed sõstrad, karusmarjad, mustikad, vaarikad, õuna-, kirsi- ja ploomipuud viljumiseks putuktolmlemist, mistõttu sõltub nende kultuuride saak otseselt tolmeldamisest. Samas mõned aedmaasika sordid on suutelised ka isetolmlemise teel kõrgekvaliteedilist saaki andma (Klatt jt, 2014b). Siiski, ka selliste sortide puhul kujunevad putuktolmlemise toimel marjad mitte ainult suuremaks, vaid ka säilivad paremini, mistõttu on nende müügihind kõrgem (Klatt jt, 2014a).

Kimalased biotõrjes ja tolmeldamises

Meemesilaste ja kimalaste kasutamisega avamaastikus kaasneb alati oht, et nad eelistavad fookuses olevale kultuurtaimele hoopis teisi taimeliike. Meie katsetes moodustas aedmaasika õietolmu osakaal kimalaste kogu õietolmu korjes 20–22 protsenti, mis oli hahkhallituse edukaks biotõrjeks täiesti piisav. Kui aga kimalaste lennuraadiuses on neile atraktiivsemaid looduslikke või kultuurtaimi, ei pruugi nad aedmaasikat või mõnda muud meid huvitavat kultuuri külastada. Õite atraktiivsus kimalase jaoks sõltub taimeliigist ja sordist, aga ka sellest, missugused taimed antud hetkel kimalase korjealal õitsevad.

Keeruliseks teeb tehnoloogia kasutamise ka see, et kimalaste toidutaimede eelistused varieeruvad aastati ja asukohati ning sõltuvad ka nektari ja õietolmu kvaliteedist ja kvantiteedist. Nektari produktsioon varieerub taimeliigiti, nii sorditi (Bertazzini, Forlani, 2016) kui ka ilmastikust tingituna (Nicolson, Nepi, 2005). Niisketes ilmastikutingimustes on suhkru kontsentratsioon nektaris madal ja pere vajaduste rahuldamiseks on vaja koguda tunduvalt rohkem nektarit. See omakorda mõjutab kimalaste toidutaimede valikuid. Meie katsetes kogusid kimalased samaaegselt aedmaasikaga ka suure läätspuu, valge iminõgese ja mitmete roosõieliste taimede õietolmu (Dreyersdorff jt, 2015). Kuna kesk-konnatingimused erinevates Euroopa piirkondades väga erinevad, on eduka tolmeldamise ja ka entomovektor-teholoogia efektiivsuse tagamiseks oluline teada kimalaste regioonipõhiseid eelistusi.

Kimalaste peresid on võimalik tuua põllule täpselt kultuurtaime õitsemise alguseks. Korjel käivatel kimalastel kujuneb kiiresti välja tugev õitekonstantsus ehk selgeks õpitud tasuvate õietüüpide püsiv eelistus. Sellest lähtuvalt tuleks kimalaste pered aedmaasika põllule paigutada siis, kui 5–10 protsenti õitest on avatud. Juhul kui põld veel ei õitse või on õisi liiga vähe, hakkavad nad otsima alternatiivseid toiduallikaid. Samas ei tohi kimalaste toomisega põllule liiga hiljaks jääda, sest just esimesed õied annavad parima kvaliteediga viljad (Mänd jt, 2016).

Tolmeldamist vajava kultuuri puhul on väga tähtis, et korjekimalasi oleks põllul võimalikult palju. Kimalaste arvukus õitel sõltub pere suurusest ja korjelendude kaugusest. Suured pered vajavad tunduvalt rohkem õietolmu ja nektarit kui väikesed. Kui tavaliselt on kimalase peredes 20–100 töölist, siis tolmeldamiseks müügil olevates karukimalase (*B. terrestris*) peredes on kuni 400 isendit (Benton, 2006).

Putukate käitumine ja füsioloogilised protsessid

Oluline osa tsüklis esitatud töödest on pühendatud nende stressifaktorite uurimisele, mis mõjutavad putukate käitumist ja füsioloogilisi protsesse põllumajandusmaastikes. Maakasutuse muutused ja põllumajanduse intensiivistamine on oluliselt vähendanud putukate arvukust ja seeläbi õõnestanud ka põllumajandusele oluliste ökosüsteemi teenuste (nt tolmeldamine või põllukahjurite ohjamine) tagamist. Uuringutest, mis vaatlesid kimalaste arvukust põllumajandusaladel ja seda, kuidas neid mõjutab külvikordade vaheldumine ning kultuuride ja ümbritsevate alade taimestiku mitmekesisus, selgus üllatav tõsiasi. Nimelt osutusid intensiivse tootmisega alade põlluservad erakordselt oluliseks refuugiumiks (pelgupaigaks – toim) nii pikasuiselistele kui ka metsabiotoope eelistavatele ja haruldastele kimalastele (Marja jt, 2018). Pikasuiseliste kimalaste hulka kuuluvad meil kolm liiki – aed- (*B. hortorum*), ristiku- (*B. distinguendus*) ja urukimalane (*B. subterraneus*). Kõik need liigid on oluliselt pikemate suistega kui teised meie kimalased. Seetõttu saavad nad nektari kätte ka pika õieputkega õitest, kuid neile sobilike taimeliikide hulk on piiratud. Pikasuiselised kimalased on olulised põllumajanduskultuuride (ristikud, põlduba) tolmeldajad, kuid nende arvukus on kõikjal põllumajandusaladel vähenenud.

Metsabiotoope külastavad meil Schrencki (*B. schrencki*) ja põldkimalane (*B. pascuorum*). Vahepeal, kui metsas õitsvaid taimi pole, külastavad need kimalased ka avamaastikus olevaid taimi.

Toidu kättesaadavus ja kvaliteet osutusid olulisteks kimalaste arvukust ja liigirikkust määravateks faktoriteks põllumajandusmaastikes (Marja jt, 2014). Vähemalt 3–5 meetri laiused põlluservad on lihtne lahendus, mille kaudu paraneks kimalaste liigirikkus peamiselt teravilja kasvatusega seotud aladel (Aavik, Liira, 2010). Pealegi on püsivad põlluservad olulised mitte ainult toiduallikatena, vaid ka pesitsus- ja talvituspaikadena. Seal tunnevad end hästi nii looduslikud mesilased kui ka paljud teised putukad, sealhulgas ka parasitoidid (sellised parasiidid, mis oma peremehe üldiselt tapavad) ja röövtoidulised putukad (Bäckman, Tiainen, 2002; Batáry jt, 2015; Treier jt, 2017; Kovács jt, 2019) (foto 4).

Vaid piiratud arv putukaliike tolmeldab 80 protsenti kultuurtaimedest. Kuigi ohustatud ja haruldaste putukaliikide osa saakide kujunemisel on tühine (Kleijn jt, 2015), ei saa vaid arvukamate ja põllumajanduslikult oluliste tolmeldajate kaitset pidada jätkusuutlikuks lahenduseks. Kõik liigid, sh haruldased, on olulised ökosüsteemi funktsioneerimise seisukohalt nii praegu kui ka tulevikus (Senapathi jt, 2015). Haruldased putukaliigid võivad osutuda nii mõnegi taimeliigi peamisteks tolmeldajateks. Kuna erinevad liigid külastavad erinevaid kultuure/taimi päeva ja aasta jooksul erinevatel perioodidel ning reageerivad erinevalt keskkonna häiringutele, on tolmeldajate ja nende elupaikade mitmekesisuse kaitsmine ülioluline (Goulson jt, 2015).

Foto 4. Intensiivse tootmisega alade põlluservad osutusid erakordselt oluliseks refuugiumiks paljudele kimalaseliikidele.
Foto: Reet Karise

Seega on kirjeldatud uuringute tulemustel laiem regionaalne ja globaalne rakenduslik tähtsus. Liigirikaste põlluservade hoidmise kohustuse sisseviimine Euroopa erinevate riikide põllumajanduskeskkonna meetmetesse on tolmeldamise ja ka taimekaitse seisukohalt hädavajalik, seda eelkõige intensiivse põllumajandusega piirkondades (Marja jt, 2018).

Pestitsiidide mõju

Üheks olulisemaks stressifaktoriks paljudele putukatele, ennekõike just mesilastele, peetakse põllumajanduses kasutatavate erinevate pestitsiidide mõju. Pestitsiidide jääke on leitud nii õietolmust kui ka nektarist, kust korjemesilased need koos toiduga tarru viivad. Nii satuvad pestitsiidide jääkide segud mesilaste toitu (Mullin jt, 2010; Karise jt, 2017). Üha enam on ilmnenud tõendeid, et erinevalt üksikute ainete mõjudest võivad pestitsiidide segud kaasa tuua üksteist võimendavad ehk sünergilised efektid, mistõttu segu toksilisus võib olla märksa suurem kui kahe preparaadi toime summa (Gill jt, 2012; Johnson jt, 2009, 2013).

Siiani on lahendamata küsimus, miks erinevatesse klassidesse kuuluvad taimekaitsevahendite jääkide segud on mõnel juhul mesilaste jaoks väga toksilised. On teada, et fungitsiidide (mürgid seente vastu – toim) koostoime insektitsiididega (mürgid putukate vastu – toim) võib suurendada segu toksilisust meemesilastele. Tehniliselt avaldub see detoksifitseerimissüsteemi (ehk putukate endi kaitsemehhanism mürgiste ainete vastu – toim) P450 ensüümikompleksi inhibeerimise kaudu, teisisõnu, putukate looduslik kaitse lülitatakse välja (Brown, Paxton, 2009; Deguines jt, 2014).

Oma katsetes uurisime mitmete insektitsiidide ja fungitsiidide koostoimet kimalastele. Tavaliselt kasutatakse pestitsiidi mõju uurimiseks meemesilasi kui

mudelliiki. Paljudel juhtudel on aga kimalased meemesilastest palju efektiivsemad tolmeldajad. Nii näiteks on lutserni, tetraploidse punase ristiku, musta sõstra jne kultuuride peamisteks tolmeldajateks looduslikud mesilased (Mänd jt, 1996; Klein jt, 2007). Pealegi on selgunud, et pestitsiidide toime erinevatele tolmeldajate liikidele on sageli erinev (Thompson, 2001).

Insektitsiidi tau-fluvalinaat (mis on püretroid ehk teatav kontaktmürk – toim) ja fungitsiidi tebukonsool kasutatakse sageli koos paagiseguna. Tau-fluvalinaat on Eestis enim kasutusel olev tugevatoimeline laia toimespektriga insektitsiid (preparaat Apistan), mis on mõeldud nii põllukultuuride kahjurite kui ka varroalesta tõrjumiseks meemesilase tarudes. Looduslikesse mesilastesse satub preparaat aga ainult põldudelt nektari ja/või õietolmu kaudu (Chauzat, Faucon, 2007). Tebukonasool on samuti põldudel kasutatavatest fungitsiidsetest toimeainetest üks levinum, eriti aastatel, mil on rohkesti seenhaigusi.

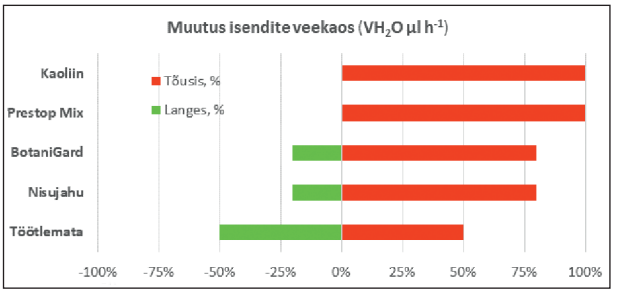
Katses töödeldi kimalasi meie mesitarudes reaalselt tuvastatud väikeste, alla lubatud piirnormi (subletaalsete ehk selliste, mis ei ole putukatele eluohtlikud) jäävate pestitsiididoosidega. Selgus, et ei tau-fluvalinaadi ega ka tebukonsooli väikesed doosid eraldi võetuna ei mõjutanud kimalaste eluea pikkust, kuid kahe aine segul oli mürgine koosmõju. Sarnaselt teiste sama tüüpi fungitsiididega takistab tebukonasool ergosterooli[17] biosünteesi ning pärsib tsütokroom P-450st sõltuvat metabolismi (ehk ainevahetust). Detoksifitseerimissüsteemi häired suurendavad mesilastes püretroidide toksilisust (Thompson, Wilkins, 2003) ja lühendavad oluliselt kimalaste eluiga. Sünergiline efekt ilmnes vaid pesasisestel temperatuuridel (28–32 °C), aga mitte pesavälisel, nt korjel kohataval temperatuuril (18 °C). Seega võib erinevate pestitsiidide sünergiline (koos)mõju oluliselt sõltuda ka temperatuurist (Raimets jt, 2015).

Meie katsed tõid esile ka asjaolu, et ka enamiku kasutuses olevate neonikotinoidide (nikotiinisarnased neuroaktiivsed orgaanilised ained; vt nt akad Ülo Niinemetsa artiklisarja kultuurilehes Sirp 2018. a) ja EBI fungitsiidi (imasaliil) segud on kimalaste jaoks üksteist võimendava sünergilise mõjuga, suurendades oluliselt kimalaste suremust. Samas ei põhjustanud need ained muutusi kimalaste toitumiskäitumises. Vastupidiselt eelnevale ei täheldatud imidaklopriidi (neonikotinoid) ja imasaliili koostoime sünergilist mõju toksilisusele, kuid samas muutis see segu kimalaste toitumiskäitumist. Seega näitasime, et mesilaste detoksifitseerimissüsteemi P450 ensüümikompleksil baseeruv protsess on toksilisuse leevendamisel erineva võimekusega, seda isegi samasse klassi kuuluvate toimeainete puhul (Raimets jt, 2018).

[17] Seente ja algloomade rakumembraanides leiduv sterool, mis teenib paljusid samu funktsioone, mida kolesterool teenib loomarakkudes. Paljud seened ja algloomad ei suuda ellu jääda ilma ergosteroolita.

Pestitsiide mõju uurimisel kasutusel olevad letaalsete dooside määramise testid ja meetodid, mis hindavad 50-protsendilist suremust põhjustavat doosi igale pestitsiidile eraldi, ei anna piisavat informatsiooni putukate ja sealhulgas tolmeldajate kaitseks (Chagnon jt, 2015). Seetõttu on vaja arendada uusi meetodeid ja tehnoloogiaid, et saada detailsemat infot pestitsiidide subletaalsetest (ehk põhiosas aktsepteeritavatest) mõjudest ja nende põhjustest. Pestitsiidid võivad tekitada putukate käitumises ja ka füsioloogias mitmeid muutusi (Desneux jt, 2007). Lähemalt on uuritud muutusi putukate mobiilsuses ning navigeerimis- ja orienteerumisvõimes, aga ka toitumis- ja munemiskäitumises. Meemesilaste puhul on enam tähelepanu saanud probleemid seotud õppimisvõimega, kuna viimane mängib tolmeldamisel olulist rolli. Füsioloogilistest tunnustest on põhjalikult uuritud putukate arenguedukust, morfoloogilisi väärarenguid ja valmikute eluiga (Desneux jt, 2007).

Veel detailsemalt on analüüsitud rakufunktsioone mõjutavaid biokeemilisi ja neorofüsioloogilisi protsesse. Muutused närvi- ja lihaskudedes viivad selliste autonoomsete protsesside, nagu gaasivahetus ja veebilanss, häiringuteni organismis (Karise, Mänd, 2015; Karise jt, 2018). Nii võivad ka biopreparaadid osutuda mesilastele ja teistele inimesele kasulikele putukatele ohtlikuks isegi siis, kui preparaadis kasutatav mikroorganism ise on täiesti ohutu. Põhjused peituvad sageli hoopis preparaati lisatavais kandurainetes, mis võivad mõjutada putukate gaasivahetust ja veebilanssi. Nii on entomovektor-tehnoloogias kasutatud biopreparaadis Prestop® Mix haigusi tõrjuvaks osaks täiesti kahjutu seen *Gliogladium catenulatum* (tüvi J 1446). Sellele on aga lisatud mitmeid kandurainеid, sealhulgas kaoliini. Meie uuringutest selgus, et kaoliini mõjul kaotasid kimalased organismist rohkem vett kui tavaliselt ja seda eelkõige läbi pehmete kehakatete (joonis 1). Kaoliin abrasiivse ainena kahjustas kimalase kutiikulat katvat vahakihti, põhjustades seeläbi suuremat veekadu ja (puhta kaoliini puhul) ka suuremat suremust (Karise jt, 2016b). Nende uuringute tulemusena muutis firma BioBest müügil oleva preparaadi Prestop® Mix kandurainete koostist nii, et see ei saaks vektorputukat mingilgi moel kahjustada.



Joonis 1. Kõik pulbrilised preparaadid või kandurained põhjustasid enamikel kimalastel veekadu. Kaoliini (kanduraine) ja biofungitsiidi Prestop Mix (sisaldab haigust tõrjuvat seent *Gliogladium catenulatum* J 1446) mõju avaldus kõigil isenditel. BotaniGard – bioinsektitsiid, mis sisaldab entomopatogeenset seent *Beauvaria bassiana*.

Kokkuvõttes tuleks rõhutada, et uute taimekaitsetehnoloogiate väljatöötamiseks on kindlasti vaja rakendada laiahaardelist ja interdistsiplinaarset lähenemist putukate käitumuslike ja füsioloogilistele protsesside kulgemise uurimisele, et siduda omavahel kokku erinevad teadmised meid ümbritseva keskkonna kaitseks.

Tänusõnad

Autor tänab esmalt kõrge tunnustuse eest oma arvukaid kaastöötajaid taimetervise õppetoolist, oma õpilasi ja artiklite kaasautoreid nii Eestis kui välismaal. Käesolevaid taimekaitselisi uuringuid on toetanud järgmised projektid: ETAg, institutsionaalne uurimistoetus IUT36-2, ERA-NET Core-Organics II Projekti BICOPOLL, COST projekt SUPERB ja Eesti maaelu arengukava (MAK) raames tehtud põllumajanduskeskkonna elurikkuse seire.

VIITED

Aavik, T., Liira, J. 2010. Quantifying the effect of organic farming, field boundary type and landscape structure on the vegetation of field boundaries. – Agriculture, Ecosystems and Environment, 135, 178–186.

Ahrenfeldt, E., Klatt, B., Arildsen, J., Trandem, N., Andersson, G., *et al*. 2015. Pollinator communities in strawberry crops-variation at multiple spatial scales. – Bulletin of Entomological Research, 105, 497–506.

Batáry, P., Dicks, L. V., Kleijn, D., Sutherland, W. J. 2015. The role of agri-environment schemes in conservation and environmental management. – Conservation Biology, 29, 1006–1016.

Benton, T. 2006. Bumblebees. Collins New Naturalist Series, London.

Bertazzini, M., Forlani, G. 2016. Intraspecific variability of floral nectar volume and composition in rapeseed (*Brassica napus* L. var. *oleifera*). – Frontiers in Plant Science, 7, 288.

Breeze, T. D., Vaissière, B. E., Bommarco, R., Petanidou, T., Seraphides, N., *et al.* 2014. Agricultural policies exacerbate honeybee pollination service supply-demand mismatches across Europe. – PLoS ONE, 9, e82996.

Brown, M. J. F., Paxton, R. J. 2009. The conservation of bees: a global perspective. – Apidologie, 40, 410–416.

Bäckman, J.-P. C., Tiainen, J. 2002. Habitat quality of field margins in a Finnish farmland area of bumblebees (Hymenoptera: *Bombus* and *Psithyrus*). – Agriculture, Ecosystems & Environment, 89, 53–68.

Card, S. D., Pearson, M. N., Clover, G. R. G. 2007. Plant pathogens transmitted by pollen. – Australasian Plant Pathology, 36, 455–461.

Chagnon, M., Kreutzweiser, D., Mitchell, E. A. D., Morrissey, C. A., Noome, D. A., Van der Sluijs, J. P. 2015. Risks of large-scale use of systemic insecticides to ecosystem functioning and services. – Environmental Science and Pollution Research, 22, 119–134.

Chauzat, M. P., Faucon, J. P. 2007. Pesticide residues in beeswax samples collected from honey bee colonies (*Apis mellifera* L.) in France. – Pest Management Science, 63, 1100–1106.

Cota, L. V., Maffia, L. A., Mizubuti, E. S. G., Macedo, P. E. F. 2009. Biological control by *Clonostachys rosea* as a key component in the integrated management of strawberry gray mold. – Biological Control, 50, 222–230.

Deguines, N., Jono, C., Baude, M., Henry, M., Julliard, R., Fontaine, C. 2014. Large-scale trade-off between agricultural intensification and crop pollination services. – Frontiers in Ecology and the Environment, 12, 212–217.

Desneux, N., Decourtye, A., Delpuech, J.-M. 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. – Annual Review of Entomology, 52, 81–106.

Dreyersdorff, G., Karise, R., Mänd, M. 2015. Kimalaste õietolmu korje sõltuvalt aedmaasika kasvatustehnoloogiast. – Alaru, M., Astover, A., Karp, K., Viiralt, R., Must, A. (toim). Agronoomia 2015, 120−123.

Free, J. B., Williams, I. H. 1972. Hoarding by honey bees (*Apis mellifera* L.). – Animal Behaviour, 20, 327–334.

Gill, R. J., Ramos-Rodriguez, O., Raine, N. E. 2012. Combined pesticide exposure severely affects individual- and colony-level traits in bees. – Nature, 491, 105–108.

Goulson, D., Nicholls, E., Botias, C., Rotheray, E. 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. – Science, 347, 1435–1443.

Johnson, R. M., Dahlgren, L., Siegfried, B. D., Ellis, M. D. 2013. Acaricide, fungicide and drug interactions in honey bees (*Apis mellifera*). – PLoS ONE, 8, e54092.

Johnson, R. M., Pollock, H. S., Berenbaum, M. R. 2009. Synergistic interactions between in-hive miticides in *Apis mellifera*. – Journal of Economic Entomology, 102, 474–479.

Karise, R., Dreyersdorff, G., Johani, M., … , Mänd, M. 2016a. Reliability of the entomovector technology using Presto-Mix and *Bombus terrestris* L. as a fungal disease biocontrol method in open field. – Scientific Reports, 6, 31650.

Karise, R., Muljar, R., Smagghe, G., … , Mänd, M. 2016b. Sublethal effects of kaolin and the biopesticides Prestop-Mix and BotaniGard on metabolic rate,

water loss and longevity in bumble bees (*Bombus terrestris*). – Journal of Pest Science, 89 (1), 171−178.

Karise, R., Raimets, R., Bartkevics, V., … , Mänd, M. 2017. Are pesticide residues in honey related to oilseed rape treatments? – Chemosphere, 188, 289−396.

Karise, R., Raimets, R., Dreyersdorff, G., Mänd, M. 2018 Using respiratory physiology techniques in assessments of pesticide effects on bees. – Oomen, P., Pistorius, J. (eds). Hazards of Pesticides to Bees: 13th International Symposium of the ICP-PR Bee Protection Group; October 18–20, 2017, València, Spain. Proceedings. Julius Kühn-Institut, 61−66.

Karise, R., Mänd, M. 2015. Recent insights into sublethal effects of pesticides on insect respiratory physiology. – Open Access Insect Physiology, 5, 31−39.

Klatt, B. K., Holzschuh, A., Westphal, C., Clough, Y., Smit, I., Pawelzik, E., Tscharntke, T. 2014a. Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. – Proceedings of the Royal Society B, 281, 2013–2440.

Klatt, B. K., Klaus, F., Westphal, C., Tscharntke, T. 2014b. Enhancing crop shelf life with pollination. – Agriculture and Food Security, 3, 14.

Kleijn, D., Winfree, R., Bartomeus, I., Carvalheiro, L. G., Henry, M., *et al*. 2015. Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation. – Nature Communications, 6, 7414.

Klein, A. M., Vaissiere, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., Tscharntke, T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. – Proceedings of Royal Society B, 274, 303–313.

Kovach, J., Petzoldt, R., Harman, G. E. 2000. Use of honeybees and bumble bees to disseminate *Trichoderma harzianum* 1295–22 to strawberries for *Botrytis* control. – Biological Control, 18, 235–242.

Kovács, G., Kaasik, R., Lof, M. E., van der Werf, W., Kaart, T., *et al*. 2019. Effects of land use on infestation and parasitism rates of cabbage seed weevil in oilseed rape. – Pest Management Science, 2018, 75 (3), 658–666.

Marja, R., Herzon, I., Viik, E., Elts, J., Mänd, M., Tscharntke, T., Batáry, P. 2014. Environmentally friendly management as an intermediate strategy between organic and conventional agriculture to support biodiversity. – Biological Conservation, 178, 146–154.

Marja, R., Viik, E., Mänd, M., Phillips, J., Klein, A.-M., Batáry, P. 2018. Crop rotation and agri-environment schemes determine bumblebee communities via flower resources. – Journal of Applied Ecology, 55, 1714−1724.

Mommaerts, V., Kurt, P., Vandeven, J., Jans, K., Sterk, G., Hoffmann, L., Smagghe, G. 2010. Development of a new dispenser for microbiological control agents and evaluation of dissemination by bumblebees in greenhouse strawberries. – Pest Management Science, 66, 1199–1207.

Mommaerts, V., Smagghe, G. 2011. Entomovectoring in plant protection. – Arthropod-Plant Interactions, 5, 81–95.

Mullin, C. A., Frazier, M., Frazier, J. L., Ashcraft, S., Simonds, R., van Engelsdorp, D., Pettis, J. S. 2010. High levels of miticides and agrochemicals in North American apiaries: Implications for honey bee health. − PLoS ONE, 5(3), e9754.

Mänd, M., Maavara, V., Martin, A.-J., Mänd, R. 1996. The density of *Bombus lucorum* L. required to effect maximum pollination of alfalfa in Estonia. – Journal of Apicultural Research, 35, 79–82.

Mänd, M., Williams, I. H., Viik, E., Karise, R. 2010. Oilseed rape, bees and integrated pest management. – Williams, I. H. (ed). Biocontrol-Based Integrated Management of Oilseed Rape Pests. Springer, 357–379.

Mänd, M., Karise, R., Muljar, R., Dreyersdorff, G., Raimets, R. 2016. Kuidas kasutada kimalasi taimekaitses? – Metsapalu, L., Jõgar, K., Veromann, E., Mänd, M. (toim). Eesti taimekaitse 95. Eesti Maaülikool, Tartu, 35–40.

Nicolson, S. W., Nepi, M. 2005. Dilute nectar in dry atmospheres: Nectar secretion patterns in *Aloe castanea* (Asphodelaceae). – International Journal of Plant Sciences, 166, 227–233.

Nuclo, R. L., Johnson, K. B., Stockwell, V. O., Sugar, D. 1998. Secondary colonization of pear blossoms by two bacterial antagonists of the fire blight pathogen. – Plant Disease, 82, 661–668.

Peng, G., Sutton, J. C., Kevan, P. G. 1992. Effectiveness of honeybees for applying the biocontrol agent *Gliocladium rosea* to strawberry flowers to suppress *Botrytis cinerea*. – Canadian Journal of Plant Pathology, 14, 117–129.

Raimets, R., Karise, R., Mänd, M. 2015. Tau-fluvalinaadi ja tebukonasooli sünergeetiline mõju kimalastele (*Bombus terrestris* L.). – Alaru, M., Astover, A., Karp, K., Viiralt, R., Must, A. (toim). Agronoomia 2015. Eesti Maaülikool, Tartu, 155−159.

Raimets, R., Karise, R., Mänd, M., Kaart, T., Ponting, S., Song, J., Cresswell, J. 2018. Synergistic interactions between a variety of insecticides and an EBI fungicide in dietary exposures of bumble bees (*Bombus terrestris* L.). – Pest Management Science, 74, 541−564.

Senapathi, D., Biesmeijer, J. C., Breeze, T. D., Kleijn, D., Potts, S. G., Carvalheiro, L. G. 2015. Pollinator conservation – the difference between

managing for pollination services and preserving pollinator diversity. – Current Opinion in Insect Science, 12, 93–101.

Thompson, H. M. 2001. Assessing the exposure and toxicity of pesticides to bumblebees (*Bombus* sp.). – Apidologie, 32, 305–321.

Thompson, H., Wilkins, S. 2003. Assessment of the synergy and repellency of pyrethroid/fungicide mixtures. – Bulletin of Insectology, 56, 131–134.

Treier, K., Kovács, G., Kaasik, R., Männiste, M., Veromann, E. 2017. The abundance of overwintered predatory arthropods in agricultural landscape elements. – Begg, G., Bianchi, F., Birch, N., *et al*. Proceedings of the 7th IOBC-WPRS Working Group Meeting on Landscape Management for Functional Biodiversity. Dundee, Scotland, 68−73. (IOBC-WPRS Bulletin; 122).

Wolf, S., Moritz, R. F. A. 2008. Foraging distance in *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae). – Apidologie, 39, 419–427.

Yu, H., Sutton, J. C. 1997. Effectiveness of bumblebees and honeybees for delivering inoculum of Gliocladium roseum to raspberry flowers to control Botrytis cinerea. – Biological Control, 10, 113–122.

Marika Mänd
Sündinud 11.12.1954

1973 – L. Koidula nim Pärnu 2. keskkool
1978 – Tartu riiklik ülikool
2000 – doktorikraad (PhD agroökoloogias, Eesti põllumajanduse ülikool)
2008 – riiklik teaduspreemia põllumajandusteaduste vallas
2017 – maaeluministeeriumi hõbedane teenetemärk

Töötanud TA zooloogia ja botaanika instituudis ja maaülikoolis, praegu professor, taimetervise õppetooli juht. Avaldanud üle 80 juhtivates andmebaasides kajastatud teadusartikli ja rohkem kui 150 muud kirjutist. Juhendanud üheksat doktoritööd ja üle 20 magistritöö.

Sotsiaalteaduste valdkonna aastapreemia tööde tsükli „Eesti rahvastikuareng maakeskses ja võrdlevas vaates“ eest

Allan Puur

RAHVASTIKUARENG EESTI-KESKSES JA VÕRDLEVAS VAATES

Pole liialdus väita, et Eesti käsi ei ole kunagi varem ajaloos käinud nii hästi kui praegu. Saatusepöörete kiuste oleme suutnud teist korda üles ehitada oma riigi. Haridust, eluea pikkust ja majanduslikku jõukust mõõtvate indeksite järgi on eestimaalaste heaolu suurenemine olnud üks hoogsamaid Euroopas. Saavutustele vaatamata varjutab Eesti tulevikku puudutavaid arutlusi mure ühiskonna kestlikkuse pärast. Pessimistlikumad vaatlejad on praegust olukorda iseloomustanud kui rahvastikukriisi, mis võib mõne põlvkonna järel jõuda piirini, kust edasi läheb väga raskeks pidada ülal ja arendada rahvana toimetulekuks vajaliku mitmekesisusega haridust, teadust ja kultuuri.

Rahvastikuteadus sellele murele kiiret ja lihtsat lahendust ei paku, kuid teadustulemused saavad olla kaardiks ja kompassiks kestlikuma ühiskonnani viiva tee otsingul. 20. sajandi keskpaigas sõnastatud rahvastikuteooria kohaselt oleks ühiskonna nüüdisajastumisega kaasnenud murrang pidanud looma olukorra, kus madal suremus ja taastetaseme läheduses olev sündimus teineteist tasakaalustavad (Notestein, 1953; Kirk, 1996). Tegelikkuses demograafilise ülemineku lõpulejõudmine oodatud tasakaaluseisundit kaasa ei toonud ning rahvastikuprotsesside kulg on osutunud eeldatust dünaamilisemaks ja ootamatusi pakkuvaks.

Käesolevasse uurimuste tsüklisse koondatud töödes on erinevatest vaatenurkadest käsitletud kõiki demograafilisi alusprotsesse, sündimust, suremust ja rännet, lisaks neile ka abiellumust ja lahutumust ning teisi protsesse. Rahvastikuteadusele omaselt iseloomustab tsüklit pikk ajaline raam, mis ulatub 19. sajandist rahvastikulooalastes töödes kuni 21. sajandi lõpuni rahvastikuprognoosides. Tsüklisse kuuluvaid töid ühendavaks teljeks on Eesti demograafiline areng ja selle probleemid; võrdlevanalüüside abil on Eesti olukorda kõrvutatud teiste Euroopa riikidega.

Sündimuse seos haridusega

Küsimus, kuidas seondub haridus sündimusega, on rahvastikuteaduses mitmel põhjusel suurt tähelepanu pälvinud. Seda huvi on toitnud kõigepealt haridustaseme põhjapanev muutus. Kui 20. sajandi algul sündinud põlvkondades omandas keskhariduse vähem kui viiendik ja neist omakorda kõrghariduse vaid väike osa, siis 21. sajandi alguseks on jõutud vastupidisesse seisu – keskharidus jääb omandamata vaid väikesel vähemusel ning ühes või teises vormis kõrghariduseni jõuab Eestis pool naistest ja kolmandik meestest. Kuna samasse ajavahemikku langeb ka sündimuse ulatuslik vähenemine, siis on põhjust küsida, millist osa haridustaseme tõus nende muutuste tõukejõuna võis mängida.

Sündimuse ja hariduse seose uurimise konkreetsemaks motivaatoriks on asjaolu, et haridusega seotud käitumiserinevustel on tähtis roll nüüdisdemograafias mõjukate teoreetiliste käsitluste põhiväidete kontrollimisel. Mikromajandusliku sündimusteooria (Becker, 1993) kohaselt nähakse laste saamist üksikisiku ratsionaalse otsusena, mida juhib sellega kaasas käivate „tulude“ ja „kulude“ hindamine. Ühiskonna moderniseerumisest alates on kõrgema haridusega inimestel olnud paremad võimalused suurema sissetuleku teenimiseks, samuti on neil risk töö kaotada väiksem kui vähem haritutel. Mikromajandusliku käsitluse kohaselt võivad eelised tööturul rahvastikutaastet pärssida, sest laste sünd tähendab haritud naiste jaoks suuremat loobumiskulu – teenimata jäänud tulu ja aeglasemat edenemist karjääriteel – võrreldes nendega, kelle sissetulekupotentsiaal on väiksem. Teise demograafilise ülemineku teooria (Van de Kaa, 1987; Lesthaeghe, 2010) seostab sündimuse muutusi sotsiaal-majanduslike, kultuuriliste ja tehnoloogiliste teguritega. Nende hulgas on esile tõstetud individuaalse eneseteostuse tähtsustumist, mis kipub jätma perele ja lastele inimeste elus varasemaga võrreldes vähem olulise koha. Kõrgharituid nähakse teise demograafilise ülemineku raamistikus teenäitajatena, kes uued käitumispraktikad (sh madala sündimuse) esimesena omaks võtavad ja teistele rühmadele eeskuju annavad.

Mõlema lähenemise kohaselt peaks ulatuslikuma haridusega kaasnema väiksem sündimus, kuid empiiriliste uuringute järgi on tegelikkus mitmepalgelisem. Selles kontekstis on huvitav, kuidas varieerub seos haridustaseme ja teise lapse sünni vahel nüüdis-Euroopa erinevates piirkondades. Varasemates sündimuse hariduserinevuse uuringutes on käsitletud üksikuid riike, kuid pole jõutud Euroopat tervikuna hõlmava üldistuseni. Teisele lapsele keskenduma ajendas teadmine, et tänapäevase peremudeli juures peetakse just sagedasemat teise lapse sündi üheks peamiseks teguriks, mis eristab väga madala ja mõõdukalt madala sündimusega riike.

Kuna nüüdis-Euroopa peamine sündimusalane võrdlusuuring (*Generations and Gender Survey*) pakub teavet vaid suhteliselt väikese arvu riikide kohta, tuli

küsimusele vastuse leidmiseks kasutada Eurostati tulude ja elamistingimuste uuringut (*EU Statistics on Income and Living Conditions*). Selle muuks otstarbeks loodud andmestiku demograafiliseks analüüsiks kohandamisel on kasutatud nn oma lapse meetodit (Breschi jt, 2003), tuletades selle abil uuringus osalenud 16–40aastaste naiste emaduslood. Leibkonnas elavate laste andmetest konstrueeritud emaduslugude tõepärasust, mida kinnitasid mitmed kontrollid, võib pidada selle töö kõige olulisemaks kordaminekuks ja uudsete tulemusteni jõudmise eelduseks.

Sündmuslooliste regressioonmudelite abil tehtud analüüsist selgus, et seos haridustaseme ja teisessündimuse (ehk teise lapse sündimise) vahel varieerub Euroopas kogu võimaliku spektri ulatuses (Klesment jt, 2014). Põhja-Euroopas osutus sündimuse haridusgradient positiivseks, st kõrgharituid iseloomustas teistest haridusrühmadest veidi suurem teisessünni tõenäosus. Teisessünni tõenäosuse positiivne korrelatsioon haridusega (st haridustaseme kasvades suurenes ka teisessünni tõenäosus) ilmnes ka Lõuna-Euroopas, kuid põhjalikumal analüüsil osutus see laste lühematest sünniintervallidest tingitud tehistõigaks kõrgharitutel. Selle eksitava mõju kõrvaldamisel pöördus teisessünni ja hariduse korrelatsioon Lõuna-Euroopas negatiivseks. Negatiivse korrelatsiooniga piirkonnaks on ka Ida-Euroopa, kus teise lapse saamise tõenäosus on kõrgharitud naistel oluliselt väiksem kui ülejäänud rühmadel. Lääne-Euroopat iseloomustab omalaadne U-kujuline seos, mille puhul teisessünni tõenäosus on madalaim keskmise haridustasemega naistel. Selle mustri aluseks on saksakeelsetes maades (Austria, Saksamaa, Šveits) ilmneva negatiivse korrelatsiooni ja piirkonna teistes riikides täheldatava positiivse korrelatsiooni kokkusulamine Lääne-Euroopa tervikuna käsitlemisel.

Teisessünni haridusgradiendi varieerumise põhjuseks tuleb pidada ühiskonna tasandil paiknevaid tegureid, mis võivad lastega seotud kulusid suurendada või vähendada ning kõnealust seost vastavalt negatiivse või positiivse suunas kallutada. Jätkuanalüüsis (Puur jt, 2016a) õnnestus sama andmestikku ja mitmetasandilisi mudeleid kasutades tuvastada mitmed konkreetsed tegurid, mis suurendasid teise lapse sünni tõenäosust rohkem just kõrgharitutel. Sellisteks teguriteks osutusid lastehoiuteenuse kättesaadavus, paindlike töövõimaluste olemasolu, töö- ja pereelu ühildamisvõimalused üldisemalt, aga ka naiste ja meeste võrdväärset tööelus osalemist väärtustavate hoiakute omaksvõtt ühiskonnas. Vastupidises, vähenemise suunas mõjutas kõrgharitute sündimust keskmisest enam soolise palgalõhe suurus. Varasemates, üksikutele riikidele keskendunud uuringutes on nende tegurite mõju sündimuse hariduserinevusele tõenäoliseks peetud, kuid analüüsil põhinevat tõendust selle kohta on seni nappinud.

Rahvastikupoliitika seisukohast rõhutavad need tulemused laste sünniga seotud loobumiskulu vähendamise tähtsust. Kuna töö- ja pereelu kulgevad elukaares

paljus rööbiti, võib nende konflikti leevendamisele suunatud meetmete unarusse jätmine sundida inimesi tegema valiku vaid ühe või teise kasuks. Nagu näitab Euroopa saksakeelsete maade kogemus, ei päästa sel juhul ka perepoliitika teistesse meetmetesse panustamine madalast sündimusest. Seda tasub silmas pidada ka Eestis, kus hariduse ja laste arvu korrelatsioon on negatiivne ja rahaliste toetusmeetmete rolli kiputakse mõnikord üle tähtsustama.

Protsessimustrite teisenemine ajas

Nüüdisaegse rahvastikuteaduse üheks hoogsalt arenevaks suunaks on peredemograafia. Selle huvikeskmesse kuulub kaks vastandliku toimega protsessi – perede moodustumine ja nende lagunemine. Neis mõlemas on viimase poolsajandi vältel käitumismustrid ulatuslikult teisenenud. See avaldub vahest kõige selgemini paarisuhte lahtisidumises registreeritud abielust ja kooselude püsivuse vähenemises.

Ka pereprotsesside teisenemise aluseks olevate mehhanismide selgitamisel on oluliseks tunnetusvahendiks erineva haridustasemega rühmade käitumise võrdlemine. Töödetsüklis on seda kasutatud lahutumuse analüüsil. Mikromajandusliku teooria kohaselt peaks kõrgharidusega naiste kooselude püsivus olema keskmisest väiksem, sest tugevam positsioon tööturul muudab nad madalama haridusega sookaaslastega võrreldes meestest vähem sõltuvaks ning lahkumineku puhul majanduslikult vähem haavatavaks (Cigno, 1991). Teise demograafilise ülemineku käsitlus eeldab samuti kõrgharitute suuremat lahutusriski, seostades selle paarisuhtele esitatavate kõrgemate nõudmiste ja valmisolekuga murda sotsiaalseid norme. Kuid teisalt leidub ka argumente (nt parem konfliktide lahendamise oskus), mille tõttu võib kõrgharitute lahutumusrisk olla teiste rühmade omast väiksem (Amato, 1996; Cooke, Cash, 2010).

Empiirilistes uuringutes on lahutumuse ja hariduse vahel leitud nii positiivset kui negatiivset korrelatsiooni, aga ka korrelatsiooni puudumist. Töödetsükli üks eesmärk oli selgitada, kas seose varieeruvuse taga võib olla lahutumuse haridusmustri ajaline teisenemine (Puur jt, 2016b). Sellise hüpoteesi püstitas Ameerika sotsioloog William J. Goode (1962; 1993), kes pidas abielulahutusi suuremaid majanduslikke ja kultuurilisi ressursse omavate kõrgemate ühiskonnakihtide privileegiks, kuid ennustas olukorra võimalikku muutumist või isegi ümberpöördumist vastavalt sellele, kuidas uus praktika ühiskonnas laiemalt omaks võetakse. Kui varasemad katsed Goode'i hüpoteesi paikapidavust kontrollida on piirdunud enamasti üksikute riikide ainesega, siis töödetsüklis on suurema üldistusjõu saavutamiseks tuginetud 14 Euroopa riiki hõlmanud võrdlusuuringu (*Generations and Gender Survey*) andmestikule.

Vanemate ja nooremate põlvkondade võrdlemine näitas, et lahutumuse haridusgradient pole ajas püsiv, vaid muutub esmalt positiivsest neutraalseks ja sealt

edasi negatiivseks. Teisisõnu, kõrgharitute algselt suurem lahutamise tõenäosus hakkab vähenema ning asendub lõpuks vastupidise olukorraga, mille puhul suurem lahutusrisk on omane madala haridustasemega rühmadele. Kuna haridusgradiendi sellesuunalist teisenemist võis täheldada peaaegu kõigis käsitlusega hõlmatud riikides, võib konkreetsel ajahetkel eksisteerivad maadevahelised erinevused taandada paljus sellele, millal lahutumuse tõus ühes või teises riigis algas. Samuti andis analüüs tuge arusaamale, et abielude püsivuse vähenemine algab tavaliselt haritumatest kihtidest, kuid aja möödudes hakkab see puudutama üha rohkem majanduslikult ja sotsiaalselt haavatavaid ühiskonnarühmi. Niisugune olukord, mida tuntakse ka halvemuse kumuleerumisena, on omane ka praegusele Eestile. Sotsiaalpoliitika jaoks tähendab see vajadust vähendada üksikvanemaga perede vaesusriski ja vältida laste heaolu järsku halvenemist pärast vanemate lahkuminekut.

