

EESTI GEOGRAAFIA SELTSI

AASTA- RAAMAT

42. KÖIDE



ISSN 0202 - 1811

EESTI GEOGRAAFIA SELTSI AASTARAAMAT 42. köide



EESTI GEOGRAAFIA SELTSI

AASTA- RAAMAT

42. KÖIDE



EESTI GEOGRAAFIA SELTSI AASTARAAMAT
42. köide

ESTONIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY

YEARBOOK
OF THE ESTONIAN GEOGRAPHICAL
SOCIETY

VOL. 42

Edited by Arvo Järvet

TALLINN 2017

EESTI GEOGRAAFIA SELTSI

AASTARAAMAT

42. KÖIDE

Toimetanud Arvo Järvet

TALLINN 2017

**YEARBOOK
OF THE ESTONIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY
VOL. 42**

**EESTI GEOGRAAFIA SELTSI
AASTARAAMAT
42. KÕIDE**

Edited by: Arvo Järvet
Toimetaja: Arvo Järvet

Aastaraamatu väljaandmist on toetanud:
Tartu Ülikooli geograafia osakond
Tallinna Ülikooli ökoloogia keskus
Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Autoriõigus: Eesti Geograafia Selts, 2017

ISSN 0202-1811

Eesti Geograafia Selts
Kohtu 6
10130 Tallinn
www.egs.ee

Trükitud OÜ Vali Press

SAATEKS

Jätkame Eesti geograafiliste uurimistulemuste ülevaate andmist oma aastaraamatus, mille eelmised 41 köidet on meie rahvusliku geograafia teaduse omakeelne väljendus ehk mõttesoon minevikust tulevikku. See on nähtamatu niit, millest kinni hoides püsime rajal, mis ei rohtu ega lõpe. Praegune aeg ei anna palju mahti tagasi ega kõrvale vaadata, sest igast suunast tulvab uut ja mitmekesisist informatsiooni, mis kipub katma vana, mõnikord ka väärika teadmise meie maast, tema elust ja oludest. Maateadlaste erinevate põlvkondade ettevõtmiste mõistmiseks tutvustab aastaraamat nii varasemaid sündmusi ja inimesi kui ka annab uut teadmist kodumaa uurimise alalt.

Aastaraamatus on kirjatööd jagatud traditsiooniliselt kolme ossa: esimeses on uurimuslikud artiklid ja ülevaated, teises meenutused neist, kellel ei ole enam kunagi võimalik seda raamatut näha ega lugeda ning kolmandas – kuidas möödus eelmine ehk 2016. aasta vaadatuna läbi mõningate eesti geograafia oluliste sündmuste. Loodetavasti niisuguse mitmetahususe ühendavaks jooneks on see, et kõik need kirjatööd – mõni rohkem, teine vähem – annavad osakese eesti rahvusteaduste varasalve ning aitavad mõista Eestimaa muutuvaid väärtusi. Samas tuleb välja seegi, millist olulist rolli on EGSi aastaraamat mänginud eestikeelse maateaduse sõnavara loomisel ja hoidmisel, mis on nii vajalik maateadlaste erinevate põlvkondade ühistes ettevõtmistes ja vastastikusel mõistmises.

Käesoleva aastaraamatu koostaja ja toimetaja tänu kuulub kõigile autoritele, kes oma teaduslikku või huvialast loomingut on soositud avaldama käesolevas väljaandes.

Arvo Järvet, aastaraamatu toimetaja

SADA AASTAT ÕIETOLMUANALÜÜSI ARENGUST MAAILMAS JA EESTIS

Tiiu Koff

Mõttele horisontaalselt, tööta vertikaalselt.

L. von Post

Lennart von Post uuris Lõuna-Rootsi soode arengut ja esitas Skandinaavia naturalistide koosolekul 1916. aastal ettekande, mis käsitles puude õietolmutterade sisaldust turbas. Seda sündmust loetaksegi ametlikult õietolmuanalüüsi meetodi alguseks ja sellele pühendati Rootsi Kuninglikus Akadeemias 24.–25. novembril 2016 sümpoosium (joonis 1). Kohal oli üle saja osavõtja erinevatelt mandritelt, erinevatest põlvkondadest, kel kõigil oli oma osa selles, et see meetod on püsinud, arenenud ja leidnud rakendamist erinevate paleogeograafiliste küsimuste lahendamisel.

Mis on õietolmuanalüüs?

Õietolmuanalüüs on üks vanemaid ja levinumaid palünoloogia meetodeid, mida on laialdaselt rakendatud erinevates loodusteaduslikes uuringutes. Õietolmutterade väliskestad on küll eriti tugevast materjalist, kuid siiski on nende säilimiseks kõige soodsamad tingimused tagatud suhteliselt happelises ja anaeroobses keskkonnas, kus on vähene mikroorganismide tegevus. Põhilisteks objektideks, mis võimaldavad uurida loodusmaastike pärastjääaegset arengut, on soo- ja järvesedted, mille kihtidest eraldatakse keemilise töötusega õietolmutterad ja eosed. Mikroskoobi abil määratakse ühes proovis leiduvate õietolmutterade ja eoste liigiline koostis ja hulgaline vahekord.



Joonis 1. „Sada aastat õietolmuanalüüsi ja Lennart von Posti pärand 24.–25. nov. 2016“ sümposiumist osavõtjad Stockhomis, Rootsi Kuningliku Akadeemia (Lilla Frescativägen 4) ees trepil. Limi Mao foto.

Erinevate taimede õietolmuteri saab eristada kuju, suuruse, välispinna mustri, pooride, astelde ja vagude abil. Õietolmupreparaadist loendatakse teatud kindla summani puude ja rohttaimede õietolmuterad, eosed ning saadakse üldsumma, mille suhtes arvutatakse iga üksiku liigi õietolmu protsendiline sisaldus. Ühest settekihhist määratud ja loendatud õietolmuterade ja eoste hulga andmeil saab koostada õietolmuspektri ja eri sügavustest saadud spektreid ühendades saame õietolmuprofiilid, mis kõigi liikide osas kokku moodustavad diagrammi. Teades seoseid taimeliikide leviku ja kliimaatiliste tingimuste

vahel, on võimalik rekonstrueerida kasvukoha keskkonnatingimusi ning liigestada ja korreleerida settekomplekse. Õietolmuanalüüsi saab kasutada ka esmase inimasustuse kujunemise uurimiseks.

Stockholmi sümposiumist

Esimese päeva ettekanded Stockholmis olid pühendatud õietolmuanalüüsi minevikule. Lennart von Postist ja Skandinaavia palünoologia ajaloost andis ülevaate **Björn E. Berglund** Lundi ülikoolist (joonis 2). Tema ettekandest selgus, et esmalt oli õietolmuanalüüs asendamatu suhtelise ajaskaala ja erinevate arheoloogiliste leiukohtade ja sündmuste dateerimiseks.



Joonis 2. Björn E. Berglund ja Tiiu Koff Stockholmi nõupidamisel 24.11.2016. I. Delusina foto.

Suurenenud andmehulkade töötlemisele juhtis oma ettekandes tähelepanu **H. John B. Birks** Bergeni ülikoolist. Tema oli üks esimestest, kes õietolmudiagrammide liigestamise subjektiivsuse vältimiseks kasutas statistilise analüüsi programme. Praeguseks on lihtsamad neist (CONISS) lisandunud õietolmudiagrammide koostamise programmidele ja võimaldavad dendrogrammi alusel leida sarnaseid õietolmuspektreid, mis moodustavad vastava õietolmu-
tsooni, millele antakse iseloomulik tähis.

Eric Grimm (Minnesota ülikool) puudutas oma ettekandes seda etappi õietolmuanalüüsi arengus, kui oli olemas piisavalt algandmeid ja õietolmudiagramme, mida sai koondada andmebaasidesse. Sellisel kujul pakkusid need tulemused materjali uuteks üldistusteks ja järeldusteks regionaalsel ja globaalsel tasandil. Algul primitiivsed isokronoloogilised kaardid liikide õietolmu sisalduse kohta koondati Euroopa õietolmu analüüsitulemuste andmebaasi (European Pollen Database), mille keskus paiknes algul Prantsusmaal, Arles linnas. Alates 2007. aastast koondati nii õietolmu- kui ka makrojäänuste-, ränivetikate-, ostrakoodide- ja vesikirbuliste analüüside andmed NEOTOMA (<https://www.neotomadb.org/>) andmebaasi. Kuidas seda andmebaasi saab kasutada fülogeograafias, sellest rääkis **Thomas Giesecke** Göttingeni ülikoolist.

Shinya Sugita poolt väljatöötatud algoritmi (REVEALS) on edukalt kasutatud üleminekul õietolmuandmetelt taimkatte andmetele. Seda rakendust on kasutatud ka kliima mudelites LPJ Guess uurimaks muutusi maakattes Euroopa tasandil. Ülevaate mineviku taimkatte kvantitatiivsetest rekonstruktsioonidest ja viimase aja rakendustest andis **Marie-Jose Gaillard** Linne ülikoolist.

Sellest kui palju inimene on oma tegevusega muutnud ja kujundanud maastiku avatust ja taimkatet, rääkis **Ralf Fyfe** (Plymouthi ülikool). Tuginedes õietolmu mudelitele selgitati välja, et juba pronksiajaks olid looduslikud metsad Inglismaa edelaosas hävitatud.

Kuid õietolmu andmedega saab minna ka päris kaugele minevikku. **Chronis Tzedakis** (University College London) on uurinud sadu tuhandeid aastaid hõlmavaid setteid ja neist saadud õietolmuandmeid on ta võrrelnud muutustega maa orbitaalsetes parameetrites ja seostanud neid Kvaternaari ajastu jääaegade ja jäävaheaegade vaheldumisega.

Kui heas korrelatsioonis on aga õietolmuandmed ja kliimaandmed? Neid rekonstruktsioone on tehtud tänapäeva õietolmuspektrite ja kliimaandmetele tuginedes kuni 0,5°C täpsusega. Kuid **Heikki Seppä** (Helsingi ülikool) tõi ettekandes välja ka kriitilisi noote. Kas puud suudavad ikka nii kiiresti migreeruda liustiku taandumise järel või on seal ka teisi faktoreid? Tänapäeva analoogia polegi ehk parim meetod, kuid paremat pole ka keegi senini välja pakkunud. Andmebaasidest võib leida ligi 7800 tänapäevast õietolmuspektrit, kuid kas nende seast on võimalik leida sellist, mis täpselt kirjeldaks situatsiooni hilisglatsiaalis liustiku taandumise järel? Siin on veel palju küsimusi, millele alles otsitakse vastuseid.

Õietolmuanalüüsi hetkeseisule olid pühendatud ettekanded, mis tegelikult on oma alguse saanud juba aastakümnete tagant, kuid aktuaalseks jäänud ka tänapäeval. Milline on olnud taimkatte dünaamika aastasadade või tuhandete jooksul, kuidas on seda kulgu mõjutanud häiringud ja kuidas kujunesid kultuurmaastikud. Häid näiteid arheoloogiliste väljakaevamistega seotud õietolmuanalüüsi tulemustest tõi Rootsiajalise Rahvusmuuseumi töötajad **Per Lageras** ja **Anna Broström**. Neil õnnestus õietolmuanalüüsi tulemuste interpreteerimise kaudu tõestada suure Katkuaja (AD 1350) mõju Skandinaavias. Kasutades REVEALS mudelit, kvantifitseeriti taimkatte muutused 50 aastase sammuga ja tõestati, et pool põllumaa all olevast territooriumist jäi peaaegu 150 aastaks mahajäetuks. See andis suunad ka tuleviku uuringute jaoks, et on võimalik leida põllumajandusmaa osakaalu ja hinnata selle muutuse mõju nii inimühiskonnale kui ökosüsteemile.

Õietolmu ja bioloogilise mitmekesisuse säilitamise koosmõjudest rääkis Stockholmis **Kathy Willis** Oxfordi ülikoolist. Sageli on keskkonnakorraldajate ja looduskaitsete ees seisnud küsimused, mida ja kuidas kaitsta? Kui veel 1960–1970ndatel oli looduskaitsetes levinud karmide keeldude aeg ja kaitsealad muudetud reservaatideks, siis tänaseks on need põhimõtted muutunud ja võib öelda, et tänu õietolmuanalüüsile õnnestus selgitada, et osa kooslusi vajavad püsijäämiseks just vahepealseid häiringuid nagu näiteks tulekahjusid. Läks veel paarkümmend aastat kuni seda jäädiski uskuma ja võeti kontrollitud tulekahjud koosluste mitmekesisuse säilitamise

abinõude hulka. Sellest järeldus, et looduslike ressursside korraldamine ja otsuste tegemine eeldab pikaajaliste protsesside dünaamika tundmist ja mõistmist.

Näitena tõi K. Willis veel uuringu Galapagose saarelt, kus tänu õietolmuanalüüsile selgus, et kaitstavate liikide nimekirjas olid ka liigid, mis olid saarele jõudnud alles koos esimeste eurooplastega ja polnud sugugi varasemalt seal esinenud. Teise näitena tõi ta Sierra de Manatlan UNESCO biosfääri kaitseala Mehhikos, kus taheti range kaitse alla võtta männimetsa, kuid õietolmuanalüüs näitas, et tegemist on sekundaarse, mitte aga primaarse kooslusega. Näiteid võib leida ka meile lähemalt – Rootsist, kus kaitse all olevast kõige vanemast ürgmetsast (Langrumpskoggen) kogutud soosetete õietolmuanalüüsi tulemusena selgus, et veel 500 aastat tagasi oli see ala põllumaana kasutusel ja loomi karjatati seal veel 300 aastat tagasi. Metsa ökosüsteemi taastumise dünaamika võib võtta aasatasadu ja selle protsessi mõistmiseks võib õietolmuanalüüsist palju abi olla.

Nii on ka Alpides mitmete puuliikide nagu näiteks hariliku kastani *Castanea sativa* levik seotud inimtegevuse ja eriti põlengutega. Milline on üldse metsaökosüsteemi vastupanuvõime sagenenud tulekahjudele, mis võib juhtuda ka kliima jätkuva soojenemise tingimustes? Sellest rääkis **Willy Tinner** Berni ülikoolist. Juba mitu tuhat aastat tagasi sagenesid tulekahjud Alpides kuni kümme korda. Samal ajal leiti õietolmuanalüüsi tulemustest kultuurkõrreliste ja teiste inimkaaslejate liikide (näiteks teelehe) õietolmu koos makroskoopiliste söeosakeste rohke sisaldusega. See lubaski teadlastel järeldada, et mitte ainult kliima, vaid ka inimtegevus võis olla mõjuriks, miks Alpides kadusid tamm ja lepp ning asemele tuli kastan. See on oluline teave erinevate biokliimaatiliste mudelite arendamisel, et mitte ainult kliimast tingituna ei muutunud taimkate, vaid mõnedes piirkondades oli ka inimtegevus oluliseks mõjuriks juba tuhandeid aastaid tagasi.

Richard Bradshaw (Liverpooli ülikool) käsitles oma ettekandes õietolmuanalüüsi tulemusi häiringute, metsakoosluste dünaamika ja metsakorraldusest lähtuvalt lokaalsel tasandil. Üksiku puistu tasandil tehtavad uuringud on muutunud aktuaalseks mitmete metsanduslike küsimuste lahendamisel ja lähendanud kaasaegse ökoloogia ja paleoökoloogia uurimisvaldkondi.

Kuid mitte ainult Euroopas ei kasutata õietolmuanalüüsi, ettekan-
deid oli ka Aafrikast, Indiast ja Hiinast. Intrigeeriv oli informat-
sioon Tchukotka järve El'gygytgyn setetest, kus õietolmudiagramm
hõlmas katkematult viimased 3,6 miljonit aastat. Lõuna-Ameerikast
oli vastu panna diagramm, mis kajastas viimase 40 000 aasta õie-
tolmu muutusi ja sellest viimased 14 000 aastat olid uuritud 25 aas-
tase sammuga.

Rootsi Kuningliku Akadeemia saalis oli üleval ka näitus, kus võis
näha L. von Posti poolt esitatud esimest õietolmudiagrammi, õppe-
vahendeid õietolmuterade tundmaõppimiseks ja isiklikke kirju, mis
ta saatis teistele õietolmuteaduse legendidele K. Faegrile ja
G. Erdtmanile.

Õietolmuanalüüsi arengust Eestis

Eestis asus õietolmuanalüüsi meetodit rakendama Lennart von Posti
õpilane, Paul William Thomson, baltisaksa päritolu Hageri kogu-
duse kirikuõpetaja poeg, kes oli Peterburi ülikoolis loodusteadusi
õppinud. Esimesed palünoloogiaalased tööd ilmusid temalt 1925. aas-
tal, kui ta töötas kooliõpetajana Tartus ja hiljem Tallinnas. Suve-
vaheaegadel töötas ta Tooma Sooparanduse katsejaamas botaani-
kuna. Neil suvedel kogutud materjali põhjal valmiski Thomsonil
esimene artikkel Eesti soosetete õietolmu koostisest. Järgmistel
aastatel uuris Thomson soo- ja järvesetteid ning esitas 1929. aastal
põhjaliku ülevaate Eesti metsade arengust jääajajärgsel perioodil,
milles käsitles ka Läänemere arengu staadiume, inimasustuse aja-
lugu ja loomastiku muutusi. Vaatamata sellele, et tänaseks on Eestis
koostatud üle 400 õietolmudiagrammi, on põhijoontes meie taim-
katte arengu skeem jäänud samaks kui Thomson 1929. aastal selle
20 õietolmudiagrammi alusel välja töötas. Lähtuvalt õietolmu-
koostise muutusest eristas Thomson pärastjääaegses arengus küm-
me õietolmufloristilist tsooni (kasutades numeratsiooni I, IIa, IIB
jne), mis olid seotud teatud muutustega metsade arengus, gru-
peerides neid järgmisteks perioodideks:

1. subarktilised e. preboreaalsed kasemetsad männi juuresolekuga
(õietolmutsoon Ia);

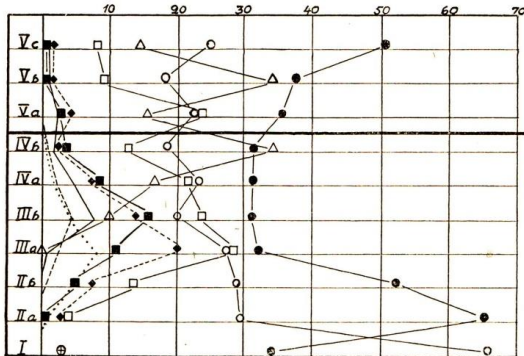
2. boreaalsed männimetsad, kus esineb ka kaske ja ilmuvad sara-
puu ja jalakas ning mõnedes kohtades ka hall lepp. Perioodi
teisel poolel on jalaka ja sarapuu osakaal tunduvalt suurem,
leppa leidub pidevalt ning arvestataval hulgal. Hallile lepale
lisandus sel perioodil ka sanglepp (IIa; IIb);
3. vara-atlantilist perioodi iseloomustavad jalaka, lepa ja sarapuu
enamusega metsad, kuhu lisandusid üksikud pärnad ja hiljem ka
tammed. Hilis-atlantilist perioodi iseloomustab just pärna ja
tamme leviku maksimum ning paljudes kohtades hakkas
perioodi lõpus levima kuusk (IIIa, IIIb);
4. sub-boreaalset perioodi võib kaheks jaotada tuginedes kuuse
õietolmu levikule, mis perioodi teises pooles saavutab oma
maksimumi. Sellega kaasnes jalaka, pärna ja tamme osakaalu
vähenemine metsades (IVa, IVb);
5. sub-atlantilist perioodi iseloomustab esmalt kuuse õietolmu osa-
kaalu vähenemine ja lepa oma suurenemine, kuid mitte sellises
ulatuses kui atlantilisel perioodil. Perioodi teisel poolel ilmneb veel
kord kuuse leviku maksimum, mis viimases faasis taandub männi
ja kasemetsade võimutsemisega tänapäeva metsade koosseisus.
Kuuse leviku taandumist võib seletada alepõllunduse levikuga
viljakatele muldadele, mis enne olid kuusikute all (Va, Vb, Vc).

Thomsoni uuringud näitasid, et taimestiku liigilises koosseisus ja mõnede liikide rohkuses on Eesti eri osades alati olnud erinevusi. Madal-Eestis on männi õietolmu hulk kõikidel perioodidel olnud suurem kui Kõrg-Eestis (joonis 3). Tamme-segametsade maksimaalse leviku ajajärgul oli just peamiselt Ida-Eestis nende osatähtsus suurem kui mujal (õietolmu sisaldus oli keskmiselt 30%). Samal ajal Põhja-Eestis (Tallinna ümbruses) moodustas see vaid 15% (Thomson 1926).

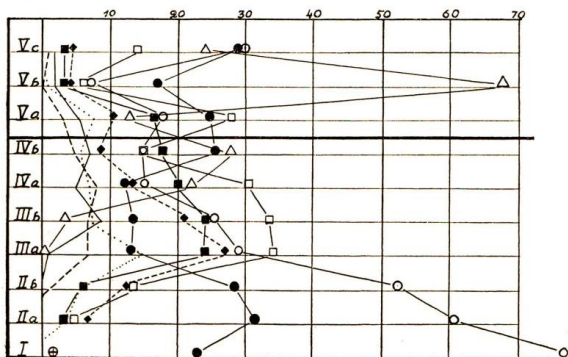
Õietolmuanalüüsi alal ei piirdunud P. W. Thomsoni huvi ainult Holotseeni setete uurimisega, vaid ka hilisjäääjal toimuvaga ja ta oli ka esimene, kes uuris Rõngu jäävaheaja setete õietolmusisaldust (Thomson 1939). Kahjuks oli ta sunnitud 1939. aastal Eestist lah-
kuma ja Saksamaal olles tegeles pruunsöe alaste uuringutega.

A XVII.2 Die regionale Entwicklungsgeschichte etc. 65

Pollenanalytische Durchschnittsdiagramme für Estland. [Aus P. W. Thomson, Geol. Fören. Förh., Bd. 48. 1926.]



Für das Gebiet der ausgewaschenen Moränenböden unterhalb der „marinen Grenze“ („B. III“ — vergl. Ramsay 1929) im nordwestlichen Teile des Landes. Profil I—XII.



Für das Gebiet der reichen, nicht ausgewaschenen Moränenböden im Inneren des Landes. Profil XV, XVI und XVIII.

Joonis 3. P. W. Thomsoni 1926. a avaldatud koondõietolmudiagrammid Madal-Eesti (ülemine) ja Kõrg-Eesti (alumine) kohta. Leppemärgid erinevate puuliikide õietolmu protsendilise sisalduse jaoks: !- laialehised puud: tamm, jalakas ja pärn; ə- lepp;)- kask; +- kuusk; #- mänd; &- pajujalakas; ----pärn; —tamm.

Pärast II Maailmasõda, 1950ndatel jätkusid palünoloogilised uurimistööd Tartu Ülikooli geoloogia kateedris, kus Leonidia Orviku juhendamisel kujunesid järgmise põlvkonna palünoloogid, kelle uurimisvaldkonnad hõlmasid Eesti ala arengu erinevaid perioode: Pleisto-

tseeni (Elsbet Liivrand), Hilisglatsiaali (Reet Pirrus), Holotseeni (Reet Männil, Karl Veber, Aino Sarv, Reet Pirrus). Läänemere arengu erinevate staadiumite uurimisel kasutas õietolmuanalüüsi Helgi Kessel.

Murranguliseks perioodiks õietolmuanalüüsi arengus said 1960ndad aastad kui W. F. Libby töötas välja radiosüsiniku meetodi. Üsna pea rajati ka Tartus, TA Zooloogia ja Botaanika Instituudis radiosüsiniku laboratoorium, mille tuumiku moodustasid Evald Ilves, Arvi Liiva ja Jaan-Mati Punning. Toetudes radiosüsiniku dateeringutele (Ilves *et al* 1974) ja setetest eraldatud õietolmutsoonidele koostati Eesti Holotseeni setete kronostratigraafiline skeem, mis on jäänud aluseks ka praegu kehtivale (Raukas *et al* 1995).

Kuid 1960ndateks aastateks oli ka õietolmuanalüüsi meetod tunduvalt täiustunud. Puude õietolmu kõrval hakati määrama ka rohhtaime õietolmu ja eoseid ning jõuti ka õietolmutterade liigilise määramiseni.

Radiosüsiniku vanuse määrangutega täiendatud palünooloogilisel uuritud läbilõigete arvu kasvades selgus, et need õietolmutsoonid, mida peeti samavanuseliseks, ei olnud seda mitte alati. Algselt püüti erinevusi põhjendada radiosüsiniku meetodi ebatäiuslikkusega, vigadega proovide võtmisel ja säilitamisel. Kuid üha täiustuv tehniline baas ja andmete hulk sundisid rohkem tähelepanu pöörama ka õietolmuanalüüsi enda spetsiifikale ja sellele, et ühes proovis õietolmutterade kvantitatiivne ja kvalitatiivne suhe kujuneb paljude tegurite koosmõjul.

Üheks mõjuriks, millele 1980ndatel rohkem tähelepanu pöörditi, oli soo või järve suurus. Teedrajavaks oli George Jacobsoni ja Richard Bradshaw artikkel (1981), milles nad esitasid mudeli, näitamaks, kuidas uuritava järve suurus mõjutab erinevate õietolmukomponentide osakaalu. Oluliseks piiriks, kus toimusid muutused osakaalus, oli selle mudeli järgi 100–300 m. Sellest väiksema läbimõduga uurimisala puhul oli ülekaalus lokaalne komponent (kuni 80%) ja lähikondliku õietolmukomponendi osa oli ca 10%. Alates uurimisala diameetrist 300 m muutus ülekaalukaks regionaalne komponent (ca 75%). See töö oli küllaltki revolutsiooniline, sest kuigi ka varem oli püütud selgitada, miks väiksemate objektide setete õietolmu-profiilid omavahel erinesid, siis nüüd said need mõtted teoreetilise

kinnituse. Sellelaadsetest uuringutest võib tuua näiteid ka Eestis, näiteks Vällamäe sõlli soosetete õietolmudiagrammid (Koff 1986).

Andmete lisandudes ja arvutite arenedes jõuti 1980ndatel statistiliste meetodite kasutamiseni ka Eestis. Esimest korda rakendati peakomponentanalüüsi (PCA) Vällamäe õietolmudiagrammide liigestamiseks (Punning *et al* 1985). Tänapäeval on erinevate startiliste meetodite rakendamine oluliselt laienenud, kuid samas on nende kasutamine tõstatanud ka uusi küsimusi suurte andmehulkade töötlemise usalduslikkusest (Birks 2007).

Eesti vabariigi taasiseseisvumisega ja piiride avanemisega 1990ndatel, said võimalikuks otsesed kontaktid välismaa kolleegidega ja osalemine suurtes rahvusvahelistes uurimisprojektides. Näiteks B. E. Berglundi juhitud projektis, mille jaoks koondati kokku 21 Euroopa riigi paleoökoloogilised andmed ja sünteesiti nende põhjal viimase 15 000 aasta jooksul toimunud tähtsamad paleoökoloogilised sündmused. Urve Miller (Stockholmi ülikool) arendas koostööd PACT (European Network of Scientific and Technical Cooperation for Cultural Heritage) raames ja projekti kogumikes avaldati mitmed Eesti jaoks olulised teadustööd, nende hulgas ka õietolmuanalüüside tulemused (Saarse ja Königsson 1992; Veski ja Lang 1996). Märgilise tähendusega oli ka õppimisvõimaluste laienemine. Siim Veski õppis Uppsala ülikooli doktorantuuris ja 1998 kaitses Lars-König Königssoni ja Leili Saarse juhendamisel doktoritöö „Lääne-Eesti taimestiku ja inimõju areng ning paleogeograafia“. Samas ülikoolis õppis Anneli Poska magistrantuuris kui ka doktorantuuris ja kaitses 2001. aastal L. Saarse, L.-K. Königssoni ja Keith Benneti juhendamisel doktoritöö „Inimõju taimkatte arengule Eesti rannikualal Mesoliitikumis“. Järeldoktorina ja teadurina töötas Anneli ka Lundi ülikoolis. Neil mõlematel koos Kersti Kihnoga on teeneid õietolmuanalüüsi abil Eesti varajase asustusloo selgitamisel. Praegu juhivad Siim Veski TTÜ geoloogia instituudis teadusprojekti „Pärastjäaja paleoökoloogia ja kliima Balti regioonis“.

Alates 2000. aastast on õietolmuanalüüsi arengut mõjutanud Eesti õietolmuspetsialistide osalemine rahvusvahelistes projektides nagu PMP (Pollen Monitoring Programme), POLLANDCAL, LANDCLIM, mis on lisanud sidemeid ja toonud Eestisse õie-

tolmuanalüüsi valdkonna tippteadlasi nagu Shinya Sugita, kes töötab Tallinna Ülikooli ökoloogiakeskuse vanemteadurina. Tema poolt loodud mudelites on püütud arvesse võtta nii üksikute liikide õietolmu leviku karakteristikuid (tolmuterade langemiskiirus, tuule kiirus, tolmuterade levik), eri liikide õietolmu erinevat produktiooni ja uuritava järve või soo suurust ning maastiku struktuuri. Seda kõike selleks, et võimalikult suure tõenäosusega imiteerida mingil alal sellist taimkatet, mis vastab õietolmuspektrile (Sugita 2007). Tema poolt on välja töötatud kompleksne mudelite süsteem LRA (Landscape Reconstruction Algorithm), mis koosneb kahest moodulist: REVEALS (Regional Estimation of Vegetation Abundance from Large Sites) ja LOVE (Local Vegetation Estimates) (Sugita 2007). Neist esimene moodul võimaldab hinnata taimkatte koosseisu regionaalsel skaalal. Näiteks analüüsid selle mudeliga Eesti õietolmuandmeid, jõuti järeldusele (Kangur et al 2013), et erinevused Põhja- ja Lääne-Eesti, Kirde-Eesti ja Lõuna-Eesti pärajääaegse taimkatte arengus on suuremad Holotseeni alguses ja see on seletatav uute liikide invasiooniga ning kasvukohtade välja kujunemisega. Erinevused Eesti eri osade vahel on märgatavad ka viimase 1500 aasta jooksul, mil inimtegevuse mõju muutus oluliseks taimkatte struktuuri ja koosseisu kujunemisel.

Õietolmuanalüüsiga on Eestis tegelenud veel Helle Mäemets, uurides Haanja kõrgustiku taimkatte arengulugu. Kai Kimmel täiendas Peipsi järve arengulugu, uurides soosetteid. Doktorikraadini on jõudnud Mihkel Kangur, kes 2005. aastal Tiiu Koffi juhendamisel kaitses väitekirja „Häiringute ja taimkatte mosaiiksuse kajastumine järvesetete õietolmu ja söeosakeste profiilidel“. Eve Aveli (Niinemets) kaitses doktorikraadi 2008. aastal Tõnu Meidla ja Leili Saarse juhendamisel uurides Haanja kõrgustiku maakasutuse ajalugu ja taimkatte arengut. Vivika Väli kaitses Anneli Poska ja Tiiu Kulli juhendamisel doktorikraadi 2011. aastal tööga „Taimestikuga mitmekesisuse peegeldumine kaasaegsete järvesetete õietolmus“.

Aastaid tagasi kasutas õietolmuanalüüsi Urve Ratas rannamaastike uurimisel, Liina Halliste Eesti geoloogiakeskuses turbauuringutes, Valdeko Palginõmm meresetete ja Jüri Vassiljev laguunisete uuringutes. Kaudselt on õietolmuanalüüsiga seotud ka Maret Saar, kes on aerobioloogilise uurimissuuna rajaja Eestis. Liisa Puusepp

on teinud sadu õietolmuanalüüse meeproovidest. Lisaks veel nende kõigi poolt juhendatud üliõpilased. Läbi aegade on selle meetodi Eestis ära õppinud vähemalt 42 inimest ja koostatud on üle 400 õietolmudiagrammi.

Õietolmuanalüüsi areng ei ole piirdunud ainult nende inimestega, kes konkreetselt on selle meetodi omandanud ja sellega igapäevaselt tegelesid. Nimetama peab siin akadeemik Anto Raukast, kelle kureerida olid stratigraafiaalased uurimisteemad TA Geoloogia Instituudi kvaternaargeoloogia sektoris ja seal leidsid 1960ndatel tööd nii H. Kessel, A. Sarv, E. Liivrand kui R. Pirrus ja hiljem K. Kimmel, T. Koff ja S. Veski. Arend-Mihkel Rõuk seisis hea selle eest, et loodusteaduslikud meetodid oleksid ka arheoloogidele arusaadavad ja kättesaadavad. Ta oli üks nendest, kes pani aluse kõrgetasemelise labori rajamisele TA Ajaloo Instituudis 1980ndatel, kus olid sel ajal parimad võimalused ka õietolmuanalüüsi proovide ettevalmistamiseks. Leili Saarse aitas väliskontaktide loomise ning juhendamise kaudu palju kaasa uue põlvkonna koolitusele ning on ka ise juhtinud mitmeid projekte, kus õietolmuanalüüs oli üks peamisi meetodeid.

Jaan-Mati Punning oli mitte ainult radiosüsiniiku labori rajaja, vaid ta oli teadlane, kes põhjalikult süüvis ka teistesse meetoditesse, sh õietolmuanalüüsi. Teda huvitasid nii proovõtmise meetodika, laboris proovide ettevalmistamise täiustamine ja andmeanalüüs ning interpretatsioon. Tema poolt esitatud küsimused, mis vahel tundusid segadusse ajavad, sest keegi teine ei osanud niimoodi küsida, osutasid hiljem edasiviivaks ja inspireerivaks.

Kokkuvõte

Õietolmuanalüüsi saja aasta jooksul on oluliselt muutunud andmete interpreteerimine, lisandunud on mudelid ja statistiliste meetodite kasutamine. Kuid ei ole oluliselt muutunud proovide ettevalmistus ja töö mikroskoobiga ega ka proovide kättesaamine pole oluliselt lihtsamaks läinud (joonis 4). Andmete interpreteerimine eeldab meetodi kasutatajatelt endiselt väga laia kompetentsi – atmosfääri füüsikat mõistmaks õietolmu levikut, taimeökoloogiat, klimato-

loogiat, arheoloogiat, mullateadust jne. Kuigi on lisandunud sadu õietolmudiagramme, mis paistavad silma üha suureneva detailisusega, pole järelduste tase sageli sellele tööhulgale veel vastav. Kasutatavad statistilised meetodid tulemuste interpreteerimiseks loovad küll suurepäraseid võimalusi andmete töötlemiseks, kuid nende väljundi usaldusväärsus sõltub ikka analüüsi enda alustest.



Joonis 4. Muutumatuna püsinud pingutused puurimistöodel proovide võtmisel. *Üleval* Reet Pirrus, Avo Miidel 1970ndatel (foto TTÜ Geoloogia instituudi fotokogust). *All vasakul* Margus Toots, Mati Ilomets ja Tõnu Martma 1983.a Vällamäe soos (foto E. Karofeld); *all paremal* Mihkel Kangur, Shinya Sugita ja Egert Vandel Haanja metsahäilus 2001 (foto T. Koff).

Milliseks kujunevad õietolmuanalüüsi järgmised sada aastat? Selle üle vahetati mõtteid nii Stockholmi sümposiumil kui ka Eesti Geograafia Seltsi korraldatud konverentsil. Edaspidi on vaja oluliselt suuremat tähelepanu pöörata just meetodi enda põhialuste arendamisele, eeskätt rakendada tänapäevasel tasemel teoreetiliselt põhjendatud eksperimente õietolmu leviku uurimiseks. Õietolmuanalüüs on oma olemuselt interdistsiplinaarne uurimussuund, kus kaasa löövad nii ökoloogid, geoloogid kui botaanikud ja seda jätkuvalt ka tänapäeval (Reitalu *et al* 2015).

Kirjandus

Birks, H. J. B. 1979. Holocene pollen stratigraphy of southern Sweden: a reappraisal using numerical methods. *Boreas*, **8**, 3, 257–279.

Birks, H. J. B. 2007. Numerical Analysis Methods. In: Scott A. Elias (ed.). – Encyclopedia of Quaternary Science. Volume 3, 2514–2521. Elsevier.

Ильвес, Э., Лийва, А., Пуннинг, Я.-М. 1974. Радиоуглеродный метод и его применение в четвертичной геологии и археологии Эстонии. Таллинн 231.

Jacobson, G.L. & Bradshaw, R.H.W. 1981. The selection of sites for paleovegetational studies. – Quaternary Research, **16**, 80–96.

Kangur, M., Koff, T., Sugita, S. 2013. Eesti järvesetete õietolmuspektrite põhised taimkatte rekonstruktsioonid. – EGSi aastaraamat, **38**, 7–21.

Koff, T. 1986. Soo ajaraamatut lugedes. – Eesti Loodus, **10**, 645–649.

Raukas, A., Saarse, L. & Veski, S. 1995. A new version of the Holocene stratigraphy in Estonia. – Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Ecology, **44**, 201–210.

Reitalu, T., Gerhold, P., Poska, A., Pärtel, M., Väli, V., Veski, S. 2015. Novel insights into post-glacial vegetation change: functional and phylogenetic diversity in pollen records. – Journal of Vegetation Science, **26**, 911–922

Saarse, L., Königsson, L.-K. 1992. Holocene environmental changes on the Island of Saaremaa, Estonia. – PACT 37, 97–131.

- Sugita, S.** 2007. POLLSCAPE Model. – In: Scott A. Elias (ed.). Encyclopedia of Quaternary Science. Volume 3, 2561–2570. Elsevier.
- Thomson, P. W.** 1925. Eesti soode ja järvelademete stratigraafia. – Sookultuur, 3, 35–45.
- Thomson, P.** 1926. Pollenanalytische Untersuchungen von Mooren und Lacustrinen Ablagerungen in Estland. – Geologiska Föreninges i Stockholm Förhandlingar, 4, 489–497.
- Thomson, P.** 1929. Die regionale Entwicklungsgeschichte der Wälder Estlands. – Tartu Ülikooli Geoloogia Instituudi Toimetised, 19, 88.
- Thomson, P.** 1939. Eemi interglatsiaali metsade ajalugu Eestis ning Rõngu interglatsiaali stratigraafilise asend. – Eesti Loodus, 1, 21–24
- Veski, S.** 1998. Vegetation History, Human Impact and Palaeogeography of West Estonia. Pollen Analytical Studies of Lake and Bog Sediments. Doctoral Dissertation. STRIAE 38. Societas Upsaliensis pro Geologia Quaternaria, Uppsala. 119+21.
- Veski, S., Lang, V.** 1996. Prehistoric human impact in the vicinity of Lake Maardu, North Estonia. A synthesis of pollen analytical and archaeological results. – PACT 51, 189–204

Centenary of pollen analysis – development of the method in the world and in Estonia

Tiiu Koff

Summary

A two-day Symposium at the Royal Swedish Academy of Science in Stockholm in honour of the Swedish Geologist Lennart von Post was organized in November 24-25 2016. The two-day conference included 25 invited lectures and keynote talks prepared by scholars and researchers from Sweden and from 11 foreign countries. Among the invited speakers were Björn E. Berglund, H. John B. Birks, Eric Grimm, Marie-Jose Gaillard, Richard Bradshaw – scientists who have played/play important roles in the development of pollen analysis as a tool for the reconstruction and understanding of past climate, vegetation, landscapes, and biodiversity.

The overall philosophy of the conference was “the past is the key to the present and future”. The conference was structured into three parts, PAST, PRESENT, and FUTURE representing the history of Quaternary pollen analysis, current research topics and developments, and visions for the future of pollen analysis. About the identifying human-induced vegetation change Ralph Fyfe gave an overview. Heikki Seppä presented the talk about pollen-based climate reconstructions and Per Lagerås together with Anna Broström about the pollen analysis in archaeological context. Willy Tinner concentrated on the legacy of prehistorical vegetation disturbance in Europe. Kathy Willis gave a talk about the biodiversity conservation and what have 100 years of palaeoecology taught us about where, what and when to conserve.

Paul W. Thomson, who was also a student of L. von Post, introduced the pollen analysis in Estonia and published the overview about the history of forests already in 1929. The main function of pollen analysis in past times has been to identify the firm biostratigraphical zones, to correlate the sediment sequences and to provide general reconstructions of vegetation and climate. Pollen stratigraphy based on conventional pollen diagrams made by Thomson (1929) is applicable also nowadays and is basic for Holocene stratigraphy in Estonia.

The method of radiocarbon dating, developed by Willard Libby was introduced in the new established laboratory in Tartu already in 1960s. With the improvement of the radiocarbon dating method more questions about the accuracy of the ages of biostratigraphic zone were asked and that made also palynologists to study more precisely the processes that influence formation of the the pollen spectra. For example comparison of surface samples with the surrounding vegetation in order to assess how pollen percentages correspond with the vegetation has been crucial question for pollen analysts for a long time. Jacobson and Bradshaw (1981) established the simple model where they concluded that small basins receive great quantities of pollen from the vegetation around, whereas centres of the larger study area receive predominantly wind-transported and well mixed pollen from the air. Our empirical studies confirmed that conclusion. Important is to remember that

the size of the basin has not been the same during the longer period. The structure, patchiness of the vegetation patterns that are important for pollen distribution has not been the same over the last millenia. Further development of this simple model has resulted to the usually termed Prentice-Sugita model that ended up to the REVEALS model.

Importance of vegetation dynamics disturbances such as fire, storms, diseases, and human influence were also discussed. The future of pollen analysis is most probably in searching of specific questions and time periods on high-resolution pollen stratigraphical data basic study of pollen distribution. The future direction is to use this knowledge to solve current and future ecological questions and problems.

KARULA KÕRGUSTIKU TAIMKATTE NING INIMASUSTUSE PÄRASTJÄÄAEGNE ARENG

Anneli Poska, Vivika Väli, Pikne Kama, Pille Tomson,
Jüri Vassiljev ja Kersti Kihno

Sissejuhatus

Karula kõrgustik on tuntud omapärase reljeefi, taimkatte ja asustusmustrite poolest. Selle erilisusest annab tunnistust 1979. aastal kõrgustiku kõige iseloomulikumale osale loodud maastikukaitseala, mis 1993. aastal sai rahvuspargi staatuse ja kuulub täna üleeuroopalisse Natura 2000 võrgustikku. Vaatamata sellele on Karula kõrgustiku mineviku loodustingimuste, taimkatte ja inimasustuse arengule pühendatud tööde hulk tagasihoidlik. Palünoloogilised uuringud, mis võimaldavad taimestiku koosseisu ja põllunduse arengu pikaajalist rekonstrueerimist (nt. Poska jt. 2014, Veski jt. 2005), seda eelkõige eelajaloolise perioodi vältel, puuduvad täiesti. Kuni viimase ajani oli kesine ka Karula kõrgustiku arheoloogiline andmestik – peale üksikute juhuleidude olid eelmise sajandi teiseks pooleks teada vaid mõned matmispaigad ja asulakohad (Laul 1976 ja 2001, Jaanits jt. 1982).

Eelmise sajandi lõpukümnenditel hoogustusid kõrgetasemelised biostratigraafilised ja arheoloogilised uuringud Otepää ja Haanja kõrgustikul ja nendega piirnevatel aladel (Мягмерс 1983, Kihno ja Valk 1999, Saarse ja Rajamäe 1997, Niinemets ja Saarse 2006, Kangur 2009 jmt.). Kümnekond aastat tagasi alanud paleoökooloogilised välitööd Karula kõrgustikul olid eeltoodu loomulikuks

jätkuks. Kasvanud on ka arhiivimaterjalidel põhinevate, etnoloogiliste ja arheoloogiliste uuringute arv, tänu millele on täienenud teadmised inimasustuse arengust (nt. Jääts jt. 2003, Konsa 2004 ja 2005, Albre jt. 2003, Tomson 2007). Olulisi andmeid piirkonna mineviku kohta on lisanud viimaste aastate arheoloogilised väljakaevamised ning töö ajalooliste kaartidega (nt. Valk jt. 2011, Valk ja Kama 2016, Kama 2017).

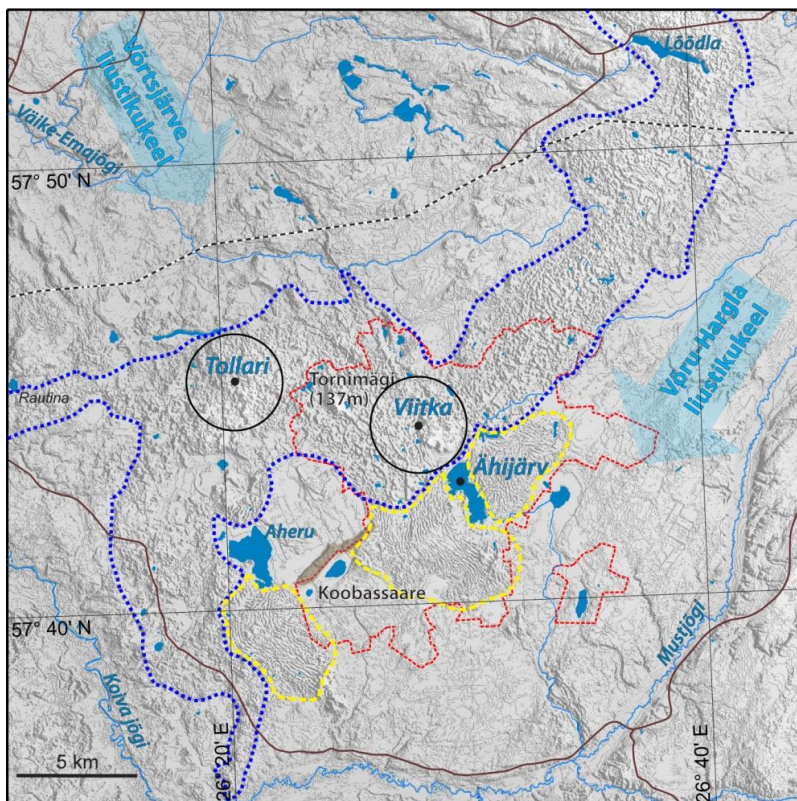
Käesoleva artikli eesmärgiks on selgitada Karula kõrgustiku taimkatte ja inimasustuse pärastjääaegset arengut toetudes varasematele geoloogilistele uuringutele ja viimasel ajal kogutud paleoökoloogilistele, ajaloolistele ja arheoloogilistele andmetele.

Kõrgustiku ja selle lähiümbruse pinnamoe kujunemine

Karula kõrgustik on umbes 25 km pikk ja kuni 8 km lai kaarjas küngastike vöönd Rautina järvest Lõõdla järveni (joonis 1). Kõrgustik tekkis hilisjäajal Võrtsjärve nõgu ja Võru-Hargla nõgu täitnud liustikukeelte vahelise servamoodustisena (Karukäpp 1974). Võru-Hargla liustikukeel liikumissuunaga edelasse eksisteeris Haanja staadiumi ajal 13 750–12 750 e.m.a. ning Võrtsjärve liustikukeel liikumissuunaga kagusse ulatus Karula kõrgustikuni Otepää staadiumi ajal, st enne 12 050 e.m.a. (Kalm jt. 2011). Liustiku taandumisel kujunes esmalt Võru-Hargla orundis jääjärv, mille veetase oli 12 750 e.m.a. 90–95 m ü.m.p. ja mis alanes tasemele 75 m ü.m.p. Otepää staadiumi lõpus. Samal ajal ulatus Karula kõrgustikuni ka Võrtsjärve nõos olev jääjärv veetasemega kuni 75 m ü.m.p. (Rosentau 2006).

Karula kõrgustikule on iseloomulikud mitte-aktiivse liustiku ehk irdjää tingimustes välja kujunenud moreenkattega kuplikujulised künkad ja möhnad (Karukäpp 1974). Irdjää pangad sulasid tõenäoliselt Holotseeni alguseks (9750 e.m.a.) ja küngaste vahel sügavamates nõgudes kujunesid järved, madalamad ja väiksemad nõod hakkasid soostuma. Kõrgustiku kaguosale (Aheru-Ähijärve joonest edelas) on iseloomulikud künklikud tasandikud ja oosmõhnastikud (joonis 1), kus tihedalt üksteise kõrval paiknevad kuni 10 meetri kõrgused järsunõlvilised ja lamedalaelised kruusa- ja liivaseljakud

vaheldumisi sooribadega. Sellele alale on iseloomulikud põllunduseks ebasobivad väheviljakad liivmullad, millel kasvavad palu-, nõmme- ja rabastuvad männikud ning piirkond on väga hõredasti asustatud.



Joonis 1. Uurimisala reljeefi kaart Maa-ameti LIDAR kõrgusmudeli alusel. Karula kõrgustiku moreenkattega kuplikujuliste küngaste ja mõhnade (sinine punktiirjoon) ja oosmõhnastike (kollane punktiirjoon) ala; otsamoreen on pruun ning liustikukeelte liikumissuuna on tähistatud siniste nooltega. Karula rahvusparki piir on näidatud punase punktiirjoonega. Palünoloogiliseks uuringuks valitud järved (Tollari, Viitka ja Ähijärv) ning Viitka ja Tollari järve ümbruses eeldatav taimkatte rekonstruktsiooniala.

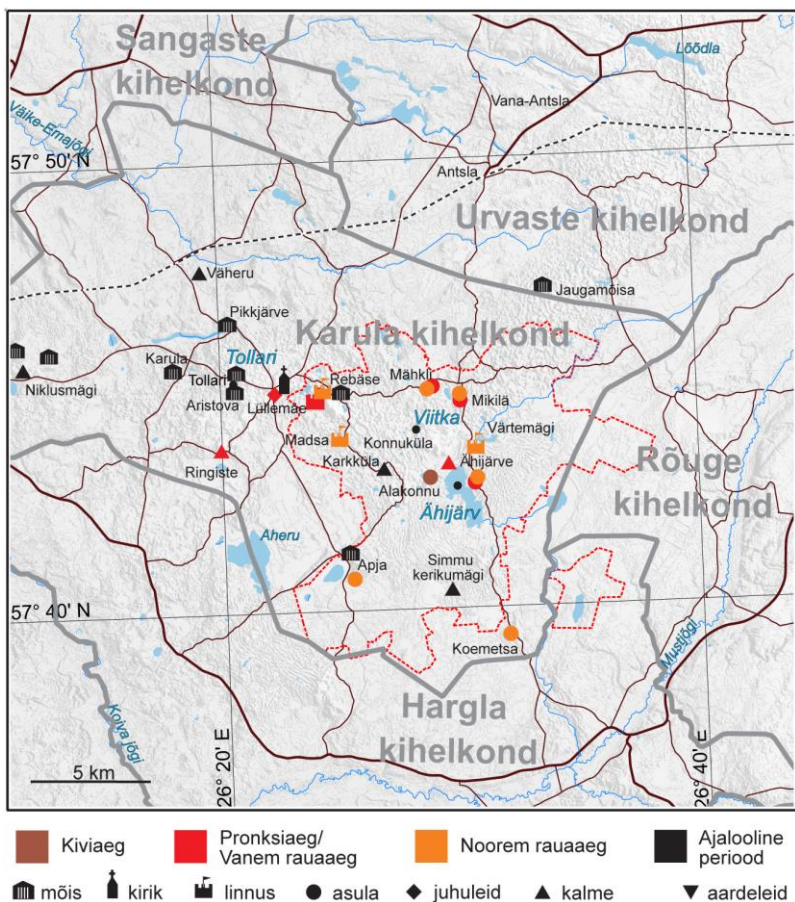
Asustuspilt ajalooliste allikate ja arheoloogiliste leidude põhjal

Kiviaeg (9000–1800 e.m.a.). Esimesed inimesed elasid Karula kõrgustikul juba keskmisel kiviajal (9500–5000 e.m.a.). Seda tõendab Alakonnu järve kaldalt leitud Kunda kultuurile iseloomuliku töötlusega tulekivist nooleotsa tükk (Konsa 2005). Üksikuid kiviaegseid leide on leitud ka mujalt, kuid üldiselt on arheoloogilist tõendusmaterjali ~7000 aastat kestnud kiviajast vähe (joonis 2).

Pronksiaeg (1800–500 e.m.a.). Ka pronksiaegne asustus Karulas jääb arheoloogiliste allikate põhjal üsna märkamatuks (joonis 2). Teada on pronksiaegne leid Lüllemäelt ning üks sõeproov Mähkli asulakohast, mis paigutub vanemasse pronksiaega (~1000 e.m.a.) (Laul 2001, Konsa 2005).

Rauaaeg (500 e.m.a.–1200 m.a.j.). Alates rooma rauaajast (50–450 m.a.j.) muutuvad inimtegevuse märgid Karulas silmapaistvaks. Näiteks tekib Ähijärve kaldale siis talu või küla, mille järjepidevust võib oletada ka kõikidel järgnevatel perioodidel. Ähijärve põhjaotsa lähedale rajatakse samal perioodil tarandkalmel. Lisaks sellele esineb võimalikke kivikalmeid (Karkküla, Mähkli, Ringiste, Niklismägi), mille vanus on ebaselge. Tarandkalmete rajamine rooma rauaajal on Lõuna-Eestis iseloomulik laiemalt (Lang 2007b). Rooma rauaajal tekib asustus ka Mikilä järve kaldale, kus elati jätkuvalt viikingiajal (800–1050 m.a.j.) ja tõenäoliselt on piirkonna asustus olnud järjepidev alates sellest perioodist. Rooma rauaaegse asustuse märke on ka lähedal paiknevast Mähkli asulakohast. Rahvastiku kasvu tõendavad tekstiilkeraamika leiud Rebäse linnamäelt (Valk 2011) – võimalik, et juba rooma rauaajal kerkis Karulasse esimene linnus.

Eelviikingiaja alguseks oli inimasustus Karulas niivõrd suur, et Madsa Liinamäele kerkis väike linnus, mille kasutusaeg on dateeritud ajavahemikku 554–633, ja selle jalamile asulakoht (Valk ja Kama 2016). Kuigi on võimalik, et Rebäse linnamägi võeti taas kasutusele Madsa Liinamäega samal ajal, tundub tõenäolisem, et mingil põhjusel nihkus linnus 7. sajandil tagasi Rebäse linnamäele.



Joonis 2. Tekstis mainitud arheoloogilised muistised ja ajaloolised asustuskeskused. Aluskaart Maa-ameti LIDAR kõrgusmudeli alusel.

Sealt on arheoloogiliste kaevamistega leitud rikkalik viikingiaegne kultuurikiht ja samamoodi on selle jalamil olnud küla (Valk jt. 2011). Viikingiaegset keraamikat on leitud ka Värtemäe linnamäelt (Kama 2016). Linnamäed Karulas annavad tõestust suuremast rahvaarvust, ühiskonna organiseeritusest, eliidi olemasolust ja võimalikust sõjalisest ohust. Arheoloogilised leiud kinnitavad, et linnamägedel on tehtud ka metallitööd ja valatud pronksi (Valk jt. 2011,

Valk ja Kama 2016). Rebäse linnamäel on tõenäoliselt tegeletud kopranahakaubandusega, mis oli omane laiemalt viikingiaegsetele Lõuna-Eesti linnustele (Leimus ja Kiudsoo 2004).

Hilisrauaajal (1050–1200 m.a.j.) laieneb asustus Karulas jätkuvalt ning tekivad ka kauged metsakülad nagu Apja ja Koemetsa. Üleüldise võimu kontsentreerumise tõttu jäetakse paljud senised linnused viikingiaja lõpus maha (Kriiska ja Tvauri 2002). Karula alad kuulusid tõenäoliselt Ugandi muinasmaakonna koosseisu ning allusid Otepää linnusele. Ristisõdade perioodil mehitatakse taas Rebäse linnamägi, mis pikka vastupanu ei suutnud vallutajatele osutada (Lang ja Valk 2011). Samas näitab senise haldusjaotuse jätkumist keskajal see, et siis rajatakse kirik Rebäse linnamäest ainult 1,5 km kaugusele Lüllemäele, millest saab kihelkonna keskus. Asutuse järjepidevust alates eelviikingiajast/viikingiajast tõendab ka see, et Karula kolme linnamäe kohanimed (*Liinamägi*), on säilinud tänapäevani.

Ajalooline periood (1200 m.a.j. kuni tänapäevani). Keskajast (1200–1550 m.a.j.) ja uusajast (1550–1918) on Karulast arheoloogilisi leide mitmetest asulakohtadest (ka Mikilä, Mähkli ja Ähijärve) ning teada on omaaegsete külade lähedal asuvaid laibamatustega kalmistuid (näiteks Simmu kerikumägi, Niklusemägi, Väheru kalme). Keskaega kuuluvad muidugi ka Lüllemäel olev kihelkonnakirik ja surnuaed kiriku ümber. Hilisemat asustust saab aga jälgida juba poola ja rootsi revisjonidest ning rootsiaegsetelt kaartidelt. Selleks ajaks on üldjoontes välja kujunenud tänaseni teadaolev talude võrgustik. Karula idapoolsed alad kuulusid alates keskajast Antsla mõisa alla, 17.–18. sajandil Jauga mõisale (Rammo 2003), kuid on alati jäänud mõisate metsade ja talumaadega äärealaks. Lääne pool kujunes Rebäse järve ääres keskaegse Sangaste mõisa maadel tõenäoliselt rootsi ajal Rebase mõis kas iseseisvana või karjamõisana. Karula mõisast praeguse Karula küla kohal räägitakse kirjalikes allikates alates 1740. aastast (Merila-Lattik 2005). Karula mõisal oli 19. sajandil mitmeid karjamõisaid: Apja, Rebase ja Pikkjärve ning Tollari järve ümbruses Tollari, Aristova ja Herani (Karula). Arenema hakkas Lüllemäe asula kiriku ümber. Mõisate põllumajandusmaad jaotati 1920ndatel talude vahel nagu mujalgi Eestis ja selle võrra asustus tihenes. 20. sajandi teisel poolel algas seoses II maailmasõjaga ja ka küüditamistega talude tühenemine ning põllu- ja heinamaade metsastumine, samas täienes Kaika küla asustus.

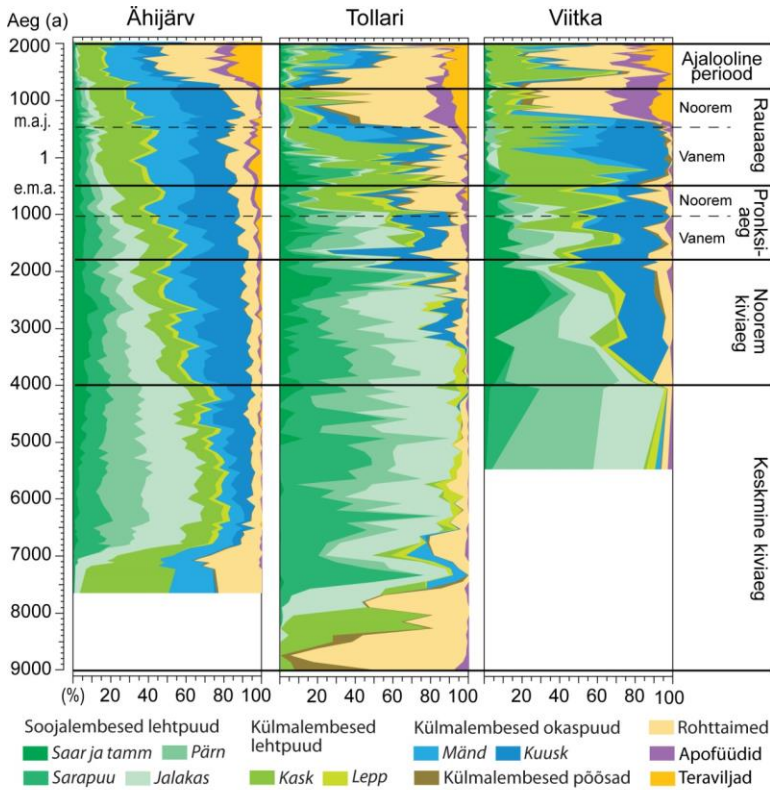
Õietolmupõhised taimkatterekonstruksioonid

Taimkatte ja maakasutuse arengu rekonstruksioonid põhinevad Karula kõrgustiku järvede setetes talletunud õietolmukoosluste analüüsi andmetel. Setteproovid võeti talvel jää pealt Ähijärvest ja Viitka järvest 2013. aastal, Tollari järvest 2004. aastal. Setete dateerimiseks kasutati radiosüsiniku meetodit, koostatud ajaskaalad tuginevad 40 dateeringule. Õietolmuanalüüsiks võeti settelabilõikeist proovid 1–5 cm intervalliga. Igast proovist loendati ja määrati vähemalt 1000 õietolmutera.

Õietolmupõhiste taimkatterekonstruksioonide tegemiseks kasutati Tallinna Ülikooli professori Shinya Sugita (2007a ja 2007b) poolt loodud LRA (Landscape Reconstruction Algorithm) andmetöötluspaketti kuuluvaid mudeleid (REVEALS (**R**egional **E**stimates of **V**egetation **A**bandance from **L**arge **S**ites) ja LOVE (**L**ocal **V**egetation **E**stimates). Rekonstrueeriti 19 Eestis enamlevinud puu ja rohttaime taksoni osakaal pärastjääaegses taimkattes (tabel 1, joonis 3).

Tabel 1. Rekonstruksioonidel kasutatud taksonid ja eraldatud ökoloogilised grupid.

Ökoloogiline grupp	Takson
külmalembesed lehtpuud	lepp (<i>Alnus</i> sp.), kask (<i>Betula</i> sp.)
külmalembesed okaspuud	kuusk (<i>Picea abies</i>), mänd (<i>Pinus sylvestris</i>)
külmalembesed põõsad	kadakas (<i>Juniperus communis</i>), paju (<i>Salix</i> sp.)
soojalembesed lehtpuud	tamm (<i>Quercus robur</i>), pärn (<i>Tilia cordata</i>), jalakas (<i>Ulmus</i> sp.), saar (<i>Fraxinus excelsior</i>), sarapuu (<i>Corylus avellana</i>)
rohttaimed	kõrrelised (Poaceae), lõikheinälised (Cyperaceae) ja angervaks (<i>Filipendula</i>)
apofüüdid	oblikas (<i>Rumex</i> sp.), teeleht (<i>Plantago</i> sp.) ja puju (<i>Artemisia</i> sp.)
teraviljad	rukis (<i>Secale cereale</i>), nisu (<i>Triticum</i> sp.), oder (<i>Hordeum</i> sp.), kaer (<i>Avena</i> sp.)



Joonis 3. Rekonstruktsioonidel kasutatud taksonite osakaalude jaotus uuritud järvede põhjasette läbilõigetel.

Ähijärve (183 ha) andmetele tuginedes valmis REVEALS mudelit kasutades regionaalne (järvest 50–100 km raadiuses) toimunud muutusi kajastav taimkatterekonstruksioon, uuritud väikejärvede Viitka (3,5 ha) ja Tollari (5,7 ha) andmete põhjal aga lokaalseid (järvest kuni 2 km raadiuses, joonis 1) muutusi kajastavad rekonstruktsioonid. Ähijärve setete öietolmuanalüüsi tulemuste põhjal koostatud regionaalne taimkatterekonstruksioon kajastab viimase 9500 aasta jooksul toimunud muutusi Lõuna-Eesti ja Põhja-Läti taimkattes (joonis 3). Tollari järve setetes on talletunud informatsioon pisut pikema ajalõigu (u. 11 000 a.) kohta ja Viitka järve setteläbilõike analüüsitulemused kajastavad 7500 a. jooksul toimunud maakatte-

muutus. Lihtsustamaks tulemuste võrdlemist teadaolevate ajalooliste ja arheoloogiliste andmetega, kasutati taimkatterekonstruksioonide liigendamisel Kriiska (2006), Lang (2007a) ja Tvauri (2012) poolt välja pakutud Eesti muinasaja periodiseeringut (joonis 3, 4).

Karula kõrgustiku metsakoosluste ning inimasustuse pärastjääaegne areng

Mandrijäa taandumise käigus jäi sügavamatesse nõgudesse (tänapäeval enamasti täitunud veega või soostunud) hulgaliselt irdjäa-panku, mis sulasid tunduvalt hiljem kui jää põhimass. Sellised aeglaselt sulavad jääpangad takistasid nõgude veega täitumist ja see pärast pole uurimisalalt otse pärast jää taandumist kujunenud järvesetteid leitud. Vanimad Karula kõrgustiku järvedest kogutud orgaanilisi setteid sisaldavad proovid on dateeritud Holotseeni algusesse (ca 9000 e.m.a.). Jääaja lõpus ja jäävaheaja alguses valitsesid suhteliselt jahedale ja kuivale kliimale iseloomulikud rikkaliku rohttaimestikuga kooslused, mille koosseisu kuulusid ka üksikute määndega hõredad kasemetsad. Eelkirjeldatud kooslused on selgelt eristatavad nii Ähijärve kui ka Tollari järve ümbruses keskmise kiviaja alguses (u. 9000–8000 e.m.a., joonis 3 ja 4) nagu on sellele perioodile iseloomulik kõikjal Eestis (Amon jt. 2014). Sarnaseid kooslusi võib tänapäeval leida Soomes boreaalsete metsade vööndi põhjaosas.

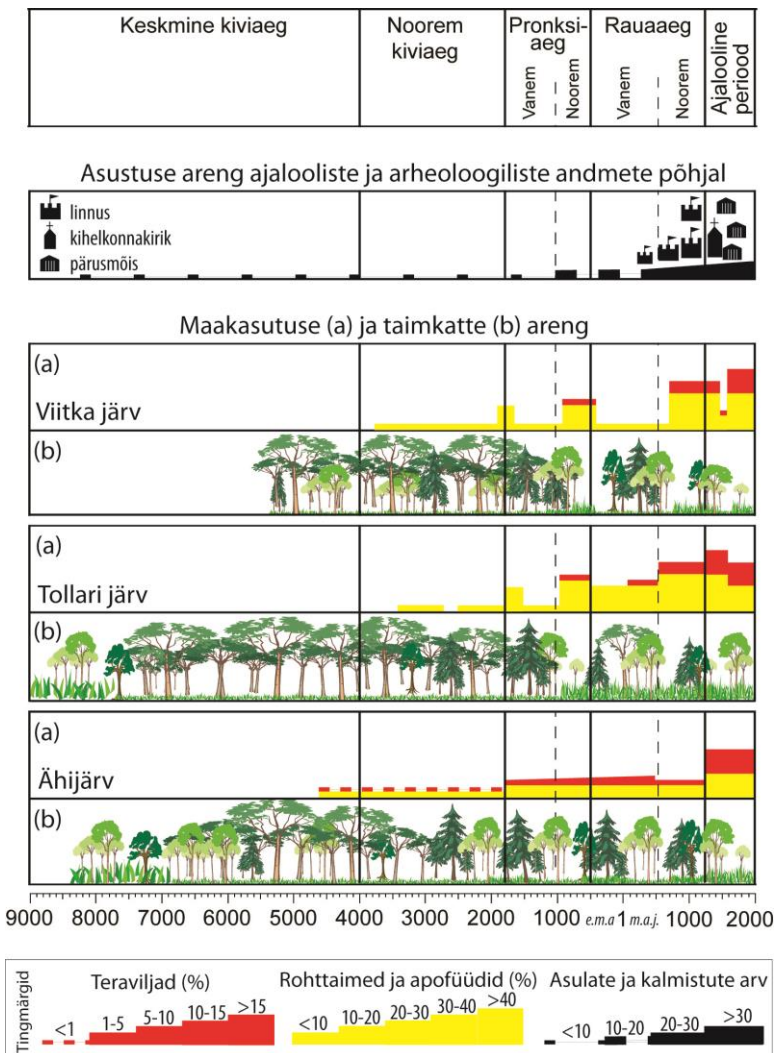
Jäävaheaja alguses kliima soojenes kiiresti ja keskmise kiviaja teises pooles, u. 4000–7000 e.m.a. saabunud kliimaoptimumile oli iseloomulik kuni 2°C praegusest kõrgem aasta keskmine temperatuur (Seppä jt. 2009). Soojema kliima tingimustes kujunesid Karulas välja parasvöötmele iseloomulikud tamme, pärna, jalaka, saare ja sarapuu enamusega liigirikkad laialehised lehtmetsad, mille koosseisus võis kohata üksikuid kuuski. Külmalembeste puude (määnd, kask jmt) osakaal metsade koosseisus oli väike. Enamasti hõivasid need liigid liigniiskeid (madalsoo, veekogude kaldavööndid vmt.) või kuivi (liivased künkanõlvad ja laed) alasid. Rohhtaimi oli sellistes metsades väga tagasihoidlikult. Sarnase liigilise koosseisuga metsad on tänapäeval levinud Kesk- ja Ida-Euroopa kontinentalsete laialehiste metsade vööndis.

Arheoloogilised leiud kinnitavad inimese olemasolu Karula kõrgustikul juba keskmisel kiviajal (Konsa 2005), kuid selgelt eristatavaid maakasutusele viitavaid jälgi taimkatterekonstruksioonides näha ei ole. Kuna tegemist oli küttide ja korilastega, siis oli inimese mõju piirkonna taimkattele arvatavasti väga lühiajaline ja piiratud ulatusega. Selliste jälgede leidmiseks peaksid paleoökoloogilisteks uuringuteks võetud proovid pärinema kiviaegsest asulast või selle vahetust naabrusest (Poska ja Veski 1999).

Kliima aeglane jahenemine, mis algas juba keskmise kiviaja lõpus, kestis kuni eelmise sajandi lõpuni (Seppä jt. 2009) ja tõi Karula kõrgustikul juba nooremal kiviajal (ca 3000–4000 e.m.a.) kaasa esimesed muutused metsade koosseisus. Soojalembeste lehtpuude osakaal hakkas aeglaselt vähenema ja nende arvelt kasvas külmalembeste okaspuude (peamiselt kuuse) osatähtsus. Eriti selgelt nähtav on eelkirjeldatud muutus regionaalsel rekonstruksioonil (joonis 3 ja 4). Samaaegselt kliima ja metsade koosseisu muutusega ilmnevad õietolmuanalüüsi andmeil esimesed märgid maaviiljelusest. Üksikud Ähijärvest leitud teravilja õietolmutterad tähistavad algelist maaviiljelust noorema kiviaja alguses. Arvatavasti ei kajasta need leiud siiski mitte kohaliku maaviiljeluse algust, vaid on Ähijärve setetesse kandunud kaugleviga lõunapoolsetelt aladelt. Kohalikke tingimusi kajastavate Viitka ja Tollari järve samaaegsetest setetest teraviljade õietolmutteri ei leitud, kuid sarnase vanusega üksikuid teraviljade tolmuteri on leitud nii Haanja kõrgustikult kui ka Eesti rannikualadelt (Poska jt. 2004). Seega täielikult välistada esimeste teraviljakasvatuse katsetuste jõudmist Karulasse ei saa. Noorema kiviaja teises pooles (u. 3000–1800 e.m.a.) on Tollari ja natuke hiljem ka Viitka järve ümbruse taimkatet kajastavatel rekonstruksioonidel näha perioodilist rohttaimede ja apofüütide osakaalu suurenemist, mida võiks selgitada küttide ja korilaste ajutise asustuse ilmunemisega nende järvede lähedusse.

Noorema kiviaja lõpul ning pronksiajal kujunesid välja külmalembeste puude enamusega segametsad, milles enamlevinud puuliigiks sai kuusk. Loodusoludelt (kliima ja mullastik) soodsates tingimustes (nt. Tollari järve ümbrus) toimus soojalembeste puude osakaalu vähenemine aeglaselt ja laialehiste liikide ülekaal säilis metsakoos-

lustes kuni pronksiaja keskpaigani (u. 1000 e.m.a.). Pronksiaja lõpust kuni tänapäevani jätkus kõikjal laialehiste puude osakaalu vähenemine ning külmalembeste okas- ja lehtpuude osakaalu kasv.



Joonis 4. Asustuse, põllunduse ning taimkatte pärastjääaegsed muutused Karula kõrgustikul.

Õietolmuanalüüsi andmeil toimub pronksiaja alguses selge muutus ja teraviljade õietolmu muutub ühtlaselt kasvavas hulgas püsivaks komponendiks. Kui vanema pronksiaja (1800–1000 e.m.a.) jooksul uuritud väikejärvede ümbruses esinenud maaviljelusele viitavaid märke ei leitud, siis nooremal pronksiajal (1000–500 m.a.j.) Tollari (ja veidi hiljem ka Viitka) järve ümbruses alanud teraviljakasvatusest annavad tunnistust teraviljade õietolmuterade leiud järvede setetest. Kui teraviljade õietolmu ilmumine väikejärvede setetesse näitab teraviljakasvatusega tegelemist Karulas, siis hüppeliselt suurenev rohttaimede ja apofüütide hulk on märgiks karjakasvatusest. Teravilja- ja karjakasvatuse üheaegsele kiirele arengule viitav muutus on eriti selge Tollari järve ümbruses, kus sellega kaasnes metsade raadamine ja maastiku avatuse suurenemine. Metsakooslustes langeb samaaegselt järsult laialehiste puude ja tõuseb kase osakaal. Laialehiste liikide osakaalu vähenemisele aitas kindlasti kaasa asjaolu, et need liigid eelistavad kasvukohana kõrgema viljakuse ja hea veerežiimiga muldi, mis olid sobivamad maaviljeluseks. Kase laialdane levik näitab aletamise levikut, sest aletatud maade metsastumisel on kask peamiseks pioneerliigiks. Märke pronksiaegsest maaviljeluse laienemisest, mis viis näiteks Taanis kõige vanemate tänapäevasega sarnaste taimekoosluste tekkeni, on teada ka mujalt Põhja-Euroopast (Odgaard ja Rasmussen 2000). Õietolmuanalüüsi tulemuste valguses tuleb nentida, et pronksiaegse inimtegevuse jälgi on seniste arheoloogiliste seirete tulemusena avastatud üsna vähe. On võimalik, et tekstiilkeraamika põhjal rooma rauaaega paigutatud asulakohad on alguse saanud pronksiajal ja niisugune keraamikastiil levis Lõuna-Eestis juba sellel perioodil.

Rauaaja esimeses pooles (500 e.m.a.–550 m.a.j.) jätkus Karulas nagu mujal Lõuna-Eestis ja Põhja-Lätis rohttaimede, apofüütide ning teraviljade osakaalu tõus, mis viitab maaviljeluse jätkuvalle laienemisele. Arheoloogilised leiud Ähijärve lähedusest (talu või küla järve ääres ning tarandkalme selle põhjaotsa lähedal) annavad tunnistust aktiivsest inimtegevusest järve lähiümbruses. Monumentaalsete kivikalmete rajamist seostatakse laiema maaviljeluse levikuga ning kivikalmed võisid olla ka maaomandi märgiks (Lang 2007b). Uuritud väikejärvede ümbruse taimkattes on samal ajal inimtegevuse jälgi tagasihoidlikult ning Viitka ja Tollari järve ümbruses kaovad vastavalt pikemaks (u. 1000 aastaks) või lühemaks (u. 500 aastaks)

ajaks täielikult teraviljad. Rauaaja teisel poolel (550–1200 m.a.j.) juba noorema kiviaja lõpus alanud teraviljade hulga tõus katkeb ja langeb pronksiaja alguse tasemele ja seda kuni rauaaja lõpuni. Asustusele võis avaldada negatiivset mõju 6. sajandil toimunud ning kogu põhjapoolkera hõlmanud lühiajaline, kuid järsk kliima jahe-nemine, mis tõi kaasa ikaldusi (Baillie 1994, Tvauri 2014).

Ligilähedaselt samasse ajavahemikku jääb rahvasteränne (450–600 m.a.j.), mille jooksul toimus varasema asustuse oluline muutus kogu Euroopas. Eesti aladel toimus sel perioodil tõenäoliselt rahvastiku ümberpaiknemine (Tvauri 2012). Seetõttu võis toimuda ränne Karula kõrgustiku varasemalt suhteliselt hõredalt asustatud aladele. Seda kinnitab asjaolu, et 6.–7. sajandil suurenes hüppeliselt põllumajanduslik maakasutus, kõigepealt Tollari (u. 500 m.a.j.) ja mõni sajand hiljem ka Viitka järve ümbruses. Viitka ümbruses põllumaa suure-nemine võis olla seotud asustuse kujunemisega Mäekonnus, kust on leitud viikingiaega dateeritud asulakoht, kuid Tollari lähikonnast maa-viljeluse arenguga samaaegsed asulaleiud seni puuduvad.



Vaade lavajalt Mäekonnu mäelt edelasse.

Maastiku avatus jõudis väga kiiresti (vaid ühe sajandi jooksul) mõlema järve ümbruses tänapäevasega võrreldavale tasemele. Nii rohttaimede, apofüütide kui ka teraviljade osa maakattes on kõrge ja näitab, et tegeleti nii teravilja- kui ka karjakasvatusega. Puittaimestiku osakaal väheneb ning on esindatud peamiselt kasega, mis võib

viidata aletamistsükli lühenemisele, nii et kuusikud enam taastuda ei jõudnudki. Apofüütide osakaalu vähenemine võib märkida vähemalt osalist üleminekut söödiviljeluselt kolmeväljasüsteemile. Sellest ajajärgust on Karula kõrgustikult teada rikkalikult arheoloogilisi leide. Linnamägede rajamine annab tunnistust Karula kuplistiku muutumisest küllalt tiheda asustusega piirkonnaks.

Ajaloolise perioodi algul toimub metsade raadamise hüppeline suurenemine ja umbes 200 aasta jooksul kujuneb tänapäevasele sarnane maakasutuse struktuur. See muutus langeb ajaliselt kokku Läti ja Eesti alade vallutamiseга ristsõdijate poolt. Olukord, kus metsade osakaal on vähenenud ligi 50%-ni, on püsinud suhteliselt stabiilsena kogu sellele järgneva perioodi vältel.

Uuritud väikejärvede ümbruse maakasutuses saab eristada lühiajalisi (Viitka järve ümbruses 16. sajand) või pisut pikemaid (Tollari järve ümbruses 17.–19. sajand) avatud maastikule ja põlluharimisele iseloomulike taimede (eriti rohttaimede) hulga vähenemist. Sellised maaviljeluse langusperioodid võivad viidata Karulas elanikkonna vähenemisele seoses epideemiatega, näljahädade, sõdade jmt. Liivi sõja järel on 1582. aasta revisjonis märgitud, et Konniküla, mille alla kuulub ka Viitka ümbrus, 9,25 adramaast on haritud vaid 1,25 adramaad. Tollari järve ümbruse küldes oli söödis oleva maa osakaal ligikaudu pool (Lattik-Merila 2005). Tollari järve ümbruses 18. sajandil laienesid Karula mõisa põllud ning loodi mitu karjamõisa. Viimaste sajandite vältel on uuesti jälgitav avamaakoosluste osakaalu teatav tõus, millega kaasnev ajalooliselt suurim teraviljade osakaal näitab teraviljakasvatuse tähtsuse tõusu maaviljeluses. Samas jääb üldine maastiku avatus mõlema väikejärve ümbruses alla rauaaja lõpule.

Tänuavaldus

Käesolevat uurimistööd rahastati Eesti Teadusagentuuri uurimustoetustest IUT1-8, IUT20-7, IUT21-1 ja programmi KESTA (3.2.0802.11-0043) kaudu Euroopa Liidu Euroopa Regionaalarengu Fondist. Eesti Teadusfondi uurimisgrandi ETF9031 toel tehti paleoökoloogilisi välitöid ja telliti ¹⁴C dateeringud. Täname koostöö eest Eesti Maaülikooli herbariumi TAA.

Kirjandus

Albre, N., Kaisel, M., Rauk, T., Riiberg, K. 2003. Karula rahvusparki maakasutuse muutuste analüüs ajalooliste kaartide põhjal. Käsikiri Keskkonnaameti Karula kontoris.

Amon, L., Veski, S., Vassiljev, J. 2014. Tree taxa immigration to the eastern Baltic region, southeastern sector of Scandinavian glaciation during the Late-glacial period (14,500–11,700 cal. b.p.). – *Vegetation History and Archaeobotany*, 23 (3), 207–216.

Baillie, M. G. L. 1994. Dendrochronology Raises Questions About the Nature of the AD 536 Dust-Veil Event. – *The Holocene*, 4 (2), 212–217.

Jaanits, L., Laul S., Lõugas V., Tõnisson E. 1982. Eesti esiajalugu. Tallinn.

Jääts, L., Rattus, K., Grauberg, H. 2003. Karula kihelkonna rahvakultuur Eesti Rahva Muuseumi materjalide põhjal. Käsikiri Keskkonnaameti Karula kontoris.

Kalm, V., Raukas, A., Rattas, M., Lasberg, K. 2011. Pleistocene Glaciations in Estonia. – In: Ehlers, J., Gibbard, P.L. & Hughes, P.D. (Eds.). *Quaternary Glaciations – extent and Chronology. A closer look.* Elsevier, Amsterdam, 95–104.

Kama, P. 2016. Karula kihelkonna leire 14.–16. aprill ja 12.–13. mai. Käsikiri TÜ arheoloogia osakonna arhiivis.

Kama, P. 2017. Place-lore as a tool to identify archaeological sites. – *Estonian Journal of Archaeology*, 21: 2. (ilmumisel).

Kangur, M. 2009. Spatio-temporal distribution of pollen in Lake Väike-Juusa (South Estonia) sediments. – *Review of Palaeobotany and Palynology*, 153, 354–359.

Karukäpp, R. 1974. Karula kõrgustiku reljeefist. – Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 1973. Valgus, Tallinn, 36–51.

Kihno, K., Valk, H. 1999. Archaeological and palynological investigations at Ala-Pika, southeastern Estonia. – In: Miller, U., Hackens, T., Lang, V., Raukas, A., Hicks, S. (Eds.). *Environmental and Cultural History of the Eastern Baltic Region.* PACT, 57, 221–238.

Konsa, M. 2004. Karula rahvusparki ja selle lähiümbruse arheoloogilistest muinasväärtustest. Käsikiri Keskkonnaameti Karula kontoris.

Konsa, M. 2005. Vaade Karula kõrgustikult Lõuna-Eesti muinasajale. TÜ Lõuna-Eesti keele- ja kultuuriuuringute keskuse aastaraamat, IV, 11–29.

Kriiska, A. 2006. Research into Stone Age. – In: Lang, V., Laneman, M. (Eds.). *Archaeological Research in Estonia 1865–2005*. Estonian Archaeology 1. Tartu Ülikooli Kirjastus, Tartu, 53–75.

Kriiska, A., Tvauri, A. 2002. *Eesti muinasaeg*. Avita, Tallinn.

Lang, V., Valk, H. 2011. An Archaeological reading of the chronicle of Henry of Livonia: Events, traces, contexts and interpretations. In: Tamm, M., Kaljundi, L., Selch Jensen, C. (Eds.). *Crusading and Chronicle Writing on the Medieval Baltic Frontier: A Companion to the Chronicle of Henry of Livonia*. Ashgate Publishing, 291–316.

Lang, V. 2007a. The Bronze and Early Iron Ages in Estonia. Tartu Ülikooli Kirjastus, Tartu.

Lang, V. 2007b. Baltimaade pronksi- ja rauaaeg. Tartu Ülikooli Kirjastus, Tartu.

Laul, S. 1976. Ausgrabungen der Hügelgräber und der Siedlung von Mähkli in Südestland. – ENSV TA toimetised. Ühiskonnateadused, 1, 64–66.

Laul, S. 2001. Rauaaaja kultuuri kujunemine Eesti kaguosas (500 eKr–500 pKr). Muinasaja teadus, 9. Tallinn.

Leimus, I., Kiudsoo, M. 2004. Koprads ja hõbe. – *Tuna*, 4, 31–47.

Merila-Lattik, H. 2005. Karm ja kaunis Karula. Elust, olust ja inimestest muinasajast tänapäevani. Eesti Folkloori Instituut, Tartu.

Niinemets, E., Saarse, L. 2006. Holocene forest dynamics and human impact in southeastern Estonia. *Vegetation History and Archaeobotany*, 16, 1–13.

Odgaard, B. V., Rasmussen, P. 2000. Origin and temporal development of macro-scale vegetation patterns in the cultural landscape of Denmark. – *Journal of Ecology*, 88, 733–748.

Poska, A., Saarse, L., Veski, S. 2004. Reflections of pre- and early-agrarian human impact in the pollen diagrams of Estonia. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 209, 37–50.

Poska, A., Saarse, L., Koppel, K., Nielsen, A. B., Avel, E., Vassiljev, J., Väli, V. 2014. The Verijärv area, South Estonia over the last millennium: A high resolution quantitative land-cover reconstruction based on pollen and historical data. – *Review of Palaeobotany and Palynology*, 207, 5–17.

Poska, A., Veski, S. 1999. Man and environment at 9500 BP. A palynological study of an Early-Mesolithic settlement site in South-West Estonia. Proceedings of the Fifth EPPC. – *Acta Palaeobotanica* (Suppl. 2), 603–607.

Rammo, M. 2003. Uurimistöö aruanne Jauga mõis (Jacobshof). Käsikiri Karula rahvusparki keskuses.

Rosentau, A. 2006. Development of proglacial lakes in Estonia. Tartu Ülikooli Kirjastus.

Saarse, L., Rajamäe, R. 1997. Holocene vegetation and climatic change on the Haanja Heights, SE Estonia. – Proceedings of the Estonian Academy of Science. *Geology*, 46, 75–92.

Seppä, H., Bjune, A. E., Telford, R. J., Birks, H. J. B., Veski, S. 2009. Last nine-thousand years of temperature variability in Northern Europe. – *Climate of the Past*, 5, 523–535.

Sugita, S. 2007a. Theory of quantitative reconstruction of vegetation, I. Pollen from large sites REVEALS regional vegetation composition. – *The Holocene*, 17, 229–241.

Sugita, S. 2007b. Theory of quantitative reconstruction of vegetation, II. All you need is LOVE. – *The Holocene*, 17, 243–257.

Tomson, P. 2007. Ajaloolise maakasutuse mõju Karula rahvusparki maastike, koosluste ja kaitsekorra kujunemisele. Magistritöö, Põllumajanduse ja keskkonna instituut, Eesti Maaülikool. http://www.keskkonnaamet.ee/public/Karula_rahvusparki_kodulehe_materjalid/Magistritoo.pdf.

Tvauri, A. 2012. The Migration Period, Pre-Viking Age, and Viking Age in Estonia. Tartu University Press, Tartu.

Tvauri, A. 2014. The Impact of the Climate Catastrophe of 536–537 AD in Estonia and Neighbouring Areas. – *Estonian Journal of Archaeology*, 18, 1, 30–56.

Valk, H., Kama, P. 2016. Archaeological investigation on Madsa hill fort. – In: Russow, E., Haak, A. (Eds.). *Archaeological Fieldwork in Estonia 2015*. Muinsuskaitseamet, Tallinn, 97–102.

Valk, H. 2011. Aruanne arheoloogilistest kaevamistest Karula Rebäse linnamäel 19.–26.07.2010. Käsikiri TÜ arheoloogia osakonna arhiivis.

Valk, H., Ulst, I., Metssalu, J., Lillak, A. 2011. Excavations on the hill forts of south-eastern Estonia: Nooska, Kaloga, Karula, Võuküla and Lääniste. – *AVE*, 2010, 49–72.

Veski, S., Koppel, K., Poska, A. 2005. Integrated palaeoecological and historical data in the service of fine-resolution land use and ecological change assessment during the last 1000 years in Rõuge, southern Estonia. – *Journal of Biogeography*, 32, 1473–1488.

Мяэметс. Х. 1983. Палинологические и радиоуглеродные данные о послеледниковой истории растительности Хааньяской возвышенности (ЭССР). В кн: Курвитс Я.А. (Ред.) Человек, растительность и почва. Академия наук ЭССР, Институт зоологии и ботаники. Тарту, 98–111.

The postglacial history of vegetation and land use dynamics in karula upland

Anneli Poska, Vivika Väli, Pikne Kama, Pille Tomson,
Jüri Vassiljev and Kersti Kihno

Summary

Karula Upland is a well known hilly area in Southern Estonia, characterized by its picturesque landscapes and rich cultural heritage. To preserve this unique combination of environmental and cultural values a land protection area was created in the central part of the upland already in 1979 and it became a national park in 1993. Here we give an overview of the postglacial history of vegetation and land-use dynamics in Karula area, using vegetation reconstructions, archaeological and historical data. The organic sediments of three lakes, two small (Tollari and Viitka) reflecting local and one large lake (Ähijärv) reflecting regional land cover changes in the Karula area, were investigated by means of pollen analysis. The LRA (Landcover Reconstruction Algorithm) modelling framework by S. Sugita was used to convert the pollen counts for 19 major plant taxa into vegetation proportions.

The continental ice retreated from Karula not later than 12 000 BCE, but the area was covered by stagnant ice blocks and proglacial water bodies long after. Oldest organic sediments recovered from the studied lakes were formed ca 9000 BCE. An open landscape with rich herbal growth and small input of cold-tolerant boreal trees (birch and pine) prevailed.

Following the considerable climate warming during the next millennia at first open birch-pine woods and later temperate broadleaved forests dominated by lime, elm, oak and hazel developed.

The archaeological findings confirm human presence in Karula area during the Mesolithic (9000–4000 BCE). Livelihood of these people was based on hunting and gathering, and had therefore little impact on contemporary environment. No palaeoecological broadleaved trees were slowly replaced by boreal ones, primarily spruce, due to climate deterioration, during the Neolithic (4000–1800 BCE). The archaeological findings dated to this period are scarce, but short term deforestation episodes seen at local and the sporadic appearance of cereals at regional reconstruction testify arrival of primitive farming to the region. The boreal taxa (spruce, pine, birch) started to dominate the woodlands as the climate deterioration continued during the Bronze Age (1800–500 BCE). Clear signs of deforestation and introduction of extensive crop farming (e.g. slash-and-burn), both at regional and local scale, appear around 1000 BCE. The undisputable archaeological evidence from this period is sparse, but some findings (mostly pottery fragments) dated typologically to the Early Iron Age (500 BCE–550 CE) could easily belong to the Bronze Age.

While regional trend of increasing deforestation and crop farming continues during the first part of the Iron Age, considerable afforestation of landscape is seen at local scale. Abrupt reversal of these trends takes place ca 600 CE, at the end of the Migration Period, as the deforestation level and extent of cropland comparable to present (or higher) was locally reached in less than a century and maintained throughout the historical period. After the conquest of Latvia and Estonia by German crusaders ca 1300 CE, the regional deforestation and crop farming reached stable levels comparable with present during about one century.

KARULA RAHVUSPARGI MAAKASUTUSE MUUTUSED VIIMASEL SAJAL AASTAL

Maaria Semm, Arvo Järvet ja Kalev Sepp

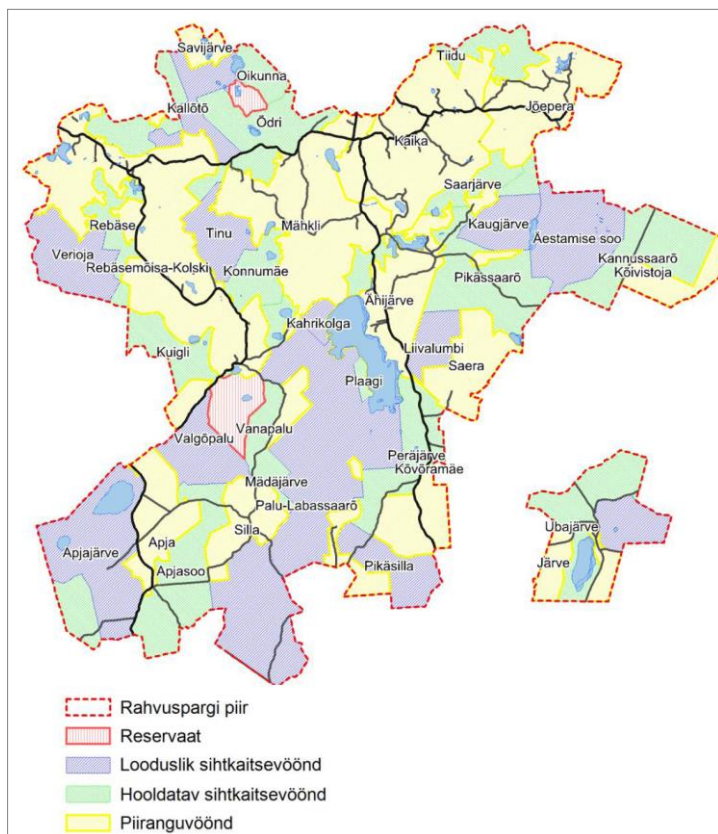
Sissejuhatus

Karula rahvuspark paikneb suuremas osas samanimelisel kõrgustikul Kagu-Eestis. Maastikukaitseala moodustati Karulas 1979. aastal. 14 aastat hiljem, 1993. aastal muudeti kaitseala rahvuspargiks, mille eesmärgiks on iseloomulike metsa- ja järverikaste maastike, pinnavormide, looduse ja kultuuripärandi ning tasakaalustatud keskkonnakasutuse säilitamine, kaitsmine, taastamine, uurimine ja tutvustamine ning kaitsealuste liikide kaitse (Karula rahvuspargi kaitsekorralduskava... 2007). Karula rahvuspargi pindala on 123,6 km², olles selle näitaja järgi Eesti väikseim rahvuspark. Rahvuspargi põhiterritooriumist eraldi paikneb Ubajärve sihtkaitsevöönd pindalaga 5,9 km². Karula rahvuspark on tsoneeritud kaitsereežiimi erinevuste alusel neljaks vööndiks, millest väikseima kogupindalaga on reservaadid (joonis 1).

Karula rahvuspargi oluliseks kaitseväärtuseks on looduslikud ja pärandkultuurimaastikud, mis on kujunenud pikaajalise järjepideva inimtegevuse mõjul. Rahvuspargis on üle saja talukoha, millest enam kui pooled on mitusada aastat vanad põlitalud. Karula rahvuspargi ajaloolise maakasutuse uurimisel oli kolm peamist eesmärki:

- analüüsida maakasutuses/maakattes toimunud muutusi 20. saj. algusest 21. sajandi alguseni;
- koostada rahvuspargi maastike tsoneering maakasutuse/maakatte püsivuse ja muutuste alusel;

- anda maastiku tsooneerimisüksustele soovitud maakasutuse edaspidiseks korraldamiseks ja maastike kaitseks.



Joonis 1. Karula rahvusparki kaitsereserviimivööndid.

Uurimistöö tulemused aitavad muuta tõhusamaks rahvusparki igapäevast kaitsekorralduslikku tööd, on kasutatavad alusandmetena edasistele uuringutele, loodushoiutegevuste kavandamisel, kasutus-tingimuste kooskõlastamisel, erinevate koosluste taastamisotsuste tegemisel ning maastikuhoolduse ja asustuse planeerimisel. Kuna maakasutuse muutuste analüüsil kasutatud esimesed kaardid on 20. sajandi algusest, siis on võimalik leida hästi püsinud kooslusi ja

põliseid talukohti, eristada lagedatele aladele kujunenud sekundaarsed metsad põlismetsadest ning teha vahet ajalooliselt püsinud rohumaadel ja põldudest kujunenud rohumaadel, samuti täpsustada kunagiste taluõuede ja hoonete asukohti.

Karula kõrgustiku ja rahvuspargi kohta on tehtud viimase 10–20 aasta jooksul mitmeid piirkonna ajaloolisele maakasutusele ja taimkattele keskendunud uurimusi, mis põhinevad ajalooliste kaartide võrdlusel tänapäevaste kaartide ja andmebaasidega. 2003. aastal koostati uuring „Karula Rahvuspargi maakasutuse muutuste analüüs ajalooliste kaartide põhjal“. Uuringu käigus digitaliseeriti 1:42 000 topograafiline kaart (vene 1-verstane kaart) perioodist 1893–1913 ja NL topograafiline kaart mõõtkavas 1:50 000 (koostatud aastatel 1936–1939 ja 1942–1943). Kaasaegse maakasutuse infokihtide alusena kasutati katastrikaarti mõõtkavas 1:10 000, mis Karula RP territooriumi kohta koostati aastatel 1985–86. Uuringu eesmärgiks oli lihtsustada rahvuspargi kaitsekorralduslike tööde planeerimist ja anda soovitusi maahooldustööde tellimisel.

2007. aastal kaitses Pille Tomson magistritöö teemal „Ajaloolise maakasutuse mõju Karula rahvuspargi maastike, koosluste ja kaitsekorra kujunemisele“. Eristat tähelepanu on töös pööratud 19. sajandi teisel poolel aset leidnud muutustele maakasutuses. 19. sajandi maakasutust uuriti 54 talu 1870ndail aastail koostatud katastrikaardi põhisel testalal, mis moodustas 62% enne 1940.a Karula rahvuspargi alal olnud talude maast. Võrdluseks kasutati 20. sajandi alguses ja keskpaigas koostatud topograafilisi kaarte ning 1985.–86.a katastrikaarti ja 1990ndate aastate lõpus koostatud Eesti põhikaarti. Nimetatud uurimuse tulemused võimaldasid täpsustada Karula rahvuspargis kavandatud kaitsemeetmeid ja planeerida edasist kaitsetegevust.

Käesoleva artikli aluseks oli rakendusuuring, mille käigus koostati maakatte digitaalne andmebaas. Andmebaasi arendamisel tugineti samale metoodikale, mida kasutati teiste rahvusparkide maakatte andmebaaside loomisel. 2010. aastal koostati maakatte andmebaas ja rahvusparkide pärandmaastike tsoneering Lahemaa rahvusparkile, 2014. aastal Matsalu ja Vilsandi rahvusparkidele ning Karula rahvuspargi töö on loogiliseks jätkuks neile.

Materjal ja meetodika

Maastikumuutuste analüüsil kasutati traditsioonilist kaardikihtide võrdlemise meetodit, et teha kindlaks maakasutusviiside (maakatte) omavahelised muutused. Maakattena vaadeldi loodusolude ning tänapäevase ja mineviku maakasutuse koosmõjul kujunenud maapinna kattekihti. Enamasti on maakatte tüübid seotud loodusliku taimkattega (mets, soo), aga ka inimese loodud ehitistega (teed, hoonestusalad) või need on määratud kasutusviisi järgi: põld, rohumaa, puisniit ja -karjamaa jne. Kaardikihtide digitaliseerimise võtteid ja maakasutuse muutuste uurimise meetodikat on tutvustatud varem EGSi aastaraamatu 40. köites (Semm jt 2015).

Kaartide valikul lähtuti sellest, et kaardid peaksid katma kogu uuritava ala ja hõlmama võimalikult pikka ajajärku. Ühtlasi pidid nad sisu ja mõõtkava poolest olema ühte laadi ning koostatud võimalikult lähedaste ajavahemike järel. Kuid oluline on ka mõista endisaegset ühiskonnakorraldust, et vahet teha muutustel, mis on realselt maastikus toimunud või muutustel kaardil, mis tulenevad eri aegade kaardistajate võimalustest ja teadmistest.

Ühtse meetodina kasutati maakatte muutuste korrigeerivat vektoriseerimist: iga kaart vektoriseeriti tulenevalt eelmisest kaardist. Erinevus varasemate uuringutega seisneb selles, et lisaks rahvusparki territooriumile vaadeldi ka ala välispiirist kuni 500 meetri kaugusele ning valitud kaardid katavad kogu analüüsitava perioodi (sada aastat) enam-vähem võrdsete ajavahemikena (umbes 25 a).

Ajaloolised kaardid aitavad mõista ja väärtustada tänapäevast pärandmaastikku, mida saab kõige otstarbekamalt teha erineva vanusega kaardikihtide võrdlemisega. Karula rahvusparki maakasutuse dünaamika uurimiseks kasutatud kaardid hõlmavad umbes saja-aastase ajavahemiku ja katavad kogu uuritava ala. Siin ja edaspidi on kaartide juures kasutatud Maa-ameti kaardirakenduses toodud aastaarve. Tegelikult võivad kaardistustööd olla tehtud varem, kui kaardilehed vormistati või trükiti. Uurimistöös kasutati järgmisi kaarte:

- ETAK 1:10 000, andmebaasi viimased muudatused aastast 2014 (tinglikult praegune/tänapäevane olukord);
- põhikaart 1:10 000, 2003;

- katastrikaart 1:10 000, 1989;
- NLiidu topokaart, 1:25 000, 1969;
- NLiidu topokaart 1:25 000, 1949;
- NL topograafiline kaart 1:50 000, 1938;
- Vene üheverstane kaart 1:42 000, 1913.

Maakasutuse muutuste registreerimine sõltus kaardi mõõtkavast. Kaartidel, mõõtkavas 1:10 000, määrati maakatte muutusena ala, kui selle pindala oli hoonestusaladel vähemalt 0,1 ha (õuealad registreeriti alati, sõltumata pindalast) ja neist väljaspool 1 ha või suurem. Kaartidel, mõõtkavas 1:50000, käsitleti muutusena 6–25 ha suuruse ala teisenemist olenevalt kaardil esitatud situatsioonist. Lähtuvalt kaardil esitatud kontuuride loetavusest, digitaliseeriti üksikjuhtudel ka märgituist väiksemaid objekte. Tiikide puhul digitaliseeriti kõik aluskaardilt tuvastatavad tiigid arvestamata miinimummõõde. Seega tuleb arvestada, et väiksema mõõtkavaga kaartidel on osa väiksemaid maakasutuse muutusi jäänud määramata. Erinevatel aluskaartidel on nähtuste osas erinevusi kaardistamise meetoodikas. Näiteks NLiidu topokaartidel ei ole eristatud põldu, karjamaad ja jäätmaad. Maakasutuse andmebaasis on sellised alad tähistatud haritava maa koodiga.

Väljaspool õueala asuvad hooned on digitaliseeritud punktobjektidena. Andmete aluseks võeti ETAK-i hoonete kiht ja hoone kontuuri keskpunkt muudeti punktobjektiks. Hoonete kihti ei kantud selliseid hooned, mis kõikidel kaartidel jäid õueala sisse. Hoonete tüüpe (näiteks elu-, kõrval-, majandushoone vms) ei eristatud. Hoonete kihis olevad andmed on seotud üksnes hoone asukohaga. Kui kõigil kaartidel on märgitud hoone, ei pruugi see tähendada, et praegune hoone on püsinud sada aastat, vaid konkreetses kohas on olnud hoone vähemalt sada aastat.

Kaardiinfo paremaks mõistmiseks ning rahvusparki maastike tsoneerimiseks ja kaitsekorralduslike soovitude koostamiseks korraldati 2016. aasta kevadel ja suvel välitööd. Välitöödel kontrolliti valikuliselt eelkõige muutunud maakatttega alasid (endised puisniidud, sooniitud, maaparandusobjektid jne), et selgitada nende praegust maakasutust. Kontrolliti ka kunagiste talukohtade asukohta õigsust. Tuginedes eelnevatele uuringutele (Tomson 2007), oli Karulas võimalik talukohtade täpsustamist teha küllaltki põhjalikult. Välitööde

tulemusi kontrolliti ja täiendati vestlustes kohalike inimestega ning saadud info koondati omaette andmekihti (suulised andmed), mis on taustainfoks kaardimaterjali õigsuse kontrollimisel. Kiht sisaldab kaardiandmetest erinevaid suulisi andmeid peamiselt talude kujunemise perioodi kohta. Kõige rohkem oli erinevusi 1949–69.a kaardistatud elamukohtade osas: suulistel andmetel olid mitmed selle perioodi esmased elamukohad olemas varasemast ajast.



Joonis 2. Vaade Mäeküla talule Rebäsemõisa kuplistiku lõunaosas.

Maastikumuutusi on analüüsitud järgmiste näitajate alusel: avatud alade ja metsa vahekord, kõigi analüüsitud maakattetüüpide pindala ja osakaalu muutused, maakatte püsivus (samaks jäänud maakattetüübid), maakatte üleminekud (vanemast situatsioonist uuema poole ehk mis muutus milleks) ja maakatte kujunemine (uuemast situatsioonist vanema poole ehk mis on millest kujunenud).

Avatud alade ja metsa vahekord ning analüüsitud maakattetüüpide pindala ja osakaalu muutused on arvatud ja analüüsitud kõikide kaartide põhjal. Maakatte püsivust, üleminekuid ja kujunemist on analüüsitud ainult vanima (vene verstakaart) ja kõige uuema kaardi (ETAK kaart) võrdlemisel ja seda kolme peamise maakattetüübi (haritav maa, mets ja rohumaa) osas.

Teoreetiliselt on kogutud andmete abil võimalik analüüsida kõikide määratletud maakattetüüpide ülemineku ajalist ja ruumilist dünaamikat (vt Ave Anspër'i bakalaureusetöö, 2016). Nimetatud töös kodeeriti kõik digitaliseeritud maakattetüübid (näiteks mets sai koodiks M, haritav maa H jne) ja analüüsiti maakatte üleminekuid Karulas. Seitsmest tähekombinatsioonist (maakasutuse dünaamika analüüsil oli kasutada seitse kaarti) koosnevate üleminekute kohta koostati sagedustabel, kus sama tüüpi üleminekute pindalad liideti ja sorteeriti kahanevalt. Tähe asukoht koodis näitab ala maakattetüüpi vastaval kaardil. Näiteks kood HHHHMMM näitab, et selle tüübirühma viimastel aastakümnetel olnud metsad on kaardistatud haritava maana neljal vanemal kaardil (Vene 1-verstasel, 1938–43.a, 1948–49.a ja 1969.a topograafilistel kaartidel) ning metsana alates katastrokaardist kuni ETAKini.

Rahvuspargi maastike kujunemine

Karula kõrgustik kujunes viimase mandrijää taandumisel piki Võrtsjärve nõgu ja Võru-Hargla orundit üldsuunalt lõunasse liikunud kahe liustikuvoolu kontaktialal. Kõrgustiku kohal aluspõhjaline kõrgend puudub, mis tähendab, et ümbritsevatest aladest kõrgemale ulatuv ala on vaadeldav peamiselt pleistotseeni setetest moodustunud servamoodustiste kompleksina.

Vaatamata väikesele pindalale on Karula kõrgustik oma loodusoludelt väga mitmekesine. Seda on tinginud eelkõige vahelduv pinnaehitus, mis on määrava mõjuga teiste maastikukomponentide suhtes. Rahvuspark hõlmab Karula kõrgustiku iseloomuliku kuplistiku, oosmõhnastikud ja sandurid, mis koos moodustavad tüüpilise mandrijää servamoodustiste morfogeneetilise kompleksi, mis on Eestis ainulaadne mitmesuguste korrapäraste reljeefivormide poolest. Siin on esindatud enamik liustikutekkeliste pinnavormide geneetilisi tüüpe, millest domineerivaks on moreenkünkad, glatsiofluviaalsed mõhnad, oosid ja sandurtasandikud (Järvet 1998).

Karula kõrgustiku kõige tuntumad pinnavormid on ümmarguse põhiplaaniga erisuguse suurusega kuplid, milliseid ei leidu mujal

Eestis nii palju, kui just Karulas. Lüllemäe ja Kaika ümbruses leidub kaksik-, kohati isegi kolmik- ja nelikkupleid, kus madalamad kühmud paiknevad põhivormi jalamil või nõlval. Kuplikujuliste küngaste ja mõhnade laugemad nõlvad on sageli põllustatud. Põllumajandusliku maakasutuse seisukohalt on kuplistikus olulised järgmised tegurid: haritav maa koosneb väikestest lahustükkidest, mis paiknevad hajutatult, põllutükkide paiknemine kallakutel, muldade mitmekesisus põllutükkide piires, suhteliselt suur kivisus ning erodeeritud madala viljakusega muldade suur osatähtsus.



Joonis 3. Poolavatud põllumajandusmaastikku on säilinud Karula rahvusparkis pool tuhat ha.

Geomorfoloogiliselt on huvipakkuvad ka oosmõhnastikud, kus postiiivsetel pinnavormidel on üheaegselt nii ooside kui ka mõhnade tunnused. Oosmõhnastike reljeefist hoopis erinev on Saar- ja Ähijärve vahel paiknev mõhnastik. Mõne meetri sügavused ja mõnekümne meetrise läbimõõduga lohud ja orvandid loovad siin väga liigestatud mikroreljeefi.

Eesti maastikulise rajoneerimise järgi jäävad kuplistik ja oosmõhnastikud Karula kõrgustiku maastikurajooni. Sandurid, mis kohati on soostunud, loetakse kuuluvaks Hargla nõo maastikurajooni. Erandiks on kõrgustiku sisekaare poolses servas olev Kaatsi mõhnastik (rahvusparki piires 7 km²), mis ulatub põhjapool kuni 2–3 km kaugusele väljaspoole rahvusparki. Karula kõrgustiku

maastikurajooni pindalast (275 km²) moodustab rahvuspargi osa 39%. Rahvuspargi lõuna- ja kaguosa ning Ubajärve lahustükk kokku pindalaga 16 km² paiknevad Hargla nõo maastikurajoonis.

Karula kõrgustiku pinnamoodi on traditsiooniliselt käsitletud künkliku reljeefina. Reet Karukäpp on eristanud pinnavormide morfoloogiliste tunnuste alusel seitse reljeefipiirkonda, mis erinevad omavahel ka positiivsete pinnavormide tiheduse poolest (Karukäpp 1974). Koobassaare marginaalne laugete nõlvadega künnis (otsamoreen) jaotab nii kõrgustiku kui ka rahvuspargi territooriumi üldjoontes kaheks osaks: a) ulatuslikuks loodepoolseks künkliku (kuplistiku) reljeefi piirkonnaks ja b) väiksemaks kagupoolseks oosmõhnastike (vöönd laiusega umbes 5 km) ja sanduritega iseloomulikuks piirkonnaks, kusjuures viimased kujutavad üldjoontes Koiva nõo suunalisi kaldtasandikke. Karula maastikku on kirjeldatud kui Kagu-Eestile omast maastikutüüpi koos hajakülade, põllusiilude, metsatukkade, soolaikude, heinamaade ja taludega (Tomson 1998). Niisugune kirjeldus on kehtiv üksnes kuplistikuvööndi suhtes, sest oosmõhnastikud ja sandurid on olnud läbi aegade kuplistikust sootuks erineva maakasutusega ja maastikuilmega, kus peamine on metsamaastik ja väga hõre asustus.

Karula rahvuspargi maastiku üldilme määravad ära reljeefi ja pinnakatte erinevused ning need mõjutavad omakorda otseselt muldade kujunemist ja maakasutust. Mullastiku kujunemisel on Karula kõrgustikul üheks eriti diferentseerivaks faktoriks reljeef. Mullastiku üldpilti iseloomustab tingitult reljeefi tugevast liigestatusest ja mulla lõimise kiirest vaheldumisest suur kirjusus – enamasti üle 100 mullaareaali km² kohta. R. Karukäpa andmeil (1973) on väikeste ja keskmiste küngaste reljeefipiirkonnas Rebäsemõisa ja Kaagjärve ümbruses koguni 127 mullaareaali km² kohta. See tähendab, et juba väikesel maa-alal vahelduvad tugevasti erinevate omadustega mullad. Erodeeritud ja deluviaalmullad hõlmavad mullastiku kaardistamise andmeil kogu kõrgustikust 12, haritavatel maadel aga 39% (Arold 2005).

Karula kõrgustiku kuplistiku ala jääb Haabsaare agromullastikulisel mikrorajooni, kõrgustiku ida- ja kaguosa Varstu ning põhja- ja lääneosa Valga mikrorajooni (Rooma 1975). Kuplistikus on laialt levinud saviliivmullad, mis on Karulas põllunduseks kõige paremate omadustega, kuigi pindmisest erosioonist väga tugevasti mõ-

jutatud. Haritavat maad on Haabsaare mikrorajoonis ainult 11%, kusjuures haritav maa paikneb valdavalt künklikel aladel Karula kõrgustikule iseloomulikus kuplistikuvööndis.

Rahvuspargi maastikuline liigestus

Väikestel territooriumitel on maastikulise uurimise objektideks geograafilised kompleksid kas maastiku morfoloogiliste koostisosadena (tüpoloogilised üksused) või individuaalsete taksonoomiliste üksusena. Väikeste maastikuüksuste uurimine toimub peamiselt tüpoloogilisel alusel, mille käigus jäetakse kõrvale üksikud individuaalsed ja juhuslikud tunnused ning arvestatakse ainult olulisi näitajaid, mis määravad tema iseloomu ja millel on suur rakenduslik tähtsus. Suuremõtkavalisel maastikulisel uurimisel on Eestis olnud kasutusel väikeste maastikuüksuste hierarhiline rida: faatsies e paik – paigas – paigastik. Paigastikuks nimetatakse morfoloogiliselt struktuurilt sarnaste paigaste kooslust, mis on välja kujunenud teatud morfogeneetilisel reljeefitüübil. Paigastikku saab mõista ka maastikutüübi tähenduses – näiteks voorestik, sootasandik jne. Lisaks on võimalik maastikutüüpide siseselt eristada nii morfoloogiliste tunnuste kui ka regionaalsete erinevuste alusel madalamat järku või vahepealseid üksusi. Käesolevas uurimistöös on Karula rahvuspargi maastikuline liigestus antud allpaigastike tasemel.

Karula rahvuspargis on selgelt eristatavad kolm pinnavormistike morfogeneetilist piirkonda – kuplistiku, mõhnastike ja oosmõhnastike ning sootasandike ja sandurite vöönd. Kuid maakasutuse dünaamika uurimisel on vajalik käsitleda maastikuüksusi detailsemalt. Käesolevas töös on täiendava tegurina arvesse võetud maakasutust ning eristatud kõigis kolmes vööndis suuremal arvul maastikuüksusi, kui seda eeldab geomorfoloogilisel alusel tehtav maastikuüksuste klassifitseerimine (tabel 1). Niisugune meetodiline võte on põhjendatud, sest kuplistiku ja oosmõhnastike vaheline piir läheb hästi kokku A. Kalda taimkatte üksuste piiriga (Kalda 1996) ning J. Paal (2008) on kolme pinnavormistike piirkonna põhiselt uurinud rahvuspargi soometsade struktuuri, liigirikkust ja seisundit.