Protsessimustrite teisenemisele keskendus ka rahvusvahelises koostöös valminud beebibuumi analüüs (Van Bavel jt, 2018). Huvi selle rahvastikuloo omanäolise ajajärgu vastu on hoidnud alal tõsiasi, et 1920.–1930. aastate madalaseisu järel tõusis sündimus pärast Teise maailmasõja lõppu paljudes riikides paariks aastakümneks uuesti taastetasemele. Tsüklisse kuuluvas töös on tollast sündimuse suurenemist vaadeldud esmakordselt haridusrühmade lõikes, tuginedes 15 arenenud riigi rahvaloenduste ainesele. Tulemustest selgus, et kuigi sündimus suurenes beebibuumi ajal kõigis haridusrühmades, oli tõus suurim kõrgharitutel. Kui eelnenud põlvkondades tähendas kõrghariduse omandamine naiste jaoks tihti pere loomisest ja laste saamisest loobumist, siis just beebibuumi ajajärgul muutuvad need eluvalikud vähem üksteist välistavaks. Samuti ilmnes tulemustest, et vastupidi levinud ettekujutusele ei olnud beebibuumi aluseks kolmandate ja neljandate laste sünni tõenäosuse suurenemine, vaid lastetuse vähenemine.

Kuigi ajalugu ei kordu, on beebibuumi kogemus õpetlik ka tänapäeva jaoks. See hoiatab lähenemise eest, mis teeb sündimuse suurendamiseks panuse vaid kõrgema järjekorra sündide toetamisele. Eestis praegusel kümnendil reproduktiivea lõppu jõudnud aastakäikudes ulatub lastetute ja ühelapseliste naiste osatähtsus kokku ligi 40 protsendini, kolme- ja enamalapseliste suhtarv aga piirdub 20 protsendiga. Lastetute ja ühelapseliste sedavõrd kõrge osatähtsuse korral ei ole sündimuse tõus taastetaseme lähedusse kolmandate sündide arvu suurenemise toel realistlik (Puur, Vseviov, 2019). Sündimuse suurendamist taotlevad meetmed peavad olema seetõttu laiapõhjalised ning toetama kõigi laste sündi ja kasvamist, mitte tegema panust ainult väikesele osale tervikust (aastail 1991–2017 moodustasid kolmandad sünnid keskmiselt 13 protsenti kõigist sündidest).

Sisserännanute pere- ja sündimuskäitumine

Rahvusvahelise rände mõju ühiskondadele on praegu suurem kui eales varem ajaloos, mistõttu nüüdisaega nimetatakse ka rände ajastuks (Castles jt, 2014). Paljudes Euroopa riikides – viimastel aastatel kehtib see ka Eesti kohta – on sisseränne muutunud ainsaks rahvastikukadu tagasi hoidvaks teguriks. Sellist olukorda võib iseloomustada kui demograafilist rändesõltuvust.

Pikaajaline sisseränne on andnud tõuke uuringutele, mis keskenduvad teistest riikidest saabunute kohanemisele sihtriikides. Selliste tööde hulgas kuulub kindel koht sisserännanute ja nende sihtriikides sündinud laste (teise põlvkonna) pere- ja sündimuskäitumist käsitlevatele analüüsidele (Kulu, Gonzàlez-Ferrer, 2014). Lähte- ja sihtriikide demograafiliste mustrite sagedast erinevust arvestades on neis töödes keskseks küsimuseks, kui kiiresti võtavad sisserännanud omaks sihtmaale iseloomuliku käitumismustri ja millised tegurid seda soodustavad või pidurdavad. Kuna sisserännanute käitumist vormivad nii lähteriikidest kaasa toodud kui ka sihtmaalt lähtuvad mõjustused, sõltub tulemus paljus sellest, milline on nende erinevate mõjude vahekord. Et lähtemaa mustrite avaldumine järgnevates põlvkondades rajaneb nende ülekandel vanematelt lastele, pakub sisserännanute käitumine huvi ka põlvkondadevaheliste suhete ja lõimumise vaatenurgast.

Töödetsükli raames on neid küsimusi käsitletud Eesti-keskselt, analüüsides pärast Teist maailmasõda Eestisse saabunud sisserändajate ja nende järelpõlve demograafilise käitumise erinevaid tahke: peremoodustus ja -lagunemine (Rahnu jt, 2015), sündimus (Puur jt, 2017), segakooselude moodustumine (Puur jt, 2018a; Hannemann jt, 2018), sündimuskavatsused (Puur jt, 2018b). Lisaks uute teadmiste hankimisele Eesti välispäritolu rahvastiku kohta panustasid need tööd ka kirjanduses eksisteeriva lünga täitmisse, sest enamik neil teemadel tehtud varasematest uurimustest on keskendunud Lääne-Euroopa maadele. Sisserände varane algus vahetult pärast Teise maailmasõja lõppu andis Eesti puhul hea võimaluse käsitleda nii sisserännanute esimese kui teise põlvkonna käitumist. Töödetsükli kõnealune osa tugineb Eesti pere- ja sündimusuuringu 1990. ja 2000. aastate voorudes kogutud andmestikule. Lisaks on kasutatud Venemaal korraldatud samatüübilist uuringut, mis lubas sisserännanute käitumist kõrvutada nii siht- kui lähtemaa rahvastikuga. Niisugust võimalust esineb rändeuuringutes harva.

Eestisse saabunud sisserändajad sarnanevad oma pere- ja sündimuskäitumiselt rohkem päritoluriikide (eeskätt Venemaa) elanike kui eestlastega. Pereprotsessides väljendub see paarimoodustuse traditsioonilisemas mustris: eestlastega võrreldes on sisserännanutele olnud omasem alustada pereelu abiellumise, mitte vabakooseluga, kooselu korral see aga kiiremini abieluks vormistada. Sündimuses ilmneb rühmadevaheline erinevus alates teisest lapsest.

Kui esimese lapse saamise tõenäosus on mõlemal rühmal pea ühesugune, siis teisi ja kolmandaid lapsi sünnib sisserännanutel märgatavalt vähem. Selle taga on Venemaa madalam sündimus Eestiga võrreldes pärast Teist maailmasõda ilmale tulnud põlvkondades. Seega on nõukogudeaegne sisseränne avaldanud Eestis rahvastikutaastele kokkuvõttes negatiivset, sündimust vähendavat toimet. Kuna nimetatud mustrid jäid alles ka pärast muude tegurite (erinevused linnaelanike osatähtsuses, tööhõive määras, sissetulekutes jms) mõju arvestamist, võib nende peamiseks kandjaks pidada demograafilist käitumist suunavate normide, mitte rühmade eluolu erinevust.

Uuemates sisserännanute peremustreid ja sündimust käsitlevates töödes on sageli keskseks küsimuseks sihtriigis sündinud teise põlvkonna käitumine: kas see sarnaneb rohkem sihtriigi põlisrahvastiku või esimese põlve sisserändajate omaga. Eesti osas näitavad tulemused teise põlvkonna suuremat sarnasust esimese põlvkonnaga ja oluliste erinevuste püsimist eestlastega võrreldes (Rahnu jt, 2015; Puur jt, 2017, 2018a). Arvestades sisserännanute kontsentratsiooni Kirde-Eestis ja pealinnas ning „paralleelühiskondade" olemasolu, pole see tulemus iseenesest üllatav.

Et rühmadevahelised erinevused ei piirdunud uuringuvalimitesse kuulunud naiste ja meeste varasema käitumisega, vaid ilmnesid ka nende tulevikuplaanides (Puur jt, 2018b), siis paistab tõenäoline, et päritolumaale iseloomulikud mustrid võivad Eestis kanduda sisserännanute teisest põlvkonnast kaugemale. Millisel määral see tegelikult aset leiab, oleneb lõimumise edukusest, eriti hariduse valdkonnas tehtavatest otsustest. Saadud tulemused näitavad, et eestikeelses koolis õppimine ja eesti keele oskus muudavad rändelist päritolu eestimaalaste käitumise eestlaste omaga sarnasemaks, suurendades muu hulgas teise ja kolmanda lapse saamise tõenäosust. See tähendab, et keele alusel eraldatud koolisüsteemist loobumisel oleks positiivne mõju ka Eesti rahvastikutaastele.

Vaateid rahvastikulukku

Tsükli omaette osa moodustasid tööd, mis paiknevad demograafia ja ajalooteaduse piirialal. Selliste uurimuste tunnetuslik väärtus on kahetine. Ühelt poolt aitavad need mõista minevikus toimunud rahvastikumuutusi, kuid sellest olulisemaks võib pidada nende kaudu avanevat vaadet inimeste eluolusse ja erinevate sotsiaalsete rühmade seisundisse mineviku ühiskondades. Eestis arenes ajaloodemograafia 1970.–1980. aastatel tõusujoones ja saavutas hea taseme, kuid vanema põlve uurijate (Heldur Palli, Sulev Vahtre, Herbert Ligi, Raimo Pullat) taandumisel jäi selle põllu harimine soiku. Viimastel aastatel on huvi Eesti rahvastikuloo vastu hakanud uuesti suurenema, mille väljenduseks on neli käesoleva tsükli osaks olevat tööd.

Kaks uurimust käsitlesid suremust 19. sajandi lõpu linnaühiskonnas (Tartu näitel). Rahvastikuloos kujutab ülemöödunud sajandi teine pool endast ajajärku, mil paljudes Euroopa riikides algasid põhjapanevad muutused suremuses ja sündimuses. See demograafilise üleminekuna tuntud murrang sai sageli alguse laste suremuse vähenemisest, mistõttu seda protsessi mõjutanud tegurite tundmine on oluline rahvastikutaaste teisenemise mõistmiseks laiemalt. Kuna suremuse vähenemine algas enne suuri läbimurdeid nakkushaiguste ravis, peeti seda põhjustanud tegurite hulgas peamiseks kõigepealt toitlusolude paranemist (McKeown, 1976). Hilisemad tööd on seda seisukohta täpsustanud, näidates, et suremuse vähenemist tinginud tegurite ring on palju mitmekesisem. Olulisteks teguriteks on osutunud joogivee kvaliteet ja sanitaarolud, mille paranemist seostatakse tavapäraselt tsentraalsete veevarustus- ja kanalisatsioonisüsteemide rajamisega (Cutler, Miller, 2005).

Küsimusele sanitaarolude võimalikust mõjust rinnalaste suremusele linnakeskkonnas enne tsentraalsete taristute ehitamist (Jaadla, Puur, 2016) tegi vastuse leidmise võimalikuks kolme rahvusarhiivis säilitatava andmestiku digiteerimine ja isikupõhine ühendamine. Esimeseks lähteandmestikuks olid 1897. aasta esimese ülevenemaalise rahvaloenduse loenduslehtede kohalikud koopiad, mida tsaarivõimud olid lubanud erandkorras Tartus valmistada. Teiseks andmestikuks olid Tartu ülikooli hügieeniprofessori Bernhard Körberi algatusel loendusega samal ajal leibkondade sanitaartingimusi puudutava uuringu küsitluslehed, mida kasutati Tartu ülikooli taasavamise 100. aastapäeva märkiva teose „Die Stadt Dorpat (Jurjew) in Statisticher und Hygienischer Beziehung" koostamisel. Kolmandaks allikaks olid Tartu luteriusu koguduste sünni- ja surmameetrikad aastatest 1896–1900. Neil allikatel põhineva andmebaasi abil oli võimalik analüüsida laste suremust esimesel eluaastal sõltuvalt sanitaaroludest ja vanemate taustast.

Tulemused näitasid väga tugevat seost leibkonna tarbevee allika, sanitaarolude ja imikusuremuse vahel. Veeallika mõju osutus analüüsi lülitatud teguritest kõige tugevamaks, kuid tõenäosus imikueas surra seondus ka leibkonna elutingimuste teiste tahkudega (hoovisillutise puudumine, välikäimla kasutamine). Mõju suremusele toimis peamiselt seedeelundite haiguste kaudu ja tugevnes imikuea teisel poolel, kui rinnaga toitmise kaitsev toime vähenes. Analüüsist selgus, et sanitaarolude muutustel võis olla märkimisväärne imiku- ja lastesuremust alandav toime juba enne suurte vee- ja kanalisatsioonitaristute rajamist. Tartu oludes võis pinnavee kasutajate hulga vähenemine kümnendiku võrra kahandada imikusuremuse määra kuni 20 promilli võrra, mis näitab, et ka lihtsad ja odavad lahendused võisid suremust oluliselt vähendada.

Laste ja täiskasvanute suremuse sotsiaal-demograafilistele erinevuste analüüsi (Jaadla, Puur, 2017) tulemused toetasid põhijoontes seisukohta, mille kohaselt suremuse vähenemine algas kõrgema sotsiaalse staatusega rühmadest. Kuid

uurimus näitas ka seda, et sotsiaalse staatuse ja suremuse vaheline seos polnud kaugeltki sirgjooneline. Nii osutus suremusrisk kõige madalamaks mitte hierarhia tipus olevatel ametirühmadel, vaid hoopis teenijatel. Teiseks huvitavaks leiuks võib pidada kõrgema haridustasemega seotud suremuseelise avaldumist üksnes naistel, vaatamata sellele, et sotsiaalse staatuse kandjateks olid tollastes oludes eeskätt mehed. Üllatava mustri taga peitub tõenäoliselt alkoholi ja tubakaga liialdamine ja muud elustiilitegurid, mis kõrgema sotsiaalsest staatusest tulenevad eelised võis tasalülitada. Saadud tulemuse muudab tähelepanuväärseks ka suremuse hariduserinevusi puudutavate uuringute vähesus 19. sajandi kohta. Tartu puhul tegi nende käsitluse võimalikuks ühelt poolt linna väiksus ja teisalt ülikooli olemasolust tingitud haritlaste kontsentratsioon. Eesti jaoks on huvitav ka baltisakslaste suremuseelise puudumine võrreldes eestlastega.

Õpetlikuks kujunes Teise maailmasõja ajal Soome sõjaväes teeninud eestlaste käekäigu analüüs (Leppik, Puur, 2017). Kuigi rohkem kui veerand sajandi jooksul on Eesti represseeritute registri büroo eestvõttel tehtud ära suur töö represseeritud isikute nimekirjade koostamisel, on repressioonide mõjust üleelanutele vähe teada. Seda lünka aitaski kõnealune uurimus täita, aluseks soomepoiste endi kogutud ainulaadne, sõjast tänapäevani ulatuv ja 3300 mehe elukäiku hõlmav jälgimisandmestik. Repressioonide otsese mõju kõrval näitas selle materjali analüüs nende järelmõju olemasolu. Selle tõenduseks on repressioonide ohvriks langenud soomepoiste suurem suremistõenäosus mitme aastakümne vältel, võrreldes repressioonidest pääsenutega. Samuti näitas Eestisse jäänud ja Läände siirdunud soomepoiste elukäikude võrdlus Nõukogude režiimi üldist negatiivset mõju elulemusele. Selle mõju tunnusjooneks näib olevat kumulatiivsus: elulemusmäära lahknevus rühmade ei ilmnenud kohe, vaid alles hilisemas vanuses, alates 60. eluaastatest. Sõjaperioodiga seondub ka 1941. aasta detsembris toimunud rahvaloenduste tulemuste analüüs (Maiste, Puur, 2018). Võib öelda, et olude keerukusele vaatamata said loenduse korraldajad oma ülesandega väga hästi hakkama. Loendusel kogutud teave on seega usaldusväärseks allikaks 1940. aastate rahvastikukaotuste käsitlemisel.

Prognoosid ja poliitikavalikud

Töödetsükli rakendusliku laadiga komponentide eesmärk on pakkuda ühiskonnale teavet läbikaalutud valikute tegemiseks. Selliste tööde hulgas on olulisel kohal Eesti inimarengu aruande (EIA) 2016/2017 tarbeks valminud rahvastikuprognoos (Sakkeus jt, 2017). Varasemate Eesti kohta koostatud prognooside ees on sellel mitu tähelepanu väärivat eelist. Esiteks ulatub EIA prognoosi ajaraam 21. sajandi lõpuni, mis võimaldab hinnata demograafiliste suundumuste mõju nii lühemas, keskmises kui ka pikas tulevikuvaates. Teiseks on tavapärasest rohkem tähelepanu pööratud rändele, mis on demograafilistest alusprotsessidest kõige dünaamilisem ja raskemini ette aimatav. Kui Eurostat ja ÜRO piirduvad oma prognoosides kahe rändestsenaariumiga, siis EIA prognoos sisaldas nelja

stsenaariumi. Kolmandaks eeliseks on eestlaste ja teistest rahvustest eestimaalaste eristamine, mis oli Eesti demograafiliste prognooside praktikas esmakordne.

Prognoosi koostamisel arvutati läbi paarkümmend arenguvarianti, mis kombineerivad erinevaid stsenaariume rände, sündimuse ja suremuse tulevikumuutuste kohta. Variantide kogum ei anna vastust küsimusele, milliseks tulevik täpselt kujuneb, kuid aitab selgitada, millise olukorrani ühe või teise eelduse realiseerumine viiks. Alternatiivsete tulevikuseisundite kõrvutamine pakub mõtteainet selle kohta, millise arengutee poole tasuks ühiskonnal püüelda ja milliseid suundi vältida.

Lihtsustades on rahvaarvu ja tööealiste arvu vähenemise peatamiseks kaks võimalikku teed. Üks neist eeldab rändemudelit, mille korral inimeste liikumine üle riigipiiride võib olla küll intensiivne, kuid pikemas vaates valitseks sisse- ja väljarände vahel tasakaal. Selle tee juurde kuulub peamise eeldusena sündimuse tõus taastetaseme lähedusse (praegusest umbes kümnendiku võrra kõrgemale). Teise tee puhul asendaks sündimuse tõusu püsiv ja pikemate ajavahemike kokkuvõttes suur sisseränne ülekaal. Kui sündimuse ja suremuse muutused jälgiksid kõige tõenäolisemaks peetavat arengujoont, peaks sisseränne rahvaarvu stabiliseerimiseks ületama sajandi kokkuvõttes väljarännet ligi 200 000 inimese võrra. Arvestades sisserändajate järelpõlve, tähendaks see vähemalt veerand miljoni välispäritolu eestimaalase lisandumist.

Nende alternatiivide võrdlusest selgus, et ühiskonna demograafilise kestlikkuse seisukohast olulisele laste ja eakate proportsioonile avaldab pikemas tulevikuvaates positiivset mõju üksnes sündimuse tõus. Sisserändele panustamine muudab seevastu põlis- ja välispäritolu rahvastiku proportsiooni, viies eestlaste osakaalu järjepidevasse langusse.

Stsenaariumidest olenevate muutuste kõrval tõi analüüs välja ka selliseid, mis sõltuvad demograafilise arenguraja valikust vähe. Üheks niisuguseks on tööealiste (tinglikult 20–64aastased) arvu vähenemine, mis jätkub demograafilise inertsi tõttu 21. sajandi keskpaigani ka optimistlike stsenaariumide korral. Tööealiste osakaalu vähenemist võib sisserände abil küll veidi edasi lükata, kuid mitte ära hoida. Selle põhjus on lihtne – ka sisseränannud vananevad, teenivad välja pensioniõiguse ja hakkavad mõnekümne aasta pärast seda kasutama. Seetõttu võib sisseränne, kui see on hoogne, rahvastiku vananemist tulevikus hoopis kiirendada. Eestis juhtus see 1990. aastatel, mil sõjajärgsetel kümnenditel saabunud sisserändajad suurel hulgal pensioniikka jõudsid. Veel praegugi on eakate suhtarv teistest rahvustest eestimaalaste seas kõrgem kui eestlastel.

Poliitikavalikute üle peetavas arutelus tuuakse sisserände suurendamise põhjenduseks tööealiste suhtarvu vähenemine, mis seab väidetavalt küsimärgi alla ühiskonna sotsiaal-majandusliku kestlikkuse. Selle argumendi kasutamisel jäetakse aga tähele panemata, et suur osa tööealistest (õppurid, töötud, omastehooldajad, erivajadustega inimesed jt) ei tööta, kui samas jätkab töötamist märgatav osa pensioniikka jõudnutest. Samuti ei arvestata sageli võimalust, et tööhõive määrad võivad tulevikus olla praegusest erinevad. Nende tegurite mõju hindamiseks sai EIA rahvastikuprognoosi täiendatud tööhõive prognoosiga, mis arvestab nelja teguri – rahvastiku haridustaseme tõus, pensioniea tõus, sisserännanute lõimumine ja eesrindlike hõivepraktikate rakendamine – võimalikku mõju hõivatute arvule ja osakaalule rahvastikus (Puur jt, 2018c).

Integreeritud prognoos näitas, et Eesti hõivemäärades leidub saavutatud kõrgele tasemele vaatamata veel kasvuruumi. Kui õnnestuks see potentsiaal toetavate poliitikameetmete abil kasutusele võtta, võib hõivemäärade suurenemine kompenseerida lähema paarikümne aasta vältel märgatava osa tööealiste arvu vähenemisest. Veelgi olulisema tulemusena selgus integreeritud prognoosist, et hariduskoostise muutuse, pensioniea tõusu ja lõimumise toel on võimalik jõuda olukorrani, kus töötavate ja ülalpeetavate ühiskonnaliikmete proportsioon ei halveneks praegusega võrreldes ka pikemas ajaperspektiivis. Parimate hõivepraktikate rakendamisel võib ülalpeetavate arv ühe hõivatu kohta olla 21. sajandi lõpul praegusest isegi veidi väiksem.

Lõpetuseks

Tsükli raames valminud tööd ei anna põhjust arvata, nagu poleks ühiskond võimeline rahvastiku vananemisest tingitud muutustega edukalt kohanema. Seda arusaama toetab lisaks prognoosidele tsüklisse kuuluv pensioniea tõusu analüüs (Puur jt, 2015), aga ka teiste autorite uurimused, mis käsitlevad hõivatute osatähtsuse ja sotsiaalkulude tulevikumuutusi teistes riikides (Sanderson, Scherbov, 2015).

Demograafilistest alusprotsessidest on suremus Eestis alates 1990. aastate keskpaigast järjepidevalt vähenenud. Eluea pikkuselt hoiab Eesti Euroopa Liidu idapoolsete liikmesriikide seas Sloveenia ja Tšehhi järel kolmandat kohta, varasem suur mahajäämus Põhja- ja Lääne-Euroopa maadest on naiste puhul kahanenud praeguseks vaid kahele aastale. Selle kümnendi keskpaigas asetleidnud rändepöörde tulemusena asendus väljarände ülekaal sisserände ülekaaluga, rände toel on Eesti rahvaarv viimase nelja aasta vältel 10 000 inimese võrra suurenenud. 2017. aastal jõudis plusspoolele ka eestlaste rändesaldo, mis näitab tagasirände ülekaalu väljarändest. Tagasirände hoogustumine ja välisrände positiivne saldo annavad märku Eesti atraktiivsuse suurenemisest nii omade kui ka võõraste jaoks.

Kui pidada tõenäoliseks suremuse ja rände praeguste suundumuste jätkumist, on peamiseks demograafiliseks väljakutseks Eesti kestlikkusele taastetasemest madalam sündimus. Ehkki skeptikute arvates kuulub sündimus nähtuste hulka, mida ühiskond oluliselt mõjutada ei saa, näitab keskmise laste arvu varieeruvus Euroopa Liidu riikides – reproduktiivea lõppu jõudvates aastakäikudes 1,35 lapselt Hispaanias 2,04 lapseni Prantsusmaal – tugevat sootsiumist lähtuvat mõju. See ei tähenda, et rahvastikutaaste eesmärgipärane mõjutamine oleks lihtne. Laste sündi puudutavate otsuste puhul ei räägi kaasa mitte ainult konkreetsed poliitikameetmed, vaid tegelikult kogu ühiskondlik kontekst.

Väljakutsete keerukustele vaatamata võib Eesti võimalusi rahvastikutaastet positiivses suunas mõjutada hinnata üsna heaks. Esiteks pole lõhe laste tegeliku arvu ja sündimuse taastetaseme vahel väga suur. Hinnangute kohaselt jääb keskmine laste arv praegu aktiivses pereloomeeas olevates Eesti põlvkondades vahemikku 1,80–1,85 last naise kohta ehk 87–89 protsendini taastetasemest (Puur, Vseviov, 2019). Sellega kuulub Eesti nüüdis-Euroopa keskmisest lasterohkemate ühiskondade hulka, jäädes maha vaid sündimuse tippriikidest (Island, Iirimaa, Norra, Prantsusmaa, Rootsi). Taastepiiri vahetusse lähedusse jõudmiseks piisaks, kui peredesse sünniks praegusega võrreldes kümnendiku võrra rohkem lapsi. Eesti panustab perepoliitikasse OECD riikide keskmisega võrreldaval määral, töödetsükli osaks olevas võrdlevanalüüsis hinnati Eesti perepoliitikat parimaks Kesk- ja Ida-Euroopa riikide hulgas (Frejka jt, 2016). Parimate hulka jõudmine eeldab süsteemi nõrgemate lülide järeleaitamist ja vahendite hulga edasist suurendamist. Võimalused selleks peaksid leiduma, sest suhtes rahvuslikku kogutoodangusse kulutab Eesti sotsiaalvaldkonnale 1,7–1,8 korda vähem kui Euroopa Liidu riigid keskmiselt. Panuse suurendamine eeldab uut mõtteviisi, mis käsitleks sotsiaalvajaduseks, eriti laste heaolusse ja sündimuse toetamisse suunatud vahendeid mitte niivõrd kuluna kui investeeringuna rahva tulevikku.

VIITED

Amato, P. 1996. Explaining the intergenerational transmission of divorce. – Journal of Marriage and the Family, 58 (3), 628–640.

Becker, G. S. 1993. A Treatise on the Family. Enlarged edition. Harvard University Press. Cambridge, Mass., London.

Breschi, M., Kurosu, S., Oris, M. 2003. The Own-Children Method of Fertility Estimation: Applications in Historical Demography. Forum Edizioni.

Castles, S., De Haas, H., Miller, M. J. 2014. The Age of Migration: International Population Movements in the Modern World. Palgrave Macmillan, Basingstoke.

Cigno, A. 1991. Economics of the Family. Clarendon Press, Oxford.

Cooke, L. P., Gash, V. 2010. Wives' part-time employment and marital stability in Great Britain, West Germany and the United States. – Sociology, 44 (6), 1091–1108.

Cutler, D., Miller, G. 2005. The role of public health improvements in health advances: the twentieth-century United States. – Demography, 42 (1), 1–22.

Frejka, T., Gietel-Basten, S., Abolina, L., … , Puur, A., *et al*. 2016. Fertility and family policies in central and eastern Europe after 1990. – Comparative Population Studies, 40(5), 1−55.

Goode, W. J. 1962. Marital satisfaction and instability. A cross-cultural class analysis of divorce rates. – Bendix, R., Lipset, S M. (eds). Class, Status, and Power. Social Stratification in Comparative Perspective. The Free Press, New York, 377–387.

Goode, W. J. 1993. World Changes in Divorce Patterns. Yale University Press, Yale.

Hannemann, T., Kulu, H., Rahnu, L., Puur, A., *et al*. 2018. Co-ethnic marriage versus intermarriage among immigrants and their descendants: A comparison across seven European countries using event-history analysis. – Demographic Research, 39 (17), 487−524.

Jaadla, H., Puur, A. 2016. The impact of water supply and sanitation on infant mortality: individual-level evidence from Tartu, Estonia, 1897–1900. – Population Studies, 70 (2), 163–179.

Jaadla, H., Puur, A., Rahu, K. 2017. Socio-economic and cultural differentials in mortality in a late-nineteenth-century urban setting: a linked records study from Tartu, Estonia, 1897–1900. – Demographic Research, 36 (1), 1–40.

Kirk, D. 1996. Demographic transition theory. – Population Studies, 50 (3), 361–387.

Klesment, M., Puur, A. Rahnu, L., Sakkeus, L. 2014. Varying association between education and second births in Europe: comparative analysis based on the EU-SILC data. – Demographic Research, 31 (27), 813−860.

Kulu, H., González-Ferrer, A. 2014. Family dynamics among immigrants and their descendants in Europe: current research and opportunities. – European Journal of Population, 30 (4), 411–435.

Leppik, L., Puur, A. 2017. Sõjajärgse elukäigu ja repressioonide mõju: soome-poiste elulemuse analüüs 1945–2016. – Tuna. Ajalookultuuri Ajakiri, 19 (3), 72−87.

Lesthaeghe, R. 2010. The unfolding story of the Second Demographic Transition. – Population and Development Review, 36 (2), 211−251.

Maiste, M., Puur, A. 2018. Rahvastiku registreerimine Eestis 1. detsembril 1941: tulemuste analüüs. – Tuna. Ajalookultuuri Ajakiri, 20 (1), 39−59.

McKeown, T. 1976. The Rise of Modern Population. Edward Arnold, London.

Notestein, F. W. 1953. The economics of population and food supplies: Economic problems of population change. – Proceedings of the Eighth International Conference of Agricultural Economists. Oxford University Press, Oxford, 13–31.

Puur, A., Leppik, L., Klesment, M. 2015. Changes in pension take-up and retirement in the context of increasing the pension age: the case of Estonia in the 2000s. – Post-Communist Economies, 27 (4), 497−516.

Puur, A., Klesment, M., Rahnu, L., Sakkeus, L. 2016a. Women's educational attainment and the transition to second births in Europe: the role of contextual factors. – Van Bavel, J., De Hauw, Y., Klesment, M., *et al*. Women's New Roles and Implications for Family Dynamics. Deliverable number D3.3. Report on Women's New Roles and Implications for Family Dynamics, 63–103.

Puur, A., Rahnu, L., Maslauskaitė, A., Stankūnienė, V. 2016b. The transforming educational gradient in marital disruption in Northern Europe: A comparative study based on GGS data. – Journal of Comparative Family Studies, 47 (1), 87−110.

Puur, A., Rahnu, L., Abuladze, L., Sakkeus, L., Zakharov, S. 2017. Childbearing among first and second-generation Russians in Estonia against the background of the sending and host countries. – Demographic Research, 36 (41), 1209−1254.

Puur, A., Rahnu, L., Sakkeus, L., Klesment, M., Abuladze, L. 2018a. The formation of ethnically mixed partnerships in Estonia: A stalling trend from a two-sided perspective. –Demographic Research, 38 (38), 1111−1154.

Puur, A., Vseviov, H., Abuladze, L. 2018b. Fertility intentions and views on gender roles: Russian women in Estonia from an origin-destination perspective. – Comparative Population Studies, 43 (4), 275–306.

Puur, A., Piirits, M., Sakkeus, L., Klesment, M., Eamets, R. 2018c. Hõivatud hõivestsenaariumide ja EIA rahvastikuprognoosi taustal. Riigikogu Arenguseire Keskus, Tallinn.

Puur, A., Vseviov, H. 2018. Eesti sündimusareng ja rahvastikupoliitika võimalused. – Akadeemia, 3, 387–429.

Rahnu, L., Puur, A., Sakkeus, L., Klesment, M. 2015. Partnership dynamics among migrants and their descendants in Estonia. – Demographic Research, 32 (56), 1519−1566.

Sakkeus, L., McKibben, J. Puur, A., Rahnu, L., Abuladze, L. 2017. Rahvastikuprognoos erinevate rändestsenaariumide korral. – Tammaru, T., Kallas, K.,

Eamets, R. (toim). Eesti inimarengu aruanne 2016/2017. Eesti rändeajastul. SA Eesti Koostöö Kogu, Tallinn, 57−65.

Sanderson, W. C., Scherbov, S. 2015. Are we overly dependent on conventional dependency ratios? – Population and Development Review, 41 (4), 687–708.

Van Bavel, J., Klesment, M., Beaujouan, E., Brzozowska, Z., Puur, A., *et al*. 2018. Seeding the gender revolution: Women's education and cohort fertility among the baby boom generations. – Population Studies, 72 (3), 283–304.

Van de Kaa, D. 1987. Europe's second demographic transition. – Population Bulletin, 42, 1.

Allan Puur
Sündinud 31.07.1963

1963 – Tallinna 2. keskkool
1986 – Tartu ülikool (majandusküberneetika)
2000 – doktorikraad (PhD demograafias, Tallinna ülikool)

Allan Puur töötab Tallinna ülikoolis ühiskonnateaduste instituudi rahvastikuteaduse professori ja Eesti demograafia keskuse juhtivteadurina. Ta on juhtinud paljusid teadusprojekte, olnud eksperdiks riiklike poliitikadokumentide koostamisel ning panustanud rahvastikuteaduse taristu ja riikliku statistika arendamisse.

Avaldanud üle 50 kõrgetasemelise teaduspublikatsiooni ja juhendanud nelja doktoritööd.

Humanitaarteaduste aastapreemia teadustöö „Kultuuriteoreetilised uurimused“ eest

Rein Raud

MIS ON ÜLDINE KULTUURITEOORIA?

Alates postmodernse teooria tekkest on muutnud kahtlaseks igasugused katsed rääkida asjadest „üldiselt", justkui neutraalsest ja objektiivsest vaatepunktist. Kui on nii, nagu ütleb Jean-François Lyotard, et suured narratiivid ehk kõikehõlmavad lood sellest, milliste seaduste järgi ühiskond vältimatult areneb, on kaotanud usutavuse (Lyotard, 1984: xxiv), tuleb meil kriitiliselt suhtuda ka „suurteooriatesse", igasugustesse konstruktsioonidesse, millel on kombeks neid suuri narratiive tekitada ning ühtlasi kõikvõimalikke nähtusi oma koostatud lahterdustesse väliste tunnuste järgi ära paigutada.

Veel üks, spetsiifiliselt kultuuriline argument suurteooriate vastu tuleb kultuurisõltelisuse pooldajatelt: ehkki maailma kultuuridel on palju ühisjooni, on neid sisuliselt määratlevad aspektid siiski sedavõrd erinevad, et ühe ja sama mõistelise aparatuuriga ei olegi võimalik neid uurida ilma olulisi asju välja taandamata. Mõned selle vaate pooldajad argumenteerivad, et tegelikult tuleks iga kultuuri analüüsida ainult tema oma sisemistest põhimõtetest lähtuvalt ning tema oma termineid kasutades (Rosaldo, 1984). See on küll iseenesest juba „üldise kultuuriteooria" valda kuuluv argument, kuid mitte selline, millest tõukudes oleks lihtne laiemate üldistuste poole liikuda.

Teine probleem puudutab kultuuri mõistet ennast, mida on teadupärast väga mitmeti määratletud. Soovides kultuuri üle „üldiselt" teoretiseerida, peaksime aga kõigepealt suutma kokku leppida, mis see ikkagi on, millest me räägime. Aga see pole tingimata nii lihtne. Oma üle 60 aasta tagasi ilmunud klassikalises kultuuridefinitsioonide võrdluses (1952) analüüsivad Alfred Kroeber ja Clyde Kluckhohn ühtekokku 164 määratlust, piirdudes sealjuures ikkagi vaid nendega, mis on käibel ingliskeelses akadeemilises ruumis.

Vahepeal on kultuuri mõistet üritatud määratleda vähemalt sama palju veel. Ja mitte ainult. Alates 1990ndatest on tekkinud kultuurist kõnelejate hulgas ka mõistet ennast põhimõtteliselt eitav suund. Lila Abu-Lughod (1991), Adam Kuper (1999), Richard Fox ja Barbara King (2002) on veidi erinevatest vaatepunktidest rünnanud „kultuuri" kui teatavat inimkooslust jõuga ühendavat, kõigile selle koosluse liikmetele sarnaseid vaateid ja hoiakuid inkrimineerivat ideologeemi[18]. Aga kultuurilised kooslused ei ole homogeensed. Naistel võivad olla erinevad

[18] Otseselt või varjatult ideoloogilist tähendust kandev märk.

hoiakud kui meestel, allasurututel teistsugused eluilmad kui võimukandjatel. Sestap on selle kriitilise liini pooldajate meelest võimatu rääkida mistahes konkreetsest „kultuurist“, sest selle sees on hoiakute ja taustade varieeruvus kohati suurem kui tema üksikute esindajate ja nendega sotsiaalselt sarnaste inimeste vahel mõnest teisest „kultuurist“.

Michel Trouillot on seda vaadet arendades jälginud kultuuri mõiste evolutsiooni punktini, mida ta nimetab „essentsialistlikuks pöördeks“. Algselt, kirjutab ta, on kultuuri mõiste võetud kasutusele just nimelt selleks, et eristada inimese poolt eluajal õpitut sellest, mis on määratletud tema bioloogilise antusega. Ajapikku on kultuuri mõiste teinud 180-kraadilise pöörde ning neokonservatiivsete kriitikute kasutuses muutunud sildiks, mille alla võib paigutada suuri inimrühmi, nii et kõik nende liikmed oleksid justkui olemuslikult samasugused (Trouillot, 2003: 104).

Tõepoolest, olmelises kasutuses on selline lähenemine kultuurile levinud. Näeme ju ka Eesti ühiskonnas neid, kes kutsuvad üles kaitsma „eesti kulduuri“ teise nahavärvi või religioosse taustaga inimeste eest, ilma ise endale aru andmata, mis see tegelikult on. Või teevad räigeid üldistusi teiste inimgruppide kohta vaikivalt eelduselt, et kui keegi on nt islamiusku, siis kiidab ta ühtlasi heaks ka igasuguste äärmuslike rühmituste ideoloogia (ehkki kristlaste kohta sarnane üldistus millegipärast ei käi). Multikulturalismi kriitikud nii paremalt kui vasakult näevad „kultuuri“ kui getot, millesse nende liikmelisus indiviidid paigutab – neokonservatiivide (Huntington, Harrison, 2000) meelest seetõttu, et teatavad kultuurid pidurdavad inimese arengut ja muudavad ta võimetuks kapitalistlikus keskkonnas edukalt tegutsema, vasakpoolsete kriitikute (Bauman, 2011) meelest aga seetõttu, et kultuuriline erisus on välja käidud kui kattevari sotsiaalsete probleemide, eriti ebavõrdsuse taandamiseks.

Mõlemas positsioonis oleks „kultuur“ justkui olemas enne inimest. Ühe lahenduse olukorrale on välja pakkunud Bruce Knauft. Ta soovitab „kultuuri“ mõistet vältides säilitada „kultuuriline“ kui omadussõna, millega on võimalik märkida teatavaid tegevusi ja nähtusi, ilma et need peaksid kokku moodustama totaalse ja homogeense terviku (Knauft, 2002). Nii võivad igal üksikul isikul olla oma kultuurilised valikud, aga ta ise vähemalt teatava astmeni vaba neid tegema ja muutma. Üksikisiku tasandist kõrgemal asuvat „kultuuri“ aga poleks.

Ometi on raske nõustuda väitega, et „kultuuri“ mõiste väärkasutamisest praktikas peaks järelduma, et sellest terminist tuleks üldse loobuda. Näiteks „riigikord“ koosneb küll konkreetsetest seadustest, aga ei määratle sugugi tingimata üheselt, kuidas täpselt selle riigi kodanikud igal üksikul hetkel käituvad, ja „kliimast“ räägime me ilma, et sellest järelduks kindel teadmine, milline on parajasti ilm. „Kliima“ sisaldab endas võimalike ilmastikutingimuste ulatusi mingil teataval territooriumil ning võib ka ise aja jooksul muutuda. Sarnaselt võiksime ju rääkida

ka kultuurist kui sisemiselt dünaamilisest valikute ja hoiakute spektrist, väljast, millel toimub konkreetse inimkoosluse omavaheline suhtlus, maailma ühine mõtestamine ning mõtestatuste küsitavaks muutmine.

Sellistest lähtekohtadest jõuamegi kultuuri mõisteni, mis minu arvates suudab vastata totaalse kultuuri mõiste kriitikale, aga lubab siiski rääkida nii „kultuurist" üldiselt kui ka konkreetsetest „kultuuridest". Kui mõistame kultuurina kõiki neid ressursse, mis on üksikisiku käsutuses tema maailma mõtestamiseks ning ühiste mõistestike loomiseks kaasinimestega, kõiki tähenduslikke nähtusi, mis kujundavad tema käitumist ja valikuid, ent mitte üheselt, vaid vastasmõjus tema individuaalse kultuurilise subjektiga, siis on meie arusaam kultuurist dünaamiline, pluralistlik ja samas mitte inimeseülene. Kultuurilised kogukonnad oleksid sellises vaates kooslused, mis kasutavad samu ressursse – räägivad sama keelt, eeldavad kaasinimestelt sarnaste käitumismudelite järgimist, saavad aru sarnastest naljadest.

„Üldise kultuuriteooria" piiride visandamisel tuleb mõistagi arvestada ka teiste, kultuuri mõnest kitsamalt määratletud perspektiivist uurivate distsipliinidega, mis jagunevad laias laastus kaheks. Ühel pool on konkreetseid kultuurinähtusi esiplaanil hoidvad lähenemised, teisel aga need, kus olulisem on kultuuriline tegevus ning sellest sotsiaalsete koosluste jaoks tulenevad järelmid.

Esimest vaatepunkti iseloomustab hästi 1970ndatel, strukturalismi kõrgajal tekstiteoreetilistest uuringutest välja arenenud kultuurisemiootika, mis vaatleb kultuurinähtusi kui iseseisvaid tõlgendatavaid ühikuid ehk tekste. Algselt on see lähenemine tõepoolest keskendunudki selgelt tekstuaalse iseloomuga nähtustele, pidades nende kõigi prototüübiks verbaalseid tekste, aga siis hakanud laiendama teksti mõistet, nii et ka nt linna on võimalik vaadelda tekstina (Pilshchikov, 2015). Kultuurisemiootilise lähenemise kesksete teoreetikute seas tuleb esimesena ära mainida Juri Lotman ja Umberto Eco, ehkki peaaegu kõigil sel ajastul tuntuks saanud kirjanduse ja kultuuri uurijatel (Todorov, Barthes, Greimas, Kristeva jpt) on olnud selle teooria kujunemises oma oluline roll.

Kultuurisemiootika vaatleb kultuurilist tegevust eelkõige märkide loomise ja tõlgendamisena, kusjuures märgid, ehkki meelevaldsed, on objektiivsed ja eksisteerivad eraldi neid loonud ja tõlgendavate inimeste teadvusest. Strukturalistliku lähenemise juurest, mis peab tähenduslikke konstruktsioone tekstide objektiivseks osaks, jõudis kultuurisemiootika eriti tänu Eco (1979) ja Barthes'i (1977) töödele peatselt siiski vaateni, et tähendus sünnib tõlgendusprotsessi käigus ja tõlgendaja teadvuses ega ole ise objektiivne ja muutumatu. Lotman ja tema koolkond töötasid omakorda välja teooria „teisestest modelleerivatest süsteemidest", mis asetuvad algsete väljendusvahendite, näiteks loomuliku keele peale eraldiseisvate kultuuriliste reeglisüsteemidena. Kuid paradoksaalselt nende süsteemide kasutuselevõtt mitte ei vähenda, vaid hoopis suurendab teksti

väljendusvõimet, luues ühtlasi eeldused pingete tekkimiseks teksti eri tasandite vahele, mille tõttu ükski kunstiline tekst ei ole kunagi tõlgendatav üheselt.

Suurem osa tänapäeval mõjukaid kultuuriteoreetilisi diskursusi vaatleb oma objekti siiski hoopis läbi kogemuste, tegevuste ja inimestevaheliste suhete (mille hulgas on kesksel kohal võim). Nende seas võib omakorda eristada antropoloogilise ja sotsioloogilise dominandiga lähenemisi. Algselt on nende vahe seisnenud uurimisobjekti loomuses: sotsioloogia uurib ühiskonda n-ö seestpoolt, tegeledes „meie oma" ühiskonna probleemidega, mille taustsüsteemist me oleksime (justkui) teadlikud, antropoloogia on aga loodud „kultuurilise Teise" uurimiseks, kelle käitumismudeleid me ei oska ennustada ning peame seetõttu oma eeldused nende kohta taandama. Praegune antropoloogia rakendab samasugust lähenemist edukalt aga ka meie oma ühiskonna peal, tuues niiviisi esile meile harjumuspäraste praktikate taga seisvate eelduste suhtelisuse ja kultuurisõltelisuse.

Ka sotsioloogilise dominandiga kultuuriteooriaid on mitmeid, esmajoones tuleb esile tõsta nn prantsuse koolkonda, mille on rajanud Pierre Bourdieu (1993, 2007), samuti Yale'i koolkonda USAs, mille on välja arendanud Jeffrey Alexander ja tema õpilased (Alexander, 2011; Alexander jt, 2006). Bourdieu käsitab kultuurilisi toimijaid esmajoones nende õpitud ja sotsiaalse positsiooni läbi omandatud kalduvuste ja eelistuste kandjatena. Alexander seevastu vaatleb poliitilisi protsesse ning eneseväljendusi kui performatiivseid akte, mille keskne eesmärk on publiku veenmine, oma agenda usutavaks mängimine – sõltumata sellest, kas esinejad ise sellesse tingimata usuvad või mitte.

Oma teoorias olen ühe keskse küsimusena uurinud, kuidas mõlemat liiki kultuuriteoreetilisi diskursusi omavahel ühendada. Erinevates põhjalikkusastmetes olen selle lahti kirjutatud mujal (Raud, 2013, 2016a, b). Järgnev ülevaade on mõnevõrra lihtsustatud. Kasutan selle teoreetilise konstruktsiooni ühe nimena „integraalset kultuuriteooriat", et rõhutada kultuuri erinevate aspektide analüüsi ühendatust. Ka „tähendust" kasutan siin korraga nii semantilises mõistes (tähendus, mis kultuuriliste kokkulepete läbi märgile on antud) kui ka psühholoogilises (miski muutub subjektile tähenduslikuks läbi tema individuaalse kogemuse). Tuleb niisiis teha vahet tähenduse vahel, mis nähtustele antakse – näiteks läbi loova eneseväljenduse – ja mille nad omandavad vastuvõtja jaoks, kusjuures see viimane koosneb lisaks semantilisele tähendusele ka veel isiklikust ja kogemuslikust. Charles Fillmore räägib „freimidest" ehk isiklikest tähendustest, mida inimesed omistavad üldkasutatavatele sõnadele (Fillmore, Brown, 2006): kui öelda „koer", siis kujutab iga koeraomanik tõenäoliselt ette pigem oma koera kui mingit abstraktset mõistet, samas on koertevahelised erinevused taksist dogini võrdlemisi olulised. Kognitiivses antropoloogias on veidi sarnaselt kasutuses termin „skeem" (D'Andrade, 1995: 124; Mandler, 1985: 36–37). Ka see tähistab mõistet, mis sisaldab iga selle kasutaja poolt individuaalselt

täidetavaid lünkasid, selle vahega, et kognitiivsed skeemid toimivad kõigi tähenduslikuks muutuvate nähtuste kohta, mitte ainult sõnade kohta nagu freimid.

Siit aga ilmneb üks kultuuriliste nähtuste olulisi jooni: need ei ole kunagi kõigi jaoks üheselt mõistetavad. Dan Sperber ja Deirdre Wilson on koguni osutanud, et isegi suvalisest tavavestlusest saavad osapooled samamoodi aru ainult umbes 80 protsendi ulatuses – mis sellegipoolest on piisav toimivaks kommunikatsiooniks (Sperber, Wilson, 1998). Mida keerulisem on tekst, seda väiksem see kõigile identselt mõistetud maht on. Võime seetõttu öelda, et kultuuriline tegevus – tähenduste loomine, edastamine ja tõlgendamine – ei ole sümmeetriline protsess, ehkki kultuuriteoreetilistes arutlustes tänini mõjukas Shannoni klassikaline kommunikatsiooniskeem (1949) näeb ette sõnumi väändumist vaid väliste mõjude (müra) tagajärjel.

Veelgi enam: kultuuriline tegevus sisaldab endas ka aktiivset võitlust vastuvõtja teadvuse pärast. Igasugune uus tähendusloome – olgu see originaalne viis kujutada visuaalselt inimese sisekaemust või proov ühendada vastavas toidukultuuris varem kokkusobimatuks peetud maitseaineid – on ühtlasi katse muuta mingil minimaalsel määral vastuvõtja teadvuses varem kehtinud arusaama sellest, kuidas maailma tuleb (selle sõna laias tähenduses) mõista. Kas see õnnestub või mitte, sõltub esmatasandil väljenduse omadusest, mida nimetan *kognitiivseks adekvaatsuseks*, uue tähenduse võimest seletada senisest paremini maailma kui tervikut, võib-olla vastata mõnedele seni probleemsetele küsimustele. Kognitiivne adekvaatsus ei tähenda sugugi tingimata tõelevastavust. Näiteks finantspettuste ohvritele on tihti tundunud kognitiivselt adekvaatne neile pakutav võimalus kiiresti ja ilma pingutusteta rikastuda, samuti võib religioossele inimesele olla kognitiivselt adekvaatne arusaam, et temaga juhtunud õnnetus on jumala karistus mingi tema eelneva süüteo eest, mitte traagiline juhus.

Kognitiivse adekvaatsuse mõiste toimib ka kollektiivsel tasandil. Üldiselt võimegi teatavas kogukonnas käibele lastud tähistusi võtta kui katset tõsta kogukonna maailmavaate kognitiivset adekvaatsust mõnes selle üksikus aspektis. Näiteks võib tunnustuse saavutanud räpparil õnnestuda osutada ka üle oma subkultuuri piiride, kuidas kogeb ühiskonna parasjagust seisu selle allasurutud osa. Samas ei pruugi see korda minna sotsioloogidel, kes oma subkultuuri piire sama edukalt ületada ei suuda. Sõna „subkultuur“ kasutan siin mõistagi laiemas tähenduses kui üldiselt kombeks ehk igasuguse kultuurilise alakogukonna märkimiseks sõltumata selle sotsiaalsest staatusest. Advokaatide subkultuuris võivad näiteks kehtida teistsugused suhtlusreeglid kui arstide omas.

Käibele lastud tähendus on niisiis *pakkumus*, mis kõigepealt läbib testi oma subkultuuri sees. Kui see osutub edukaks, võib ta hakata levima laiemalt ning

muutuda lõpuks osaks kultuurilise kogukonna üldiselt jagatud ressurssidest. Mõistagi ei tähenda konkreetse nähtuse edu kogukonna tasandil seda, et kõik tema liikmed sellega suhestuvad või et kõigi nende suhe on sarnane – kultuur on vaid lõdvalt integreeritud nähtuste võrgustik, mille struktuur on keeruline ja kõigile tema kandjatele ei ole kõik tema osad sugugi ühtviisi kättesaadavad. Näiteks võivad tänapäeva Lääne ühiskonnas käia samas koolis erinevatesse religioossetesse traditsioonidesse kuuluvad lapsed, kes jagavad omavahel küll koolis õpetatavat, kuid ei pruugi koduselt taustalt sellesse samamoodi suhestuda ning kelle maailmapildid sisaldavad omavahel ühtesobimatuid osi.

Kas pakkumus muutub osaks jagatud ressursist või mitte, seda otsustab kultuurikeskkonnas *sümboolne autoriteet*, kujutletav instants, mille heakskiiduta kultuuri kandjate laiem hulk ei pea seda pakkumust kognitiivselt adekvaatseks. See mõiste on analoogne Bourdieu sümboolse kapitaliga, mis on kultuuri väljal kehtiv kujutletav kapital, mida näiteks mõjukas galerii võib investeerida algajasse kunstnikku, kelle vastu avalikkus seetõttu kohe huvi hakkab tundma (Bourdieu, 1993: 74–80). Sümboolne autoriteet on enamasti mitme sõltumatu punkti vahel jagunenud võim seda kapitali kontrollida. See autoriteet ei pruugi tingimata olla institutsioon või isikute kogum, vaid ka näiteks turg – oludes, kus vaid majanduslik tulemus on edu kriteerium. Enamasti on sümboolne autoriteet siiski midagi enamat: ka mingi kultuurinähtuse müügiedu võib mõjutada kriitikute arvamus, kriitikud võivad ise olla sõltuvad avalikust võimust või just vastupidi, sellega opositsioonis, samuti võivad olla keerulised kultuuri välja eri keskmete vahelised suhted – teatavat liiki kriitika, näiteks süüdistus sündsusetuses, võib hoopiski äratada publiku huvi jne. Sümboolne autoriteet on niisiis tinglik instants, mille loomus on erinevates kultuurikeskkondades erinev, nagu ka *pakkumusväljal*, mis põhineb reeglistikul, kes võib mis tüüpi pakkumusi esitada ning kelle arvamusest sõltub nende edasine käekäik. Kultuuri toimevõime sõltub suuresti sellest, kui täpselt on need reeglid balansseeritud: ühtviisi ohtlikud on nii situatsioon, kus kõik kujuneb diktaatori hetkelistest meeleoludest sõltuvalt, kui ka olukord, kus kõik arstiabi pakkujad on omavahel staatuselt võrdsed hoolimata sellest, kas nad on ka tegelikult meditsiini õppinud või mitte.

Siit alates on põhjust hakata eristama kaht liiki kultuurinähtusi, mida vastavalt semiootika ja antropoloogia/sotsioloogia peavad oma esmaseks uurimisobjektiks. *Tekstid*, nagu ülal öeldud, on konkreetsetest isikutest sõltumatult enesesamased stabiilsed kultuurinähtused, tähistuste kogumid, mis võivad kesta oma tekkekeskkonnast kauem ja olla tõlgendatud erinevatest, omavahel ühtesobimatutest vaatenurkadest. *Praktikad* seevastu on kultuurinähtused, mis leiavad aset inimeste vahetus tegevuses, ehkki põhinevad tavapäraselt vähemalt teatavas osas korduvatel elementidel.

„Hamlet“, Kyoto ja verivorst on tekstid. Teatriskäik, turismireis ja jõulud on praktikad. „Hamletit“ võib lavastada lugematutel erinevatel viisidel, aga kõiki

neid lavastusi ühendab ikkagi lugu, millest nad on tõukunud. Kyoto linnaplaneering sisaldab võimusuhteid: algne struktuur, kus kaugus keisripaleest määratles hoone tähtsuse, on ajaloo käigus ja keisri institutsiooni arenguga muutunud ning uued keskused on seda modifitseerinud. Verivorst ei ole lihtsalt toit, vaid enamiku eestlaste jaoks midagi, mida süüakse vaid teataval ajal aastast, niisiis seondub sellega teatav tähenduslikkus. Teisalt võidakse erinevates kultuurides käia teatris erineval moel: meil on praegu kombeks teatrisse pidulikult riietuda, jõuda sinna enne etenduse algust ning normaaloludes viibida lõpuni, vaheajal võib-olla puhvetit külastades, kuid ajalooliselt on teada ka olukordi, kus võidi saabuda vaatama vaid mõningaid stseene, või võtta söögid kaasa otse saali, või käia etendust vaatamas ilma välisriideid seljast võtmata, nagu meil on kombeks käia kinos. Turismireisidel käituvad erinevate kultuuride esindajad tihti erinevalt: näiteks jaapanlased eelistavad külastada just neid kohti ja teha endast just selliseid pilte, nagu leiduvad nende kasutatud reisiraamatutes, mis Lääne kultuuri kandjatele nende käitumist üldiselt ei dikteeri. Ja jõulud on Eestis algsest talvise pööripäeva tähistamisest muutunud vahepeal kristlikuks pühaks, siis perekondliku solidaarsuse ja ühtekuuluvuse tähistamiseks ning praegu kaubandusliku tsükli osaks. Mõned selle praktika elemendid on jäänud pika aja vältel samaks, mõned aga muutunud.

Arusaadavalt ei ole tekstide loomine ja levik võimalik ilma praktikateta, kuid ka praktikad sõltuvad teataval määral tekstidest. Siiski on mõistlik käsitleda neid eraldi, sest nad alluvad mõnevõrra erinevatele struktuurilistele seaduspäradele. Neid omavahel ühendava lülina võiks välja tuua kultuurilised institutsioonid, mille ühismõjus tekib ja toimib sümboolne autoriteet. Kultuurilised institutsioonid pole muidugi mitte üksnes muuseumid, galeriid, teatrid, raamatukogud, koolid ja ülikoolid, kirikud, kultuuriministeeriumid ja ajakirjade toimetused, vaid ka netisaidid, kohvikud, kaubamajad ja vanglad – kus mujal kui mitte viimastes säilitatakse ja antakse algajatele kurjategijatele edasi tätoveeringukoode ja kriminaalargood.

See, milliste põhimõtete alusel need institutsioonid üksikuid tekste ja praktikaid säilitavad ja edasi kannavad, mõjutab omakorda nii kultuuri toimimisviisi tervikuna kui ka iga üksikisiku kultuurilise subjekti kujunemist. Samas ei suuda ükski institutsioon kujundada inimest üleni, sest igaüks on elu vältel kontaktis mitmete erinevate ning üksteise suhtes pingestatud institutsiooniga. Seetõttu on arusaadavalt vastuoluline ja pinges ka iga üksikisiku kultuuriline siseilm, ehkki keskkond võib talle sisendada vastupidist.

Lähenedes kultuurile kui tekstuaalsele süsteemile, võime tinglikult rääkida selle kahes otsas paiknevatest äärmuslikest staatustest ehk alus- ja tulemtekstidest. Kultuuri *alustekste* on vahel nimetatud ka tüvitekstideks, mis on siiski mõnevõrra eksitav, sest tekitab mulje, nagu kasvaks kultuur ühtse puuna pidevalt samaks jäävast lähtepunktist ja ainult sellele tuginedes. Alustekstid on

kõik need, millega kultuuri kandjate valdaval enamusel on mõtestatud suhe. Seetõttu on näiteks Koraan, New York ja Beethoveni 5. sümfoonia tänapäeva eesti kultuuri alustekstid, samas kui Rigveda, Ciudad de Mexico ja Mahleri 4. sümfoonia ei ole. Sest sõltumata sellest, kas inimene on Koraani lugenud, New Yorgis käinud või oskab kõnekeeles kasutatavat muusikalist saatuse-fraasi tingimata Beethoveniga ühendada, on kriitilisel massil eesti kultuuri kandjatest nende tekstidega oma tähenduslik suhe, mis on kujunenud läbi teiste tekstide, aga kolme teisena mainituga enamikul sellist vahekorda ei ole.

Alustekstidele on uues tähendusloomes võimalik selgitusteta viidata ning sageli on nad ka produktiivsed, st osalevad aktiivselt uute tekstide loomises. *Tulemtekstid* seevastu on alles hiljuti käibele läinud, oma trajektoori alguses, kunagi pole võimalik täpselt ennustada, kas neid kui pakkumusi saadab edu või kaovad nad peatselt uuesti käibelt, sõltumata sellest, milline on nende potentsiaal kultuurilise süsteemi kognitiivset adekvaatsust tõsta.

Alus- ja tulemtekstid on niisiis ühe kultuurilise väljenduse trajektoori mõeldavad äärmused, staatused, mis põhinevad kultuuri kandjate kriitilise massi suhtel konkreetse tekstiga. Eraldi on aga põhjust rääkida *kultuurilisest teadmisest*, mille puhul on lisaks staatusele oluline ka sisu. Ka seda on kaht liiki, mida võime nimetada vastandlikku tüüpi sõnaraamatute järgi *entsüklopeediliseks* ja *tesauriliseks*. Entsüklopeedia on teatmeteos, kust me saame teada meile tundmatu sõna tähenduse. Tesaurus seevastu on sõnaraamat, mis aitab meil leida olemasolevale mõistele täpse vaste. Entsüklopeediliselt me võime teada, et Ado Reinvald on „eesti luuletaja“, aga kui suvalisel keskharidusega inimesel paluda nimetada „eesti luuletajaid“, siis suurema tõenäosusega loetleb ta hoopis teisi nimesid Kristjan Jaak Petersonist Doris Karevani. Tesauriliselt teatud eesti luuletajate hulka Ado Reinvald üldjuhul ei kuulu. Arusaadavalt erinevad omavahel nii üksikisikute individuaalsed entsüklopeediad kui tesaurused, samuti subkultuuride omad. Kultuuri kui süsteemi teadmisteks võime aga nimetada kõiki teadmisi, mis on selles kultuuris üleüldse võimalikud, näiteks ajalooliselt veel avastamata maailmajagusid või loodusseadusi nende seast ei leia.

Lühidalt tuleb tekstuaalsete suhete kontekstis rääkida ka *koodidest* ehk süsteemsetest viisidest tähistada ja abivahenditest tõlgendamisel. Traditsioonilised kooditeooriad (Eco, 1976; Fontanille, 2006; Greimas, 1983; Groupe Mu, 1982; Jakobson, 1985; Lotman, 1970) on enamasti lähtunud üksikmärkidel põhinevatest lähenemistest ja eeldanud, et igal koodi elemendil on oma tähendus, samuti pidanud ideaaljuhuks väljenduse ja tõlgenduse sümmeetrilisust, st sama koodi kasutamist sama teksti puhul mõlemal juhul. Selline lähenemine on võimalik siiski ainult kultuuritekstide puhul, mille tähistusviis on sarnane loomuliku keele omaga, aga näiteks juba visuaalsed, muusikalised või ruumilised koodid ei taha talle hästi alluda. Samuti ei ole võimalik eeldada koodide püsivust läbi aegade või levikut üle kultuuripiiride, ehkki tekstid säilivad ja liiguvad.

Praktikas räägitaksegi tihti n-ö kultuurikoodidest, neid lähemalt lahti mõtestamata. Võiksime sellistena ette kujutada süstematiseeritud, risomaatilise[19] struktuuriga kogumeid õpitud kognitiivsetest skeemidest, mis võivad toimida korraga mitmel tasandil ning sisaldada eri liiki elemente, nt „romantiline" kood võib teatavale keelekasutusele lisaks hõlmata ka muud tüüpi märke visuaalsetest ja helilistest rõivastumisviisideni.

Kultuuri võib aga vaadata ka mitte tekstuaalse, vaid integreeritud praktikate süsteemina. Sellest seisukohast on vähem oluline, mida kultuuri kandjad arvavad ja mõtlevad. Märksa tähtsam on, mida nad teevad, kuidas nad end oma kultuurikeskkonnas subjektidena teostavad. Näiteks lasteaias lavastatud luuleprogrammi vaatama tulnud vanematele on tavaliselt vähem oluline ettekantud luuletuste semantiline sisu kui võimalus näha oma last esinemas ja tema õnnestumisele kaasa elada. Ehkki enamasti on semantilisel sisul praktika tähenduslikuks muutumisel olulisem roll, võib neid siiski vaadelda ka eraldiseisvalt ja iseloomustada sellest sõltumatute parameetrite abil. Näiteks võime rääkida praktikate *funktsioonidest* ja *eesmärkidest*. Émile Durkheim on religioosseid rituaale analüüsides täheldanud, et kuigi nende eesmärgina käiakse tavaliselt välja kosmilise harmoonia säilitamine ning austuse ja allumise väljendamine kujutletavate kõrgemate jõudude vastu, on nende funktsioon ühiskonnas pigem grupi kokkukuuluvuse pühitsemine (Durkheim, 1995: 420–421). Sarnaselt võime ka meelelahutustööstuse produktide seas näha nii selliseid, mille eesmärk on põlistada stereotüüpe ja aidata kaasa vastuvõtjate ideoloogilisele indoktrineerimisele. Aga ka selliseid, mis üritavad ühiskonnas kehtivaid norme seestpoolt õõnestada. Sama funktsiooni täitvad tekstid ei pruugi seega tingimata pürgida täitma samu eesmärke.

Teine oluline tunnustepaar on praktika ühiskondlik *staatus* ning selle tüüpiline *kandja*. Suuremas osas kultuurides määrab praktiseerijate staatus sageli ära ka praktika oma. Õukondlik kultuur on mõistagi määratlusjärgselt aristokraatlik. Kuid eliidi harrastused – moraalsest lodevusest paganlike religioonide uurimiseni – võivad ära teenida ka laiemate hulkade hukkamõistu. Mõnikord võib eliit oma tähelepanuga tõsta kõrgesse staatusse ka varem lihtrahvalikuks peetud kultuurilisi vorme, näiteks on seda juhtunud folkloriliste žanritega, kui neid on hakanud harrastama valitsejate lähiringkonnad. Euroopa rahvuskultuuride teke algas samuti sellest, et rahvakeeled said üksteise järel varem vaid ladina keelele reserveeritud kõrgkultuuri väljendusvahendi õigused, enamasti seetõttu, et need võeti kasutusele vastavate riikide poliitilistes keskustes. Arusaadavalt ei pruugi mingi praktika madal staatus tähendada seda, et teda ei harrastataks – paljud inimesed peavad seda osa kultuurist, millega nad ise tegelikult suhtestuvad

[19] Tuleneb sõnast risoom, mis on botaanikast pärit tehniline termin Gilles Deleuze'i filosoofias; struktuur, mille osad ei ole ühendatud hierarhiliselt ning võivad üksteisega vabalt seonduda.

(populaarkultuur) kuidagi vähem väärtuslikuks kui seda, millel on ühiskondlikult kõrge prestiiž (nt klassikaline muusika).

Kuid teatava kultuurilise praktika kandja puhul ei ole oluline sugugi ainult tema staatus sotsiaalses hierarhias. Paljude praktikate harrastamisele võib kultuurikeskkonnas kehtida igasuguseid muidki eeldusi ja piiranguid, näiteks soolisi ja hariduslikke. Näiteks Gruusias on male traditsiooniliselt olnud naiste sport ning seetõttu ongi sealt aegade jooksul tulnud suur hulk naiste male maailmameistreid. Aga teatava kultuuripraktika juurde võib kuuluda koguni tüüpiline elulugu. XIX sajandi lõpu ja XX sajandi alguse Prantsusmaal tegutsenud kirjanikest ja kunstnikest on tänaseni oluline väheste eranditega vaid selliste autorite looming, kes pöörasid kodanlikele väärtustele selja ning elasid boheemlikku elu, tihti lühikest. Sama ei saa aga sugugi öelda näiteks sama perioodi inglise autorite kohta.

Üks iga kultuurilist praktikat iseloomustav tunnus on ka *tehnoloogiad* ja *materjalid*, mida kasutatakse. Jack Goody (1987) ja Walther Ong (1988) on osutanud, et kirja kasutuselevõtt muutis oluliselt keelelise eneseväljenduse stiili. Varasemad mnemotehnilised võtted, mille abiga suulises kultuuris tekstide vormi säilitati, kaotasid tähenduse ja hakkasid tihtipeale hoopis arhailisust osutama. Fotograafia teke võttis maalikunstilt funktsiooni visuaalse mälu kandjana, kuid ühtlasi vabastas selle subjektiivsemaks eneseväljenduseks ja eksperimentideks, milleks fotograafia ei olnud oma varases arengufaasis võimeline. Ja nii edasi. Aga lisaks materjalidele iseloomustavad praktikaid ka *normid*, kuidas on neid ette nähtud kasutada. Mõistagi ei ole need igavesed. Kui vaadelda näiteks nähtusi, mida peeti kunstiks XIX sajandi alguses ning võrrelda neid praeguse kunstiga, siis saab selgeks, et 200 aastaga on kunsti kui niisuguse mõiste väga oluliselt laienenud. Sama käib ka kirjanduse, teatri ja muusika kohta. Ent ka reeglite muutumine ise järgib teatavaid reegleid. Näiteks XX sajandi alguses, kui mõneaastaste vahedega astusid lavale järjest uued radikaalsed rühmitused, oleks üleskutse „tagasi akademismi juurde!“ vaevalt leidnud kuigi palju järgijaid.

Kindlasti on võimalik kultuuriliste praktikate kirjeldamiseks luua ka teistsuguseid raamistusi, ent ka loetletud tunnused – lisaks institutsioonidele, mis nende praktikate teostamist korraldavad ja kontrollivad – annavad piisava aluse, et iseloomustada erinevaid nähtusi ja võrrelda neid läbi ajastute.

VIITED

Abu-Lughod, L. 1991. Writing against culture. − Fox, R. G. (ed). Recapturing Anthropology: Working in the Present, School of American research advanced seminar seires. School of American Research Press, Santa Fe, 466−479.

Alexander, J. C. 2011. Performance and Power. Polity Press, Cambridge.

Alexander, J. C., Giesen, B., Mast, J. L. (eds). 2006. Social Performance: Symbolic Action, Cultural Pragmatics, and Ritual. Cambridge University Press, Cambridge.

Barthes, R. 1977. The death of the author. − Image, Music, Text. Fontana Press, London, 142−148.

Bauman, Z. 2011. Culture in a Liquid Modern World. Polity Press, Cambridge.

Bourdieu, P. 1993. The Field of Cultural Production: Essays on Art and Literature. Polity Press, Cambridge.

Bourdieu, P. 2007. Distinction: A Social Critique of the Judgement of Taste. Harvard University Press.

D'Andrade, R. G. 1995. The Development of Cognitive Anthropology. Cambridge University Press, Cambridge.

Durkheim, É. 1995. The Elementary Forms of Religious Life. Free Press, New York, London.

Eco, U. 1976. A Theory of Semiotics. Indiana University Press, Bloomington.

Eco, U. 1979. The Role of the Reader: Explorations in the Semiotics of Texts. Indiana University Press, Bloomington.

Fillmore, C. J., Brown, K. 2006. Frame semantics. − Encyclopedia of Language & Linguistics. Elsevier, Oxford, 613−620.

Fontanille, J. 2006. The Semiotics of Discourse. Peter Lang, New York.

Fox, R. G., King, B. J. 2002. Anthropology Beyond Culture. Berg, Oxford.

Goody, J. 1987. The Interface Between the Written and the Oral. Cambridge University Press, Cambridge.

Greimas, A. J. 1983. Structural Semantics: An Attempt at a Method. Nebraska University Press, Lincoln.

Groupe Mu. 1982. Rhétorique Générale. Seuil, Paris.

Huntington, S. P., Harrison, L. E. (eds). 2000. Culture Matters: How Values Shape Human Progress. Basic Books, New York.

Jakobson, R. 1985. Verbal Art, Verbal Sign, Verbal Time. University of Minnesota Press, Minneapolis.

Knauft, B. M. 2002. Introduction. − Knauft, B. M. (ed). Critically Modern: Alternatives, Alterities, Anthropologies. Indiana University Press, Bloomington, 1−54.

Kroeber, A. L., Kluckhohn, C. 1952. Culture: A Critical Review of Concepts and Definitions. Peabody Museum of American Archaeology and Ethnology, Harvard University, Cambridge, Mass.

Kuper, A. 1999. Culture: The Anthropologists' Account. Harvard University Press, Cambridge, Mass.

Lotman, Y. M. 1970. Struktura Khudozhestvennogo Teksta. Iskusstvo, Moskva.

Lyotard, J. F. 1984. The Postmodern Condition: A Report on Knowledge. University of Minnesota Press, Minneapolis.

Mandler, G. 1985. Cognitive Psychology. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, London.

Ong, W. J. 1988. Orality and Literacy. Routledge, London, New York.

Pilshchikov, I. (ed). 2015. Urban Semiotics: The City as a Cultural-Historical Phenomen. Tallinn University Press, Tallinn.

Raud, R. 2013. Mis on kultuur? Sissejuhatus kultuuriteooriatesse. Tallinna Ülikooli Kirjastus, Tallinn.

Raud, R. 2016a. Meaning in Action: Outline of an Integral Theory of Culture. Polity Press, Cambridge (eesti keeles: Raud, R. Tähenduste keeris, tlk Anne Lange, Tallinna Ülikooli Kirjastus, Tallinn, 2018).

Raud, R. 2016b. Üldine kultuuriteooria. − Tamm, M. (toim). Kuidas uurida kultuuri? Tallinna Ülikooli Kirjastus, Tallinn, 85−108.

Rosaldo, M. 1984. Toward an anthropology of self and feeling. − Shweder, R. A., LeVine, R. A. (eds). Culture Theory: Essays on Mind, Self, and Emotion. Cambridge University Press, Cambridge, 137−157.

Shannon, C. E. 1949. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Champaign.

Sperber, D., Wilson, D. 1998. The mapping between the mental and the public lexicon. − Carruthers, P., Boucher, J. (eds). Language and Thought: Interdisciplinary Themes. Cambridge University Press, Cambridge, 184−200.

Trouillot, M.-R. 2003. Global Transformations: Anthropology and the Modern World. Palgrave Macmillan, New York.

Rein Raud
Sündinud 21.12.1961

1980 − Tallinna 7. keskkool
1985 − Leningradi riiklik ülikool, jaapani filoloogia
1993 − LicPhil, Helsingi ülikool
1994 − PhD, kirjandusteooria, Helsingi ülikool
2001 − Eesti Vabariigi Valgetähe 3. klassi teenetemärk
2005, 2013 − Eesti kultuurkapitali kirjanduse aastapreemia
2006 − Läti ülikooli audoktor
2009 − Eduard Vilde preemia
2011 − Vytautas Magnuse ülikooli audoktor, Kaunas, Leedu
2012 − Friedebert Tuglase preemia
2015 − Eesti mõjukaim haridus- ja teadustegelane (Eesti Päevaleht)

Avaldanud suurel hulgal rahvusvaheliselt eelretsenseeritud artikleid ning raamatupeatükke oma valdkonna tippväljaannetes. Käsitlenud Jaapani klassikalist kirjandust ja filosoofiat, viimasel ajal paistnud silma kultuuriteoreetiliste uurimustega. Juhendanud viit doktoriväitekirja.

1989−1998 Eesti humanitaarinstituudi kolleegiumi esimees; 1995−2016 Helsingi ülikooli jaapani keele ja kultuuri professor; 2006−2011 Tallinna ülikooli rektor; alates 2017 Tallinna ülikooli Aasia uuringute ja üldise kultuuriloo professor.

F. J. WIEDEMANNI KEELEAUHIND

TERVITUS F. J. WIEDEMANNI KEELEAUHINNA KÄTTEANDMISEL

Haridus- ja teadusminister Mailis Reps

Austatud koosviibijad!

Tänavune eesti keele aasta on eriline aasta. Eriline on see ka Wiedemanni keeleauhinna seisukohalt. Nimelt andsid esimese Wiedemanni keeleauhinna välja 1989. aastal Väike-Maarja keskkooliõpetaja Irma Sild ja toonase Energia kooli esimees Jüri Sild ning selle pälvis Henn Saari, kelle raadiosaade „Keeleminutid" oli õpetanud õiget keelekasutust kogu Eesti rahvale. Tähelepanu juhtimine korrektsele ja kaunile eesti keele kasutamisele on jätkunud Vikerraadios praeguseni.

Wiedemanni keeleauhinna on pälvinud 38 inimest. Seekordne laureaat on järjekorras kolmekümne üheksas, kellel seisab kevadel ees tamme istutamine Väike-Maarja keeletammikusse. Teeb rõõmu, et sellel väärikal autasul endal on 30. sünnipäev ning et kaunis tammik aina laieneb ja kogub jõudu. Sedasama soovime ju meiegi oma emakeelele.

Ükski keel ei seisa paigal – keel muutub ja areneb, täiustub ja paratamatult ka kaotab midagi. Samas on keel ajaloolise mälu kandja, sest teame ju täpselt, millal ja miks mõni uus keelenähtus käibele tuli. Emakeelse hariduse väärtusest ja vajalikkusest on Eestis aru saadud Martin Lutheri aegadest alates – nii kaugele ulatuvad meie rahvakoolide ja tänapäevase üldhariduse luterlikud juured. Põlisrahvana oleme olnud paiksed pikka aega, ja polegi oluline, kui täpselt teadlased suudavad määratleda eesti keele vanust, oleme väikerahvana suutnud säilitada mitte ainult oma kirjakeele, vaid ka paljud piirkondlikud keelemurded. Keele eksistents ja areng vajavad aga pidevat tööd.

2019. aasta senistel keeleüritustel on eesti keelt esile tõstetud juba vägagi mitmekülgselt, kuid suurem osa pikast ja sündmusterohkest eesti keele aastast on veel ees. Tänane päev on üks tähtsündmusi, sest kuulutame välja 39. Wiedemanni keelauhinna laureaadi.

Iseloomustan laureaati professor Tõnu Viigi sõnadega.

Meie laureaat on erakordse töövõime, pikaajalise kogemuse ja mitmetahulise uurimishuviga keeleteadlane. Ta on algatanud koos Tartu ülikooliga iga-aastase tekstipäeva traditsiooni, käsitlenud tekstikeskset emakeeleõpetust, koostanud osa eesti keele oskuse tasemekirjeldustest. Ta on vabariikliku õigekeelsuskomisjoni liige, rohkem kui kümne erialanõukogu, erialaorganisatsiooni või toimetuskolleegiumi liige, paljude publikatsioonide autor ja keelekorraldaja. Ta on hinnatud õppejõud, põhjalik ja nõudlik, kes igati väärib austusväärset Ferdinand Johann Wiedemanni auhinda.

Wiedemanni keeleauhinna laureaat on Tallinna ülikooli professor Krista Kerge.

Palju õnne! Aastatepikkune silmapaistev töö väärib tunnustust.

F. J. WIEDEMANNI KEELEAUHINNA LAUREAADI SÕNAVÕTT

Krista Kerge

Hr peaminister, kõrgeaulised, kallis ema, head kuulajad!

keel on meie mõtete nähtav maastik ja elamise vaimne ruum. Teen vabariigi aastapäeval kummarduse Vildele ja nooreestlastele, kes lükkasid kultuuriseinad kaugele üle Euroopa silmapiiri. Rahva üksmeelses püüdluses sai 1905. aasta paari registriga eesti ühiskeelest polüfunktsionaalne kirjakeel ja 1938 avati teaduste akadeemia. Seesama rahvas peitis luule ja igapäevateksti allusioonidesse oma raamatute põletamise peied ja küüditamiste küürud, tõlkis uut vaimuvara ning heiskas lauldes uuesti oma mahakistud lipu.

Vaim püsib sirge selja varal. Hea pere kostitab külalised ja majutab majalised, pühib raamatutelt tolmu, loob turvalised piirid oma lastele ja paneb küünla oma kalmudele. Eesti sõna on selle kodu õhk. Õnnelik õpib sõna kuulama – jah, õpib sõna kuulama, mitte mõtlemata kuuletuma. Mõistab teiste keelt, mõistab mitut keelt.

Õhk on maailmal üks. Meie maailmatunnetuse õhuaknaid avavad kirjanikud, kunstnikud ja muusikud, tõlkijad ja kirjastajad. Rahva mõtteruumi tuulutavad teadlased ja uksi avavad õpetajad. Meie elamise ruum ei sumbu, kuni teaduse ja kunsti elutarvilik värske keel jõuab hapnikuna meie vereringesse. Vajame riiki, et see keel ei hajuks. Ainult oma riik aitab piirideta maastikul säilitada avatud vaimuruumi ja eriomast mõttevälja, mille haridus käib ajaga kaasas. Ainult Eesti on eestikeelne maa.

Laenates Juhan Liivi sõnu: minu erakond on eesti keel. On au ja rõõm tänada oma kodumaad selles keeles. Tänan teaduse, sõna- ja kunstimeistreid, tõlkijaid ja interpreete, kelle looming aitab kuulda, mõista ja elada. Tänan oma akadeemilisi lapsi ja kolleege, nimetades kümnete tänuväärsete hulgast erilisena mõnd: minu ülikoolid, teejuhina Wiedemanni laureaadid, mu parem käsi Kristiina Ranne, meie tekstiuurijate süda ja hing Reet Kasik ning ennekõike mu hea sõber ja kümnekordne kaasautor Hille Pajupuu, kes on andnud mulle näo. Soojalt tänan oma ema ja oma suurt peret.

Mu isamaa ON minu arm.

Võimekale keeleteadlasele pühendunud ja pikaaegse töö eest eesti keele elujõu ja arengu heaks tekstiuurimisel, keelekorraldamisel, emakeeleõpetuse eestvedamisel, õpetajate ja keeleuurijate põlvkondade kasvatamisel

Krista Kerge

MITMEKÜLGNE KEELETEADLANE JA ARMASTATUD ÕPPEJÕUD

Tallinna ülikooli rakenduslingvistika professor Krista Kerge erialane tegevus on olnud ja on praegugi silmapaistev ja väga mitmekülgne: ta on tuntud keeleteadlane, hinnatud õppejõud ja kogenud keelekorraldaja.

Krista Kerge on erakordse töövõime, pikaajalise kogemuse ja mitmetahulise uurimishuviga keeleteadlane: ta on tegelenud eesti sõnamoodustuse ja morfopragmaatika uurimisega ning teda on huvitanud grammatika ja sõnavara piir üldisemaltki. Teise tahuna paistab Krista Kerge teaduslike huvide hulgas silma tekstiuurimine. Ühelt poolt on tema sulest ilmunud tekstilingvistika üldisemaid probleeme käsitlevad kirjutised, näiteks artiklid tekstiliikidest, kirjakeele mõistest ja rollist, kirjakeelest ja igapäevakeelest. Teisalt on Krista Kerge tegelenud ka kitsamate teemade ja tekstimaailma eri nurkadesse jääva materjaliga, näiteks vaadelnud žanritunnuseid õpikutekstides, esseistikas, elulookirjeldustes, kuulutustes, veebikommentaariumides, blogides jm, ning analüüsinud palju ka õigus- ja haldussuhtluse tekste. Krista Kerge on algatanud koos Tartu ülikooliga iga-aastase tekstipäeva traditsiooni. Nii on Eesti tekstiuurijatel tekkinud regulaarne üritus, kus igal aastal oma uurimistulemusi ja uudismõtteid jagada.

Kolmandana tõuseb selgelt esile tema kui keeleteadlase huvi emakeeleõpetuse vastu. Ühelt poolt on ta avaldanud üldisemaid emakeeleõpetuse probleeme vaatlevaid kirjutisi, käsitlenud tekstikeskset emakeeleõpetust, uurinud õpikutekstide keerukust, teisalt loonud ka hulgaliselt praktilisemat laadi õpivara. Näiteks on hindamatu väärtusega 2000. aastal ilmunud käsiraamat „Eesti süntaks võõrkeeleõppe praktikule“, samuti on väärtuslikud tema koostatud eesti keele oskuse tasemekirjeldused ning töö tõlkija ja vastutava toimetajana Euroopa keeleõppe raamdokumendi valmimisel.

Alates 2008. aastast on Krista Kerge emakeeleõpetuse infokeskuse juht. Lisaks õpetajaile mõeldud ürituste, nt koolituste ja teemapäevade korraldamisele on keskus tema juhtimisel ja toimetamisel andnud välja hulga väärtuslikku lugemismaterjali teenekatest emakeeleõpetajatest, didaktikutest ja õppejõududest ning korraldanud rahvusvahelisi konverentse, näiteks rahvusvahelise teadusliku emakeeleõpetuse ühingu (ARLE) konverentsi 2017. aastal, kuhu olid kaasatud ka emakeeleõpetajad.

Teadlase ja õppejõu tööga on tihedalt seotud Krista Kerge töö keelekorraldajana. Selles rollis on tema puhul põimunud õppejõu ja koolitaja pragmaatilisem maailmavaade keelekorralduse teoreetiku omaga. Krista Kerge on mõtestanud keelekorralduse olemust ning andnud keelekasutajaile hulgaliselt praktilisi näpunäited. Alates 1980. aastast on Krista Kerge vabariikliku õigekeelsuskomisjoni, hiljem emakeele seltsi keeletoimkonna liige, keeletoimkonna vanem oli ta aastatel 2010–2014. Lisaks on Krista Kerge rohkem kui kümne erialanõukogu, toimetuskolleegiumi, erialaorganisatsiooni või juhtkomitee liige.

Krista Kerge on kogenud, hinnatud ja pühendunud õppejõud. Tema praegused ja endised juhendatavad moodustavad eesti keelega tegelevate inimeste hulgas arvestamisväärse hulga. Tallinna ülikoolis on ta töötanud juba aastast 1987, algul vanemõpetaja, siis lektori, assistendi, dotsendi ja alates 2009. aastast professorina. Ta on hinnatud õppejõud, särav loengupidaja, pühendunud juhendaja ning avara maailmavaatega õppekavajuht. Ühe näitena tema erakordsest kogemustest võib tuua tema juhendamisel kaitstud magistritööd, mida on nüüdseks kokku rohkem kui 120. Üliõpilaste seas on levinud teadmine, et kuigi Krista Kerge juhendamisel on lõputöö kirjutamise protsess ise raske, sest ta on äärmiselt põhjalik ja nõudlik ning üliõpilase käsikiri tuleb tema käest sageli tagasi nii, et see on kommentaaridest täiesti punane, on pärast kaitsmine see-eest kerge.

Krista Kerge on eesti keeleteaduse raudvara, kelle töö on pealekasvavate keeleuurijate jaoks hindamatu.

Tallinna ülikooli professor Reili Argus

RIIGI SPORDIPREEMIAD

TERVITUS KULTUURI- JA SPORDIPREEMIATE KÄTTEANDMISEL, LAURAATIDE TUTVUSTUS

Kultuuriminister Indrek Saar

Lugupeetud laureaadid, kolleegid, külalised!

Mul on au täna, Eesti Vabariigi 101. aastapäeval anda üle riiklikud spordi- ja kultuuripreemiad.

Möödunud aasta, riigi saja aasta juubel, oli kultuuris eriline. Ilma pateetikata võib öelda, et see oli seninägematu aasta. Olgu selleks teater, film, kirjandus või kujutav kunst − kõikjal toimus suurel hulgal jääva väärtusega sündmusi. Nendest sündmustest märkimisväärne osa tõstis omakorda Eesti vastu elavat rahvusvahelist huvi.

Saame korrata ka täna: meie rahvuskultuur on äärmiselt heas seisus.

See on mulje publiku poolelt. Kuid mida otsib looja? Usun, et ma väga ei eksi, kui ütlen lihtsalt: looja otsib kontakti publikuga. See ongi loomingu põhiolemus. Tahame luua ainet uutele mõtetele ja uutele tähenduste ahelatele.

Eesti inimesed oskavad tänu oma ajaloolisele kogemusele hinnata vabade kunstnike vabalt loodut. Teisalt saame selle eest öelda aitäh teile, et olete oma sõna ja teoga loonud neidsamu uusi tähenduste kette. Suur tänu selle eest, et te pole selle eeldust, piiramatut ja võõrandamatut vabadust, iial käest lasknud!

Kultuuris ja spordis saavutatu inspireerib meid ja paneb tahtma olla teie moodi – avatud mõtlemisega, sitke vaimu ja kehaga. See on väga oluline, sest Eesti kultuuri saame hoida suure ja tugevana vaid üheskoos.