Kirjeldatud viisil Karula rahvuspargi maastikuline liigestamine põhineb struktuur-geneetilisel printsüübil, st arvestab maastike kompo-

nentstruktuuri ja paleogeograafilist kujunemist, kusjuures esimese faktori puhul on määravaks maakasutus kui kõige dünaamilisem komponent ja paleograafilist arengulugu kajastab pinnavormistike morfogenees. Võttes täiendava tegurina arvesse maakasutuse/ maa-
katte olulised erinevused paigastike piires, saab Karula rahvusparki alal eristada 26 allpaigastikku, millelele on antud kohanimi ja maastikku üldiselt iseloomustav tunnus (joonis 4). Allpaigastike eraldamise printsiibi ja eesmärgi poolest on Karula rahvusparki maastikuline liigestamine ja kaitsekorralduslikku tegevust rahuldav rajoneerimine põhijoontes kokkulangevad või vähemalt väga lähedased.



Joonis 4. Karula rahvusparki maastikuline liigestus tüpoloogiliste maastikuüksuste viisi. Allpaigastikud on liidetud morfogeneetilisel alusel.

Tabel 1. Karula rahvusparki morfogeneetiliste vööndite allpaigastikud.

Maastikuüksus (allpaigastik)	Pindala, km ²	%
Kuplistike vöönd	45,9	37,2
Kaika-Mähkli poollage kuplistik	10,25	8,3
Küünimetsa metsane kuplistik	5,26	4,3
Rebasemõisa-Tarupedajä metsane kuplistik	8,30	6,7
Härma metsane kuplistik	2,73	2,2
Patuperä metsane kuplistik	2,19	1,8
Tinu metsane kuplistik	5,61	4,5
Kuikli soostunud kuplistik	7,66	6,2
Mäekonnu kungastik	3,92	3,2
Oosmõhnastike vöönd	40,5	32,8
Alakonnu-Plaagi oosistik	4,71	3,8
Aheru mõhnastik	0,27	0,2
Perajärve mõhnastik	1,46	1,2
Kaatsi mõhnastik	7,16	5,8
Silla soostunud mõhnastik	6,62	5,4
Lauksilla oosmõhnastik	8,03	6,5
Pikasaare oosmõhnastik	9,35	7,6
Ähijärve tasandik	1,29	1,0
Apja tasandik	1,63	1,3
Tasandike ja sandurite vöönd	35,4	28,6
Apja sandur	12,16	9,8
Kaugjärve soo	1,30	1,1
Pehmejärve-Perajärve soo	8,91	7,2
Koobassaare soo	2,19	1,8
Aruküla soo	1,25	1,0
Äestaja raba	2,20	1,8
Ubajärve soo	5,90	4,8
Pikasilla soo	1,46	1,2
Ähijärv	1,84	1,5

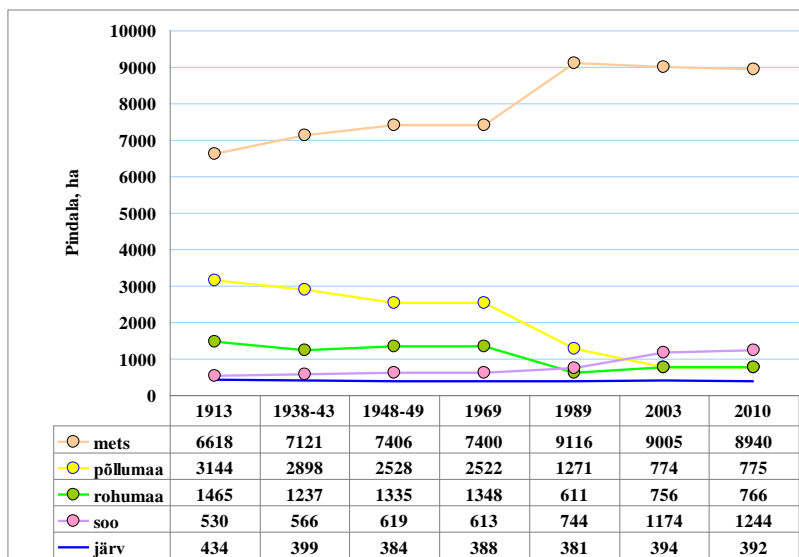
Kolm maastikulist piirkonda on pindalalt enam-vähem ühesuguse osatähtsusega. Soode pindala on tegelikult suurem kui andmetabelist nähtub, sest väikeseid soid esineb suurel arvul kuplistiku allpaigastes. Lauksilla ja Pikassaare oosmõhnastikes on kohati soostunud ala pindala isegi suurem kui mineraalpinnasega ala. Kuplistiku vööndis on omaette allpaigastikuna välja eraldatud Mäekonnu küngastik, mille nimes pole viidet pinnavormide tekkeviisile. Tegemist on Karula kõrgustiku ainukese viirsavikattega lavamõhnaga, kus mullastiku, taimestiku ja põllumajanduskõlvikute kasutamine on olnud otseselt sõltuv savikast materjalist koosneva ja muldade lähtekivimiks oleva pinnakatte ülemisest kihist, mitte selle alla jäävast glatsifluvიაalsest materjalist. Mäekonnu allpaigastikus on domineeriv põllu- ja rohumaa (kokku 58% allpaigastiku pindalast), mille järgi on ala sarnane piirneva Kaika-Mähkli poollageda kuplistikuga.

Suurima pindalaga allpaigastikuks on Apja sandur (12,16 km²), mille rahvusparki jääv osa on soostumise ja metsakuivenduse tõttu vägagi erineva maastikuilmega. Tüüpiliste sanduritega võrreldes on siin maastiku arenguloos oluliselt suurem tähtsus olnud soostumisel, mida on soodustanud liigestatud mikroreljeef ja lohkudes halvasti vettläbilaskev pinnakatte ülemine kiht. Väikseima allpaigastikuna on esindatud Aheru mõhnastik rahvuspargi lääneserval. Tegelikult on Aheru mõhnastik (maastikuüksusena vaadeldav paigastikuna) suurim omataoliste hulgas Karula kõrgustikul, kuid rahvusparki jääb sellest väga väike ala. Ainsa järvena on maastikuüksuste hulgas omaette eristatud Ähijärv (pindala 1,84 km²); kõik teised järved on väikesed ja jäävad allpaigastike koosseisu neile iseloomulike maastikuelementidena.

Maakasutuse muutused Karula rahvuspargis

Peamised näitajad, mille alusel maakasutuse muutusi hinnata saab, on põllumaa, loodusliku rohumaa ja metsa vahekord. Olulisemad maastikumuutused on Karula rahvuspargis olnud seotud põllumaa vähenemisega, millega on vastassuunaliselt toimunud metsasuse suurenemine (joonis 5). Metsa pindala suurenemine põllumajanduskõlvikute arvel algas juba enne Teist maailmasõda. Suuremas ulatuses on põllumaa vähenemine toimunud nõukogude perioodi lõpu-

kümnendeil ja ka Eesti taasiseseisvumise järel 1990ndatel aastatel. Kui 20. sajandi alguses moodustas põllumaa (haritav maa) rahvusparki praegusest pindalast 25%, siis nõukogude perioodi lõpus oli see vaid 10%.



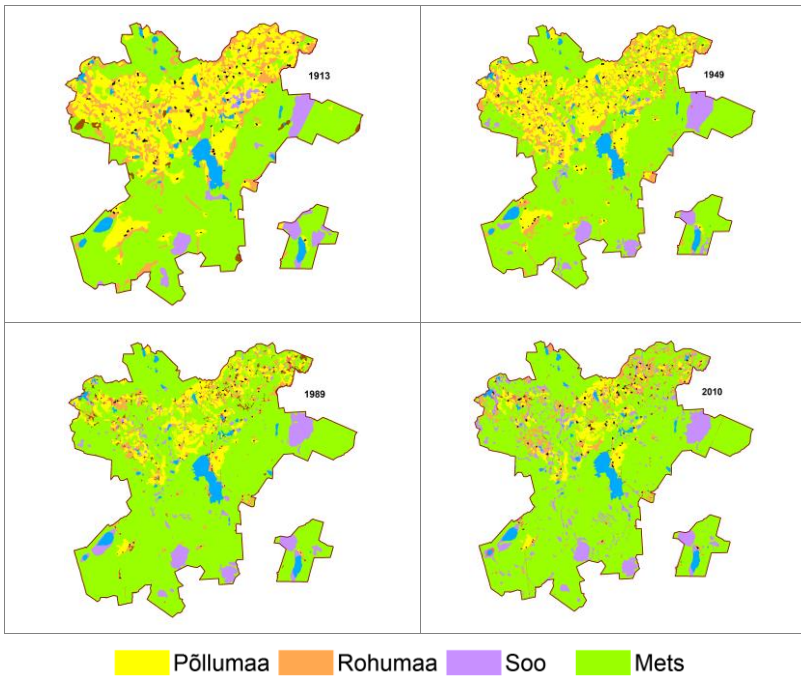
Joonis 5. Karula rahvusparki maakasutuse muutused viimase 100 aasta jooksul kaardianalüüsi andmeil.

Kõige selgemini avaldub haritava maa vähenemine Rebäsemõisa ja Kaika kuplistiku alal, kuid on jäänud suhteliselt suuremal määral püsima Mähkli ja Mäekonnu piirkonnas, kus esineb ka tänapäevane talumaastik. Suur osa Apja küla põllumaadest on praeguseks metsa kasvanud. Põllumaa pindala vähenes Karula RP alal 100 aastaga neli korda ja rohumaade pindala kaks korda. 21. sajandi algusest alates on põllumaa osatähtsus jäänud stabiilselt 6% (770 ha) tasemele. Analüüsitud kaartide põhjal on Karula rahvusparki ala olnud kõige avatuma (lagedama) maastikuga 20. sajandi algul, kui põllu- ja rohumaade all oli 37% tema pindalast (joonis 6).

Tuleb rõhutada, et Karula rahvusparkis on püsinud põldude osakaal praegustest põldudest väga suur – 92% ehk teiste maakattetüüpide arvelt on kujunenud ainult 8% praegusest haritavast maast. See

näitab põlispõldude kasutamise stabiilsust, mis võib olla seotud põlispõldude paiknemisega tasasematel ja viljakamate muldadega aladel. Seega on tänapäevased põllud välja kujunenud juba 20. sajandi alguses (Tomson 2007).

Rohumaid on kõige rohkem juurde tekkinud haritava maa arvelt (560 ha ehk 73%). Selgelt eristub Rebäsemõisa ja Kaika piirkond. Rebäsemõisa kuplistikul on haritava maa kujunemine rohumaaks (HHHHRR) toimunud varem kui Kaika kuplistikul (HHHHHRR) (Ansper 2016). Selle põhjuseks saab olla Kaika kuplistiku paremad mullad, mis soodustasid nende kasutamist kuni kolhoosikorra lõpuni.



Joonis 6. Maakasutuse muutused Karula rahvuspargis peamiste kõlvikute viisi aastast 1913 kuni 2010.

Tänapäevased rohumaad on kujunenud Karulas osalt aastakümneid harimata jäänud põldude asemele. Need niidud on suhteliselt liigivaesed ning erinevat liiki niitude levik on otseses seoses reljeefiga.

Küngaste (kuplite) nõlva ülemises osas levivad kuivad aruniidud, nõlva keskosas parasniisked niidud ning alumises osas ja jalamil niisked aruniidud, mis lähevad küngastevahelistes nõgudes üle soostunud rohumaadeks (Tomson 2007). Ajalooliselt on Karulale iseloomulikud olnud soostunud ja sooniidud, mis tänapäevaks on enamuses kadunud – kujunenud kaseenamusega madalsoometsaks või võetud arvele soona. 20. sajandi keskpaigas oli soode pindala ligi kaks korda väiksem kui praegu (joonis 6).

Kohati on niisked niidud viimasel kahel aastakümnel asendunud kobraсте üleujutusala-dega ehk lodudega, milliseid on suuremal pindalal rahvusparki kesk- ja lääneosas (joonis 7). Kopraraalad on tänapäevasel kaardil näidatud soo või õõtsikuna, vanematel kaartidel rohumaana ja vahepealsetel kaartidel metsana. Need on valdavalt endised kuivendatud rohumaad, mis peale kasutusest väljajäämist metsastusid ja hiljem on koprapaisutusest üle ujutatud või märjaks muudetud. Suurel arvul esinevad väikesed koppraalad on tavaliselt jäänud kaardistamata.



Joonis 7. Endisele sooniidule kujunenud mets, mis on mõjutatud koprapaisutusest. Ave Ansperi foto.

Karula rahvusparki pärandkultuurmaastikuks on arvatud enamasti moreenkattega mõhnadega või ainult moreenist koosnevate kungastega ala, kus domineerivad kuplikujulise põhiplaaniga pinnavormid ja on rahvusparki põllumaa suurim levimus. Arvestades Karula kõrgustikul põllupinna olulist vähenemist viimase poolsajandi jooksul, võime siin pärandkooslusteks arvestada ka kultuurrohumaad, mis levivad hajutatult künklikus maastikus. Kuplistikus püsinud põldude paiknemise muster viitab ühtlasi hästisäilinud traditsioonilise maakasutusega piirkondadele ja võimalikele muudele loodus- ja kultuuriväärtustele, mis tervikuna moodustavad pärandkultuuri.

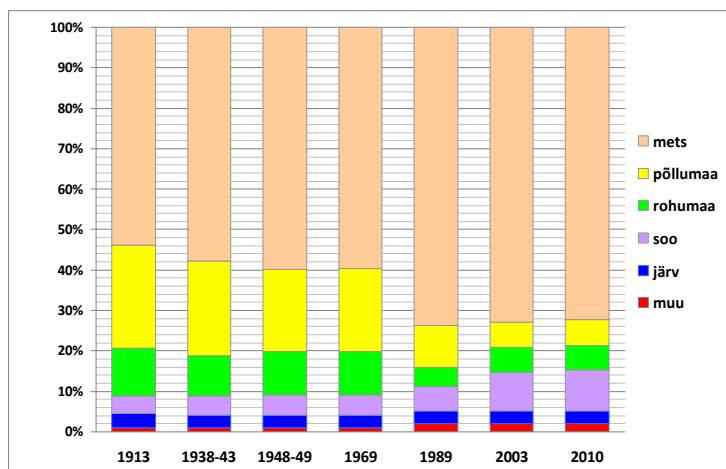
Karula rahvuspark on väga metsane ala. A. Kalda poolt läbi viidud taimkatte inventeerimisel aastail 1982.–83 oli kaitseala metsasus 58,5% (Kalda 1996), kuid siis oli kaitstava ala pindala praegusega võrreldes väiksem ning vahepeal lisandunud ligi 13 km² suurune ala on peamiselt metsaga kaetud. Puuliikidest oli esikohal mänd (63%), järgnesid kaseenamusega puistud (23%) ja kuusikud (ligi 12%).

Kaardianalüüsi järgi on Karula rahvusparki metsasus viimase saja aasta jooksul suurenenud 18% võrra (joonis 8). Kui 20. sajandi algul kattis mets üle poole (54%) rahvusparki pindalast, siis 21. sajandi alguseks on metsa pindala suurenenud 72%-ni. Rahvusparkis on arvukalt selliseid metsi, mis rohkem kui saja aasta jooksul on järjepidevalt püsinud. Vene verstakaardil oli rahvusparki metsade pindala 6618 hektarit, millest on tänaseks püsinud metsana 92%. Kõige rohkem on metsa pindala vähenemine toimunud soode arvelt. 1948–49.a topograafilisel kaardil on 4% endistest metsadest tähistatud soona. Tänapäevasel kaardil on vastav protsent suurenenud seitsmeni. Tegemist on põhiliselt kaardistamise meetoodiliste erinevustega. Põhjuseks võib olla suhteliselt ebaselge soo ja metsa vaheline piir, mida ei ole vanematel kaartidel võimalik täpselt eristada.

Metsa pikaajaline püsimine osutab ala suuremale looduslikkusele ja põlisusele, sest metsastunud põldude, heinamaade või karjamaade looduslik väärtus ei ole võrreldav põlismetsaga. Karula rahvusparkis on põlismetsa esinemine seotud oosmõhnastike ja kohati soostunud sandurite võõndiga, mitte põhjapoolsele alale iseloomuliku kuplistikuga.

Digitaliseeritud andmete analüüsi tulemusel selgus, et vähemalt sada aastat püsinud metsad paiknevad Karula rahvusparki lõunaosas ja teiste maakattetüüpide arvelt kujunenud metsad asuvad rahvus-

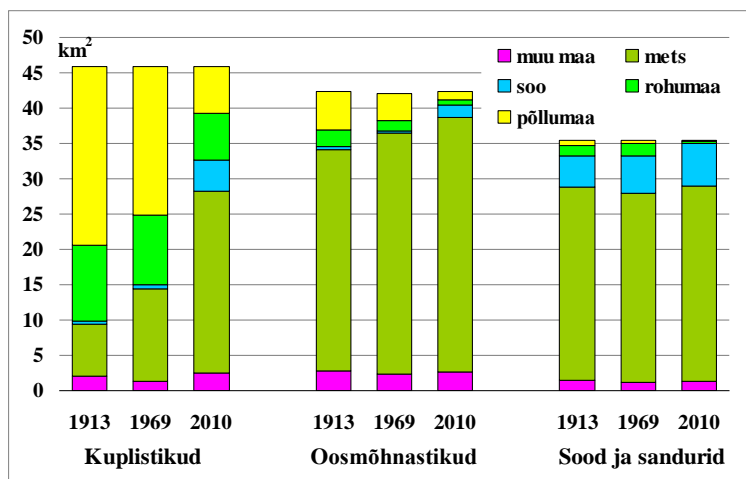
parki põhjaosas. Rebäsemõisa kandi kuplistikus paiknevad sekundaarsed metsad on kaardistatud metsana alates vanemast topokaardist (HMMMMMM ja RMMMMMM), st 1930ndaist aastaist. Seevastu Kaika kuplistikus levivad metsad on kaardistatud metsana hiljem, alates uuemast topokaardist (HHMMMMM ja RRHHHHH), mis tähendab varasemate põllu- ja rohumaade metsastumist. Karula mõisa alla kuulunud talud Rebäsemõisa kuplistikus olid suuremad ja võisid kergemini loobuda taluõuest kaugel asuvate soiste ja võsaste karjamaade kasutamisest, millega kaasnes nende looduslik metsastumine (Tomson 2007). Paremate põllumuldadega Kaika kuplistikus püsis haritav maa kauem põllumajanduslikus kasutuses ja seelsed sekundaarsed metsad on nooremad kui rahvusparki lääneosa kuplistikus. Kaardiandmete analüüsi põhjal on teiste maakattetüüpide arvelt kujunenud metsadest enamlevinud 40–50 aastased haritava maale HHHHMMM (724 ha) ja rohumaale kujunenud metsad RRRRMMM (243 ha).



Joonis 8. Karula rahvusparki maakasutuse suhtelised muutused viimase 100 aasta jooksul.

Arvestades Karula rahvusparki kolme maastikulise piirkonna looduslike ja kasutusviisi erinevusi, on vajalik selgitada maakasutuse pikaajalisi muutusi eraldi kuplistike, oosmõhnastike ning soo- ja sandur-tasandike võondis. 20. sajandil on kõige olulisemad maakasutuse

Põllumaa asendumine suurel määral metsaga andis põhjuse nimetada osa allpaigastikke metsasteks kuplistikeks. Tinu allpaigastikus vähenes 20. sajandi teisel poolel põllumaa pindala 11 korda ning praeguseks on põllumaad järgi jäänud 26 ha. Rebäsemõisa-Tarupedaja allpaigastikus oli 20. sajandi alguskümnendil põllumaad 576 ha, nüüd 175 ha, kusjuures 1969.a maakasutusplaani järgi oli määratav põlluna 554 ha. Kuikli metsases ja soostunud kuplistikus oli põllumaa vähenemine eriti suur – 20. sajandi alguse 222 ha-st oli 1989. aastaks järgi jäänud 13 ha ja kümme aastat hiljem ainult 3 ha. Analoogne põllumaa vähenemine (10–30 korda) toimus ka Künimetsa, Härma ja Patuperä nüüd juba metsastes kuplistikes. Erandiks on Mäekonnu allpaigastik, kus põllumaa vähenemine on jäänud alla 40%. Kaika-Mähkli allpaigastikus on põllumaad algsest järgi jäänud 37%, kuid poolavatud maastik on iseloomulikul kujul säilinud Mähkli ja Kaika küla vahemikus. See on ala, mida loetakse Karula rahvusparki üheks esinduslikumaks pärandmaastikuks.



Joonis 9. Maakasutuse muutus Karula rahvusparkis paigastikutüüpides (1913–2010).

Kuplistikega võrreldes on oosmõhnastike võõndis maakasutuse muutused olnud väikesed ja seotud peamiselt põllumaa metsastumisega. Kui põllumaa vähenemine suhtarvuna on väga suur (4,7 korda), siis

pindalalt on vähenemine 432 ha. Metsa pindala suurenemine oli 480 ha (15%). Põllumaa ja sellega koos ka rohumaa kadumine on seotud metsatalude ja metsavahikohtade tühjaks jäämisega. Kui Silla, Alakonnu-Plaagi, Kaatsi ja Pikasaare oosmõhnastikes oli 20. sajandi alguspoole igaihes põllumaad 60–100 ha, siis 21. sajandi alguskümnendiks oli jäänud järgi 1–2 ha (Silla, Kaatsi) või veidi rohkem. Vaadeldava maastikuvööndi elujõuliseks külaks on Ähijärve, kus põllumaad veel kaardipildis üle 70 ha, mis moodustab oosmõhnastiku vööndi põllumaast 70%. Apja külas on 100 aasta jooksul põllumaa pindala vähenenud 110 ha-lt 27 ha-ni. Maakasutuse viimaste kümnendite dünaamikat arvestades on prognoositav, et oosmõhnastike vööndis jääb edaspidi põllu- ja rohumaad alles Ähijärve ja Apja külas (praegusega võrreldes väiksemal määral); mujal kaovad viimased põllu- ja arvatavasti ka rohumaalapid kümnekonna aasta pärast.

Kõige stabiilsem on olnud maakasutus 20. sajandil Karula rahvusparki soo- ja sandurtasandike vööndis, kus metsamaa pindala pole peaaegu üldse muutunud (tabel 2). Kuna metsa all on olnud selles vööndis 75–80% ja soode all 12–18%, siis on tegemist 20. sajandi algusest kuni praeguseni peaaegu muutumatu maakasutusega. Selles vööndis põllumaad pole praegu üldse järgi jäänud, kuigi 20. sajandi keskpaigani, kohati ka 1970ndate aastateni oli põllumaad veel kümnete ha ulatuses kasutusel Ubajärve, Perajärve ja Apja allpaigastikes (endistes metsadest ümbritsetud külades).

Kokkuvõte

Karula rahvusparkis on selgelt eristatavad kolm pinnavormistike morfogeneetilist piirkonda – kuplistiku, mõhnastike ja oosmõhnastike ning sootasandike ja sandurite vöönd. Võttes täiendava tegurina arvesse maakasutuse olulised erinevused nende vööndite piires, eristati 26 allpaigastikku, mis olid maakasutuse muutuse analüüsi üksusteks.

Karula rahvusparki ajalooliste kaartide maakasutuse analüüs annab ettekujutuse maakatte kujunemisest viimase saja aasta jooksul. Kuigi maakasutus on olnud pidevas muutuses ja seda ulatuslikul alal,

on saja aasta vanustel kaartidel maastikumuster kohati äratuntavalt sarnane praegusega, eriti rahvusparki oosmõhnastike ning soode ja sandurite võõndis, kus on olnud suures ülekaalus metsamaastik. Samas on maastik muutunud oluliselt suletumaks kuplistiku võõndis, kus põllumaad on jäänud vähemaks 1860 ha (vähenemine ligi neli korda) ja sama palju on suurenenud metsa pindala. Need muutused on aset leidnud peamiselt perioodil 20. sajandi keskpaigast kuni 1980ndate teise pooleni. Protsentuaalselt on 20. sajandi alguse vers-tasel kaardil olevast haritavast maast 23%, rohumaast 10% ja met-sast 92% püsinud sama maakattetüübina tänapäevani. Metsa pika-ajaline püsimine osutab ala suuremale looduslikkusele ja põlisusele, mis on Karula rahvusparki oluline väärtus.

Viimase saja aasta jooksul kujunenud maakatte jaotus Karula rahvus-parki erineva režiimiga kaitsevõõndite piires on igati loogiline. Põl-lud ja rohumaad paiknevad kõige väiksemate piirangutega tsoonis – piiranguvõõndis. Tegu on asustatud ja majanduslikus kasutuses oleva maaga, kus kehtivad mõned kaitse-eeskirjast tulenevad piirangud, kuid eelistatud ja toetav tegevus on senise maakasutuse jätkamine, millega on võimalik tagada poolavatud pärandkultuurmaastiku säi-limine.

Kirjandus

- Ansper, A.** 2016. Karula rahvusparki maastiku muutused viimasel sajal aastal. Bakalaureusetöö keskkonnakaitse erialal. EMÜ põllumajandus- ja keskkonnainstituut.
- Arold, I.** 2005. Karula kõrgustik. – Rmt: Arold, I. Eesti maastikud. Tartu ülikooli kirjastus, lk 199–204.
- Järvet, A.** 1998. Vaheldusrikas Karula maastik. – Eesti Loodus, 10, 438–441.
- Kalda, A.** 1996. Karula rahvusparki (endise maastikukaitseala) taimkate. – Eesti Looduseuurijate Seltsi aastaraamat, 77, lk 61–76.
- Karukäpp, R.** 1974. Karula kõrgustiku reljeefist. – L. Merikalju (toim.) Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 1973, lk 36–50.
- Paal, J.** 2008. Karula rahvusparki soometsadest. – Planeet maa: globaalsed ja lokaalsed probleemid. XXXI Eesti looduseuurijate päev.

Toim. Maran, T.; Pihu, S.; Vanatoa, A. Tartu: Eesti Looduseuurijate Selts, 66–89.

Semm, M., Sepp, K., Jagomägi, J. 2015. Lahemaa rahvuspargi maastikumuutused. – Järvet, A. (toim). Eesti Geograafia Seltsi aasta-raamat, 40, lk 141–157.

Tomson, P. 2007. Ajaloolise maakasutuse mõju Karula rahvuspargi maastike, koosluste ja kaitsekorra kujunemisele. Magistritöö. EMÜ põllumajandus- ja keskkonnainstituut.

Tomson, P. 2008. Kaardid näitavad Karula maakasutuse ajalugu. – Eesti Loodus, 6.

Land-use Changes in the Karula National Park over the last 100 years

Maaria Semm, Arvo Järvet and Kalev Sepp

Summary

Although the Karula Uplands cover a relatively small area there are several distinctive regions. Firstly, the main section forms an interesting complex of glacial land forms. Large dome shaped hills dominate the North-Eastern sector between Kaika and Rimmu on the border with the Otepää uplands. The land forms here are kames covered with till, and occur in dense clusters in the vicinity of Kaika, Veetka and Lüllemäe villages. The National Park also includes an area of esker kames characterized by flat topped ridges with plains between them, as well as outwash lowlands, termed sandurs.

This article provides an overview of historical land cover and land use changes within the whole Park, also in three geomorphological zones (dome shaped hills, esker kames, and sandurs) and in 26 landscape sub-localities.

For the analysis of land use changes between 1900 and 2010 land cover maps were examined from successive periods. The landscapes of the Park were shown to have become more closed, with fewer open spaces. Forest cover has increased continuously, mainly

on abandoned agricultural land. This process of reforestation began before the Second World War and accelerated during the Soviet Era. Forest cover thus increased from 54% to 72% by 2010. The greatest increases were on the dome shaped hills and to a lesser extent on the esker kames.

The total area of agricultural land decreased from 25% to 10% by the end of the Soviet Era, but has stabilized over the last 20 years at about 6% of the Park. The landscapes of the Park were therefore most open at the beginning of the Twentieth Century, when arable land and grasslands covered 37% of the region.

TAIMKATE JA CO₂-SÜSINIKU VOOD TAASTAIMESTUVATEL FREESTURBAVÄLJADEL

Anna-Helena Purre

Sissejuhatus

Eestis on ligi 10 000 ha mahajäetud freesturbavälju, lisaks kaevandatakse turvast veel umbes 20 000 hektaril (Ramst ja Orru 2009). Lisaks on kuivendatud peamiselt madal- ja siirdesoid nende kasutamiseks metsanduses ja põllumajanduses. Seeläbi on muudetud Eestis suurte alade süsinikubilanssi.

Looduslikus seisundis sood on süsiniku sidujad. Orgaanilise aine lagunemiseks ebasoodsate keskkonnatingimuste tõttu ladestub soodes taimedega seotud süsinik turbalasundis. Inimtegevusest mõjutatud (kuivendatud) turbaalad on aga olulised süsinikdioksiidi allikad. Kuivenduse tõttu hästi õhustatud turbapinnasest satub bakterite lagunemistegevuse tagajärjel atmosfääri suurel hulgal süsinikku – aastas ühelt hektarilt jääksoost keskmiselt 1863 kg CO₂-C (Salm 2012). Süsinikdioksiidi allikad on alad, kus ökosüsteemi hingamise ning orgaanilise aine lagunemise tagajärjel vabaneb atmosfääri rohkem süsinikdioksiidi, kui sel alal fotosünteesis seotakse. Seega ei suuda kompenseerida orgaanilise aine lagunemist ning autotroofset hingamist neil aladel olev vähene või sootuks puuduv taimestik. Nii on jääksood elektrijaamade järel heitekoguselt teine süsinikdioksiidi õhku paiskaja Eestis (Ilomets 2001). Lisaks on need alad kuival suvel äärmiselt tuleohtlikud.

Freesturbaväljade negatiivsete keskkonnamõjude leevendamiseks on tarvilik need alad pärast kasutusest väljalangemist korrastada, milleks on esitatud nõuded ka maapõueseaduses. Mahajäetud turbaväljade taastamine toetab Aichi bioloogilise mitmekesisuse eesmärkide¹ ja Pariisi kliimakokkuleppe (2016) täitmist, milledega on liitunud ka Eesti. Samuti on Eesti võtnud endale kohustuseks taastada 2020. aastaks 2000 hektarit mahajäetud freesvälju ning saanud selleks Euroopa Liidult toetust.

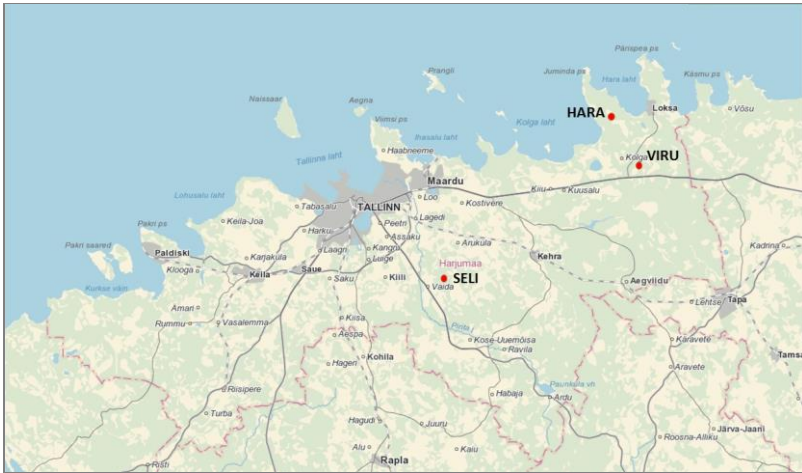
Üheks võimalikuks endiste turbakarjäärade korrastusviisiks on seal soo taastamine, kus veetaseme tõstmine aitab kaasa soodele iseloomulike taimede kasvukoha kujunemisele ning seeläbi ka süsiniku sidumisele neil aladel. Sobivate keskkonnaningimuste korral soovivad seda ka Karofeld jt (2016), eelistades taastamist teistele jääsoo kasutusviisidele (veekogu rajamine, metsastamine, energiakultuuride kasvatamine, marjakasvatus). Pfadenhauer ja Grootjans (1999) eristavad sellisel viisil jääsoo taastamisel kolme peamist eesmärki: 1) abiootiline – kasvuhoonegaaside emissiooni vähendamine, sh süsiniku sidumine ja veepuhvervusvõime suurendamine, 2) biotiline – liikide taasasustamine ning 3) maakasutus – turbaalade säästlik kasutamine.

Taastatud turbaalad võivad juba kümne aasta pärast olla efektiivsemad süsiniku sidujad kui looduslikus seisundis sood (Soini et al 2010). Sootaimestiku taastamisel on oluline, et lõikheinalistega koos kasvaks ka turbasamblaid, mis aitab saavutada kõrgemat süsiniku netosidumist (fotosünteesi ja hingamise vahe) taastataval alal (Kivimäki et al 2008). Käesoleva töö eesmärgiks on uurida, kas taastaimestuvate freesväljade ökosüsteem on CO₂-süsiniku netoallikas või -siduja ning kuidas mõjutab taimestik CO₂-süsinikubilanssi.

¹ Bioloogilise mitmekesisuse konventsiooni (The Convention on Biological Diversity) Bioloogilise mitmekesisuse strateegilise plaani raames on püstitatud 20 mõõdetavat eesmärki, mis on vaja saavutada 2020. aastaks (rohkem infot: <https://www.cbd.int/sp/targets/>).

Uurimisalad




Süsinikuvoo mõõtmised viidi läbi kolmel Harjumaal asuval taas-
taimestuval freesväljal (tabel 1). Viru ja Hara uurimisalad paiknevad
Lahemaa rahvuspargi idaosas, Seli uurimisala asub Rae val-
las Vaida lähedal (joonis 1). Viru ja Seli freesväljadel viis taasta-
mise läbi Tallinna Ülikooli ökoloogia keskuse soode tööriühm,



Joonis 1. Uurimisalade paiknemine.

Hara turbaalal korraldas taastamise Riigimetsa Majandamise Kes-
kus. Hara turbaala on jagatud kaheks osaks, põhjapoolsel väljakul
(Hara-1, n=4) on hästi arenenud samblakate, mis lõunapoolsel
alal (Hara-2, n=4) puudub.

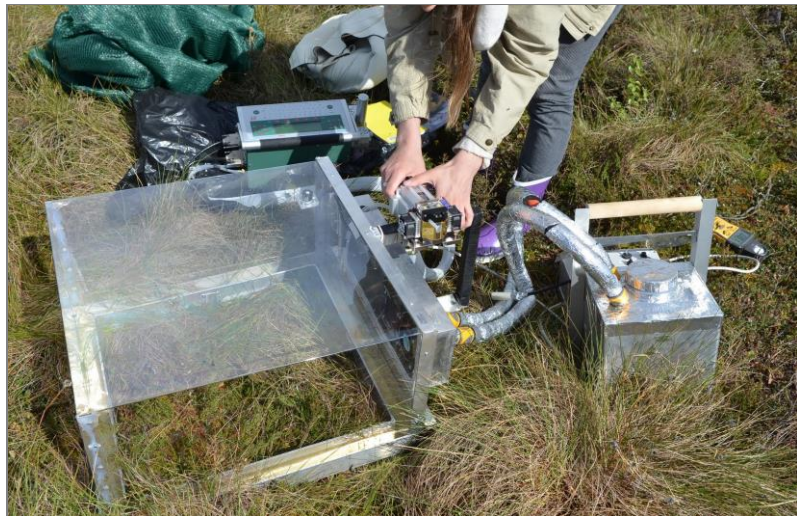
Tabel 1. Uurimisalade kirjeldused.

Andmed	Viru	Hara	Seli
Taastamise aasta	2008	2012	2005/2006
Taastamise meetodika	Põhja-Ameerika meetodika*	Veetaseme tõstmine	Põhja-Ameerika meetodika*
Koordinaadid	59°28' N, 25°39' E	59°33' N, 25°39' E	59°19' N, 25°0' E
Kõrgus üle merepinna (m)	27,5	53,5	39,5
Mõõtmis-punktide arv	6	8 (4+4)	6
Fotod			
Veetase (cm)	-40	-14 (Hara-1) -25 (Hara-2)	-47
Taimestik	Mosaiikne, turbasamblad on peamiselt lohkudes, kõrgemates kohtades kasvab rohkem puhmastaimi (peamiselt kanarbik) ja pärislehtsamblaid (domineerib raba-karusammal).	Mõlemal alal on hästi kujunenud rohhtaimestik, kus domineerivaks liigiks on tupp-villpea, kuid puit- ja puhmastaimed peaaegu puuduvad. Hara-1 alal on hästi arenenud samblakate (peamiselt turbasamblad), mis Hara-2 alal puuduvad.	Turbasamblad levinud peamiselt kraavides, kõrgemal domineerivad puhmas- (kanarbik) ja puittaimed (kased) ning raba-karusammal.

* Kasutatud on Rochefort ja teiste (2003) välja töötatud turbaalade taastamise meetodikat, mis lisaks veetaseme tõstmisele hõlmab ka turbasammalde külvi ning multšimist.

Metoodika

2015. aasta aprillis paigutati kõigile uurimisaladele mõõtmispunktidesse 60x60x30 cm suurused alumiiniumist süsinikumõõtmise „kraed“. Mõõtmised viidi läbi 2015. ja 2016. aasta kasvuperioodil (aprill–oktoober); mõõtmissagedus vähemalt kord kuus. Mõõtesüsteem koosnes infrapuna-gaasianalüsaatorist (Li-6400, Li-Cor, Lincoln, Nebraska, USA), ventilaatoriga varustatud 60x60x30 cm suurusest läbipaistvast pleksiklaasist kambrist ja jahutussüsteemist (joonis 2). Koosluse CO₂-süsinikubilansi valguskõvera süsinikuvahetuse arvutamiseks kasutati pimendusvõrku ning ökosüsteemi hingamise mõõtmiseks läbipaistmatut heledat riiet. Igas mõõtekohas tehti olenevalt valgustingimustest 2–4 mõõteseeria, mil kahe minuti jooksul registreeriti iga 15 sekundi järel CO₂ kontsentratsioon mõõtekambris ning fotosünteesiliselt aktiivse kiirguse hulk (FAK). Lisaks mõõdeti iga mõõteseeria ajal temperatuur kambri ja välisõhus, pinnase temperatuur 5 ja 15 cm sügavusel, kambri läheduses vee taseme sügavus rabapinnast ning mõõtekraes taimestiku katvus.



Joonis 2. Mõõtesüsteem: läbipaistev kamber, mõõteseade, jahutussüsteem, tagaplaanil infrapuna-gaasianalüsaator, varjutusvõrk ja läbipaistmatu riiet kambri katmiseks. Foto: Urmas Rannapalu.

CO₂-süsinikuvoo suurus määrati kambris oleva CO₂ kontsentratsiooni lineaarfunktsiooni muutusena. Ökosüsteemi hingamist väljendab pimemõõtmise tulemus (mõõtmine läbipaistmatu kattega kambris), kuna sel juhul süsiniku sidumist fotosünteesi puudumise tõttu ei toimu. Fotosünteesil seotava süsiniku hulk leiti arvutuslikult, milleks tavatingimustel mõõdetud CO₂-süsinikubilansist lahutati ökosüsteemi hingamisel eraldunud CO₂-süsiniku hulk.

Taimkate iseloomustamisel kasutati esmalt kummagi aasta juuli lõpus või augusti alguses määratud katvusnäitajat. Lisaks koguti 2016. aasta augusti alguses biomassi määramiseks soontaimede proovid (prooviala Ø =30 cm) ja sama aasta oktoobris igast mõõtepunktest kolm samblaproovi (Ø=5 cm) biomassi ja productsiooni määramiseks. Sammalde aastase produktsiooni mõõtmiseks kasutati looduslike markerite meetodit (Pouliot et al, 2010). Antud meetod võimaldab mõõta sammaltaimede viimase aasta produktsiooni ilma taimi eelnevalt häirimata. Sessoonsete keskkonningimuste muutuste tagajärjel tekivad suurematele samblaliikidele (sh turbasamblad ja raba-karusammal) looduslikud markerid (varrekõverused, värvi- ja leheasetuse muutused jne), mille kaugust võsu tipust mõõtes ja selle kasvu eraldades ning kaaludes on võimalik mõõta nii sammaltaimede aastast produktsiooni kui ka juurdekasvu.

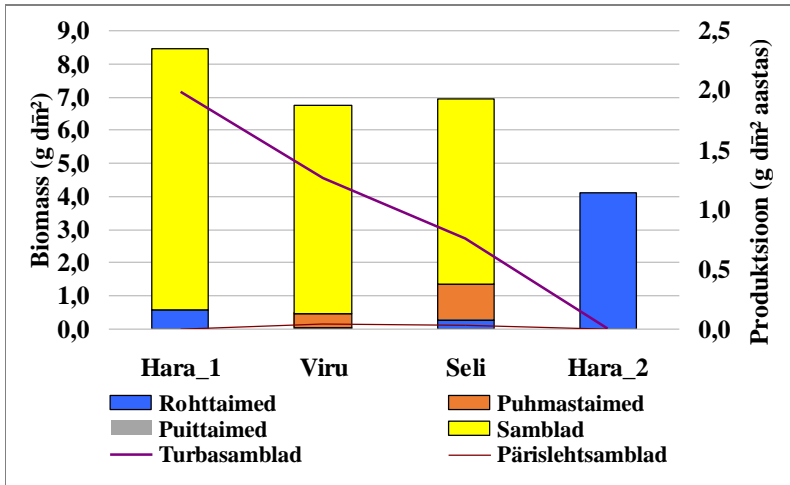
Tulemused ja arutelu

Taimestik

Puittaimede ja soontaimede kogukatvus ei erinenud oluliselt uurimisalade vahel. Hara-1 ja Hara-2 uurimisaladel oli statistiliselt oluliselt suurem rohttaimede katvus (Hara-1 32±25%; Hara-2 47±45%) kui Viru (7±7%) ja Seli (7±17%) katsealadel, kuid väiksem puhmas-
taimede katvus – Hara aladel 0–10%, teistel aladel keskmiselt 17–24%). Hara-1 ja Hara-2 erinevad üksteisest vaid sammalde, sh turbasammalde (*Sphagnum spp.*) katvuse poolest – Hara-2 mõõtealal samblarinne puudub, Hara-1 alal on sammalde katvus keskmiselt 90%. Sammalde puudumine eristab Hara-2 ala ka Viru ning Seli uurimisaladest, kus mõlemas on samblarinde katvus keskmiselt vastavalt 67% ja 50%. Seli ja Viru uurimisalad ei erinenud oluliselt

üksteisest ühegi taimerühma keskmise katvuse poolest. Aastate 2015 ja 2016 vahelised erinevused taimerühmade katvuses uurimisaladel ei olnud statistiliselt olulised.

Taimerühmade biomassi analüüsides selgus, et Viru ja Seli taime- rühmade biomassis ning samblaproduksioonis olulisi erinevusi Kruskal-Wallis testi põhjal ei olnud (joonis 3). Neist kahest katsealast erineb oluliselt aga Hara-2, kus on Mann-Whitney testi põhjal kõrgem rohttaimede (Viru: $Z=-3,0$, $p<0,01$; Seli $Z=-2,2$, $p<0,05$) ja sammalde (Viru: $Z=-2,3$, $p<0,01$; Seli $Z=-2,6$, $p<0,01$) biomass. Hara-1 alal on madalam puhmaste ($Z=-1,2$, $p<0,01$) ja puittaimede ($Z=-2,1$; $p<0,05$) biomass ning kõrgem turbasammalde ($Z=-3,0$, $p<0,01$) ja madalam pärislehtsammalde ($Z=2,8$, $p<0,01$) produktsioon kui Seli uurimisalal. See-eest võrreldes Hara-2, oli Hara-1 alal madalam rohttaimede ($Z=-2,8$, $p<0,01$) ja kõrgem sammaltaimede ($Z=2,3$, $p<0,01$) biomass, samuti kõrgem turbasammalde ja pärislehtsammalde produktsioon ($Z=2,8$, $p<0,01$).

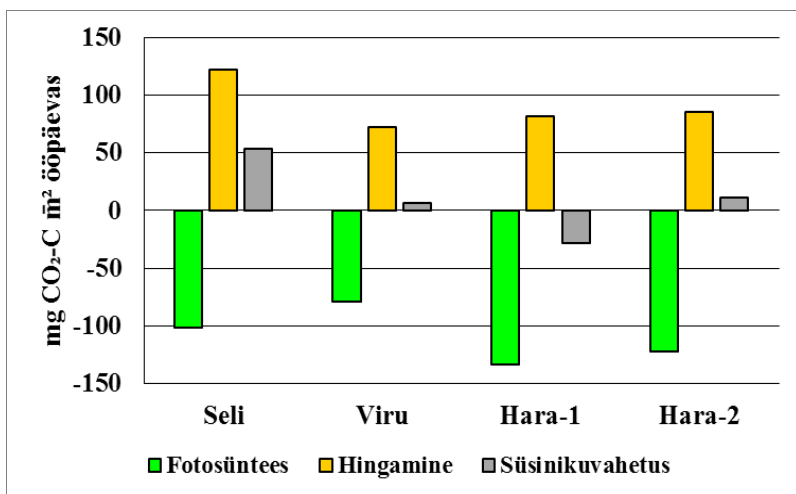


Joonis 3. Taimerühmade biomass ning sammaltaimede produktsioon uurimusaladel.

Hara uurimisalade madalamat puhmas- ja puittaimede katvust ning biomassi võib seletada peamiselt rabavee kõrgema tasemega. Mitmed puhma- ja puittaimeliigid vajavad kasvuks õhustatud mulda, mis loob sobivad tingimused mükoriisa arenguks. Samuti võimaldab nende juuresüsteem vett taimesse transportida ka sügavama veetaseme korral. Turbasammalde kasvu soodustab aga pinnalähedane veetase (nt Hara-1 alal). Uurimisaladel pärislehtsammaldest levinuima – raba-karusambla (*Polytrichum strictum*) – produktsioon on seevastu suurem sügavama veetaseme korral (Weltzin et al, 2001).

Süsinikuvood

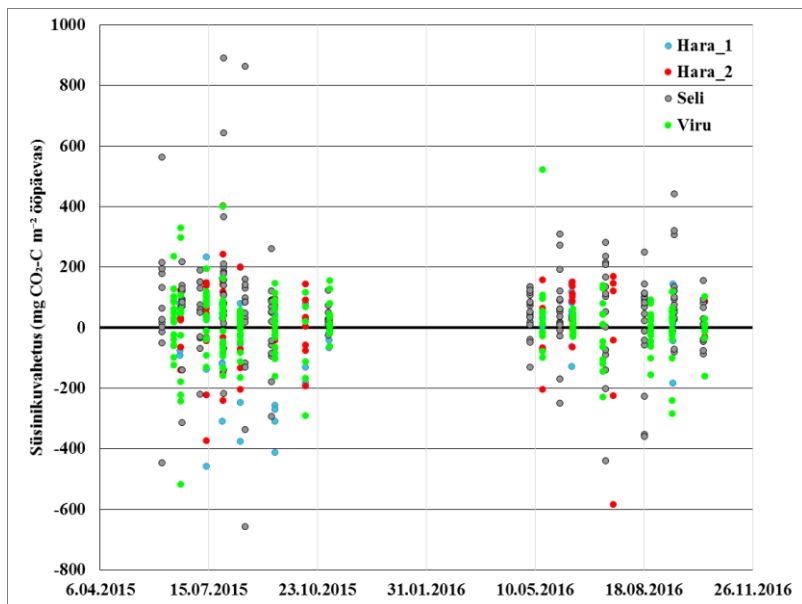
Enamik uurimisalasid olid mõõtmistel süsinikdioksiidi allikad (va Hara-1) (joonis 4). Fotosüntees uurimisalade viisi ei erinenud statistiliselt oluliselt ($\chi^2=4,5$; $p>0,05$). Seli uurimisala CO_2 -süsinikubilanss erines statistiliselt oluliselt kõigist teistest uurimisaladest: Viru ($Z=-4,9$; $p<0,01$), Hara-1 ($Z=-3,6$; $p<0,01$) ja Hara-2 ($Z=-2,1$; $p<0,05$). Samuti erines ökosüsteemi hingamine Seli ja Viru uurimisaladel ($Z=-4,1$; $p<0,01$).



Joonis 4. Mõõdetud süsinikubilanss, fotosüntees ja ökosüsteemi hingamine.

Mõõtmistulemused on kokkuvõtvalt toodud joonisel 5. Aastatevahelised statistiliselt olulised erinevused süsinikubilansis esinesid vaid Viru uurimisalal ökosüsteemi hingamises, mis oli oluliselt kõrgem 2015. aastal ($80,7 \pm 75,6$ mg CO₂-C m⁻² kohta ööpäevas) kui 2016. aastal ($59,9 \pm 90,8$ mg CO₂-C m⁻² d⁻¹) ($Z=-2,1$; $p<0,05$). Selle põhjuseks võis olla 2015. aasta sügavam veetase Viru rabas. Soo taastamisega seotud veetaseme tõstmine toimus 2016.a kevadel. Kui 2015.a veetase oli keskmiselt -50 ± 8 cm, siis 2016. aastal oli see -30 ± 19 cm. Taimede hingamisel suuremat vabanenud CO₂ hulka, mis on põhjustatud sügavamast veetasemest, on täheldanud ka Tenhunen jt (1995). Veelgi olulisemaks mõjuteguriks võib pidada aga kõrgemat turba pinnakihi temperatuuri. Kui 2015. aasta vaatlusperioodil oli 10 cm sügavusel temperatuur keskmiselt 16°C, siis 2016. aastal oli see vaid 9°C. Turba pinnakihi temperatuuri on peamiseks ökosüsteemi hingamist mõjutavaks teguriks pidanud nii Updegraff jt (2001) kui ka Lafleur jt (2005).

Samuti erinesid Hara-1s aastate viisi nii fotosünteesi (2015: -1715 ± 282 mg CO₂-C m⁻² kohta ööpäevas; 2016: $-68,4 \pm 99,6$ mg CO₂-C m⁻² d⁻¹, $Z=-2,4$; $p<0,05$) kui ka süsinikuvahetuse näitajad (2015: $-57,6 \pm 166,2$ mg CO₂-C m⁻²d⁻¹, 2016: $28,4 \pm 84,2$ mg CO₂-C m⁻²d⁻¹, $Z=-2,0$; $p<0,05$). Nii oli Hara-1 ala 2015. aastal CO₂ - süsiniku siduja, kuid 2016. aastal selle allikas. Veetase oli Hara-1 katsealal 2016. aastal ka kõrgemal (-10 cm raba pinnast) kui 2015. aastal (-17 cm), kusjuures alates 2016.a juulist oli Hara-1 katsealal veetase maapinnast 10–20 cm kõrgemal (ala oli veega kaetud), mis ei lubanud viia läbi mõõtmisi kõigis mõõtmispunktides ja veeolude järsk muutus võis põhjustada taimedele stressi. Samuti oli Hara-1s 2016.a mõõtmiste ajal kõrgem õhutemperatuur ($23 \pm 2^\circ\text{C}$) kui 2015. aastal ($20 \pm 5^\circ\text{C}$) ($Z=-2,7$; $p<0,01$), mis võis mõjutada ökosüsteemi süsinikubilanssi.



Joonis 5. Süsinikubilansi varieerumine 2015. ja 2016. aasta mõõtmis-perioodil.

Süsinikuhood ning taimkate on omavahel seotud. Oluline on just sammalde, eriti turbasammalde produktsioon, mis korreleerub hästi süsinikubilansiga. Selgelt joonistub välja, et alad, kus on kõrgem turbasammalde produktsioon, on kas CO₂-süsiniku sidujad (Hara-2) või väikesed CO₂-süsiniku allikad (Viru), samas kui alad, kus turbasammalde produktsioon on madal või kus turbasamblad puuduvad, on suured CO₂-süsiniku allikad (Seli, Hara-2). Saadud tulemused on kooskõlas teiste sarnaste uuringutega. Järveoja jt (2016) täheldasid Tartumaal taastatud freesväljal läbi viidud mõõtmistega, et *Sphagnum spp.* >50% katvusega taastatud freesturbaväljad olid vegetatsiooniperioodil (v.a. kuivad suvekuud juuli-august) CO₂-süsiniku sidujad. Samas taimestumata turbaala oli läbi aasta oluline CO₂-süsiniku allikas. Samuti jõudsid nad oma töös järeldusele, et CO₂-süsiniku sidumise võime on positiivselt seotud just sammaltaimedega, aga mitte soontaimede katvusega.

Kokkuvõte

Turvas on Eestis oluline maavara, mille kaevandamisel tekivad kui-vendatud ja taimestikuta freesväljad, kust paiskub atmosfääri suurel hulgal süsinikku. Selle vähendamiseks on oluline need alad taastada. Üheks Eestis sobivaks korrastamisviisiks on freesväljadel looduslikele soodele iseloomuliku taimkatte taastamine ja sellele kaasaaitamine veetaseme tõstmisega. Seeläbi on võimalik taastada süsiniku sidumine.

Uurimistöö käigus mõõdeti 2015. ja 2016. aasta vegetatsiooni-perioodil taastaimestatud freesväljadel CO₂-süsiniku voogusid. Lisaks mõõdeti 2016. aastal erinevate taimede funktsionaalsete rühmade biomass ja sammaltaimede produktsioon. Mõõtmised viidi läbi neljal alal Põhja-Eestis, kus jääksoode taastamine oli läbi viidud vahemikus 2005–2012.

Mõõtmiste ajal olid enamik uurimisaladest CO₂-süsiniku allikad; vaid Hara-1 katseala, kus turbasammalde katvus oli peaaegu 100% ning seetõttu oli see ökosüsteem turbasammalde produktsiooni tagajärjel CO₂-süsiniku sidujaks. Samas soontaimede kogu biomass ja erinevate funktsionaalsete rühmade biomass ning katvus ja pärislehtsammalde kõrgem primaarproduktsioon ei olnud ökosüsteemi CO₂-süsiniku bilansiga otseselt seotud.

Tänu sõnad

Täna oma juhendajat Mati Ilometsa asjalike nõuannete ja abi eest oma õpingute vältel. Samuti tänan Aleksandra Krijerit sammalde biomass ja produktsiooni mõõtmise eest Hara ja Viru uurimusaladel. Uurimistööd aitas läbi viia Eesti Geograafia Seltsi poolt välja antud Jaan-Mati Punningu stipendium. Täna ka kõiki, kes on panustanud uurimisalade taastamisesse, milleta käesolevat tööd ei oleks olnud võimalik teha.

Kirjandus

Ilomets, M. 2001. Mis saab jääksoodest? – Eesti Loodus, 6, 218–221.

Järveoja, J., M. Peichl, M. Maddison, K. Soosaar, K. Vellak, E. Karofeld, A. Teemusk, Ü. Mander. 2016. Impact of water table level on annual carbon and greenhouse gas balances of a restored peat extraction area. – Biogeosciences, 13 (9), 2637–2651.

Karofeld, E., L. Jarašius, A. Priede, J. Sendžikaitė. 2016. On the after use and restoration of abandoned extracted peatlands in the Baltic countries. – Restoration Ecology. doi:10.1111/rec.12436.

Kivimäki, S. K., M. Yli-petäys, E.-S. Tuittila. 2008. Carbon sink function of sedge and Sphagnum patches in a restored cut-away peatland: increased functional diversity leads to higher production. – Journal of Applied Ecology, 45, 921–929.

Lafleur, P. M., T. R. Moore, N. T. Roulet, S. Frolking. 2005. Ecosystem respiration in a cool temperate bog depends on peat temperature but not water table. – Ecosystems, 8 (6), 619–629.

Pfadenhauer, J., A. Grootjans. 1999. Wetland restoration in Central Europe: aims and methods. – Applied Vegetation Science, 2 (1), 95–106.

Pouliot, R., M. Marchand-Roy, L. Rochefort, G. Gauthier. 2010. Estimating moss growth in arctic conditions: a comparison of three methods. – The Bryologist, 113 (2), 322–332.

Ramst, R., M. Orru. 2009. Eesti mahajäetud turbatootmisalade taastaimestumine. – Eesti Põlevloodusvarad ja -jäätmed, 1, 6–7.

Rochefort, L., F. Quinty, S. Campeau, K. Johnson, T. Malterer. 2003. North American approach to the restoration of Sphagnum dominated peatlands. – Wetlands Ecology and Management, 11 (1-2), 3–20.

Salm, J.-O. 2012. Emission of greenhouse gases CO₂, CH₄, and N₂O from Estonian transitional fens and ombrotrophic bogs: the impact of different land-use practices. Tartu University Press.