Suhtumine kultuuri, mille osaks võime kahtluseta pidada ka sporti, peegeldab suhtumist sellesse, mille nimel me üldse koos oleme – pean silmas, meie kõik. Riigina.

Kuidas edasi? Alanud on eesti laulu ja tantsu juubeliaasta. Alanud on eesti keele aasta. Rahvusvaheliselt tähistatakse põliskeelte aastat. See kõik on üks lõpmatu inspiratsiooniallikas. Oleks uhke, kui aastakümnete pärast öeldaks riigi sajandale sünnipäevale eelnenud ja järgnenud aastatele tagasi vaadates, et see oli epohh – just siis linastus see või too film, siis sai teoks see või too rahvusvaheline näitus või just siis avaldati praeguseks oluliseks kirjandust defineerivaks tekstiks

kujunenud teos. Just siis ületati sportlikke rekordeid, kui tundus, et inimvõimetel on siiski piir.

Ma soovin selleks palju jõudu ja inspiratsiooni – ja veel kord, võõrandamatut olemise vabadust!

Mul on erakordne au tänada ja tunnustada seekordseid laureaate kultuuri- ja spordivaldkonnast.

Spordi elutööpreemiad

Spordipreemia elutöö eest määratakse isikule, kelle aastatepikkune töö on pälvinud avalikkuse kõrge hinnangu ning on eeskujuks noorele põlvkonnale. Elutööpreemiaid on ka tänavu kaks.

Ta on edukas odavisketreener, kelle tööpõllule on mahtunud nii lapsed kui ka olümpiasportlased. Üle 20 aasta on ta olnud Eesti noortekoondise vanemtreener ja täiskasvanute koondise heitetreener. Sama kaua on ta olnud tegev kergejõustikuföderatsiooni treenerite nõukogus ja olnud ka selle esimees. Tema õpilaste seas on maailmameister Andrus Värnik, aga ka Moonika Aava, Tanel Laanmäe, Liina Laasma ja Risto Mätas. Tema käe all on edukateks treeneriteks sirgunud mitmed tema endised sportlased.

Mul on au anda üle spordi elutööpreemia kauaaegsele kergejõustikutreenerile **Toomas Merilale**.

* * *

Teise laureaadi panus on erakordne nüüdisaegse Eesti spordisüsteemi väljaarendamisel ja juhtimisel. Tema nõul ja juhtimisel muudeti kunagine nõukogudeaegne spordisüsteem tänapäevaseks, vabatahtlikkusel põhinevaks demokraatlikuks spordimudeliks. Ka Eesti spordi keskliidu ja Eesti olümpiakomitee järjepidevuse taastamine sai teoks tema nõul ja juhtimisel. Spordivaldkonna võtmeisikud – treenerid – on tema teadmistele tuginedes arendanud oma kutsesüsteemi.

Mul on au anda üle spordi elutööpreemia kauaaegsele sporditegelasele ja spordijuhile **Toomas Tõnisele.**

Spordi aastapreemiad

Spordi aastapreemiaid on kokku kuus. Nende määramisel arvestatakse möödunud kalendriaasta tulemusi, edukat treeneritööd ning panust sporditöösse, spordi propageerimisse, pedagoogikasse või sporditeadusse.

Sellel erakordse pühendumusega noorel sportlasel seisab ees väga lootustandev tulevik, aga ta on suutnud juba praegu tõusta omal spordialal maailma esinumbriks ja see tähendab vaieldamatult sporditäheks olemist ka Eestis. Tema täht lõi eriti eredalt särama 2016. aastal, kui ta võitis ajaloo noorima sportlasena ekstreemspordivõistlustel esikohad. 2018. aasta taliolümpiamängudel sellel noorel sportlasel kahjuks vigastuse tõttu veel medalit võita ei õnnestunud. Aga juba sama aasta lõpus võitis ta kaks kuldmedalit juunioride vigursuusatamise maailmameistrivõistlustel pargisõidus ja rennisõidus ning pälvis seega aasta noorsportlase tiitli. Rääkimata maailmameistritiitlist, mis jääb juba alanud aastasse.

Mul on au üle anda riiklik spordi aastapreemia vigursuusatajale **Kelly Sildarule**.

* * *

Tasa ja targu on ta maailma tipu suunas astunud ja täna saab öelda, et sinna ka kohale jõudnud. Eelmisel aastal võttis ta enda nimele pikalt püsinud Eesti rekordi ja uuendas seda veel kahel korral. Ta on tõsine ja tagasihoidlik spordimees, kes tahab pühenduda oma armastatud alale – teha rahulikult trenni ja võistelda, mitte oma saavutustest valjul häälel rääkida. Just seetõttu on ta paljude eestlaste südamesse läinud.

Mul on au üle anda riiklik spordi aastapreemia **Magnus Kirdile** pronksmedali võitmise eest kergejõustiku Euroopa meistrivõistlustel odaviskes 2018. aastal.

* * *

On spordialasid, kus pingutus, valu, higi ja pisarad jäävad justkui kulisside taha, treeningruumidesse. Ja see, mis meile osaks saab, on vaid puhas esteetiline nauding. Tegelikkust teavad nähtavasti vaid asjaosalised ise – valitsevad maailmameistrid ja Euroopa meistrid kümnes tantsus. Maardu poiss Konstantin oli 6-aastane, kui alustas treenimist Kreedo tantsuklubis. Tema tantsupaariliseks on tšehhitar, kes jagab oma aega kahe riigi vahel, ta on 11-kordne Tšehhi meister ja 12-kordne Eesti meister. Tegu on pühendunud ja hingega sportlastega, kes on endiselt lihtsad, positiivsed ja elurõõmsad ning suureks eeskujuks tantsuklubi noorematele tantsijatele.

Mul on au anda üle riiklik spordi aastapreemia võistlustantsijatele **Konstantin Gorodilovile** ja **Dominika Bergmannovale**, kes võitsid kümnes tantsus kuldmedalid tantsuspordi Euroopa ja maailmameistrivõistlustel.

* * *

Ta on kirglik ja emotsionaalne mees – lähikondsete sõnul „hull" –, kes elab ja hingab vaid võrkpallile. Tema mõju ulatub sportlikest tulemustest kaugemale, ta on üks neist, tänu kellele on Eestist saanud võrkpallimaa. Aastapreemia väärilised saavutused on olnud meie võrkpalli koondmeeskonna Euroopa Kuldliiga võitmiseks ettevalmistamine ja meeskonna Euroopa meistrivõistluste finaalturniirile viimine.

Mul on au üle anda riiklik spordi aastapreemia Eesti võrkpallikoondise peatreenerile **Gheorghe Cretule.**

* * *

Tänane laureaat alustas oma sportlasteed ujujana. Triatleet sai temast 22 aastat tagasi, kui treener Jüri Käen pani andekatest noortest meestest kokku treeninggrupi, kellega hakati kõrgete eesmärkide nimel tööd tegema. Kaksteist aastat võistles andekas sportlane maailmakarikavõistluste etappidel olümpiadistantsil ja esindas Eestit kaks korda olümpiamängudel (2004. aastal Ateenas ja 2008. aastal Pekingis). Ta on olnud suureks eeskujuks oma kaasvõistlejatele ja nüüd treenerina ka oma õpilastele.

Mul on au üle anda riiklik spordi aastapreemia triatleet **Marko Albertile** pronksmedali võitmise eest triatloni pika distantsi maailmameistrivõistlustel 2018. aastal.

* * *

Järgmist laureaati iseloomustab ehk kõige paremini tema enda lause: „Sa pead olema unistaja, et seada endale siht; lihtsameelne, et asuda sihi suunas teele; sinus peab olema jõudu ja usku teel püsimiseks; ja sa pead saama teel targaks, et jõuda kohale."

Kui ta mõni aasta tagasi käis välja mõtte, et Eesti riigi 100. sünnipäeva auks võiks Tallinnas toimuda üks kogu maailma haarav spordivõistlus, oli kahtlejaid palju. Meie laureaat kaitses ideed talle omase kirega, sest teadis – Eesti teeb selle ära!

Mul on au üle anda riiklik spordi aastapreemia jalgpalli arendajale **Aivar Pohlakule** ajaloolise jalgpallivõistluse, UEFA Superkarika 2018. aasta finaalmängu korraldamise eest Tallinnas.

SPORDIPREEMIA LAUREAADI SÕNAVÕTT

Toomas Tõnise

Austatud peaminister, ministrid, teaduste akadeemia president, kõik auväärsed ja hinnatud riigipreemiate laureaadid!

Kõigepealt siiras tänu riiklike spordipreemiatega pärjatute nimel!

On mõnus reaalsus ja rõõmustav normaalsus, et tänapäeval on sport ja liikumisharrastus Eesti Vabariigis tunnustatud olulise valdkonnana ning et Eesti spordiliikumine on tunnustatud ja hinnatud rahvusvahelises spordikogukonnas.

Saavutatu ning selline staatus ei ole tekkinud iseenesest. Spordiedusse on viimaste aastakümnete jooksul panustanud tuhanded ja tuhanded pühendunud inimesed: sportlased ja treenerid, spordikorraldajad ja vabatahtlikud, taustajõud ja toetajad – kõik, kellele sport südamelähedane.

Teades, kui palju on Eestis tublisid ja teenekaid sportlasi ning spordiedendajaid, on eriliselt austav võtta Eesti Vabariigi aastapäeval vastu kõrge riiklik autasu.

Teooria ja praktika on erinevalt tunnetatavad. Üks asi on rääkida, seletada ja õpetada, et spordikorraldus Euroopas on eelkõige koostöö, vastastikune lugupidamine ning rollijaotus, kus riigi keskvõim loob sportimiseks tingimusi seaduste, taristu, toetuste, hariduse ja tunnustamise kaudu.

Teine asi on olla oma riigi poolt tunnustatav. See liigutab! Väga sügavalt liigutab!

Veel kord, sügav kummardus ja suur aitäh!

Head vabariigi aastapäeva!

Riiklik spordi elutööpreemia pikaajalise ja tulemusliku töö eest treenerina kergejõustiku arendamisel

Toomas Merila

TOOMAS MERILA, PIIGIPILDUJATE MEISTERLIHVIJA

Toomas Merila on odaviskajaid treeninud üle poole sajandi. Temalt õpetust saanud atleedid võimutsevad Eesti kõigi aegade edetabelites, naised üsna jäägitult. Lisaks on Merila tegutsenud paljudes tähtsates spordiametites. Ei mingit kahtlust: 80. sünnipäevale lähenedes ikka noori juhendav härra on riigi elutööpreemia väärikas laureaat.

„Olen saanud kogu elu hobiga tegelda, ja see on ju õnn," noogutab elurõõmus nestor.

1987. aastal rääkis Toomas Merila ajakirjale Kehakultuur: „Minu ainuke armastus treeneritöös on olnud odavise. Põhjus on lihtne – endast õiget odameest ei saanud ja seetõttu huvitas väga, kuidas sel alal paremat meistrit ette valmistada. Oleksin ise kaugemale jõudnud, siis võib-olla polekski treeneritööks niisugust huvi olnud. Paljud endised sportlased saavad edasi anda just oma positiivseid kogemusi. Minuga on vastupidi – ennekõike edastan oma negatiivset kogemust kui hoiatust. Võin õpilastele enda näite varal öelda, mida tähendab ebajärjekindel treening. Hans Torim sai minuga ülikoolipäevil palju vaeva näha, sest ma ei armastanud pidevalt harjutamas käia. Pärast seda, kui teise kursuse tudengina 70 meetrit viskasin, hakkasin usinalt treenima, aga ebaregulaarsest erialasest ettevalmistusest tingituna vigastasin õlga ja rikkusin odaviskajakarjääri alatiseks."

Viskab Eesti 1960. aasta pronksimees Toomas Merila.
Foto: Toomas Merila arhiiv

Toonase lugemine võtab Merila, kes 1960. aastal elu margiks jäänud 70.00-ga Eesti pronksi teenis, muhelema. „Väga arukas jutt, siin on kirjas nii minu sportlasetee kui treenerikreedo."

Maret Ints jõudis esimesena suurele areenile

Toomas Merila esimene meistrinormi alistanud õpilane oli suvel 1972 Maret Ints, 17-aastane. „Mäletan, kuidas Maret üle Valga staadioni mind tänama jooksis, järsult seisma jäi ja siis kõheldes ligi astus," muigab Merila.

Järgmisel hooajal kõlas Tallinna spordiinternaatkooli (TSIK) piiga nimi juba kaugel: ta võitis Berliinis ülemaailmsel noorsoo- ja üliõpilasfestivalil ning sai juunioride Euroopa meistrivõistlustel (EMil) Duisburgis 7. koha. Suvel 1974 tuli Ints Moskvas NSV Liidu juunioride meistriks, peagi tegi ta Vilniuses elu pikima viske 56.44.

„65 meetrit olnuks Maretile paras, aga tal polnud tippspordinärvi," kinnitab treener, lisades napilt, et neiu takerdus ka isikliku elu keerdkäikudesse. Juba Kalvistena saabus Merila „esimene pääsuke" sporti tagasi, kerkis taas Eesti parimaks ja võitis veteranide maailmameistrivõistlustelt (MMilt) kuldmedaleid.

Suvi 1972, Valga. Merila esimene täht Maret Ints on äsja täitnud meistrinormi.
Foto: Toomas Merila arhiiv

Eesti eakast rekordist, mida valdas 1954. aasta EM-hõbe Virve Põldsam, jäi Ints oma tähelennul maha vaid kolme sentimeetriga. Ent juba askeldas TSIKis Intsust aasta vanem Pärnu neiu, kellele Põldsami tulemus jalgu jäi.

Rekordilippu kannavad Merila piigad 1975. aastast!

18. juulil 1975 viskas Eevi Virula Tartus 58.38 ning sealtpeale on rekordilippu nihutanud üksnes Toomas Merila hoole all treenivad naised. Virula ise lisas kahe kuu pärast 36 sentimeetrit, aga lahkus peagi spordist.

1974. aastal astus TSIKi uksest sisse Raili Kadarik, Raplas Epp Ilvese käe all oda visanud ja napilt 40 meetri taha jõudnud neiu. Ta pöördus uue treeneri Merila poole palvega, et võiks võimalikult vähe jõusaalis rassida. Too polnud vastu.

„Olen ikka öelnud – see on praegu Magnus Kirdi pealtki näha –, et jõud pole odaviskes tähtsaim. Oskasin Railile tema soovist lähtuvaid trennikavasid teha küll. Ta harjutas üldse vähe, aga targalt, et jääks aega muudeks huvideks. Ta koolitas end arhitektiks," ütleb Merila.

Kadarik tuli Eesti meistriks kaheksa korda, lisades kaks hõbedat. Ühel juhul jäi ta alla Intsule, teisel liidu noorte- ja juunioride meistrile Annika Lallile. Mõistagi harjutas ka Lall Merila juures.

Igaveseks raius Kadarik end rekorditabelisse suvel 1983, visates Tallinnas 60.80. See pidas vastu uue, 1999. aastal kasutusele võetud väiksema lennuvõimega odani.

Uue oda esimene rekord 55.79 kirjutati Merila õpilase Ruth Väädi nimele. Seejärel võttis võimu üle Moonika Aava, kes oli Pärnus Ando ja Katrin Palginõmme juhendamisel meistriks sirgunud ning nüüd Merila juurde jõudnud. Ta püstitas aastatel 2001–2004 viis rekordit, jõudes 61.42-ni ja Euroopa kuni 23-aastaste pronksini. Aava osales kahel olümpial, ent edutult.

Aitäh, treener! Liina Laasma on püstitanud Kohilas oma esimese Eesti rekordi 62.50.
Foto: Tairo Lutter / Õhtuleht

Kaheksa Eesti kulda kogunud Aava rekordi lõi üle Tõstamaal Jaan Tamme juures alustanud, 2011 juunioride EMi võitnud ja 2012 Merila juurde jõudnud Liina Laasma. Ta viskas 62.50, 63.17 ja 2016. aastal 63.65. Selline tulemus andnuks Rio olümpial 8. koha, paraku jäi Laasma seal tippvormist kaugele.

Nende ridade kirjutamise aegu Laasma rekord püsib.

Rõõmude ja pettumuste ahel Andrus Värniku seltsis

Ka meestega on Merila head tööd teinud. Vana odaga jõudis Toivo Moorast 83.30-ni, kogutabeli neljandaks. Uus oda tuli kasutusse 1986. Selle aja tabeli esikümnest on Merilat pikemat või lühemat aega enda treeneriks lugenud kuus meest. Teisest kümnest lisandub viis.

Tulevane täht Andrus Värnik tuli juunis 1997 Eesti kuni 23-aastaste meistriks, läks siis Merila juurde ja palus end õpilaseks võtta. „Tal oli küünarnukk vigane," meenutab treener. „Ütlesin, et näidaku ristsammu. See oli vilets. Käskisin õige selgeks õppida ja kuu pärast uuesti tulla. Siis oli asi parem ja peagi algas koostöö."

Doktor Eldur Annus lõikas küünarnukki. Värnik lõhkus Merilaga vaidlemata kõvasti tööd. 1999. aastal tuli esimene Eesti meestekuld, isiklik mark nihkus 77 meetri taha. Olümpiahooaja hakul oli kohe näha, mille nimel rabeldakse, ning juuli lõpul viskas Värnik Haapsalus 82.16. Sydneysse minek! Seal andis 81.34 tubli 15. koha.

Merila oli veendunud, et Värniku õige olümpia toimub 2004 Ateenas, aga tajus, et suhe õpilasega pole endine. „Näiteks tuli Andrus minu juurde, ütles, et mänedžer Aivar Karotamm organiseeris talle välisvõistluse ja et tema läheb. Treeninguprotsess oli muutunud juhitamatuks."

Ometi asi edenes. 12. juunil 2002 viskas Antsla mees Ostravas Eesti rekordi 85.47. Merila oli Värniku maailmaklassi viinud.

„2003. aasta kevadtalveks oli Andrus superseisus, viskas Lõuna-Aafrika laagri hakul kuuelt sammult 79 meetrit. Kahe kuu pärast jõudis ta koju täiesti rikutud tehnikaga. Nõuandjaid oli siginenud oi kui palju ja meie teed läksid lahku. Andrust hakkas juhendama Heino Puuste," räägib Merila.

Kahe nädala pärast viskas Värnik Valgas 15 aastaks püsima jäänud Eesti rekordi 87.83, veel tosin päeva ja Pariisist tuli MM-hõbe. 2005 sai Värnikust maailmameister.

Toomas Merila meeskond sügisel 2009: Magnus Kirt (vasakult), Tanel Laanmäe, pealik ise, Kristo Galeta, Timo Moorast, Risto Mätas, Priit Dolenko.
Foto: Arno Saar / Õhtuleht

„Töö Andrusega tõi õnnestumisi, rõõmu ja pettumusi. Kindlasti pole kellegi teisega nii palju jamasid olnud," resümeerib Merila.

Praegune meteoor Magnus Kirt harjutas Merila käe all 2009–2010. Punt oli vägev, sinna kuulusid ka Tanel Laanmäe ja Risto Mätas. Kirt sai Merilalt esimesed õpetussõnad märtsis, olles seks ajaks meesteoda vähe proovinud ja vaid 57.64-ni jõudnud. Septembris näitas ta Tõrvas kodurahvale, kuidas piik 72.97-ni toimetatakse.

Odatreener, kes juhtis ka koondist ja gümnaasiumi

Toomas Merila oli palgaline treener 1966–2011. Edasine on toimunud „kuidas kunagi". Kindel on see, et mees sõidab iga tööpäeva lõunal kodusest Martna vallast 85 kilomeetrit Audentese staadionile või halli, tunneb treeneriaskeldustest rõõmu ja kulgeb õhtul koju tagasi.

Merila tõmme spordi poole on olnud tugev. Näiteks 1970–1992 oli ta Eesti noorte kergejõustikukoondise vanemtreener ja 1990–2000 Eesti spordigümnaasiumi asedirektor.

„Koondisetreeneriks kutsus mu Nooruse alajuht Erik Lillo. Tema korraldas laagrid ja võistlussõidud, mina panin kokku seltskonnad, tema saatis ametlikud kutsed. Huvitav oli, peagi tegime kõike koos. Ja kui Lillo raadiotööle läks, tulin juba üksigi toime," mäletab Merila. „Kui vahepeal noortespordikoolist palka sain, jättis alaliit seminarid unarusse. Korraldasin neid siis ise. Nii vajalikud olid need seminarid, et kord tuli Käärikule kolmeks päevaks 121 treenerit."

Lillo kõhatab tuttava kareda raadiohääle puhtaks ja annab kõrghinnangu: „Toomas seisis kogu aeg näoga spordi poole. Ta oli ise aus ja nõudis seda kõigilt teistelt. Odaviset armastas Toomas üle kõige, aga tal olid head teadmised teistelgi aladel. Ta tuli toime nii tüdrukute kui poistega. Noortekoondises valitses mõnus õhkkond, ühe ala treener võis vajaduse korral ikka teise ala treenerit asendada."

Jah, Toomas Merila oli kunagi moodsas viievõistluses Eesti koolinoorte meister.

„Eesti spordigümnaasiumi (ESG) asedirektoriks kutsus mu Toomas Tõnise ja ka see töö istus – meeldis süsteemi luua. Tollal treenisin vaid täiskasvanuid ja tegin seda nii-öelda pikal lõunapausil, kui spordihall tühjem oli," jätkab Merila.

Tõnise on Lilloga üht meelt: „Merila on selge sõnaga inimene, kellel on autoriteeti, et teisi positiivselt mõjutada. Teda tunti ESG-le vajalikus ringkonnas ülihästi, ta ei pidanud ustest liikudes end tutvustama."

Oli tõesti aus: viskas vajadusel lihase poja laagrist välja

Toomas Merila õpilastest on heaks, koguni 7. kutsetaseme treeneriks tõusnud Heiko Väät. Ta kuulub Magnus Kirdi meeskonda, on oma hoolealuste Moonika Aava ja Mihkel Kukega Pekingi olümpial käinud, töötab Tanel Laanmäega, on Liina Laasma tehniline nõustaja.

Sportlasena harjutas Väät 1993–2002 Merila käe all, sealtpeale sai karjääri lõpuni omapead hakkama. Ta tuli kahel korral Eesti meistriks, ent 77.94-st kaugemale ei küündinud. Rekord – tõsi, varasemast vaid napilt parem – sündis pärast Merila juurest lahkumist.

„2002. aastaks olin juba ise noortetreener ja õppisin koos õpilastega. Alles siis sain aru, mis on odavise. Merila oli mulle nii suur autoriteet olnud, et täitsin korraldusi kaasa mõtlemata. Andrus Värnik mõistis kohe Merilalt vajaliku võtta ja oma eripärale kohandada. Tugeva põhja treenisin ma aga alla ja kui asjale lõpuks pihta sain, viskasingi tiba kaugemale," selgitab Väät, kerge imestus hääles. „Nüüd kasutan treeneritöös lisaks tagantjärele lahti mõtestatud tarkustele isegi Merila väljendeid. Ainult käe jõul visanule ütles ta: „Sõidad nagu Kopli

Heiko ja Ruth Väät koos Toomas Merilaga. Foto: perekond Väädi erakogu

trammis!“ Lüüriliselt selgitas ta odaviset nii: „Vasak jalg sirutab, parem õlg virutab.“ Merila oli alati muhe, aga võis vajadusel ka karm olla. Kord viskas ta öörahu rikkumise pärast laagrist välja mitte üksnes minu koos mu tulevase abikaasa Ruth Põldotsaga, vaid ka oma vasaraheitjast poja Martti. Toomas Merila järjepidev edu töös odaviskenaistega laseb teda meie ala *Grand Old Man*’iks kutsuda.“

Gunnar Press

Riiklik spordi elutööpreemia pikaajalise ja tulemusliku töö eest Eesti spordi juhtimisel ja arendamisel

Toomas Tõnise

TOOMAS TÕNISE – VIIEVÕISTLUSE TOEL SPORTI JUHTIMAS

Moodsas viievõistluses oma tähte püüdnud Toomas Tõnise kohta võib öelda: ta tegutses maailmatasemele väga lähedal, kuigi ei tulnud individuaalselt kordagi Eesti meistriks.

NSV Liidus püsis ala nii kõrgel järjel, et siitmailt oli täiskasvanute põhikoondisse ülikeerukas pääseda. Liidu ja teise moelooja Ungari kannul liikunute alistamises polnud aga midagi võimatut. 1972. aastal olümpiapronksid teeninud Soomega suutis Eesti ju rinda pista!

Meie endi leeris oli konkurents vägev, nimesid nagu Savva Štork, Aldo Tammsaar või Raivo Russmann tundis iga sporti jälgiv poisiklutt. Sügisel 1952 sündinud Toomas Tõnise teenis selliste tuusade vahel ja neid aeg-ajalt võites kolm Eesti medalit. Ta kuulus üheksa aastat koondisse.

Veel tegevsportlasena proovis Tõnise treenerina kätt, aga peagi oli näha, et ta tahab end realiseerida pigem spordijuhina. Karjääri verstapostid reastuvad nii: 1980–1984 ENSV spordikomitee osakonnajuhataja, 1984–1986 samas spordivalitsuse asejuhataja, 1986–1990

Eesti noorsoomängude koondis 1973: taga Georg Reitsak (vasakul) ja Toomas Tõnise, ees Viktor Dorbek ja Raivo Russmann. Foto: Eesti spordi- ja olümpiamuuseum (Dmitri Prants)

ENSV laste ja noorte spordikooli direktor, 1990 Eesti spordigümnaasiumi direktor, 1990–2000 Eesti Spordi Keskliidu peasekretär, 2000–2013 Eesti olümpiakomitee peasekretär, aastast 2013 spordikoolituse ja -teabe sihtasutuse juht.

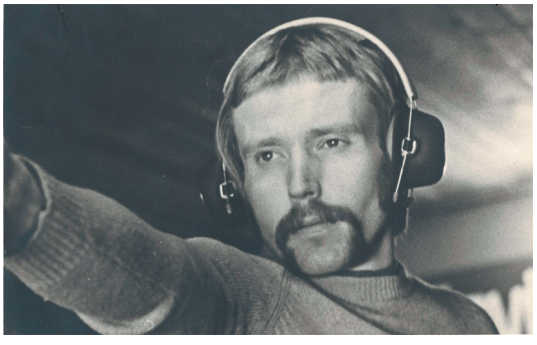
Tõnise kinnitab, et läbitud atleeditee lõi juhtimiseks eeldusi: „Näiteks olid viievõistleja päevad nii pikad ja keerulised, et õpetasid aega sihipäraselt kasutama, ka teiste aega hindama. Ühest trennipaigast teise liikumine tuli võimalikult kiireks ja hõlpsaks kavandada, tänapäeval nimetatakse seda logistikaks."

Kuidas viievõistlust ja spordijuhtimist võrrelda, milline ala millise ametnikutöö lõiguga haakub? Toomas Tõnise valib oma huvitavamaks võistluseks 1973. aastal Tallinnas toimunud üleliidulised noorsoomängud ja kohe on ka jutul minekut!

Vehklemisduellid õpetasid teravaid läbirääkimisi pidama

Kuuekümne nelja noore mehe turniir algab neljapäeval, 12. juulil Toomas Tõnise koduareenil, Tallinna pedagoogilise instituudi saalis vehklemisega. Et kõik võitlevad kõigi vastu, saab hommikul 9.30 algav turniir läbi kesköökś – kuigi kasutusel on kaheksa rada. Venelane Oleg Bulgakov valitseb 43 võiduga väljakut. Eestlaste arvatav liider Raivo Russmann jagab 39 võiduga 6. kohta, kõige napimalt jääb maha Tõnise.

„Vehklemine on viievõistluse ainus duellala, mis õpetas kindlasti läbirääkimisi pidama. Vaidlusi jätkub spordikorraldajal hommikust õhtuni. Esineb ka sõnasõdu, aga tavaliselt – nagu spordiski – on vastamisi ühe sihiga aatekaaslased. Tuleb jõuda ühisele arusaamale, kumma seisukoht on edasiliikumiseks parem. Strateegia on vehklemisrajalt tuttav: kord oled kaitses, kavaldad, siis lähed rünnakule. Üldjuhul võidab see, kumma eeltöö on parem."



Tulejoonel on Toomas Tõnise.
Foto: Toomas Tõnise arhiiv

Ratsanikul ja olümpiaametnikul tuleb leida hea rütm

Ratsutamine kestab hipodroomil kaks päeva. Tõnise on esimesel vaba ja lõdvestab ujulas keha. Teisel päeval saabub ta lahinguväljale, istub hobusele Širaz ja läbib parkuuri puhtalt, selge ajavaruga. Suurt edu see ei anna, sest maksimaalsed 1100 punkti kogub veel 21 meest, ka Raivo Russmann selsamal Širazil.

„Viievõistlejate ratsutamine tähendab takistuste ületamist. Aastate 1990–2013 ametites tegelesin olümpiakoondisele ettevalmistustingimuste tagamisega. Iga osaluskorda võib võtta kui üht takistust parkuuris," võrdleb Tõnise.

„Delegatsiooni olümpialkäik ise polnud probleem. See hõlmab 10 protsenti olümpiatsükli kogukuludest ning riigi, sponsorite ja ROKi rahaeraldistest piisas. Valmistumiseks oli raskem raha leida ja jagada. Me ületasime need takistused, aga Atlanta hüppel kolistasime lattidega päris kõvasti. Just see pani uut mudelit välja töötama. Tiit Nuudi presidentuuri ajal, mil kultuuriministrina tegutses Jaak Allik, lõi koostööaldis nõukoda süsteemi. Algselt suunati olümpiaprojekti toeks riigiettevõtte Eesti Loto kasum, hiljem hasartmängumaks.

Kõik arutlused, arvutused ja otsingud jooksid üle mu laua ning läbi arvuti ja pea. Koostasime kultuuriministeeriumi asekantsleri Henn Vallimäega dokumendi, mis mõningaste kohendustega – ja muidugi tookordsetest suuremate summadega! – toimib tänaseni.

Tähtis on hobust rütmis hoida. Üks liiga efektne ja kõrge hüpe võib tuua järgmiseks takistuseks raskusi."

Tähtsad täistabamused lasketiirus ja spordi juhtimises

Tselluloosi tiirus hoiab hea laskur Tõnise püstolit kindlalt, saates 20 kuulist 15 kümnesse ja ülejäänud üheksasse. Ta jagab 195 silmaga 4. kohta, parim on 197-ga leedulane Algimantas Mikutis. Too Mikutis tõuseb kokkuvõttes liidriks ja Tõnise teiseks. Russmann, muidu ka laskmises tugev, lepib 185-ga ja jätab Eesti suurima lootuse koorma Tõnisele.

„Laskmine tähendab märklaua tabamist ja tabamuste kokkulugemist. Loetlen mõned minu osavõtul spordielus saavutatud täistabamused," teatab Tõnise uhkelt.

„Üks. Riigitellimusel ja erakapitalil põhineva Audentese spordigümnaasiumi kontseptsiooni loomine ning selle õppeasutuse asutamine TSIKi ja ESG tegevuse jätkamiseks. Olin koos haridusministeeriumi töötajate Epp Rebase ja Janar Holmiga projekti riigipoolne vedaja.

Estonia kontserdisaal 14. jaanuaril 1989. Spordikonverents otsustab EOK taastada. Pildil istuvad ees Arvo Junti (paremal) ja Mart Tarmak, nende taga Mait Arvisto, Toomas Tõnise, Ants Eglon, Toomas Merila ja Ülo Kurig.
Foto: Eesti spordi- ja olümpiamuuseum

Kaks. Treenerite kutsekvalifikatsiooni süsteemi loomine. Palka pole vist iial piisavalt, aga võimaluste raames on treenerid nüüd õiglaselt tasustatud.

Kolm. 2013 puistas maksuamet klubisid ja leidis: palka saadakse stippidena, riigile ei laeku makse ja treeneritel pole sotsiaalseid garantiisid. Ilmselt Eesti olümpiakomitee (EOK) ja kultuuriministeeriumi kokkuleppel jäi sasipuntra harutamine minu juhitava sihtasutuse hooleks ja siin tegin lasu, mida pean karjääri parimaks. Kehvas olukorras õnnestus riiki veenda, et kui ei looda treenerite palgatoetuse meedet, on meie sport määratud hukule. Riik mõistis olukorda ning on kasvatanud omapoolse toetuse seitsmele miljonile eurole aastas. Kogu süsteem on korrastunud.

Neli. Spordipoliitilise dokumendi „Sport 2030“ koostamise juhtimine. See võeti riigikogus vastu kevadel 2015.

On ka möödalaske, aga jäägu need ujumise juurde!“

Kesise ujumise juurde: on ka asju, mida ei tahaks meenutada

Pühapäeval peetakse teinegi ala, 300 meetri vabaujumine. Tõnise viib Kalevi basseinis isikliku rekordi 3.55,3-le, aga nagu teisedki eestlased, jääb parimatest kaugele maha. Alavõidu võtab venelane Vladimir Galavtin koguni 3.15,8-ga. Mikutis jääb liidriks, Juri Karpov (Aserbaidžaan) kaotab nelja, Aleksandr Kozakov (Ukraina) 80 ja Tõnise 136 punktiga.

„Suurem jagu viievõistlejaid alustab sporti ujumisest, mina nii ei teinud. Selle taha mu suurem edu jäi, kaotasin ässadele vees liialt palju. Ja mis salata, ametnikuteelt on rööpjooni tõmmata …“ kahetseb Tõnise.

„1984–1985 ei osanud me aru saada, et Nooruse (koolinoorte spordiühing – toim) likvideerimine on viga. Koolide sporditegevust koordineeriv spordiühing tulnuks igal juhul säilitada, selle vorme aegadega kohandades. Taasiseseisvumise koites lõime Eesti koolispordi liidu, mis pidi Nooruse tööd jätkama, aga viis

1992. Barcelona olümpiastaadionil seisavad Eesti delegatsiooni juht, filmi-Lurich Tõnu Lume (vasakult), Eesti spordi keskliidu peaspetsialist Rein Ööbik ning Toomas Tõnise – parajasti ESK peasekretärina Ööbiku ülemus ja delegatsiooni asejuhina Lume alluv. Foto: Toomas Tõnise arhiiv

Riia 2007, Euroopa olümpiakomiteede nõupidamine. Eestit esindavad Toomas Tõnise ja Martti Raju.
Foto: Toomas Tõnise arhiiv

aastat olid oma töö teinud – endisega võrreldaval tasemel ühistegevus enam käima ei läinud.

Hingel püsib veel see, et suur jagu üleliiduliste ühingute Dünamo, Tööjõureservide ja Kalevi varast läks spordile kaduma. Eesti spordi keskliit (ESK) käitus oma varaga õigesti: saanud Kadrioru staadioni tagasi, andis selle Tallinna linnale. Samas pidanuks ESK kõva kisa tegema, kui suur jagu varadest riigistati ja tegevuse jätkajate kätte jäeti. Eriti Dünamo ja Tööjõureservide vara parseldati suures osas maha või lasti laguneda. Baasid tulnuks anda omavalitsuste haldusalasse otsese nõudega, et neis jätkuks sportlik tegevus. Aga me vaatasime toimuvat vaikselt pealt, kuni oli hilja."

Seks korraks lõpujoon. Tuleb arukamana edasi minna

Kolme kilomeetri jooks toimub esmaspäeval Pirital, ilm on kuum ja rada liivane. Ühe sekundi hind on kolm punkti ja pärast lõpptulemustega tutvumist kirjutab Tõnise treeningupäevikusse karmi enesehinnangu: „Vana loll!" Ta on lõpetanud 9.40-ga, kuid 9.36 andnuks medali! Karpov (5258) ja Kozakov (5186) on parajas kauguses, aga Mikutisele (5146) kaotab Tõnise 12 ja ukrainlasele Orest Kulgovetsile kolme punktiga. Siiski, tugevas konkurentsis saadud 5. koht tõstab Tõnise koduseid aktsiaid tublisti.

„Lõppegu jooks kuidas tahes, ikkagi on võistlus läbi ja tehtavad kokkuvõtted lõplikud. Nii võin ka oma senisest tööteest üldistusi teha," noogutab Tõnise.

„Taasiseseisvumisega kaasnenud suurtes ümberkorraldustes kaasa löömine tõi ja toob hinge rahuldust. EOK. Klubid. Spordi keskliit. Kujunesime normaalseks

riigiks. Ning kindlasti oli edukas EOK ja Eesti spordi keskliidu ühinemine, kui aeg seda nõudis.

Olen kaua praeguse spordielu kujundamise juures püsinud, rahvusvahelistes spordiorganisatsioonides silmaringi laiendanud ja oskusteavet kodumaale toonud. Usun, et tehtud eksisammudele vaatamata hoiame õiget kurssi.

Varu jääb ikka, seda tähendab ka „Vana loll!" mu noorsoomängude järgsel päevikureal – kusagil pidid need 12 punkti ometi olema! Aga tehtut ei saa olematuks muuta, tuleb arukamana edasi minna."

Kuidas Eestimaa viievõistlus ellu äratada?

1970. aastal, kui Toomas Tõnise Eesti kuni 18-aastaste hõbeda võitis, sündis Imre Tiidemann, meie kõigi aegade tuntuim viievõistleja. Tiidemann osales kolmel olümpial, sai MMidelt kolm 4. kohta, tuli Euroopa meistriks. Ent sealtpeale, kui ta suvel 2004 kõrvale astus, pole meie kunagisest edualast suurt kuulda. On see vaid varjusurm, viievõistleja ja spordijuht Toomas Tõnise?

„Jah, Imre Audenteses praegu tegeleb noortega natuke… Minugi missioonitunne tuksleb, peaks seda turgutama… Aga viievõistlus on päratult raske, tegime 20 trenni nädalas. Kuidas sa viievõistlusele peibutad? Minu ajal pani erutusest värisema juba võimalus kord aastas Soome pääseda. Kuidas sa ütled täna noorukile, et iga koolipäeva eel tuleb pool tundi joosta ja pärast kooli vaba aega õieti polegi? Ehk õnnestub spordisüsteem sedavõrd korda sättida, et ka nii keerukad alad jälle kutsuma hakkavad."

Gunnar Press

Riiklik spordi aastapreemia kahe kuldmedali võitmise eest juunioride vigursuusatamise maailmameistrivõistlustel pargisõidus ja rennisõidus 2018. aastal

Kelly Sildaru

VAATAMATA VAEVALE JA VALULE KELLY MUINASJUTT JÄTKUB

Kelly Sildaru kullad tulevad nagu Eesti muinasjutu vaeslapsel, rasket käsikivi keerutades.

„Senimaani pole ükski Eesti sportlane ühelgi alal valitsenud maailmas pikka aega ega andnud nime tervele ajastule. Kelly võib olla esimene. Miks mitte? Tal on olemas kõik tippatleedile vajalikud omadused: andekus, meeletu töökus ja kirglik soov võita. Jääb üle oodata 2018. aasta Pyeongchangi olümpiamänge, kus Kelly on stardis pargisõidus ja loodetavasti ka rennisõidus. *Go*, Kelly!“

Sellise lõiguga lõppes artikkel 2016. aastal riikliku spordipreemiaga pärjatud *freestyle*-suusatamise imelapsest, kes oli võitnud 21 pargisõiduvõistlust järjest. Pealkiri kuulutas: „Kelly Sildaru muinasjutt: 15-aastaselt maailma kõigi aegade parim“.

Muinasjutt jätkus, aga kahjuks nõnda, nagu eestimaine ennemuistne jutt ikka – kõik ei ole algusest lõpuni ilus ja lilleline, vaid vaeslaps peab lisaks käsikivi keerutamisele nii mõndagi läbi elama, enne kui õnne leiab.

Võitmata jäänud olümpiakuld

August 2017. Kõik oli endine. Esialgu. Kelly sai lõpuks nõnda vanaks, et pääses nn maailma karikavõistluste (MK) etappidele olümpiapunkte koguma. Aega nappis, sest tal oli vajalike punktide kokkusaamiseks aega kõigest pool talve. Rivaalidel oli poolteist.

Uus-Meremaal võitis Kelly pargisõidu mitteüllatuslikult ehk ülekaalukalt. Ent kui hea on ta rennisõidus, kus pole tipptasemel kordagi kaasa löönud? Selgus tõi kergenduse nii talle kui fännidele. Kelly sai selle ala valitseja Cassie Sharpe'i järel napilt, vaid 0,80 punkti võrra väiksema tulemusega 2. koha. Pole paha, ütleksid klassikud. „Unistus oli jõuda kuue sekka. Ausalt öeldes ei plaaninud, et võiksin esikolmikusse mahtuda,“ tunnistas Kelly pärast võistlust Eesti Päevalehele. „Poodiumile astuda oli väga vinge.“

Kelly Sildaru Breckenridge'is Dew Touri pargisõitu võitmas.
Foto: AP

Niisiis tundus reaalsena tuua Pyeongchangist kaks medalit. Ehk isegi kaks kulda. Olümpia on Eesti jaoks päästetud, arvati. Aga ennatlikult.

15. september. Ajakirjanikeni jõudis kõverteid pidi halb uudis – Kelly on Uus-Meremaal rennisõidutrenni tehes kukkunud ja vigastanud põlve. Ametlik teade saabus paar tundi hiljem. „Tere, sõbrad, kaasaelajad ja koostööpartnerid," sõnas Kelly lühikeses videopostituses murtud häälel. „Mul on tõsine mure ja soovin seda teiega jagada. Kukkusin trennis ja vigastasin põlve. Pean lendama tagasi Eestisse uuringutele. Minu eesmärk on saada tagasi lumele nii kiiresti kui võimalik, aga enne seda tahan olla kindel, et olen sada protsenti terve, kindlustamaks pikka karjääri suuskadel. Tänan teid toetuse eest."

Esialgu püsis lootus, et põlv ei ole väga katki. Operatsioon tuvastas täielikult rebenenud eesmise ristatisideme. Lõikust vajas ka menisk. Seega sai lõplikult selgeks, et olümpial on kriips peal.

Mõistagi oli Kelly üdini pettunud, kuid leppis paratamatusega. „Vigastused käivad iga spordialaga kaasas, aga need tuleb täielikult välja ravida, et saaks järgmiste võitude poole püüelda," kuulutas ta poliitiliselt korrektselt ega lasknud hingevalul välja paista.

Algas pikk ja vaevaline taastusravi nii kodus kui piiri taga. Harjutustega alustati kell üheksa ja punkt pandi alles hilisel pärastlõunal, vahepeale jäi kerge söögipaus. Tuima ja üksluist tegevust – üht harjutust tuli korrata ja korrata ja korrata – ei saanud ligilähedaltki võrrelda *freestyle*'iga. Või siiski... Ka ravi-harjutusi tuli teha tundide, päevade, nädalate ja kuude kaupa. Aga ei mingit *fun*'i. „Mulle siiski meeldib see kõik, sest tean, et niimoodi läheb jalg paremaks," manas Kelly näole leebe naeratuse.

Mälestus augustist 2007. Männiku karjääris toimub vigursuusatajate võistlus Nike ASG Water Jump. Naistest tuleb esimeseks viieaastane Kelly Sildaru.
Foto: Kaarel Tigas / Õhtuleht

Väikevend läks eest, ilmselt jäädavalt

Veebruaris oli Kellyl jalg juba sedavõrd all, et ta võis hakata harjutama švammihunnikusse hüppamist. 17. veebruaril, oma sünnipäeval, vaatas Kelly telerist, kuidas šveitslanna Sarah Höfflin võitis Pyeongchangis pargisõidu kulla. Kes vähegi alaga kursis, nägi, et kirkaim medal pidanuks olema tegelikult Sildaru kaelas. Sellega nõustus ka Höfflin, kes tunnistas intervjuus Eesti Päevalehele: „Olnuks Kelly kohal, kuulunuks mulle hõbe. Kelly keskmine tase on lihtsalt teiste omast kõrgem ja keegi teine ei ole suutnud saavutada sarnast stabiilsust."

Aprill. Kelly oli tagasi lumel, kuid ei kiirustanud, proovis esialgu tunnetust tagasi saada. Ent oli üks mure – vahepealsel ajal tegi neli aastat noorem vend Henry kõvasti trenni ning arenes meeletult. „Ta on lootusetult eest läinud. Võibolla isegi jäädavalt," ohkas Kelly, aga mitte eriti nukralt.

August. Seesama Cardona, kus põlvesidemed purunesid ja teekond aastaks pooleli jäi. Trenni oli suvel tehtud siin ja seal, tunnetus hakkas taastuma. „Kui

võrrelda vigastusele eelnenud ajaga, siis mõnes elemendis olen kehvem, mõnes parem ja mõnes sama hea," sõnas Kelly paar päeva enne juunioride MMi, mis pidi andma esimese märgi, kas ja kuivõrd on jõuvahekorrad *freestyle*-suusatamises muutunud. Ilmnes, et ei ole, Kelly kaitses pargi- ja rennisõidust tiitlit ning sai Big Airis – seegi nüüd olümpiaala – hõbeda.

Kolmel alal tipus olla tundub kõrvaltvaatajale liiast, saati kui maailmas leidub vähe neid, kes nii parki kui renni sõidavad. Seega arvati, et Kelly seisab raske valiku ees, mida võtta, mida jätta. Tegelikult oli valik erakordselt lihtne: ta võttis kavva kõik kolm – küll hakkama saab, kui võistluskoormust õigesti jagada.

Võitudega pargi- ja rennisõidu MK-etappidel kummutas Kelly kõik kahtlused, et täiskasvanud rivaalid oleks talle lähemale nihkunud. Kui, siis õige pisut, aga mitte oluliselt. Jah, Kelly ei teinud võistlustel – treeningutel tegi küll! – kahekordset saltot nagu mõned rivaalid, aga tuli esialgu toime selletagi.

Freestyler'ite aasta tähtsaimal jõuproovil, X-mängudel Aspenis pani Kelly maha järjekordse särava märgi. Ta võitis ühtedelt võistlustelt kolm medalit: kulla pargisõidus (teenis rekordilised 99 punkti), hõbeda rennisõidus (kuld libises napilt peost) ja pronksi Big Airis (raskelt tuli). Lumelaudur oli säärase saavutusega varemgi hakkama saanud, *freestyle*-suusataja mitte.

„Oli ikka päris tihe andmine. Kelly näitas head stabiilsust," kiitis treenerist isa Tõnis ja lisas, et peagi algaval MMil on kolme medalit palju keerulisem võita, sest sealne Big Airi reeglistik Kellyt ei soosi.

„Pagan, ma teen selle tonni ikkagi ära!"

Eestlane on MMi-usku ja peab X-mängude medaleid kassikuldseteks. Ühe telekanali tšempionaadil pole erilist tähtsust, raiub mõni spordiarvamusliider. Ka Eesti Olümpiakomitee ei pööra X-mängudele vähimatki tähelepanu ega võta seal võidetud medalite eest Kellyt palgale ega toetusrahale, mida too hädasti vajaks.

Seega tuli Aspenist paari sõidutunni kaugusel Park Citys tegusid teha.

Paraku kiskus asi MMil pehmelt öeldes hapuks – kaks esimest medalit jäi võitmata ja seda mitte Kellyst olenevatel põhjustel. Korraldajad olid Big Airi hoovõtunõlva ehitanud sedavõrd lauge, et kergekaallane Kelly ei saanud hoogu üles – ta õhulennud jäid ohtlikult lühikeseks, mistap tuli võistlemisest loobuda. Pargisõidu päev uppus aga lumetormi ning võistlus jäeti ära lihtlabasel põhjusel: paar koondist pidi samal õhtul või järgmisel hommikul koju lendama.

Park City pjedestaalil seisab Kelly Sildaru, rennisõidu maailmameister.
Foto: AFP

Niisiis jäi alles vaid Kelly nii-öelda kõrvalala rennisõit, kus kullasoosikuks oli olümpiavõitja ja kahekordne X-mängude tšempion Cassie Sharpe.

Otsustava laskumise eel asus Kelly alles kolmandal kohal, Sharpe juhtis. Oli vaja imet. Kuni viimase hüppeni ei paistnud kulda kusagilt, ent siis... Efektne trikk – *switch* 1080 ehk selg ees hüppesse minnes kolm pööret ümber telje. Ükski naine polnud millegi säärasega rennis varem hakkama saanud. 95,00 punkti, 0,6 võrra enam kui Cassie Sharpe'il. Kuld!

„Ütlesin enne viimast laskumist Kellyle: kas tahad olla esimene, teine või kolmas? Soovitasin tal viimasel hüppel pool pööret juurde panna, ja selle pealt punktid tulid," meenutas Tõnis Sildaru.

„Esimesed kaks trikki olid väga hästi välja tulnud ja hoog oli sees. Mõtlesin, et pagan, ma teen selle tonni (trikk nimega *switch* 1080 kõnekeeles) ikkagi ära. Sain aru, et pean seda tegema, tulgu mis tuleb, see ei saa ju nii raske olla," kirjeldas Kelly kullasõitu.

Üks Eesti rekord oli sellega püstitatud – kedagi pole nõnda noorelt olümpiaalal maailmameistriks kroonitud – ja järgmised ootavad ees, sest üle kahe MM-kulla või olümpiakulla pole ükski eestlane võitnud.

Go, Kelly!

Jaan Martinson

Riiklik spordi aastapreemia pronksmedali võitmise eest kergejõustiku Euroopa meistrivõistlustel odaviskes 2018. aastal

Magnus Kirt

KIRDI INIMESED

Magnus Kirt on näidanud, et ka odavise on tegelikult mõnes mõttes võistkonnasport.

88.45. 88.73. 89.75. Nende 2018. aasta suvel visatud Eesti rekordite taga on kirjas küll üksnes Magnus Kirdi nimi ning ka Berliini EMi pronks riputati vaid tema kaela, kuid tükike nendest saavutustest kuulub õigupoolest päris paljudele.

„Mu inimesed, minu rahvas, mu seltskond

Mu inimesed, siin-seal, kõikjal, igal pool

Mu inimesed teavad ise, et nad on

Mu inimesed, minu inspiratsioon

Mu inimesed, üks seis, siht ja suund

Mu inimesed, minu elu armastus

Nad on mu oma inimesed

ja kõik, mis teen,

on neile pühendatud.“

Nii laulis Jarek Kasar ehk Chalice. See lugu meenub, kuna ka Magnus Kirt on kogu aeg rõhutanud oma pere, suunajate, abistajate ja tiimiliikmete rolli. Seda ei unustanud ta märkida ka 2018. aasta lõpus Eesti parima meessportlase auhinda vastu võttes. Tema lugu ongi sellest, kuidas suure tahtmisega tavalisest Tõrva poisist võib saada maailma absoluutne tipp, kui ta kohtub õigete inimestega, kes kõik suurema või väiksema panuse annavad. Siinkohal loetelu „Kirdi inimestest“ ja nende rollist. Mõistagi on neid tegelikult palju rohkem kui ühte artiklisse mahub.

Odaviskestaar Magnus Kirdi isa Peeter Kirt (keskel) treenis kelgutajaid. Siin viib ta 1998. aastal Nagano olümpiale Helen Novikovi ja Andrus Pauli. Foto: Eesti spordi- ja olümpiamuuseum (Lembit Peegel)

Isa Peeter

„Suunaja, motiveerija, teenäitaja, võimaluste leidja, harjumuste tekitaja. Neid nimetusi on lõputult. Eks igale pojale ole isa ju suureks eeskujuks," tõdeb 28-aastane Magnus Kirt – just isa pani ta spordiarmastusele aluse.

Peeter Kirt oli läbi ja lõhki spordihingega mees, tõeline fanaatik, kes harrastas maadlust, kelgutamist ja kergejõustikku, tegutses aastakümneid juhendajana ja käis 1998. aastal Eesti kelgukoondise peatreenerina Nagano olümpial. Tema oli see, kes hakkas poega Tõrvast 30 kilomeetri kaugusele Valgasse treeningule sõidutama. Tema uskus Magnusesse ja utsitas ka siis, kui teisel ülikooliaastal piik napilt üle 70 meetri lendas ja keegi pojale suurt tulevikku ei ennustanud.

Isa lahkumine 2014. aastal oli Magnusele ääretult valus löök. Olgugi et isiklik rekord oli toona veel alla 80 meetri ja peamine toetaja kadus, ei tekkinud loobumismõtteid. „Pigem vastupidi. Loobumine muutnuks isa panuse asjatuks." Nii kannustab isa teda pilvepiirilt tänini. Päev pärast matuseid läks Kirt taas trenni.

Magnus Kirt ema Sirle ja õde Kirkega spordipeol. Foto: Egon Bogdanov

Ema Sirle

Kui isa oli nõudlik ja maksimalistlik, siis ema on olnud pigem leebem toetaja. „Viimastel aastatel on ta veel enam end spordiga kurssi viinud, aga eks ta ole terve elu teadnud, mida spordiga tegelev inimene vajab. Kui olen Tõrvas, tekib kodus mingil määral laagritunne. Ise kokkama ei pea, ema teab hästi, mida sportlastel on vaja süüa ja millised sportlased enne võistlusi on. Noorus-põlves ta polnudki nii suur spordihuviline, see pisik on teda nakatanud nüüd. Ema tegutseb jõusaalis, annab rühmatunde, lisaks jookseb ja suusatab," vestab Magnus Kirt.

Õde Kirke

Noorema õe Kirkega suhtleb Magnus palju, elavad ju mõlemad igapäevaselt pealinnas. Magnus teeb avalduse, mis võib spordisõpradel silmad suureks ajada: „Temas on seda sisu võib-olla isegi rohkem kui minus." 15-aastaselt kaalus neiu koguni 105 kilo, ent otsustas siis end käsile võtta, tervislikult toituma ja sihikindlalt treenima hakata. Ta jõudis kettaheites 44.48 ja kuulitõukes 13.49-ni, veel märkimisväärsem ja inspireerivam on, mida naine tegi kehakaaluga – ta suutis seda vähendada poole võrra! Kunagine ülekaaluline tüdruk hakkas mõni aasta tagasi tegelema bikiinifitnessiga, teenis Eesti meistrivõistlustelt hõbemedali ja osales ka MMil. „Minul on suur tiim, tema on kõike teinud omaette, endale ise eesmärke seadnud ja neid täitnud. See nõuab veel suuremat pingutust kui see, mida mina koos tiimiga teen," imetleb vend õe sihikindlust.

Magnus Kirt on võitnud Euroopa pronksi. Taga on värske emotsiooni kütkes (vasakult) päevakangelane ise, kergejõustikku toetav ettevõtja Leho Rennit ja Indrek Tustit, ees Marek Vister ja pildistaja Heiko Väät. Foto: Heiko Väät

Vaheastmed

Praeguse tiimini jõudmise eel on Kirdil olnud mitu vahepeatust, millest ta ei alahinda ühtegi: „Tõrva gümnaasiumi kehalise kasvatuse õpetaja ja mu esimene treener Urmas Uhtjärv tõi mu mänguliselt spordi juurde. Käisin tema treeningul 2.–8. klassini, harjutasime viis korda nädalas. Tegime kõike: mängisime, hüppasime, jooksime, suusatasime, proovisime korv-, jalg- ja võrkpalli. Kangiga me ei harjutanud, aga olime heas vormis.

Kaheksandas klassis läksin Raimond Lutsu kergejõustikutrenni, seal läks töö tehnilisemaks ja spetsiifilisemaks. Alguses sujus kõige paremini hoopis kõrgushüpe, kus olen ületanud 2.10. Lutsu käe all tõusin Eesti tasemele. Hakkasin osalema ka Leonhard Soomi laagrites. Need jäävad eluks ajaks meelde – lisaks spordile tuli seal ka näidelda ja videoid teha. Tema jaoks oli oluline, mis toimub sportlasel kahe kõrva vahel. Seal harjutasid ka Rasmus Mägi, Grit Šadeiko ja Maris Mägi. Sel ajal sõbrunesingi Rasmusega, hakkasin nende grupiga Portugali laagrites käima ja tänu neile arenesin.

Tribüünilt jälgivad võistlust Indrek Tustit (vasakul) ja Heiko Väät.
Foto: Tairo Lutter (Postimees)

Tuli edasi õppida. Alustasin Tallinna ülikoolis majanduse tudeerimist ja hakkasin harjutama Toomas Merila käe all. Ta on väga autoriteetne treener, kellega siiani suhtleme, räägime tehnilistest nüanssidest ja saan temalt nõu.

Siis olid tal raskemad ajad ja grupp vajus laiali. Jätkasin Risto Mätase käe all. Sealt tuli juurde ise mõtlemine. Risto oli noor ja otsiv treener, kes ootas, et ma räägiksin kaasa. Muidu ma treeneri väidetele eriti vastu ei vaidle. Ristoga oli pigem nii, et parimad sõbrad tegid koos trenni, meil polnud selline tavapärane treeneri ja õpilase suhe, ehkki austan teda siiani väga.“

Indrek Tustit

Kirdi edu peamiseks saladuseks on olnud see, et ta on suutnud vältida vigastusi. Siinkohal tuleb vaadata just füsioterapeut Indrek Tustiti poole. Too võttis odamehe 2015. aastal enda hoole alla ning kirjutab talle treeninguplaane. „Tervis on sportlasele kõige olulisem asi. Indrek ehitab üles üldfüüsilise ettevalmistuse kava, nii jõu-, jooksu- kui ka hüppeplaanid. Füsioteraapia poolelt on ta maailma absoluutne tipp,“ nendib Kirt.

Heiko Väät

Tema vastutusalas on viske tehniline külg. Kui Kirt tunamullu MMi finaalis 11. koha sai, põrutas endine odatuus Andrus Värnik: Väädi asemel tuleks appi võtta tipptreener! Kirdi tiim andis talle vastuse järgmisel suvel staadionil mehetegudega – Värniku Eesti rekord purustati, hooaja stabiilsus oli hämmastav (83–89 meetrit) ja tagatipuks toodi Berliini EMilt pronksmedal. „Heiko jagab odaviset hästi ja kogu tiimi koostöö on olnud super. Ta paneb igalt poolt olulisi asju kõrva taha ja on nende aastate jooksul palju arenenud. Usun kindlasti, et temas on tipptreeneri ainest," jätkub Kirdil Väädi kohta vaid kiidusõnu.

Mänedžer ja sõber Marek

Lapsepõlvesõber Marek Vister hakkas aitama pärast Peeter Kirdi surma. Nüüdseks on temast saanud mänedžer ja treener. „Oleme parimad sõbrad. Ta on inimene, keda usaldan. Tunnen teda ajast, mil olin üheksane, ta kolis Ala külast Tõrvasse ja olime peaaegu naabripoisid. Käime ka peredega tihedalt läbi," jutustab Kirt. „Enne olid rahaasjad isa õlgadel, siis tuli Marek appi, et

eelarve kokku saada. Kui Risto Mätas läks tööle, hakkas ta korra nädalas ka treeningul käima, edasi üha tihedamalt, viimaks tuli ka laagrisse. Kui Ristol enam üldse aega ei jagunud, hakkas Marek Indreku plaane täitma. Mingites küsimustes peab ta minuga nõu, aga üldiselt seob mind rahaküsimustega võimalikult vähe. Olen rõhutanud, et minu ülesanne on teha trenni. Müts maha, et ta on suutnud minusuguse isiksusega jääda väga rahulikuks ja asjalikuks. Olen üpris nõudlik ja põikpäine mingites asjades, kus mul on kindlad põhimõtted."

Veerpalu ja Thorkildsen

Aga eeskujud? „Kunagi oli kindlasti saavutuste ja töövõime tõttu Andrus Veerpalu," avaldab Kirt. „Mäletan hästi, kui ta esimese kulla võitis. Vahepeal olime Marekiga omast arust ka kõvad suusatajad, määrisime kodus keldris suuski ja käisime õhtuti suusatamas. Mingil perioodil imetlesin Norra odaviskajat Andreas Thorkildseni. Aga olen alati mõelnud, et kedagi ei tohiks kopeerida. Võib võtta noppeid igalt atleedilt – käitumine, treeningurežiim, tehnika –, aga vahel kipub olema nii, et jalgpallitrennis on kõik Ronaldod või Messid. Igaühel võiks olla siiski oma mina. Parem on olla Magnus Kirt kui Jan Železny nr 2."

Märt Roosna

Riiklik spordi aastapreemia kuldmedalite võitmise eest tantsuspordi maailmameistri-võistlustel ja Euroopa meistrivõistlustel 10 tantsus 2018. aastal

Konstantin Gorodilov ja Dominika Bergmannova

TANTSUMEISTRITE KODU ON LENNUJAAM. NEID KANNAB TANTSUKIRG

Maardust pärit Konstantin Gorodilovile (27) ja Prahas sündinud Dominika Bergmannovale (25) polnud 2018. aastal vastast algul Euroopas ja siis maailmaski. Märtsis krooniti nad kümnes tantsus Vana Maailma parimateks, novembris tõi Eesti lipu all võistlev paar koju ajaloo esimese MMi kuldmedali.

Kui tavaliselt käivad aktiivsed lapsed mitmes trennis korraga, siis Gorodilov ja Bergmannova teadsid kohe, et tantsusport on nende jaoks üks ja ainuke. „Mind võlusid sportlikkus, energia ja liikumine, muidugi ka tüdrukutest partnerid," naerab Gorodilov. „Lisan nimekirja veel sätendavad kostüümid ja tunde, mida tekitab keha kaunis liuglemine," lausub Bergmannova.

Päris õige partneri leidmine võttis aega

Kuigi ühtegi teist ala ei ole maailmameistrid tõsisemalt harrastanud, on nad varajasest noorusest meeles pidanud, et tippklassi tantsija peab olema mitmekülgne. Seetõttu käisid nad lapsena oma kodumaal nii koreograafia-, balleti- kui ka hiphopi-tunnis.

Gorodilov ja Bergmannova olid senise karjääri edukaima hooaja eel tantsinud koos kuus aastat. Enne seda oli viieaastaselt trenni läinud Konstantin otsinud õiget paarilist aastaid ja tantsinud koguni üheksa tüdrukuga. Tema tuntuim partner oli kahtlemata Emma-Leena Koger, kellega koos esindati noorte tiitlivõistlustel aastaid ka Eestit. Seitsmeaastaselt võistlustantsu valinud tšehhitar Dominikale oli Konstantin kolmas paariline.

Edukale karjäärile vaatamata leidsid mõlemad end 2012. aastal olukorrast, kus tuli hakata uut partnerit otsima. „Alustasime koostööd sama aasta aprillis. Dominika kirjutas mulle Facebooki, et ta soovib minuga proovida, kuid pean tunnistama, et ma kohe ei vastanud talle," meenutab Gorodilov. Noormehe kaalutlusi saab selgitada asjaoluga, et ta oli saanud sama ettepanekuga sõnumeid väga paljudelt tüdrukutelt. „Aga kui ma Dominika tantsuvideoid nägin, meenus, et olin temaga võistelnud samas vanusegrupis ja otsustasin proovida, kas õnnestub. Tuleb välja, et õnnestus!" ütleb ta rahulolevalt.

Tantsivad Konstantin Gorodilov Maardust ja Dominika Bergmannova Prahast. Fotod: Marcin Golkowski (Konstantin Gorodilovi arhiiv)

Esialgu ei ennustanud suurt edulugu tunnid trennisaalis ega väljaspool seda. Eriti keeruline oli naispoolel, kes kolis Eestisse, rääkimata ühtegi keelt, mida siinmail osatakse. „Esimestel kuudel oli ikka väga raske," tunnistab Gorodilov. „Dominika kolis tundmatusse riiki, õppis meeleheitlikult vene keelt ning samal ajal püüdsime anda endast parima treeningutel," lisab Gorodilov, kes enda sõnul sügaval sisemuses teadis, et raskused on vaja ära kannatada ja korralikult trenni teha, küll siis ka kohtunikud töö tulemusi märkavad. Suureks abiks oli paarile treener Eduard Korotin, kes meespartnerit pisikesest poisist peale juhendanud. Gorodilovi usk ja ennustus läksid täide: ühest hetkest muutusid tulemused paremaks, Dominika tundis end Eestis hästi ja hakkas ka kohalikku keelt õppima. Tee suurtele võitudele oli avatud.

Ka väikeriigid võivad võita

Kolm aastat pärast paari esimesi ühiseid treeninguid saavutasid Gorodilov ja Bergmannova kümnes tantsus nii EMil kui ka MMil viienda koha. Aasta hiljem, 2016 tuli esimene suur kordaminek, kui paar võitis Euroopa meistritiitli ning teenis MMilt pronksi. Lühiajaline flirt vaid Ladina-Ameerika tantsuga suurt edu ei toonud ning nii keskenduti taas kümnele tantsule. „Tegime kõik selleks, et anda endast maksimum, näidata tantsumaailmas oma oskusi ning lõpuks tiitel koju tuua," lausub Gorodilov.

Klubi Kreedo Dance tantsijate kevadine edu Euroopa esivõistlustel tõstis nad MMi eel mõistagi favoriidiseisusse. „Meie alal annavad hindeid kohtunikud, seega ei saa mitte kunagi tulemuses ette kindel olla," sõnab Gorodilov. Poolas toimunud MMil kaotati standardtantsude järel liidritele enam kui kümne punktiga, kuid Ladina-Ameerika särtsakas esitus viis lõpuks napilt, aga kindlalt poodiumi kõrgemaile astmele.

„Eeskätt tõestas MM, et vahet ei ole, kui suurest või väikesest riigist sa pärit oled või kui populaarne võistlustants sinu kodumaal on. Kõige olulisem, et meil on tantsu vastu kirg ning jätkub soovi ja tahtmist teha rohkem tööd kui keegi teine siin maailmas," usub Gorodilov, kes ei arva, et maailmameistritena saaks loorberitele puhkama jääda. „Vastupidi, elu muutus keerulisemaks. Peame veel rohkem trenni tegema, et edasi areneda ning vaatajaid ja kohtunikke uute nüanssidega üllatada," naerab ta.

Kümne tantsu esitajad peavad ühtviisi hästi etendama nii standardtantsude suursugusust kui ka Ladina-Ameerika rütmide kirglikkust. Aga just kahe stiili erinevus maailmameistreid köidabki. „Kõige rohkem võitlevad sportlased rutiiniga. Meie tegeleme treeningutel kümne väga erinäolise liikumise detailide ja muusikaga, nii et kunagi ei hakka igav ega ole tüütu," räägib Bergmannova. Ta tunnistab, et tugevamad on nad siiski Ladina-Ameerika tantsudes, millega ka MMi tiitli kindlustasid. „Küll aga ei saa me öelda, et ladina rütmid kindlasti rohkem meeldivad. Vahel on see tõepoolest nii, kuid teisel päeval naudime standardtantse märksa enam," selgitab Gorodilov ja lisab, et temal ei ole lemmiktantse. „Minul küll on – rumba ja aeglane fokstrott," lisab Bergmannova.

Ka treener Korotin, kes ise samuti just kümnes tantsus koos Kristine Eskoga Euroopa meistrivõistluste hõbeda pälvis, arvab, et terviku saab moodustada vaid siis, kui mõlemad stiilid meeldivad ja tulevad ka hästi välja. Paari jaoks on Korotin nende kõige tähtsam treener, kuigi nad töötavad värskete ideede ammutamiseks ka erinevate välismaiste juhendajatega. „Minu ja Eduardi 22-aastane edukas koostöö räägib enda eest. Ta on kasvatanud mind tantsijaks, sportlaseks ja ka inimeseks," tõdeb Gorodilov.

Riigi toetus paneb veelgi enam pingutama

Möödunud aastal tantsisid Gorodilov ja Bergmannova enam kui 50 võistlusel. Seetõttu ütlevad Eesti mees ja Tšehhi naine kui ühest suust, et nende kodu on lennujaamas. „Näiteks suvel saime mõlema kodumaal olla täpselt ühe nädala," sõnab Gorodilov. Kuid teda see ei häiri, sest tuntud Eesti vanasõna „süües kasvab isu" kehtib tantsuspordiski. Selleks, et veelgi paremaks saada, peab liikuma, õppima, võistlema ja uusi ideid otsima.

Emotsionaalseks muutis paari ka spordipreemia, mille vastuvõtmiseks tantsijad korraks Eestimaale põikasid. „Riiklik tunnustus on meile väga tähtis, sest võistlustants ei ole olümpiaala. Meie jaoks sümboliseerib tants spordi ja kultuuri sümbioosi, trenni teeme mõne teise spordiala esindajatest ehk isegi rohkem. Kui riik ja inimesed meid toetavad, jaksame kindlasti paljugi," räägib Gorodilov nii säravate silmadega, et pole kahtlustki – sellest paarist me veel kuuleme.

Kristi Kirsberg

Riiklik spordi aastapreemia tulemusliku treeneritöö eest 2018. aastal Eesti võrkpalli koondmeeskonna Euroopa Kuldliiga võitmiseks ettevalmistamisel ja Euroopa meistrivõistluste finaalturniirile pääsu tagamisel

Gheorghe Cretu

TEMPERAMENTSE RUMEENLASE JA EESTI VÕRKPALLI KIRGLIK ARMULUGU

Armuromaan võib alata igal pool, näiteks Tuneesias. Just seal oli Cretu 2014. aasta talvel Katari klubi Al-Arabiga turniiril, kui sai kõne meie võrkpalliliidu toonaselt tegevjuhilt Tarvi Pürnilt. Kuulati maad, kas rumeenlane oleks valmis Eesti koondise etteotsa asuma. Rumeenlase soovitajaks oli sidemängija Kert Toobal, kes varem Poola liigas Cretu käe all mängides juhendajaga väga hea klapi leidis.

„Mängisime Tuneesias Araabia tšempionaadil, too päev oli mänguvaba. Sain kõne ja tund aega hiljem hakkasin juba tööle, mul paluti ette valmistada plaan, kuidas Eesti koondisega hooajale vastu minna," meenutab 50-aastane Cretu, kes on kahel viimasel aastal valitud Eesti aasta treeneriks. „Minus tekkis kohe kõvasti motivatsiooni. Tegelikult jälgisin juba jaanuaris Eesti MM-mänge. Üritasime leida klubi jaoks välismängijat, hoidsime silma peal Horvaatia koondisel. Jälgisin ka eestlasi, kes mängisid MM-sarjas Horvaatiaga samas alagrupis. Helistasin siis kohe oma füüsilise ettevalmistuse eksperdile Mirko Fasinile. Ta küsis: kas sa tõesti tahad end selle projektiga siduda? Mina põlesin uudishimust, põlvkonnavahetus tundus huvitav ja see oli miski, mida ma tahtsin kohe teha."

Doha klubist lahkumine oli Cretu jaoks valutu, sest see suhe oli juba varem karile jooksnud – võrkpalli süstemaatilise arendamise asemel kuhjati seal raha lugemata kokku välismaalasi, sõlmiti isegi kümnepäevaseid lepinguid, et lihtsalt teistele šeikidele ära panna. Matše jälgis vaid paarkümmend silmapaari – kellele sa sedasi üldse mängid?

Gheroghe Cretu portreefoto autor on Robin Ristmäe, foto on pärit Eesti võrkpalli liidu kogust.

Terav kontrast Rumeeniaga

Musta mere äärsest Constanţast pärit Cretu armus Eestisse ja siinsesse võrkpalli kiirelt. Tallinnasse saabunut tervitasid ilusad kevadilmad, teotahtelised funktsionäärid, perspektiivikad noormängijad eesotsas Robert Tähe ja Renee Teppaniga, asjalik suhtumine ja mis samuti väga oluline – hea kohv!

Eesti taasiseseisvus 1991. Rumeenias toimus revolutsioon 1989, mil kommunistlik diktaator Nicolae Ceauşescu võimult kukutati. Cretu hinnangul on Eestis muutustega kiiremini toime tuldud, muu hulgas ka võrkpallis. 1980. aastal Moskva olümpialt pronksi saanud ning MMidel ja EMidel kokku üheksa korda poodiumile kerkinud Rumeenia meeskond pole pärast 1995. aastat enam finaalturniiridele jõudnud, Eesti on aga EMile pääsenud juba viiel korral.

Kuulsas Bukaresti Dinamos temporündajana tegutsenud ja Meistrite liigas esikaheksasse jõudnud Cretu proovis aastatel 2007–2008 kätt Rumeenia rahvusmeeskonna peatreenerina, kuid asi lõppes inetult. Vanu mõttemalle muuta üritanud ja mängijatele korralikke tingimusi nõudnud Cretu läks alaliiduga tülli.

Omadega kohe pundis: Gheorghe Cretu viib 22. aprillil 2014 läbi Eesti koondise treeningu, võimeldes koos mängijatega. Foto: Toomas Tatar / Postimees

Hõlma varjust: Cretu hüüab õpetussõnu nii, et ungarlased neid ei kuuleks, ja Eesti võidab 3:1. Foto: Tairo Lutter / Postimees

„Kuigi kommunism oli kadunud, valitses suhtumine, et neil on õigus kõike kontrollida ja iga asja eest karistada. Mängijatele ei loodud elementaarseid tingimusi. Vormid olid iidvanad, polnud raha korralikult süüa, linnast väljas asuvasse lennujaama ei saadetud bussi vastu," kirjeldas Cretu. Temaga sõlmitud kokkuleppeid murti ja ta lepingut ei pikendatud.

Eestis teenis Itaalia, Poola ja Venemaa liigades treenerina töötanud Cretu mängijate silmis kohe usalduse ja austuse, ka alaliit on üritanud ta soovidele alati vastu tulla. Kui Avo Keele valitsusajal oldi suvisest Euroopa liigast eemale jäädud, siis nüüd taaslülituti sinna ja see andis arengule olulise tõuke. Mängijad olid rumeenlase sõnul kui mõnus savi, mis ootas voolimist: „Miks eestlastele võrkpall sobib? Kui vaadata, kuidas Eestis on näiteks linnad ehitatud ja kuidas tänavad jooksevad, siis kõik on süsteemne. Nii ka inimesed. Eestlased on võimelised süsteemi järgima, olema osa sellest. Kohtusin siin kuttidega, kes olid valmis mind järgima, nad on süsteemsed, neil on hea haridus, nii on lihtne ehitada tiimi ja äratada ellu meeskonnavaim."

Ehk mäng on käinud suuresti Cretu pilli järgi ja tulemused on olnud head.
2014 jõuti EMile.
2015 saadi Euroopa liigas 4. ja EMil 11. koht.
2016 jõuti EMile ja võideti Euroopa liiga.
2017 saadi EMil 13. koht, võideti Maailmaliiga kolmas tugevusgrupp ja jäädi esimesena MMilt välja.
2018 jõuti EMile ja võideti Euroopa Kuldliiga.

Halvim ja parim hetk üheskoos

Kui Eesti alistas 2015. aasta EMil Horvaatia ja näitas *play-off*'is hambaid Serbiale endale, kaotades lõpuks 2:3, soovitasid sõbrad Cretul Eesti koondisega lõpparve teha. Milleks raisata aega ja talenti väikeriigi peale, mis päris tippu nagunii kunagi ei jõua? „Mitte üks või kaks, vaid ikka paljud sõbrad ütlesid: sa oled saanud sellest tiimist maksimumi kätte, lõpeta nüüd ja tee karjääris järgmine samm. Nüüd on hetk proovida midagi muud, sul on võimalik hakata treenima suuri ja tähtsaid võistkondi," avaldab Cretu. „Vaidlesin vastu: ei-ei, nad on väga noored mängijad, me oleme alles teekonna alguses ja mul on nii palju ideid, kuidas meie mängu arendada! Ja kõik ütlesid mulle: sa oled täitsa hull! Kindlasti mõjutas mu otsust see, et olin Eestis kohtunud imeliste inimestega – mängijate, alaliidu töötajate ja fännidega. See, mille oleme ehitanud, on midagi erilist."

Kuid aasta hiljem tundus, et sõpradel oligi õigus. Eesti kaotas EM-valiksarjas nii Rumeeniale kui ka Makedooniale 1:3, finaalturniirile pääsemise lootus oli ülimalt teoreetiline ega sõltunud enam üksnes meist endist. Makedooniale allajäämise järel oli Tšehhi linna Jablonec nad Nisou ülimalt kitsukeses riietusruumis täielik matusemeeleolu. „Ma usun, et meil on veel väike võimalus," ütles Cretu siis hoolealustele. „Kui seda ütlesin, tõstsid kutid pead nagu zombifilmis ja vaatasid mu poole sellise näoga, et sel tüübil pole pööningul kõik korras," jutustab Cretu muheldes.

Aga kuidagi kandus see usk mängijatele edasi. Ja oh imet – järgmisel päeval üllataski Makedoonia meile sobilikult Rumeeniat ning Eesti kloppis alagrupivõiduga juba edasipääsu kindlustanud, eelmisel õhtul mehiselt triumfi tähistanud ja viimaseks vooruks vahetusmängijad platsile saatnud Tšehhit 25:17, 25:13, 25:21. *Play-off*'is ei tekkinud Läti ülemängimisega enam probleeme ja taas oli finaalturniiri uks valla.

Cretu: „See oligi mu Eesti-karjääri halvim moment. Ja ühtlasi ka parim, sest tõusime põrgust taevasse."

Unistab EM-medalist

Kaks ei jäänud kolmandata, mullu tüüris Cretu Sinilõvid taas finaalturniirile. Kordaminekute järel on Eestis tekkinud väikestviisi võrkpallibuum. Kodustel koondisemängudel on saalid publikut täis, 2017. aasta EM-finaalturniiril Poolas ja mullusel EM-valikmängul Lätis käis omasid toetamas üle 2000 fänni ning Cretu on kaks aastat järjest valitud kõikvõimalike tublide ja teenekate juhendajate ees Eesti aasta treeneriks.

Aasta treener: 2017. aastal triumfeerib Gheorghe Cretu oma esimese Kristjaniga.
Foto: Konstantin Sednev / Postimees

Ees ootab järjekordne põnev võrkpallisuvi – Eesti läheb kaitsma Euroopa liiga esikohta, üritab murda läbi tiheda kadalipu Rahvuste liigasse ning septembris tahetakse EMil lõpuks ometi esikaheksasse murda. Rumeenlase tunded Eesti võrkpalli vastu pole sugugi jahenenud, uued noormängijad lisavad motivatsiooni ja unistusi jagub: „Tahan teha meeskonda, mis suudaks mängida täiuslikus süsteemis. Et individuaalsed oskused ei määraks mängu suunda, vaid tulemuse tooks kogu meeskonna ühine tegutsemine ja kvaliteet. Kahtlemata on treeneritel ja mängijatel veel üks eriline unistus – võita medal mõnel sellisel turniiril nagu näiteks Euroopa meistrivõistlused. Reaalne on võidelda EMil veerandfinaali koha eest, aga meie suur unistus on võita medal.“

Märt Roosna

Riiklik spordi aastapreemia pronksmedali võitmise eest triatloni pika distantsi maailmameistrivõistlustel 2018. aastal

Marko Albert

MARKO ALBERT, SPORTLIKU VALU ÜLETAMISE KUNSTNIK

Suurelt areenilt lahkumise eel tegi Eesti kuulsaim triatleet Marko Albert kaasa Ironman Tallinn 2018-l, tähtsaimal triatlonivõistlusel, mis siinmail eales peetud. Albert oli Raudmehes ehk täispikas triatlonis olnud kodurahva jaoks pigem tegelane teleekraanilt ja leheveerult. Nüüd võitles ta end jalakrampide kiuste 3. kohani ja sai teada, kuivõrd oluline kuju ta oma rahvale on olnud.

„Kindlasti ei osanud oodata, et mind kodus nii hästi tuntakse ja et sedavõrd pöialt hoitakse. Näiteks Uus-Meremaal, kus neli korda võistelnud olen, ergutatakse mind ka, aga see pole üldse võrreldav. Täiesti uus kogemus, uskumatu!“ rääkis Albert. „Sa ei saa publikuga enne lõpujoont ju suhtlema hakata, sest kogu energia kulub liikumisele. Aga abi tunned kogu aeg.“

Kolm nädalat enne Ironman Tallinnat oli Albert saanud pika distantsi MMil Taanis pronksmedali. Nii tähendas kodumaal startimine oma rahva austamist. „Olin kogu trennitsükli ehitanud üles nii, et mõlemad võistlused võimalikud oleks,“ sõnas triatleet.

Tippsuusatajast isa lapsed jõudsid ujulasse

Marko Albert sündis 1979. aastal suusakuulsasse perekonda. Isa Mati teenis kuus Eesti meistri kulda ja 13 muud medalit, võitis Tartu maratoni ning töötas kaua treenerina. Onu Meelis Albert tuli suusatamises Eesti meistriks ja lisas seitse medalit. Tähelennu tegi ta massöörina, kuuludes kolmel olümpial Kristina Šmigun-Vähi tiimi.

Marko Albert on kolmandana lõpetanud oma viimase täispika triatloni. Tallinnas!
Autor: Mihkel Maripuu / Postimees

Maria Albert on vend Marko toel Eesti ujumismeistriks tulnud.
Autor: Marianne Loorents / Õhtuleht

Marko ja kuus aastat noorem Maria alustasid ujumisest. Kui Marko lahkus spordigümnaasiumi järel triatlonisse, siis õeraas jäi alale truuks. Maria treenis 2004. aastani Tallinnas ja siis 2008. aastani Tamperes, õppides ämmaemandaks. Tema arvele jäi 36 Eesti ja 18 Soome naistekulda.

Õe-venna enesepiitsutamise võimet ja teineteise toetamist ilmestagu üks ühine võit. See saadi 2006. aasta sügisel, kui Maria kohtus Eesti 800 m vabaujumise finaalis Jelena Petrovaga. Too lapstäht oli seda ala kodus jagamatult valitsenud ja 2004 isegi olümpial võistelnud. Petrova oli vääramatu favoriit, kuid Maria hakkas vastu.

Uskumatu kuld, mis sündis õe ja venna koostöös

Kord oli tiba eespool üks, kord teine. Viimaseks sajaks meetriks sättis Petrova end kehapikkusse eduseisu, võitja tundus selge olevat.

Triatlonist Marko Albert oli äsja Uus-Meremaal New Plymouthis MK-etapil teiseks tulnud. Ta jõudis õde ergutama. Marko basseinipervel joostes, vehkides ja karjudes ning Maria vees langetatud päi spurtides, jõudsid Albertid Petrovale kõrvale. Maria käsi laksas lõpuseinale pisut varem!

Õhtulehes seisab reportaaž.

„Kaldal varises Maria istuma, hoides kahe käega kõhtu.

Marko tormas kallistama.

„Nüüd sa näed, mida see tähendab – kui paha on olla," naeratas triatloniproff hellalt.

Tahtejõuline õde kergitas pead, silmad aukus: „Kogu kõht on valus."

Marko lohutas: „Pole viga, juba homme võistled jälle."

Ta laotas suure käteräti õe õlgadele.

„Ei, ma ei näinud ega kuulnud Markot. Ma ei teadnud, kus ta on," rääkis Maria katkendlikult.

Vend muigas: „Eks ma jooksin ja hüppasingi rohkem iseenda pärast."

Ta lisas õe pead silitades: „Pealegi oli sul seks ajaks juba pilt udune."

„Aga ma teadsin, et Marko on kohal!" ütles Maria. „Muidugi suutsin nõnda pingutada tänu tema kohalolekule."

Maria ajas end oiates püsti, hoides ikka kõhtu.

„Ma ei muretse õe pärast, valu läheb varsti üle, kõik saab korda. Olen seda palju kordi kogenud," sõnas vanem vend. „Tegelikult on see hea, kui suudad end sedasi tühjaks pingutada. Võidelda vapralt, alla andmata – see on suurepärane!"

Ta ütles, et Maria soojemad riided selga paneks."

Marko Albertil oli õigus: Maria sai superpingutusest kiirelt üle ja järgmise päeva 400 m vabalt võitis Petrova ees juba kindlalt.

Juhanson nimetab kaaslast Eesti triatloni suurkujuks

Marko Albert ujus end Reet Männiku käe all Eesti kuni 16-aastaste liblika ja kompleksi suverääniks. Aga tulemused ei paranenud loodetud hooga, ka üleminek Liina Oksa gruppi ei toonud arenguhüpet. Püsimine Eesti paremikus ei rahuldanud.

„Marko oli lapsena eakaaslastest üle, sest oli treenerist isa käe all varakult kehaliselt kangeks kasvanud," meenutab Liina Oks. „Minu juurde tuli ta gümnaasiumipoisina selgelt suure tahtmise ja sihikindlusega. Ta oli aeroobselt väga hea, vastupidav, jooksus tugev. Lisaks rahulik ja südamlik. Kuid ujumises tuli piir ette, samas sain aru, et ta peaks ujumist ja jooksu liites veel midagi lisama. Triatlon? Marko ise tahtnuks veel ujujana jätkata, aga rääkisin triatlonitreeneri Jüri Käeniga."

Jüri Käen, kes on juhendanud kõiki meie viimaste kümnendite parimaid triatleete, oli juba varem Albertit jälginud. Sportlane ise kirjutab oma blogis: „Treener on alati minu jaoks väga tähtis olnud. Minu koostöö Jüri Käeniga on olnud suurepärane. Ma usaldan oma treenerit igas asjas ja see tagab hea koostöö."

„Kui sul on pühendunud sportlane, kes teeb keskendudes ja kaasa mõeldes kogu nõutu, pingutab treener veel rohkem, maksimaalselt. Teisiti talitada oleks kuritegelik," kostab Käen.

Jõudnud triatlonisse sügisel 1997, krooniti Albert juba uuel suvel Eesti kuni 20-aastaste meistriks – kaks kuud pärast jalamurdu!

2000. aastal tuli ta kuni 23-aastaste EMil kuuendaks. Eesti olümpiadistantsi (1,5 km ujumine, 40 km rattasõit, 10 km jooks) meistrivõistlustel Pühajärvel tuli Albert hõbedale, kaotades kolm aastat vanemale trennikaaslasele Ain-Alar Juhansonile viie minutiga. Järgmisel suvel võttis ta Viitnal revanši, lõpetades Juhansonist üle kolme minuti varem.

„Marko andekus tähendab tohutut töökust ja pühendumust, tema sihikindlusega kaasneb analüüsivõime. Ta õppis paari aastaga peaaegu nullist korralikult ratast sõitma!" tunnustab Juhanson, nimetades Albertit Eesti triatloni suurkujuks.

Kaks olümpiastarti enne raudmehekajääri

Kodune võim võetud ja kuni 23-aastaste MMi 10. koht käes, käis 189 cm pika atleedi isu juba olümpia järele. Kruttides kaks aastat mööda laia ilma, jõudis Albert kuuel MK-etapil esitosinasse. Parimal juhul, Rio de Janeiros 2004, astus meie mees teise koha eest pjedestaalile – prantslane Cedric Deanaz edestas teda vaid seitsme sekundiga. „Sain usu, et suudan oma ala kõrgeimal tasemel teha!" juubeldas Albert.