Soini, P., T. Riutta, M. Yli-Petäys, H. Vasander. 2010. Comparison of vegetation and CO₂ dynamics between a restored cut-away peatland and a pristine fen: evaluation of the restoration success. – Restoration Ecology, 18 (6), 894–903.

Tenhunen, J. D., C. T. Gillespie, S. F. Oberbauer, A. Sala, S. C. Whalen. 1995. Climate effects on the carbon balance of tussock tundra in the Philip Smith Mountains, Alaska. – Flora, 190 (3), 273–283.

Updegraff, K., S. D. Bridgham, J. Pastor, P. Weishampel, C. Harth. 2001. Response of CO₂ and CH₄ emissions from peatlands to warming and water table manipulations. – *Ecological Applications*, 11 (2), 311–326.

Weltzin, J. F., C. Harth, S. D. Bridgham, J. Pastor, M. Vonderharr. 2001. Production and microtopography of bog bryophytes: response to warming and water-table manipulations. – *Oecologia*, 128, 557–565.

Vegetation and carbon fluxes on revegetating milled peatlands

Anna-Helena Purre

Summary

Pristine mires are an important carbon sink where peat is formed due to incomplete decomposition of dead plant matter. Peat is an important land resource. After peat mining vast drained areas are left bare from where large quantities of carbon is emitted to the atmosphere. Thus it is important to recultivate these sites. One possibility for that is to recreate conditions to restore the vegetation and functions similar to pristine bogs in that area. Carbon sequestration ability is recreated through raising the water table and creating a suitable environment for vegetation development. The main aim of this study is to analyse if revegetated milled peatlands are CO₂-carbon sinks or sources and how the vegetation impacts CO₂-carbon exchange.

During the vegetation periods of 2015 and 2016 CO₂-carbon fluxes and plant cover was assessed in revegetated milled peatlands. In 2016, biomass of plant functional types and bryophyte production was also measured. The measurements were carried out at four sites in northern Estonia during restoration by the mire research group of the Institute of Ecology in Tallinn University or by the State Forest Management Centre between 2005 and 2012.

Most of the sites were net CO₂-carbon sources (in average 6-54 mg CO₂-C m⁻² d⁻¹), Only the Hara-2 site was a net CO₂-carbon sink (average net ecosystem exchange -28 mg CO₂-C m⁻² d⁻¹). In that area *Sphagnum spp.* cover was nearly 100% and the *Sphagnum spp.* production was the highest. CO₂-carbon sequestration was positively connected with *Sphagnum spp.* production. Vascular plant biomass and brown moss production on the other hand was not correlated with CO₂-carbon exchange.

MAAPINNA VERTIKAALLIIKUMISE MÄÄRAMISEST EESTIS

Tarmo Kall ja Tõnis Oja

Sissejuhatus

Geograafidele on teada-tuntud fakt, et viimase jääaja maksimumil, ca 22 000 aastat tagasi, kattis Eestimaad ligikaudu kilomeetri paksune jääkilp (Steffen ja Wu, 2011). Jää taandumisel algas litosfääri ja vahevöö kihtide vastumõju jäämasside koormusele, mis põhjustab maakoore vertikaalset ja horisontaalset (ligikaudu 1/3 vertikaalsest) liikumist ka tänapäeval. Vahetult peale jääkilpide sulamist oli maapinna tõus tänu maakoore elastsele tagasiliikumisele palju kiirem kui tänapäeval, mil me näeme peamiselt Maa vahevöö materjali aeglast, plastset tagasiliikumist, et taastada pinna esialgset kuju. Et vahevöö reageerib jääkilbi koormusele viskoosse „vedelikuna“ ($\eta \approx 10^{21} \text{ Pa s}$) on materjali voolamine vahevöös ja seega maakoore tõus praegusel ajal küllalt aeglane (Eestis ligikaudu -1 kuni +3 mm/a kagust loodesse). Maakoore püüet taastada jääajaeelne tasakaaluolukord tuntakse laiemalt GIA ehk glatsioisostaatilise tasakaalustumise protsessina (inglise k *glacial isostatic adjustment*). Näiteks peaks maakoore Botnia lahe põhjaosas isostaatilis tasakaaluasendi saavutamiseks tõusma erinevatel hinnangutel veel kuni 130–140 m (Steffen ja Wu 2011).

Maakoore tõusu suurus sõltub sellest, mille suhtes seda määrata. Maakoore tõusu võib määrata peamiselt kolmel viisil (Ekman ja Mäkinen, 1996):

- a) keskmise merepinna suhtes, seda nimetatakse näivaks maakoore tõusuks ja tähistatakse \dot{H}_a ;
- b) raskusjõuvälja ekvipotentsiaalpinna (geoidi) suhtes, so nivelleeritud maapinna tõus, \dot{H} . Selle saamiseks tuleb näivale maakoore tõusule liita merepinna eustaatiline tõus \dot{H}_e , mille hinnangud kõiguvad sõltuvalt perioodist ja muudest teguritest. Põhja-maades arvestatakse kokkuleppeliselt selle kiiruseks ~ 1.3 mm/a ja seda perioodi 1892–1991 kohta (Vestøl 2006). $\dot{H} = \dot{H}_a + \dot{H}_e$;
- c) Maa massikeskme suhtes (globaalses geodeetilises referentsraamistikus) ehk absoluutne maatõus, \dot{h} . Selle saamiseks tuleb maakoore tõusule geoidi suhtes liita geoidi pinna muutus \dot{N} , mis on maakoore tõusu maksimumi alal umbes 6% näivast maakoore tõusust. Geoidi muutus ongi tingitud eelpool nimetatud vahevõo materjali aeglasest tagasivoolust esialgsesse tasakaaluasendisse. $\dot{h} = \dot{H}_a + \dot{H}_e + \dot{N}$.

Käesolevas artiklis käsitletakse erinevatel aegadel ja meetoditel saadud Eesti maapinna vertikaalliikumiste väärtusi ning nende erinevusi. Samuti antakse ülevaade uusimate nivelleerimis-, mere-taseme- ja GNSS¹-mõõtmisandmete põhjal määratud maapinna vertikaalliikumistest Eestis.

Eesti kõrgusvõrk ja kõrgtäpsed nivelleerimised

Nivelleerimine on lihtne ja täpne kõrguskasvu (kõrguste erinevuse) mõõtmise meetod, mida kasutatakse kõrguste määramiseks ning samuti vertikaalliikumiste uurimiseks. Laiemas mastaabis vertikaalliikumiste uurimiseks kasutatakse üldjuhul riiklike nivelleerimisvõrkude (kõrgusvõrkude) kordusmõõtmiste andmeid. Riiklikud kõrgusvõrgud on nivelleerimistrasside süsteemid, mis $\sim 1...2$ km järel on tähistatud looduses geodeetiliste punktidega (kõrgusvõrgus

¹ GNSS – Global Satellite Navigation System. Ülemaailmne satelliitide abil asukoha määramise süsteem, sisaldab satelliitide süsteeme GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU.

nimetatakse neid reeperiteks). Samadel reeperitel tehtud kordusmõõtmiste andmeid saabki kasutada reeperi vertikaalliikumise kiiruse arvutamiseks.

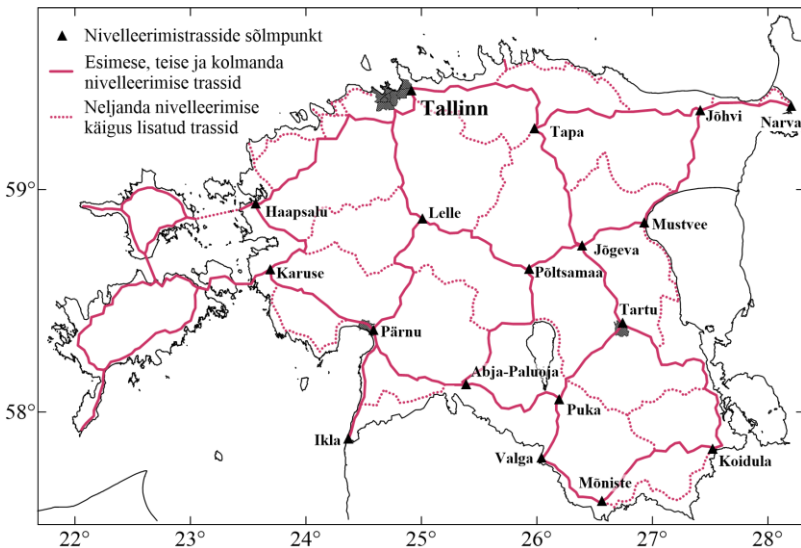
Eesti riikliku kõrgusvõrgu kõrgtäpsetest nivelleerimistest on põhjaliku ülevaate avaldanud Ants Torim. Tema sulest on viimase ~25 aasta jooksul Eesti Geodeetide Ühingu ajakirjas „Geodeet“ ilmunud rida artikleid, kus on kirjeldatud Eesti ajaloolisi nivelleerimisi, maapinna vertikaalliikumiste uurimisi ja antud ülevaated aastail 2001–2015 toimunud kõrgusvõrgu rekonstrueerimistöödest. Tahtmata siin tema poolt kirja pandut korrata, on selles artiklis piirdutud vaid lühikese ülevaatega.

Alus üleriigilisele kõrgtäpsele nivelleerimisvõrgule (joonis 1) pandi perioodil 1933–1943. Siis tehti Põllutöoministeeriumi katastri osakonna ettevõtmisel rajatud üleriigilise kõrgusvõrgu esimene kõrgtäpne nivelleerimine (Torim 1993). Saaremaal toimus kõrgtäpsete nivelleerimiste asemel täpne nivelleerimine. Hiiumaale tollal võrk veel ei ulatunud. Mõõtmiste keskmine täpsus nivelleerimispolügoonide sulgemisvigade põhjal oli $\pm 0,46$ mm/ $\sqrt{\text{km}}$ (koos Saaremaa polügooniga $\pm 1,39$ mm/ $\sqrt{\text{km}}$) (Kall 2016).

Rajatud kõrgusvõrgu teine nivelleerimine (kordusnivelleerimine), valdavalt mööda varem rajatud nivelleerimistrasse ja reepereid, toimus 1948–1969. aastal (Torim 2009). Nivelleerimistööde täpsus polügoonide sulgemisvigade põhjal oli teisel nivelleerimisel keskmiselt $\pm 0,42$ mm/ $\sqrt{\text{km}}$ (Kall 2016). Kordusnivelleerimisi alustas 1950. alguses TA Füüsika ja Astronoomia Instituudi (hiljem Astroja Atmosfäärifüüsika Instituut) geodeesia töörühm, mille juhataja ja ühtlasi maapinna vertikaalliikumiste uuringutele alusepanija oli G. Želnin (1910–1985). Samast töögrupist jätkasid hiljem maapinna vertikaalliikumiste uurimisega Eestis veel L. Vallner (1931–2013), A. Tamm (1943–2014) ja A. Torim.

Kolmas Eesti kõrgusvõrgu täppisnivelleerimine toimus perioodil 1970–1996 (Torim 2009). Peamiselt tegi mõõtmisi taas TA geodeesia töögrupp. Mõõtmiste täpsus polügoonide sulgemisvigade põhjal oli kolmandal nivelleerimisel $\pm 1,58$ mm/ $\sqrt{\text{km}}$ (Kall 2016). Veel korraldas suures ulatuses nivelleerimisi aastail 1981–1983 NSVL geodeesia ja kartograafia peavalitsus kokku ~900 km pikkuses.

Kõrgusvõrgu neljas kõrgtäpne nivelleerimine toimus 2001–2015. Tööde tegijaks oli Maa-ameti korraldatud riigihangete võitja AS Planserik. Varasemast ajast pärit mõõtetrassidel hävinud reeperid (~48%) asendati uutega ja võrgule lisati uusi trasse, et muuta polügoonide suurust väiksemaks ja ühtlasemaks (joonis 1). Nivelleerimise meetodika osas toimus ka muudatus: kasutati digitaalnivelliiri ja koodlatte, samuti lühemaid viseerimiskiire pikkusi (Torim ja Jürma 2011). Uus meetodika kajastub ka nivelleerimispolügoonide sulgemisvigade järgi arvatud märgatavalt väiksemas standardveas võrreldes varasemate nivelleerimistega: $\pm 0,19 \text{ mm}/\sqrt{\text{km}}$ (Kall 2016).



Joonis 1. Eesti kõrgtäpse nivelleerimise võrk 2012. aastal. Esimese (1933–1943), teise (1948–1969), kolmanda (1970–1996) ja neljanda (2011–2015) nivelleerimise ühised trassid on pideva joonega. Neljanda nivelleerimise (2001–2015) käigus lisatud trassid on punktiirjoonega.

Maapinna vertikaalliikumised Eestis

Enne kordusnivelleerimisi tehtud uuringud

Üksikasjalikuma ülevaate Eestis tehtud maapinna vertikaalliikumise uuringutest võib huviline leida ajakirja „Geodeet“ numbrist 36 (Kall 2008). Käesolevas artiklis on antud ülevaade peamiselt pärast 2008.a toimunud uuringutest.

Enne kordusnivelleerimisi teati maapinna vertikaalliikumistest Eesti alal mereveetaseme andmete põhjal. Esimene maapinna vertikaalliikumiste kaart Fennoskandia kohta, võttes aluseks Soome ja Rootsi rannikujaamade andmed, koostati 1914. aastal soomlastest geodeedi ja hüdroloogi E. Blomqvisti ning okeanograafi ja seismolooggi H. Renqvisti poolt. Hiljem on veetaseme vaatlustel põhinevaid kaarte koostanud ka veel näiteks Soome okeanograaf ja poliitik R. Witting (1922), J. Bikis (1940), Vermeer jt. (1988). Autorite arvamus maapinna kerkimisest Eesti loodeosas erines suuresti, olles erinevatel kaartidel vahemikus 0,5...3,7 mm/a.

I ja II ning I ja III nivelleerimise põhjal koostatud kaardid

Maapinna vertikaalliikumiste uuringud nivelleerimisandmete põhjal algasid Eestis G. Želnini eestvedamisel 1950. aastate lõpus, peale esimesi kordusmõõtmisi. G. Želninilt ilmusid järk-järgult peale täiendavate nivelleerimisandmete saamist täpsustatud maapinna vertikaalliikumiste kaardid (1958, 1966). Želnini koostatud kaardid ei erinenud üksteisest väga palju. Peamine isobaaside kulgemise suund ja väärtused jäävad hinnangulise määramisvea $\pm 0,5$ mm/a piiridesse. I ja II nivelleerimise andmestikul põhinevad maapinna vertikaalliikumisi visualiseerisid veel J. Randjärve kandidaadidissertatsioonis esitatud Baltikumi maakoore vertikaalliikumiste kaart 1968. aastast (täpsustatud 1976.a) ja L. Vallneri kandidaadidissertatsioonis esitatud kaart 1978. aastast.

Reeperite vertikaalliikumise kiiruse määramiseks kasutati tollal suhteliselt lihtsat meetodit, kus kordusnivelleerimise kõrguskasvust Δh_2 lahutati lähtenivelleerimise kõrguskasv Δh_1 ja jagati see ni-

velleerimiste ajavahega Δt . Nii saadi ühe reeperi suhteline vertikaalliikumise kiirus Δv teise reeperi suhtes:

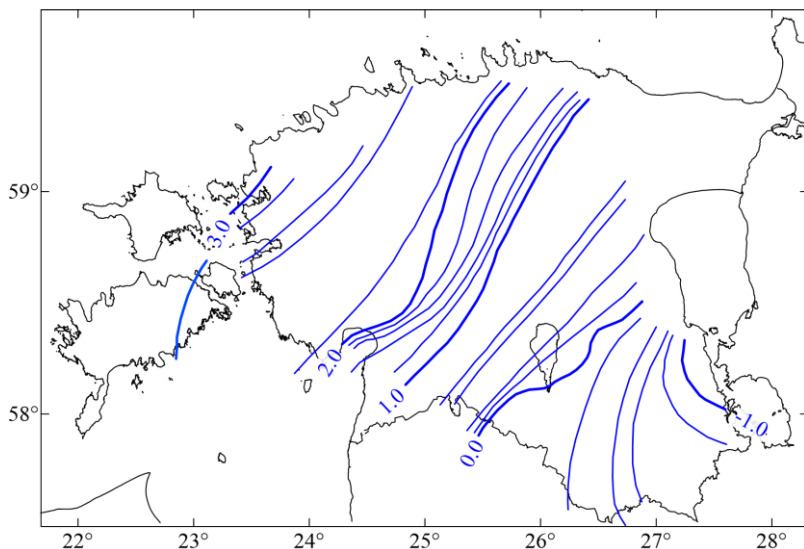
$$\Delta v = \frac{\Delta h_2 - \Delta h_1}{\Delta t} . \quad 1$$

Eeldades, et lähtenivelleerimine ja kordusnivelleerimine on tehtud täpselt mööda sama nivelleerimistrassi ja kasutatud samu reepereid, on võimalik järjestikku paiknevate reeperite vahel moodustada suhtelise vertikaalliikumise kiiruste võrk ning see tasandada² lähtereeperi näiva kiiruse suhtes. Tänu sellise meetodika kasutamisele, olid arvatud kiirused väga tundlikud lähteandmete valiku suhtes (võrreldav regressioonsirge tõmbamisega läbi kahe punkti). Näiteks on hiljem kolmanda nivelleerimise lisandumisel selgunud, et ühe süstemaatilisi vigu sisaldava nivelleerimise kasutamine valemis (1) annab hoopis vastupidised kiirused, kui süstemaatiliste vigadeta nivelleerimise kombinatsioon.

Kuna nivelleerimine on relatiivne meetod (määratakse kõrguskasv reeperite vahel), on ka arvatud vertikaalliikumise kiirused relatiivsed. Selleks, et saada kiirusi merepinna või Maa massikeskme suhtes, tuleb nivelleerimistel põhinevad suhtelised kiirused siduda vähemalt ühe geodeetilise punktiga, millel vastav kiirus on olemas (määratud näiteks veemõõtejaamade või GNSS-püsijaamade põhjal). Sel ajal koostatud kaartidel kasutati lähtepunktina Lasnamäe fundamentaalreeperit FR241, näiva tõusukiirusega kas 1,7 mm/a või 2,5 mm/a. Väärtust 1,7 mm/a kasutati näiteks Vallneri (1978) ja Randjärve (1993) kaartide koostamisel. See näiv kiirus põhines O. Jakobovski arvatud Vormsi ja Kunda veemõõtejaamade tõusukiiruse (Jakobovski 1973) kombineerimisel Tallinna 1948–1973.a kordusnivelleerimise tulemustega. Näivat kiirust 2,5 mm/a FR241 jaoks kasutas oma kaartide koostamiseks Želnin (1966; joonis 2) ja Vallner kaas-

² Tasandamine on lihtsustatult öeldes mõõtmisvigade jaotamine geodeetilises võrgus nii, et mõõtmistulemused rahuldaksid võrgu geomeetrilisi tingimusi. Näiteks peab suhteliste vertikaalliikumise kiiruste summa polügoonis olema null. Seda tehakse tavaliselt vähimruutude meetodil.

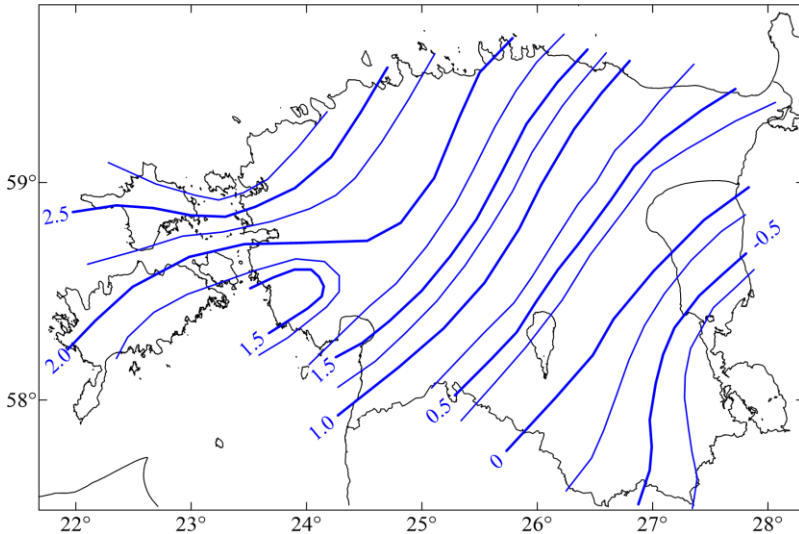
töötajatega (1988). Selle saamiseks kasutas Želnin Tallinna veemõõteposti näivat kiirust 1,9 mm/a (Bikis 1940), mida ta korrigeeris Tallinna kordusnivelleerimiste põhjal tuvastatud lokaalset vajumist arvestades.



Joonis 2. Esimese ja teise nivelleerimise põhjal arvutatud maapinna näiva vertikaallikumise isobaasid (mm/a) Želnini (1966) põhjal. Näivad kiirused on leitud Tallinna FR241 kiiruse 2,5 mm/a suhtes.

Kolmanda perioodi nivelleerimisandmeid on maapinna vertikaallikumiste uurimisel kasutatud üldiselt vähe. Üksikute mõõte-trasside andmeid sellest perioodist on kasutanud J. Randjärv (1993) ja Vallner (Vallner et al 1988). Lõuna-Eesti polügoonide andmeid sellest perioodist on oma magistritöö koostamiseks kasutanud T. Kall (1997). Uusimaid selle perioodi nivelleerimisandmeid Lõuna-Eestist kasutas Vallneri jt (1988) tõusuliikumiste kaardi täpsustamisel A. Torim (kaart koostatud 1990, avaldatud 2004) (Torim 2004; joonis 3). Kõikides nendes uuringutes on reeperite tõusukiirus leitud eelpool kirjeldatud meetodikaga (valem 1), kus osa teise nivelleerimisperioodi kõrguskasvudest on asendatud kolmanda

nivelleerimise andmetega. Erinevate nivelleerimisandmete kasutamisega Lõuna-Eestis on seletatav ka isobaaside suuna ja kuju erinevus joonistel 2 ja 3 Kagu-Eestis.



Joonis 3. Esimese ja kolmanda nivelleerimise põhjal arvutatud maapinna näiva vertikaalliikumise isobaasid (mm/a) Torimi 1990.a skeemi (Torim 2004) põhjal. Näivad kiirused on leitud Tallinna FR241 kiiruse 2,5 mm/a suhtes.

Erinevate autorite koostatud maapinna vertikaalliikumise kaartide keskmised erinevused on toodud tabelis 1. Lisaks on selles tabelis toodud ka Eesti autorite kaartide võrdlus Põhjamaade maatõusu mudeliga NKG2005LU (Ågren ja Svensson 2007), mis Eesti aladel on põhimõtteliselt kokkulangev Lambecki jt (1998) geofüüsikalise GIA mudeliga. Võib öelda, et varasemad Eesti maapinna vertikaalliikumise kaardid sobituvad omavahel ja ka NKG2005LU mudeliga üsna hästi, arvestades kiiruse enda määramisveaga (keskmiselt $\pm 0,5$ mm/a). Keskmiselt jäävadki erinevused $\pm 0,5$ mm/a piiridesse.

Tabel 1. Maapinna vertikaallikumise kaartidel esitatud näiva kiiruse keskmine erinevus \pm ruutkeskmine erinevus (mm/a) (Kall et al. 2014).

	Želnin (1966)	Vallner jt. (1988)	Torim 1990 (2004)	Randjärv (1993)	NKG2005LU
Želnin (1966)	0	0,16 \pm 0,34	0,15 \pm 0,33	0,65 \pm 0,70	-0,67 \pm 0,94
Vallner jt. (1988)	–	0	-0,03 \pm 0,17	0,47 \pm 0,51	-0,57 \pm 0,77
Torim 1990 (2004)	–	–	0	0,48 \pm 0,52	-0,50 \pm 0,69
Randjärv (1993)	–	–	–	0	0,19 \pm 0,53
NKG2005LU	–	–	–	–	0

Meretaseme vaatluste põhjal koostatud kaardid

Eesti rannikul tehtud meretaseme vaatluste põhjal on veemõõtepostide näivat vertikaallikumise kiirust arvutanud O. Jakobovski (1973), S. Pobedonostsev (1975), A. Tamm (Vallner et al. 1988), Jevrejeva jt. (2002), Jaagus ja Suursaar (2013) ning viimati T. Oja (2016). Tabelis 2 on toodud võrdlus erinevate autorite poolt samade veemõõtepostide arvutatud kiirusega ja mudeli NKG2005LU abil saadud tulemustega.

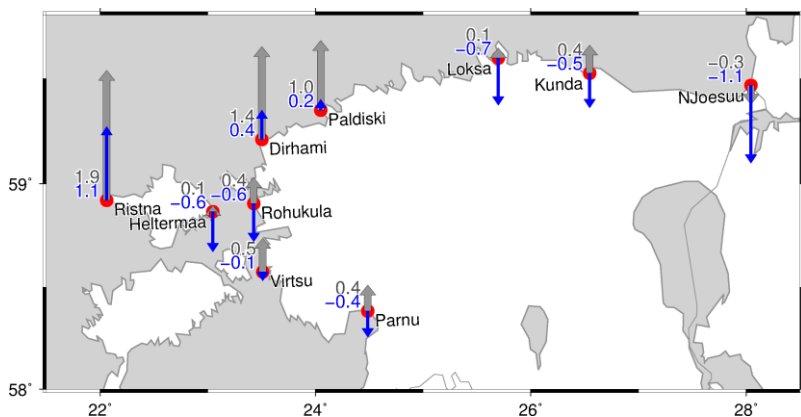
Näeme, et tabelis 1 toodud tulemustega võrreldes erinevad tabelis 2 esitatud kiirused \sim 2 korda enam. Samuti on erinevused suured võrreldes mudeliga NKG2005LU saadud tulemustega. Erinevused on suuremad, kui võiks eeldada veetaseme andmetest arvutatud kiiruse formaalsete täpsushinnangute (\pm 0,2...0,3 mm/a) ja NKG2005LU mudeli täpsushinnangu (\pm 0,5 mm/a) põhjal. Põhjusi selleks võib olla mitu: 1) erinevad autorid on kasutanud kiiruse arvutamiseks erinevat meetodikat, 2) arvutamise aluseks olnud meretaseme vaatlusperiood on erinev, 3) erinevalt on arvutustes käsitletud

andmestiku korrigeerimise probleeme (nt lattide vahetus, kõrgussüsteemiga sidumine, kõrgussüsteemi muutumine, õhurõhu ja tuule mõju parandid jms).

Tabel 2. Eesti ranniku veemõõtepostide näiva tõusukiiruse ruutkeskmise erinevus (mm/a) (Kall et al. 2014).

	Jakubovski, 1973 (1889– 1970)	Tamm, (Vallner et al. 1988) (1968– 1983)	Pobedo- nostsev, 1975 (1930–1972)	Jevrejeva et al. 2002 (1892– 1991)	NKG2005LU (1892–1991)
Jakubovski, 1973	0	±1,06	±1,12	±1,19	±0,83
Tamm, (Vallner et al. 1988)	–	0	±1,87	±1,66	±1,20
Pobedonost- sev, 1975	–	–	0	±0,64	±1,30
Jevrejeva et al. 2002	–	–	–	0	±0,95
NKG2005LU	–	–	–	–	0

Seetõttu on käesoleval ajal aktuaalne Eesti ranniku veemõõtejaamade vertikaalliikumise kiiruse ümberarvutamine meretaseme andmetest. On teada, et veetaseme kuukeskmised väärtused on suure varieeruvusega ehk küllalt „mürarikkad“. Rannikujaamade veetaseme aegridade spektraalanalüüsidest on selgunud, et müra sarnaneb omadustelt kõige enam nn „roosa“ müraga (*pink noise*). Veemõõtejaamade näivad vertikaalliikumise kiirused sõltuvad suuresti arvutuseks valitud veetaseme perioodist (pikkus, alg- ja lõpp-punkt) ja ka müra modelleerivast mudelist. Uutele tulemustele vaatamata jääb erinevus teiste maatõusu mudelitega (nivelleerimised, NKG2005LU) küllaltki suureks ($\pm 0,4 \dots 0,7$ mm/a, periood 1942–2014) (Oja 2016; joonis 4).

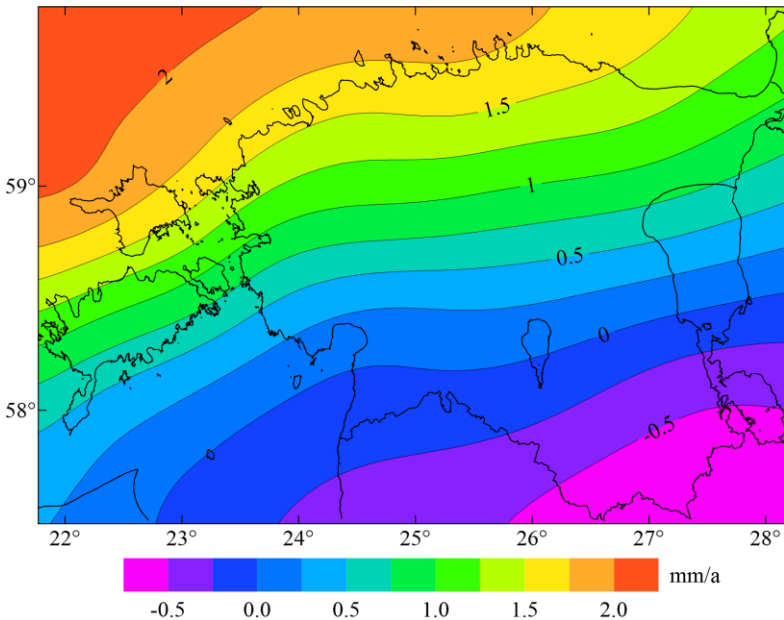


Joonis 4. Ranniku veemõõtejaamade näiv vertikaallikumise kiirus sõltuvalt meetodikast (Oja 2016). Lahendus 1 (sinised nooled) põhineb perioodil 1956–2014 ja „valge müra“ (*white noise*) stohhastilisel mudelil. Lahendus 2 (hallid nooled) põhineb samal perioodil ja „valge+vilkuva müra“ (*white + flicker noise*) stohhastilisel mudelil. VMJ koordinaadid on leitavaid Keskkonnaagentuuri kodulehelt (<http://www.ilmateenistus.ee/>).

Maapinna vertikaallikumise mudelid EST2013LU ja EST2015LU

Kõige uuemad kordusnivelleerimise andmestikul põhinevad Eesti maapinna vertikaallikumise empiirilised pinnad on EST2013LU (Kall et al. 2014; joonis 5) ja EST2015LU (Kall et al. 2016). Nende arvutamiseks on kasutatud Eesti kõrgusvõrgu nii esimese (1933–1943), teise (1948–1969), kolmanda (1970–1996) kui ka neljanda (2001–2015) nivelleerimise andmeid. Tõusukiiruse arvutamiseks kasutati esmakordselt Eestis kinemaatilist võrgu tasandust kaalutud vähimruutude meetodil (Mäkinen ja Saaranen 1998), mis võimaldas reeperite kiiruse arvutusse kaasata kõigi nivelleerimiste tulemused samaaegselt. Varasemad vertikaallikumise mudelid põhinesid mäletatavasti ainult kahe nivelleerimise andmete kasutamisel (valem 1). Mudelisse EST2015LU kaasati (samuti esmakordselt Eestis) veel ka Peipsi järve rannikujaamade veetaseme andmetest leitud tõusukiirused.

Maapinna vertikaalliikumise kiiruspindade modelleerimiseks (programmiga Surfer) testiti erinevaid võrgustamise algoritme; lõplikud mudelid loodi *kriging* (EST2013LU) ja *splainidel põhineval minimum curvature* meetodiga (EST2015LU). Mudelpindade silumiseks võrreldi mudeleid referentspinnaga (NKG2005LU), eemaldati anomaalsed reeperid lähimate reeperite kiiruse võrdlemise teel ja rakendati interpoleeritud võrgust erindite eemaldamise filtreid nagu libisev keskmine (*moving average*) või lävendi keskmine (*threshold average*). EST2013LU ja EST2015LU mudelpindade täpsuseks hinnati vastavalt $\pm 0,39$ ja $\pm 0,24$ mm/a. Hinnangud on arvutatud tasandatud kiiruse ja mudelpinnast interpoleeritud kiiruse erinevuse, ristvalideerimise (*cross-validation*) hälbe ja kiiruse tasandusjärgse veahinnangu põhjal (Kall 2016).



Joonis 5. Maapinna näiva vertikaalliikumise mudel EST2013LU (Kall et al. 2014). Tõusukiiruse arvutamise aluseks oli Ristna veemõõtejaama näiv kiirus 2,1 mm/a (Jakubovski (1973), Pobedonostsevi (1975) ja Jevrejeva jt. (2002) määratud Ristna kiiruse aritmeetiline keskmine standardperioodil ~1900–1980) standardveaga $\pm 0,2$ mm/a.

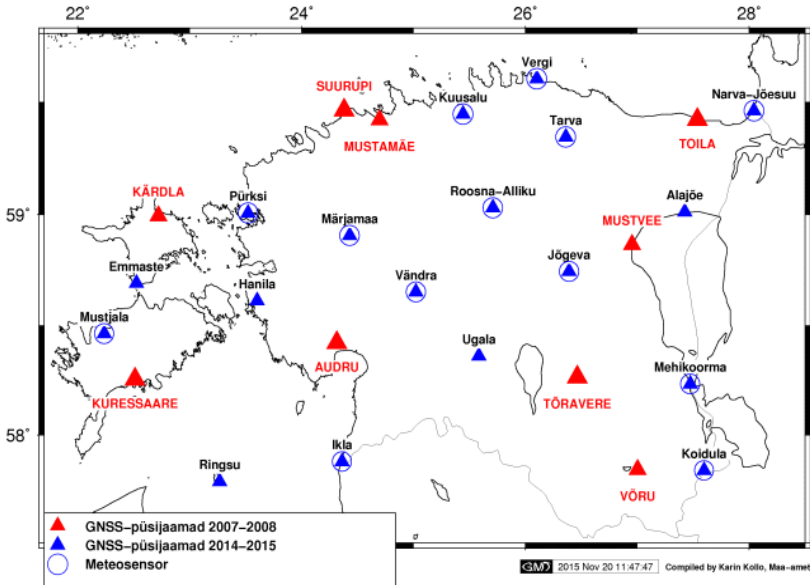
EST2013LU ja EST2015LU mudelite sobivus viimaste Fennoskandia maatõusu kaartide ja mudelitega on hea. Erinevus Ekmani (1996) kaardiga on keskmiselt $\pm 0,50$ mm/a ning NKG2005LU mudeliga (Ågren ja Svensson 2007) keskmiselt $\pm 0,26$ mm/a. Erinevus varasemate Eesti maapinna vertikaalliikumiste kaartidega (Vallner et al. 1988; Randjärv 1993) jääb keskmiselt $\pm 0,65$ mm/a piiridesse. Võttes arvesse nende mudelite täpsust (keskmiselt $\pm 0,2$ kuni $\pm 0,5$ mm/a) jäävad erinevused enamuses mudelite kombineeritud täpsushinnangu piiridesse.

Sobivus GNSS-püsijaamade kiirusega (Oja et al. 2014) on samuti hea, jäädes keskmiselt $\pm 0,34$ mm/a piiridesse. Suurimad erinevused EST2013LU ja EST2015LU vertikaalliikumiste mudelitega tulid ilmsiks võrdluses Eesti ranniku veemõõtejaamade kiirusega (Jakubovski 1973; Pobedonostsev 1975; Jevrejeva et al. 2002). Keskmine kiiruse erinevus oli $\pm 1,02$ mm/a, kusjuures erinevused olid enamikus süstemaatilist laadi (meretaseme andmete põhjal leitud näivad kiirused on väiksemad, kui nivelleerimise põhjal arvatatud). Suured erinevused veemõõtejaamade kiirusega vajavad edaspidist täiendavat uurimist.

Maapinna vertikaalliikumised GNSS-püsijaamade põhjal

Kui eeldada, et nivelleerimistel on reeperite kõrgus määratud ~ 1 mm täpsusega, siis oleks vaja selleks, et kahe nivelleerimise põhjal (valem 1) reeperite liikumiskiirus määrata $0,1$ mm/a täpsusega, arvestada nivelleerimiste ajavaheks ~ 15 a (Fuhrmann et al. 2014). GNSS-püsijaamade puhul on aga sama täpsusega liikumiskiirus võimalik määrata mitu korda lühema aegrea põhjal (Blewitt ja Lavallée 2002). Alates 1990. aastatest ongi GNSS-püsijaamad (*continuously operating GNSS reference stations* – CORS) muutunud maakoore liikumise peamiseks uurimisvahendiks. GIA-ga kaasneva maapinna liikumise uurimiseks algatati Fennoskandias 1993. aastal spetsiaalne projekt BIFROST (*Baseline Inferences for Fennoscandian Rebound, Sea-level, and Tectonics*), mis algselt uuris GNSS-püsijaamade kiirust Rootsisis ja Soomes (Scherneck et al. 1998). Täna on projekti kaasatud GNSS püsijaamad teistest Põhja-Euroopa riikidest, sh ka

Eestist. Viimastel aastatel on jõudsalt arendatud ka Eesti riiklikku GNSS-püsijaamade võrku ESTPOS, mis praegu koosneb 27-st jaamast (joonis 6).



Joonis 6. Eesti GNSS-püsijaamade võrk ESTPOS seisuga 2015.a (<http://geoportaal.maaamet.ee/>).

Varasemalt paigaldatud jaamade (9 jaama punaste kolmnurkadena joonisel 6) vaatluste aegrida algab aastast 2007 (Suurupi jaamas aastast 1996). Alates 2014. aastast edastavad jaamad RTK-parandit GNSS seadmega reaajas täpsete koordinaatide mõõtmiseks. Neli püsijaama kuuluvad ka Euroopa referentsraamistiku (EUREF) püsijaamade võrku EPN, ning nende vaatlusandmed on avalikult kättesaadavad (<http://www.epncb.oma.be/>). Seetõttu on nii mõnegi Eesti püsijaama andmestik olnud kasutusel ka rahvusvaheliste teadusuuringutes (Lidberg et al. 2010; Kierulf et al. 2014; Vestøl et al. 2016). Samuti arvutab Eesti püsijaamadele jooksvalt kiirusi Nevada Geodeetiline Laboratoorium (NGL, <http://geodesy.unr.edu/velocities/midas.IGS08.txt>).

Põhjalikuma ülevaate Eesti püsijaamade kiiruse määramisest ja vastavatest arvutustöödest leiab ajakirja Geodeet 44. numbrist (Oja et al. 2014). Eesti GNSS-püsijaamade vertikaallikumise kiiruse võrdlus on toodud tabelis 3.

Tabel 3. Eesti GNSS-püsijaamade absoluutse vertikaallikumise kiirus koos mõõtemääramatusega (mm/a) globaalses referentsraamistikus ITRF (selle eri versioonid). Kuna püsijaamade kiiruse väärtused sõltuvad referentsraamistikust, milles arvutused on tehtud, siis pole tulemused vahetult võrreldavad. Kiiruse erinevused ITRF2005 ja ITRF2008 raamistikes peaksid siiski olema üsna väikesed ning üldjuhul piisab Eesti väiksuse tõttu konstantse erinevuse arvestamisest.

GNSS püsijaam	Koordinaadid (°) (WGS84)		(Oja et al. 2014) (ITRF2005)	NGL ¹ 2016 (ITRF2008)	BIFROST ² (ITRF2008)
	pl	ip	U_1	U_2	U_3
Audru	58,422	24,314	$3,29 \pm 0,10$	$2,68 \pm 0,87$	$2,42 \pm 0,18$
Kuressaare	58,256	22,510	$3,43 \pm 0,10$	$1,99 \pm 0,96$	$2,70 \pm 0,26$
Suurupi	59,464	24,380	$4,61 \pm 0,19$	$4,14 \pm 1,47$	$3,95 \pm 0,27$
Toila	59,422	27,537	$3,18 \pm 0,10$	$2,53 \pm 0,94$	$2,33 \pm 0,20$
Tõravere*	58,265	26,462	$1,99 \pm 0,20$	$0,85 \pm 1,42$	$1,21 \pm 0,30$
Misso	57,602	27,227	$1,78 \pm 0,12$	–	–
Kärdla	58,994	22,759	$4,26 \pm 0,15$	–	–

¹ NGL 2016 – Nevada Geodetic Laboratory
(<http://geodesy.unr.edu/velocities/midas.IGS08.txt>, seisuga 28.11.16).

² BIFROST – Kierulf jt (2014), avaldatud Vestøl et al. 2016.

* Tõravere kiirusväärtus on korrigeeritud võrreldes Oja jt (2014) tulemusega.

Oja jt. (2014) ja Kierulf (Vestøl et al. 2016) on aegridu analüüsinud vastavalt programmidega CATS (Williams 2008) ja Cheetah, mis põhinevad maksimaalse tõepära hindamisel (*maximum likelihood estimation* – MLE), NGL arvutused aga põhinevad programmil Midas (Blewitt et al. 2016), mis kasutab Theil-Sen mediaani trendi hindamist (*Theil-Sen median trend estimator*).

Oja jt. (2014) leitud kiiruste erinevus BIFROST kiirustest on $0,80 \pm 0,10$ mm/a ja NGL kiirustest $0,89 \pm 0,42$ mm/a. Konstant $0,8-0,9$ mm/a peaks suures osas kirjeldama ITRF raamistikest tingitud

erinevust. NGL lahenduse korral on kahe jaama (Suurupi, Tõravere) aegread jagatud lühematesse ajavahemikesse ning neid vaadeldakse analüüsis eraldi, millest tulenevad ka suuremad erinevused nende jaamade võrdlusandmetes.

Maapinna tõusukiiruse prognoosid arvatuna GIA mudeliga

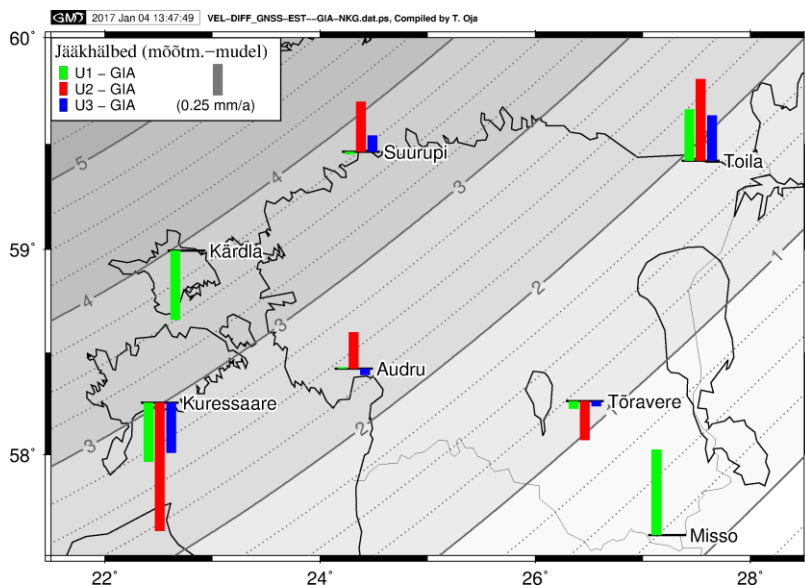
GIA modelleerimise eesmärk on prognoosida, kuidas viskoelastselt käituv, mitmekihiline Maa mudel reageerib ookeani ja jääliustike massi koormusele nii lühemas kui pikemas ajavahemikus. Tulemusi saab näiteks kasutada meretaseme muutuse, maakoore absoluutliikumise (nii horisontaal- kui vertikaalsuunas), geoidi ja raskusjõuvälja muutuse jpm prognoosimiseks. GIA mudeli loomiseks on põhimõtteliselt tarvis teada tahke Maa sisestruktuuri ning litosfääri ja vahevöö materjali omadusi (st tuleb defineerida Maa mudel) ning jääkilpide ja liustike ajalugu (jää mudel, milles jääkihi paksus ruumis ja ajas on kirjeldatud). Samuti on tarvis teada ookeanide massi, raskusjõuvälja (sh geoidi) ja Maa pöörlemise muutusi seoses jää tekke ja sulamise ning Maa sisekihtide deformeerumisega. Neid muutusi võetakse arvesse läbi meretaseme võrrandi ehk SLE (ingl k *sea-level equation*).

GIA-mudeli arvutuses on oluline sisend ka geodeetilistel mõõtmistel (GNSS, VLBI, meretaseme mõõtmised jne), mille põhjal arvatud maapinna liikumiskiirusega korrigeeritakse GIA-mudeli sisendväärtusi (nt Maa mudeli parameetreid) ja seega ka prognoositud kiirusi.

Nii globaalselt kui ka ainult Põhja-Euroopa jaoks on loodud mitmeid GIA-mudeleid. Eesti territooriumi absoluutne vertikaallikumise kiirus jääb nende põhjal vahemikku 0–6 mm/a. Erinevused on tingitud peamiselt erinevate Maa ja jää mudelite, samuti piiravate geodeetiliste ja geoloogiliste (paleorannajooned) andmete kasutamisest.

Üks uuemaid Fennoskandia GIA mudeleid on H. Steffeni poolt arvatatud mudel NKG2016GIA_pre10306 (Vestøl et al. 2016). Mudelit kasutati uusima Fennoskandia semi-empiriilise maatõusu mudeli NKG2016LU (GIA mudeli NKG2016GIA_pre10306 ning

nivelleerimis- ja GNSS-püsijaamade andmete kombinatsioon) loomiseks. Joonisel 7 on esitatud NKG2016GIA_preI0306 mudel Eesti ala kohta ja mudeli põhjal prognoositud maakoore vertikaallikumise võrdlus Eesti GNSS-püsijaamade tõusukiirusega (tabel 3). Eesti keeles võib GIA modelleerimisest, kiiruste prognoosimisest ning geoloogilistest ja geodeetilistest sisendandmetest täpsemalt lugeda Rosentau ja Oja (2008), Oja jt. (2014) ning Oja jt. (2016) artiklitest.



Joonis 7. GNSS-püsijaamade vertikaallikumise kiiruse (tabel 3) võrdlus GIA mudeli NKG2016GIA_preI0306 (Vestøl et al. 2016) põhjal prognoositud kiirusega. Erinevuste ($U_{\text{möödetud}} - \text{GIA}$) keskmine \pm hälvete ruutkeskmine on $0,89 \pm 0,41$ mm/a (lahendus U_1), $0,00 \pm 0,60$ mm/a (U_2) ja $0,09 \pm 0,25$ mm/a (U_3). Esitatud jäähälvetest on keskmine erinevus maha lahutatud. Taustal oleva GIA mudeli kiiruse isojoonte ühikuks on mm/a.

Kokkuvõte

Maapinna vertikaalliikumisi Eestis on viimase poole sajandi jooksul küllaltki põhjalikult uuritud. Peamiselt on uuringutes kasutatud Eesti kõrgusvõrgu kordusnivelleerimise andmeid. Viimasel ajal on lisandunud väärtusliku täiendina ka GNSS-püsijaamade andmereal. Erinevate mõõtmisviiside ja arvutusmeetoditega saadud tulemused on andnud kinnitust, et Eesti territooriumil jätkub pärastjääaegne maatõus merepinna suhtes suurusjärgus -1 kuni $+3$ mm/a ja Maa massikeskme suhtes (globaalses geodeetilises referentsraamistikus) vahemikus $0,9$ – $4,6$ mm/a. Üldiselt annavad erinevad uurimusmeetodid üsna sarnased tulemused (kui võtta arvesse referentspindadest ja -raamistikest tingitud nihked): erinevuste ruutkeskmine ei ületa reeglina $\pm 0,5$ mm/a. Arvestades, et erinevate meetoditega määratud vertikaalkiiruse määramatus on vahemikus $\pm 0,2$ – $0,5$ mm/a, võib öelda, et erinevused jäävad mõõtmistäpsuse piiridesse, st ei ole statistiliselt olulised. Samas suurusjärgus vertikaalliikumise kiiruse erinevusi (vähem kui $\pm 1,0$ mm/a) on erinevate mõõtmismeetodite võrdluses täheldatud ka Fennoskandias üldiselt.

Kui maapinna liikumised on Eestis küllalt hästi uuritud, siis merepinna tõus rannikul nii täpselt veel teada ei ole. Erinevad hinnangud globaalsele maailmamere tõusule ja selle kiirenemisele ei ole Läänemere jaoks üks-ühele kohaldatavad, tänu selle suhtelisele suletusele. Maapinna ja merepinna tõusu omavaheline seos on muutunud aktuaalseks tänu kliimamuutustele ja sellega seotud maailmamere tõusu kiirenemisele. Praeguste hinnangute järgi ei ületa merepinna geotsentriline tõus siiski veel vastava maatõusu väärtust, st ohtu rannikualadele mere pealetungimise tõttu praegu veel ei ole (Liibus et al. 2015). Olukord aga võib muutuda mere-taseme tõusu kiirenedes ja ka täpsemate Läänemere meretõusu hinnangute lisandumisel. Viimase määramisele geodeetiliste meetoditega ongi praegu Eesti geodeesiaadlaste tähelepanu pööratud. Eesti Maaülikooli geomaatika osakonnal on käsil uurimisprojekt „Läänemere veetaseme tõusu mõju rannajoone muutustele ja kinnistupiiridele“ (<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/7b224d28-c1ff-4d9d-918d-c667d567568f>), mille eesmärk on või-

malikult täpselt määratleda maapinna- ja meretõusu kiiruste erinevusi ja hinnata meretaseme tõusu mõju rannikualade kinnistute piiridele ja maakasutusele.

Tänuõnad

Ranniku veemõõtejaamade andmed edastas Riigi Ilmateenistus. Uurimust on toetatud Eesti Maaülikooli baasfinantseeritavast teadusteamast 8P160012MIGO.

Kirjandus

Ågren, J., Svensson, R. 2007. Postglacial Land Uplift Model and System Definition for the New Swedish Height System RH 2000. – Lantmäteriet, LMV-Rapport, 4, 124 pp.

Bikis, J. 1940. Zemes garozas kustības ietekme precīzās līmetņošanas darbos Baltijas jūras piekrastē. Rīga, Latvijas Universitātes raksti, ser. II, 6, 201 pp.

Blewitt, G., Kreemer, C., Hammond, W.C., Gazeaux, J. 2016. MIDAS robust trend estimator for accurate GPS station velocities without step detection. – *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, **121**(3), 2015JB012552, doi: 10.1002/2015JB012552.

Blewitt, G., Lavallée, D. 2002. Effect of annual signals on geodetic velocity. – *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, **107**(B7), ETG 9-1, doi: 10.1029/2001JB000570.

Blomqvist, E., Renqvist, H. 1914. Vattenståndsiakttagelser vid Finlands kuster: bearbetning och sammanställning av observationsmaterialet från Helsingfors (1879–1912), Wiborg, Lemström, Räfsö, Brändö, Yxpila, Toppila (1889–1912), Lavola (1896–1912), Strömma (1899–1912), Skuru (1900–1912), Kotka (1908–1912) och Mäntyluoto (1910–1912). (Observations of sea coasts of Finland: processing and compilation of observation data from Helsinki (1879–1912), Wiborg, Lemström, Reposaari, Brando, Ykspihlaja, Toppila (1889–1912), Lavola (1896–1912), Stream (1899–1912), Pohjankuru (1900–1912), Kotka (1908–1912) and Mäntyluoto (1910–1912)). Senaten, Helsingfors, 429 pp.

- Ekman, M.** 1996. A consistent map of the postglacial uplift of Fennoscandia. – *Terra Nova*, **8**(2), 158–165.
- Ekman, M., Mäkinen, J.** 1996. Recent postglacial rebound, gravity change and mantle flow in Fennoscandia. – *Geophysical Journal International*, **126**(1), 229–234.
- Fuhrmann, T., Westerhaus, M., Zippelt, K., Heck, B.** 2014. Vertical displacement rates in the Upper Rhine Graben area derived from precise leveling. *Journal of Geodesy*, **88**(8), 773–787, doi: 10.1007/s00190-014-0721-0.
- Jaagus, J., Suursaar, Ü.** 2013. Long-term storminess and sea level variations on the Estonian coast of the Baltic Sea in relation to large-scale atmospheric circulation. – *Estonian Journal of Earth Sciences*, **62**(2), 73–92, doi: 10.3176/earth.2013.07.
- Jevrejeva, S., Rüdja, A., Mäkinen, J.** 2002. Postglacial rebound in Fennoscandia: new results from Estonian tide gauges. In: Sideris, M.G. (ed.). *Gravity Geoid and Geodynamics 2000*. Springer-Verlag Berlin, Berlin, 193–198.
- Kall, T.** 1997. Maakoore vertikaalliikumiste määramine Lõuna-Eestis (uute kõrguste kataloogi koostamiseks). Magistritöö geodeesia erialal. Eesti Põllumajandusülikool, Tartu.
- Kall, T.** 2008. Maapinna vertikaalliikumiste uurimisest Eestis ja Fennoskandias. *Geodeet*, **36**(60), 15–23.
- Kall, T.** 2016. Vertical crustal movements based on precise levellings in Estonia. PhD dissertation. Eesti Maaülikool, Tartu, 231 pp.
- Kall, T., Liibus, A., Wan, J., Raamat, R.** 2016. Vertical crustal movements in Estonia determined from precise levellings and observations of the level of Lake Peipsi. – *Estonian Journal of Earth Sciences*, **65**(1), 27–47, doi: 10.3176/earth.2016.03.
- Kall, T., Oja, T., Tänavsuu, K.** 2014. Postglacial land uplift in Estonia based on four precise levelings. – *Tectonophysics*, **610**, 25–38, doi: 10.1016/j.tecto.2013.10.002.
- Kierulf, H.P., Steffen, H., Simpson, M.J.R., Lidberg, M., Wu, P. and Wang, H.** 2014. A GPS velocity field for Fennoscandia and a consistent comparison to glacial isostatic adjustment models. – *Journal of Geophysical Research B: Solid Earth*, **119**(8), 6613–6629, doi: 10.1002/2013JB010889.

Lambeck, K., Smither, C., Ekman, M. 1998. Tests of glacial rebound models for Fennoscandia based on instrumented sea- and lake-level records. – *Geophysical Journal International*, **135**(2), 375–387.

Lidberg, M., Johansson, J.M., Scherneck, H.-G., Milne, G.A. 2010. Recent results based on continuous GPS observations of the GIA process in Fennoscandia from BIFROST. – *Journal of Geodynamics*, **50**(1), 8–18.

Liibusk, A., Wan, J., Ellmann, A., Kuo, C.Y., Shum, C.K. 2015. Quantification of Baltic Sea Region relative Sea-level rise by using Multi-mission satellite altimetry data and tide gauge sea level series. In: *Electronical programme of 26th IUGG General Assembly (IUGG2015)*. Prague.

Mäkinen, J., Saarinen, V. 1998. Determination of post-glacial land uplift from the three precise levellings in Finland. – *Journal of Geodesy*, **72**(9), 516–529, doi: 10.1007/s001900050191.

Oja, T. 2016. Rates of sea level change from the Estonian tide gauges with different noise models. Ettekanne rahvusvaheline geodeesia-assotsiatsiooni IAG konverentsil GGHS2016 – Gravity, Geoid and Height Systems, 2016. Kreeka, Thessaloniki.

Oja, T., Kollo, K., Pihlak, P. 2014. GIAst ja maapinna liikumistest Eestis GNSS täppismõõtmiste valguses. – *Geodeet*, **44**(68), 55–65.

Oja, T., Liibusk, A., Kall, T., Kollo, K. 2016. Maapinna liikumistest Eestis maailmamere taseme tõusu taustal. In: Nemliher, R., Nirgi, T., Amon-Veskimeister, L. (eds.). *Meri. Schola Geologica*, XII. Eesti Looduseuurijate Selts, Tartu, 62–69.

Randjärv, J. 1993. Vertical movements of the Earth's crust in the Baltic region. Reports of the Finnish Geodetic Institute, **93**(2), 33 pp.

Rosentau, A., Oja, T. 2008. Pärastjääaegse maakerke mõju Läänemere veetaseme muutustele. – *Geodeet*, **36**(60), 24–26.

Scherneck, H.-G., Johansson, J.M., Mitrovica, J.X., Davis, J.L. 1998. The BIFROST project: GPS determined 3-D displacement rates in Fennoscandia from 800 days of continuous observations in the SWEPOS network. – *Tectonophysics*, **294**(3/4), 305–321, doi: 10.1016/S0040-1951(98)00108-5.

Steffen, H., Wu, P. 2011. Glacial isostatic adjustment in Fennoscandia – A review of data and modeling. – *Journal of Geodynamics*, **52**(3/4), 169–204, doi: 10.1016/j.jog.2011.03.002.

Torim, A. 2009. Eesti kõrgusvõrgu nivelleerimine aastail 1950–1996. – *Geodeet*, **38/39**, 11–15.

- Torim, A.** 2004. Maakoore tõusust ja rannajoone muutusest Eestis. – *Geodeet*, **28**, 57–62.
- Torim, A.** 1993. Nivelleerimistööd Eestis (1868–1943). – *Geodeet*, **3**, 5–8.
- Torim, A., Jürma, H.** 2011. Eesti kõrgusvõrgu nivelleerimine 2001–2011/2012. – *Geodeet*, **41**, 14–20.
- Vallner, L., Sildvee, H., Torim, A.** 1988. Recent Crustal Movements in Estonia. – *Journal of Geodynamics*, **9**(2–4), 215–223, doi: 10.1016/S0264-3707(88)80066-8.
- Vermeer, M., Kakkuri, J., Mälkki, P., Boman, H., Kahma, K. and Leppäranta, M.** 1988. Land uplift and sea level variability spectrum using fully measured monthly means of tide gauge readings. In: *Finnish Marine Research No. 256*. Helsinki, 3–75.
- Vestøl, O.** 2006. Determination of postglacial land uplift in Fennoscandia from leveling, tide-gauges and continuous GPS stations using least squares collocation. – *Journal of Geodesy*, **80**(5), 248–258.
- Vestøl, O., Ågren, J., Steffen, H., Kierulf, H., Lidberg, M., Oja, T., Rüdja, A., Kall, T., Saaranen, V., Engsager, K., Jepsen, C., Liepins, I., Paršeliūnas, E., Tarasov, L.** 2016. NKG2016LU, an improved post-glacial land uplift model over the Nordic-Baltic region. Ettekanne Põhjamaade Geodeesia Komisjoni Geoidi ja Kõrguste Süsteemide töögrupi kohtumisel, 2016. Tallinn, Eesti.
- Williams, S.D.** 2008. CATS: GPS coordinate time series analysis software. – *GPS solutions*, **12**(2), 147–153.
- Witting, R.** 1922. Le soulèvement récent de la Fennoscandie. Quelques Mots à Propos de L'article de M. Rune Dans ces Annales. – *Geografiska Annaler*, **4**, 458–487, doi: 10.2307/519756.
- Želnin, G.** 1958. Maakoore kerkimine Eestis. – *Eesti Loodus*, **5**, 269–274.
- Želnin, G.** 1966. On the recent movements of the Earth's surface in the Estonian SSR. – *Annales Academiae Scientiarum Fennicae. Series AIII Geologica-Geographica*, **90**, 489–493.
- Валлнер Л. А.** Изучение блокового характера современных движений территории Эстонии геодезическим методом. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва, 1978, 15 с.
- Победоносцев С. В.** Анализ вертикальных движений побережья Прибалтики. Сб. Современные движения территории Прибалтики, Тарту, 1975, с. 28–36.

Рандяров Ю. Ю. Характер и скорости современных движений земной коры в Прибалтике. – В кн.: Современные движения земной коры № 3, Москва, 1968, с. 200–209.

Якубовский О. В. Уточненная карта вертикальных движений земной коры побережья Балтийского моря. – В кн.: Современные движения земной коры. Тарту, 1973, № 5, с. 72–78.

Determination of vertical crustal movement in Estonia

Tarmo Kall and Tõnis Oja

Summary

Vertical crustal movements have been studied rather well in Estonia during the past 50 years. Mainly precise levelling data from three levelling campaigns (1933–1943, 1948–1969, and 1970–1996) have been used. Several vertical crustal movement maps have been compiled during the period 1958–1993 based on these levellings. Estonian coastal tide gauge observations have also been used for determination of the apparent land uplift.

Recently, fourth precise levelling campaign (2001–2015) was completed. Apparent land uplift models EST2013LU and EST2015LU have been compiled for Estonia using data from all four levelling campaigns. Fast development of the GNSS permanent network of Estonia during the past 10 years has given valuable additional information about the postglacial land uplift in Estonia. According to the recent studies, apparent postglacial land uplift (relative to mean sea level) in Estonia remains within -1 to +3 mm/year and absolute land uplift (relative to geocenter) within 0.9 to 4.6 mm/a.

Different measurements (levelling, tide gauge, GNSS) give quite similar results for land uplift. Residual differences between the velocities remain mainly within ± 0.5 mm/year. Largest discrepancies (~ 1 mm/year in average) were found between the levelling based and tide gauge velocities, which may imply to the systematic biases in tide gauge velocities.

EESTI LUMIKATTE MUUTUSED PERIOODIL 1951–2015¹

Birgit Viru

Sissejuhatus

Lumikattel on tähtis roll kliimasüsteemis, sest kõige tähtsamad lume omadused – suur albeedo ning väike soojusjuhtivus – mõjutavad energiaülekannet maapinna ja atmosfääri vahel. Lume suure albeedo tõttu peegeldub suurem osa lumepinnale langenud lühilainelisest kiirgusest tagasi atmosfääri. Suure albeedo ja tugeva kiirgusvõime tõttu mõjutab lumi märkimisväärselt selle kohal olevat õhukihti. Kui lumi on hakanud sulama ja albeedo vähenema, siis see omakorda kiirendab lume sulamist. Lumikate avaldab Maa kiirgusbilansile suurimat mõju kevadel. Lume sulamiseks kulub palju soojust, mistõttu on maapinnalähedane õhutemperatuur kevade alguses sellest tulenevalt mõnevõrra madalam kui lumeta maapinna korral.

Talve jooksul maapinnale langenud lumi on oluline kevadises niiskusežiiimis, sest osa lumesulamist veest imub mulda, olles vegetatsiooniperioodi alguses taimedele oluliseks niiskuse allikaks. Osa lumesulamist veest valgub jõgedesse, suurendades kevadsuurvee äravoolu.

¹ Käesolev artikkel on koostatud autori magistritöö põhjal: Birgit Viru "Pikaajalised muutused lumikatterežiimis Eestis perioodil 1951–2015." 2016. Tartu Ülikooli geograafia osakond. Toim.

Esimesed üldistused Eesti lumikatte kohta tegid Johannes Letzmann 1921. ja Kaarel Kirde 1939. aastal. Kirde töös on esitatud kuude keskmise lume paksuse ning püsiva lumikatte algus- ja lõpukuupäeva kaardid perioodil 1923–36. Samuti on Kirde arvutanud keskmise ja maksimaalse lumikatte paksuse ning keskmise lumikattega päevade arvu dekaadide viisi nimetatud perioodil. Soojuse ringkäiku lumikattes on põhjalikult käsitletud Helene Liidemaa (1946). Lumikatet ja selle albeedot on uurinud Heino Tooming ja Jüri Kadaja (Tooming 1995; Tooming ja Kadaja 1999). Lumikatte kestuse ja paksuse territoriaalset jaotust on analüüsinud Jaak Jaagus (1997). Lisaks on analüüsitud lumikatte seoseid erinevate klimatoloogiliste näitajatega nagu merejää ulatus ja õhutemperatuur (Jaagus 1999), atmosfääri tsirkulatsioon (Keevallik 2003; Tomingas 2003; Jaagus 2006). Põhjalikumaks teoseks on Eesti lumikatte teatmik (Tooming ja Kadaja 2006). Käesoleva töö eesmärgiks on analüüsida püsiva lumikatte algus- ja lõpukuupäeva ning kestuse aastatevahelist ja territoriaalset muutlikkust Eestis ja uurida lumikatte sesoonset dünaamikat ning teha kindlaks pikaajaliste muutuste olemasolu lumikatte näitajates perioodil 1951–2015.

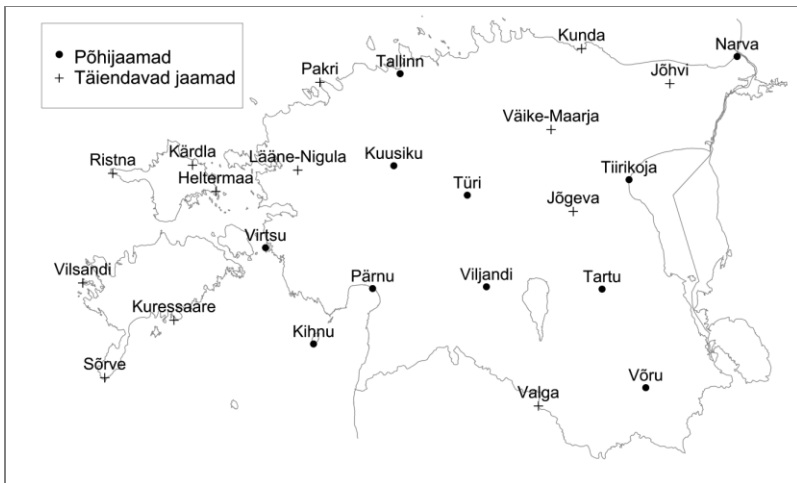
Metoodika

Käesolevas uurimuses kasutati Riigi Ilmateenistuse andmebaasist saadud ja arhiivist kogutud lumikatte paksuse püsimõõtmise ööpäevaseid andmeid 65-aastase perioodi (1950/51–2014/15) kohta 11 vaatlusjaamast. Täiendavalt kasutati 13 jaama vaatlusandmeid, mille andmerekad olid uurimisperioodist lühemad (joonis 1). Ööpäevaste andmete põhjal arvutati lumikatet iseloomustavad statistilised näitajad.

Tallinna puhul on kuni 1979/80 talveni kasutatud Ülemiste jaama ning alates 1980/81 talvest Harku andmeid. Tartu puhul kasutati 1963. aastani Ülenurme jaama ning alates 1964. aastast Tõravere vaatlusandmeid. Narva vaatlusjaam töötas 1. novembrist 2000. aastal kuni 19. detsembrini 2013. Narva-Jõesuus.

Andmetes esines lünki, mis lühemate lünkade korral täideti naaberjaamade andmete abil (Jõgeva, Kunda, Kuressaare) või jäeti sisse

tühikud. Alates 2010/2011 talvest mõõdetakse lumikatte paksust igapäevaselt vaid kuues kliimajaamas: Tallinn-Harku, Pärnu-Sauga, Tartu-Tõravere, Vilsandi, Võru ja Väike-Maarja. Ülejäänud jaamades tehakse lumemõõtmisi harvemini, mistõttu täideti andmelüngad lähedalasuivate kliimajaamade andmete abil. Tabelites ja joonistel on lühiduse mõttes kasutatud ühte aastanumbrit, mis tähistab talve, mis algab eelneva aasta oktoobris ning lõppeb sellele järgneva aasta kevadel lume lõpliku sulamisega. Seega tähistab nt 1951 talve 1950/51.



Joonis 1. Uurimistöös kasutatud Riigi Ilmateenistuse vaatlusjaamade paiknemine.

Lumikatte mõõtmisi tehakse hommikul kell 8:00 talveaja järgi. Alalistel vaatlusväljakutel mõõdetakse lund kolme võrdkülgse kolmnurga kujuliselt paigaldatud 120 sentimeetrit kõrge lumelati (millede vahekaugus pole alla 10 meetri) keskmisena täissentimeetrites (Tooming ja Kadaja 2006). Lumepäevaks loeti päeva, mil lume paksus oli vähemalt üks sentimeeter. Seetõttu arvestati alla 1 cm paksuse lume puhul selle paksuseks null sentimeetrit isegi siis, kui maapind oli lumega kaetud.

Püsiva lumikattega perioodi leidmisel lähtuti tingimusest, et see ei kesta vähem kui kuu aega (30 päeva), millest lumeta päevi võib olla kuni kolm. Ühele lumeta päevale pidi eelnema vähemalt viis lumepäeva ning 2–3 lumeta päevale vähemalt 10 lumepäeva. Kui ühe talve jooksul esines kaks püsiva lumikattega perioodi, mille vahel oli kuni 5 lumeta päeva, siis püsiv lumikate arvestuslikult ei katkenud. Kui kahe püsiva lumikattega perioodi vahel oli üle viie lumeta päeva, siis leiti püsiva lumikatte kestus kahe perioodi summana ning püsiva lumikatte alguseks loeti esimese perioodi alguskuupäev ning lõpuks teise perioodi lõpukuupäev. Juhul, kui vähemalt 30-päevast püsivat lumikattet talve jooksul ei esinenud, arvestati kestusena pikima järjestikuse lumikattega periood. Kui esines kaks sama pikka perioodi, siis loeti püsiva lumikattena paksema lumikattega periood.

Analüüsil kasutati püsiva lumikatte ajalisi näitajaid (algus- ja lõpukuupäev ja kestus) ning aasta, kuude ja dekaadide keskmise ja maksimaalse lume paksuse näitajaid. Kuna lumikatte andmestik on selgelt mittenormaalse jaotusega, siis kasutati kirjeldamiseks lisaks aritmeetilisele keskmisele mediaani ja varieeruvuse näitajana kvartiilihaaret. Aegridade analüüsi käigus leiti iga-aastaste väärtuste alusel keskmised, mediaanid ja kvartiilihaarded ning koostati nende näitajate kaardid. Statistikut leiti nende päevade kohta, millal vähemalt 50% talvedest esines lumikate. Dekaaadi arvutuste puhul järgiti samuti 50% lumepäevade esinemise põhimõtet.

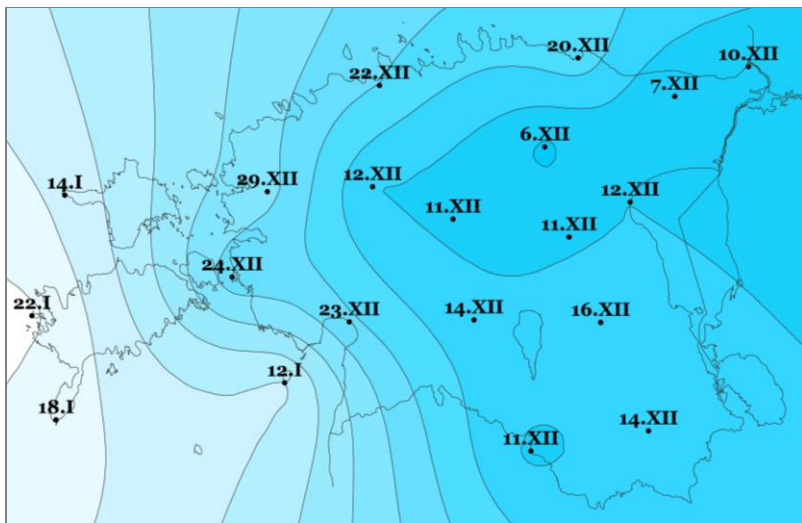
Trendianalüüsiks kasutati Mann-Kendalli mitteparameetrilist testi. Mann-Kendalli test võimaldab analüüsida aegridu, mis ei ole normaaljaotusega. Trendi usaldusväarsust kontrolliti $p < 0,05$ tasemel. Trend on sellel tasemel usaldusväärne, kui Mann-Kendalli statistiku S absoluutväärtus on 1,96 või üle selle.

Püsiva lumikatte pikaajalised muutused

Püsiva lumikatte algus

Püsiva lumikatte algus- ja lõpukuupäevad ning kestus varieeruvad Eesti territooriumil suuresti. Püsiva lumikatte alguse üldine levikusuund on rannikult sisemaale: Soome lahe rannikult lõunasse,

Liivi lahe rannikult kirdesse (joonis 2). Lumikate moodustub varem Pandivere kõrgustikul ja Kirde-Eestis ning Kagu-Eesti kõrgustikel (Haanja, Otepää). Mere soojendava mõju tõttu tekib Lääne-Eestis ja eriti saarte läänerannikul püsiv lumikate palju hiljem kui sisemaal. Ajaline varieeruvus püsiva lumikatte alguskuupäevas on suur. Kui Pandivere kõrgustikul moodustub püsiv lumikate keskmiselt 6. detsembril (Väike-Maarja), siis Lääne-Eesti saartel ligikaudu kuu aega hiljem. Vilsandil moodustub püsiv lumikate Väike-Maarjaga võrreldes koguni 1,5 kuu võrra hiljem, keskmiselt 23. jaanuaril. Kõige varem on püsiv lumikate tekkinud 30. oktoobril 1989. aastal Jõhvis ning kõige hiljem 23. märtsil 2008. aastal Ristnas, millal lumi oli järjestikku maas ainult 9 päeva. Püsiva lumikatte keskmine alguskuupäev Eestis 24 meteojaama andmeil perioodil 1951–2015 oli 24. detsember. Varasemalt on leitud, et perioodil 1946–1998 algas talv (ehk moodustus püsiv lumikate) kõige varem Väike-Maarjas keskmiselt 2. detsembril ning kõige hiljem Vilsandil ja Sõrves keskmiselt 11. jaanuaril (Jaagus 2001). Eelmainitud uuringu kohaselt oli Eesti keskmise püsiva lumikatte alguskuupäeva mediaan 19. detsember.



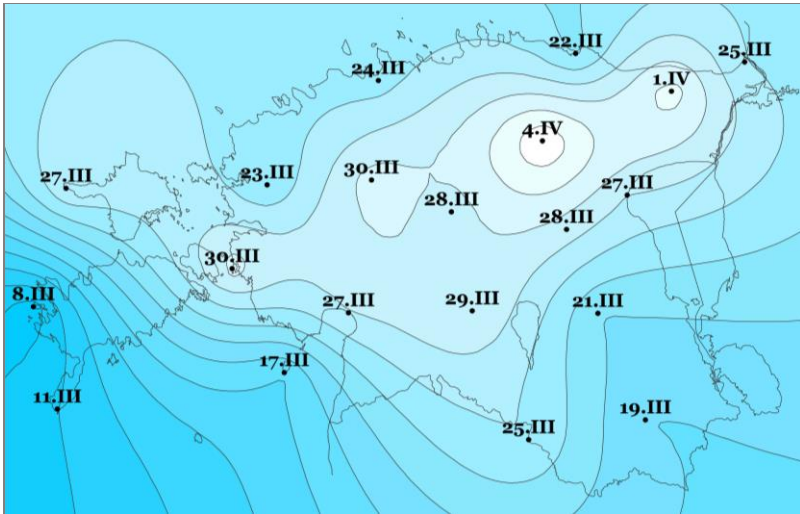
Joonis 2. Püsiva lumikatte alguskuupäeva mediaan perioodil 1963–2015.

Püsiva lumikatte alguse aastatevaheline varieeruvus on väikseim Pandivere kõrgustikul ja Kirde-Eestis ning suurim Lääne-Eesti saartel. Seega kujuneb Pandivere kõrgustikul lumikate erinevatel aastatel enam-vähem samal ajal, kuid saartel võib pehmete talvede korral püsiv lumikate puududa. Suurim aastatevaheline muutlikkus perioodil 1951–2015 esineb Heltermaal, väikseim Jõhvis ja Väike-Maarjas (vastavalt 50, 25 ja 26 päeva). Varasemalt on leitud, et perioodil 1946–1998 oli talve alguse (püsiva lumikatte moodustumise) aastatevaheline varieeruvus väikseim Narvas (standardhälve 20,7 päeva) ning suurim Tallinnas ja Pakril (vastavalt 27,9 ja 28,3 päeva).

Püsiva lumikatte lõpp

Sarnaselt püsiva lumikatte algusele on ka püsiva lumikatte lõpukuupäevades suured territoriaalsed erinevused (joonis 3). Kui Vilsandil on lumikatte kadumise mediaan juba 8. märtsil, siis Pandivere kõrgustikul püsib lumikate ligi kuu aega kauem, lõppedes Väike-Maarjas mediaanina 4. aprillil. Samuti püsib lumikate kaua Haanja ja Otepää kõrgustikul. Kuna seal pole ilmajaamu, siis ei tule Kagu-Eesti regionaalne erisus tulemustes selgelt esile. Kõige varem on talve pikim järjestikuse lumikattega periood lõppenud 19. novembril 2007. aastal Jõgeval ja Valgas ning kõige hiljem on püsiv lumikate kadunud 1. mail 1956. aastal Tiirikojal. Keskmiselt lõppeb püsiva lumikattega periood Eestis 25. märtsil. Varasemalt on leitud, et varakevad algab (lumikate kaob lõplikult) keskmiselt kõige varem Vilsandil ja Sõrves märtsi lõpus (vastavalt 27. ja 28. märtsil) ning kõige kauem kestab lumikate Pandivere kõrgustikul Väike-Maarjas (keskmiselt 10. aprillini) (Jaagus 2001). Nimetatud uurimuse andmetel oli Eesti keskmine lumikatte mediaan lõpukuupäev 5. aprill. Sellest järeldub, et viimase 15–20 aasta andmete lisandumisel on lumikatte lõpp nihkunud keskmiselt varasemaks ning seda enim Lääne-Eesti saartel.

Aastatevaheline varieeruvus püsiva lumikatte lõpukuupäevas on mõnevõrra väiksem kui alguse puhul, olles suurim Vilsandil (40 päeva) ning vähim Väike-Maarjas (17 päeva). Varasemalt on samuti leitud, et püsiva lumikatte lõpu aastatevaheline varieeruvus on väikseim sisemaal (Türis on standardhälve 10,8 päeva) ning suurim Lääne-Eestis Vilsandil, Kuressaares ja Sõrves (vastavalt 19,1 ja 19,3 ning 20,1 päeva) (Jaagus 2001).

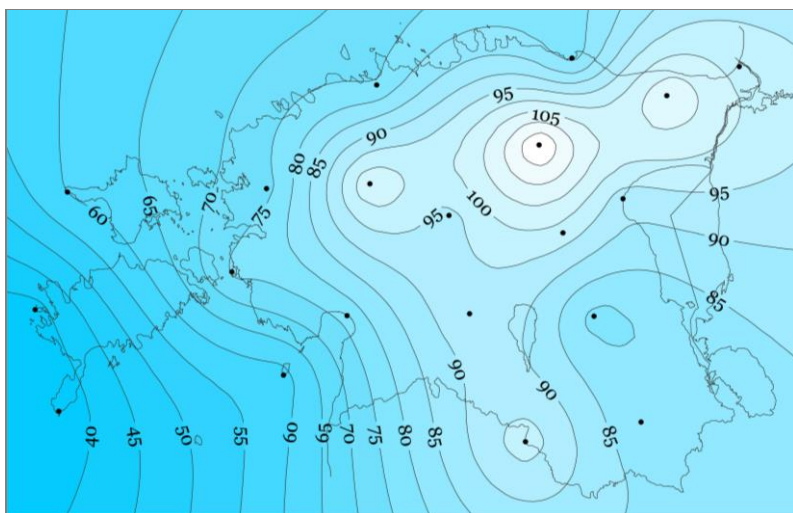


Joonis 3. Püsiva lumikatte lõpukuupäeva mediaan perioodil 1963–2015.

Püsiva lumikatte kestus

Territoriaalsed erinevused lumikatte kestuses on oodatult suured. Pikim on püsiv lumikatte Pandivere kõrgustikul ning lühim Lääne-Eesti saartel (joonis 4). Lumi püsib kaua maas ka Haanja ja Otepää kõrgustikul, kuid kahjuks pole seal ilmajaamu, et nende kõrgustike lumikatte režiimi täpsemalt iseloomustada. Kõige kauem on lumi püsivalt maas Väike-Maarjas (mediaan 121 päeva) ning lühimalt Vilsandil ja Sõrvel (keskmiselt 39 päeva). Eestis keskmiselt kestab püsiv lumikatte 83 päeva ehk ligi 3 kuud (tabel 1). Esinenud on aas-

taid, mil Lääne-Eesti saartel püsivad lumikatted (vähemalt 30 päeva) ei moodustunud. Vilsandil oli 1975. aastal lumi maas pikimalt järjest vaid kahel päeval, Kihnus 2015. aastal samuti vaid kahel päeval. Pikimalt on püsiv lumikatte esinenud Väike-Maarjas 1965/66. aasta talvel kestusega 172 päeva. Aastatevaheline varieeruvus püsiva lumikatte kestuses on suur (tabel 1). Püsiva lumikatte kestus ei ole varasemate tulemustega otseselt võrreldav, sest esinevad metodoloogilised erinevused. Kuid käesolevas uurimistöös leitud lumikatte territoriaalsed erinevused on enam-vähem kokkulangevad varasemate tulemustega (Jaagus 1997; Tooming ja Kadaja 2006).



Joonis 4. Püsiva lumikatte kestuse mediaan perioodil 1963–2015.

Tabel 1. Püsiva lumikatte kestuse statistilised näitajad perioodil 1951–2015.

Jaam	Lühim (aasta)	Pikim (aasta)	Mediaan	Kvartiilihaare
Heltermaa*	7 (1961)	140 (1966)	62	60
Jõgeva*	16 (2008)	148 (1956)	99	48
Jõhvi*	29 (1992)	154 (2003)	111	46
Kihnu	2 (2015)	137 (2011)	61	63
Kuressaare*	5 (1961)	150 (1966)	81	65
Kunda*	11 (1992)	148 (1956)	82	61
Kuusiku	9 (2008)	161 (1966)	107	45
Kärdla*	8 (1992)	145 (1966)	78	69
Lääne-Nigula*	11 (2008)	147 (1996)	73	62
Narva	14 (2008)	152 (2003)	103	51
Pakri*	6 (1961)	147 (1956)	69	67
Pärnu	11 (2008)	139 (1956)	80	60
Ristna*	6 (1961)	163 (1966)	67	66
Sõrve*	4 (1961)	126 (2011)	39	54
Tallinn	10 (2008)	145 (1966)	86	64
Tartu	10 (1992)	147 (1956)	80	65
Tiirikoja	11 (2008)	164 (1966)	96	53
Türi	12 (2008)	161 (1966)	99	46
Valga*	16 (2008)	142 (1956)	99	52
Viljandi	11 (2008)	145 (1956)	95	57
Vilsandi*	2 (1975)	120 (2011)	39	35
Virtsu*	4 (1961)	160 (1966)	78	62
Võru	11 (2008)	140 (1966)	82	52
Väike-Maarja*	17 (2008)	172 (1966)	121	56
<i>Lühim/ väikseim</i>	<i>2</i>	<i>120</i>	<i>39</i>	<i>35</i>
<i>Pikim/suurim</i>	<i>29</i>	<i>172</i>	<i>121</i>	<i>69</i>

*Jaama aegrida on lühem kui kogu uurimisperiood.

Püsiva lumikatte trendid

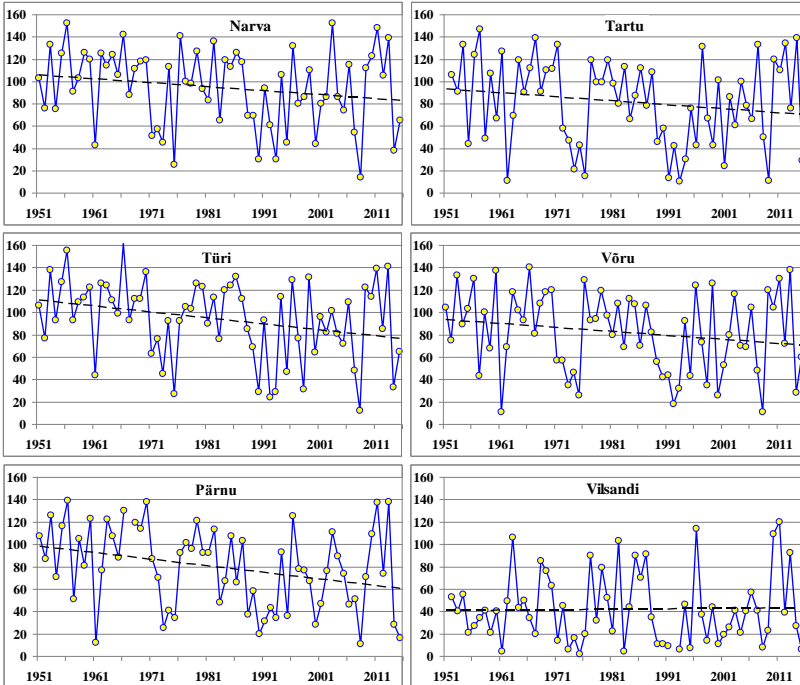
Püsiva lumikatte alguskuupäevas perioodil 1951–2015 statistiliselt usaldusväärseid trende ei esinenud (tabel 2). Üldiselt on varasemaga võrreldes tendents püsiva lumikatte hilisemale tekkele (muutus on suurem Türil ja Kundas), kuid mõningates jaamades esines nõrk püsiva lumikatte varasema moodustumise tendents (olles suurim Valgas ja Vilsandil). Kuna paljudes jaamades oli aegrida mittetäielik, siis seetõttu on ka trendi väärtused rohkem varieeruvad kui seda põhjustavad looduslikud erinevused.

Tabel 2. Püsiva lumikatte algus- ja lõpukuupäeva ning kestuse muutused päevades 10 aasta kohta ning mediaan perioodil 1951–2015 (statistiliselt usaldusväärsed muutused on toodud tumedas kirjas).

Jaam	Mediaan		Trendid		
	Algus	Lõpp	Algus	Lõpp	Kestus
Jõgeva*	12.XII	30.III	-0,31	-3,00	-3,79
Kihnu	14.I	21.III	-1,09	-3,00	-3,71
Kunda*	21.XII	24.III	2,50	-2,98	-7,10
Kuusiku	13.XII	1.IV	2,14	-3,42	-6,44
Narva	11.XII	29.III	0,53	-1,67	-3,85
Pärnu	25.XII	28.III	0,98	-4,18	-7,04
Ristna*	16.I	30.III	1,00	-2,81	-4,67
Sörve*	19.I	12.III	0,41	-1,33	-2,90
Tallinn	21.XII	25.III	0,66	-2,31	-4,87
Tartu	19.XII	26.III	-0,88	-4,31	-5,00
Tiirikoja	14.XII	27.III	-0,21	-4,06	-4,42
Türi	13.XII	1.IV	1,82	-3,33	-4,87
Valga*	10.XII	27.III	-2,38	-3,75	-5,21
Viljandi	16.XII	31.III	1,09	-2,86	-6,00
Vilsandi*	23.I	8.III	-2,57	-0,74	-0,48
Virtsu*	25.XII	31.III	0,41	-3,00	-5,68
Võru	17.XII	22.III	1,25	-2,94	-4,38

*Jaama vaatlusrida oli lühem kui uurimisperiood.

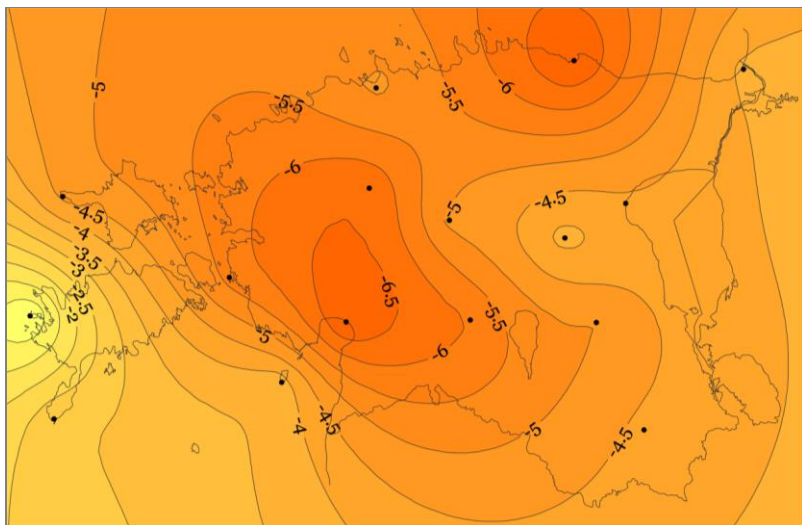
Püsiva lumikatte lõpp on enim varasemaks nihkunud Mandri-Eestis. Muutused on väiksemad rannikualadel ja Lääne-Eesti saartel (tabel 2). Püsiva lumikatte lõpukuupäevas esines perioodil 1951–2015 statistiliselt usaldusväärne negatiivne trend suuremas osas jaamadest. Erandiks olid Kirde-Eestis asuv Narva ning Lääne-Eestis olevad Vilsandi ja Sõrve, kus esines siiski nõrk negatiivne trend.



Joonis 5. Püsiva lumikatte kestus Narvas, Tartus, Türi, Võrus, Pärnus ja Vilsandil perioodil 1951–2015 ning selle trend (Pärnus on trend statistiliselt usaldusväärne).

Suurim statistiliselt usaldusväärne trend esines Tartus, kus püsiva lumikatte lõpp on kümnendi kohta nihkunud ligikaudu nelja päeva võrra varasemaks ehk neli nädalat kogu uurimisperioodi jooksul. Püsiva lumikatte lõpp on oluliselt varasemaks nihkunud ka Pärnus ja Tiirikojal, vastavalt 4,18 ja 4,06 päeva kümnendis. Püsiva lumi-

katte lõpu varasemaks nihkumine on seletatav läänevoolu ehk tsoonaalse tsirkulatsiooni tugevnemisega veebruaris ja märtsis (Jaagus 2003). Läänevooluga kantakse Atlandi ookeani kohalt sooja õhku kaugele Euraasiasse, mille tagajärjel on talved oluliselt soojemad kui uurimisperioodi alguses.



Joonis 6. Püsiva lumikatte kestuse trend perioodil 1951–2015 (päevi 10 aasta kohta).

Püsiva lumikatte kestuses esineb perioodil 1951–2015 negatiivne trend kõigis jaamades (joonis 5 ja 6), olles statistiliselt usaldusväärne viies jaamas: Kunda, Kuusiku, Pärnu, Viljandi ja Virtsu. Suurim lühenemise trend esineb Kundas ja Pärnus, kus kogu uurimisperioodi jooksul on püsiva lumikatte kestus vähenenud ligikaudu 1,5 kuu võrra – vastavalt 7,10 ja 7,04 päeva kümnendis (tabel 2). Väikseim statistiliselt usaldusväärne muutus on toimunud Virtsus, kus kogu uurimisperioodi jooksul on püsiva lumikatte kestus lühenenud ligikaudu viie nädala võrra ehk 5,68 päeva kümnendis. Eesti keskmisena on püsiva lumikatte kestus lühenenud ühe kuu võrra. Püsiva lumikatte kestuse lühenemine on suuresti tingitud üldisest õhutemperatuuri tõusust ning läänevoolu tugevnemisest talvel, eriti

veebruaris ja märtsis. Püsiva lumikatte kestus ongi peamiselt lühenenud selle varasema sulamise tõttu kevadel. Varasemalt on muutusi lumikatte kestuses täheldanud Jaagus (2006), kelle andmetel lühenes perioodil 1951–2000 lumikatte kestus sisemaal 17–20 päeva ning rannikualadel 21–36 päeva.

Kokkuvõte

Ööpäevaste keskmiste lume paksuse andmete analüüsi põhjal võib püsiva lumikatte kohta Eestis perioodil 1951–2015 teha järgmised järeldused:

- keskmine alguskuupäev on 24. detsembril, lõpukuupäev 25. märtsil ning kestus 83 päeva ehk ligi 3 kuud.
- Püsiv lumikate moodustub kõige varem Pandivere kõrgustikul Väike-Maarjas (keskmiselt 6. detsembril) ja Kagu-Eesti kõrgustikel. Lääne-Eesti saartel moodustub lumikate ligi kuu aega hiljem (Vilsandil keskmiselt 23. jaanuaril).
- Püsiva lumikatte näitajate aastatevaheline varieeruvus on suurim Lääne-Eesti saartel ning väikseim Pandivere kõrgustikul ja Kirde-Eestis.
- Püsiva lumikatte algus kogu uurimisperioodi jooksul statistiliselt usaldusväärselt muutunud ei ole. Lumikatte lõpp on nihkunud varasemaks 14 jaamas, enim Tartus (4 nädalat). Püsiva lumikatte kestus on statistiliselt oluliselt lühenenud viies jaamas, enim Kundas ja Pärnus (1,5 kuud).

Kirjandus

Jaagus, J. 1997. The impact of climate change on the snow cover pattern in Estonia. – *Climatic Change*, **36** (1), 65–77.

Jaagus, J. 1999. Interactions between snow cover duration, extent of sea ice and winter mean air temperature in Estonia. – A. Järvet. (Toim.). *Publicationes Instituti Geographici Universitas Tartuensis*, **84**, 74–83.

Jaagus, J. 2001. Kliimakalender. – *Publicationes Instituti Geographici Universitas Tartuensis*, **90**, 9–25.

Jaagus, J. 2003. Kliimamuutuste tendentsid Eestis 20. sajandi teisel poolel seostatuna muutustega atmosfääri tsirkulatsioonis. – Uurimusi Eesti kliimast. *Publicationes Instituti Geographici Universitas Tartuensis*, **93**, 62–78.

Jaagus, J. 2006. Climatic changes in Estonia during the second half of the 20th century in relationship with changes in large-scale atmospheric circulation. – *Theoretical and Applied Climatology*, **83**, 77–88.

Keevallik, S. 2003. Trendid meteoroloogilists parameetrites ja nende seos õhuvooluga vabas atmosfääris. – *Publicationes Instituti Geographici Universitas Tartuensis*, **93**, 53–60.

Kirde, K. 1939. Andmeid Eesti kliimast. Data on Estonian climate. – Tartu Ülikooli Meteoroloogia Observatooriumi teaduslikud väljaanded, **3**, 153.

Liidemaa, H. 1946. Soojuse ringvool lumikattes. Tartu: Teaduslik Kirjandus.

Letzmann, J. 1921. Die Höhe der Schneedecke im Ostbaltischen Gebiet. *Acta Comm. Univ. Dorpat*, A III, 65.

Tomingas, O. 2003. Atmosfääri tsirkulatsiooni indeksid Eesti jaoks ja nende seos ilmastiku kõikumistega. – *Publicationes Instituti Geographici Universitas Tartuensis*, **93**, 80–101.

Tooming, H., & Kadaja, J. 1999. Lumikate ja aluspinna albeedo Eestis. – *Publicationes Instituti Geographici Universitas Tartuensis*, **85**, 61–72.

Tooming, H., & Kadaja, J. 2006. Eesti lumikatte teatmik = Handbook of Estonian snow cover. A. Kallis, (Toim.). Tallinn-Saku: Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut, Eesti Maaviljeluse Instituut.

Long-term changes in snow regime in Estonia during 1951–2015

Birgit Viru

Summary

The aim of this study was to analyse spatial and temporal variability of the start and end dates and duration of the permanent snow cover and to determine the presence of long-term changes of these parameters during the period 1951–2015. Daily average snow depth series of 11 meteorological stations for the full period and 13 additional stations for shorter periods were processed in order to obtain reliable estimates of changes in the snow regime.

Long-term variability was characterized by quartile range. Mann-Kendall test was used to identify and analyse the trend. The following was concluded:

- On average, the start date of permanent snow cover was 24 December, the end date was 25 March, and the duration was 83 days.
- The earliest permanent snow cover was formed in Väike-Maarja, Pandivere Upland (6 December on average) and in the South-Estonian uplands. In the West-Estonian islands permanent snow cover was formed about a month later (Vilsandi on 23 January on average).
- Interannual variability of permanent snow cover characteristics was largest in the West-Estonian islands and the smallest in the Pandivere Upland and northeastern Estonia.
- Beginning of permanent snow cover has not reliably changed throughout the research period. The end date of the permanent snow cover receded at 14 stations; the most in Tartu (4 weeks). Duration of permanent snow cover shortened at five stations, the most in Kunda and Pärnu (1.5 months).

50 AASTAT ULATUSLIKU AGROKLIIMA VAATLUSVÕRGU ALGUSEST EESTIS

Helle-Mare Raudsepp, Arvo Järvet ja Laine Keppart

Sissejuhatus

Agrokliima vaatlusvõrgu rajamine Eestis on seotud põllumajanduse tõusuga 1960ndatel aastatel. Sageli sõltus põllutööde tegemine ilmaoludest, mida oli plaanimajanduse tingimustes vaja põhjendada, eriti siis, kui plaan jäi täitmata. Eesti vaatlusvõrgu eeskujuks sai hiljem tuhandetesse ulatuvate vaatluspunktidega võrk Ukrainas.

Üldises hüdrometeoroloogilises vaatlusvõrgus oli põllumajanduse teenindamiseks loodav ametkondlik vaatlusvõrk nagu kolmas järk (tase). Tulemused olid väiksema usaldusväärsusega, kuigi kasutati sarnast metoodikat, vaatlusriistu ja varustust nagu riiklikes vaatlusjaamades ja -punktides, kuid tavaliselt tehti vaatlusi ainult üks kord ööpäevas. Näiteks jäi kuumal suvel aurumise tõttu mõõdetav sademetehulk tegelikust väiksemaks.

Ametkondlik agrometeoroloogiline vaatlusvõrk sündis koostöös ilma-teenistuse ja põllumajandusasutuste vahel. Vaatlusvõrgu rajas Hüdrometeoroloogia teenistus oma agrometeoroloogia osakonna ja enamuses rajoonides (praegu maakonnad) olnud ilmajaamade juhatajate ja tehnikutega. Sellealase töö koordineerivaks keskuseks oli 1964. aastal asutatud Jõgeva agrometeoroloogiajaam, mille juhatajaks oli kuni 1974. aastani Eesti üks tuntumaid agrometeorologe

Karl Põiklik.¹ Käesolevas artiklis antakse ülevaade majandite ilma-vaatlusvõrgu rajamisest, vaatluste korraldamisest ja andmete kasutamisest, samuti saadud andmete põhjal agro- ja kohakliima uurimisest, millega oli võimalik täpsustada Eesti kliimanäitajaid.

Majandite vaatlusvõrgu väljakujunemine

Esimesed majandite ilmavaatluspunktid

Esimeste vaatluspunktide rajamisel otsiti enamasti vaatlejateks inimesed, kes tegid vaatlusi omal algatusel juba varem ja tundsid sügavamalt huvi looduse vastu. Järvemaal Türi meteoroloogiajaama (MJ) tollaegse juhataja Kaarel Härma eestvõttel asutati üks esimesi vaatluspunkte Mäekülas, kus tänaseni teeb vaatlusi Leo Rehela. Järjepidevalt on säilinud selle vaatluspunkti sademete andmed 1960.a juunist ja õhutemperatuuri andmed 1965. aastast. Leo enda sõnul alustas ta vaatlustega koos isaga ja on neid teinud praeguseks enam kui 70 aastat.

Tartumaal avati esimene vaatluspunkt Võnnus 1960. aastal, mis töötas 34 aastat. Võrumaal organiseeriti Võru MJ tollaegse juhataja Kalju Raagi initsiatiivil esimesed vaatluspunktid Sõmerpalus (lõpetas töö 1978), Väimela sordikatsepunktis (lõpetas 2001), Antsla Katsejaamas (1976. aastani), Varstu sovhoosis (töötas 30 aastat), Võru sovhoosis Vana-Kasaritsas (töötas 30 aastat). Viljandimaal asutati esimesed vaatluspunktid Olustvere katsejaamas (vaatlused toimusid endise meteoroloogiajaama väljakul aastail 1961–1993), Võhma kolhoosi keskses (1964–2010), Õisu aiandussovhoosis Kurvitsal (1965–1994). Raplamaal alustasid vahemikus 1960 kuni 1965.a tööd vaatluspunktid Raikkülas, Kodilas, Salutagusel, Märjamaal ja Varbolas. Eesmärgiks oli, et igas majandis töötaks oma ilmavaatluspunkt (Põiklik 1977; 1986; Киви, Раудсепп 1980).

¹ Eesti esimene agrometeoroloogiajaam alustas tööd Kuusikul 1956. aastal, kui sealne nn tavaline meteojaam reorganiseeriti spetsialiseeritud jaamaks. 1964. aastal viidi agrometeoroloogiajaam juhataja Karl Põikliku initsiatiivil üle Jõgevale.

Vaatluspunktide võrgu loomine 1965–1967

Eesti põllumajanduslike majandite meteovõrgu süstemaatiline arendamine algas 1964.a. Tol perioodil asutati vaatluspunktid Jõgevamaal Adaveres (1965–2010), Aidus (1965–2012), Jõgeva Sordiaretusjaamas (1965–2002, edasi automaatilmajaam), Puurmanis (1965–2009, sademete mõõtmise suve poolaastal praeguseni), Tormas (töötab praeguseni) ja Sadukülas (töötab praeguseni) ning Järvamaal Koerus (1965–2014). Esimesteks vaatluspunktideks olid veel Valgamaal Aakre, Keeni ja Hummuli, Lääne-Virumaal Rahkla ja Viru-Jaagupi, Tartumaal Rõngu, Pärnumaal Audru, Uulu-Rannaküla ja Urge, Hiiumaal Putkaste, Saaremaal Kõljala ja Muhu. Kahjuks pole ka nende punktide algusaastate kõik andmed säilinud, kuigi neil aastail kujunes juba välja andmete meteoroloogijaamadesse edastamise ja agrometeoroloogilise teenindamise süsteem.



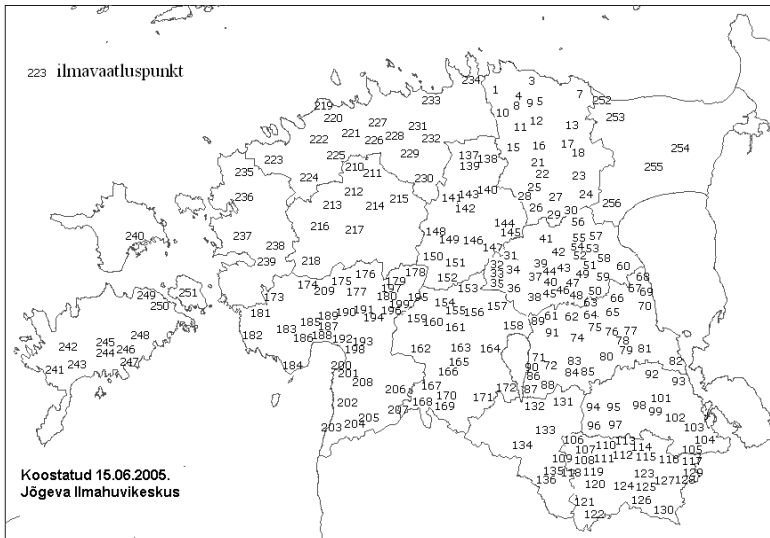
Joonis 1. 47 aastat Jõgevamaal Aidus ilmavaatlusi teinud Maimu Kitsing Seljaninovi onnist termomeetrinäite kirja panemas.

Majandite vaatlusvõrgu laienemine

Maakondade agro- ja kohakliima ning põldude mikrokliima uurinud toimusid lepingulise tööna Põllumajanduse ministeeriumi ja Hüdro meteoroloogia valitsuse vahel. Detailsem vaatlusvõrk kujunes Võru-, Jõgeva-, Pärnu- ja Tartumaal, kus erineval ajal oli neis

maakondades rohkem kui 25–30 vaatluspunkti (tabel 1, joonis 2). Agrokliima vaatlused olid olulised neis maakondades, kus looduslikud tingimused olid taimekasvatuse jaoks ühed keerulisemad – Võrumaal vahelduv künklik reljeef, Pärnumaal madalad maad raske lõimisega muldadega.

Töö täitjaks said Jõgeva agrometeoroloogiajaam koos agrometeoroloogiaosakonnaga, lepingut juhendas Sakus asunud Eesti Agrometeoroloogia laboratoorium. Vaatluspunkti avamine tähendas vaatleja välja õpetamist ning termomeetrite vaatlussonni ja Tretjakovi sademetemõõtlaga paigaldamist. Inimesed ei olnud ühesuguse õppimisvõimega ja osadel neist võttis vaatluste metoodika omandamine kauem aega kui teistel. Mõnes majandis oli vaatlejaks peaaegronoom või lühemat aega isegi sovhoosi direktor. Näiteks Tihemetsas alustas vaatlusi peaaegronoom ja jätkas ökonomistina töötanud Svea Randmaa, kellest kujunes välja sealse piirkonna tõeline agrometeoroloog-klimatoloog ja ilmaennustaja. Tihemetsas on vaatlusi tehtud 45 aastat. Vaatlusi tehti mõnes peres järjest mitme põlvkonna poolt. Vaatluspunktide tööd kontrollisid ja juhendasid pikka aega tol ajal Hüdrometeoroloogia valitsuses töötanud Laine Laht Võrumaal ja Aili Somer Pärnumaal.



Joonis 2. Aastail 1965–2005 töötanud majandite ilmavaatluspunktid.

Samasuguse tiheda 30 vaatluspunktiga võrgu nagu Võru- ja Pärnumaal, arendasid Tartumaal 1970ndate aastate esimesel poolel välja Jõgeva agrometeojaama alluvuses töötanud Tartu-Eerika agrometpunkti töötajad Asra Laivo ja Hilli Vall. Ka Jõgeva maakonnas laiendati vaatlusvõrku ja majandi vaatluspunktide arv kasvas 25ni. Siin olid kauaaegseteks ilmavaatluspunktidega tegelejaiks agrometeoroloogid Maie Kүүdorf ja Galina Mesteläinen.

1978. aastast alates hakati taastama Lääne-Virumaal varem töötanud vaatluspunkte ja avama uusi. Peale Võru- ja Pärnumaa oli Lääne-Virumaa kolmas maakond, mis valiti põhjalikumaks agrokliimaatiliseks uurimiseks, kui üks Eesti põhjapoolsematest ning vahetult seotud Pandivere kõrgustiku ja mere mõjuga. Üksikutes suurmajandites töötas mitu vaatluspunkti; näiteks Väike-Maarja kolhoosis oli toleaeegse peaastronoomi Alar Vettiku initsiatiivil kolm mõõtekohta.

Tabel 1. Väljaspool riiklikku süsteemi tegutsenud vaatluspunktid maakonniti.

Maakond	Kokku	1970–1990	2015	Pikima vaatlusreaga
Harju	16	12	1	Raasiku
Hiiu	1	1		Putkaste
Ida-Viru	5	3		Erra
Jõgeva	31	25	13	Adavere, Aidu
Järva	17	12	4	Mäeküla, Koeru
Lääne	5	4	2	Linnamäe
Lääne-Viru	25	22	2	Kadila, Viru-Nigula
Põlva	13	10	1	Linte, Mooste
Pärnu	37	30	4	Tihemetsa, Libatse
Rapla	10	7	2	Märjamaa
Saare	12	7	2	Viidu, Muhu-Liiva
Tartu	31	25	8	Alatskivi, Melliste
Valga	6	4	4	Nõuni
Viljandi	20	18	3	Võhma, Leie-Vaibla
Võru	25	24	2	Väimela, Kurenurme, Misso
KOKKU	254	204	48	

1984. aastast algas Viljandimaal, kui kõrge tootmistasemega maakonnas, vaatluspunktide taastamine ja uute asutamine, et detailsemalt selgitada põllumajanduse jaoks kliimaolusid Sakala kõrgustikul ja sellega piirneval Võrtsjärve madalikul. Eelpool mainitud Võhma vaatluspunkt oli selleks ajaks töötanud juba 20 aastat. Samal ajal arendati vaatlusvõrku ka Põlvamaal, kus meteoroloogiaajaama ei olnudki, töötas ainult Jõgeva jaamale allunud Põlva agrometeoroloogi punkt. Selles maakonnas oli vaatlusvõrgu laiendamise ajaks 20 aastat töötanud Mooste vaatluspunkt.

1980ndate aastate lõpus (isegi veel 1990ndate alguses) tehti Eestimaal peale riikliku võrgu ilmavaatlusi enam kui 200 vaatluspunkti. Üldse on erinevaid majandite vaatluspunkte lühemat või pikemat aega töös olnud üle 250 (joonis 2, tabel 1).

Vaatlusvõrgu lagunemine ja allesjäänud punktide töö Eesti Looduseuurijate Seltsi juures

1990. aastatel algas koos põllumajanduse reorganiseerimisega ja majandite likvideerimisega ka meteoroloogilise vaatlusvõrgu lagunemine. Osa vaatlejaid õnnestus mõneks aastaks vallavalitsuste palgale saada, seda eriti Tartumaal, ja teha koostööd looduskaitse-süsteemiga. Ka Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudi (EMHI) poolt koondatud meteopunktide tööd õnnestus teiste ametkondade abiga jätkata. Omakorda mõjus ebasoodsalt, et EMHI likvideeris agrometeoroloogia võrgu tervikuna: tehnikute töökohad maakondades ning agrometeoroloogia osakonna Tallinnas ja agrometeoroloogiaajaama Jõgeval, kes kõik vaatluspunktide tööd juhtisid ja andmeid koondasid.

2000. aastate alguseks jäi alles ligikaudu 50 punkti, kus vaatlejate töö põhines entusiasmil ja isiklikul ilmahuvil. Pärast riikliku vaatlusvõrgu töö lõpetamist loodi Eesti Looduseuurijate Seltsi juures Jõgeva ilmahuvikeskus, kust Helle Raudsepp (endine Jõgeva jaama agrometeoroloog, üks vaatlusvõrgu asutajatest) ühiskondlikus korras koordineerib vaatluspunktide tööd. 2003. aastast võeti Jõgeva Sordiaretuse Instituuti (praegu Eesti Taimekasvatuse Instituut) tööle agrometeoroloog Laine Keppart, kes tegeleb muude kohustuste

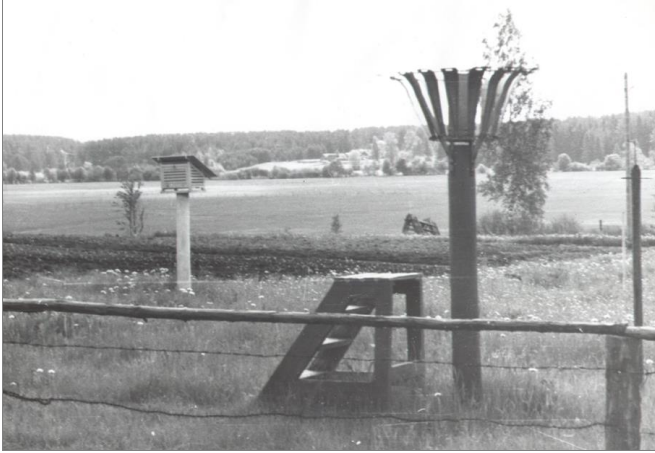
kõrval ilmahuvipunktide vaatlusandmetega. Andmed digitaliseeritakse, et need oleksid soovijatele kasutatavad. Lisandunud on põllumajanduslikud automaatilmaajamad. Aasta-aastalt väheneb endise traditsioonilise programmiga töötavate vaatluspunktide arv, samas juurde on tulnud ainult suvepoolaastal väliklaasiga sademete mõõtjad, kellest osa teeb talvel lumikatte vaatlusi.

Vaatluspunktide tööprogrammid, metoodika ja andmete edastamine

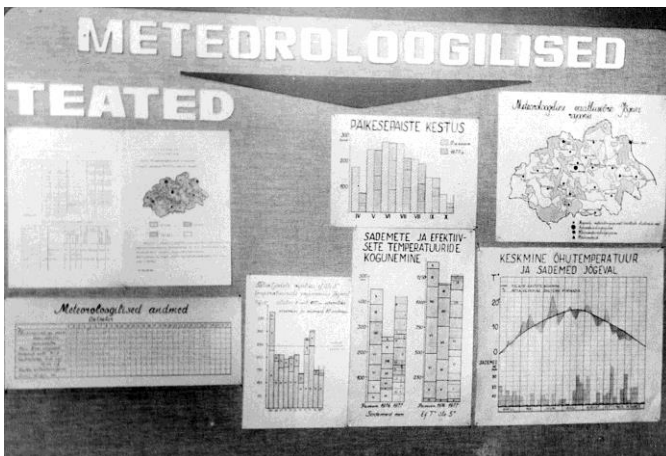
Majandite vaatluspunktides registreeriti ilmateenistuses kasutatava ühtse metoodika järgi igapäevaselt (enamasti hommikul kell 9) miinimum-, maksimum- ja momenditemperatuur kümnendikkraadi täpsusega, sademete hulk, talvel lume paksus ja ümbruse kaetus lumega. Lisaks sellele registreeriti atmosfääri nähted öö ja päeva täpsusega (Majandi... 1992). Vaatlusandmed pandi kirja vaatlusraamatusse, sealt kuude viisi aruande tabelisse. Samuti pandi kirja põllumajandusele olulised ilmast tingitud mõjud: põud, liigniiskus, tormituulest, rahest või öökülmast põhjustatud kahjustused jm. Paljudes vaatluspunktis mõõdeti kevadel viimaste ja sügisel esimeste öökülmade perioodil minimaalset õhutemperatuuri ka 50 cm kõrgusel maapinnast. Maakondade agrometeoroloogia tehnikud saatsid punktidest laekunud dekaadiinfo kindla koodi järgi Hüdrometi agrometeoroloogia osakonda. Praegu laekuvad aruanded Jõgeva ilmahuvikeskusesse või Eesti Taimekasvatuse Instituuti agrometeoroloogile.