Kogunes ka ebaõnnestumisi, näiteks Madeira MMil sattus Albert rattaavariisse. Olümpiaks vajalikke punkte ta kokku ei saanud. Samas lendas südi võitleja poole päästerõngas, ta sai olümpiakorraldajailt nn *Wild Card*'i. „Muidugi olnuks parem esiuksest Ateenasse marssida, aga praegu olen tagauksega kah rahul," lausus Albert suurte sõnadeta.

Ateena mängudel oli Marko Albert ujumises korraks isegi liider. Ratta- ja jooksuraja põrgukuumuses langes ta küll tahapoole, kuid 21. koht tähendas 29 mehe edestamist. Hästi!

Järgmine olümpiatsükkel läks vastupidi. Vaatamata vigastustele, tõsistele haigustele ja rängale rattakukkumisele täitis Albert viimasel tunnil normi. Ent

Pekingi jooksurajal vajus ta ära, lõpuks 41. kohale. Otsustavaks sai kuus päeva enne võistlust rünnanud toidumürgistus.

Kümme aastat triatlonimaailma kõrgeimas sfääris

Sügisel 2008 oli Albert 29-aastane. Otsus minna üle pikematele distantsidele ja püüelda kuninglikule Hawaii Ironmanile oli küpsenud. Paar aastat kulus hoovõtuks ehk jalalõikusteks ja -raviks ning poolpikkadeks triatloniteks – neist Austinis 2010 tuli Albert teiseks.

Siis, 3. juulil 2011 tegi Albert Ironman Austria-Kärntenil otsa lahti. 3,8 km ujumisele, 180 km rattasõidule ja täispikale (42,195 m) maratonijooksule kulus 8 tundi, 8 minutit ja 17 sekundit ning kolmas koht avas igasuguse kahtluseta tee Hawaiile, Kailua-Konasse. Sealsetes keerukates oludes tuli debütandi 13. kohta ootuspäraseks pidada.

2012. aastal tegi Albert puhta töö Hawaii peaproovil, Wisconsini poolpikal Ironman Racine'il. Paraku oli üleväsimust kogunenud sedavõrd, et Hawaii-võistlus nurjus täielikult.

2013. aasta kolmest Ironmanist tõi kevadine Uus-Meremaa teise, suvine Šveits viienda ja sügisene Hawaii 16. koha. Viimasega oli Albert üsna rahul, sest läbis maratonijooksu ülirasketes tingimustes alla kolme tunni.

Ateena 2004. Esimese Eesti triatleedina olümpial. Foto: Raigo Pajula / Postimees

Kahe kümnendi pikkuse triatlonikarjääri tipphetk: Marko Albert triumfeerib New Zealand Ironmani lõpujoonel.
Foto: Darryl Carey

Elu esimese ja viimase Ironmani võidu sai Albert 2014. aasta 1. märtsil Uus-Meremaal. Sel taustal tundis ta Hawaii 19. koha üle pettumust.

Karjääri parima Ironmani-hooaja tegi Albert enda meelest 2016. aastal. Aafrika lahtistel meistrivõistlustel LAVis sai ta pronksi ja EMil Frankfurdis oli neljas. Hawaiil oli ta lähedal suurele esiküm-neunistusele, kuid andis jooksus kohti käest ja sai 14. koha.

Alberti kaks viimast triatlonihooaega polnud iseenesest halvad. Uus-Meremaalt tuli neljas ja Frankfurdi EMilt seitsmes koht karjääri parima ajaga 8:04.08, väärt oli poolpika Victoria võistluse võit. Selle aasta tulemustest oli juba juttu.

Kuidas maailma triatloniboss eestlasele toidukoti viis

„Jah, eks vananedes aeglustub taastumine ja vigastustest paranemine ka, aga see polnud loobumise peamine põhjus. Ka abikaasa Kai ning laste Evamaria, Markuse ja Hannelorega olime elurütmi paika saanud – lahusolekud polnud liiga pikad. Tundsin lihtsalt, et mul pole enam midagi anda, et triatlonis on kõik juba olnud, kõik justkui tehtud," arutleb Albert.

Nooreks pensionäriks ta ei hakanud, vaid treenib oma ammuse klubi 21.CC all tosinat 10–13aastast poissi ning veidi vanemate sama suurt rühma, mille panid kokku mitu klubi. „Noortega olen leebem," muheleb Albert. „Samas on suurematega selge jutt – kui nende suhtumine poleks õige, ei harjutaks nad mu juures. Tean, et meie ala ei saa poole vinnaga teha."

Kihutab Uus-Meremaal suure võidu poole. Foto: Darryl Carey

Kunagi arvas Albert, et jääb karjääriga rahule, kui Hawaii Ironmanil esikümnesse jõuab. Tegelikkuses piirdus ta Ain-Alar Juhansoni kombel 13. kohaga. „Hawaiiga seoses olen endaga vaherahu teinud. Tean, et kui ma poleks 2016. aasta võistluse eel pidanud ootamatult kolm viimast nädalat korraliku massaažita olema, täitunuks unistus. Hea, et suutsin maailmatriatloni tormiliselt tõusvas laines kaks kümnendit püsida!“

Raudmees Alberti karjääri vapustavaim päev oli ikkagi see 1. märts 2014, mil ta võitis Ironman New Zealandi. „Liikusin hästi, aga korraga oli kõik vastu taevast minemas, kui vabatahtlikud ei suutnud mulle rattatrassil õiges kohas toidukotti üle anda. Vihastasin ja panin auru juurde, rebisin teistest lahti, kuigi ei teadnud veel, miks. Toiduta olnuks ma kadunud mees. Kümne kilomeetri pärast kerkis mu kõrvale mootorratas, millel istus World Triathlon Corporationi boss Andrew Messick. Ta oli mu äpardust näinud ja tõi toidukoti isiklikult kätte.“

Gunnar Press

Riiklik spordi aastapreemia tulemusliku töö eest UEFA jalgpalli superkarika 2018. aasta finaalmängu korraldamisel Tallinnas

Aivar Pohlak

AIVAR POHLAK – MAKSIMALIST, IDEALIST JA PEHMO

Ühel Eesti jalgpalli liidu juhatuse koosolekul põikas jutt korraga pehmode peale. Millele Aivar Pohlak veidi ootamatult ja tuliselt reageeris, väites, et Eesti ühiskonnas on pehmost saanud justkui sõimusõna, kuigi tegelikult on vastupidi – mehed peavadki tundelised olema ja seda ka välja näitama. Muu hulgas ütles Pohlak ka – mina olen täielik pehmo, mulle meeldib kodus perega olla, armastada.

Jalgpalliliidu töötajad teavad, et koosolek kestab seni, kuni see on saanud loogilise lõpu. Selle hinnaks on sageli Pohlaku hilinemine järgmisele kohtumisele. Saaremaal elava Pohlaku kohtumiste kalender on aasta jagu ette planeeritud. Nädalas on kindlad päevad, mis mööduvad Tallinnas täis tegevusi. Õhtuks sõidab mees alati koju. Põhimõtteliselt.

„Juhtimisprotsessis on Pohlak avatud ja konsensusdemokraatlik," räägib 2004. aastast Aivar Pohlaku kõrval jalgpalliliidus töötav avalike suhete juht Mihkel Uiboleht. „Ta laseb alaliidu töötajatel vabalt tegutseda: laseb neil minna oma rada ja lubab eksida. Ta lähtub tõdemusest, et kui inimene on palgatud, peab talle andma võimaluse. Kui inimene ei saa oma töös ise otsustada, ei saa tal tekkida ka vastutust. Samas võib Pohlak jõuliselt reageerida siis, kui asjad on vastu inimlikke väärtusi selgelt rappa läinud. Meie kodust tippjalgpalli puudutavates küsimustes räägib ta isiklikult kõigi kümne klubiga ja toob nende arvamuse juhatusse. Ta püüab leida konsensust ja kui mõne küsimuse puhul on hääled näiteks 8:2, siis üritatakse ka kahele vähemusse jäänule asi vastuvõetavaks teha, lülitades kokkuleppesse neile olulisi punkte. Pohlak ütleb, et ka vastu olevate klubide ettepanekutes on oma iva, ja tahab, et vastu võetud otsuste puhul oleks kõik klubid ära kuulatud ja kaasatud."

A. Le Coq Arenal algab UEFA Superkarika mäng Madridi meeskondade Reali ja Atletico vahel. Kätlevad Reali ja ka Hispaania koondise kapten Sergio Ramos ning Eesti vutijuht Aivar Pohlak. Foto: Martin Ahven / Õhtuleht

Innustub väikestest asjadest

Aivar Pohlaku idealism ja maksimalism on tuntud. Ta on öelnud: „Sa pead olema unistaja, et seada endale siht; lihtsameelne, et asuda sihi suunas teele; sinus peab olema jõudu ja usku teel püsimiseks; ja sa pead saama teel targaks, et jõuda kohale."

„Jalgpalliliidu tegevuse puhul on ta, vähem või rohkem naljaga pooleks, sõnastanud eesmärgi, et me ei tohi saada ainsatki negatiivset interneti-kommentaari," toob Mihkel Uiboleht näite. „See on ilmselgelt saavutamatu, aga iseloomustab Aivarit väga hästi – elu käib läbi ideaalide sõnastamise. Ta on kusagil öelnud, et tema eeskuju on Jeesus Kristus, kuigi ta pole ise usklik. Sellest eeskujust tuleneb tolerantsus jms, aga ka juhi ja teenäitaja roll, mida ta peab oma missiooniks."

„Tal on suur õiglustunne ja vahel viskub ta esimese info peale barrikaadile, et kedagi kaitsta," lisab Uiboleht. „Kui selgub, et info oli mittetäielik, võib ta

Tartus avab uksed esimene jalgpallurite sisehall ja selline asi teeb Aivar Pohlaku rõõmsaks. Foto: Margus Ansu / Postimees

põdeda, et tegi oma reageeringuga haiget kellelegi teisele. Aivari näitel tuleb hästi välja, milline on sõna jõud. Tema sõnal on suur mõju – kiitus võib inimesele anda tiivad, teda julgustada; aga ka vastupidi – kriitika võib inimesele mõjuda kainestavalt või lausa rusuvalt."

Pohlak tahab kursis olla meie jalgpallielu kõigi tahkudega, ka näiliselt vähemtähtsad rindelõigud on talle olulised ja inspireerivad. Tiheda tempo juures on käsil palju asju korraga ja kõike saadab suur emotsionaalsus. Ta osaleb igal aastal Eesti jalgpalli mälumängu ja täringujalgpalli meistrivõistlustel ning lööb kaasa ajakirja Jalka kolleegiumitöös.

„Ta võib innustuda pealtnäha väikestest asjadest, aga tal on oskus need killud tervikuks siduda," räägib Uiboleht. „Ta teeb asju silmade põledes ja kuna ta on kogu aja tegevuses, siis pole tal mahti tunda rahulolu, et vaat kui kõva mees ma olen. Üks asi saab valmis, kohe tuleb järgmine peale. Tema energia on lõppematu."

Ehitas oma rahaga rahvusstaadioni

Pohlakule määrati riiklik spordi aastapreemia selle eest, et ta tõi UEFA (Union of European Football Associations) Superkarika mängu A. le Coq Arenale. See oli jalgpalli kingitus Eesti riigi 100. aastapäevaks. Nimetatud staadioniga on Pohlakul lähedane side – see rajatis on tema laps. Iga suurema spordiareeni ehitamise taga on konkreetsed inimesed, kelle järjekindel tegevus veenab riiki või erasponsorit avama rahakotirauad. Rahvastel üle maailma on oma riiklik kunstimuuseum, ooperi- ja kontserdihoone, raamatukogu ning palju muid esindusrajatisi. Nende hulgas rahvusstaadion ja tänapäeval ka jalgpalli

rahvusstaadion. Neid rajatakse rahva rahaga ja need kuuluvad rahvale. Lillekülas asuv jalgpalli rahvusstaadion kuulub mittetulundusühingule Eesti Jalgpalli Liit, aga lõviosa ehitati valmis Tallinna FC Flora ehk Pohlaku isikliku raha eest. See on sama, kui eraisik ehitaks oma raha eest Eesti rahva muuseumi, Estonia teatrimaja, rahvusraamatukogu või kunstimuuseumi Kumu.

Jalgpalli ja spordijuhtide, jalgpalli ja ühiskonna eliidi ning jalgpalli ja spordimeedia ühe osa keerulised suhted nullindatel ei lasknud sel erakordsel asjaolul välja paista. Mõistmatust esineb siiani. Seda peegeldas meedias puhkenud meelepaha valitsuse otsusele eraldada viis miljonit eurot Lilleküla staadioni lõpuniehitamiseks, mis oli vajalik selleks, et oleks võimalik võõrustada UEFA Superkarika mängu. Jalgpallil on Eestis enam harrastajaid kui korvpallil, võrkpallil, käsipallil ja jäähokil kokku, aga isegi suure osa spordiajakirjanduse jaoks on enesestmõistetav, et erinevalt teistest alaliitudest peab jalgpall oma taristu rajamist ise rahastama. Üle Eesti peavad tuhanded noored leppima kitsaste treeningutingimustega ja ülekoormatud väljakute tõttu ebamugavate treeninguaegadega. Eriti raske on olukord talvel.

Kõik see tähendab Pohlaku jaoks, et töö ei saa kunagi otsa. Vastutuult liikumine on talle harjumuspärane. Ta on seda eluaeg teinud, eriti üheksakümnendatel pidi ta taluma meedia halastamatut kriitikat. Pohlak oli püsivalt skandaalide keskmes, mis sel ajal tõid NSV Liidu anneksiooni tõttu põlu alla sattunud jalgpallile palju tähelepanu, aga töötasid pikas perspektiivis jalgpalli kasuks.

Rahvas ja jalgpallisõbrad on Aivar Pohlaku tehtu suurusest ammu aru saanud. Tal on jalgpallikogukonna tunnustus ja tugi. Jalgpalli sõltumatus ja distants Eesti spordi juhtorganitest pole tulnud kasuks Pohlaku teenete tunnustamisel riiklikul tasemel. Madridi Reali ja Madridi Atletico staarmängijate abiga õnnestus seda lõhet vähendada. Riiklik preemia on selle kinnituseks.

Indrek Schwede

RIIGI KULTUURIPREEMIAD

KULTUURIPREEMIATE LAUREAATIDE TUTVUSTUS

Kultuuriminister Indrek Saar

Kultuuri elutööpreemiad

Esimene laureaat on peaaegu 50 aastat kuulunud Eesti olulisemate ja armastatumate lastekirjanike, luuletajate ja laulusõnade autorite hulka. Tema teostega on üles kasvanud mitmed põlvkonnad, tema luuletuste viisistused on kõlanud kümnete tuhandete koorilauljate esituses paljudel laulupidudel. Kokku on temalt ilmunud ligi 90 värsi- ja proosaraamatut ning tema loominguline jõud ja võime eri žanrites kirjutada ei näita mingeid raugemise märke. Mul on au üle anda riiklik kultuuri elutööpreemia kirjanik **Leelo Tunglale**.

* * *

Ka järgmine elutööpreemia laureaat kuulub olulisemate ja silmapaistvamate Eesti kirjanike hulka. Ta panustab Eesti ühiskonna võtmeprobleemide lahendamisse, olles parim näide sotsiaalselt aktiivsest intellektuaalist, on tema kohta öeldud. Tema teostes on igaviku mõõdet, tõusmist ajast ja ruumist kõrgemale, maailma seostevõrgustiku teravat nägemist ja väga suure kirjaniku hingust. Mul on au üle anda riiklik kultuuri elutööpreemia kirjanik **Viivi Luigele**.

* * *

Meie tänavune kolmas laureaat on aastakümnetepikkuse loominguga innustanud Eesti inimesi mõistma ja hindama loodusväärtusi ja oma elukeskkonda. Tema tugev sisendusjõud on paelunud nii tema kuulajaid kui ka lugejaid. Eestis on väga palju inimesi, kes võivad öelda, et nende vaimuelu üheks suuremaks mõjutajaks on olnud just tema – mees looduse ja kultuuri ristteelt. Ta on maailma mõtestaja, kes on kinkinud meile tarkust ja eluvaimustust. Üks meie aja suurmehi – nagu on tema kohta öeldud. Mul on au üle anda riiklik kultuuri elutööpreemia loodusemehele ja mõtlejale **Fred Jüssile**.

* * *

Riiklikud kultuuri aastapreemiad

Näitus „Michel Sittow. Eesti maalikunstnik Euroopa õukondades“ kujunes rahvusvaheliseks suursündmuseks ning tõi enneolematult suured külastajate hulgad ka meie kunstisaali. Mul on au anda riiklik kultuuri aastapreemia näituse ning sellesisulise raamatu koostamise eest kuraator **Greta Koppelile**.

* * *

Nende looming annab uuele kunstnike, arhitektide, disainerite ja kunstiteadlaste põlvkonnale uue kodu ja näo, värske hingamise. Eesti kõrgemale kunstiharidusele tuksumise tagasi andnud maja tabab kooli vaimsust. Hoone kohta on öeldud, et see avab omaette peatüki Eesti moodsa arhitektuuri ajaloos.

Majad lihtsalt ei ole linnas, vaid teevad seda. Meie elukeskkond on meie kultuuri kandja. Meie koolimajad on tuleviku kultuuri kandjad.

Mul on au anda üle riigi kultuuripreemia Eesti kunstiakadeemia uue hoone autoritele, Kuu arhitektidele **Eik Hermannile, Joel Koplile, Koit Ojaliivale ja Juhan Rohtlale**.

* * *

Tänu tema väga viljakale ja hoogsale loomeaastale on paljudes Eesti lavastustes näitlejate sammud laval kindlamad, liikumisjoonised tuumakamad ning kogu lavastustervik rikkam. Ta jõudis anda oma panuse rekordiliselt 13 lavastusse, neist neli olid EV100 teatriprogrammi „Sajandi lugu“ koostöölavastused. Ja selle kõrvalt olla jätkuvalt Fine5 tantsutrupi liige. Mul on au anda riiklik kultuuri aastapreemia koreograaf **Olga Privisele**.

* * *

Näitusega „Üks kuu Kanadas“ kõnetas paljudele eesti peredele tuttavat traagilist paratamatust lahusolekust ajaloo eri poolustel kunstnik **Marko Mäetamm**, kellele mul on rõõm anda üle riiklik kultuuri aastapreemia silmapaistva loomingulise tegevuse eest eelmise aasta jooksul.

* * *

Ta on andekas meister, kes suudab uutviisi elama ja särama panna nii Kalevipoja, Paunvere poisid, Haapsalu Valge Daami kui Eesti metsa. Ta on loonud lummavaid ja meeldejäävaid lavakunstilisi terviklahendusi nii tillukestes kui avarates teatri- ja kontserdisaalides. Mul on au üle anda riiklik kultuuri aastapreemia kunstnik **Kristjan Suitsule**.

KULTUURIPREEMIA LAUREAADI SÕNAVÕTT

Leelo Tungal

Vahetevahel kokku tulla, üksteisele silma vaadata …

Austatud akadeemikud, lugupeetud vaimu- ja võimukandjad, armsad laureaadid, head kokkutulnud!

Mul on au tänada tänavuste elutööpreemia saajate poolt nii Eesti Vabariiki kui ka kõiki asjassepuutuvaid inimesi.

On suur rõõm elutööpreemiat saada, kuid parema meelega nimetaksin seda hoopis eluTEEpreemiaks, sest meie eluteel on palju töid veel tegemata, mõtteid üles tähendamata ja teemasid lahti kirjutamata.

Nominentide nimekirja lugedes võis öelda, et kultuuriinimesi, kes pälvinuksid seda auhinda, on rohkesti, ja ega nimistusse kõik silmapaistvad vaimutöö tegijad mahtunudki.

Näib, et täide on läinud Jakob Hurda mõttetera: „Kui me ei saa suureks rahvaarvult, peame saama suureks vaimult!“ Suurvaimudest meil puudust ei ole!

Tegelikult pole meil kui väikerahval kunagi olnud puudust ka probleemidest, sest pole ju kerge ülal pidada suurt hulka vaimsete väärtuste loojaid ja kasvatada uusi kultuuritegijate põlvkondi. Ilma noori ja lapsi kaasa tõmbamata ei jääks aga kultuur kui protsess toimima!

Kultuur ei ole uhke kreemitort, mille on valmistanud virtuoossed pagarid ja millest saavad osa ainult üksikud valitud inimesed – kultuur on elav ja pidevalt toimiv protsess, milles osaleb kogu rahvas. Ega asjata öelda, et luuletaja pole mitte ainult see, kes luuletusi kirjutab, vaid ka see, kes luulet loeb ja endasse võtab, ning muusik pole ainult helilooja või interpreet, vaid ka heliteoseid nautiv kuulaja.

Emad-isad enam eriti heinamaal ei käi, rääkimata sinna hälli kaasa võtmisest, nii et laste juhtimine kirjanduse, muusika, kunsti ja kehakultuuri juurde on saanud peamiselt õpetajate kohustuseks – nagu paljud muudki ülesanded. Pole kultuuri ilma hariduseta, pole haridust ilma kultuurita. Teadagi on nutiseadmetest saanud raamatutele võimsad konkurendid, kuid olles ligi 25 aastat teinud ajakirja Hea Laps, mis avaldab prioriteetsena just laste loomingut, olen kokku puutunud nii paljude heade õpetajate ja andekate lastega, et ei jaga peaministri arvamust uues põlvkonnas

kultuurihuvi ja loovuse puudumise kohta. Tuli ette ka kummalisi kokkupuuteid: näiteks tõi vene keelt kõnelev ema kaasa oma 11-aastase poja, kes oli äkki hakanud kirjutama eestikeelseid luuletusi, millest vanemad midagi aru ei saanud. Poiss ise põhjendas oma tahtmist just eesti keeles luuletada sellega, et ta eesti keele õpetaja on huvitav inimene. Saša, kelle ema on ukrainlane ja isa Volga sakslane, kirjutas tõesti toredaid värsse, muuhulgas sellised read:

Seisab mere ääres
Päiksekiirte all
Minu väike Eesti
Nagu särav pärl.

Mõne aasta pärast tõlkis ta juba lasteraamatuid ja gümnaasiumi jõudes Jaan Krossi novelle…

Jah, lapsed on praegu veidi teistsugused kui varem: nad ei taha enam kirjutada kirjandeid (või esseid, nagu neid praegu nimetatakse), mis algavad looduskirjeldusega ja lõpevad nentimisega: „Koju jõudes olime väsinud, kuid õnnelikud“, sest neile meeldib fantaseerida ja veidike ka ironiseerida: näiteks anda oma muinasjututöötluses Lumivalgekesele võõrasemaks kuri beib, kelle kasutuses on tänapäeva meediakanalid, ja printsi asemel tuleb mängu geeniteadlane, kes saab kangelannat ikka ja igavesti uueks kloonida.

Ühes tavalises, üldse mitte pingerea esiotsa kuuluvas Tallinna koolis lastele poola poeedi Julian Tuwimi värsse lugedes hakkasin mõtlema, kas algkoolis ikka teatakse, kes on Kopernik, kellest oli ühes luuletuses juttu. Küsisin neilt seda – ja kohe tõstis üks pisike prillidega poiss käe: „Kopernik oli esimene teadlane, kes tunnistas heliotsentrilist maailmasüsteemi!“ Suu imestusest lahti vajunud, küsisin poisilt: „Mis klassi poiss sa oled?“ – „Esimene e!“ kõlas vastuseks.

Muidugi ei tea kõik esimeste klasside õpilased, kes oli Kopernik, ja kõik vene koolide lapsed ei kirjuta ka eestikeelseid luuletusi, ning jagan pedagoogide muret selle üle, et eesti poistes on kadumas huvi edasiõppimise vastu: aina vähem poisslapsi jõuab kesk- ja kõrgkoolidesse. Tänavune Wiedemanni preemia laureaat, professor Krista Kerge leiab oma Postimehes (19.II 2019) avaldatud artiklis „Kehvemad koolid või kehvem sugu“, et koolid ei oska anda lastele soost sõltumata võrseid võimalusi. Peamine on muidugi see, et probleeme märgatakse ja neile lahendust otsitakse, kuid minule meenus miskipärast Lydia Koidula täitumata unistus – luua siin Eestimaal üks eestikeelne ja -meelne tütarlastekool… See unistus ei tekkinudki teab kui ammu, ikka selle meie esimese üldlaulupeo paiku, mille 150. aastapäeva eeloleval suvel tähistame. Meenutagem sedagi, et kuigi Tartu laulupeol oli eeskavas kaks Koidula tekstile kirjutatud Kunileiu laulu, ei tohtinud autor kui naisterahvas lavale minna – seal võisid ette

astuda vaid meeskoorid… Ma ei taha sellega öelda, et tegu on saatuse kättemaksuga meessoole, vaid nentida, et probleemid ei kao, vaid muudavad oma kuju ja olekut.

2019. aasta on meil kuulutatud eesti keele aastaks. Teadagi räägiti eesti keelt varasematelgi aastatel ja räägitakse ka tulevikus, aga ikkagi on meeldiv, et meie emakeelele pühendatakse tänavu veidi rohkem tähelepanu. Kui me poleks läbi keeruliste aegade osanud säilitada oma emakeelt ja kultuuri, siis poleks Eesti Vabariik saanud ju taas sündidagi.

Meie emakeel on ilus, rikas ja aina arenev, ning nii siinseid kui ka paljusid piiritaguseid eesti koole külastades olen kohtunud heade ja energiliste õpetajate ja püüdlike õpilastega, keda hoitakse kursis ka praegusaegse eesti kirjandusega. Kurb muidugi, et nii palju eesti lapsi elab praegu kodumaast eemal, aga see, et nad – oma vanemate soovil – eesti keelt õpivad, annab vähekegi lootust, et kunagi pöördutakse siia tagasi. Luksemburgi 2. Euroopa koolist, kus õpib üle 50 eesti lapse, on kuuldavasti juba mitu lõpetanut asunud õppima Tartu ülikooli. Sinisilmseid ja valgepäiseid Tammaru Marisid on praeguste eesti laste seas küll üsna vähe, aga ühtviisi huvitav oli emakeeles vestelda nii Toronto poisi Jaak Hemingway kui ka õismäelase Kristjan Jaak Ivanoviga. Loodetavasti jõuavad mõlemad sel suvel laulupeolavale. Ja tunnevad nii, nagu luuletas eelmise laste laulupeo eel Tartumaa poiss Jürgen Kukk:

Eestimaa on mulle kallis,
tunnen end kui turvahällis.

Jah, pärast märtsikuiseid valimisi, mil valitsevad poliitilised kired, mille mõjul meie väike rahvas jaguneb mitmesse lehte, saabub laulupeosuvi, mis küllap meid jälle ühise laulukaare all ja lauluväljakul kokku liidab. Kultuur on see, mis ühendab inimesi, ühendab rahvast, ühendab rahvaid.

Nagu ütles Anton Hansen Tammsaare: „Aga vahetevahel kokku tulla ja üheskoos mängida, mida võiks rahvas ilusamat! Isegi kasulikumat! Tulla, üksteist näha, üksteisele silma vaadata, tunda, et kuulute kokku töös ja mängus, elus ja surmas, mida tahate veel!“

Riigi kultuuri elutööpreemia pikaajalise väljapaistva loomingulise tegevuse eest

Viivi Luik

VIIVI LUIK. SÕNA VÄE VALDAJA

Viivi Luik „sööstis eesti kirjandusse kui komeet ja kohe küpse autorina“. Nii on tulevase kirjaniku tähelendu iseloomustanud literaat Tiia Toomet, meenutades, kuidas ajakirja Pioneer toimetajad käisid 1962. aastal tema pool kodus kummutamas kahtlusi, kas luuletused pole äkki mõne täiskasvanu kirjutatud.

Viivi Luik teadis juba lapsena, et tahab saada nimelt kirjanikuks. Sõna sisaldas talle mingit seletamatut ja kirglikku saladust – nii on kirjanik ajakirjale Looming rääkinud.

„Tajusin sõna jõudu juba siis, kui ma ise veel lugeda ei osanud ja vanaema mulle piibliraamatut ette luges. Kui ise lugema õppisin, siis taipasin, et sõna abil võib luua terveid maailmu. Sest sõna läbi loodud maailm hakkab elama alles siis, kui need sõnad väljendavad üheainsa inimese väga isiklike elamuste ja kogemuste kaudu teiste salajasi elamusi, kogemusi, mõtteid,“ meenutab kirjanik.

Debüütkogu ilmus 1965. aastal kassetis „Noored autorid 1964“ koos Jaan Kaplinski, Hando Runneli, Ly Seppeli ja Lehti Metsaalti kogudega. See oli luulevihik „Pilvede püha“, mis koondas luuletusi aastatest 1961–1963.

Kirjandusilma imelaps

„*Ja lõhnab angervaks / ja tulilill /ja ohakas. / On hilissuvi, on hilissuvi / ja pihlapuus on marjakobar / ja männikus / on kanarbik. / Ja seda suve / ei tule enam, / ei tule enam / seda suve*“

Viivi Luik: „Esimene tekst, mida ma ei häbene, on luuletus „Hilissuvine“. Tekst on kirjutatud 1962. aasta varasuvel, kui olin viiesteist. Just tänu sellele tekstile valiti mu luulekogu käsikiri paljude teiste seast välja kassetis avaldamiseks. See oli nii noore inimese jaoks suur saatusepööre. Aga ka mu ainuke võimalus. Ma ei tea, mis oleks saanud, kui mu käsikirja siis välja poleks valitud. Peab saatusele tänulik olema!“

Saatus oli ette näinud hoogu ja produktiivsust. Ta luulet hakkasid avaldama Säde, Pioneer, Noorte Hääl, Edasi, Noorus ja Looming. Viivi Luik tõusis kirjandusilmas imelapse staatusesse. Tekstid paelusid ka heliloojaid ja mitmetest luuletustest said laulud. Kogusid hakkas ilmuma iga paari aasta järel. Tiia Toometi

sõnul liikus Viivi Luige areng ja temaatika „/---/ tundlikust looduslüürikast üha enam nüüdisaja ahastavate asjade ning inimese/kirjaniku isikliku vastutuse poole, saavutades viimastes kogudes lausa hingelõikava teravuse ja täpsuse“.

Viivi Luige sõnul teadis ja tundis ta, et tal on pikk tee käia, jõudmaks selleni, mis temas sõnalist väljendust otsis. „Ma ei kirjutanud mitte selleks, et teised mind kiidaks, vaid selleks, et väljendada seda üht ja ainsat inimesekogemust, mida ainult mina võisin väljendada,“ rääkis ta Eesti Päevalehe ajakirjanikule.

„Seitsmes rahukevad“

Kui imelapsest luuletaja Viivi Luike võrreldi eesti luuleilmas komeediga, siis tõelise kraatri kirjandusmaastikul tekitas astumine proosakirjandusse. Jutustusega „Salamaja piir“ debüteerinud ja lastele jutte kirjutanud Viivi Luik avaldas aastal 1985 romaani „Seitsmes rahukevad“, mis muutus lugejate seas kultuslikuks ja noppis rea kirjandusauhindu. Kriitikud ruttasid seda nimetama vähemalt kümnendi teoseks, ühe põlvkonna kreedoks jne.

Oli aeg, mil hakati rääkima nn valgetest laikudest ajaloos. „Seitsmes rahukevad“ käsitles sõjajärgsete aastate vaesust ja valu, paradokse ja lootusi. See on lugu ajast ja lapsest, kus viimane avastab sõna jõu ja mõju.

Lapselik mõttemaailm sobis mingis mõttes kõige paremini stalinistliku ajastu kujutamiseks, mida iseloomustas „lapselik naiivsus, valelik-pateetiline optimism ja julm helgus“, nagu märgib Tiia Toomet.

Eestlased lugesid ja loevad endiselt „Seitsmendat rahukevadet“ ennekõike kui ajalooromaani. Viivi Luik on avanud teise tahu, öeldes: „Rootslased, sakslased ja inglased on leidnud sealt iseendid Igavese Lapsena, olenemata ajast ja kohast.“

Romaanis kirjutab Viivi Luik: „/---/ New Yorgis istub oma laua taga Isaac Bashewis Singer ja kirjutab paremalt vasakule. /---/ Ta kirjutusmasin on tehtud nelikümmend aastat tagasi, ta võitleb sellega kuradi vastu ning julgustab meid, kuigi meie oleme elanud pool elu ilma tema nime tundmata. Et ükskord peame oma lapseea arutud ja kurjad soovid heaks tegema. Silmad kuluvad pähe ära ja sõrmed lähevad kirjutamisest kõveraks. Peame võitlema kurja vastu. Kuidas me sellega hakkama saame, kui me ise oleme kurjad, kadedad ja silmakirjalikud? Küll võitlus ja kannatus meid teiseks teevad. Peame teiseks saama, maksku see või kogu südamevere. /---/“

Kuidas ikkagi säilitada lootust ja vältida kibestumist?

Kirjanik vastab: „See on kõigi ajastute ja kõigi põlvkondade küsimus. Lootust annab vist see, kui tajud, et elu on salapärasem ja suurem, kui me üldse arvame

ja et kõik on omavahel palju tihemas seoses, kui me ette kujutame. Et miski pole olemas muidu niisama, vaid täidab oma salajast eesmärki ja ülesannet, mis ei pruugi mitte kuidagi välja paista."

Viivi Luigest, kes teismelise tüdrukuna kirjutas: „*Minul pole julgust / minul pole püsivust / ja endasse ma ei usu."* („Paljudel pole", juuli 1962), õhkub ometi kirjaniku ja inimesena meelekindlust. Ta on ka öelnud, et on valmis ideaalide nimel võitlema, vajadusel ka end ohverdama.

„Mulle endale tundub, et selle natukese julgust, mis mul on, on mulle andnud arusaamine, et midagi pole kaotada. Peale elu, mille ju igaüks varem või hiljem niikuinii kaotab. Mis seal siis ikka nii väga karta on!"

„Seitsmendat rahukevadet", aga ka 1991. aastal ilmunud teist romaani „Ajaloo ilu", mille keskmes võib näha nagu noorukiks sirgunud „Seitsmenda rahukevade" last, on tõlgitud enam kui kümnesse keelde, sh suurtesse Euroopa ja Skandinaavia keeltesse.

Sõna ja looduse jõud

Nooruses mõnda aega ka arhivaari ja raamatukoguhoidjana töötanud Viivi Luik on pea kogu elu olnud kutseline kirjanik. 1974. aastal abiellus Viivi Luik eesti kirjaniku Jaak Jõerüüdiga, kelle diplomaatiline töö on neid viinud Helsingisse (1993–1997), Berliini (1996) ja Rooma (1998–2003).

Neil aastatel kirjutas Viivi Luik Eesti ajalehtedele artikleid ja esseid, millest hiljem on ilmunud ka raamatud. 2010. aastal valmis Rooma-keskne autobiograafiline romaan „Varjuteater", millel seoseid varasema proosaloominguga.

Kirjandusteadlane Rein Veidemann märgib „Varjuteatri" kohta: „Näeme, kuidas Viivi Luik punub teksti, milles aeg ja ruum vahetavad koha, hetked kehastuvad asjadeks, inimestest saavad kujundid. Kõik on põhimõtteliselt jutustuses kogu aeg olemas, kõik on võimalik: 1949. aastal küüditatute kodu põrandalt leitud Colosseumi-pildi kohalt avatud Rooma-raamat on aken igavikku. Viivi Luige sealt alanud teekond Rooma on tee igavikku. Igavikus ongi meie päris kodu, kui me siin oleme oma elule joone alla tõmmanud."

Kui küsida Viivi Luigelt, kas on hetki, kus sõnad justkui saavad otsa, tunnistab ta: „Sõnad lõpevad ikka otsa, see on harilik asi. Mitte kunagi pole õigeid sõnu. Kirjutama ja rääkima sunnib midagi, mille väljendamine muutub su eluküsimuseks. Siis leiad selle jaoks ka õiged sõnad, ilma et sõnade leidmine oleks eesmärk omaette."

Ta jätkab: „Inimene omas rumaluses ja ülbuses võib arvata mida iganes, kuid ikka tuleb jälle hetk, kus sõna ja looduse jõu eest ei pääse kuhugi.“

Valmistub sukelduma

Nii oma ilukirjanduslikus loomingus kui publitsistikas on Viivi Luik palju käsitlenud isamaa-armastuse ja üksikisiku tähtsust (väikeses) ühiskonnas. Kuidas mõtestab selline kirjanik riigi elutööpreemiat? „Õnn, kui sul on üldse riik! Eestlastest on palju suuremaid rahvaid, kellel ei ole riiki. Kui küsida, mis tunne on, siis vastaksin ilma häbenemata, et tunne on harras.“

Viivi Luike on nimetatud ka rahvale lootuse andjaks. 2019. aastal ütleb kirjanik tuleviku kohta: „Tulevik on alati etteäraarvamatu, ja ta on täpselt see, missuguseks me ta täna teeme. Kõik, mis juhtub, on oma tehtud.“

Viivi Luik tunnistab, et tal pole kirjutamise osas praegusajal erilist rutiini. „Kuid kui kirjutamisse sukeldun, siis selle sees ka olen. Siis ma ei kuule ega näe midagi muud. Praegugi võtan hoogu sukeldumiseks.“ Elutööpreemia elutööpreemiaks, meil kaldal seisjatena on põhjust hinge kinni pidades aardeid oodata.

Neeme Korv

LÜHIÜLEVAADE ÕPINGUTEST JA TÖÖST

Sündinud 6. novembril 1946 Viljandimaal Tänassilmas

Õppis Risti algkoolis, Kalmetu 8-klassilises koolis ja Tallinna kaugõppekeskkoolis

Aastatel 1965–1967 töötas Tallinnas arhivaarina ja raamatukoguhoidjana, sealt alates olnud kutseline kirjanik

Alates 1970. aastast kirjanike liidu liige

TEOSED

„Pilvede püha“ (luulekogu, 1965)

„Taevaste tuul“ (luulekogu, 1966)

„Hääl“ (luulekogu, 1968)

„Lauludemüüja“ (luulekogu, 1968)

„Ole kus oled“ (luulekogu, 1971)

„Pildi sisse minek“ (luulekogu, 1973)

„Leopold“ (lasteraamat, 1974)

„Salamaja piir“ (jutustus, 1974)

„Vaatame, mis Leopold veel räägib“ (lasteraamat, 1974)

„Põliskevad“ (luulekogu, 1975)

„Leopold aitab linnameest“ (lasteraamat, 1976)

„Luulet 1962–1974“ (valikkogu, 1977)

„Maapäälsed asjad“ (luulekogu. 1978)

„Tubased lapsed“ (lasteraamat, 1979)

„Rängast rõõmust“ (luulekogu, 1982)

„Kõik lood Leopoldist“ (lasteraamat, 1984)

„Seitsmes rahukevad“ (romaan, 1985)

„Kolmed tähed“ (lasteraamat, 1987)

„Ajaloo ilu“ (romaan, 1991)

„Koera sünnipäev“ (kuuldemäng, 1994)

„Inimese kapike“ (esseed, 1998)

„Maa taevas, luulet 1962–1990“ (1998)

„Pilli hääl“ (ooperilibreto, 2000)

„Elujoon: valitud luuletused 1962–1997“ (2005)

„Aabitsajutud“ (2006)

„Tubased lapsed“ (luulekogu, 2006)

„Kõne koolimaja haual: artiklid ja esseed 1998–2006“ (2006)

„Kogutud luuletused 1962–1997“ (järelsõna: Arne Merilai; 2006)

„Varjuteater“ (romaan, 2010)

„Ma olen raamat“ (koos Hedi Rosmaga; 2010)

KASUTATATUD MATERJALID

Oskar Kruus, „Eesti kirjarahva leksikon“, Eesti Raamat, 1995

Viivi Luik, „Seitsmes rahukevad“, Eesti Raamat, 1985

Viivi Luik, „Pilvede püha“, Eesti Raamat, 1965

Tiia Toomet, järelsõna raamatule „Seitsmes rahukevad“, Eesti Päevaleht / Akadeemia 2009, lk 257–271

Kaarel Kressa, „Viivi Luik: kogu mu elu on kulunud iseendaks saamise peale“, EPL 4.12.2010

Rein Veidemann, „Viivi Luik – ajatu teeline“, Postimees 27.11.2010

Neeme Korv, intervjuu Viivi Luigega, 16.02.2018

Riigi kultuuri elutööpreemia pikaajalise väljapaistva loomingulise tegevuse eest

Leelo Tungal

LEELO TUNGAL.
LAULVA LUULE JA ÕNNELIKU LAPSEPÕLVE POETESS

„Üle vainude valendav aur, / vahulillede udune voodi. Igaühel on südamelaul, igaühel on isemoodi.“ (Leelo Tungal, „Oma laulu ei leia ma üles“, 1963)

„Mine nüüd teise tuppa ja ole hea laps!“ ütles memme, võõrale onule volksti! pahast pilku heites. „Küllap läheb kõik veel hästi! /---/“ See on katkend ühest viimaste aastate vahest enimmainitud eesti algupärase mälestusraamatu „Seltsimees laps“ avaepisoodist, kus nahkmantlites NKVD-mehed viivad kaasa Leelo Tungla ema, keda väike tüdruk „memmeks“ kutsus. Oli 15. aprill 1951. Helmes Tungal oli saanud stalinistliku nn poliitilise paragrahvi kui „kodumaa reetur“.

Suvel sai Leelo Tungal nelja-aastaseks. Ema vangistus kestis üle nelja aasta.

Ole hea laps!

Ema sõnad „Ole hea laps!“ said justkui raamiks Leelo Tungla elu- ja loometeel. Tema 1994. aastal asutatud ja toimetatud koolilaste ajakirigi kannab nime Hea Laps.

Leelo Tungal sündis Harjumaal Ruilas õpetajate perre. Ema vangistuse järel hoolitsesid lapse eest isa Feliks ja tädid. Põhikoolis käis Leelo sealsamas Ruilas, keskkoolis Tallinnas. Pealinnas tutvus ta Pegasuse kohvikus koos käinud kirjandusliku ringkonnaga ja käis kirjanike liidu musta laega saalis kirjanduslikel kolmapäevadel.

Viielisena lõpetanud, ei saanud Leelo ometi esimesel aastal Tartu ülikooli sisse, mis oli tema enda sõnul kohutav löök. Aasta hiljem saab temast siiski eesti keele ja kirjanduse üliõpilane. Samal, 1966. aastal ilmub juba varem Pioneeris, Sädemes ja mujalgi avaldatud luuletaja esikkogu „Kummaliselt kiivitajad kurtsid“ („Noorte autorite“ kassetis).

Soovituse kassetti kandideerida andis Leelo luuletusi lugenud Ralf Parve, julgustas ka kirjasõber Viivi Luik, kes ise juba kassetis esinenud. „Lõin luuletused kolmes eksemplaris ümber, saatsin ära ja jõudsin juba unustada, kui äkki selgus, et need lähevadki kassetti. Õnn oli nii suur, et ei julgenud sellest õieti rääkidagi,“ on Leelo Tungal ajakirja Looming usutluses meenutanud.