Vaatluspunktide meteoroloogiline info leidis operatiivset kasutamist nii oma majandi, maakonna kui ka agrometeoroloogia osakonnas Eesti ilmastiku iseärasuste ja nende mõju väljaselgitamiseks põllutööde käigule, põllukultuuride kasvutingimustele, saagi kujunemisele ning kahjustustele ohtlikest ja ebasoodsatest nähetest (Киви, Раудсепп 1980). Selleks koostati spetsiaalseid agrometeoroloogilisi bulletääne ja kaarte nii Eesti kui ka maakondade kohta. Lisaks dekaadide ilma iseloomustamisele koostati agrometeoroloogilisi ülevaateid ka kuu, põllukultuuridele oluliste pikemate perioodide ja kogu taimekasvuperioodi kohta. Rajooni põllumajandusvalitsustes

(hiljem agrotööstuskoondistes), olid olemas ilma kohta vastavad stendid (joonis 4), millel olevat infot pidevalt täiendati (uendati). Sageli olid ilma kohta stendid ka majandite kontorites.



Joonis 3. Majandi ilmavaatlusväljak Seljaninovi onni ja Tretjakovi sademetemõõtlaga.



Joonis 4. Jõgeva Agrotööstuskoondises seinal olnud stend agrometeoroloogilise informatsiooniga.

Andmete säilitamine ja kasutamine

Kõigist igapäevaselt registreeritud meteoelementidest (va atmosfääri nähted) loodi käsitsi maakonniti kuuandmete koondtabelid. Järgnes aasta koondtabelite koostamine oluliste õhutemperatuuri, sademete ja lumikatte näitajatega:

- dekaadi, kuu ja aasta keskmine õhutemperatuur;
- kuu minimaalne ja maksimaalne õhutemperatuur, esimese ja viimase öökülma õhus esinemise kuupäev, öökülmavaba perioodi kestus;
- keskmise õhutemperatuuri püsiva läbimineku kuupäev 0° , 5° , 10° ja 15°C piirist ning vastavate perioodide kestus;
- aktiivsete (üle 10°C) ja negatiivsete õhutemperatuuride summad;
- sademete dekaadi, kuu, perioodide (XI–III, V–VIII, IV–X) ja aasta summa, maksimaalne ööpäeva sajuhulk kuus ja vegetatsiooni-perioodil ning päevade arv sademetega ≥ 1 , ≥ 5 , ≥ 10 , ≥ 20 mm;
- lumikatte paksus iga dekaadi lõpus, talve maksimaalne lume paksus igapäevastest näitudest;
- lumerežiimi näitajad – lumikatte alguse ja lõpu kuupäev, lumikattega päevade arv, püsiva lumikatte algus ja lõpp ning selle kestus.

Koondnäitajate kirjelduse, analüüsi, kaardistamise jm alusel toodi välja maakondade piires esinenud agrometeoroloogilised erinevused ning ilmastiku mõju taimekasvatusele. Koostatud "Põllumajandusaasta agrometeoroloogiline ülevaade" esitati trükituna ja köidetuna põllumajanduse juhtasutustele (sh ministeeriumile), viimastel aastatel ka keskkonnaasutustele. Lepinguga seotud neljas maakonnas (Võru, Pärnu, Lääne-Viru ja Viljandi) tehtud tööde aruanded 1968–2001. a kohta sisaldasid põhjalikumat koha- ja põldude mikrokliima erinevuste mõju analüüsi peamiste põllukultuuride saagikusele. Aruanded on Keskkonnaagentuuri arhiivis ja säilitatakse praegu ka Jõgeval Eesti Taimekasvatuse Instituudis.

Iga vaatluspunkti kohta moodustati algandmete aegread, mille alusel leiti vaatluspunktide 5–10 aasta keskmised näitajad, mis analoogiks valitud meteoroloogiajaama andmetega võrreldes taandati pikaajalisele keskmisele. Meteoelemendi keskmiste näitajate järgi

koostati maakonniti näitajate erinevuse kaardid, kus alusena kasutati samakõrgusjoontega (1:600000) reljeefikaarti. Selgusid erinevused maakondade koha- ja agrokliimas, mis on põhjustatud orograafilisest liigestusest, suurkõrgustike paiknemisest, mere kaugusest või lähedusest, veekogude, eriti suuremate järvede mõjust jne. Kuna vaatlusvõrk oli tihe, oli võimalik iseloomustada kohakliimat paiguti ka kõige madalamat järku regionaalsete maastikuüksuste, st paikkondade viisi.

Eelpool loetletud vaatlusandmete ja mõnede täiendavate näitajate (kõige soojema suvekuu ja kõige külmema talvekuu keskmine õhutemperatuur, kõige sademeterikkama ja kuivema suve ning vegetatsiooniperioodi kuu sademete hulk) alusel koostati maakondade viisi käsikirjalised kliimateatmikud (sulgudes vaatlusrea algusaasta): Võrumaa, sh Haanja Looduspark (1968), Pärnumaa (1968), Jõgevamaa (1966), Tartumaa (1970), Lääne-Virumaa, sh Pandivere veekaitseala ja Lahemaa RP (1978), Viljandimaa (1984), Põlvamaa (1980), Järvamaa (1965).

Maakondade kliimateatmikutes on andmed kuni 2000. aastate alguseni. Lisaks arvulistele näitajatele on teatmikutes toodud agrokliima kaardid ja skeemid, temperatuuri-, sademete- ja lumerežiimi ülevaated, registreeritud äärmusnäitajad ning näited ohtlikest ilmasituatsioonidest. Köidetud Võru, Pärnu, Jõgeva ja Lääne-Virumaa kliimateatmikud anti EMHI arhiivi, teiste maakondade ülevaated anti kas Tartu ülikoolile või Eesti Taimekasvatuse Instituudile Jõgeval.

1996. aastal hakati vaatluspunktide 20–30 aasta ja pikemate aegridade töödeldud andmeid ja kõigi vaatluspunktide igapäevaseid algandmeid sisestama digitaalsesse andmebaasi. 2000ndate alguseks jõuti viimast teha TÜ geograafia instituudi toetusel tagasiulatuvalt kuni 1990. a andmeteni. Seega jäid varasemad igapäevased vaatlusandmed perioodist 1965. kuni 1989. aastani digitaliseerimata. Seitsme maakonna andmed säilitatakse Eesti Taimekasvatuse Instituudis, teiste maakondade andmed anti 2015. aastal tagasi Riigi Ilmateenistusele. Juba 2002. aastal, kui Jõgeva agrometeoroloogiajaam likvideeriti, anti tollaegsele EMHI arhiivi kõigi maakondade vaatlusraamatud (MV-1) ja kuutabelid (MT-8pm). Ka 2003.–2014. aastal laekunud vaatluspunktide algandmed (kuutabelid) anti Riigi

Ilmateenistusele ja Jõgevale jäid andmed digitaliseeritult, va atmosfäärinähete kohta. Viimati nimetatud perioodist on Jõgeval ohtlike ja ebasoodsate meteo- ja agrometeonähete loetelud.

Uurimistulemustest ja nende kasutamisest

Majandite agrokliima vaatlusvõrgu organiseerimisel ja uurimisel võeti eesmärgiks käsitleda detailsemalt ühte maakonda Lõuna-, Lääne- ja Põhja-Eestis. Kõige tihedam vaatlusvõrk õnnestus rajada Võru ja Pärnu maakonnas, osalt ka Jõgeva, Tartu ja Lääne-Viru maakonnas. Võrumaa on Sise-Eesti (Eesti idapoolmiku) kliimavaldkonna näidisalaks, Pärnumaa aga kuulub Läänemeresse kliimavaldkonda. Maakonnasiseste kliimaerinevuste kujunemisel on Võrumaal oluline reljeefi, Pärnumaal mere mõju.

Üks olulisem agrokliima näitaja, mida vaatluspunktides mõõdeti, on minimaalne õhutemperatuur. Mõõtmistulemuste analüüsil selgus, et vaiksel või nõrga tuulega selgetel öödel temperatuuri inversiooni korral esineb minimaalse õhutemperatuuri territoriaalses jaotuses mõningaid erinevusi võrreldes varasemate Eesti kliimateatmikes (1969, 1976) toodud järeldustega (Raudsepp 1977, 1979, 1996; Raudsepp, Jaagus 2002, Keppart, Loodla, Raudsepp 2006; Keppart, Raudsepp 2007).

Mõõtmisandmetele tuginedes selgus, et absoluutse kõrguse suurenemisega kõrgustikel, samuti üksikutel suurematel positiivsetel pinnavormidel on minimaalne õhutemperatuur hoopiski kõrgem, kui neid ümbritsevatel madalikel või tasandikel, sest külm õhk vajub allapoole ja jahtub edasi. Merest eemaldudes langeb minimaalne õhutemperatuur kiiremini, kui seda varem arvati. Nii talvise pakase kui ka ohtlike öökülmade perioodil registreeriti maakonniti minimaalse õhutemperatuuri ja öökülmavaba perioodi kestuses varasemaga võrreldes suuri erinevusi. Vaatluspunktide viimase ligi 40 talve seni mõõdetud -40°C madalama minimaalse õhutemperatuuri andmed on esitatud tabelis 2.

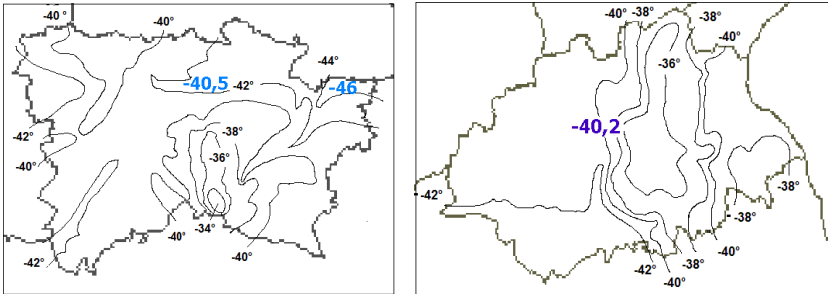
Tabel 2. Majandite ja riikliku vaatlusvõrgu vaatluspunktides mõõdetud kõige madalama õhutemperatuuri andmed 30.–31.12.1978.

t° min, °C	Vaatluskoht
-45...-46	Võrumaa: Meremäe
-44	Võrumaa: Obinitsa; Põlvamaa: Orava; Tartumaa: Vara
-43	Võrumaa: Vastseliina HMP, Otsa, Kääpa; Valgamaa: Karula
-42,5	Põlvamaa: Himmiste HMP
-42	Võrumaa: Konnuvere HMP; Valgamaa: Hummulu, Aakre; Tartumaa: Luunja, Lohkva; Jõgevamaa: Söe; Järvamaa: Päinurme
-41,5	Võrumaa: Väimela, Boose; Jõgevamaa: Puurmani; Järvamaa: Päinurme
-41	Võrumaa: Võhandu, Tsooru, Varstu, Mõniste, Illi; Põlvamaa: Mooste; Valgamaa: Keeni; Viljandimaa: Võhma
-40,5	Võrumaa: Kurenurme, Haabsaare, Krabi, Misso; Valgamaa: Restu; Jõgevamaa: Vaimastvere, Pajusi; Lääne-Virumaa: Sämi; Tartumaa: Kavastu

* Puuduvad Ida-Viru-, Harju-, Rapla- ja Läänemaa andmed.

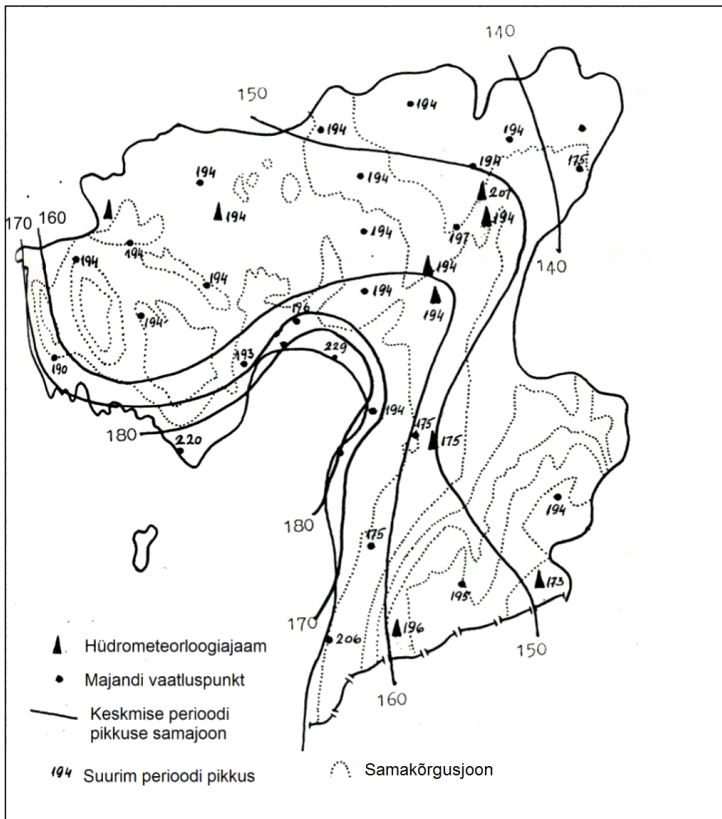
1978/79.a jt talvedel majandi vaatluspunktide andmetega täiendati nii Eesti madalaima õhutemperatuuri (joonis 5) kui ka nimetatud talve eriti ohtliku pakase esinemise kaarte ning koostati uued maakondade minimaalse õhutemperatuuri kaart-skeemid (joonis 6).

Ka aasta madalaima õhutemperatuuri 50% talvedest esineda võiv väärtus jäi Haanja kõrgustikul varem avaldatust (Eesti... 1969, Eesti ... 1976) kõrgemaks, jäädes -25...-27 kraadi vahemikku, kuid Võrus oli samal ajal -29°C, Võru orundi lammil -31°C. Pärnumaal on keskmise minimaalse õhutemperatuuri langus sisemaalt ranniku suunas järsk – -24°C langus -28°C toimub 20 km pikkusel lõigul.



Joonis 6. 30.–31. detsembri 1978.a minimaalse õhutemperatuuri territoriaalsed erinevused Võrumaal (vasakul) ja Jõgevamaal (paremal). Mõlemas maakonnas avalduvad selged erinevused seoses kõrgustike ja nende vaheliste nõgude paiknemisega. Võrumaal on hästi jälgitav Haanja kõrgustiku ning vähemal määral ka Otepää ja Karula kõrgustiku mõju. Kõrgustike vahel olevais Hargla ja Valga nõos ning Võru-Petseri orundis on oluliselt madalam miinimumtemperatuur kui kõrgustikel. Jõgeva maakonnas joonistub minimaalse õhutemperatuuri jaotuses selgelt välja maakonna kõrgeim ala – Vooremaa, mille lääneserval paikneb Jõgeva meteojaam. -42°C samajoon langeb küllalt hästi kokku Võrtsjärve madaliku piiriga vastu Kesk-Eesti tasandikku ja Vooremaad. Kõrgeima miinimumtemperatuuriga on mõlemas maakonnas kõige kõrgemad alad nii Haanja kõrgustiku keskosas kui ka Vooremaal.

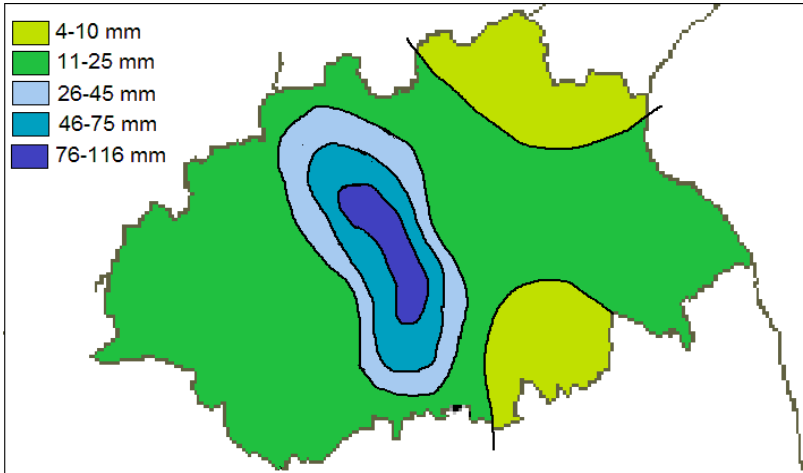
Erineva intensiivsusega öökülmad lõppesid kevad-suvel ja algasid sügisel olenevalt maastikulistest tingimustest, kaugusest merest jm põllumajanduse ja aianduse jaoks suure (sageli 20–30päevase) erinevusega. Seega võis öökülmavaba perioodi kestus ühes maakonnas erineda 40–50, isegi enam kui 60 päeva võrra. Enam analüüsi ja kaardistati tavaliste öökülmade (minimaalne õhutemperatuur alla 0°C) esinemist ja öökülmavaba perioodi kestust. Võrumaa vaatluspunktide andmetel suurküngaste lagedel ja nõlvade ülasaosas pikeneb öökülmadeta periood 10–20 päeva, orgudes ja nõgudes aga lüheneb 10–20 päeva võrra võrreldes tasaste aladega. Kuivendatud turvasmuldadel ja ürgorgudes väheneb öökülmadeta perioodi kestus 30–40 päeva, seda ka Pärnumaal rannikuvööndis (joonis 7).



Joonis 7. Tugevate (alla -2°C) öökülmade vaba perioodi keskmine ja suurim kestus ööpäevades Pärnumaal.

Maakondade agrokliima näitajate suuremaid territoriaalseid erinevusi, sh öökülmade esinemist, saab kajastada üldistatult, kuna tegelikult on öökülmadega seotud kahjustused väga lokaalsed. Tugevad (minimaalne temperatuur alla -2°C) ja väga tugevad (alla -4°C) öökülmad põhjustasid külmakahjustusi 1974., 1975. ja 1984.a kevadel ning suve alguses suviteraviljadele ja tärganud kartulile. Näiteks langes minimaalne õhutemperatuur Pärnumaal kuivendatud turvasmuldadel 20.-24. mail 1974. aastal $-12\text{...}-15^{\circ}\text{C}$, kahjustades taliteraviljugi. 1976. ja 1986.a sügisel septembri lõpus sai kahjustada koristamata kartul, juurviljad ja õunaaiad.

Põllumajanduse, eriti taimekasvatuse jaoks on väga oluline sademeterežiim. Sademete vaatlusvõrk on olnud majandite agrokliima uurimisel kõige tihedam ja andmete kasutamine kõige operatiivsem põllumajanduse meteoroloogilisel teenindamisel. Sademete jaotus on soojal poolaastal (ennekõike suvekuudel) äärmiselt ebahütlane – kohati esineb samaaegselt raskema lõimisega muldadega põldudel liigniiskus, liivmuldadel aga põud.



Joonis 8. Tugeva äikesevihma sademetesumma erinevused Jõgeva maakonnas Laiuse voorel ja selle ümbruses 2. augustil 1994.a.

Üle 50 mm/d sajuhulka võib põllumajanduse jaoks pidada juba ohtlikuks. Vaatluspunktides on viimase 50 aasta jooksul paljudel kordadel mõõdetud sademeid ka üle 100 mm/d. Mitteametlikus ööpäeva sajurekordite tabelis hõivab esikoha Võrumaal Vastseliina kandis Illi lähedal 1974. aastal 28.–29.06. kella 9.00 kuni 9.00 mõõdetud 154 mm. Püsa jõgi tõusis siis üle kallaste, viis kaasa heinasaadusid, uuristas ära maanteetammid ja voolas läbi Tamme kaupluse ruumide.

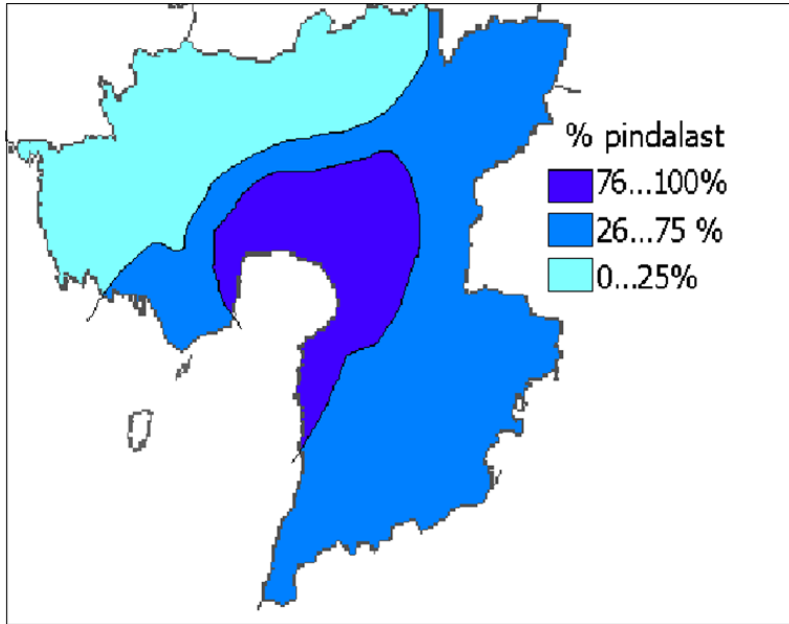
Suurt, 100 mm sajuhulga esinemist Jõgeval ja selle lähikonnas 2. augustil 1994.a, kus sajupilvede kogunemist ja liikumist mõjutas selgelt Laiuse voor, illustreerib joonis 8. Jõgeva alevikust Laiuse

suunas oli sajuhulk üle 70 mm/d, kuid vähenes järsult Laiuse mäest idapool. Laiuse voorest läänepool olid mullad nii märjad, et 2–3 päeva vältel ei saanud põllule tööle minna. Vooremaa lääne- ja keskosas kõrgete voorte mõju sademete jaotusele Jõgeva maakonnas on märgatav real juhtudel.

Majandi vaatluspunktide andmed on oma „jälje jätnud“ ka Eesti suurimate kuu sajusummade loetellu (tabel 3). Samaaegselt Eesti rekordiga – 351 mm Haanja meteoroloogiapunktis 1987.a augustis mõõdeti Plaani külas paiknevas vaatluspunktis 301 mm, Plaaniilt veelgi lõunapool Ruusmäel 298 mm sademeid.

Tabel 3. Suuremad kuu sademetesummad Eestis (mm).

Sademed, mm	Vaatluskoht	Maakond	Kuu	Aasta
351	Haanja HMP	Võru	august	1987
321	Kääpa HMP	Jõgeva	juuli	1998
301	Plaani	Võru	august	1987
298	Ruusmäe	Võru	august	1987
290	Aravete	Järva	august	1986
290	Vana-Kasaritsa	Võru	august	1987
288	Saku	Harju	juuli	2004
286	Luke	Tartu	august	1988
285	Kasari HMP	Lääne	august	1988
283	Misso	Võru	august	1987
278	Vastseliina HMP	Võru	august	1987
278	Päinurme	Järva	august	1987
276	Urge	Pärnu	august	1984
275	Oore HMP	Pärnu	juuli	1984
275	Selja	Pärnu	juuli	1984
275	Mauri HMP	Võru	august	1987
273	Ulila HMP	Tartu	juuni	1985
271	Väike-Maarja MJ	L-Viru	august	1990
271	Varstu	Võru	august	1987
266	Harku MJ	Harju	juuli	2004



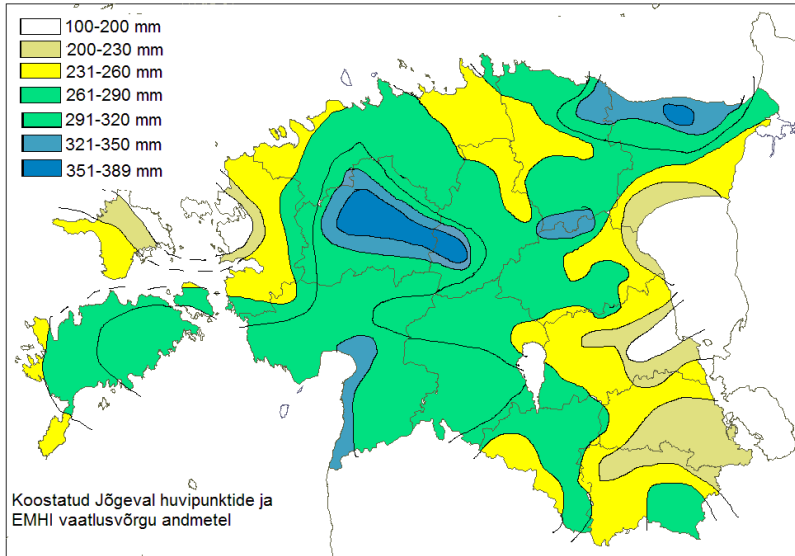
Joonis 9. Liigniiskuse ja lausvee levik ning kartuli kahjustused (% pindalast) Pärnumaa põldudel 1978. aasta juulist oktoobrini.

Aasta sajurekordite edetabelis on silmapaistev osa Sakala ja Pandivere kõrgustiku lähedastel läänepoolsetel mõõtepunktidel (tabel 4). Kaansoos, mis paikneb Sakala kõrgustiku jalami lähedal, saadi 1981. aasta sademetesummaks 1123 mm. Samal aastal paistsid silma ka Järvemaal asunud Väätsa ja Roosna vaatluspunktid üle 1100 mm sajusummaga. 1978. a suvi ja sügis oli uputuslik Edela-Eestis, sh Pärnumaal, kus juulis oli 100–195 mm, augustis 120–237 mm ja septembris 140–187 mm sademeid ning sügisel jäid põllud vee alla ja saak ikaldus või jäi koristamata suurtel aladel (joonis 9).

Tabel 4. Aasta suuremaid sademete summasid (mm).

Sademed	Koht	Maakond	Aasta
1157	Nääri HMP	Rapla	1990
1123	Kaansoo	Pärnu	1981
1120	Tahkuse HMP	Pärnu	1981
1111	Väätsa	Järva	1981
1106	Sürgavere	Viljandi	1981
1103	Roosna	Järva	1981
1101	Karujärve HMP	Saare	1981
1100	Tõrva HMP	Valga	1981
1089	Oore HMP	Pärnu	1981
1071	Jäärja HMP	Pärnu	1981
1069	Kiisa HMP	Pärnu	1990
1064	Pirgu HMP	Rapla	1981
1061	Jäärja HMP	Pärnu	1990
1056	Metsküla	Viljandi	1988
1052	Tipu HMP	Viljandi	1981

Liigsademetega analoogset kahju põllumajandusele on põhjustanud ka sademete vähesus ja sellest tulenev põud. Juba 10...20 päevane sademeteta periood, eriti koos kuuma ilmaga, võib põhjustada põldudel põuakahjustusi, eriti õhukestel kerge kuni keskmise löimisega paetasandikel, liiv- või klibumuldadel. On esinenud kuupikku-seid ja pikemaidki sademeteta või mõne millimeetrise sademete hulgaga perioode, sh vaid 100–150 mm sademetesummaga neljal suvekuul, s.o aktiivsel vegetatsiooniperioodil (joonis 10). Meenuvad 1970ndate aastate esimene pool ja 2002. aasta, mil mullad Põhja-Pärnumaal ja Jõgeva kandis olid nii kõvaks kuivanud, et neid oli võimatu puurida mullaniiskuse proovide võtmiseks.



Joonis 10. Põuase 2002. aasta vegetatsiooniperioodi (aprill-oktoober) sademetesumma jaotus Eestis.

Kokkuvõte

1960ndate keskpaigas alguse saanud laialdane majandite (kolhooside ja sovhooside) agrokliima vaatlusvõrgu kujunemine ja selle käigus hoidmine ca 25...50 aasta jooksul andis olulist lisa Eesti üld- ja agrokliima detailsel uurimisel. Kõige tihedam oli vaatlusvõrk 1980ndatel aastatel, mil töötas korraga lisaks riiklikule ilmavaatlus-süsteemile enam kui 200 majandite vaatluspunkti. Nende punktide vaatlusriidade alusel oli võimalik küllalt hästi kirjeldada kohalikku kliimat ja mõningal määral ka selle muutusi. Täpsustati maakondade, maastikurajoonide, looduskaitsealade jt piirkondade koha- ja agrokliimat, õhutemperatuuri-, lumikatte ja sademete režiimi, leiti keskmised ja äärmusnäitajad. Tehti kindlaks Võru ja Pärnu maakonnas 4–6, kohati isegi 8–12 kraadised erinevused minimaalse õhutemperatuuri jaotuses talvel ja vegetatsiooniperioodil ning 30–50 päevased erinevused öökülmadeta perioodi kestuses.

Tänu tihedale vaatlusvõrgule, sai võimalikuks füüsilis-geograafilisi tegureid arvestades Eesti agrokliimaatilise rajoneerimise skeemi täpsustamine Võru- ja Pärnumaa osas olulisemate kliimanäitajate alusel, milleks oli aktiivne soojussumma, öökülmadeta perioodi kestus, sademete hulk ja lumikatterežiimi näitajad. Kogutud vaatlusmaterjali alusel osutus võimalikuks selgitada nende maakondade agrokliima erinevusi detailsemalt, kui teistes maakondades.

Kirjandus

Eesti... 1969. Eesti NSV kliimaatlas. Tallinn, 35–36, 62–63, 74, 76, 85, 91, 98–100.

Eesti... 1976. Eesti NSV agrokliima ressursid. K. Kivi (Koost). Tallinn. 142 lk.

Keppart, L., Loodla, K., Raudsepp, H-M. 2006. Eesti keskmisi ja äärmuslikke agrokliima näitajaid aastatel 1961...2005. – Agronoomia 2006. E. Kask (Toim.). Jõgeva, 253–256.

Keppart, L., Loodla, K., Raudsepp, H-M. 2007. Aktiivsest soojusest Eestis aastatel 1977–2006. – Agronoomia 2007. J. Kadaja (Toim). Saku, 151–154.

Keppart, L., Loodla, K., Raudsepp, H-M. 2008a. Öökülmad. – Eesti ilma riskid. A. Kallis (Toim). Eesti Entsüklopeediakirjastus koostöös Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudiga. Tallinn, 130–134.

Majandi... 1992. Majandi meteoroloogiaposti vaatluste juhend. Eesti Vabariiklik Hüdro meteoroloogia Valitsus. Eesti Põllumajanduse Infokeskus. Tallinn. 46 lk.

Põiklik, K. 1977. Põld, ilm ja saak. Tallinn, 117 lk.

Põiklik, K. 1986. Ilmaressursid põllumajanduses. Tallinn, 136 lk.

Raudsepp, H. 1977. Pärnu rajooni kliimast. – Eesti Loodus, 12, 772–777.

Raudsepp, H. 1979. Öökülmade olenevus füüsilis-geograafilistest tingimustest (Pärnu ja Võru rajooni näitel). Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat, 1978, 29–39.

Raudsepp, H. 1996. Kuidas Haanja ja Võru külma-sooja omavahel jaotavad. – Eesti Loodus, 11/12, 400–402.

Raudsepp, H., Jaagus, J. 2002. Kliima iseloomustus. – Saaremaa. Loodus Aeg Inimene 1. H. Kään, H. Mardiste R. Nelis, O. Pesti (Toim.). Eesti Entsüklopeedia Kirjastus, 65–68.

Aruanne... 1969–2002. Aruanne lepingulise uurimistöö "Eesti NSV põllumajanduslike rajoonide mikrokliima" täitmise kohta aastatel 1968.–2001. Jõgeva-Saku. Käsikiri Keskkonnaagentuuri arhiivis.

Киви К. П., Рудсепп, Х. И. 1980. Использование результатов наблюдений агрометпостов в сельскохозяйственном производстве. Гидрометиздат ВДНХ СССР, 9 с.

50 years comprehensive agroclimatological observation network in Estonia

Helle Raudsepp, Arvo Järvet and Laine Keppart

Summary

Agricultural production is directly impacted by climatic parameters at regional scale. The development of agricultural climatology has been rapid in the second half of 20th century in Estonia. On the bases of agro-climatic observations data from weather stations general regional climatic conditions could be characterized. To develop the specialized agro-climatic observation network in Estonia the agrometeorological station in Jõgeva (Central Estonia) was formed in 1964. Co-ordinated observations of air temperature and precipitations for agricultural purposes have been started in the end of 1960es. From very beginning the Jõgeva Agrometeostation, in co-operation with collective and state farms, has planned to set up the comprehensive agro-climatic observation network at regional scale considering Estonian landscape regions and structure of agricultural production. Additionally, to get more precise overview of agro-climatic conditions an extensive observation network has been developed in some regions, for example in Pärnu (coastal region) and Võru (hilly landscape region) counties. The total number of observation sites exceeded 250, but in the beginning of 1990-ies after the collapse the Soviet Era also number of observa-

tion sites decreased remarkably. Partly the gap in observation data was filled by the observers network of amateur meteorologists of the Estonian Naturalists' Society. All agro-climatic data are available for free of charge for all interested users (local authorities, institutions, universities, students...).

The main objectives of the study were to improve accuracy of agro-climatic weather parameters at local scale and to develop methods of prognosis for assessing and predictions damages what could be caused by extreme weather conditions. Analysis of agro-climatic data and created analytical maps serve as bases in agro-climatic regionalization of the territory at national and county level in Estonia. An analysis of the results of agro-climatic regionalization indicates that landscape features (mainly relief and Quaternary deposits) are leading factors in the formation of micro- and meso-scale agro-climatic differences in Estonia. Depending on purpose and available information, regionalization maps can be compiled with different contents and details.

SOTSIAALNE SEGREGATSIOON TALLINNAS EUROOPA LINNADE VÕRDLUSPEEGLIS

Tiit Tammaru

Sissejuhatus

Euroopa linnades viimastel aastakümnetel toimunud linnarahutused on teravalt tõstatanud küsimuse ebavõrdsusest. Sisseränne kolmandatest riikidest ning riikliku heaolupoliitika nõrgenemise tulemusena, osaliselt tingituna ka rahvastiku vananemisest, hakkasid 1970. aastatel inimeste sissetulekute erinevused Lääne-Euroopas kasvama ja selline areng on väikeste tõusude ja mõõnadega jätkunud tänaseni (Piketty 2013). Ida-Euroopa riikides oli nõukogude aja lõpus sotsiaalne ebavõrdsus väike. Riiklik korterite jagamise süsteem leevendas sotsiaalset ebavõrdsust ja piltlikult oli suurem osa inimestest võrdselt vaesed. Ka Ida-Euroopas hakkas ebavõrdsus kiiresti kasvama 1990. aastatel koos üleminekuga riiklikult plaanimajanduselt turumajandusele. Seda siiski mitte kõikides riikides sarnase kiirusega. Eesti oma kiiresti kasvava sotsiaalse kihistumisega on ühes äärmuses, Tšehhi Vabariik on väikese sotsiaalse ebavõrdsusega teises äärmuses (Eurostat 2017).

Käesolevas artiklis käsitletakse ruumilist ebavõrdsust ehk segregatsiooni Tallinnas ja teistes Euroopa pealinnades. Täpsemalt seda, kuid võrd erinevalt jaotuvad jõukamad ja vaesemad inimesed erinevatesse linna asumitesse ehk kuid võrd tugev on suundumus, et jõukad elavad üha enam koos jõukate ja vaesed vaestega. Segregatsiooni tekkeks peab kõigepealt kasvama sissetulekute erinevus,

selle muutuse teine vaatus on ruumilise ebavõrdsuse kasv (Musterd ja Ostendorf 1998). Seejuures valitseb seaduspära, et sotsiaalse kihistumise suurenedes hakkavad just jõukamad pered tasapisi oma koduvaliku soove realiseerides eralduma vähem jõukatest inimestest, kolides näiteks Tallinnas Mustamäelt Viimsisse.

Ruumiline ebavõrdsus hakkab omakorda taastootma sotsiaalset ebavõrdsust, sest vanemate elukoht määrab suurel määral ära laste kooli ja koolikaaslased ning sellel on omakorda mõju laste tööalasele karjäärile (van Ham ja Tammaru 2017). Kui kodud paiknevad väga erinevates piirkondades, mõjutab see vähem jõukate perede laste ühiskonnas edenemist. Jõukamate ja vähem jõukate inimeste lapsed ei kohtu, ei suhtle, võrgustikke ei teki, info ei liigu samamoodi, see kujundab väärtushinnanguid, õpitee ja ametite valikuid. Nii käivitub nõiaring – vanemate kodu asukoht mõjutab laste kooli asukohta, laste kool mõjutab nende haridusteed ja töökohta, töökoht mõjutab sissetulekuid ja selle kaudu kodu asukohta –, mis ulatub vanematelt edasi lasteni.

Segregatsiooni mõjutegurid

Kasvav sotsiaalne ebavõrdsus on probleem, sest viib lihtsalt eelpool mainitud segregatsiooni nõiaringi tekkeni. Siiski ei saa öelda, et segregatsioon on tingimata vaid probleem ning sotsiaalne segunemine ei saa olla eesmärk omaette. Erinevused inimeste jõukuses on loomulikud ning nii on loomulikud ka ruumilised erinevused rohkem ja vähem jõukate inimeste kodude paiknemises. Probleem tekib aga siis, kui erinevused kärisevad järjest suuremaks ja kui vaesemad inimesed jäävad üha enam omaette elama (Wilson 1987). Eriti probleemne on see, kui vaesuse/jõukuse ja rahvuse piirid hakkavad kattuma ehk teatud linnaosadesse jäävad elama vaesed sisserändajad ja nende lapsed (Leetmaa jt. 2015; Musterd 2005). Linnad, kus planeerimise tulemusena on ehitatud suured homogeensed elamualad nagu näiteks Tallinna „mäed“, on kunstlikult loodud selline linnakeskkond, kus segregatsioonil on lihtne tekkida.

Seega kui sotsiaalne kihistumine on suur ja linnas on suured homogeensed elamupiirkonnad, on segregatsiooniks soodne kasvulava

juba loodud. Segregatsioon ei pruugi siiski kasvada, kui linna- ja eluasemepoliitika seda tasakaalustavad. Näiteks on Euroopa linna- poliitika vähendanud ebavõrdsust, võrreldes näiteks USA või mitme Lõuna-Ameerika riigi linnadega (Florida 2014; Maloutas and Fuijta 2012). Kui USA linnades saame me rääkida slummidest ja getodest, siis Euroopas seni veel mitte, kuigi muutused toimuvad samas suunas. Heaolusüsteemid, mida räsib üha enam rahvastiku vananemine ja millele annavad hoogu tänased finantsprobleemid, hoogustavad seda. Heaolusüsteemide vähenemine koos kasvava lihttöötajate sisserändega loovad aga ka Euroopa linnades järjest soodsamat kasvulava segregatsiooni kasvule. Heaolusüsteemide vähenemine ning teistpidi turu rolli suurenemine elukohavaliku mõjutajana on seega oluliseks segregatsiooni suurendavaks teguriks.

Segregatsiooni leevendava poliitika võib jagada kolmeks (van Ham jt 2016): asumite, inimeste ja ühendustega seotud poliitika. Asumipõhise poliitika peamine eesmärk on suurendada erineva sotsiaalse taustaga inimeste tasakaalu erinevates linna asumites. See poliitika on edukas, kui vaesematesse piirkondadesse õnnestub meelitada jõukamaid inimesi. Selline muutus võib toimuda ka loomulikult, näiteks seoses inimeste eelistuste muutusega. Viimase paari aastakümne jooksul on nii Tallinna kui paljudes linnades üle maailma muutunud populaarseks 19.–20. sajandivahetuse Kalamaja taolised kesklinna piirkonnad. Eripärane arhitektuur, põnev tööstusest maha jäetud linnakeskkond, kesklinna ning sageli mere lähedus on muutnud sellised asumid taas populaarseks (Lees jt 2013). Küsimus on linnapoliitika vaatenurgast, kas sellised linnaosad jäävadki sotsiaalselt segunenuks või lõppeb selliste asumite muutus pigem sellega, et endised vaesed linnaosad muutuvad ajapikku jõukateks. Praegune areng nii Tallinnas kui Euroopas viitab sedalaadi muutusele.

Lääne-Euroopa linnades tähendab asumipõhine segregatsiooni vähendamisele suunatud linnapoliitika sageli linna või ka riigi aktiivset sekkumist elamuehitusse (Lees 2008). See on aga kulukas ning seetõttu on sedalaadi poliitikat üha keerulisem ellu viia olukorras, kus heaolusüsteemi investeeringud vähenevad. Kuid asumipõhine segregatsiooni vähendamine ei pea tingimata põhinema avaliku sektori otsestel investeeringutel. Üle lahe Helsingis on asumite sotsiaalse segunemise poliitika tänaseni väga järjepidev ning hõl-

mab ka planeerimist. Näiteks saab uusarenduste puhul planeeringuga sätestada, mis laadi eluasemeid ja kellele ehitada. Sest nii nagu ei ole hea jõukuse koondumine teatud linna piirkondadesse, pole hea ka see, kui erinevas vanuses inimesed koonduvad erinevatesse linnaosadesse. Kui noored pered kolivad kõik kokku ühte linnapiirkonda ja eakad inimesed teise, tuleb ka lasteaiad ja koolid ümber paigutada. Seetõttu on nii eluaseme kui inimeste mitmekesisus vägagi oluline kõikidele linna asumitele ja piirkondadele.

Kuigi asumipõhine segregatsioonipoliitika on eriti Lääne-Euroopa linnades populaarne, on efektiivsem siiski see poliitika, mis keskendub inimestele (van Ham jt 2016). Niisuguse poliitika keskmeks on haridus, ümberõpe, hõive ning ametialase edenemise toetamine ehk lihtsamalt öeldes – vaesuse vähendamine. Vaeste inimeste koondumine teatud asumitesse ja linnapiirkondadesse on probleem ja seda saab mõningal määral leevendada sellega, et soodustada erineva sotsiaalse taustaga inimese kooselamist. Segregatsiooni juurpõhjus on siiski vaesus ning just sellega peaks linnapoliitika kõige intensiivsemalt tegelema. Eriti oluline on seejuures lastele võimalikult võrdsete võimaluste loomine. Inimeste keskenduva poliitika “häda” on aga selles, et positiivset mõju ei ole lihtne hinnata. Esiteks vahetavad need inimesed, kes suudavad vaesusest välja rabeleda, sageli ka elukohta ehk asumis ei pruugi muutust märgata. Veelgi enam, positiivne muutus seondub osaliselt lastega (kes samuti kolivad vanematekodust välja) ning nii on sedalaadi poliitika positiivset mõju samuti raske üheselt mõõta: inimesed küll muutuvad, kuid asumid ilmtingimata mitte.

Kolmas liik poliitikatest keskendub ühendustele (Wissink jt. 2016). Probleem pole sageli see, et jõukad ja vaesed elavad erinevates linna piirkondades ning vaesemad inimesed jäävad elama omaette, kuivõrd see, kui vaesemad inimesed ei pääse lihtsalt liikuma: kooli, tööle, vaba aja veetmise kohtadesse jne. Töökohtade ja teenuste kättesaadavus on seega väga oluline ning sõltub ühistranspordi korraldusest ja hinnast. Mida paremini, kiiremini ja odavamalt ühendab ühistransport linna asumid ja eriti asumid ja kesklinna, seda väiksemad on segregatsiooniga seotud probleemid. Kui elukohtades on segregatsioon suur, siis päevasel ajal ei pruugi see nii olla (Silm ja Ahas 2014). Siin võib olla ka varjatud probleem. Head ühis-

transpordi võimalused võivad varjutada teised suure segregatsiooni negatiivsed mõjud. Näiteks kui koolid on piirkonnapõhised, siis segregatsiooni kasvades tekib vähem sõpru jõukamatest ja vaesematest peredest laste vahel. Teisisõnu aitavad head ühendused küll kõrge segregatsiooni mõjusid leevendada, kuid ei kõrvalda neid täielikult.

Andmed ja meetodika

Käesolevas artiklis võrreldakse jõukate ja vaeste elukohamuutusi Tallinnas 12 Euroopa pealinnaga. Võrdluse aluseks olevad andmed pärinevad raamatust *Socio-economic Segregation in European Capital Cities. East meets West* (toimetajad Tiit Tammaru, Szymon Marciniak, Maarten van Ham, Sako Musterd; Routledge 2016). Lisaks on siinsesse artiklisse kaasatud ka Helsingi. Linnadena käsitletakse selle raamatu aluseks olevas uurimuses ühtset eluaseme- ja tööturгу, mitte administratiivselt määratletud üksust. Tallinna linna-reegiooni oleme määratlenud Tallinna ja teda ümbritsevate valdadega. Rahvaloenduse andmetel elas 2000. aastal linnaregionis 470 000 inimest ja 2011. aastal 513 000 inimest, sh linnalähivaldades vastaval 70 000 ja 120 000 inimest. Asumina käsitletakse keskmiselt 1000 elanikuga planeerimisüksusi. Jõukate ja vaeste määratlemise aluseks on kas sissetulek (registripõhise andmekorraldusega riigid) või amet (rahvaloenduse põhise andmekorraldusega riigid). Ametialased kategooriad tuginevad *International Standard Classification of Occupations* (ISCO-88) põhijaotusele: juhid, tippspetsialistid – kõrge sissetulek; spetsialistid, ametnikud – keskmine sissetulek; teenindustöötjad, oskustöölised, masinaoperaatorid, lihttöölised – madal sissetulek. Kõrge ja keskmise sissetulekuga inimesed kuuluvad nn valgekraeliste ning madala sissetulekuga inimesed nn sini-kraeliste rühma. Amet ja sissetulek on omavahel tugevalt seotud; Tallinnas on analüüsi aluseks amet.

Kõigis 13 uuritud Euroopa pealinnas arvutasime erinevuse indeksi (*dissimilarity index*). Võrreldud on kõrge sissetulekuga (jõukad) ja madala sissetulekuga (vaesed) inimesi. Indeksi väärtuse vahemik on 0 kuni 100 ning see näitab, mitu protsenti kas jõukatest või vaestest inimestest peaks kolima mõnda teise linna asumisse selleks, et jõu-

kaid ja vaeseid inimesi oleks asumites võrdselt. Kui indeksi väärtus on 0, siis segregatsioon puudub ehk keegi ei peaks elukohta vahetama. Kui indeksi väärtus on 100, siis elavad jõukad inimesed kõik ühtedes asumites ja vaesed teistes asumites ehk kas kõik vaesed või jõukad peaksid elukohta vahetama. Jõukate ja vaeste inimeste vaheline segregatsioon on väike juhul, kui erinevuse indeks on alla 20 ja suur, kui indeksi väärtus on üle 40 (Marcinčzak jt. 2015). Võrdleme indeksi väärtust aastatel 2001 ja 2011 ehk kahe viimase rahvaloenduse ajal. Vaid nende kahe aasta kohta on olemas kõige värskemad andmed erinevuse indeksi arvutamiseks kõikide riikide kohta. Lisaks analüüsime Tallinnas toimunud muutusi ka asumite tasemel. Analüüsi aluseks on asumite klassifikatsioon vastavalt sellele, kui suur on neis kõrge, keskmise ja madala sissetulekuga ametirühmade esindajate osakaal (tabel 1).

Tabel 1. Tallinna asumite jaotus kõrge, keskmise ja madala sissetulekuga ametirühmade esindajate osakaalu alusel.

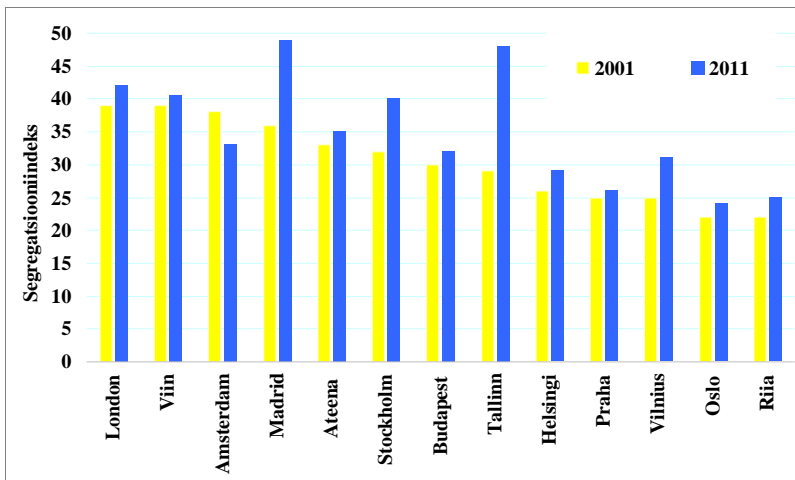
Sissetuleku tase, SMS*	Ametirühma osakaal, %		
	Kõrge	Keskmine	Madal
Väga kõrge	50<	<25	>25
Kõrge	25–49	<25	<25
Keskmine	<25	50<	<25
Madal	<25	<25	25–49
Väga madal	<25	<25	50<
Polariseerunud	25–49	<25	25–49
Ühtlane	25–49	25–49	25–49

* SMS – sotsiaalmajanduslik staatus.

Jõukate ja vaeste elukoohaerinevus Euroopa pealinnades

Erinevuse indeks näitab meile, mil määral sotsiaalne ebavõrdsus mõjutab ruumilist ebavõrdsust. Meie uurimus võimaldab esmakordselt võrrelda segregatsiooni Euroopa linnades, sh võrrelda oma-

vahel pärast Teist maailmasõda riiklikule plaanimajanduse allunud Ida-Euroopa ja pigem turumajanduse tingimustes toimunud Lääne-Euroopa linnu (joonis 1). Ilmneb väga selge erinevus: pidevalt turumajanduse tingimustes arenenud Lääne-Euroopa linnades on segregatsioon suurem kui Ida-Euroopa linnades. Erandiks on vaid Oslo, kus jõukamate ja vaesemate inimeste segunemine asumites on sarnaselt Ida-Euroopa linnadele suur. 2001. aasta andmed Ida-Euroopa linnades peegeldavad veel otseselt sotsialismiaja mõjusid (Marcinčzak jt 2015). Riiklik palga ja korterite jagamise süsteem hoidis Ida-Euroopa linnades nii sotsiaalse ebavõrdsuse kui ruumilise segregatsiooni tase me madalal. 1990. aastatel hakkas sotsiaalne ebavõrdsus kiiresti suurenema, kuid elukohavahetusi oli veel vähe: toimus alles korterite erastamine ning pandi alus pangandusele, kuid kinnisvaralaenu massilise väljastamiseni veel ei jõutud (Tammaru jt 2017). Seetõttu oli sotsiaalne segregatsioon 2001. aastal endiselt madal.



Joonis 1. Euroopa pealinnad jõukate ja vaeste vahelise elukoha erinevuse indeksi järgi (Tammaru jt 2016).

Teine oluline järeldus 2001. aasta kohta on see, et segregatsiooni tase kõikides uuritavates Euroopa pealinnades oli mõõdukas, sest erinevuse indeks jääb 20 ja 40 vahele. Ka kõige enam segregeerunud Euroopa pealinnades on jõukad ja vaesed rohkem segunenud

kui kõige vähem segregreerunud USA suurlinnades (Marciniczak jt. 2016). See peegeldab traditsioonilist Euroopa heaoluühiskonna mudelit, mille tulemuseks on olnud tõepoolest väiksem sotsiaalne kihistumine ja ruumiline eraldumine võrreldes USA suurlinnadega. Kõige sarnasem USA suurlinnadele on selles tähenduses London.

Kahe viimase rahvaloenduse vahel on ka Euroopas linnades toimunud suured muutused. Kuigi segregatsioon on endiselt väiksem kui USA suurlinnades, on ühe erandiga (Amsterdam) segregatsioon kõikides uuringusse kaasatud linnades siiski kasvanud. Teisisõnu väljendub sotsiaalne ebavõrdsus üha enam inimeste elukohavalikute ja kodu ostmise võimaluste kaudu ka ruumilises ebavõrdsuses. Linnade vahel on siiski suured erinevused. Kui Amsterdams on, tõenäoliselt ajutiselt, segregatsioon isegi natukene vähenenud, siis väga suur on segregatsiooni kasv olnud Madridis, Stockholmis ja Tallinnas. See on huvitav, sest need kolm linna asuvad Euroopa eri piirkondades ning neid iseloomustavad väga erinevad heaolusüsteemid. Kui Rootsi on tuntud kui tüüpiline Põhjamaa healuriik, siis Eesti on uuritavatest linnadest üks kõige enam turu-usku, kus eluasemesektor on pea täielikult eraomanduses ning riiklik eluaseme poliitika sisuliselt puudub. Neid linnade vahelisi erinevusi on analüüsitud pikemalt ühes teises artiklis (Musterd jt 2017).

Kõigis kolmes linnas on suur uussisserändajate (Madrid, Stockholm) ja vähemuste (Tallinn) osakaal. Sisserändajad ja vähemused on vaesemad ning nende valikud eluasemeturul on seetõttu piiratud. Ka Madrid on sarnaselt Tallinnale tugevalt turu-usku, sest absoluutne enamus eluasemetest (ka välja üuritavatest korteritest) kuuluvad eraomanikele. Stockholm on aga üks kõige enam elamumajanduses turu-usku pöördunud linn viimase paarikümne aasta jooksul ning oluliselt on kärbitud ka eluasemetoetusi. Mida suurem on turu roll, seda kiiremini kandub sotsiaalne kihistumine inimeste eluasemevalikutesse ja selle kaudu segregatsiooni. Selles osas on Stockholm väga erinev nii Helsingist kui Oslot, kus eluasemetoetused on jäänud endiselt oluliseks.

Nii Madridis, Stockholmis kui Tallinnas toimus 2000. aastatel väga ulatuslik uuselamuehitus, mis võimaldas jõukamatel inimestel asuda oma eluasemesoove realiseerima. Selle tulemusena suureneb ka vaesemate inimeste segregatsioon vanemates linnaosades. Viimase

olulise tegurina tuleb nimetada suurte ühetaoliste elamualade olemasolu Stockholmis ja Tallinnas. Siinkohal on oluline meelde tuletada, et Tallinna „mägede“ ehitamist on mõjutanud Stockholmi samalaadsed, nn. ühe miljoni standardkorterite programmi raames tollaegsele keskklassile ehitatud paneelalad aastatel 1965–1974 koos oma ABC-kontseptsiooniga. ABC ehk Arbete-Bostad-Centrum/ töö-kodu-keskused inspireerisid ABC-kesksuste rajamist Tallinna mikrorajoonide kodupoodide, teenuste ja vaba aja keskustena. Miljoni korteri programmi näol oli omal ajal tegemist ühe ambitsioonikama eluasemearendusega maailmas ning seda käisid nõukogude ajalt teiste seas vaatamas ka Eesti arhitektid. Tänapäevaks on nendes Stockholmi paneelalaturajoonides kodu leidnud valdavalt vaesemad inimesed ja sisseerändajad (Andersson ja Kährrik 2016). Üks sellistest paneelaladest on Husby, kus 2013. aastal toimusid linnarahutused (joonis 2). Tallinnas on „mäed“ siiski seni suutnud veel suuremat allakäiku vältida (Kährrik ja Tammaru 2010), kuid surve allakäiguks on olemas (joonis 3).



Joonis 2. Vaade Husby paneelalaturajoonile Stockholmis (Carnegie & Co).



Joonis 3. ABC-5 ehk Kännu Kukk. Foto Epp Lankots.

Jõukate ja vaeste elukohaerinevus Tallinnas

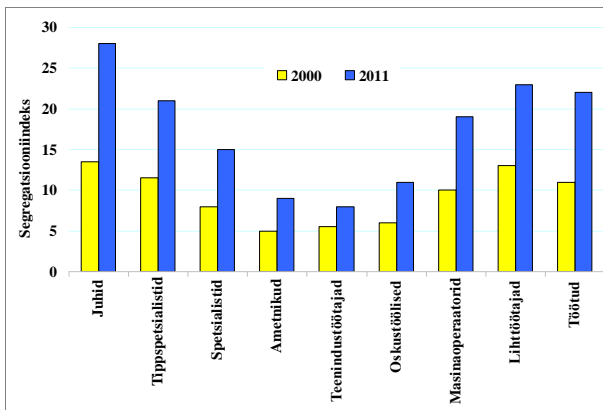
Ulatuslikud muutused Eesti tööturul toimusid 1990. aastatel ning 2000. ja 2011. aasta rahvaloenduse vahel suuri muutusi ametialases jaotuses enam ei toimunud. Kõige jõukamate (juhid, tippspetsialistid) ning ka keskmike osakaal mõnevõrra kasvas ning kõige madalamat palka saavate ametite esindajate osakaal langes (tabel 2).

Linna sees toimunud muutused on aga oluliselt suuremad. Jõukate inimeste osakaal kasvas märkimisväärselt nii kesklinnas, äärelinna madalhoonestusega piirkondades nagu Nõmme ja Piritas ning Tallinna lähivaldades, vähenes aga paneelalamuvaladel. Vaeste osas on aga olukord vastupidine ning nn sinikraelsed töötajad moodustavad paneelalamuvaladel juba enamiku. Seega linnas tervikuna olid sotsiaalsed muutused väikesed, elamupiirkondades aga väga märkimisväärsed.

Tabel 2. Kõrge, keskmise ja madala ametiga inimeste osakaal Tallinna erinevates piirkondades 2000. ja 2011. aasta rahvaloenduse andmeil.

	2000			2011		
	Jõukad	Keskm.	Vaesed	Jõukad	Keskm.	Vaesed
TALLINN	31,4	22,7	45,9	32,7	24,3	43,1
Kesklinn	31,2	22,1	46,7	37,1	24,2	38,7
“Paneelid”	29,4	22,9	47,7	24,1	23,7	52,2
Äärelinn	37,4	22,9	39,7	45,2	25,8	28,9
LÄHI-VALLAD	26,1	21,5	52,4	33,7	25,8	40,5
KOKKU	30,6	22,5	46,9	32,9	24,6	42,5

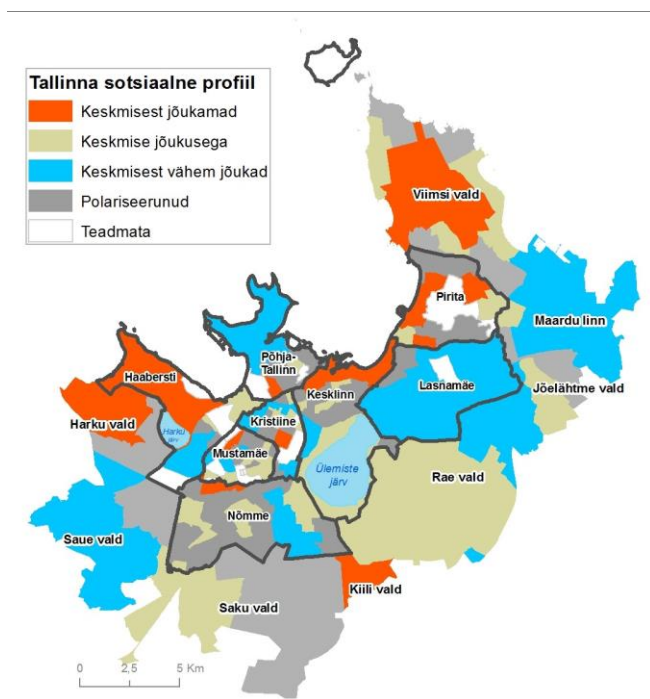
Jõukad – juhid, tippspetsialistid. **Keskmikud** – spetsialistid, ametnikud. **Vaesed** – teenindustöötajad, oskus- ja lihttöölised, masinaoperaatorid.



Joonis 4. Segregatsioon Tallinnas 2000. ja 2011. a rahvaloenduse andmeil.

Kui eelnevas Euroopa linnade võrdlusanalüüsis käsitlesime vaid üldistatud kõrge ja madala sissetulekuga ametirühmi (joonis 1), siis järgnevas Tallinna analüüsis käsitleme kõiki peamisi ameteid (joonis 4). Tulemustest ilmneb, et kõige enam on omaette asumi-

tesse koondumas ühelt poolt juhid ning teiselt poolt lihttöölised ja töötud. Jõukamaid inimesi iseloomustab tung kolida mere äärde, seda nii Tallinnas kui Tallinna lähivaldades (joonis 5). Selline suundumus on iseloomulik paljudele maailma linnadele: veekogu (meri, jõgi) meelitab neid, kellel on raha. Kui me sõidame laevaga üle lahe Helsingisse, siis näeme, et Soome lahe põhjakaldal toimuvad samasugused muutused nagu Tallinnas (joonis 6). Merepiir ise ei peata seda tungi ja jõukus valgub kohati üle rannajoone ka merre. Kõige äärmuslikumal kujul näeme seda siis, kui võtame ette lennureisi Dubaisse. Kalamaja, Merivälja, Pirita, Viimsi ja Kakumäe on selliste muutuste kohalikuks näiteks Eestis. Vaid Kopli poolsaare tipp tõrgub veel selliste muutuste vastu: Kopli liinid ja Paljasaare on magusad arenduspiirkonnad, mis varem või hiljem samuti jõukate inimeste poolt „üle võetakse“.



Joonis 5. Tallinna asumite sotsiaalne profiil 2011.a rahvaloenduse andmeil (kaardi aluseks on tabelis 1 toodud klassifikatsioon).



Vana-Kalamaja Tallinnas. *Allikas: Indome.*



Aurinkolahti Helsingis. *Annika Väiko foto.*

Kokkuvõte ja arutelu

Käesolevas uurimuses võrreldi esimest korda segregatsiooni Euroopa pealinnades. Tulemustest selgus, et plaanimajanduse tingimustes jäi segregatsiooni tase Ida-Euroopa linnades madalamaks kui Lääne-Euroopa linnades. Kahe viimase rahvaloenduse vahelisel perioodil on Euroopa linnades toimunud suured muutused. Kuigi segregatsioon on endisel väiksem kui USA suurlinnades, on ühe erandiga (Amsterdam) segregatsioon kõikides uuringusse kaasatud linnades kasvanud. Erinevus Ida- ja Lääne-Euroopa linnade vahel on vähenenud. See pole siiski nii Tallinnas, kui mõtleme näiteks Kalamajas toimuvatele muutustele. Nimelt hakkavad inimesed jõukuse kasvades otsima linnas uusi huvitavaid elamispiirkondi ning nagu eespool mainitud, on viimase paari aastakümne jooksul muutunud populaarseks 19.–20. sajandi vahetuse Kalamaja taolised kesklinna piirkonnad. See võib segregatsiooni vähendada.

Traditsiooniliselt sellistes kesklinna piirkondades elanud vaesemad inimesed, sest nende kasutada olev elamufond on vana ja räämas ning väheste mugavustega (sageli on puudunud keskküte, vesitualett või soe vesi). Eriti Ida-Euroopa linnades oli rõhk uute paneelelamualade ehitusel ja vanemate majade mugavustesse ei investeeritud. Viimase paari aastakümne jooksul on neid maju aga hakatud renoveerima, tänapäevased lahendused muudavad selle ka suhteliselt lihtsaks. Nii on eripärane arhitektuur ja kesklinna lähedus nende piirkondade prestiiži elukohana suurendanud ning üha enam ja enam jõukaid inimesi asub sellistesse piirkondadesse elama. Selline muutus alguses vähendab, mitte ei suurenda segregatsiooni, sest jõukamad inimesed tulevad elama vaesemate inimeste piirkondadesse. Just see on üks oluline põhjus, miks Amsterdamis segregatsioon vähenes, mitte ei kasvanud. Üldine muutus on seega kõikjal uuritud linnades sarnane: sotsiaalne kihistumine suureneb ning suuremal või vähemal määral „sorteerib“ see jõukamaid ja vaesemaid inimesi erinevatesse linna asumitesse.

Kõige enam on segregatsioon suurenenud Madridis, Stockholmis ja Tallinnas. Nende kolme linna näitel saame välja tuua ka suure segregatsiooni kujunemise retsepti. Selleks on vaja nelja olulist tegurit. Esiteks on vaja suurt ebavõrdsust. Teiseks on vaja seda, et kodu

valikuid suunab eelkõige turg. Kolmandaks on vaja suurt sisse-rändajate/vähemuste osakaalu ning seda, et nad töötaksid madalamatel ametikohtadel kui põliselanikud. Neljandaks on vaja suuri ühetaolisi elamupiirkondi. Kõik need tegurid kokku võimaldavad jõukamatel inimestel asuda oma elukohavalikuid realiseerima ja kolida sarnaste asumitesse, mis viibki segregatsiooni tekkele. Seega vastupidi, kui soovida segregatsiooni vähendamist, tuleks tegeleda kõigi segregatsiooni suurenemisele kaasa aitavate teguritega. Iga linn saab siin valida oma tee. Nii nagu teatud tasemel segregatsioon on loomulik, erineb ka inimeste suhtumine segregatsiooni. Ka väike segregatsiooni kasv niigi madala segregatsiooni tingimustes pälvib Helsingis suurt tähelepanu (Helsinki Sanomat 2016), samas kui suur segregatsiooni kasv olulist tähelepanu ei pälvi.

Tänuõnad

Täna raamatu *Socio-Economic Segregation in European Capital Cities. East meets West* toimetajaid (Maarten van Ham, Szymon Marcińczak ja Sako Musterd) ja autoreid. Uurimus rahastati Haridus- ja treadusministeeriumi institutsionaalse uurimisgranti IUT2-17 ning Euroopa Komisjoni ERC Grant Agreement nr. 615159 (ERC Consolidator Grant DEPRIVEDHOODS, *Socio-spatial Inequality, Deprived Neighbourhoods, and Neighbourhood Effects*) arvelt.

Kirjandus

Silm, S., Ahas, R. 2014. The temporal variation of ethnic segregation in a city: Evidence from a mobile phone use dataset. – *Social Science Research*, 47, 30–43.

Andersson, R., Kährrik, A. 2015. Widening gaps: Segregation dynamics during two decades of economic and institutional change in Stockholm. In: Tammaru, T.; Marcińczak, S.; Van Ham, M.; Musterd, S. (Eds.). *Socio-Economic Segregation in European Capital Cities. East meets West*. New York: Routledge, 110–131.

Eurostat 2017. Gini indeks Euroopa riikides. Kättesaadav aadressil: http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=ilc_di12. Viimati vaadatud 8. jaanuaril 2017.

Florida, R. 2014, *The U.S. cities with the highest levels of income segregation*. <http://www.citylab.com/work/2014/03/us-cities-highest-levels-income-segregation/8632/>. Viimati vaadatud 8. jaanuaril 2017.

Helsingin Sanomat 2016. Asuinalueiden erot kasvavat Helsingissä koko ajan – ”Ihmisillä tuntuu olevan halu asua samankaltaisten lähellä”. *Helsingin Sanomat* 8.12.2016. Kättesaadav aadressil: <http://www.hs.fi/kaupunki/art-2000004997752.html>. Viimati vaadatud 8. jaanuaril 2017.

Kährik, A., Tammaru, T. 2010. Soviet Prefabricated Panel Housing Estates: Areas of Continued Social Mix or Decline? The Case of Tallinn. – *Housing Studies*, 25 (2), 201–219.

Lees, L. 2008. Gentrification and Social Mixing: Towards an Inclusive Urban Renaissance? – *Urban Studies*, 45(12) 2449–2470.

Lees, L., Slater, T., Wyly, E. 2013. *Gentrification*. Routledge. New York.

Leetmaa, K., Tammaru, T., Hess, D.B. 2015. Preferences toward neighbor ethnicity and affluence: Evidence from an inherited dual ethnic context in post-Soviet Tartu, Estonia. – *Annals of the Association of American Geographers*, 105 (1), 162–182.

Maloutas, T., Fujita, K. (Eds.) 2012. Residential Segregation in Comparative Perspective. Making Sense of Contextual Diversity. City and Society Series, Ashgate, Farnham, UK.

Marcińczak, S., Tammaru, T., Novák, J., Gentile, M., Kovács, Z., Temelová, J., Valatka, V., Kährik, A., Szabó, B. 2015. Patterns of socioeconomic segregation in the capital cities of fast-track reforming postsocialist countries. – *Annals of the Association of American Geographers*, 105 (1), 183–202.

Musterd, S. 2005. Social and ethnic segregation in Europe: Levels, causes, and effects. – *Journal of Urban Affairs*, 27 (3), 331–348.

Musterd, S., Ostendorf, W. 1998. *Urban Segregation and the Welfare State*. Routledge, Nowy York-London.

Musterd, S., van Gent, W. 2016. Changing welfare context and income segregation in Amsterdam and its metropolitan area. *Socio-economic Segregation in European Capital Cities. East meets West*. New York: Routledge.

- Musterd, S., Marcińczak, S., van Ham, M., Tammaru, T.** 2017. Socioeconomic segregation in European capital cities. Increasing separation between poor and rich. – *Urban Geography* (in print).
- Piketty, T.** 2013, *Capital in the 21st Century*, Harvard University Press, Harvard.
- Tammaru, T., Marcińczak, S., van Ham, M., Musterd, S.** 2016. *Socio-economic Segregation in European Capital Cities. East meets West*. New York: Routledge.
- Tammaru, T., Marcińczak, S., Kukk, K.** 2017. Social transformations and socio-economic segregation in the fast-track reform countries” in “The Routledge International Handbook of European Social Transformation” (Eds: A. Masso, R. Vihalemm).
- van Ham, M., Tammaru, T.** 2016. New perspectives on ethnic segregation over time and space. A domains approach. – *Urban Geography*. (In print).
- van Ham, M., Tammaru, T., de Vuijst, E., Zwiers, M.** 2016. Spatial segregation and socio-economic mobility in European cities. *IZA Working Paper* No. 10277.
- Wilson, W. J.** 1987, *The Truly Disadvantaged: The Inner City, the Underclass, and Public Policy*, University of Chicago Press: Chicago.
- Wissink, B., Schwanen, T., van Kempen, R.** 2016. Beyond residential segregation: Introduction. – *Cities*, 59, 126–130.

Socioeconomic segregation in Tallinn in comparative perspective with European capital cities

Tiit Tammaru

Summary

Socioeconomic inequality is on the rise in major European cities, as are concerns over it, since it is seen as a threat to social cohesion and stability. Surprisingly, relatively little is known about the spatial dimensions of rising socioeconomic inequality. This paper

builds on a study of socioeconomic segregation in 12 European cities: Amsterdam, Athens, Budapest, London, Madrid, Oslo, Prague, Riga, Stockholm, Tallinn, Vienna, and Vilnius. Data used derive from national censuses and registers for 2001 and 2011. The main conclusion is that socioeconomic segregation has increased. This paper develops a rigorous multifactor approach to understand segregation and links it to four underlying, partially overlapping, structural factors: social inequalities, globalization and economic restructuring, welfare regimes, and housing systems. Taking into account contextual factors resulted in a better understanding of actual segregation levels, while introducing time lags between structural factors and segregation outcomes will likely further improve the theoretical model.

ANDERS BURE *LIVONIA*-KAART

Tõnu Raid

16. sajandi esimese veerandil olid mereteed üle Atlandi ookeani *Uude Maailma* ja ümber Aafrika lõunatipu Indiasse juba avastatud. 1507. aastal ilmus Martin Waldseemüllerilt esimene maailmakaart, millel esitati äsja avastatud maid Lõuna- ja Kesk-Ameerikas ja kasutati nime Ameerika. 1522. aastal jõudis esimeselt ümberilma reisilt kodusadamasse tagasi Magalhãesi ekspeditsiooni ainuke pääsenud laev. Maailm avardus üha, kuid kartograafide tähelepanu Euroopa põhjapoolsetele osadele, Skandinaaviale ja Läänemere ümbrusele, ikka veel ei jagunud. Valitsejaid, kaupmehi, meremehi ja kartograafe huvitasid kauged, suuri rikkusi töötavad mereteed idamaade hiigeltulusid võimaldavate kaupade juurde. Läänemeri oli tol ajal vaid sisemeri, mille kaudu võis pääseda siis veel vähetuntud Venemaa lääneservale. Seetõttu oli ka Läänemere ümbruse ja Skandinaavia poolsaare, eriti nende põhjapoolsete osade kaardistamine muudest arengutest maha jäänud ja uusi, kohalikke olusid tõeliselt avardavaid kaarte Läänemere äärsete alade kohta ilmus harva ning sedagi ligikaudu 100 aastaste vahedega.

Esimeseks Põhjamaid esitavaks kaardiks oli 1427. aastal valminud taanlase Claudius Clavuse käsikirjaline Ptolemaiiose stiilis *Europe, tabula XI*. Sellel kaardil oli näidatud Skandinaavia poolsaar, iseseisva merena Läänemeri ja isegi mõned Läänemere lõunaosas Taanile kuuluvad saared (Raid, 2002b, 30–31). Puudusid aga Läänemere lahed ja Eesti ranniku saared. Järgmine Skandinaaviat ja Läänemere ümbrust tohutult täpsustav originaalne kaart *Carta marina* ilmus 1539. aastal rootslasest piiskop Olaus Magnuse rohkem kui kümne aastase tööna.

Sellele järgnes Rootsi kartograafia rajaja Anders Bure (sünd. 14. august 1571, surnud 4. või 24. veebruaril 1646) suurteos pealkirjaga *Orbis Arctoi nova et accurata delineatio*, mis käsitles kogu tollaegsele Rootsi suurriigile kuuluvaid maid ümber Läänemere (Richter, 1936). Innustust selle kaardi tegemiseks sai Bure hollandlase Adrianus Veeni koostatud ja Jodocus Hondius juuniori poolt 1613. aastal graveeritud suurest Skandinaavia ja Läänemere-maade kaardist, mille hollandlasest autor pühendas Rootsi kuningale Gustav Adolfile. Õigem oleks siiski öelda, et ebatäpsused ja puudujäägid hollandlase kaardil innustasid tulevast rootslaste esikartograafi oma isikliku Rootsi riigi kaardi tegemisele. Siinkohal tuleb lisada, et Veen kasutas oma kaardi eeskujuks ligi 20 aastat varem ilmunud Mercatori kaarti *Suecia et Norvegia cum confiniis*. Mercator omakorda on usaldanud palju flaamlase Livius Algoeti teadmisi Skandinaaviast (kaart *Terrarum septentriolium exacta...*, 1562). Soome lahe ja Liivimaa rannajoone kujutamisel on Veeni kaardil märgata tugevaid mõjutusi Lucas Waghenaeri 1584–85 avaldatud Läänemere kaardilt.

Esimene Bure nimega seostatav kaart valmis 1611. aastal ja see hõlmas Põhja-Rootsi, Lapimaa ja Koola alasid. Seda kaarti peetakse tänapäeval vaid suurema, kogu Skandinaaviat käsitleva kaardi eeltooks. Kaart pälvis kuninga tähelepanu ja 4. jaanuaril 1612 annetati talle kuninglik kingitus 100 taalri näol. Veel kümme aastat hiljem, 1622. aastal määras Gustav II Adolf ligikaudu 1500 eksemplari neli aastat varem valminud piiblist Bure käsutusse, et viimane seda müües saaks vajalikku elatist teenida. Kuningas Gustav II Adolf kinnitas Anders Bure 1624. aastal aadlikuks, tema nimi kõlas siis Andreas Bureus. Burede suguvõsa kandis oma nime kogu aja latiniseeritud kujul (Ekstrand, 1896, III). Teadaolevalt pole Rootsi kartograafia isaks loetud Bure ise Liivimaal käinud, kuigi veebruaris 1626 annetas kuningas Gustav Adolf talle Rannu mõisa Liivimaal.¹ Küll on ta viibinud mitmete Rootsi delegatsioonide koosseisus 1617–1621 Ingerimaal, Karjalas ja Laadoga põhjarannal, kus märgiti loodusesse Rootsi ja Venemaa vahel 1617. aastal sõlmitud Stolbovo rahu järgset piiri (Lönborg, 1908, 8–10. Ehrensvärd, 2006, 152–156).

¹ Ehrensvärd, 2006, lk 154.

Vähemalt viimased viis aastat enne uue kaardi valmimist oli Bure muude ülesannete kõrval hõivatud materjalide kogumisega järgmise, uue ja suurema kaardi jaoks. Sel ajal olid Rootsi naabermaade kohta ilmunud juba mitmed uued ja tolle aja kohta silmapaistvalt head kaardid. Vürst Mikolaj Krzysztof Radziwiłł (1549–1616) poolt tellitud ja kinni makstud kaart Leedu Suurvürstiriigi kohta ilmus 1613. aastal Amsterdamis. Kaardi koostajaks oli poolakas Thomas Makowski, graveerijaks Hessel Gerritsz ja trükkijaks Willem Janszoon. Tsaar Boriss Godunovi poja Fjodori materjalide alusel ilmus hollandi diplomaadi ja kartograafi Isaac Massa poolt koostatud ja Gerritszi graveeritud Venemaa kaart 1614. aastal (Raid, 2002b, 76). Liivimaa rannajoone osas võis see kaart hästi eeskujuks olla.

Kaspar Hennenbergeri 1555. aastal koostatud ja trükitud Liivimaa kaart oli müügilt lõppenud 1563. aastaks ja sama autori suureformaadiline Preisimaa kaart oli ilmunud juba 1576. aastal (Jäger, 1982, 48–54). Läänemere lõunaosa rannajoone osas võis kasutada tol ajal laialt levinud hollandlaste merekaarte. Kas Bure neid kaarte ka kasutas, on teadmata, kuid nad olid kindlasti olemas ja mõned neist isegi rootslastele kättesaadavad juba mitmeid aastaid enne Bure kaardi ilmutumist. Selleks ajaks oli Rootsi emamaal kohalike maamõõtjate töö tulemusena valminud arvukalt Rootsi maakondade kaarte, Bure sai kuningalt vastava loa kasutada neid oma uue kaardi koostamiseks. Oluliste tööde hulka kuulusid “ülemere provintside” (Soome ja Liivimaa) ning Norra ja Taani territooriumite kohta olemasolevate maa- ja merekaartide hankimine, nende analüüsimine ja saadud andmete kasutamine uue kaardi koostamisel. Bure kuuel lehel paikneva kaardi *Orbis Arctoi...* graveeris vaske sel ajal Stockholmis elanud sakslane Valentin Staffansson Trauthmann, kaart trükiti 1626. aastal Stockholmis Reusneri trükikojas (Pekkanen, 1985, 12. Ehrensvärd, 2006, 146).

Vastavalt väljakujunenud tavadele paigutas Bure kaardi vabasse nurka saatesõna tulevastele kaardi kasutajatele. Selles kirjutas *Orbis Arctoi...* autor lugejatele muu hulgas, et ...*kõigile kohtadele on antud õiged pikkus- ja laiuskraadid*. Mercatori eeskuju järgi võetud algmeridiaan oli paigutatud Assooride saarestikus asuvale Corvo saarele, kus tolleaegsete arusaamade järgi ei esinenud magnetnõela kõrvalekallet (deklinatsiooni) põhjasuunast. Kaardi formaat on 133 × 118 cm, kaart on vasegravüür kuuel lehel ja selle mõõtka on

ligikaudu 1:1 000 000. Originaalkaardist on tänaseni säilinud vaid seitse täielikku eksemplari. Seda kaarti kasutati Rootsis kartograafiliste tööde eeskujuna kuni 1936. aastani. 1628. aastal loodi Bure jaoks *ülemarhitekti ja generaalmatemaatiku (Generalis Mathematicus)* koht, ülesandega koolitada maamõõtjaid kogu Rootsi riigi kaardistamiseks. Kuid ise kasutas ta tagasihoidlikult nime „kuninglik sekretär“ ja teadaolevalt mitte kordagi generaalmatemaatik (Ekstrand, 1896, XVIII).



Joonis 1. Väljavõte Isaac Massa koostatud ja Hessel Gerritszi graveeritud Venemaa kaardist 1614. aastast.

Bure tegi *Orbis Arctoi...* tarvis arvukaid laiuskraadide määramisi nii Lapimaal kui kogu ülejäänud Rootsisis, mistõttu on tema töö eelkäijate kaartidest tunduvalt täpsem. Näiteks annab Bure Nordkapi põhjalaiuseks ca 71,40°, Botnia lahe põhjaranniku laiuseks 65,70° ja Trondheimi laiuseks 64,20°. Väga paljud kohad kaardil on astronoomiliselt määratud ja viga Stockholmi, Turu (Åbo), Helsinki, Viiburi ning Tallinna põhjalaiuses ei ületa 10' (selgituseks võib öelda, et 60. laiuskraadil võrdub 10' viga kaardil ligikaudu 9,3 kilomeetriga maapinnal). Kuid taanlaste valduses olev Skåne on koostatud tunduvalt ebatäpsemalt kui hollandlase Adrianus Veeni Skandinaavia kaardil kujutati. Veel üks huvitav tähelepanek on selline: piki 60° paralleeli on kaardi viga Skandinaavia idapikkuses 3,5°, Stockholmi läheduses asuv Skandinaavia laiema osa on veel paksemaks tehtud.



Joonis 2. Osa Bure kaardist *Orbis Arctoi...*, 1626. Originaal Stockholmis, Sõjaarhiivis.

See viga on alguse saanud juba kreeklasest geograafi ja astronoomi Ptolemaiose kaartidelt (Raid, 2002a, 35–47). Kuna täpset aja mõotmist ja aja siirdamist ühest kohast teise Kristuse järgsel ajal veel ei tuntud, pole seetõttu midagi imestada, et ida-lääne suunaliste mõotmistevad olid väga suured. Umbes 150. aastal määras Aleksandria

raamatukogus töötanud Ptolemaios Vahemere pikkuse 20 kraadise veaga ja see viga kandus tema autoriteedi mõjul kogu renessansi-järgse Euroopa kartograafias aina edasi, kuigi araablased selle vea oma kaartidel juba enne 10. sajandit parandasid.

Juba kolm sajandit enne Ptolemaiost jagas Hipparchus ekvaatori übermõõdu 360 kraadiks, selle määranu võttis Ptolemaios kasutusele oma kaartide koostamisel. 17. sajandiks oli täisringi jaotamine 360 osaks ja ööpäeva jaotus 24 tunniks juba sajandeid kasutusel. Ringi übermõõdul vastab üks kella tund 15 kaarekraadile ja üks kaarekraad ringil vastab neljale minutile ajas. 17. sajandi algul oli veel määramata maakera täpne übermõõt ehk 360 kraadi ulatus. Pikkuskraadide määramine oli instrumentide ebatäpsuse tõttu tehniliselt raske maismaalgi, kuid siiski juba võimalik. Lainetaval merel oli tollaegsete instrumentidega asukoha täpne määramine peaaegu võimatu ja vaatamata paljude teadlaste loodud teooriatele püsis pikkuskraadide määramine vigasena veel ligikaudu 140 aastat peale Bure kaardi ilmumist.

Siiski ületas Bure kaart täpsuse poolest tunduvalt kõiki eelkäijaid. Üks olulisi täiendusi oli Neeva jõe väljavool Laadoga järvest ja Karjala maakitsuse täpsem näitamine (Bagrow, Köhlin 1953). Sellest ajast alates jäi kogu Põhjala ja sealhulgas ka Liivimaa esitamises tema kaart rohkem kui 100 aastaks eeskujuks kõigile Euroopa kartograafidele (Bong, 1990). Bure kaarti kasutasid Nicolas Visscher ja tema jäljendajad (alates 1630. aastast), kartograafide rühm Hondius–de Witt–Homann (alates 1631), Isaac Massa (alates 1635), Blaeu (alates 1641), hollandlase Massa prantslastest jäljendajad – Sanson (alates 1654), Du Val (alates 1661) ja de Fer (alates 1705), Taillot (alates 1678) ning viimaseks veel 17. sajandi lõpul de l'Isle (Delisle). Alles peale Peterburi Teaduste Akadeemia Liivimaa kaardi ilmumist 1745. aastal algas Euroopa kartograafide seas Eesti põhjaranniku rannajoone, läänesaarte ja Peipsi järve uue ning täpsema kuju kasutamine.

Burel oli plaanis valmistada erikaardid kõigist Rootsi maakondadest, lisaks veel ülemere provintsidest Soomest, Liivimaast ja Pommerist. Sellest kavast on autor kirjutanud tekstis *Orbis Arctoi...* kaardi paremal alumisel nurgal. Veel enne oma elu lõppu jõudis ta kõnealuste provintside kaardid ka valmis teha, kuid enne autori surma (1646)

neid avaldada ei jõutud. Hollandlaste Joan ja Cornelis Blaeu 1649–1655 välja antud atlases ilmus neli Bure kaarti, nende hulgas oli esindatud ka Liivimaa kaart. Blaeu atlase 1662. aastal ilmunud teises trükis on esitatud juba üheksa Bure kaarti, sealhulgas uuesti ka juba varem ilmunud Liivimaa kaart (Blaeu, 1641. Vt. Raid, 2002b, 96). Sel erikaardil on Eesti- ja Liivimaa esitatud varasemast hoopis täpsemalt.

Kartograafia ajaloo ja Bure kaartide uurijad Rootsist pole veel suutnud selgitada Bure käsutuses olnud Liivimaad puudutavate materjalide algallikaid. Rootsis on levinud seisukoht, et Liivimaa kaartide valmistamisel on tegutsenud Bure enda õpilased Olof Hansson Svart (peale aadeldamist Örnehufvud) või sakslane Kräill von Bemebergh. Võimalike autorite ringi kuulub ka Preisi algupära liivimaalane Georgius Schwengell. Arvatakse, et nende poolt valmistatud kaarte kasutaski Bure oma *Livonia*-kaardi koostamisel. Seda võimalust ei saa sugugi välistada.



Joonis 3. Bure omakäeline Livonia kaart, avaldatud Joan ja Cornelis Blaeu 1649–1655 välja antud atlases.

Kõigil 17. sajandi esimesel poolel rootslaste poolt valmistatud ja seni Stockholmis, Tartus või Riias säilinud käsikirjalistel kogu Eesti- ja Liivimaad esitavatel kaartidel, millest mõnedki on valminud enne Bure kaardi ilmumist, on Läänemere idaranniku ja Peipsi järve kontuurid esitatud üsna sarnastena. Eesti põhjarannik on kaardistatud ilma talle iseloomulike poolsaarteta ja kergelt põhjasaunda kumerduva rannajoonega, Eesti lääneranna suured saared on esitatud väga üldistatud kolmnurkade kujul ja Peipsi kirdenurgas on terav põhja suunatud laht ning selle kõrval lõuna-kagusse suunatud poolsaar (Raid, 2008, 23–25). Vägisi jääb mulje, et rootslastel oli kasutada üks ja ainuke prototüüp, mille järgi kõik Liivimaa kaardid vormistati ja mida ka Anders Bure kasutas. Meile tundmatu käsikirjalise kaardi ja selle alusel ilmunud Bure kaardi mõju Liivimaa kujutamisele kestis seega üle poolteise sajandi. Siiski tuleb märkida, et Rootsis on tänaseni säilinud vähemalt üks 1696. aastal rootslaste poolt valmistatud Eestimaa kaart, millel Soome lahe lõunarannik kõigi oma lahtede ja poolsaartega ning Peipsi järve põhjakallas on üsna õigesti kujutatud. Peale Põhjasõja lõppu langes Liivimaa tsaar Peeter I saagiks. Peeter Suure suureks nõrkuseks oli meri ja laevastik, seepärast pööras ta palju tähelepanu Venemaa äsjavõidetud merealade, sealhulgas Soome lahe ja Läänemere kaardistamisele, kuid sisemaise Peipsi järve rannajoon jäi kaardistamata ja Bure kaartide tasemele vähemalt kuni Peterburi Teaduste Akadeemia 1745. aasta atlase ilmumiseni (Varep, 1960; Копелевич, 1977; Постников, 1996; Багров, 2005).

Esimene tänaseni säilinud Hiiumaad kujutav käsikirjaline kaart on valminud 1593. aastal. Tõenäoliselt koostas selle loodesse orienteeritud kaardi lühikest aega Hiiumaa foogtiksi olnud ja kohalikke olusid tundev hollandlane Gerhard van Joestinck. Tõestamaks soola tootmise jätkuvat vajadust Hiiumaal, kirjutas ta kuningale kirja ja lisas sellele kaardi, et näidata Hiiumaa erinevates osades asuvaid soolakeedu kohtasid (Koit, 1949). Gerhard van Joestincki kaart on oma aja kohta üsna täielik, kuid ilmselt polnud Anders Bure teadlik ei selle kaardi olemasolust kuninglikus arhiivis ega Hiiumaa tegelikust kujust. Tema kolmkümmend aastat hiljem (1626) ilmunud suurel ja kaasaegsetest oluliselt täpsemal kogu Põhjala kaardil *Orbis Arctoi nova et accurata delineatio* on Hiiumaad tähistav kolmnurk esitatud palju algelisemal kujul kui 1593. aastal ilmunud kaardil.

Professor Ulla Ehrensvärdi koostatud ja Rootsi eestlaste Teadusliku Seltsi poolt väljaantud kataloogis (Ehrensvärd, 2001, 189) Rootsiasuvate ja Eestit puudutavate kaardimaterjalide kohta on varasemate kaartide hulgas nimetatud ka Riias pärit preislase Georgius Schwengelli tõenäoliselt enne 1640. aastat valminud Eesti- ja Liivimaa kaart. Allikais on vihje, et enne 1627. aastat oli Schwengell tõepoolest hõivatud Liivimaa kaardi *Tabulass geo-chorographicass* ja mingi Saaremaad puudutava detailsema kaardi koostamisega (Richter, Nordlind, 1936, XVII), kuid nendest kaartidest pole tänaseni midagi teada. Säilinud on vaid Arensburgi/Kuressaare linnuse plaanid aastast 1641 ja 1645. Esimesed teated preisi päritolu Riia kodanikust Georgius Schwengell'ist on pärit 1622. aastast, mil valmis tema kaart rootslaste võidust Riia all (Köhlin, 1949, 67–71). Alates 1623 töötas ta rea aastaid Rootsi kuninga juures poola ja leedu keele eritõlgina, edaspidi aga Rootsi vägede kortermeistrina Eesti-, Liivi- ja Ingerimaal ning pälvis selle eest kuningas Gustav II Adolphi käest 1. augustil 1631. aastal aadlitiitli, kandes seejärel nime Georg von Schwengeln. Arvatavasti on von Schwengelni valmistatud ka Eesti- ja Liivimaa soosildade kaart aastast 1619–1627, millel tolaegne Eesti alade rannakontuur on väga selgelt, kuid üsna algeliselt esitatud.

Kuid ikkagi pidid ka enne Bure kaardi valmimist siinmail juba mingid käsikirjalised Liivimaa kaardid liikuma. Tegelikult oli neid varasemaid Liivimaa üldkaarte isegi üsna mitmeid, käsikirjalisi arvatavasti viis ja trükitud kaarte vähemalt kolm (Raid, 2011). Info liikumine omavahel konkureerivate ja tihti vaenutsevate riikide vahel oli noil kaugetel aegadel üsna piiratud ja lisaks polnud ka erinevate teadusalade vaheline läbikäimine kuigi levinud, inimkond polnud veel valmis igapäevaseks teadmistevahetuseks. Seetõttu oli üsna tavaline olukord, kus erinevate autorite poolt mingi piirkonna (antud juhul Liivimaa) kohta koostatud kaardid võisid üksteisest oluliselt erineda. Vastus küsimusele, kes kaardistas esimesena Anders Bure poolt avaldatud Liivimaa kontuuri, jääb tänaste teadmiste põhjal veel vastamata. Ilmselgelt tehti see töö enne 1626. aastat. Nii võib üsna tõenäoliselt pidada arvamust, et siinsamas Liivimaal tunti maad ja koostati kaarte sellise täpsusega, et neid kõlbas kasutada eeskujuna järgmiste kaartide tegemisel.

Kirjandus

Amelung, F. 1885. Die ältesten See- und Landkartenbilder der Ostseeprovinzen. – Baltische Culturstudien. Dorpat, 318–349.

Alexandrowicz, S. 1989. Rozwoj kartografii Wielkiego Księstwa Litewskiego od XV do połowy XVII wieku. Poznań.

Arbusow, L. 1935. Vorläufige Übersicht über die Kartographie Alt-Livlands bis 1595. – Sitzungsberichte der Gesellschaft für Geschichte und Altertumskunde zu Riga. Riga.

Arbusow, L. 1936. Die Hauptrichtungen in der Entwicklung des Baltischen Kartenbildes bis gegen 1600. – Sitzungsberichte der Gesellschaft für Geschichte und Altertumskunde zu Riga, Vorträge zur Hundertjahrfeier 1934. Riga.

Arbusow, L. 1944. Livländische Beziehungen von Nikolaus Koppernieks Frauenburger Zeitgenossen. – Quellen und Forschungen zur Baltischen Geschichte. Posen, 3–14.

Bagrow, L., Skelton, R.A. 1954. Kartographie. Berlin.

Bagrow, L., Köhlin, H. 1953. Anecdota Cartographica III. Malmö.

Bong, O. 1990. Materialen zu einer Geschichte den Baltischen Kartographie. – Käsikiri Läti Rahvusraamatukogus, Otto Bongi materjalide kogus.

Bratt, E. 1958. En krönika om kartor över Sverige. Stockholm.

Buczek, K. 1966. The History of Polish Cartography. Wrocław-Warszawa-Kraków.

Ehrensverd, U. 1991. Kartor. Fem seklers svensk kartografi. Stockholm.

Ehrensverd, U. 2000. Svensk kartläggning i Baltikum. – Ymer 2000. Stockholm, 225–239.

Ehrensverd, U. 2001. Topographica Estoniae. – Eesti Teaduslik Selts Rootsisis. Aastaraamat XII 1991–1999. Stockholm.

Ehrensverd, U. 2006. The History of the Nordic maps. Helsinki.

Ehrensverd, U. 2008. Topographica Poloniae. Varssavi, Stockholm.

Ekstrand, V. 1896–1903. Svenska landtmätare 1628–1900. Umeå o Uppsala.

- Jäger, E.** 1982. Prussia-Karten 1542–1810. Weissenhorn.
- Koeman, C.** 1976. Manuscript Charts of the Baltic Sea, by Gerard van Keulen. – *The ITC Journal*, 4, 503–514.
- Koit, J.** 1949. Om saltsjuderi i Estland under svenska tiden. – *Svio-Estonica*. Årsbok utgiven av svensk-estniska samfundet. Lund, 44–73.
- Kowalenko, W.** 1954. Bałtyk i Pomorze w historii kartografii. – *Przegląd Zachodni*, X, 353–389.
- Krogt, P. van der.** 1997–2003. Koeman's *Atlantes Neerlandici*. Compiled by Peter van der Krogt. 't Goy-Houten.
- Köhlin, H.** 1949. Georg von Schwengeln and his Work 1620–1645. – *Imago Mundi*, VI. Stockholm, 67–71.
- Lithuania on the Map, 2002.** Compiled by Aldona Bielūnienė, Birutė Kulnytė and Rūta Subatniekienė. National Museum of Lithuania. Vilnius.
- Lönborg, S.** 1901. Om de äldsta kartorna öfver Sverige. – *Ymer*, 1. Stockholm, 69–78.
- Lönborg, S.** 1908. Sveriges karta. Tiden till omkring 1850. Uppsala.
- Michow, H.** 1907. Weitere Beiträge zur älteren Kartographie Russlands. Hamburg.
- Mingroot, E. van; Ermen E. van.** 1988. Suomen ja Skandinaavian vanhoja karttoja. Knokke.
- Oja, T.** 2004. Georg von Schwengeln. – *Aadlivappide näituse tekstid*. Eesti Ajalooarhiiv, Tartu.
- Pekkanen, T.** 1985. Anders Bure Pohjoismaiden kuvaus v. 1626. Mikkeli.
- Raid, T.** 2002a. Ptolemaios. – *Akadeemia*, 1, 35–47.
- Raid, T.** 2002b. *Tabulae Livoniae*. Tallinn.
- Raid, T.** 2005. Eesti teedevõrgu kujunemine. Tallinn.
- Raid, T.** 2008. Mõistatus Peipsi kaardil. – *Horisont*, 3, 23–25.
- Richter, H., Nordlind, W.** 1936. *Orbis Arctoi nova et accurata delineatio*. Auctore Andrea Bureo sueco 1626. Lund.
- Schulmann, W. von.** 1978. Ungedruckte Baltikum-Karten in europäischen Archiven und Bibliotheken. – *Zeitschrift für Ostmitteleuropa-Forschung*, 27, 1–4, 641–651.

Varep, E. 1960. Jooni Eesti kartograafia ajaloost. – Eesti Geograafia Seltsi Publikatsioonid. 1. Tallinn. 46 lk. + 10 l. ill.

Voet, L. 1998. Abraham Ortelius and his World. – Abraham Ortelius and the First Atlas. HES Publishers, 11–28.

Багров, Л. 2004. История картографии. Москва.

Багров, Л. 2005. История русской картографии. Москва.

Постников А В. 1996. Карты земель российских: очерк истории географического изучения и картографирования нашего отечества. Москва.

Kaardid

1. **Olaus Magnus.** Carta marina et descriptio septentrionalium ac Mirabilium Rerum in eis Continentarum. 1539.
2. **Johannes Portantius.** Livoniae nova descriptio, (1574)
3. **Gerhard van Joestinck.** Hiiumaa kaart. 1593. (RA:Utan känd proven, nr 490, bl 1)
4. **Anders Bure.** Orbis Arctoi nova et accurata delineatio. 1626.
5. Est- o. Livland. Ca 1630. EAA F 308, n 2, s 1.
6. Lif- och Estland. Ca 1630. EAA F 308, n 2, s 2.
7. Charta von dem Herzogthume Liffland, und zwar des Rigischen, Wendischen, Dörptschen und Pernauschen Kreyses, 1683 – 1684. EAA. F 308, n 2, s 6.
8. **Carl Gripenhielm.** Generalkarta öfver hela Svea och Göta riken, Finland, Livland, Estland och Ingermanland. 1688.
9. General Charte vom Rigischen Stadts Patrimonial District. (73 x 98 cm), 1693. Originaal Läti Riigiarhiivis. F 6828, apraksts 2, lieta 144b.
10. General Charta Öfwer hertigdömet Estland, 1696. (Kungliga Biblioteket). KB:KoB.
11. Geographisk Carta som tienar till efferrättelse att Rangera och tillhopa foga 33. Special Cartor efter dee Nummer som finnes antecknade i desse indelte qvaedrater, som på wart Särskild Royal arck, hvilke i denn ordning föllia på hwar annan med lyka anteckning öfwer Curland, Lifland, Estland, Ingermanland och Wyborgs Lähn. 1699. Blad 5, 6, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 18, 19. (KrA: Utländska kartor. Ryssland. Bd 32:48.)

12. Ilma tiitlita Eesti-, Liivi- ja Kuramaa kaart. ca 1700. Originaal Stockholmis, Sõjaarhiivis (Krigsarkivet). KrA: Utländska kartor. Ryssland. Bd 32:60 litt.d.
16. **Anders Bure**. Livonia vulgo Liefland. 1641. Joan ja Cornelis Blaeu atlas (1649–1655).

Eesti Ajalooarhiiv (EAA) Tartus

1. F 1 Eestimaa Rootsiaegse Kindralkuberneri fond. 2. F 308 Liivimaa Kubermangu Joonestuskoda. 3. F 46 Eestimaa Kubermangu Joonestuskoda. 4. F 854 Eestimaa Rüütelkonna fond. 5. F 2072 (1664–1965) Kaardikogu. Säilikuid 2775.

Läti Riiklik Ajalooarhiiv (LVVA) Riias

F 7404 ja F 6828.

Sõjaarhiiv (Krigsarkivet) Stockholmis

1. KrA: SFP. Östersjöprovinserna. 2. KrA: Utländska kartor. Ryssland. 3. KrA: Sveriges krig.

Rootsi Riigiarhiiv (Riksarkivet) Stockholmis

1. RA: Livonica. 2. Prof Helge Kjellins samling. 3. RA: Lantmät. 4. RA: Kartor och ritningar nr 184.

Kuninglik Raamatukogu (Kungliga Biblioteket) Stockholmis

1. (KB: KoB). 2. KB. Kartsamlingen.

A map of Livonia by Bure

Tõnu Raid

Summary

Swedish king Gustav Adolf initiated mapping of his territories in early 17th Century with a map *Orbis Arctoi nova et accurata delineatio* compiled by Anders Bure (Andreas Bureus) as a result. Anders Bure (1571-1646) is regarded as the father of Swedish

cartography. Bure completed the map of Nordic countries after several years of data collection, including quite precise determination of the latitudes. The map was published in 1626 in six sheets. The coastline and network of rivers appears more accurate than that on any previous map. The map was published in many editions and served as an example on how to describe Nordic countries and Livonia, copied on later maps by Visscher, Hondius, de Witt, Blaeu, etc. during more than a hundred years to follow.

Bure also compiled maps of Livonia and some other provinces of Sweden, but these weren't published before his death in 1646. Bure's maps, including map of Livonia, were published in the atlases by J. and C. Blaeu. Map of Livonia by Bure is more exact than any previous maps of that region. It is unknown which of the basic sources as Bure used for designing this map. It is however believed that he used maps compiled by surveyors trained by him and by Livonian G. Schwengell.

GEOGRAAFID JA ORIENTEERUMISSPORT

Ilmar Kask ja Heino Mardiste

Mõned vanemad geograafid mäletavad veel aegu, mil polnud olemas ei Eesti Geograafia Seltsi aastaraamatuid ega EGSi ennastki. Mõned praegused orienteerujad mäletavad, kuidas sai alguse Eesti pärastsõjaaegne orienteerumissport.

Aastad, sündmused, inimesed ...

1953 Tallinna matkajad korraldavad oma esimese kokkutuleku ja Anto Raukas (hilisem kauaaegne EGSi asepresident ja Eesti orienteerumisspordi-föderatsiooni esimees) astub Tartu ülikooli geoloogiat õppima.

1955 lõpetab Tartu ülikooli õppinud geograafina **Ants Raik**¹ ja asutatakse Eesti Geograafia Selts, geolooge (tulevasi) sel aastal ülikooli vastu ei võeta, küll aga geograafe – füüsilisi geograafe (nii kutsuti tollal loodusgeograafe) ja teisi. Nende tulevaste geograafide hulgas on **Ilmar Kask**, **Heino Mardiste**, **Jaan Rimmel**, **Malle Sallaste** (hiljem **Mardiste**), **Haldi Teras** (**Masing**), **Ülo Vilt**, kes kõik on edaspidi ülikoolis ka matkamise ja orienteerumisega seotud. Alguse saab nn Hruštšovi sula. Inimeste liikumis- ja ettevõtmisvõimalused tasapisi suurenevad.

¹ Poolpaksus kirjas on geograafi esmakordne nimetamine.

1956. Ungaris toimub ülestõus. Elagu Ungari! ... J. Rimmel koostab ühes paari kursusekaaslasega kirja, kus esitatakse Karjalast üle riigipiiri Soome korraldatava suusa-sõprusmatka kava. Kiri Moskvasse ministeeriumi läkitatakse teele, jäädakse ootama vastust ...

1957. Tartu matkajad korraldavad Elvas oma esimese kokkutuleku. A. Raik, kes nüüd on TRÜ geograafiaosakonna aspirant, seab üliõpilastest kokku viieliikmelise võistkonna õise orienteerumismatka tarvis. Segavõistkonda kuuluvad veel M. Sallaste, kaks neidu, kelle nimed on ununenud, ja I. Kask. Kaart oli mõistagi kapteni käes, meie teised loeme sammusid ja püüame Adrianovi kompassi tujuka nõela abil nõutud suunda hoida. Kaarti me ei vaata ega saakski seda teha, sest tegelikult kapteni käes ümbrikus kaarti polegi, on vaid asimuutide ja lõigupikkuste numbrid. Nõukogude Liidus ollakse harjunud, et tõelisi kaarte (olgu need topograafilised või lihtsamad) matkajate ja muude kätte niisama ei usaldata. On teada, et peame välja jõudma raudteetammile ja kes kohtunike poolt seal välja mõõdetud punktist kas vasemale või paremale kõige vähem eksib, see on võitja. Aeg pole oluline. Ju me liialt kiirustasime. Jäime tagant arvestades teiseks. Meeldiv võistlus ja ajaviide kevadisel ööl.

Sügisel hakkab ülikooli spordiklubi juures tegutsema turismisektsioon (erinevalt muust maailmast oli NLis turism eelkõige spordiala e *спортивный туризм*, muu osa käib mõiste *международный туризм* alla). Geograafid kuuluvad kikkiskõrvu, mis seal matkamisest räägitakse.

Ööl vastu 1. detsembrit lähevad H. Mardiste ja Ü. Vilt koos bioloogide Jaan Naaberi ja Sven Veldrega tõsisemale orienteerumismatkale Aegviidu-Nelijärve ümbruses. Ees ootab üle 20 km pikkune nelja kontrollpunktiga (KP) rada, mis tuleb läbida 12 kg kandamiga turjal (KPs ja finišis kontrolliti kilosid). Öö on jahe ja maapind külmunud, kaetud kerge valge kihiga, kus jäljed näha. Igal võistkonnal on kasutada üks pea ajalehe mõõtu kaart, kus KP asukoht polnud täpselt märgitud, sinna pidi jõudma mingist lähedasest kindlast orientiirist suunda võttes. Võistlus käib aja peale. Meie omadel kõige paremini ei lähe. Võidavad küll üliõpilased (Tallinna Polütehnilise Instituudi (TPI) mehed ja Eesti Põllumajanduse Akadeemia (EPA) naised – naistel rada 15 km ja kontrollkandam 8 kg). Võitjad mehed läbivad raja 4 tunni ja 21 minutiga, teistel kulub aega hulga rohkem.

1958. Hakkab taas ilmuma ajakiri Eesti Loodus. III kursuse geograafid Ülo (tema on meilt eestvedaja), Heino ja Ilmar valmistuvad aasta algul matkaks Karjalas, mis peab toimuma veebruaris. Spordiklubi ja ilmataadi toetusel saabki teoks II raskuskategooria suusamatk, mida juhib Uuralis, Altais ja Tian Shanis karastuse saanud III kursuse füüsik Peeter Kukk. Peale tema on rühmas kursusekaaslased Helga Sule ja Madis Sulev ja kolm mainitud geograafi, V kursuse arst Aino Saarla ja IV kursuse matemaatik Friedrich Seman. Võideldakse paksu lume ja jäätunud suuskadega, seljakott on raske (30–40 kg), ööbida tuleb ka lahtise taeva all lõkke ääres kuuseokstel külitades. 9 päeva jooksul läbitakse 314 km.

Taevaskojas toimuval Tartu matkajate II kokkutulekul jooksevad ülikooli eest ühes võistkonnas Kask, Mardiste, **Tiit Petersoo** ja Ü. Vellemaa, ikka turjal tuttav seljakott. Võidetakse. Tallinna matkajate VI kokkutulekul nädal hiljem Kloostrimetsas veidi muudetud koosseisus (Vellemaa asemel **Mart Vabar**) jäädakse pealinna vastu taas peale. Ikka parkümmend kilomeetrit ja seljakott. Kask ja Mardiste ütlevad, et on aeg seljakotid nurka heita ning võistlejad tuleb lasta rajal üksinda jooksma nagu tavaks on orienteerumisspordis välismaal.

Kauane matkajuht Armult Reinsalu valmistab ette Kalevi meistrivõistlusi matkaspordis. Ta on eelmisel aastal Soome-käigult kaasa toonud hulga orienteerumisspordi materjale ja otsustab põhjanaabritelt eeskujul võtta. Sünnib idee valikorienteerumisest. Rada planeeritakse ja pannakse maastikule arvestusega, et keegi ei suudaks kõiki punkte kolme tunniga läbida. Tartlasi püüab Eestist eemalviibiv A. Raik kokku ajada mitme abilise läbi. Otepääl muldi kaardistav I. Kask saab kirja Ü. Vildilt: „*II kursuse geograafid on üpris lähedal Vana-Otepääl. Otsi üles, kauple Hangu-poisil [juhendaja **Endel Hang** – toim] käest nad vabaks ja Sina vastutad oma peaga, et nad oleks 14. juunil Viljandis. Lahkumistempel ja allkiri komanderingule võta Otepäält. Piletid hoidke alles. Sõitke oma raha eest, selle maksame välja. Otsi võimalikult palju kompassse. Ärge unustage üliõpilaspiletit, ÜSK-i piletit ja need II kursuse näod võtku kaasa ka nende matkatõend.*“ Kalevi I meistrivõistlused matkaspordis (orienteerumisspordis) 15. juunil 1958 võidab H. Mardiste. Ta leiab: „*Selle võistluse võitsin ma tänu sellele, et olin füüsiliselt*

nõrgem kui teised. Kõvemad jooksjad läksid [ühte kaugemat ja kallimat] punkti võtma ja jäid kõvasti hiljaks“. Kokkuvõttes on parem ka Tartu meeskond.

Sügisel palub ülikooli kehalise kasvatuse ja sporditeooria kateedri õppejõud Endel Isop H. Mardiste appi läbi viima esimest orienteerumisvõistlust ülikoolis tema enda poolt eelmistel aastatel koolides korraldatud orienteerumismängude sarnaselt. Sellel propagandaüritusel klapitatakse üheks meeskonnaks kokku geograafide esmakursuslased **Madis Aruja**, **Rein Leet** ja **Andres Tarand**, lisaks majandusüliõpilane Uku Alakivi ja I. Kask. Siit tuleb M. Aruja esimene võistlus ja võit orienteerumisrajal. Neidudest on edukamad geograafid koosseisus **Helgi Mitt** (hiljem **Ebrok**), **Tiina Muna** (**Raitviir**), **Virve Purika** (**Holst**), **Leili Ruto** (**Saarse**) ja **Uile Vellerind** (**Lemberg**).

1959. Sündmuste keskel võib mõni detail esialgu jääda vähemärgatavaks ja alles hiljem asjade arenedes tõusta rohkem esile. „*Kui orienteerujaid ei olnud 1959.a algul Eestis veel ametlikult olemas, siis aasta lõpul seda enam väita ei saa.*“ (Kask, 1985, lk 7). 2006. aastal ilmunud raamat „Eesti orienteerumisspordi sünn ja hiilgeaastad 1959–1970“, mille autor on arst-radioloog Vello Viirsalu (1938–2011), meie orienteerumisspordi ajaloo isa (Eesti Spordiajaloo Seltsi auliige), seab sündmused veel avaramasse konteksti, aastate vahemikku 1926–2005. Ka sellel taustal jääb 1959 ikkagi silma paistma.

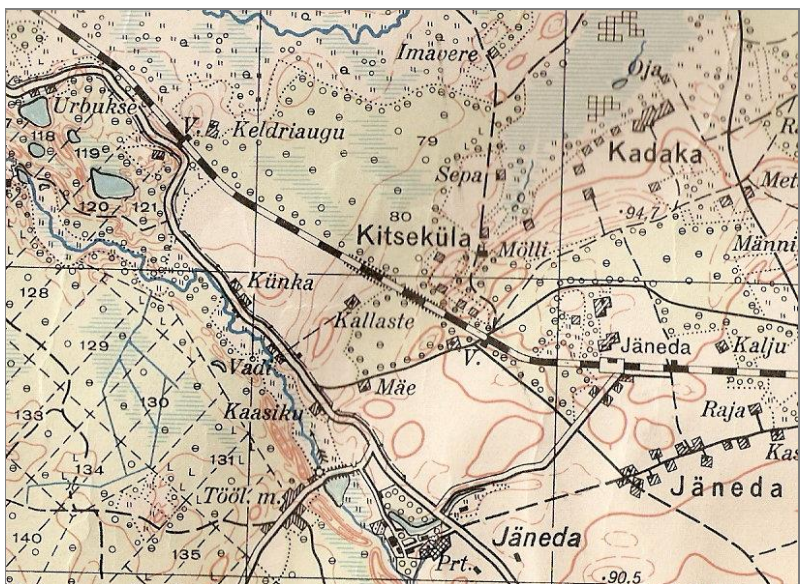
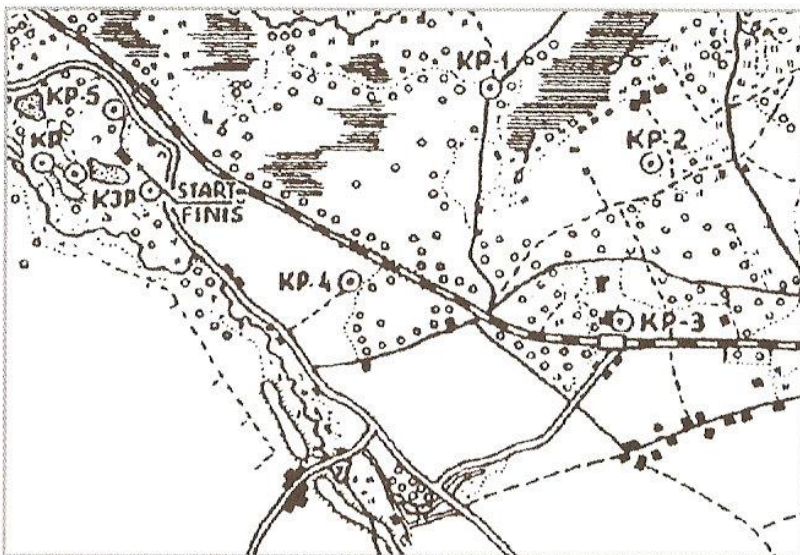
Omavahel konkureerivad matkasport ja orienteerumine. Käib võitlus organisatsiooni, hingede ja raha pärast. Ülikooli spordiklubi juures tegutseb turismisektsioon, kus oma osa nõuavad nii matkajad, orienteerujad kui ka alpinistid. Elvas toimub ülikooli matkajate kokkutulek, kus esimesel päeval kavas väike takistusriba ja õhtupimeduses võistkondlik orienteerumine, teisel päeval aga individuaaljooksuna TRÜ esimesed meistrivõitlused. Siin on väike vastastikune järeleandmine nii matka- kui orienteerumisspordi poolt: matkajad saavad omale orienteerumisvõistluse (mille tege-likult võidavad orienteerujad Aruja, Leet, Mardiste), orienteerujad aga täiesti oma võistluse (mis pole matkajate moodi 10 või 8 kg seljakotiga). 20 km pikkusel rajal tuleb ülikooli esimeseks meistriks

I. Kask. Sarnast valikuvõimalust orienteerujatele ei paku sel aastal ei Tartu ega Tallinna matkajate kokkutulekud.

30. mail jõutakse pealinnas asutada Eesti NSV Matkasporti Föderatsioon (EMSF), mille juurde moodustatakse kolm (ala)komisjoni: alpinism, matkamine ja orienteerumine (esimees Aleks Kaskneem). A. Kaskneem juurutab oma kasutusse nime orienteerumisspordi komitee (orienteerumisspordi komisjoni asemel), mis sel kujul samuti jõuab ametlikesse dokumentidesse. Nii või teisiti: 1959. a A. Kaskneeme „orienteerumisspordi komitee“ on organ, mille loomisest on lugenud oma algust Eesti Orienteerumisspordi Föderatsioon ja Eesti Orienteerumisliit.