Tulikakollane lõõm

Üks tunnustatuim eesti luule uurija Karl Muru (1927–2017) ütleb antoloogias „Sõnarine“ noore Leelo Tungla kohta: „Esimesi värsikogusid kannab romantilise värvinguga elurõõmus loodus- ja enesetunnetuslüürika. /---/ Hiljemgi jäävad ta luule pärisalaks eneseväljendus suhtes loodusega ja armastusmotiivid, mis on esitatud malbelt, ulatades usaldavast andumusest tundevabaduse kuulutamiseni. Silmapaistva tihedusega on Tungal kujutanud ema ja lapse suhteid /---/.“

Kirjandusteadlane Rein Veidemann leiab noore Leelo Tungla luules Marie Underile omast kirglikku „rõõmu ühest ilusast päevast“. „*Mul oli üks ilus rõõm – / suur, puhas, eimillestki loodud... / Oi, tulikakollane lõõm üle puudealuste kooldub!*“ („Ilusa rõõmu laul“, 1965)

Leelo Tungla hilisemas luules tuleb esile kohustuse-eetika, mis seob Veidemanni hinnangul tema luulet Betti Alveri deklaratiivsuse ja põlvkonnakaaslase Viivi Luige „olemise kehastamisega“. *„Valus vaadata, kui tarkus / iseennast häbeneb – / seal on lapselikult arg, kus / vaimujõhkrus sädeleb.“* (1988); *„Kuni suunurk suudab tõusta kõrgele, / kuni jätkub hambaid suus veel ristata, / kuni pisarnääre veel ei nõrgene,/ seni tuleb naer – sa suhu pistad ta.“* (1979)

Uuel aastatuhandel on Leelo Tungal järjest enam kasutanud vabavärssi, nagu enamik praegusaja luuletippudest. Kirjanik Jan Kaus leiab neis arenguis paralleele Jüri Üdi / Juhan Viidingu loomega. Neid ühendab Kausi sõnul „haruldane poeetiline keeletaju“ – sisu ei kannata vormi all ja vastupidi. Paljude kirjanduslike tunnustuste seas on siinkohal märgiline, et Leelo Tungal pälvis 2015. aastal Ferdinand Johann Wiedemanni keeleauhinna.

Laulev (laste)luule

Leelo Tungal kuulub eesti lastekirjanduse, ennekõike lasteluule suurmeistrite hulka. Lasteluule klassik Ellen Niit (1928–2016) on öelnud, et Leelo Tungal „tabab hästi ära selle, mida laps vajab: ilusat-aredat vormi, puhtaid riime ja lapse eluolu tundmist“.

Leelo Tungal: „Esimesed lasteluuletused kirjutasin ülikooli ajal, kui Andres Jaaksoo kutsel teda Tähekeses asendasin. /---/ Toimetasin suve ajal Pioneeri kirjalaste klubi ja töötasin Tähekese koera Krässuna, kes vastas laste kirjadele, ning küllap siis tekkis soov midagi ka enda nime all kirjutada. /---/ Rohkem hakkasin lastele kirjutama pärast ülikooli, kui endal lapsed tulid.“

Luulekogusid (sh valikkogusid) ja lastele mõeldud proosateoseid on ilmunud ligi sada. Viimaste seas on fantaasiaelementi sisaldavaid lugusid ja muinasjutte (Barbara-diloogia, „Kollitame! Kummitame!“, „Anna ja Aadama lood“), eetilisi

ja sotsiaalseid probleeme (alkoholism, lähedase inimese surm jms) lahkavaid jutustusi keskastme lugejale („Kirju liblika suvi“, „Pille, Madis ja teised“), noorsoojutte („Neitsi Maarja neli päeva“, „Varesele valu“).

Üliloluline Leelo Tungla luules on laululisus. Neid laule tema sõnadele on saanud kümneid ja kümneid, mida on esitatud, nagu luuletusigi, lugematutel üritustel ja konkurssidel lasteaedadest-koolidest kuni laulupeoni välja. Priit Pajusaar on teinud Leelo Tungla sõnadele terve lastemuusikalide sarja, kus seikleb animafilmist tuntud koeratüdruk Lotte.

Esimese lauluteksti luuletaja enda mäletamist mööda tellis temalt ülikooli ajal samuti Tartus õppinud Ivo Linna („Tühi päev“). Valter Ojakääru viisistatud „Oma laulu ei leia ma üles“, Andres Valkoneni „Leib jahtub“, „Las jääda ükski mets“ ja „Muretut meelt ja südametuld“ (Eurolaul 1993 võitja), Ivar Musta „Nagu merelaine“ (Eurolaul 1994 võitja) jne jne on lauldud eesti rahva südamesse. Abikaasa, helilooja Raimo Kangro (1949–2001) kirjutas koos Valkoneniga Eesti esimese rokkooperi, mille libreto autorid on Leelo Tungal ja Andres Jaaksoo.

Veidemanni sõnul on tähelepanuväärne, et neil laulutekstidel säilib ka kandvus luuletusena ette lugedes. Veidemann leiab Leelo Tungla tekstides sarnasust Hando Runneli luulega, mis on olemuslik, luuletuste sisevormi kuuluv: „Selle taga on regivärsist pärit alliteratsioon ja asendatud korduste kasutamine ning uuemast rahvalaulust pärit puhtad riimid, selge meetrum ja stroofika.“

„Seltsimees laps“

Esimene proosateos „Neitsi Maarja neli päeva“ ilmus 1980. aastal. Autobiograafiliste sugemetega noortelugu räägib maalt linna tulnud tüdrukust.

„Me ei taha mäletada / ja pikapeale unustamegi end kõik ühesuguseks,“ („Lennujaamas kohtuvad hommik ja õhtu“) kirjutas Leelo Tungal 2007. aastal. Kas tundis kirjanik, et nüüd tahab Tema Lugu ärarääkimist?

Aasta hiljem ilmus ema süngest saatusest kantud lapsepõlvelugu „Seltsimees laps ja suured inimesed“, millele järgnesid „Samet ja saepuru ehk Seltsimees laps ja kirjatähed“ (2009) ja „Naisekäe puudutus ehk Seltsimees laps ja isa“ (2018). „Lapsepõlv võib olla õnnelik isegi raskel ajal, aga selle eest, et see oleks õnnelik, ei kanna vastutust mitte laps, vaid keegi teine,“ ütleb Leelo Tungal.

„Seltsimees lapse“ võtsid soojalt vastu nii kriitikud kui ka lugejad. Näiteks kriitik Mart Juur nimetab lugu unikaalseks, isegi ainulaadseks nähtuseks eesti kirjanduses: „See räägib headest ja halbadest inimestest, kummalistest ja arusaamatutest ja hirmsatest asjadest ning täiskasvanutest, kes terase plikapõnni kuuldes maailma asju arutades poole sõna pealt vait jääma kipuvad. /---/ Seda

traagilist, Eesti ajaloolistes oludes paraku ka väga tavalist lugu jutustatakse harukordse soojuse ning vastupandamatu huumoriga.“

Raamat on kantud IBBY (rahvusvahelise noorsookirjanduse nõukogu) lastekirjanduse aunimekirja (IBBY Honour List). Rahvusvahelisi auhindu on pälvinud ka 2018. aastal valminud mängufilm (režissöör Moonika Siimets) „Seltsimees laps“, mis Eesti kinodes oli 2018. aasta lõpuks kogunud 116 000 vaatajat.

Leelo Tungal: „Alguses arvasin, et kirjutan üheainsa raamatu. Ei oleks arvanud, et mälu on nagu roosiõis ja ühe kroonlehe alt tuleb välja teine, siis kolmas… ja mu lugu on tänaseni pooleli.“

Neeme Korv

KASUTATUD MATERJALID

Karl Muru. „Sõnarine. Eesti luule antoloogia 4. köide“, Eesti Raamat 1995

Leelo Tungal. „Täisminevik. Luuletusi 1963–2007“; järelsõna Jan Kaus, Tänapäev 2007

Leelo Tungal. „Seltsimees laps ja suured inimesed. Veel üks jutustus õnnelikust lapsepõlvest“, Tänapäev 2008

Mart Juur. „Perekonnakroonika ja naermise õpetus“, Postimees 3.05.2008

Leelo Tungal. „Teeleht. Valik luuletusi 1963–2017“; saateks Rein Veidemann, Tammerraamat 2017

Ilona Martson, Leelo Tungal. „Minu lugu on minu lugu“, Looming 7/2017

Eesti Lastekirjanduse Keskus. „Kirjanikud: Leelo Tungal“, www.elk.ee

Eesti Filmi Andmebaas, www.efis.ee

LÜHIÜLEVAADE ÕPINGUTEST JA TÖÖST

Sündinud 22. juunil 1947 Tallinnas

Õppinud Ruila 8-klassilises koolis ja Tallinna 42. keskkoolis, lõpetanud Tartu riikliku ülikooli eesti filoloogia erialal 1972.

Töötanud eesti keele õpetajana Ruila 8-klassilises koolis ja Tallinna 36. keskkoolis, ajakirjade Pioneer ja Täheke toimetuses, filmilaenutuskontori korrektorina, väljaande Meie Repertuaar toimetajana, nukuteatris kirjandusala juhatajana, ajalehe Eesti Maa kultuuritoimetajana. Asutas 1994 ajakirja Hea Laps, mille peatoimetaja oli 2018. aastani.

LUULERAAMATUD

„Halloo!“ (Tammerraamat, 2017)

„Konn kobrulehe all“ (Tammerraamat, 2015)

„Vanaema on meil nõid“ (Tammerraamat, 2014)

„Porgand töötab porgandina“ (Tammerraamat, 2013)

„Meie koduloomad“ (Tammerraamat, 2012)

„Südasuvi“ (Tammerraamat, 2012, valikkogu)

„Liisbeti päev“ (Tammerraamat, 2011)

„Tragi tüdruk Kata“ (Tammerraamat, 2011)

„Jõuluajal juhtuvadki imed“ (Tammerraamat, 2009)

„Kama üks ja kama kaks“ (Menu kirjastus, 2009)

„Loomabeebits“ (Tammerraamat, 2009)

„Чем измерить озорство? / Kuidas mõõta põngerjatempe?“ (Издательство КПД, 2009) vene ja eesti keeles

„Sabaga päike“ (TEA kirjastus, 2007)

„Koer tunneb koera“ (Tänapäev, 2006, valikkogu, jutud ja luuletused)

„Lätikeelne jäätis“ (Tuum, 2006)

„Salajutt“ (TEA kirjastus, 2006)

„Lepatriinu faksiga“ (Ilo, 2004, valikkogu)

„Väike jõulusoov“ (Tänapäev, 2004)

„Kõige ilusam ema“ (Tänapäev, 2002)

„Pururikas laps“ (Sild, 2002)

„Kirjad jõuluvanale“ (Sild, 2001)

„Sampo värviraamat“ (Sampo, 2001, 2002, 2003)

„Tema amet“ (Ilo, 2001)

„Marjajuur lume all“ (Prisma Prindi kirjastus, 2000)

„Küll on hea!“ (Kirilille kirjastus, 1998)

„Kassileegu“ (Koolibri, 1996)

„Kõik on emadele kallid“ (Kunst, 1996)

„Päkapiku pähklikott“ (Ramona, 1996)

„Tubli lapse tunnikell“ (Kirilille kirjastus, 1996)

„Palju õnne sünnipäevaks!“ (Kupar, 1994)

„Põrsapõli“ (Monokkel, 1994)

„Põrsas Pamp“ (Monokkel, 1993)

„Tondu“ (Tiritamm, 1993)

„Aastaring“ (Printest; Koolibri, 1992)

„Ema abilised“ (Eesti Raamat, 1991)

„Minu kodu“ (Printest, 1991)

„Vana vahva lasteaed“ (Eesti Raamat, 1988, valikkogu)

„Sul on teha mehetöö“ (Eesti Raamat, 1987)

„Tere-tere“ (Eesti Raamat, 1985)

„Seltsis on segasem“ (Eesti Raamat, 1983)

„Väike ranits“ (Eesti Raamat, 1982)

„Hundi lugemine“ (Eesti Raamat, 1978)

„Mooni avastamine“ (Eesti Raamat, 1978)

„Koera elu“ (Eesti Raamat, 1976)

„Karune lugu“ (Kunst, 1975)

PROOSARAAMATUD

„Naisekäe puudutus ehk Seltsimees laps ja isa“ (Tänapäev, 2018)

„Päkapikud askeldavad“ (Tammerraamat, 2018)

„Saba“ (Tammerraamat, 2018)

„Delfiin Delila suur sõber“ (Tammerraamat, 2017)

„Barbara ja koerad“ (sisaldab varem ilmunud „Barbara ja suvekoerad“ ja „Barbara ja sügiskoerad“) (Tammerraamat, 2016)

„Lumemees Ludvigi õnn“ (Tammerraamat, 2016)

„Jänesepoeg otsib sõpra“ (Tammerraamat, 2015)

„Maimetsa laste lood“ (jutukogu, sisaldab varem ilmunud „Pool koera“, „Kirju liblika suvi“, „Pille, Madis ja teised“) (Tänapäev, 2015)

„Puudel Pedro ja igatsustasu“ (Petrone Print, 2014)

„Raha-haa-haa“ (Tammerraamat, 2014)

„Sinilillega lumememm“ (Ajakirjade Kirjastus, 2013)

„Jõuluvana, kes kartis lapsi“ (Tammerraamat, 2010)

„Samet ja saepuru ehk Seltsimees laps ja kirjatähed“ (Tänapäev, 2009)

„Miriami lood“ (Eesti Päevaleht, 2009)

„Mustamäe sussimurdja“ (2., täiend. ja uuesti ill. tr raamatust „Nagu kass ja koer“) (TEA kirjastus, 2009)

„Naljatilgad lähevad laulupeole“ (Menu kirjastus, 2009)

„Seltsimees laps ja suured inimesed“ (Tänapäev, 2008, 2016)

„Koer tunneb koera“ (Tänapäev, 2006, valikkogu, jutud ja luuletused)

„Hernetont Ernestiine“ (Eesti Entsüklopeediakirjastus, 2005)

„Siil Felix ja kriminaalne loomaaed“ (Varrak, 2005)

„Siil Felix ja sekelduste sügis“ (Varrak, 2005)

„Väike draakon ja päkapikud“ (Kalev, 2005)

„Siil Felix ja päkapliks Kerli“ (Varrak, 2004)

„Anna ja Aadama lood“ (Avita, 2003)

„Siri Siiriuselt“ (Tänapäev, 2003)

„Appi, appi, Triibu-Liine ehk Metsik kassistamine Vana-Inimlas“ (Ilo, 2002)

„Juku, Kalle ja kotermann Tallinnas“ (Huma, 2002)

„Varesele valu“ (Avita, 2002)

„Kollitame! Kummitame! ehk Kollikooli kasvandike juhtumisi tänapäeval“ (Hotger, 1997)

„Krutski linna lood“ (Kupar, 1997)

„Ema Luule jõulukaardid“ (Ilo, 1995)

„Nagu kass ja koer“ (Kupar, 1995; 2., täiend. ja uuesti ill. tr. TEA kirjastus, 2009 pealkirjaga „Mustamäe sussimurdja“)

„Barbara ja sügiskoerad“ (Huma, 1994)

„Humanitaarmõrv Bestoonias“ (Monokkel, 1993; pseud. Lola Fiaccola)

„Vaesed jõulud, rikkad jõulud“ (Koolibri, 1993)

„Vampiir ja pioneer“ (Koolibri, 1993)

„Barbara ja suvekoerad“ (Eesti Muusikafond, 1992)

„Kristiina, see keskmine“ (Eesti Raamat, 1989; Tänapäev, 2008, 2014)

„Pille, Madis ja teised“ (Eesti Raamat, 1989)

„Kartul, lehm ja kosmonaut“ (Eesti Raamat, 1986)

„Kirju liblika suvi“ (Eesti Raamat, 1986)

„Pool koera“ (Eesti Raamat, 1983)

„Neitsi Maarja neli päeva“ (Eesti Raamat, 1980; Eesti Ekspressi kirjastus, 2008)

Riigi kultuuri elutööpreemia pikaajalise väljapaistva loomingulise tegevuse eest

Fred Jüssi

FRED JÜSSI. ÜKS ERILINE VAATLEJA

Kui palju me, eestlased, teaksime loodusest ja keskkonnast ilma Fred Jüssita? See loodusemees, fotograaf ja bioloog on Eestis valdkonna populariseerija sünonüüm. Aastakümneid nii kirjasõnas kui eetris kestnud teadmiste jagamine ja seekaudu hoiakute kujundamine on temast teinud legendi, kes pole mitte ainult armastatud karismaatiline asjatundja, vaid kellest rahvasuu räägib koguni anekdoote.

Loodushääled, helimaastikud, saateks Jüssi isikupärane, kuulama kutsuv tämber raadioeetris. Või mõtisklused loodusõhtutel. Või looduseraamatud Jüssi fotode ja saatetekstidega. „Jüssi on kui usaldusväärse loodusmõtte kehastus. Tema panus Eesti rahva loodusteadlikkuse kasvatamisel omandab eriti märgilise tähenduse praeguses ebakindlas ajas, kus loodushoiu ja looduse mõistmise teemad on teravalt päevakorral nii Eestis kui kogu maailmas," ütles Tartu ülikooli rektor Volli Kalm (1953–2017) Jüssile 2017. aastal rahvusmõtte auhinda üle andes.

Avalikkuses pigem tagasihoidlikku ja vaikset joont eelistav, ent siiski palju sisukaid intervjuusid andnud Jüssi on oma elu ja tegevuse kohta öelnud tabavaid mõtteteri.

Tosinkond aastat tagasi ütles ta reisiajakirja usutluses nii: „Minu elu pidepunktid ja mälestused on looduselamused – tuul, taevas, merevärvid. Sellised mälestused on kõige selgemad. /---/ Mul on olnud võimalus elatuda sellest, millest huvitun. Ma ei ole pidanud elama kahte elu, et rügada tööd ja siis teha seda, mis rohkem meeldib. See on uskumatu, et ma olen nii hakkama saanud."

„Looduse aabits"

Fred Jüssi sündis 29. jaanuaril 1935. aastal Väikeste Antillide saarestikus Arubal. Ta isa oli asunud tööle Venezuela naftautmistehases. Kui Fred oli kolmeaastane, naasis perekond Eestisse. 1948. aastal kohtas ta loodusemees Hillar Pärjasaart, keda nimetab oma „metsaelu tõeliseks õpetajaks". See kohtumine osutus väga tähenduslikuks.

Jüssi lõpetas 1958. aastal Tartu ülikooli bioloogina, erialaks zooloogia. Pärast õpinguid töötas ta paar aastat Hiiumaal Emmastes õpetajana, seejärel samuti

lühikest aega teaduste akadeemia eksperimentaalbioloogia instituudis ning pikemalt looduskaitseinspektorina Jõgeva- ja Hiiumaal.

Laiemale avalikkusele sai Jüssi tuntuks-teatuks ennekõike Eesti Raadio saatesarjade „Looduse aabits“ (1980–1986) ja „Linnuaabits“ (1979–1980) autorina, mida saatsid ajakirjas Eesti Loodus ilmunud artiklid.

Loomade, lindude, konnade ja muud loodushäälte salvestused, mida Jüssi neis saadetes kuulajateni tõi, olid erilised, kvaliteetsed ja äratasid unikaalsetena tähelepanu ka välismaal. Jüssi lindistuste kuulsus jõudis isegi raudse eesriide taha. Näiteks on Jüssi BBC (British Broadcasting Corporation, Briti rahvusringhääling – toim) tellimusel salvestanud Eesti männimetsade vaikust. Vaikus ja aeg on ühed Jüssi meelisteemad. Ta on end nimetanud ka vaikuse partei liikmeks.

Oma raamatus „Rajamustrid“ kirjutab ta: „Sirged ja laiad rajad mulle ei sobi. Minu suurde maailma viisid väikesed rajad: metsadesse ja rabadesse. Jõudsin metsavahtide õueaedadeni, üksildaste metsaperedeni, mõne kaugema küla servani. Tollal liiguti hobustega ja jalgsi. Autosid ja mootorrattaid kuuldus harva ja kui maailm lumme mattus, siis valitses vaikus.“

Jüssi on olnud enam kui kümne dokumentaal- või mängufilmi tegijate seas konsultandi, helioperaatori või stsenaristina. Lapsed mitmest põlvkonnast mäletavad Jüssi kehastatud tõsist haritud empaatilist metsavahti Vidrikut telemängufilmist „Laanetaguse suvi“ (režissöör Rein Maran).

Jüssi on tunnistanud, et on looduse osas vaatleja, ühiskondlikel keskkonnahoidu käsitlevatel teemadel on ta sõna võtnud ennem harva. „Sellest ei ole tegelikult mingit abi, et ma südant valutan. See valu ei muuda midagi. Ma olen õnnelik selle üle, et juba poisipõlvest alates olen selle maaga suhelnud.“

„Kord küsisid mu soome sõbrad, et kas oled mõjutanud Eesti riigielu. See küsimus üllatas mind, ei osanud vastata. Hakkasin mõtlema, et paljud täiskasvanud või kõrgetel ametikohtadel olnud inimesed on öelnud, et mu pildid või tekstikesed on nende mõtlemist muutnud. Kui niisugune mees istub praegu riigikogus või kõrgel postil hierarhiapüramiidis ja tal on kunagi lapsena loetust või kogetust jäänud sete, siis kui sinna tiigipõhja vits torgata, võib sealt hakata mulle tõusma. See on moraalne kapital, mille inimesed elu jooksul koguvad. Selle tõeline tähendus võib end ilmutada väga palju hiljem.“

Käi mööda vanu radu!

Riigi elutööpreemia saamist kommenteeris Jüssi rahvusringhäälingu uudisteajakirjanikule nii: „See on sügavalt kultuuri küsimus, mis väärtuste eest ma olen seisnud, kuid mitte teadlikult, vaid lihtsalt oma elu elades. See on suhe oma ümbrusega ja nende väärtustega, millele me oleme tegelikult üles ehitatud."

2019. aasta sügisel jõuab kinodesse Jaan Tootseni dokumentaalfilm „Fred Jüssi maastikud". Jüssi sõnul pole talle pakkunud huvi kaamera ees seista, aga kuna väärtused, mille eest ta seisab, on olulised, andis ta ka nõusoleku neist rääkida, nende eest seista.

Ta ütleb: „Minu eesmärk on seda valgust näidata, et see aken – kui mina olen see aken – oleks võimalikult puhas. Ega mina ole valgus, mina olen see aken, mis vahendab seda valgust."

Jüssile kuulub lause: „Kui tahad midagi uut leida, käi mööda vanu radu."

Kõik muutub, ka looduses. Uus võib olla parem või halvem, aga ta on teistmoodi, nendib meie olulisim loodusvaatleja.

Teised Fred Jüssist:

* Näitleja, kirjanik ja muusik Jaan Tätte: „Fred on minu jaoks läbinisti loomulik, inimlik, veidi loomalik. Ma ei usu, et ta on oma üksildastel uitamistel teistsugusem kui miskit ordenit vastu võttes. Ma ei tea, kas see on pluss või miinus, aga Fredi kõrval olles on raske rääkida suvalist mulajuttu. Tema enda sõnalised väljendused on niivõrd täpsed, puhtad ja õiged, et paratamatult hakkad enese mõtteavaldusi kontrollima. Olen mõelnud, kust tal selline mõtteselgus pärit on, ja see on ikka loodusest pärit, looduse jälgimisest õpitud. Looduses ei ole midagi võltsi ja ebaloogilist. Loodus on loomulik."

* Luuletaja Doris Kareva: „Fred Jüssi on pärit ühest kummalisest ajast, aegmetsast. Aeg-ajalt ta ilmub sealt oma rahulikul jalgrattal ja kaob siis jälle. Mõnikord oleme vaadanud pilte, mis sealt pärit. Need on talletatud hetked olnud aegadest, käidud radadelt, sageli koos heliribaga. Need on püsivad ja eluliselt olulised väärtused, millega ma olen suhelnud ja millest olen välja kujunenud."

* Raadiotoimetaja ja filmitegija Jaan Tootsen: „Fred on põhjalik, meie pealiskaudsuse ajastul hakkab see kohe silma. Tal on olnud süvenemist, ta on võtnud selleks eraldi aega, et panna tähele asju ja nähtusi, millest teised mööda ratsutavad. /---/ Ta tunneb ära sündmuse seal, kus väliselt sündmust justkui ei

ole, kus teised seda ei märka. Valgused-varjud, mustrid, tuul aknapraos – ta teeb meid nägijaks ja kuulajaks.“

Neeme Korv

KASUTATUD MATERJAL

Andre Nõmm. „Fred Jüssi äratav õpetus“, GO reisiajakiri 4, 10.09.2006

Ege Tamm. „Tartu ülikooli Rahvusmõtte auhinnaga pärjati Fred Jüssi“, kultuur.err.ee 01.12.17

Kaspar Viilup. „Fred Jüssi: mulle on koolipõlvest peale öeldud, et olen natukene metsa poole“, kultuur.err.ee 07.02.2019

Toomas Kukk. „Loodust ja elamise viisi tuleb õpetada eeskuju kaudu“, Eesti Loodus 2/2015

Rainer Kerge. „Fred Jüssi 80: mees, kes mängib sagimise taustal suupilli“, Õhtuleht 29.01.2015

Aivar Viidik. „Fred Jüssi: ma olen vaikuse partei liige“, Maaleht 29.12.2011

Fred Jüssi. „Rajamustrid“, Pilgrim, 2017

Fred Jüssi tutvustus Tartu ülikooli kodulehel. https://www.ut.ee/et/fred-jussi

Eesti Filmi Andmebaas, www.efis.ee

LÜHIÜLEVAADE ÕPINGUTEST JA TÖÖST

Sündis 29. jaanuaril 1935 Arubal

Lõpetas Tartu riikliku ülikooli bioloogia erialal (1958)

1958–1960 töötas Emmastes õpetajana

1962–1975 Eesti NSV metsamajanduse ja looduskaitse ministeerium, looduskaitseinspektor

1976–1989 oli Eesti Raadio mittekoosseisuline kaastöötaja (saatesarjad „Linnuaabits“ (1979–1980), „Looduse aabits“ (1980–1986))

1980 kirjutas ta alla nn 40 kirjale.

TEOSEID

„Kajakad kutsuvad“ (1966), „Fotoaparaadiga loodusesse“ (1965), „Rebasetund“ (1977, 1981), „Jäälõhkuja“ (1986, 2007), „Sügis“ (1995), „Ajamustrid“ (2003), „Maailma mõte“ (2005), „Kivimustrid“ (2015), „Rajamustrid“ (2017) jpt ning loendamatu hulga kirjutisi ajakirjanduses. Ta on teinud raadio- ja telesaateid, avaldanud heliplaate lindude, konnade jm loodushäältega, olnud hinnatud esineja loodusõhtutel jne.

Ta on pälvinud 1984. aastal Eesti eluteaduse hoidja tiitli, 1989 Kumari preemia, 1997 Eesti Taassünni auhinna, 1998 Valgetähe IV klassi teenetemärgi ning 2006 Riigivapi III klassi teenetemärgi. Fred Jüssi on ka Eesti looduskaitse seltsi asutaja ja selle auliige.

HELIKANDJAD

1997 „Eestimaa looduse hääled“

1997 „Lahemaa lindude hääli“

2001 „Eesti laululinde. Songbirds of Estonia“

2004 „Konnalaulud. Songs of Frogs and Toads“

2006 „Vaikus kui loodusvara“

2006 „Cardium“

Riigi kultuuri aastapreemia lava-, kostüümi-, valgus- ja videokujunduste ning näituse- ja kontserdikujunduste eest 2018. aastal

Kristjan Suits

KRISTJAN SUITS. LÄBI FILMI TEATRIKUNSTNIKUKS

Kolleegid iseloomustavad teda nii: mees nagu orkester. Kristjan Suits on teatrikunstnik, kes teeb nii lavakujundust, video- ja valguskujundust kui ka kostüüme. Sageli kõike korraga.

Kuidas saadakse teatrikunstnikuks? Kas võti on kõrgetes koolides või õpetab elu ise? Näiteid on nii ja naa, Suits on autodidakt.

„Mingid asjad juhtuvad. Juhuslikult. Ma ei ole teinud elus oma töö- ja õpinguvalikuid selle järgi, et saada teatrikunstnikuks – tahtsin ikka tõsiusklikult režissööriks saada. Tegin noorena palju filme. 14-aastaselt sattusin filmi „Sigade revolutsioon" massistseeni, aga juhtus nii, et kuidagi suutsin seal olla ka kunstniku assistent."

Kui Suits filmikooli sisse ei saanud, läks ta Taani multimeedia disaini õppima. „Tagasi Eestisse tulles kutsus BFM [Tallinna ülikooli Balti filmi, meedia, kunstide ja kommunikatsiooni instituut – N.K.] mind oma filmide kunstnikuks ja armastus filmi vastu oli nii suur, et läksingi... Istusin õmblusmasina taga ja lasin roosasid patju kokku. Tegin toona päris palju tudengifilme."

Parajasti kodulinnas Viljandis valguskujundust õppinud Suitsul sattus kord ette koostööprojekt Jüri Sillartiga, kes noore mehe hoopis Tallinna, Eesti kunstiakademiasse (EKA) filmikunstnikuks õppima meelitas. Paralleelselt tulid tööd filmides.

UBB fenomen

„Ühel hetkel käis klõps, ei jõudnud enam. Siis kutsus Ott Aardam mind Ugalasse video- ja valgusala juhatajaks. Olin küll varem filmi kõrvalt ka mõned lavakujundused teinud, aga see oli siiski midagi muud kui UBB."

UBB. Ugala *black box*. Kui Ugala teatrimaja oli remondis, käis tegevus ja anti etendusi Viljandi äärelinnas asuva vana tehase ruumides, 19. septembrist 2015 kuni 22. veebruarini 2017. Loominguline tegevus selles ajutises 250-kohalises teatrisaalis oli nii köitev, et Eesti kultuurkapital pidas seda aastapreemia väärilisekS. Saali idee autor ja projektijuht oli Kristjan Suits.

Teatrikunstnik ise ütleb ajakirjas Teater.Muusika.Kino: „Ma olen alati soovinud luua kujundusi olemasolevatest esemetest, materjalidest ja vahenditest. Kunsti loomine jääkidest tundub mulle kuidagi üllas; see, et prügi saab luua esteetilist naudingut. UBB võib-olla oligi ilmekas näide sellest ja mõnes mõttes algus paljudele järgnevatele teatrikujundustele."

UBB, see Suitsule nii südamelähedane ja tähtis ettevõtmine, oli üks faktoreid, mis kallutaski raskuskeskme filmist teatri poole. „Olin varem vaadanud teatrile mõneti altkulmu. Korraga leidsin, et alad, mida olen õppinud, täiendavad üksteist ning tulevad töös kasuks."

13 uuslavastust

Oma 2018. aasta uuslavastustest, mida on eri teatrites kokku kuraditosin, peab Suits tähenduslikumateks nelja: „Öö lõpp" (lavastaja Rainer Sarnet, Vaba Lava), „Kalevipoeg" (lavastaja Karl Laumets, Vanemuine), „Metsa Forte" (lavastaja Hendrik Toompere, Eesti draamateater) ja „Väike prints" (lavastaja Elmo Nüganen, Tallinna linnateater).

„Öö lõpp"
„Mainiksin valguslahendust. Kohati vaadatakse teatris valgust kui lihtsalt väljavalgustamise meetodit. Seal tekitas valgus reaalse ruumi, dramaturgia, tegelase, partneri näitlejale – valgus kui imaginaarne objekt lavaruumis. See oli tükk, kus mu töö mõtestamine jõudis justkui reaalse lõpuni."

„Kalevipoeg"
„Sain lasta fantaasial lennata. Materjalitehnoloogia poolest huvitav töö, leidmaks visuaalset poeesiat rahvuslikule tuumale. Videopilt ja kostüüm hakkasid teineteist täiendama. Siin tajusin erilist koostööd lavastaja, muusikalise kujundaja ja näitlejaga."

„Metsa Forte"
„Kunstnikutöö ei ole lihtsalt dekoratsioon, vaid muutub millekski enamaks. Laval olevad füüsilised esemed töötavad kokku valguslahendusega ja kannavad terviklikku mõtet."

Metsaga on Suitsul üldse lähedane suhe, tema töödes leidub palju metsast inspireeritud elemente. „Olengi igas mõttes mees metsast. Mets on minu jaoks ideaalne ruum. Mets on mänguline, rahustav ja samal ajal hektiline, ähvardav ja tontlik. Minu lapsepõlve koolitee läks kaks kilomeetrit läbi metsa, seega neli kilomeetrit jäi mõtisklemiseks ja looduse vaatlemiseks," on Suits Teater.Muusika.Kino usutluses öelnud.

Kunst ja käsitöö

Suitsu sõnul on tal nende lavastuste järel keeruline mõelda end olukorda, kus ta teeb küll lavakujundust, kuid ei tee valguslahendust. Või ka kostüümi. Sest üle kõige hindab ta just terviklikkust.

„Tehnoloogia areng võimaldab praegusajal luua üha võimsamaid asju, mis võistlevad ka nutimaailmaga, milles me elame. Hea näide on „Lohe needus" draamateatris, kus väikestele lastele suudetakse luua lavapilt, mis konkureerib nende telefoniga. Kuid kõige olulisem on siiski asju mõtestada, nii jõuadki uute lahendusteni, kus vana kooli vineer kohtub multimeediaga," räägib Suits.

Et neid lahendusi toimima saada, on loomingulise lennu kõrval vaja ka igasugu käsitööoskusi. Suits on mees, kes saab vajadusel hakkama nii rauasae kui algoritmiga. Oma tööriistakasti tahaks ta täienduseks teadmisi valgusfüüsikast ja materjalitehnoloogiast.

„Eks ole ka keevitatud ja tinutatud, kui vaja, õmmeldud... Muidugi on mõned oskused ka natuke roostes. Kunstnikul võiks siiski olla algteadmine kõigest, siis saab spetsialist sinust aru. See tuleb kasuks. Oluline on tahtejõud. Kunstiks, kunstnikuks olemiseks peab olema tahet – kui sul on tahet, siis sa ka õpid, kuidas seda teha."

Tagasiside on tegijale tähtis. Suits ütleb, et peamiselt saab ta seda lähedastelt. Kasuks tuleb ka see, kui oled ise enesekriitiline, ja Suits seda on.

Eesti teatrikriitikat peab ta lavakunsti koha pealt üsna asjatundmatuks. „Öeldakse mõnes lõigus, et „mulle meeldis" või jutustatakse ümber, kuid ei teata näiteks isegi sellist mõistet nagu tüll, vaid nimetatakse seda „mingiks läbipaistvaks kangaks"; analüüsi koloriidi, vormikasutuse või referentside osas ei maksa loota," räägib Suits.

Kollektiivne kunst

Oluline samm Suitsu elus, mille 2018. aasta kaasa tõi, oli tööle asumine Tallinna linnateatri peakunstnikuna. „See annab võimaluse suunata suuremat pilti. Mitte arendada niivõrd ennast, kuivõrd seda, kuhu läheb teater, millised kunstnikud seal töötavad, milliseid loomingulisi asju tehakse. Koostöö on kõige tähtsam asi, kas me räägime lavastajast või puusepast. Teater on kollektiivne kunst."

Suitsul on ka unistus, mis eeldab kõnealuse kollektiivse loome ideaalilähedast teostamist. „Tahaksin panna inimesed vaatama teatrit eri ruumiperspektiivides loo jutustamise käigus ehk siis muutuva ruumi ja publiku positsioon teatriruumis, koos muutuva näitlejaperspektiiviga ruumis."

See, mis täna on peas, võib homme olla paberil. Suvaline ruum, mis täna on tühi, võib homme vabalt olla teater. Nii on sedastanud suur inglise teatraal Peter Brook ja sedasama võib öelda ka Eesti riigi kultuuri aastapreemia laureaat, teatrikunstnik Suits. Unistustel on kombeks täide minna.

Neeme Korv

KASUTATUD MATERJALID

„Ugala *black box* sulges igaveseks uksed“, www.ugala.ee 22.02.2017 https://www.ugala.ee/ugala-black-box-sulges-igaveseks-uksed/

Sven Karja. „*Persona Grata*. Kristjan Suits“, Teater.Muusika.Kino, 9/2017

„Kristjan Suits: iga kord, kui ma midagi teen, avastan, kui rumal ma olen“, kultuur.err.ee 07.02.2019

Neeme Korvi intervjuu Kristjan Suitsuga, 20.02.2019

LÜHIÜLEVAADE ÕPINGUTEST JA TÖÖST

Sündinud 12. novembril 1987

Haridus: õppinud Aarhusi tehnilises kolledžis multimeedia disaini, TÜ Viljandi kultuuriakadeemias valguskujundust ning Eesti kunstiakadeemias filmistsenograafiat

Alates 2018 Tallinna linnateatri peakunstnik

TÖÖD 2018. AASTAL

Lavastused

* „Öö lõpp“
Lavastaja Rainer Sarnet / Vaba Lava / jaanuar 2018 / kunstnik, kostüümikunstnik, valguskunstnik

* „Väike jumalanna“
Lavastaja Ižumi Ashizawa / Eesti draamateater / jaanuar 2018 / kunstnik, kostüümikunstnik

* „Kalevipoeg“
Lavastaja Karl Laumets / Vanemuise teater / märts 2018 / kunstnik, kostüümikunstnik, valguskunstnik, videokunstnik

* „Bidermann ja tulesüütajad“
Lavastaja Ain Mäeots / Vanemuise teater / mai 2018 / kunstnik, kostüümikunstnik, valguskunstnik, videokunstnik

* „Metsa Forte“
Lavastaja Hendrik Toompere jr / Eesti draamateater / mai 2018 / kunstnik, kostüümikunstnik, valguskunstnik, videokunstnik

* „100 valget daami“
Lavastaja Siim Tõniste / Haapsalu kultuurikeskus / august 2018 / kunstnik, kostüümikunstnik

* „Creating Gods“
Lavastaja Mingo Rajandi / Nargen festival / september 2018 / kunstnik, kostüümikunstnik, valguskunstnik

* „John“
Lavastaja Mehis Pihla / Tallinna linnateater / oktoober 2018 / kunstnik, kostüümikunstnik, valguskunstnik

* „Waiting for the future“
NU *performance* festival / oktoober 2018 / kunstnik-lavastaja

* „Paunvere poiste igavene kevade“
Lavastaja Urmas Lennuk / Rakvere teater / november 2018 / kunstnik, kostüümikunstnik

* „Väike prints“
Lavastaja Elmo Nüganen / Tallinna linnateater / november 2018 / kunstnik, kostüümikunstnik, valguskunstnik

* „Lohe needus“
Lavastaja Kersti Heinloo / Eesti draamateater / november 2018 / kunstnik, kostüümikunstnik, videokunstnik

* „Leek“
Lavastaja Karl Laumets ja Liisa Saaremäel / teatri- ja uusikamuuseum /detsember 2018 / kunstnik, valguskunstnik

Kontserdid

Maarja Nuudi kontsertide visuaaltehnoloogilised lahendused järgnevates linnades: Luxembourg, Berliin, Wrocław, Zürich, Viljandi, Põlva, Düsseldorf, Tallinn, Budapest.

Näitused

„Tantsides vabaks“, Eesti teatri- ja muusikamuuseumis, kunstnik ja video-installatsiooni autor. Näitus käsitles eesti plastilise tantsu algusaastaid, näituse koostajad Heili Einasto ja Anne-Liis Maripuu.

Muud kujundused

„Uma Pido“, laulupeoväljaku ja kontsert-lavastuse kunstnik. Võrukeelne laulu- ja rahvapidu Uma Pido. 2. juunil 2018 Võru Kubija laululaval.

Riigi kultuuri aastapreemia näituse „Michel Sittow. Eesti maalikunstnik Euroopa õukondades“ kureerimise ning vastavasisulise raamatu koostamise eest

Greta Koppel

GRETA KOPPEL. UNUSTATUD MEISTRI KOJUTOOJA

Sellist vaatepilti polnud Kumus enne nähtud. Kunstimuuseumi treppidel ja fuajees looklesid pikad järjekorrad inimestest, kes kõik lootsid näitust vaatama pääseda. Oodati kannatlikult, ehkki ootus võis venida kolme tunnini. Piletimüük kestis erandkorras kella kuue asemel kaheksani ning muuseumi uksed suleti alles pärast kella kümmet.

Eestis pole ka päris harjumuspärane, et üks kunstinäitus, olgugi rahvusvaheline ja esinduslik, toob sõnumeid, pildigaleriisid ja videokokkuvõtteid tegema kõik Eesti suurimad meediakanalid. Oli pühapäev, 16. september 2018, Greta Koppeli kureeritud näituse „Michel Sittow. Eesti maalikunstnik Euroopa õukondades" viimane lahtiolekupäev.

„Viimastel nädalatel oleme ennast tundnud nagu Louvre'i kunstimuuseum Delacroix' näituse ajal," kirjeldas Kumu direktor Kadi Polli, kelle sõnul pani erandlik külastajate hulk proovile nii muuseumi ruumide, kliimasüsteemide, hariduskeskuse, teenindajate kui ka poe võimed ja piirid. Näitusele tehti ühtekokku 64 011 külastust, neist 11 000 viimasel nädalal. Saaliteenindajad rääkisid kunstipubliku pisaratest, muuseum sai tänukirju.

Õnnelik juhus

Väljapanekut Tallinnast pärit renessansiaja portreekunstnikust Michel Sittowist (u 1469–1525) hakati muuseumis ette valmistama rohkem kui viis aastat tagasi. Sittowi tööd asuvad üle maailma suurte muuseumide püsiekspositsioonides, kuninglikes ja erakogudes. Kumu vajas kõrgtasemel oskusteavet valdavat partnerit ja ennekõike inimest, kes suurt koostööprojekti veaks. Õnneks selline inimene leidus – kunstiteadlane ja kuraator Greta Koppel.

Greta Koppeli sõnul saavad suured näituseprojektid tihtipeale alguse õnnelikust juhusest. 2013. aasta jaanuaris oli rahvusvahelise kolleegiumi esimene töökoosolek, kuhu kuulus nii Sittowi eksperte, muuseumide direktoreid ja kuraatoreid, kel kogemusi paljude välislaenudega suurnäituste korraldamisega.

„Üks meid nõustanud eksperte kontakteerus Washingtoni rahvusgalerii kuraatori John Oliver Handiga ning selgus, et selle kunstniku näituse tegemine on olnud kogenud kuraatori kauaaegne soov. Oma targal ja tagasihoidlikul moel suutis ta veenda näituse vajalikkuses ka rahvusgalerii juhte, nii näituste- kui finantsnõukogu, ja lumepall oligi veerema pandud," meenutas Greta Koppel suurprojekti algust Kumu ajaveebis.

Nii hakkas pall veerema esimese isikunäituse suunas, mis 2018. aastal nii Washingtonis kui ka Tallinnas ka teoks sai. Oma rolli iseloomustab kultuuri aastapreemia laureaat Greta Koppel ise tagasihoidlikult kui üheks suure meeskonna liikmeks olemist. Jah, muidugi on iga aastaid kestva projekti taga paljude töö, kuid alati peab olema üks isiksus selle kõige keskmes. Keegi, kes on kõrgel erialasel tasemel, hea suhtleja, täpne asjaajaja.

Greta Koppeli kunstipreemiale esitanud kolleegid ja kunstiteadlased tõstavad iseäranis esile suhtlust neljateistkümne maailma suurima muuseumi (Louvre, Viini kunstiajaloomuuseum, Berliini maaligalerii, rahvusgalerii Londonis jt) ja hinnatud erakoguga. Greta Koppeli pühendunud töö näitas Eesti kunstimuuseumit tõsiseltvõetava koostööpartnerina ning kinnitas, et eesti kunstiteadus on maailmatasemel.

Ent *last but not least,* Greta Koppel on inimene, kes meile, eestlastele, selle näituse kaudu Sittowi loo jutustas ehk „vastavatesse registritesse timmis", nagu ta ise ütleb. See on ühe paljuski tänini salapärase kunstniku, tema hilise taasleidmise (enne teist maailmasõda) ja kindlasti ka Tallinnast pärit meistri kojusaabumise lugu. Viimane sobis suurepäraselt Eesti Vabariigi juubeliaasta programmi ja mõttega.

Olla seejuures ühtaegu põnev nii massipublikule kui ka oma ala kõrgtasemel teadlastele pole kaugeltki kerge ülesanne. „Ka Eestis on päris mitu teadlast, kes peavad ennast Sittowi asjatundjaks. Pidin tutvustama Sittowit laiale auditooriumile, aga olema ka tähelepanelik, et sisu detailid oleksid nii täpsed kui võimalik," rääkis Greta Koppel kultuurilehele Sirp.

Sittowi aasta

Enne Sittowi näituseprojekti uuris Greta Koppel Kadrioru kunstimuuseumi Madalmaade kogu 17. sajandist, tegeles originaali-koopia spetsiifikaga, kunstituru ja kunsti kommertsialiseerumisega. Aastal 2007 Eesti kunstiakadeemias kaitstud magistritöö kannab pealkirja „Kulda väärt kunst Kadrioru kunstimuuseumi Madalmaade maalikogus" (juhendaja Krista Kodres). Greta Koppel tunnistab, et Sittowi puhul motiveeris teda võimalus anda oma

panus ühe unustatud meistri taasavastamiseks, mille käigus tuli tõeseid teadmisi rekonstrueerida tõenäolisuse kaudu.

Sittowi lugu paelus kunstipublikut, aga andis olulise tõuke ka kunstniku loomingu edasisele uurimisele, mille tähtsust rõhutab ka kuraator. Eri riikidest tulnud huvi kinnitab, et töö Sittowi uurimisel jätkub ning võimalikud on ka täiesti uued avastused. Kõik see täiustab maailma kunstiajalugu.

Koostöös Yale'i ülikooli kirjastusega anti välja rahvusvahelise levikuga uurimuslik kataloog. Näitust saatis kultuuri- ja haridusprogramm, mis sisaldas meistriklasse, ekskursioone, muuseumitunde ning lastelaagreid. Näituse lõppakordina peeti sümpoosion „Michel Sittowi elu ja kunsti lood. Faktid ja väljamõeldised".

Näitusega koos ilmus Anti Saare teksti ja Urmas Viigi piltidega lasteraamat „Mina, Milda ja meister Michel" (Eesti kunstimuuseum, 2018), mille haaravas ja harivas tegevustikus põimuvad nii tänapäev kui poole tuhande aasta tagune Euroopa, Michel Sittowi kaasaeg. Eesti lastekirjanduse keskuselt sai teos Aasta Rosina tiitli, millega pärjatakse aasta kõige omanäolisem lasteraamat.

Mis saab edasi?

Mida teeb korraldajast kunstiteadlane pärast edukat näituseprojekti? Teadust! Greta Koppel töötab kunstimuusemi Mikkeli muuseumis kuraatorina ning uurib edasi renessansi- ja barokiaegse kunsti ajalugu. Sel teemal valmistab ta ette ka doktoritööd.

2018. aasta juunis, kui Sittowi näitus oli nädalapäevad avatud olnud, ütles Greta Koppel: „Uurimise seisukohalt intrigeerivate teemade komistuskiviks on juba idee tasandil eeldatavalt väike publikumenu. Tunnen, et praegu on see koht, kus tuleks lugeda, kirjutada, muljeid ja mõtteid koguda, et oleks midagi esitada."

Küllap aitab Sittowile osaks saanud tähelepanu kaasa igale järgmisele näituseprojektile Eestis (ja mujalgi maailmas), mille kuraatorina on afišile märgitud Greta Koppeli nimi.

Neeme Korv

KASUTATUD MATERJALID

Juhan Raud. „Renessansiajastu kunstnik Michel Sittow“, Postimehe erileht „100 nägu“, detsember 2018

„Inimesed seisid tunde Kumus järjekorras, et Michel Sittowi näitusele pääseda“, ohtuleht.ee 16.09.2018

„Selgus Aasta Rosin“. kultuur.postimees.ee 7.12.2018

Maarin Mürk. „Suurnäituse väljakutse“. Sirp 14.09.2018

Kumu ajaveeb. „Saame tuttavaks: Greta Koppel, näituse „Michel Sittow. Eesti maalikunstnik Euroopa õukondades“ kuraator“. 14.06.2018 https://kumu.ekm.ee/blogi/saame-tuttavaks-greta-koppel-naituse-michel-sittow-eesti-maalikunstnik-euroopa-oukondades-kuraator/

LÜHIÜLEVAADE ÕPINGUTEST JA TÖÖST

Greta Koppel

Sündinud 27. jaanuaril 1978

1997–2002 Eesti kunstiakadeemia; BA kunstiteadus

2003–2007 Eesti kunstiakadeemia; MA kunstiteadus (*cum laude*)

2002–2007 Eesti kunstimuuseum, Niguliste muuseumi kuraator

2007–... Eesti kunstimuuseum, Kadrioru kunstimuuseumi kuraator

2007–2008 Tallinna ülikool; Balti filmi- ja meediakooli lektor

2008–... Eesti kunstiakadeemia; doktorant

2010–... Eesti kunstiakadeemia lektor

KUREERITUD NÄITUSED

2018 „Michel Sittow. Eesti maalikunstnik Euroopa õukondades“; Eesti kunstimuuseum – Kumu kunstimuuseum (08.06–16.09.2018); rahvusvaheline koostöönäitus koos rahvusgaleriiga Washingtonis (28.01.–13.05.2018; kuraator John Oliver Hand).

2017 „Uudistava pilguga. Maneristlik maal Varssavi rahvusmuuseumist“; Eesti kunstimuuseum-Kadrioru kunstimuuseum (21.10.2017–25.02.2018).

2017 „Rooma stiilis. Maneristlik graafika Eesti kogudest“; Eesti kunstimuuseum-Mikkeli muuseum (21.10.2017–11.03.2018).

2017 „Kollektsionääril külas“. Installatsioonituba Mikkeli muuseumis. Püsiekspositsiooni uuendus.

2015 „Ehe kunst või petukaup?“; näitus Kadrioru kunstimuuseumis ja Mikkeli muuseumis (28.03–04.10.2015).

2011 rahvusvaheline näitus „Bosch & Bruegel. Ühe maali neli jälge“ (kontseptsioon: dr Erma Hermens (Glasgow ülikool), Greta Koppel (Kadrioru kunstimuuseum, EKM), dr Jørgen Wadum; multimeedia: Hilkka Hiiop (EKM)) Kadrioru kunstimuuseumis (22.10.2011–04.03.2012), Taani rahvusgaleriis (kevad-sügis 2012) ja Kelvingrove'i muuseumis Glasgow's (sügis 2012 – talv 2013).

2010 „Šedöövri sünd“; Kadrioru kunstimuuseum, Eesti kunstimuuseum (kaaskuraator Aleksandra Murre).

2010 Kadrioru kunstimuuseumi Madalmaade püsiekspositsiooni uuendamine.

2009 „Elu melu. Madalmaade kuldajastu maalikunst“; Kadrioru kunstimuuseumis ja Sinebrychoffi kunstimuuseumis (Helsingi).

2004 „Madal taevas, avar horisont. Madalmaade kunst Eestis“; Kadrioru kunstimuuseumis.

Riigi kultuuri aastapreemia Eesti kunstiakadeemia uue hoone õnnestunud arhitektuurse lahenduse eest

Juhan Rohtla, Koit Ojaliiv, Joel Kopli, Eik Hermann

JUHAN ROHTLA, KOIT OJALIIV, JOEL KOPLI, EIK HERMANN. KUNSTIAKADEEMIALE UUE NÄO ANDJAD

Eesti kunstiakadeemia ehk EKA uus maja Tallinnas Kalamaja ja vanalinna piiril on mitmes mõttes märgiline hoone, mis võtab kokku nii akadeemia pikaleveninud ruumiotsingud kui pakub ka arhitektuurselt uut kvaliteeti. Monument ilma õõnsa monumentaalsuseta, sümboolne vorm, mille sisu kasutajad pidevalt ümber kujundavad. Niivõrd tujukas ja enesekriitiline nähtus nagu nüüdisaegne kunstikool peabki pidevas muutumises olema, ajas täienema ja täiustuma. Noorte arhitektide Joel Kopli, Koit Ojaliivi, Juhan Rohtla ning filosoof Eik Hermanni loodud hoone on sellele protsessile suurepärane raamistik, liialt domineerimata loob arhitektuur siin pigem tausta ning annab EKA katuse all igapäevaselt sündivale loomingulisele kokteilile paraja maitsenüansi.

EKA uue maja kuvandi lahutamatuks osaks on muutunud selle eellugu, ligi kümme aastat kestnud majasaaga, mille käigus lammutas kool oma ajaloolise maja kesklinnas ja lõpuks kaotas krundigi. Osakondade üle linna laialipillatus ning ühise katuse puudumine andis tugevalt tunda, veelgi enam aga ilmajäetuse tunne kunstikultuuri ühiskondlikust toetusest. See on uuele majale teatud lunastaja või päästerõnga maine kujundanud ning ilmselt kajab kusagilt sukavabriku soppidest veel mõnda aega vastu ka mälestus Tartu maantee krundil kõrguma pidanud tuledesäras kõrghoonest.

Ent tegelikult pole see eellugu kaugeltki kõige olulisem – Kalamajja endisesse Suva tehasesse uue hoone rajamisega alustas kool täiesti puhtalt lehelt, 2014. aastal toimunud arhitektuurivõistluse võidutöö alusel rajatud maja on ruumiline võimalus, mis EKA-l õnnestus pika majasaamise protsessi jooksul realiseerida, ning kindlasti on nii arhitektuuri kui asukoha poolest tõmmatud *jackpot*, mitte lohutusauhind. Maja, mis toob tudengid kokku, loob EKA-le uue identiteedi ja võimendab Balti jaama piirkonnas kihisevat elurikkust.

Olemasoleva keskkonna ja ajaloolise pärandiga arvestamine on kindlasti üks praeguse arhitektuuri märksõnu. Uue EKA üks trumpe on edukalt lahendatud ülesanne vanad tehasehooned võimalikult tõhusalt ära kasutada nii, et industriaalsest õhkkonnast sünniks lisaväärtus. Ajalooliselt on tegu alates 20. sajandi algusest erinevates etappides ehitatud Rauaniidi tehase kompleksiga, millest kõige hinnalisem on arhitekt Eugen Habermanni projekteeritud viiekorruseline raudbetoonist karkassiga hoone krundi teravnurgas (valmis 1929). Omaaegse

tööstusarhitektuuri parimaid näiteid Tallinnas, mida efektsete nurgeliste akende ja ulja kolmnurkse mahu tõttu on seostatud ekspressionistliku käekirjaga – sama laadiga, millega Habermann koos Herbert Johansoniga tegi algust riigikogu hoone juures (valmis 1922). Hilisemate laienemiste käigus nüüd juba tehase Punane Koit nime all lisati kummalegi küljele uus tootmis- ja kontoriplokk, mille kandvad konstruktsioonid ja osaliselt välisseinadki on uues majas alles.

Mis õigupoolest teeb kitsukesel nurgakrundil asuvast, endisest suka- ja sokivabrikust ümbersündinud EKA maja arhitektuurselt silmapaistvaks, koguni aasta kultuurisaavutuseks? Seda enam, et silmatorkav erilisus või vormiline ületrumpamine pole väliselt tagasihoidliku hoone eesmärk – visuaalset müra on tänapäeva kommertssõnumitest küllastatud linnakeskkonnas niigi palju.

Esmalt on tegu õnnestunud rekonstruktsiooniga, kus olemasolevasse olukorda on sekkutud nii palju kui vaja ja nii vähe kui võimalik. Minimaalselt lammutades ja säilitades kultuuriväärtuslikku on loodud uus hästi toimiv tervik, traageldatud kokku esmapilgul raskesti kokku sobivad, koguni eri korrusekõrgusega hooneosad. Uue EKA puhul on vormi asemel esmatähtis kasutaja, tema vabadus oma ruumi kaasluua, arhitektide sõnul on maja teadlikult omamoodi „poolik" ja robustne. Nende jaoks on hoone kest pigem tugistruktuur, mitte piirang, raam, mis võimaldab erinevatel tegevustel sündida ja areneda. Maja tavapärasest erinev, vanu värvikihte ja haljaid betoonpindu eksponeeriv siseviimistluski (sisearhitekt Tarmo Piirmets) on kantud soovist mitte muuta ruume liiga lõpetatuks. Kindlasti taheti säilitada ka juba eespool mainitud industriaalset fluidumit. Juba ongi avalikud ruumid kattunud plakatite ja erinevate tekstiiltaieste kihiga, anonüümse maiguga uudsus hakkab tasapisi kodusemat tooni omandama.

Lisaks on maja logistiliselt hästi kokku pakitud: ta on saanud uue südamiku, vanade hoonete keskele rajatud läbi korruste ulatuv uus fuajee on liikumisteede kontrapunkt, kuhu koonduvad ümber sisehoovi kulgevad tiivad ehk osakonnad ning kuhu valgub tänavalt tulev sigin-sagin. Uus peasissepääs on Põhja puiestee poolsel fassaadil markeeritud musta ribilise mahuga – ülikoolil peavad ikka ka sambad olema! –, sama tumemust on ka Kotzebue tänavale avanev uus osa, kus lisaks teisele sissepääsule asub ka EKA galerii. Galerii koos suure auditooriumi ja fuajeega moodustavad EKA kõige avatuma külje, avaliku ruumi pikenduse ja koolis toimuvate sündmuste keskme.

Uus EKA on ruumiefektiivne: õppetegevusega seotud ruumid on jagatud eri tüüpi seminariklassideks – kõik ristkasutatavad – ning üliõpilaste ühisstuudioteks, kus igaühel oma laud ja kapp, isegi esinduslikust aulast on loobutud. Kuna enamik erialasid nõuab palju spetsiifilist tehnoloogiat ja töökodasid, pole tööstuslik vaim majast kadunud. Mõjus on Kotzebue tänava poolse tiiva

hoovikülg – õue avaneb ühtlase sammuga betoonist karkass, universaalne raamistik, mida saab täita vastavalt vajadusele kas terrassi või klaasist ruumiboksiga. Kokkuhoidlikule programmile vaatamata on majja ka ruumilist luksust lubatud: läbipaistvust, vanalinnavaateid, katuseterrasse, hoovitreppe, sest õppimine peab olema ka suhtlus ja nauding. Kindlasti saab kooselust ekalastele ka proovikivi – uus maja on küll üle 4000 m^2 suurem kui oli Tartu maantee hoone. Ka teisi EKA kasutada olnud pindu juurde arvestades on hoone avaram ja kindlasti tõhusamalt läbimõeldud, kuid kaugel priiskamisest, pigem vastupidi – ilmselgelt kollektiivset vaimu juurutav. Eri osakondade kokkutoomisest tekkiv sünergia oli uue maja suurimaid argumente ning avamise aegu enim eufoorilisi kiidusõnu pälvinud väärtus.

EKA on ka järjekordne näide selle sajandiga Tallinna linnaehituses alanud ja jõudsalt ka mitmele poole mujale levinud vabrikute renessansist. Vanade, magusa asukohaga tööstushoonete kohandamine uueks otstarbeks on omaette peatükk linnamajanduse ja moodsa arhitektuuri ajaloos, traditsiooniliste tööstusharude kadumine ning ümberpaiknemine linna piiri taha andis teed nn sümbolmajandusele, teenusepõhisele maailmale, mis konverteeris tühjaks jäänud tehaste rohmakad müürid kiirelt investeerimisväärseks kinnisvaraks.

Ka EKA puhul saab rääkida kultuurifunktsiooni piirkonda elavdavast jõust, ajalooga hoone sümboolsest väärtusest, vanade majade kordategemise ökoloogilisusest, kohaliku elanikkonna sotsiaalse pildi rikastamisest (ikkagi üle tuhande tudengi ringi liikumas). Tehas kui industriaalne, unifitseeritud ruumiga hoone, mis hoiab välise visuaalse atraktiivsuse mõttes üsna madalat profiili, räägib õpikeskkonnaga seotud hinnangute teisenemisest. Meie väärtuspõhisel ajastul polegi see kõik nii paha tulemus, sest sümbolväärtustel on kapitali jõud, majad kindlasti lihtsalt ei seisa linnas, vaid kujundavad seda aktiivselt. Rääkimata mõjust, mida uus maja uue põlvkonna kunsti- ja arhitektuuritudengitele avaldab, sest ruum kujundab ka meid, pole kahtlustki.

Triin Ojari

LÜHIÜLEVAADE ARHITEKTIDE ÕPINGUTEST JA TÖÖST

Eik Hermann

Sündinud 21. juunil 1978

Õpingud

EKA (al 2015), Tallinna ülikooli Eesti humanitaarinstituut 2004–2005, Eesti humanitaarinstituut (1998–2004). Töötanud ajakirjas Ehituskunst (kolleegiumi liige al 2012, kaaspeatoimetajana 2017), alates 2012 EKA lektor, erakorraline lektor.

Koit Ojaliiv

Sündinud 27. detsembril 1980

Õppinud Tartu kõrgemas kunstikoolis skulptuuri ning EKAs ja Universität der Künste Berliinis arhitektuuri. EKA lõpetas 2008. aastal. Alates 2014. aastast juhendab EKAs arhitektuuri ja sisearhitektuuri teise kursuse erialaprojekti. KUU arhitektuuribüroo asutaja (2011).

Juhan Rohtla

Sündinud 12. mail 1982

Õppinud EKAs (lõpetas 2008). Alates 2014. aastast juhendab EKAs arhitektuuri ja sisearhitektuuri teise kursuse erialaprojekti. KUU arhitektuuribüroo asutaja (2011).

Joel Kopli

Sündinud 30. aprillil 1983

Õppinud Tallinna tehnikakõrgkoolis (lõpetas 2005) ja EKAs (lõpetas 2008). KUU arhitektuuribüroo asutaja (2011).

Riigi kultuuri aastapreemia silmapaistva loomingulise tegevuse eest 2018. aastal.

Olga Privis

OLGA PRIVIS. TANTSIB JA PANEB TEISED TANTSIMA

„Draamalavastuste koreograafe sageli ei märgata ja arvustustes ei kajastata. Kui ei ole otseselt seatud tantsud, siis ei saada aru, kus jookseb lavastaja ja koreograafi tööde piir. Tihti olen seadnud paika misanstseenid ja üldised liikumised. Kui on olnud emotsionaalne protsess, kus olen hingega asja kallal ja teen rohkem kui liikumisjuht peaks, siis on kahju, et ei märgata. Ei osata, teata märgata. Viimasel ajal olen võtnud hoiaku, et ei lase sellest ennast häirida, vaid teen oma asja."

Eesti praegusaja ühe viljakaima koreograafi, tantsupedagoogi ja tantsija Olga Privise festivali Draama ajal rahvusringhäälingule antud intervjuus tehtud kokkuvõte kõlab üpris pessimistlikult. Seda enam, et see kõlab üdini optimistliku sädeinimese suust.

Kõnealuses hinnangus peegeldab vastuolu hingega tehtud loomingulise töö ja selle kaunikesti vastuolulise retseptsiooni vahel. Olga Privis osales 2018. aastal lavalise liikumise juhendajana koguni 13 lavastuse loomeprotsessis, neist kuues väljaspool oma koduteatrit. Loodetavasti õpetab kultuuri aastapreemiaga tunnustamine (kultuuri)avalikkust enam märkama koreograafi kaalukat rolli lavastusprotsessis.

Tants läbi elu

Olga Privis on oma mäletamist mööda tantsinud kogu elu. Ja mitte ainult – ka lavastama ja õpetama hakkas ta juba lapsepõlves: „Lavastasin kodus pidulikke kontserte, milles tantsisid minu noorem õde ja tema sõbrannad." Niisugune on ta tänini – talle meeldib ise tantsida ja luua tantse teistele. Ta on kindlalt veendunud, et tantsida oskavad ja saavad kõik – kui ainult jaguks tahtmist.

Õismäel vaibakloppimispuudel turninud Olga hakkas tegelema sportvõimlemisega, kus sai esimesed koreograafiatunnid. Balletikooli katsetele viis tüdrukutirtsu vanaema. Tema esimene lavaline etteaste oli rahvusooperi Estonia muusikalis „Pipi Pikksukk" Kurrunurruvutisaare laste tantsus. „Me olime üliuhked, jätsime isegi pärast etendust grimmi musta värvi naha peale, et kõigile ühistranspordis ja kodus näidata, et oleme artistid," on Olga Privis Koolitantsu ajaveebis meenutanud.

Tallinna ülikoolis kõrgharidust omandades said eri tantsustiilidega tutvudes lemmikuteks *jazz*- ja kaasaegne tants. Ent kõige olulisem oli, et teed ristusid valdkonnas oluliste korüfeedega: „Mait Agu ja Rene Nõmmik leidsid ja ütlesid tol ajal õiged sõnad, mis aitasid mul leida oma tee tantsus, ja ka elus."

Hoogne 2018

Üks märksõna Eesti teatriaastast 2018 oli lavastuste sari „Sajandi lugu", mis sündis teatrijuhtide initsiatiivil ja Eesti etendusasutuste liidu juhtimisel Eesti Vabariigi 100. aastapäeva kingituseks. Üks suur ja üks väike teater loositi paaridesse, igale paarile loositi välja kümnend, mida koostöös lavastusena peegeldada. Nii sündis 13 lavastust.

Näitlejate liidu andmetel oli Olga Privis ainus, kes koguni neljas neist kaasa teha jõudis („Hipide revolutsioon", „Enne meid oli veeuputus", „Puudutada kuud" ja „TULEB / EI TULE"). Samal ajal tegutses ta aktiivselt esitajana Fine 5 tantsuteatri trupis.

„Töötan inimestega ja mulle on nn elav kontakt oluline. Võtan näitlejatest palju ja liidan sinna juurde lavastaja soovid," kirjeldab Olga Privis oma tüüpilist tööprotsessi. Mõnikord on tal loomingulist vabadust seejuures rohkem, mõnikord vähem.

Näiteks „Hipide revolutsiooni" puhul tõi ta välja, et Juri Kvjatkovski lavastajana on kindla vaate ja rikka fantaasiaga ning jätab liikumisjuhile vähem kunstilist vabadust. Sel juhul tuleb koreograafi sõnul leida väikesi rõõme, näiteks kui kaua proovitud liikumine viimaks nii välja tuleb, et võib rahule jääda. Tagantjärele põdeja Olga Privis pole: „Kas oleks saanud midagi teha teisiti või paremini? Ma ei mõtle sellele tagantjärele. Kui lavastus on sellel hetkel mingitel põhjustel nii loodud, siis nii ta enda elu elabki."

Vastupidiseks näiteks oli aga „Enne meid oli veeuputus", kus Jaak Kilmi ja Kiur Aarma jätsid talle palju loomeruumi. 1980ndatest rääkiv lavastus viis tuttavasse aega ja keskkonda, lapsepõlvekümnendisse. „Lavastus justkui räägikski minust," on Olga öelnud. Küllap see õnnestus, sest nimelt seda, „isiklike mälupiltide tekitamist" peab kriitik Madli Pesti nimetanud lavastuse suurimaks võluks ja õnnestumiseks.

Rakvere teatri / Fine 5 lavastuse „Puudutada kuud" kohta, kus Olga Privis tegi kaasa esitajana, kirjutab kriitik ajaveebis Danzumees: „Tantsijad on ju inimesed ning kuigi tantsijate elu on tants, siis sinna tantsu vahele, ette ja taha ning tantsu endasse sekkub ju ka elu ja inimesed, kes ei ole tantsijad... vist otseselt sellele mõtlematagi, siis just sellist tükki olen ma juba pikemat aega oodanud. Tantsunautlejatele ja tantsuga tegelenud inimestele kõvasti äratundmisi pakkuv

huvitav lavastus. Kuid mu tantsukauge teatrikaaslane näitas ka silmade särades teise vaatuse keskel /---/ põialt ja tundus, et tema sai sellest vähemalt sama palju kui minagi!“

Õppiv õpetaja

„Olga on palju enam kui lihtsalt koreograaf. Olga on kaaslavastaja, kelle oskus näitlejatega töötada, neid aidata, suunata, on saanud minu jaoks asendamatuks abivahendiks. Mitte kunagi ei ole tema töö piirdunud vaid lavastusele liikumiste loomisega. Ta puutub kõigesse. Nii sisu kui vormistamise mõttes. Ta aitab näitlejal leida tegelasele omase plastika. Aitab näitlejal leida lavastusse sobivad väljendusvahendid. Aitab lavastajal sõnastada lavastaja enda mõtteid.“

Nii iseloomustab Olga Privist lavastaja Taavi Tõnisson, keda Olga on koreograafina aidanud peaaegu kõigi lavastuste puhul, mida „tema terav pilk ja kompromissitu professionaalsus on olulisel määral mõjutanud“. Tõnissoni sõnul on Olga loojana aastate vältel arenenud. „Tal on küll oma käekiri, aga ta ei korda ennast kunagi. Tema puudutus on lavastuses alati tuntav. Aga alati on see kordumatu ja värske.“

Tantsukriitik Heili Einasto: „Olga on loominguline, väga hea tehnilise baasiga tantsija. Ta on koreograafidele hea materjal, temas on seda ideede rikkust, mida lavastajad tahavad. Olgale on iseloomulik valmisolek riskida. Samal ajal kui osa tantsijaid ja loovisiksusi üldse eelistab jääda nii-öelda oma liistude juurde, on temas julgust proovida uut ja katsetada seejuures läbikukkumist kartmata. See on kindlasti positiivne.“

Olga Privis ütleb ise: „Ma armastan seda, mida ma teen. Võimalus sõita ringi, vaadata maailma, kohtuda uute huvitavate inimestega. Muidugi ei ole kõik nii lihtne kui pealt paistab, selleks on vaja palju tööd teha.“

Olga Privis rõhutab, et ka ise õpetaja rollis olles ei tohi õppimist lõpetada – tuleb jätkata enda arendamist nii isiksuse kui tantsijana. „Üritan ennast täiendada kõikvõimalikel koolitustel (*summer dance school*), proovida uusi tantsutehnikaid ja alati võtta erinevaid *workshop*'e.“

Neeme Korv

KASUTATUD MATERJAL

Heili Lindepuu. „Draama 2018 | Koreograaf Olga Privis: võtan näitlejatest palju“, kultuur.err.ee 07.09.2018, https://kultuur.err.ee/859520/draama-2018-koreograaf-olga-privis-votan-naitlejatest-palju

Madli Pesti. „Kolmteist Eestit. Teatrisari „Sajandi lugu““, Teater.Muusika.Kino 11/2018 http://www.temuki.ee/archives/1911

„Saage tuttavaks: särav Olga Privis“, Koolitantsu blogi 10.02.2015, http://koolitants.blogspot.com/2015/02/saame-tuttavaks-sarav-olga-privis.html

„{Sajandi lugu}: Puudutada kuud – Rakvere Teater/Fine 5“, blogi Danzumees 19.04.2018 http://danzumees.blogspot.com/2018/04/sajandi-lugu-puudutada-kuud-rakvere.html

Taavi Tõnissoni soovituskiri kultuuripreemia määramiseks

Neeme Korvi intervjuu Heili Einastoga, 18.02.2019

LÜHIKOKKUVÕTE ÕPINGUTEST JA TÖÖST

Olga Privis

Sündinud 24. detsembril 1976

Haridus: 2006–2008 Tallinna ülikool MA – koreograaf/lavastaja, 1996–2002 Tallinna ülikool, koreograafia osakond BA – tantsija/koreograaf, 1999–2001 Fine 5 tantsukool, 1986–1995 Tallinna balletikool

Olga Privis on tantsija, tantsukunstnik, pedagoog ja koreograaf. Tantsijana on ta koostööd teinud koreograafidega nagu Saša Pepeljajev, Rene Nõmmik, Tiina Ollesk, Aki Suzuki, Mart Kangro, Jüri Nael, Dmitri Hartšenko, Krista Köster, Marina Kesler, Oksana Titova, Taavet Jansen, Janek Savolainen, Eugeny Korniag, Mait Agu. Ta on osalenud rahvusvahelistes *show*- ja moderntantsuprojektides Eestis, Lätis, Leedus, Soomes, Rootsis, Jaapanis, Filipiinidel, Saksamaal ja Venemaal.

Töötab vene teatris liikumisjuhina ning on loonud koreograafia erinevatele lavastustele Eestis ja Venemaal. Õpetab tantsimist lastele, noortele ja täiskasvanutele. Alates 2006. aastast on Kaie Kõrbi balletistuudio kevadetenduste pealavastaja. 2015. aastal oli ta koolitantsu kompanii „Esimene lend“ estraaditantsu koreograaf. Aastail 2010–2015 oli ta NUKU teatri noortestuudio tantsu- ja liikumisõpetaja, 2011–2014 akrobaatikakooli OMA tsirkus koreograaf ja treener.

OLGA PRIVISE 2018. AASTAL TEHTUD TÖÖDE NIMISTU

„SAJANDI LUGU“

03.02 „Hipide revolutsioon“ – „Sajandi lugu – EV100“ 70ndad; Ugala teater ja MTÜ R.A.A.A.M; Mihhail Durnenkov, lavastaja Juri Kvjatkovski

22.03 „Enne meid oli veeuputus“ – „Sajandi lugu – EV100“ 80ndad; autorid ja lavastajad Jaak Kilmi ja Kiur Aarma

13.04 laval (etendaja): „Puudutada kuud“ – „Sajandi lugu – EV100“ 90ndad; Rakvere teater ja Fine 5 tantsuteater. Autorid Urmas Lennuk, Peeter Raudsepp. Lavastaja Peeter Raudsepp, koreograafid Rene Nõmmik, Tiina Ollesk

23.08 „Tuleb / Ei tule“ – „Sajandi lugu – EV100“ Eesti tulevik; vene teater ja loominguline ühendus Audiokinetica; lavastaja Artjom Garejev; NUKU teater

01.07 „Gulliveri reisid“ Jonathan Swift, lavastaja Taavi Tõnisson; TÜ Viljandi kultuuriakadeemia 12. lennu diplomilavastus

11.11 „Protsess“ Franz Kafka, lavastaja Taavi Tõnisson

VENE TEATER

16.02 „Richard III“ W. Shakespeare, lavastaja Sergei Potapov

19.04 „Pardijaht“ A. Vampilov, lavastaja Kamran Shahmardan

29.09 „Tuli mees naise juurde“ S. Zlotnikov

20.10 „Tapatöö jumal“ Yasmina Reza, lavastaja Filipp Loss

08.12 „Külmunud laulud“ S. Pisahhov, lavastaja Irina Kondrashova

20.12 „Omon Ra“ Viktor Pelevin, lavastaja Nikita Betehtin

15.12 vene teatri 70. aastapäeva juubelikontsert, lavastaja Artjom Garejev

LAVAL (ETENDAJA)

„Puudutada kuud“ Rakvere teater ja Fine5 tantsuteater „Sajandi lugu“ – 90ndad. Autorid Urmas Lennuk, Peeter Raudsepp. Lavastaja Peeter Raudsepp, koreograafid Rene Nõmmik, Tiina Ollesk Fine5 „Generatsioonid“. Lavastajad/koreograafid Stav Marin ja Neta Weiner (Iisrael). Esietendus 22. sept 2018 teater NO99 (Tallinn)

Fine 5 näitas 2018. aastal lisaks „25 Tantsu“, „Ilmeilus“ (festivalidel Leedus, Armeenias, Poolas) ja „Generatsioonid“ Göteborgi festivalil IndepenDANCE.

Riigi kultuuri aastapreemia silmapaistva loomingulise tegevuse eest 2018. aastal.

Marko Mäetamm

MARKO MÄETAMM. IROONILISE VEMBUMEHE HINGEPÖÖNINGUD

„Kui mingi asi galeriikülastajal harja punaseks ajab, tuleb enda sisse vaadata. Seal võib igasuguseid kolle peidus olla," vastas kunstnik Marko Mäetamm 2018. aasta sügisel teda küsitlenud reporterile. Tõepoolest, vaevalt leidub inimest, keda Mäetamme looming külmaks jätab. Eriti emotsionaalne võib olla esimene kokkupuude.

Ükskõik, kas kontakt leiab aset näitusel, juhuslikus galeriis mingi üksikteosega või internetis. Viimane on väga tähtis – Mäetamm on üks neid Eesti kaasaegseid kunstnikke, kel on veebis isiklik koduleheküIg, mis annab ülevaate kunstniku loomingulisest tegevusest aastate kaupa ja võimaldab tutvuda teostega.

Mäetamme kunstikeel on läbinisti tänapäevane, kus eri tehnikad omavahel põimuvad. Meemide, koomiksi ja videotega harjunud inimesel on seda lihtne vastu võtta. Sügavam mõistmine nõuab muidugi enamat.

Popp kontseptualism

1965. aastal Viljandis sündinud Mäetamm on õppinud Eesti kunstiakadeemias graafika erialal (MA 1996) ning trükitehnoloogiaid Swedish Royal Art High Schoolis. Kunstivaatlejad nimetavad teda üsna üksmeelselt üheks praegusaja Eesti mitmekülgsemaks kunstnikuks, kes on ka rahvusvaheliselt tuntud ja toimekas.

Mäetamm on kahel korral esindanud Eestit Veneetsia biennaalil: 2003. aastal osana kunstnikeduost John Smith (koos Kaido Olega) projektis „Marko und Kaido" ja 2007. aastal isikunäitusega „Loser's Paradise".

„Mäetamme looming on küllastunud mitmetest stiilidest ja ideoloogiatest, mis oma vormi ja sisu kombineerides jõuavad üsna omapärase lahenduseni. Popi sugemetega kontseptualism ristub eksistentsialistliku filosoofiaga ning olemise ängistav absurdsus muutub läbi kunstniku koomikat hindava vaatenurga musta huumorit sisaldavateks graafilisteks lehtedeks, maalideks, joonistusteks, skulptuurideks, installatsioonideks, videoteks või hoopis tarbekunstiks," kirjutab kunstnike liidu asepresident, kuraator ja kriitik Elin Kard. „On raske leida teemat, millel Mäetamm poleks peatunud: teemade ring ulatub väikese inimese

ülitavalistest ja isegi igavatest igapäevaelu käsitlevatest sissevaadetest laiemahaardeliste nähtusteni, nagu seda on religioon või perevägivald.“

Mäetamme puhul märgitakse ära ka performatiivsust ehk kunstniku ja tema keha asetamist tema loomingu keskmesse. Seda joont jätkab ta ka 2018. aasta isikunäitustel „Sit Back, Relax And Enjoy The Rest of Your Life“ (Vilnius, Leedu) ja novembrist kuni 2019. aasta 3. veebruarini Tallinna kunstihoones avatud näitusel „Üks kuu Kanadas“ koos Kanada näitekirjaniku ja lavastaja Ken Cameroni ning Ungari juurtega Kanada kirjaniku, etenduskunstniku ja terapeudi Rita Boziga (kuraator Anneli Porri).

Kunstihoone näitusega kaasnes ka ulatuslik suhtlus publikuga haridusprogrammi vahendusel. Mäetamm osales viljakal 2018. aastal ka mitmetes ühisprojektides Ungaris, Lätis, Prantsusmaal ja Iraagis. Mäetamm oli ka üks neist kunstnikest, kes 2018. aastal valiti välja riigi kunstnikupalga saajate hulka.

Mõjus jutustus Kanadast

2018. aasta loominguline tippsaavutus, näitus „Üks kuu Kanadas“ jutustas videote, installatsioonide ja tekstide abil loo, kuidas kunstniku isa külastas 1978. aastal Torontos elavat vanaisa. See oli nende esimene ja viimane kohtumine pärast 1944. aastat. Näitusel põimusid eestlastele tuttavad teemad nagu Nõukogude-Lääne konflikt, inimsaatused, väliseestlus, defitsiit ja olme jne. „Mulle ei meeldi lähtuda mingist baastekstist või raamatust, ma võtan enda seest neid asju,“ rääkis Mäetamm ETV saatele „OP+“.

Hoolimata kergesti samastutavast perekonnaloost ei rõhu kunstnikud lihtsalt nostalgiale. „Lood, mida me endist jutustame, vormivad meid. „Üks kuu Kanadas“ on paljuski irooniline ja humoorikas läbilõige lugudest, mida me Marko ja Ritaga oleme endile jutustanud veidrast võõrast maast meie ühises kujutluses,“ ütles kaasautor Ken Cameron.

Mäetamm oli isa Kanada-reisi ajal varateismeline poiss. „See oli tugev raputus minu elus, nagu komeet sõidaks läbi pea. Samuti minu isal. Iga kord, kui käisin tal külas, läks jutt tema kunagisele Kanada reisile,“ rääkis kunstnik näitusel antud usutluses. „Ühel hetkel hakkas tunduma, et see on nii laetud materjal, millest inimene räägib 40 aastat hiljem, et mul on teatav kunstnikukohustus seda materjali käsitleda. Kui ma oleksin saanud liftimontööriks, nagu mu ema tahtis, siis ma ei saaks seda lugu jagada, aga kunstnikuna on mul tööriistad, et inimesi materjaliga dialoogi kutsuda.“

Näituse ettevalmistamine võttis kolm ja pool aastat ning polnud lihtne eetiliste piiride tõttu (perekonna lugu, vanaisa-isa-poja suhted). „Raskeks tegi see, et

teiste inimeste elukogemusi või mälu ära kasutades ei saa ma materjaliga niimoodi ümber käia, nagu iseenda kogemuste või mälestuste kasutamisega oma kunstiprojektides.“

Mäetamm tõdeb, et vaataja leiab tema töid vaadates sageli huumorit. „Kui olin noorem, siis mind väga häiris see reaktsioon – ma ei ole teinud taotluslikult naljakaid töid. Ent pikapeale hakkasin aru saama, et see külg minu loomingus, mida üldse ei taotle, aitab hästi sõnumit vaatajani viia. Ma ei võitle enam selle vastu – mis ateljees on tõsine, näitusel enam mitte –, las ta siis olla.“

Müstika pealiskihi all

Kunst on kahtlemata seletatav, aga midagi selles jääb alati seletamatuks.

„Näitusega „Üks kuu Kanadas“ on Mäetamm naasnud oma varasema kergelt iroonilise omamütoloogilise maailma juurde ja selle tähendusulatus on taas sama laiapõhjaline ja igavikuline nagu talle kuulsust toonud Veneetsia paviljoni eelsed tööd. /---/

Mäetamme mälus on isa Kanada-reisilt kaasa toodud asjad heroiseerunud ning kuuluvad reliikviatena punase sametiga vooderdatud vitriinkappi, mida eksponeeritakse näituse krüptis. Isa märkmik, kus on kirjas asjade nimekiri, mida ta Kanadast tooma pidi ning mille isa lennukis peaaegu ära kaotas, on koos tähtsate asjade nimekirjaga pühakirjale kohaselt kivisse raiutud,“ kirjutab Indrek Grigor Sirbis.

Kriitiku meelest on Kanada-loos tegelikult vähem peredraamat ja märksa rohkem müstikat, kui pealispind oletada lubab. „Mäetamme brändide keeles kargodiskursuse taga on suurem tõde kui teatavas eas tekkiv nostalgiline huvi esivanemate vastu. Midagi, mida transis soniv kunstnik isegi läbi hammustada ei pruugi ning mis ka minul paraku mõistmata ja sõnastamata jääb.“

Midagi sarnast leidis juba noore Mäetamme puhul Andri Ksenofontov, tuues välja, et irooniliseks vembumeheks peetav kunstnik käsitleb masendavaid teemasid, tegeleb „ring- ja tupikteedele eksinud intellektuaalse mõtteprotsessiga“, tema „melanhoolia on hingepööningu ja keldri sorteerimine“.

Neist varjatud hingesoppidest tuleb esile veel nii mõndagi.

Neeme Korv

KASUTATUD MATERJAL

www.maetamm.net (kunstniku koduleheküIg)

Andri Ksenofontov. „Marko Mäetamme kunsti lätetel“, Sirp 17.09.2004

„OP+“, ETV 11.01.2019

„Marko Mäetamm, Rita Bozi, Ken Cameron. Üks kuu Kanadas“, www.kunstihoone.ee, 16.11.2018; sealsamas: intervjuu Marko Mäetammega

Indrek Grigor. „Helesinine Kanada – Mäetamm naaseb religiooni juurde“, Sirp 18.01.2019

Elin Kard. Eesti Kunstnike Liidu soovituskiri Marko Mäetammele aasta kultuuripreemia määramiseks, 10.01.2019

LÜHIÜLEVAADE ÕPINGUTEST JA TÖÖST

Marko Mäetamm

Sündinud 13. detsembri 1965 Viljandis

Õppinud Eesti kunstiakadeemias graafika erialal (MA 1996) ning trükitehnoloogiaid Swedish Royal Art High Schoolis.

Oli kuni 2010. aastani täiskohaga EKA vabade kunstide teaduskonna dekaan.

Esinenud aktiivselt isiku- ja rühmanäitustel Eestis ja välismaal, sh aastatel 2003 ja 2007 Veneetsia biennaalil. Võitnud mitmeid auhindu, mh 2000. aastal Eesti vanima ja mainekaima kunstipreemia, Kristjan Raua preemia. Autasustatud Valgetähe V klassi teenetemärgiga (2008).

RIIGI TEADUSPREEMIATE KOMISJONI KOOSSEIS

Kinnitatud valitsuse korraldusega 11.10.2018 nr 254

ESIMEES	
Tarmo Soomere	akadeemik, Eesti teaduste akadeemia president
ASEESIMEES	
Eero Vasar	akadeemik, Tartu ülikooli professor
LIIKMED	
Jaan Aarik	akadeemik, Tartu ülikooli professor
Tõnis Kanger	Tallinna tehnikaülikooli professor
Rainer Kattel	Tallinna tehnikaülikooli professor
Meelis Kitsing	arenguseire keskuse uuringute juht
Maarja Kruusmaa	akadeemik, Tallinna tehnikaülikooli professor
Kristin Kuutma	Tartu ülikooli professor
Priit Kulu	Tallinna tehnikaülikooli emeriitprofessor
Maris Laan	Tartu ülikooli professor
Jüri Martin	akadeemik, Euroakadeemia rektor
Marika Mänd	Eesti maaülikooli professor
Ülo Niinemets	akadeemik, Eesti maaülikooli professor
Karl Pajusalu	akadeemik, Tartu ülikooli professor
Pärt Peterson	Tartu ülikooli professor
Ellu Saar	Tallinna ülikooli professor
Tiit Tammaru	akadeemik, Tartu 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 KULTUURIPREEMIATE 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 nr 26; muudetud kultuuriministri käskkirjadega 07.01.2014 nr 5 ja 18.01.2016 nr 1-2/9.

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