27. septembril peetakse Aegviidu-Nelijärvel esimesed Eesti meistri-võistlused, mille korraldab orienteerumisspordi komitee (loe: Aleks Kaskneem). Peakohtunik on A. Kaskneem. Võistlused on individuaal-võistkondlikud. Kaart kõlvikupiiridega lilla valguskoopia mõõtkavas 1 : 50 000. Stardib 33 naist ja 47 meest, igapähele nõõriga kaelas vile (juhendis nõõtud, et abivajaja üles leida!). Kulmedalid kuuluvad Väike-Maarja esindajale Riola Koppelile (10 km pikkusel 5 KP rajal aeg 1:08.53) ja TPI III kursuse üliõpilasele Ülle Roobale (7 km, 3 KP, aeg 1:16.34). Tartust M. Aruja kolmas (kaotus Koppelile veidi üle minuti). Naistest kolmas-neljas T. Ehala ja **Maire Miljan (Raid)**. Mõned Tartu arvatavad liidrid lähevad pisut alt või kõõrbevad hoopis, siiski tartlastele võistkondlikud esikohad.

Algaegade matkaelementidega orienteerumisvõistlust iseloomustab väljavõte käesoleva artikli autorite 50. sünnipäevale pühendatud Madis Aruja pikemast Spordilehe artiklist: *Meenutaksin enda 12ndat orienteerumisvõistlust – „Daugava“ õiseid meeskondlikke esivõistlusi 1959.a oktoobris. Lõunanaabrid olid võistluspaigaks valinud Kemeru piirkonna sooderikka maastiku. Distanti pikkuseks pakuti 50 km, millel oli kõõigest 8 KPd. Kontrollajaks 11 tundi! Kaart oli selliseks pikaks võistlusmaaks hoopis harjumatu – mõõtkavas 1:50 000. Toona oli kombeks, et meeskonnavõistlustel pidid õõlgadel tarima 12-kilost (naised 8 kg) seljakotti, mida nimetati „loomapiinajaks“. Ka olid moes kohustuslikud asimuutlõõigud. Antud võistlusel osutusid need vajalikukski, sest mitmel korral tuli ebatõõpse kaardi tõõttu õõhutult läbida süõgavate turbakarjääõõridega pikitud sooalasisid.*



1959. aastal peetud esimeste Eesti meistrivõistluste kaart oli maha joonistatud 1935. aasta kaitseväge kaardilt, mõlemad mõdtkavas 1 : 50 000.

Meeskonnakaaslasteks olid diplomandidest geograafid Ilmar Kask, Heino Mardiste ja Ülo Vilt. Kogenud kamraadid olid mures, kuidas noortudeng [tegelikult olime kõik ühevanused] sellele pikale distantstile seljakandamis vastu peab. Plaanitsesid isegi, millises järjekorras minu seljakotti kannaksid (seljakotist ei tohtinud midagi ära visata, sest pärast finišeerumist tehti kontrollkaalumine). Lõpu poole kippusin käima, siis Kask ja Mardiste kehtasid uuesti jooksma. Seljakotti keelitamistele vaatamata nendele ei andnud – uhkus ei lubanud. Kõhutühjus muutus järjest häirivamaks – õhtusöök oli ju kaugel minevikus. Mida hommiku poole, seda enam kohtasime katkestanud võistkondi. Olid lõkked üles teinud ja nende soojuses kinnitasid keha. Küll see tegi kadedaks. Kask ja Mardiste: „Ei mingit katkestamist!“ Hommikuvalges, 2 km enne finišit jõudsime naeripõllule. Seal ei pidanud keegi meist vastu: seisatasime ja kosutasime end naeristega. Lõpetasime, ajaks saime 10 t 54 min 30 sek. Rõõmu oli küllaga – mahtusime kontrollaja sisse. Hiljem selgus, et lõpetasime teisena. Ainult kolmel Tartu tudengite võistkonnal õnnestus mahtuda kontrollaja piiresse (kokku osales 24 võistkonda). Minul jäi üle vaikides imestada – kanged juurikad need Kask ja Mardiste! Salamõttega sõitsin Tartusse: kas minust ei võiks samasugune saada?“ (Aruja 1986). Saigi, aga palju tugevam – järgmisel kümnendil tuli Madis kümnekordseks Eesti meistriks, oli kolmel aastal Eesti edetabeli esimene ja võitis esimestel üleliidulistel võistlustel. Allakirjutanutel oli vastu panna vaid mõni medal.

1960. Põhjamaade algatusel luuakse Rahvusvaheline Orienteerumisspordi Liit. 16. jaanuaril 1960 saab alguse Tartu-Kääriku (hiljem Otepää-Tartu ja nüüd juba pikemat aega Otepää-Elva) ehk Tartu suusamaratoni traditsioon. Esimese sõidu lõpetavad teiste seas ka Aruja, Kask, Mardiste, Teras, Petersoo.

Elvas peetakse I Eesti meistrivõistlused orienteerumissuusatamises (märkesuusatamises). Rajameistriteks on Juhan Kivi ja A. Raik, peakohtunikuks J. Remmel. Naistest võidab L. Ruto, meestest tuleb esimeseks M. Aruja, H. Mardiste on kolmas ja **Tõnu Kaare** kuues.



Spordiühing Daugava 1959. aasta meistrivõistluste finišis. Vasakult: Madis Aruja, Ilmar Kask, Heino Mardiste; pildilt on välja jäänud Ülo Vilt.

EMSF-i presiidium kinnitab esimesed sõjajärgsed orienteerumisspordi reeglid (võistlusmäärused). 15. mail saab föderatsioon ühtlasi uue nime: Eesti NSV Matka- ja Orienteerumisspordi Föderatsioon (EMOF), kus aga orienteerumisspordi komiteele-komisjonile kohta ei leita. A. Kaskneem saab üheks aseesimeheks ja Tartu esindajaks A. Raik. 29. juunil kinnitab Eesti NSV Spordiühingute ja –organisatsioonide Liidu nõukogu presiidium Endel Jõgioja väljatöötatud täiesti originaalsed järgunormid, nimetades neid rahvusliku spordiala järgunormideks (üleliidulisi norme ei eksisteerinud).

Tartu esimesed meistrivõistlused orienteerumisjooksus Elvas toimuvad uute reeglite järgi, kahes etapis (õise ja päevase võitluse kokkuvõttes). Harukordne juhtum: neljanda KP kohtunik oli enne võistluse lõppu koos tähisega kadunud – pulma läinud!, nii jääb päevane rada kavandatust lühemaks. Paremusjärjestus: 1. Aruja, 2. Arne Kivistik, 3. Kask, 4. Mardiste.

Eesti esimene orienteerumiskoondis moodustati 1960. a matškohtumiseks Leningradiga Karjala kannasel. Eesti värvides (muuseas,

sellest aastast oli esindusdressil varasema ENSV asemel EESTI) astus seal üles neli alles kahe nädala eest geograafi diplomi saanut – H. Teras, M. Sallaste, I. Kask ja H. Mardiste, lisaks veel nooremad geograafid M. Aruja ja M. Miljan. Individuaalselt saab parima arvessemineva aja kirja Ago Vilo, kolmanda-neljanda Kask ja Aruja, seitsmenda Mardiste. Naistest võidab leningradlanna, Kersti Kaldvee on viies ja M. Sallaste kuues. Kokkuvõttes Eesti mehed võidavad, naised kaotavad, üldvõit Leningradile.

Eesti teised meistrivõistlused Käärikul korraldatakse uue juhendi järgi. Aastatel 1960–1962 proovitakse järele, kuidas sobib meistrite selgitamiseks kahe etapi liitmine – öise ja päevase etapi aegade summas. Geograafidele see moodus sobib küll: meestest on esimene-teine Aruja ja Mardiste, naistest kokkuvõttes parim **Tiiu Liblik** (öösel 5. ja päeval 4.), H. Teras aga võidab päevase etapi.

4. novembril luuakse raekojas Tartu linna kehakultuuri- ja spordikomitee juurde iseseisev linna orienteerumissektsioon. Sektsiooni esimeheks saab I. Kask, aseesimeheks A. Raik, sekretäriks Tõnu Raid. Poliitiliselt tähtis samm: NLis, kus spordiorganisatsioonid administratiivse korraldusega kindlalt paika pandud, omalaadsete seas esimene!

1961. 29. jaanuaril asutab eelmisel sügisel Heltermaa ilmajaama tööle suunatud Heino Mardiste Hiiumaa rajooni orienteerumissektsiooni. See on Tartu järel teine puht orienteerumise organistsioon ja tähendab spordiala levimist Eestis.

Spordilehes ilmub orienteerumiskohtunik I. Kase sulest analüüsisv artikkel „Orienteerumisspordi päevaprobleeme“. Veebruaris peetakse Neljärvel kolmas EMOFi pleenum. Valitaks föderatsiooni uus 14-liikmeline presiidium, kus tooni annavad orienteerumisspordi iseseisva juhtorgani pooldajad. Moodustatakse jälle orienteerumisspordi komisjon. Föderatsiooni presiidiumi esimeheks saab A. Reinsalu, aseesimeesteks A. Kaskneem ja A. Raukas, orienteerumisspordi komisjoni esimeheks I. Kask, propagandakomisjoni esimeheks A. Raik, kes oli orienteerumisspordi algaastatel aktiivselt tegev võitluste korraldamisel, eriti Tartus.

Eelmisel aastal Põhjamaade algatusel loodud Rahvusvahelise Orienteerumisspordi Liidu kongressil, millest võtab osa 10 riiki, nimetatakse liit ümber Rahvusvaheliseks Orienteerumisspordi (Orienteerumisjooksu) Föderatsiooniks (IOF). Otsustatakse 1962. aastast hakata pidama ametlikke Euroopa meistrivõistlusi. Samal ajal Eestis. Ülikooli meistrivõistlused (peetakse koos EPA omadega) Pühajärve ääres Kolgal öist ja päevast etappi kokku liites. TRÜ meistriks tuleb I. Kask, M. Aruja on kolmas. Naistest on esimene T. Liblik.

Tartu meistrivõistlustel Elva lähedal Arul kuulub võit Arujale, Tartu asub linnavõistlust Tallinna vastu juhtima. Poolteist kuud hiljem, Keila lähedal ülekaalukas võit teenitult Tallinnale, koguvõit samuti. I. Kask loeb paljude võistlejate ebaõnne üheks põhjuseks kaardi ebatäpsust ja rajameistrite poolt KPde asukoha ebaõnnestunud sidumist usaldatavate orientiiridega.

Vahepeal leiab Otepää kõrgustikul Arulas aset teine Eesti-Leningradi matš. Peeaegu poole Eesti koondisest moodustavad geograafid. Pearajameister on Ü. Vilt (hukkus paar kuud hiljem autoõnnetusel). Meestest võidab Ago Vilo, teine T. Raid, kolmas I. Kask. Naistest saab esikoha Maret Hiis, kolmas on T. Liblik. Võit Eestile.

Balti matkajate V kokkutulekul ja I Balti matšil orienteerumises Porkunis on Eesti orienteerujate võit ülekaalukas – kolm esimest kohta nii meeste kui naiste arvestuses. Oma osa selles annavad geograafid: meestest 1. M. Aruja, 2. I. Kask, naistest 3. M. Sallaste.

Eesti meistrivõistlused peetakse sel aastal Viljandimaal, paremus jälle öise ja päevase stardi kokkuvõttes. Reede öösel vastu laupäeva Viljandist põhja pool Pärstis ükski geograaf kuue hulka ei pääsenud. Pühapäeval Holstre ümbruses veab Arujal (esimene) ja Kasel (teine, mis kokkuvõttes annab talle esikoha) rohkem. Naistest on päeval parimad küll M. Miljan ja T. Liblik, kokkuvõttes aga edukaim M. Sallaste oma kuuenda kohaga. 1 : 10 000 põllumajandusliku aluskaardi (maakasutusplaani) järgi valmistatud võistluskaart on ilma reljeefikujutiseta, kuid muidu annab maastikusituatsiooni täpselt edasi. Võistlejatel on nii suuremõõtkavaline kaart harjumatu.



Eesti võistkond Arulas 1961. aastal. Geograafid vasakult: 2. Tiiu Liblik, 3. Rein Leet, 7. Heino Mardiste, 8. Maire Miljan, 13. Madis Aruja, 14. Haldi Teras, 15. Ilmar Kask.

Aasta suursündmus on *Tartu nõupidamine* ehk detsembrikonverents, mis toimus 9.–11. detsembrini 1961 Tartu hotellis Park. Selle eesmärk oli tagant tõugata üleliidulise orienteerumiselu korraldamist. Osa võtavad Balti liiduvabariikide, Leningradi, Moskva ja Sverdlovski delegaadid, kokku 30 inimest. Arutatakse orienteerumisspordi olukorda NLs, vastava föderatsiooni asutamise võimalusi jpm. Otsustatakse Eestis kehtivad määrustik ja järgunormid aluseks võtta. Konverentsi põhietekande peavad E. Isop ja Gertruda Vasiljeva Leningradist. Mõttevahetusel lähenevad suuremate keskuste seni üsna vastandlikud seisukohad. Nagu telgitaguseid kõige pare

mini tundev A. Raukas aastaid hiljem selgitab, kujutas sellise konverentsi korraldamine Tartus – ilma Moskvast kooskõlastamata endast retsedenditult sammu. Aga lõpuks mis tehtud, see tehtud.

1962. Jaanuaris toimub Eesti NSV Matka- ja Orienteerumisspordi Föderatsiooni neljas pleenum Aegviidu-Nelijärvel. Võitlus orienteerumise ümber on terav ja muutub isiklikuks. Orienteerumist, mis viiekümnendail oli olnud matkamise osa, tahavad vanad matkajuhid

ka tulevikus jätta matkamise osaks. Poliitikas ja demagoogias on noored orienteerujad kogenematud. Uude presiidiumi ei valita enam A. Kaskneeme ja I. Kaske, kahte kõige kirglikumat orienteerumise iseseisvuse eest võitlejat. Pleenumi otsus on: ideoloogiline kasvatus-töö matkajate ja orienteerujate seas vajab parandamist. I. Kask tagandatakse üldistele seisukohtadele allumatuse tõttu. Kask võtab oma suure kohvri ja kõnnib Riia rongi ära ootamata vastu ööd tähtede särades mööda raudteed Nelijärvelt Tapale. Uue presiidiumi esimeheks saab mõõduka tiiva esindaja A. Raukas, orienteerumiskomisjoni esimeheks nii võistleja kui treenerina tegutsenud Tõnu Laja.

Iseseisev Eesti NSV Orienteerumisspordi Föderatsioon (EOF) moodustatakse Eesti NSV Spordiühingute ja -organisatsioonide Liidu Nõukogu presiidiumi otsusega 16. oktoobril 1962. Iseseisva föderatsiooni tegemist soodustab nüüd suvel Moskvas vastu võetud otsus ümber korraldada matkamise juhtimine. Matkamine viiakse NLi Ametiühingute Kesknõukogu ja vabariiklike turisminõukogude juurde (sel jääb aga võimalus arendada orienteerumist kui üht ala-liiki). Eesti tee on teine. Iseseisva orienteerumisföderatsiooni esimeheks presidendiks saab senine EMOFi presiidiumi esimees A. Raukas ja aseesimeheks A. Kaskneem. Tuleb rõhutada Raukase teeneid, kes oli Eesti orienteerumispordi arendajaid ja juhte 1960ndatel aastatel. Hea suhtleja ja julge otsustajana oli ta Eestis orienteerumise tegusa organisatsiooni arendajaid, meistrivõistluste süsteemi kujundajaid, võistlusmääruste koostajaid ning sidemete loojaid NLi teiste keskuste ja Soome orienteerujatega. Viimase eest sai ta Soome Orienteerumisliidu kuldmärgi (1964).

1962. aasta võistlustel oli teistest selgelt üle M. Aruja, kes tuli Eesti meistriks nii orienteerumissuusatamises kui ka -jooksus (õisel etapil teine, päevasel esimene) ning võitis Balti tudengite meistrivõistlused. Orienteerumisjooksus sai geograafidest kulla T. Liblik (nii õisel kui päevasel etapil kolmas) ja pronksi M. Mardiste (õisel rajal kõige kiirem) ning talvistel pronksi H. Teras.

1963. Kui seni selgitati välja Eesti parimad kahel alal – orienteerumisjooksus ja -suusatamises, siis 1963. aastal lisandusid meistrivõistlused valik-, maraton- ja teateorienteerumises ning varem kokkuvõetud õine ja päevane võistlus jaotati kaheks eraldi jõu-

prooviks. Nii võis aastas saada kuni 6 medalit (naised küll 5, sest neile veel maratonienteerumise võimalust ei antud). 1963. aastal paistab geograafidest võistlusrajal jätkuvalt silma M. Aruja (võidud Karpaatides üleliidulistel esivõistlustel märkeorienteerumises, viie võistkonna matšil Sosnovos, Eesti päevastel meistrivõistlustel ja pikal rajal), M. Mardiste (esikoht IV Eesti-Leningradi maavõistlusel Kauksis), H. Teras (Eesti meister öises orienteerumises), I. Kask (auhinnakohad Eesti meistrivõistlustel märkesuusatamises ja päevases orienteerumises ning III Balti matšil Cēsises).

1963. a lõpul ilmub TRÜ kirjastuse poolt 1000 eksemplaris välja antud A. Kivistiku ja I. Kase „Orienteeruja ABC“. Järgmine universaalne õpik ilmub alles 23 aastat hiljem A. Kivistiku ja T. Raidi koostatuna.

Geograafide lennud aastatest 1960 (Kask, Mardiste, Sallaste, Teras jt), 1962 (Ruto jt), 1963 (Aruja, Miljan jt), 1964 (Liblik jt) on juba oma õpinguaastatel suutnud anda palju orienteerumisspordi edene-misse Eestis. Esimene peatükk Eesti orienteerumisvõistluste aja-loos, kus geograafidel etendada võrdlemisi suur osa, hakkab läbi saama. Järgneva kümne aasta kestel on jätkuvalt väga heas vormis M. Raid 11 Eesti meistritiitliga. Mõned aastad võistleb veel M. Aruja.

1960.–1970ndail oli orienteerumine massispordi mõttes geograafia-üliõpilaste seas võrdlemisi populaarne. Eks siin aitas ka topograafia ja teiste õppepraktikate jooksul omandatud kaardilugemisoskus. Täpsem kaart oli ju sel ajal tavakodanikule kättesaamatu. Tudengite geo-geo mängude kavas oli siis ka orienteerumisvõistlus – märke-suusatamine, mida peeti aastaid mängude tunnusalaks.

Järgnevatel kümnenditel seoses ala populaarsuse tõusu ja harras-tajate hulga kasvuga geograafide osatähtsus kahanes. Kui varem tehti tutvust orienteerumisega ülikoolipäevil, siis nüüd tuli maa-teadust õppima juba koolipõlves orienteerumisspordis tugeva aluse saanud. Neist Eesti tippsportlasteks kerkisid **Küllil Kaljus** ning viimasel kümnendil **Eleri Hirv** ja **Markus Puusepp**.

Noorte orienteerumishuvi ja geograafia vahel on teatud seos, mida näitab tosina aasta jooksul Euroopa noorte meistrivõistlustel ja juunioride maailmameistrivõistlustel Eesti võistkonda kuulunud

orienteerujate küsitlus. Neist vähemalt 14 oli esinenud kas Eesti või rahvusvahelisel olümpiaadil reaal- ja loodusainetes, seejuures pooled geograafiaolümpiaadidel (Košik 2010, lk 32). Viimastest viis tuli ülikooli geograafiat õppima. Orienteerumine on ala, kus füüsiliste võimete kõrval on väga olulised vaimsed võimed. 50st Eesti meistri-võistlustel kõige rohkem medaleid võitnutest on kõrgharidus 46 inimesel.

Tabel 1. Geograafidest Eesti orienteerumise meistrivõistluste medali-võitjaid.

Nimi	Lõpeta- mise aasta	Medalite arv				Aastad
		I	II	III	Kokku	
Külli Kaljus (Pirksaar)	1995	23	15	9	47	1988–2001
Maire Miljan (Raid)	1963	13	9	4	26	1959–1983
Eleri Hirv	2013	6	7	11	24	2010–2016
Madis Aruja	1963	10	5	2	17	1959–1970
Markus Puusepp		6	6	2	14	2007–2013
Tiina Kikkas (Oras)	1984	1	6	1	8	1982–1991
Kerstin Uiboupin	2015	1	2	4	7	2010–2015
Ilmar Kask	1960	1	1	3	5	1961–1972
Tiiu Liblik	1964	3		1	4	1960–1964
Haldi Teras (Masing)	1960	2		2	4	1962–1968
Heino Mardiste	1960	1	1	1	3	1960–1967
Mari Lahtmets	1988		1	2	3	1987–1988

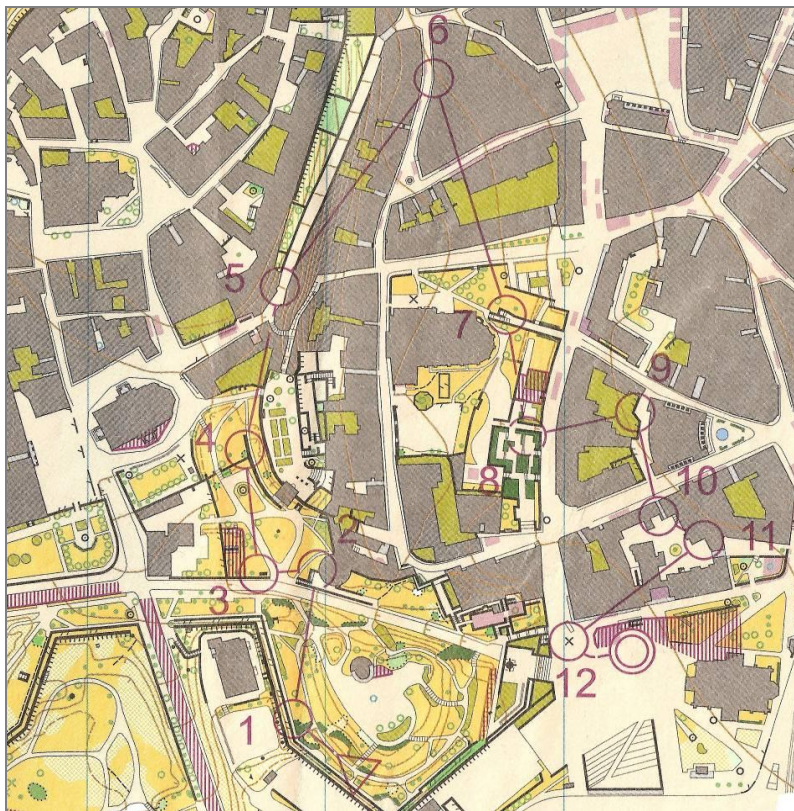
Üks-kaks medalit on võitnud veel 11 geograafi, neist Eesti meistriks on tulnud Leili Ruto-Saarse (lõpetas 1962), **Aino Tuhkanen (Kollo)** (1968), Rein Leet (1963), **Ülle Kaljus (Volt)** (1993) ja **Madli-Johanna Maidla** (2016); medalivõitjad on veel **Jaan Olvet** 2, **Mihkel Järveoja** (2012) 2, Malle Mardiste 2, **Kaie Vasser** (1989) 2, **Enn Loik** 1, **Marek Karm** (2012) 1 medal. Kui 1960ndate keskel peeti võistlusi 5–6 orienteerumisalal, siis tänapäeval on võimalus aastas võita poole rohkem medaleid.

Aja jooksul on medalialade arv kasvanud, järjest populaarsemaks on saamas ja TV alaks kujunemas hoonestusaladel, lausa linnades, peetavad sprindivõistlused; 2016.a veteranide MMi sprindi finaali toimus Tallinna vanalinnas ja Toompeal. Paljud orienteerujad võtavad osa rogaini – pika kontrollajaga (24, 12 või 8 tundi) võistkondlikust valikorienteerumisest.

Orienteerujad on olnud väga aktiivsed oma ala propageerijad ajakirjanduses, milles oma osa on ka allakirjutanutel. Esimestel aastakümnetel olid tegevvõistlejad enamasti kordamööda ka võistluste korraldajad, rajameistrid ning kaartide muretsejad ja paljundajad.

Mitu 1950ndail alustanud orienteerujat on oma harrastust jätkanud kõrge eani. Seda soodustab ala eripära – keegi ei näe, kui kiiresti või aeglaselt sa metsas liigud ja peaaegu igal võistlusel on mitukümme vanusegrupp – alates 8–10aastastest kuni 80(85)aastasteni. Seega on võimalik valida ea- ja jõukohane rada. Nädalavahetustel peetavate suuremate võistluste kõrval toimuvad üle Eesti nädala sees õhtupoolikuti orienteerumispäevakud, millest saab igaüks osa võtta temale sobival ajal ja rajal. 1964. aastal alustatud rahvaspordisari on osaluskordade poolest Eesti suurim.

2016. aastal toimus 19 päevakusarja, kokku korraldati 320 päevakut, mis kogusid üle 51 000 osaluskorra. Järgmine, kuuest erineva ala osavõistlusest koosnev Tartu Maratoni Kuubik kogus 2015. aastal 28 000 osaluskorda (2016.a suusamaraton jäi lumepuudusel ära).



Tallinna vanalinn 2016. Vähendatud väljavõte 2016. aasta veteranide maailmameistrivõistluste sprindikaardist 1 : 4000. Kaart Markus Puusepp ja Mait Tõnisson. Kaardil M80 ja N75 rada, rajameister Sander Vaher.

Keegi ei ole orienteerumislidu andmebaasist eraldi välja otsinud geograafide osavõtuarve. Näiteks, geograafiaosakonnast oli viimasel ajal igal Tartu ja Põlva, samuti teistel orienteerumispäevakutel enamasti 5–6 inimest, vahel ka rohkem (sagedamini **Jaak Jaagus**, **Taavi Pae**, **Jüri Roosaare**, **Antti Roose**, **Arvo Järvet**, **Age Poom**). Käesoleva loo kirjutajatest on I. Kask viimase 30 aasta jooksul osa võtnud u 540 Tartu neljapäevakust. Suurematel võistlustel on peaaegu alati väljas **Kalev Kukk**, **Taivo Tali**, **Jaan** ja **Juta Ainelo**. Veteranide Eesti meistrivõistlustest on geograafidest

edukamad olnud M. Raid (u 55 medalit), H. Mardiste (58 medalit, sh 35 kulda), T. Oras (43 medalit, 18 kulda), I. Kask (21 medalit). Aastail 1989–2015 lasus Tartu neljapäevakute (kokku u 570 korda) peakorraldaja koorem T. Orase õlgadel. Veteranide MMil on hõbe-medali võitnud M. Raid (2013 Itaalias) ja pronksi H. Mardiste (2016 Eestis).

Orienteerumiskaardid

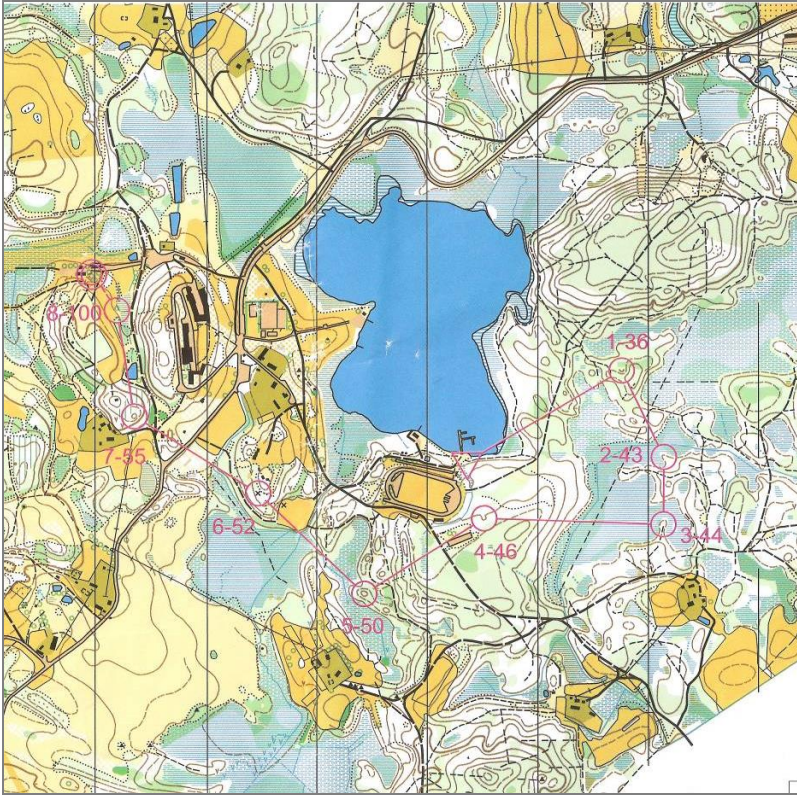
Erikaartide hulka kuuluv orienteerumiskaart on detailiderikkam kui samas mõõtkavas topograafiline kaart. Kuna erinevate riikide topograafiliste kaartide leppemärgid on erinevad, siis alates 1969. aastast on kasutusel kaartide koostamise ühtsed rahvusvahelised nõuded ja leppemärgid, mis Eestisse jõudsid veidi hiljem. Kaartide salastatuse ja raske kättesaadavuse tõttu kasutati 1960.–1970. aastail võistlustel väga erineva vanuse ja täpsusega aluskaarte – majandite maakasutusplaane ja metsade reljeefita kaarte mõõtkavas 1 : 10 000 ja 1 : 25 000 ning topograafilisi kaarte. Neid paljundati lillade valguskoopiatena või must-valgete fotodena kas otse lähtekaardist või nende ümberjoonistatud väljavõtetest.

Järgnevalt on toodud näide esimeste orienteerumiskaartide tegemisest Hiiumaal: *„Kaardid ja rajad olid oma aja võimalustele vastavad. Esimese Kärddla külje all peetud võistluse kaardi kopeerisin väriseva käega kalkale 1961.a algul Hiiumaa sõjakomissari kabineti umbes 15 aasta vanuselt 1 : 25 000 venekeelselt topograafiliselt kaardilt. Edaspidi kasutasin majandite maakasutusplaanidest väheste parandustega tehtud koopiaid mõõtkavas 1:25 000. Koopiate tegemiseks muretsesin oma asutuse – hüdrometeoroloogia teenistuse valitsuse kaudu Tallinnast rulli valgustundlikku paberit (sellist asja muidugi vabamüügil ei olnud), apteegist nuuskiiritust, valmistasin kasti koopiate ilmutamiseks ja tegin paksu pehme riidega kaetud plaadi, mille vastu sai klaastahvliga tihedalt vajutada kalka ja selle all oleva valgustundliku paberi. Valgusallikaks oli Päike. Paarisekundise „säritamise“ järel viisin paberi tупpa kasti nuuskiirituse aurudesse ilmuma. Sellise „tehnikaga“ paljundasid kõik aastail 1961–1965 tehtud 14 Hiiumaa orienteerumiskaarti. Neil aas-*

tail korraldasin peaaegu kõik võistlused, välja arvatud paar Em-maste ja Lauka kooli oma, saare idaosas Kärkla, Heltermaa ja Kassari vahelises kolmnurgas. Head maastikud Tahkunas, Kõpus ja mujal saare lääneosas jäid mulle transpordiraskuste tõttu kättesaamatuks. Kaardi aluseks olevatel maakasutusplaanidel puudus ka reljeef. Nii mõnelegi mandri võistlejale valmistas raskusi kohanemine Hiiumaa maastikega, kus kadakased karjamaad ja võsastikud läksid järkjärgult üle puisniiduks või metsaks ja mille vahelise piiri kiire tabamine kaardi järgi maastikul nõudis kogemusi“. (H. Mardiste)

1960ndate esimesel poolel võitlusteks saadud maakasutusplaanide valguskoopiaid ei kaasajastatud. Tugevasti liigestatud maastikul oli nende järgi orienteerumine raskendatud, sest neil puudus reljeef. Sama kümnendi keskpaigast hakati vähehaaval kaarte parandama kas teiselt kaardilt info lisamise või maastikul kaardi täpsustamisega. Esimene ulatuslikum välitöö orienteerumiskaardi koostamiseks tehti 1965. aastal Jõgeva lähedal Siimustis, kus T. Raid ja M. Aruja kandsid sõjaeelse 1 : 50 000 topokaardi kahekordsele suurendusele möödunud 30 aasta jooksul toimunud teeradade ja kõlvikupiiride muutused. Reljeefi nad ei parandanud. (<http://www.kaardilood.ee/orienteerumiskaardid.html>)

1960ndate lõpupoole hakati vähehaaval üle minema rotaprintis paljundatud värvikaartidele, algul 2–3 värvi, hiljem juba 5–6 värvi trükis. Esimene kahevärvitrukis orienteerumiskaart mõõtkavas ca 1 : 25 000 oli kasutusel 1966. aastal Tääksis (autor T. Raid) ja sama kaardiga toimus 1971. aasta veebruaris geo-geo mängude märkeorienteerumise võistlus. Samal, 1966. aastal ilmus trükist esimene kolmevärvitrukis kaart – Pirmastu, mis asub Viljandimaal Holstre lähedal. 1970ndate lõpus seadustati NLis orienteerumiskaartide (teatud piirangutega) trükkimine kaardivabrikutes. Neid kaarte hakati enne paljundamist maastikul parandama. Olenevalt maastiku keerukusest (eriti reljeefist) võisid välitööd lubatud 10 km² ala kaardi täpsustamisel võtta sadu tunde. Olukord kaartidega muutus Eesti iseseisvuse taastamise järel. Kaartide koostajad said kasutada Maaameti uusimaid kaarte, aerofotosid ja viimasel ajal ka Lidari andmeid, mis vähendas välitööde mahtu.



Kääriku 2009: Väljavõte 1 : 15 000 orienteerumiskaardist. Välitööd Kalle Remm, parandused Madis Oras. Joonis K. Remm ja M. Oras.

Eesti orienteerumiskaartide andmebaasi järgi ([http://www.orienteurumine.ee/ kaart/kaardid.php](http://www.orienteurumine.ee/kaart/kaardid.php)) on geograafidest kõige rohkem kaarte teinud **Kalle Remm**, Markus Puusepp, Marek Karm ja Jaan Olvet. K. Remm (bioloogiakandidaat 1990, teadusmagister geoinformaatika ja kartograafia erialal 1999, töötas aastail 1993–1998 Eesti kaardikeskuses ja on alates 2002. aastast ametis TÜ geograafia osakonnas) on Eesti hinnatumaid orienteerumiskaartide koostajaid. Tema nimi on kaardistajana ja/või joonistajana umbes 100 kaardi all. M. Puusepp on osalenud 40 ja M. Karm (magistritöö *Orienteerumiskaardi tootmise optimeerimine LiDARi ja topograafilisi andmeid kasutades*, 2015) 30 kaardi tegemisel.

Geograafidest tipporienteerujad

Madis Aruja (1936–1995) oli 1960ndate esimesel poolel meeste seas Eesti edukaim orienteeruja. Lõpetas 1963 geograafina TRÜ. Orienteerumisega hakkas tegelema 1958. aastal esimese kursuse üliõpilasena. Ta tuli aastail 1959–1970 10 korda Eesti meistriks (8 orienteerumisjooksus ja 2 suusaorienteerumises) ning oli Eesti parim orienteeruja 1960, 1962 ja 1964. Madise hiilgeaastad olidki 1960–1964 – tolle ajani oli ta startinud 146 väga mitmesugusel võistlusel. Rohkem kui sajal korral oli ta olnud auhinnasaajate hulgas, seejuures rohkem kui 70 korral tulnud võitjaks! (Viirsalu, 2000). Aastail 1963–1964 oli ka NLi parim orienteeruja: kahel aastal järjest tuli võitjaks aasta tähtsamatel üleliidulistel võistlustel – 1963 võitis Sosnovos viie keskuse matšil ja Karpaatides NLi esimestel esivõistlustel ning 1964 Haanjas peetud 8 linna ja Balti matšil, kus startisid kõik tollased NLi tugevamad orienteerujad. Kuulus 1968 NLi koondisse. Võistles 1960–1969 29 korda Eesti koondises.



Madis oli meil esimene orienteeruja, kes hakkas süstemaatiliselt treenima. Oma edu ta seletas järgmiselt: „Sihipärane treening tolle aja kohta suure mahuga. Harjutasin 6–7 korda nädalas, mõnikord isegi 2 korda päevas. Aga see oli alles 60ndate esimene pool. Treenisime koos Tõnu Raidiga. Tema oli teoreetik. Teiseks – ma olen selle üle mõelnud – oli minu võime ebatäpsest kaardist välja lugeda seda, mida seal ei olnud.... 60ndate keskel hakkasid tulema täpsustatud kaardid. Ei tea, kas oleksin sama edukas olnud? Elasin siis Tallinnas, 8 tundi päevas tööl ja treeninguks jäi aega vähe, maastikku ka ei olnud. Hiljem tuli ka haigus. Ja oligi

orienteerumisega lõpp.“ (Kivistik 1994). Algusaastail oli Madis alaline Eesti Orienteerumisföderatsiooni presiidiumi liige. Avaldas ajakirjanduses palju artikleid treeningutest, radade tegemisest ja võistluste korraldamisest. (http://esbl.ee/biograafia/Madis_Aruja/?tul=1&#tulemusedlist)

Maire Raid (aastani 1966 **Miljan**) (1938) on kõige kauem orienteerumisradadel püsinud naine. Oma esimese Eesti meistrivõistluste medali võitis 1959.a ja seni viimase veteranide kulla 2016.a septembris. Maire lõpetas ülikooli geograafina 1963. aastal ja kogu tema edasine tegevus oli seotud välitööde ja kaartidega – 1963–1966 Eesti Maanteeprojektis geoloogina, 1966–1972 Eesti Maa-parandusprojektis insenerina ja 1972–2007 Eesti Metsakorralduskeskuses taksaatorina ning 2005–2010 Riigimetsa Majandamise Keskuses pärandkultuuri kaardistajana.



Sportimist alustas Viljandi spordikoolis kergejõustiklasena ning pälvis 1958.a Eesti meistrivõistlustel murdmaajooksus hõbeda ning 1959. aastal tuli 3 × 800 m teatejooksus Eesti meistriks. Orienteerumisega alustas ülikoolis. Eesti meistrivõistlustel on aastail 1959–1983 võitnud 26 medalit, sealhulgas 13 kulda ning NSV Liidu esivõistlustel 2 kulda, 2 hõbedat ja pronksi. Maire on aastail 1960–1982 võistelnud 65 korda Eesti koondises ja 1967–1969 3 korda NLi koondises. Oli kahel korral NL-Bulgaaria maavõistlusel (neil aegadel üks väheseid koondise võistlusi väljaspool NLiitu) teatejooksu võitjaid. Oli aastail 1968–1969 ja 1971–1973 Eesti orienteerumisjooksu edetabeli esimene (1972 ka suusaorienteerumises). Ta on läbi aastakümnete jätkanud võistlemist ning on saanud Eesti veteranide meistrivõistlustel u 55 medalit. 2013.a veteranide maailmameistrivõistlustel Itaalias sai hõbemedali. Tema abikaasa **Tõnu Raid**, EGSi auliige 2016 (vt EGSi aastaraamat 41. kd, lk 239–244) on olnud juhtivalt tegev Eesti orienteerumise arendamisel 1960ndate aastate algusest alates, korraldanud orienteerumiskaartide koostamist ja trükkimist ning olnud edukas treener.

Külli Kaljus (aastast 2004 **Pirksaar**) (1973) on geograafiaosakonna lõpetanuist kõige edukam sportlane. Aastail 1991–1995 õppis ta ülikoolis, mille lõpetas kartograafina; lõputöö oli *Eesti orienteerumiskaartide andmebaasi loomine*. Ta on töötanud kartograafiafirmades E.O.Map ja Regio, aastast 2014 Põllumajanduse registrite ja informatsiooni ametis peaspetsialistina. K. Kaljus hakkas Põlvas orienteerumistreeningutel käima juba kolmanda klassi õpilasena. Esimese Eesti meistrivõitluste medali – pronksi orienteerumisjooksus sai ta 15-aastasena Põlva rajooni naiskonna koosseisus. 1990.a tuli ta Eesti naiskonnaga Nõukogude Liidu tšempioniks orienteerumissuusatamises, s.o veel enne esimese Eesti meistritiitli võitmist. Ta on saanud Eesti meistrivõistlustel orienteerumises 48 medalit ja osalenud 56 korda Eesti koondises. K. Kaljus on võidetud medalite arvult Eesti kõigi aegade (1959–2016) tabelis 10. kohal. Orienteerumisjooksu maailmameistrivõistluste 8st stardist oli edukaim 1999. a. 7. koht Šotimaal. Maailmakarika osavõistlustel on tal korra õnnestunud saada teine ja kaks korda kolmas koht ning üliõpilaste MMil hõbe- ja pronksmedal. Aastail 1993–1998 oli ta

Eesti edetabeli esimene, 1994 ja 1996 tunnistati Eesti parimaks üliõpilassportlaseks ning 2001 Tartu parimaks naissportlaseks. Ja seda kõike õpingute ja töö kõrvalt. Ühes 1999. aastal antud intervjuus on ta öelnud: „Orienteerumine on minu hobi, võistlen amatöörina oma rahakoti peal. Võistlusreisidel on mind rahaliselt abistanud Eesti Orienteerumisliit, klubid Peko ja Liedon Parma.“ Teda on treenerina juhendanud T. Raid (Maidla jt 2011, lk 95).



Külli Kaljus (pildil vasakul) orienteerumise 1996. aasta maailmakarika Cäsise etapi autasustamisel.

1990ndate keskpaiku hakkas Külli osalema jooksuvõistlustel, kus paremaid tulemusi sai pikematel distantsidel. Oma sportlastee ta lõpetaski jooksjana. Aastail 1996–2009 sai ta Eesti meistrivõistlustel kergejõustikus 21 medalit, sealhulgas 11 kulda, üle 10 korra esines riigi kergejõustikukoondises. Eesti kõigi aegade edetabelis on jooksualadest tema kõrgeim koht – kolmas maratonis, aeg 2:35.54, joostud 2001 Hamburgis. Poolmaratonis ja 5000 m on ta selles tabelis viies.

Eleri Hirv (1988), Eesti tugevamaid tegevorienteerujaid. Eleri lõpetas 2013 geoinformaatika ja kartograafia erialal TÜ geograafiaosakonnas magistriõppe, magistritöö *Topograafilistel kaartidel kajastatud reljeef LiDARi andmestiku võrdluses*. Ta töötab aastast 2012 Maa-ameti ruumiandmete osakonna peaspetsialistina. Orienteerumisega on tegeleenud 2000. aastast alates. Aastail 2001–2010 võitis Eesti meistrivõistlustel noorte ja juunioride vanuseklassis kokku 22 medalit. Naiste põhiklassis on võitnud Eesti meistrivõistlustel 2010–2016 24 medalit, sealhulgas 6 kulda.



Eleri on ainus geograafist edukas rattaorienteeruja 9 Eesti meistrivõistluste medaliga. Võitnud rogainis (24 tunni valikorienteerumises) naiskondade arvestuses EMil 2016.a kulla ning MMil aastail 2013 ja 2015 pronksi. Võistelnud orienteerumisjooksus 2006–2008 juunioride MMil, saanud noorte EMil 2006 14. ja 2005 16. ning teatejooksus 2006 6. koha. Osalenud rattaorienteerumises 2013 MMil ja 2012–2013 maailmakarika etappidel. Võrumaa parim nais-sportlane 2013, 2015 ja 2016. (http://esbl.ee/biograafia/Eleri_Hirv/?tul=1&#tulemusedlist).

Kirjandus

- Aruja, M.** 1986. Kahest mehest sündmuste ajalises seoses. – Spordileht, 101, 27. aug.
- Kask, I.** 1985. Kasvuaastad 1959–1966. – EOF XXV. Eesti NSV orienteerumissport 1959–1984.a. Tallinn: Eesti NSV Orienteerumisspordi Föderatsioon, 6–14.
- Kivistik, M.** 1994. Madis Aruja (intervjuu). – Orienteeruja, 4, lk 2. http://orienteerumine.ee/ajakiri/raamatukogu/ajakiri.php?nr=004&aasta=1994&a_nr=04&lk=01.
- Košik, O.** 2010. Orienteerujad vallutavad kõrgusi olümpiaadimaastikul. – Orienteeruja, 6 (122), 32–35. http://orienteerumine.ee/ajakiri/raamatukogu/ajakiri.php?nr=122&aasta=2010&a_nr=06&lk=32
- Maidla, E., Mardiste, H., Roonurm, A., Miller, J.** 2011. Tartumaa spordileksikon. Tartu: Tartumaa Spordiliit. 496 lk.
- Viirsalu, V.** 2000. Madis Aruja – ere isiksus ja paljukordne võidumees. – <http://orienteerumine.ee/orienteerumine/ajalugu/aruja.htm>.
- Viirsalu, V.** 2006. Eesti orienteerumise sünd ja hiilgeaastad 1959–1970. Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus. 456 lk.

Geographes as orienteering competitors

Ilmar Kask and Heino Mardiste

Summary

The first post-war orienteering competition in Estonia was organized on June 15, 1958 by the hiking enthusiasts of the sports club Kalev. The first Estonian championships in foot orienteering was held in 1959 and in ski orienteering a year later. The Hiking Federation of Estonian SSR was reorganized in 1960 into the Hiking and Orienteering Federation of Estonian SSR. In 1960 the first interstate orienteering competition within Soviet Union (Estonia versus Leningrad, now St. Petersburg) was held on the Karelian Isthmus. In 1961 next one was organized in Estonia between Baltic soviet republics of Estonia, Latvia and Lithuania. The Orienteering Federation of the Estonian SSR was established in 1962 with Anto Raukas

as the president of the federation. Next year the number of different events on Estonian orienteering championships was increased from two to six.

During these early years of orienteering, students and recent graduates of the Department of Geography of the University of Tartu played a major role both as the organizers and competitors in the development of the orienteering sports in Estonia. For example in 1961, 7 of 15 members of the Estonian national team were geographers. Names of geographers are highlighted in bold when first mentioned in the article. The most successful orienteering competitors among geographers in the 1960s were Madis Aruja and Maire Miljan (later Raid). In 1970s, due to growth of the popularity of the orienteering sports in Estonia, the role of geographers decreased. The list of the medal winners among geographers graduated University of Tartu of the Estonian orienteering championships is provided in the Table 1. The most successful athlete among geographers has been Külli Kaljus (later Pirkसार). Today's orienteers is the most successful Eleri Hirv.

As topographic and other large scale maps were secret in the Soviet Union, poor-quality copies or manually drawn and simplified extracts of old outdated maps were used in the orienteering competitions in the 1950s and the first half of the 1960s. Later the quality of the maps gradually improved. The first two or three color maps were printed on the rotaprint of the University of Tartu in 1966. Since the end of 1970s, the usage of extracts (less than 10 sq km) of topographic maps was allowed. Such extracts were corrected during fieldworks and orienteering maps started to be printed in map publishing house. These maps used for orienteering were richer in detail than ordinary topographic maps.

In 1990s, after the restoration of independence of Estonia, the publishing and use of maps got free of any restrictions and today the compilers of the orienteering maps can use newest topographic maps, ortophotos and Lidar data as basis.

Many of the orienteering enthusiasts who began in Estonia the 1960s and 1970s have continued with their hobby until now in masters and mass competitions.

MEDITSIIINGEOGRAAFIA JA EPIDEMIOLOOGIA KÜTKES: 1980. AASTAD

Mati Rahu

Selles kirjatükis, mis on järg aasta tagasi ilmunud meenutustele (Rahu 2016), jagan lugejatega katkeid 1980ndate sündmustest oma elukäigus. Olen püüdnud möödanikust välja noppida mitmeid üksikasju, mis valgustavad teadusetegemise olusid, kohtumisi mulle tähtsate inimestega ja minu pilguheitu ümbritsevale. Suurel määral vormis tööelu suundi koostöö Soome Vähiregistri (SVR) ja Ida-Saksamaa Vähiregistriga. Tänu riikide ja asutuste kokkulepetele avanes võimalus neid registreid aeg-ajalt külastada ja oma silmaga näha, kuidas vähijuhtude registreerimine käib ja mida epidemioloogid andmetega teevad.

SVR oli ja on klass omaette. See register tõendab, mida võib saavutada vähistatistikas ja -epidemioloogias, kui riik investeerib kvaliteetsete andmete kogumisse ning mõistab neile tuginevate epidemioloogiliste uuringute olulisust rahvatervishoiu seisukohalt. Tõsi, külaskäigud nõukogude delegatsiooni koosseisus Soome olid tülikad juba sinna Moskva kaudu sõitmise (Rahu 2014) ja närvesöövad SVR-is viibimise aja mangumise tõttu delegatsiooni juhilt – kuid ma sain paljut kogeda. Põhjatu kuristik lahutas Soome ja Nõukogude Liidu epidemioloogia taset, kohtumised soome kolleegidega avardasid minu maailmatunnetust märgatavalt. Alati tulin Soomest tagasi suure hunniku teadusartiklite koopiatega. Et Nõukogudemaal oli kombeks raamatukogudesse saabunud võõrkeelsetest teadusajakirjadest välja rebida kõik need kirjutised, mida peeti vaenulikuks,

kopeerisin Soomes teadmiste süvendamiseks nt mitmeid Michael Ryani lühikirjutusi seeriast „USSR Letter“ (Ryan 1985a, 1985b). Osa artiklite kserokoopiad tegin pealkirjata, sest too võinuks tolliametnikule kohe silma hakata ja tekitanuks põhjendatud kartust ideoloogiliselt väära teksti suhtes.

Minu geograafilist palet kõditas kaart, millel olid näidatud Eesti lennuväljad (Rahu 2004). Nii sain 1980ndate esimesel poolel tänu SVR-i biostatistikule Timo Hakulinenile tõelise, moonutamata kaardi omanikuks (joonis 1). Ma sellega midagi tarka teha ei osanud, hellitasin teda aeg-ajalt pilguga ja nautisin, et mul on kapis Briti kaitseministeeriumi väljaantud kaart, mis muidu kuuluks mingi erifondi erilooga vaadatavate varade hulka.



Joonis 1. Fragment kaardist *Tactical pilotage chart* (TPC D-3DG) 1:500 000 (Ministry of Defence, London, 1977).

1979. aasta lõpus alanud Afganistani sõjast tingitud pinged NSVL-i ja USA suhetes leevendusid varsti veidi, mistõttu märtsis-aprillis 1983 võisime kolleeg Vadim Salijeviga sõita üle lombi. Vadim tutvus uusimate uurimissuundadega vähi immunoteraapias, mina vähi-registrite tegevuse ja epidemioloogia teooriaga. Paljude allkirjadega

kinnitatud programmi järgi pidime töötama eri asutustes, kuid viibima samas linnas – mõlemad alul kuu Houstonis ja teise Bostonis. Brian MacMahon, Harvardi Rahvatervishoiu Kooli epidemioloogia osakonna juhataja, sättis aga asjad sedapsi, et alles USA-sse jõudes selgus tegelikkus – mina viibin esmalt Bostonis ja Vadim Houstonis, pärast vastupidi. Usun, et meile mõlemale linnade vahetus meeldis; pärast tagasitulekut Moskvasse kergitas Tervishoiuministeeriumi välissuhete osakonna ametnik küll kulmu, meie aga kehtitasime õlgu ja laiutasime käsi. Üldiselt käisime USA-s õigel ajal, sest sama aasta sügiskuul keelustas Reagan mitmeks aastaks Aerofloti lennud USA-sse.

Üleüldisest kruvide lõdvenemisest Nõukogude Liidus kõneles asjaolu, et novembris 1986 andis Moskva Tervishoiu ministeerium minu koduinstituudile, Eksperimentaalse ja Kliinilise Meditsiini Instituudile (EKMI) nõusoleku lubada mul kandideerida Rahvusvahelise Vähiuurimiskeskuse (IARC, Lyon) *research training fellow* kohale. Minu kaks varasemat katset luhtusid eos, sest direktor Pavel Bogovskile oli tema järelepärimise peale antud Moskvast teada, et parteisse mittekuulaval isikul pole mõtet täita taotlusedokumente IARC-i jaoks. Seekord läksid paberid käiku ja stipendiumikomisjoni esimees, minust kaks aastat vanem IARC-i kantserogeneesi mehhanismide osakonna juhataja Ruggero Montesano käis 12.04.1987 minuga EKMI-s vestlemas. Tema kirjast poolteist kuud hiljem ilmnes, et osutusin taotletava positsiooni jaoks ettenähtust küpsemaks (*too senior*). Aastatepikkune tulutu järjekorda sättimine päädis teadmisega, et rong oli läinud.

1980ndate teisel poolel muutus hõlpsamaks väliskolleegide vastuvõtt. Kui 1989. aasta mai lõpus viibis EKMI külalisena Eestis meditsiinigeograafia suurkuju Neil McGlashan Tasmaania ülikoolist, tohtis temaga juba vabamalt ringi liikuda ega polnud enam vaja kinnistada tema saatjaks kaht inimest. Sain võimaluse lähemalt tutvuda selle kireva elukäiguga inimesega ja tutvustada teda eesti lugejatele (Rahu 1989c). Neil jäi Eestiga rahule: Toomemäel äikese-eelsetes tuuleiilides murdunud jäme puuks prantsatas alla temast ja tema naisest ohutus kauguses, Toompeal õnnestus tal ülimalt pealetükki-vaist maalide-graafikate müüjatest vabaneda inglise keele oskust varjates ja suahiili keelt kasutades.

Vaadeldaval kümnendil jätkasin töötamist EKMI kliinilise onkoloogia osakonna vähiregistri töörühmas (joonis 2). Osakonda juhatas tervishoiuminister Väino Rätsep, kes töösse ei sekkunud ja oli paberimajanduse usaldanud Peeter Loidi kätte.



Joonis 2. EKMI kliinilise onkoloogia osakond (mai 1987). 1. rida (vasakult): Maie Männiko, Evi Hint, Väino Rätsep, Serje Velbri, Marianne Niin. 2. rida: Aili Lilleorg, Inga Rogova, Mare Tekkel, Ljudmilla Miljuhina, Häidi Kolle, Tiiu Vahtramäe, Eha Tauts, Ethel Kreklina, Tiiu Aareleid, Maire-Kati Tomberg. 3. rida: Jevgeni Smorodin, Oleg Kurtenkov, Vadim Salijev, Mati Rahu, Peeter Loit, Juri Nikitin.

Käisime ajaga sammu ja saime 1985. aastal Tervishoiu Info- ja Arvutuskeskusest laenata personaalarvuti Dava (Step/One) Ericsson. EKMI keldrisse paigutatud arvutit kasutasin põhiliselt ise, kuid õpetasin välja viis kolleegi, kes omandasid oskuse töötada valmisprogrammidega. Eesti Vähiregistri (EVR) teadusliku juhendajana pöördusin detsembris 1986 kirjalikult Väino Rätsepa poole, et ta abistaks meid IBM PC-iga ühilduva arvuti (operatiivmälu 640 KB, 2 kettamehhanismi) ja Epsoni printeri eraldamiseks meile. Kirjas seisis veel, et sobiva personaalarvuti saamisel suudame kiiresti „koguda endale meie kolleegide ja koostööpartnerite abil (SDV, Un-

gari, Soome, USA) nõutavad paketid ning luua tugeva aluse moodsa andmeanalüüsimetoodika kasutamiseks. Pole kahtlust, et suudame vähiregistrile ühe-kahe aastaga luua parima personaalarvutile baseeruva vähistatistiliste ja -epidemioloogiliste andmete töötlussüsteemi Nõukogude Liidus, edestades sealjuures ka Leedu onkoloogiainstituuti ja Moskva onkoloogiakeskust“.

Eesti moodne epidemioloogia sai kaks kraadiga tegijat juurde novembris 1988, mil Mare Tekkel ja Tiiu Aareleid kaitsesid Moskva onkoloogiakeskuses kandidaadiväitekirja kahenädalase vahega. Mare töö lõpetamine venis eeldatust kauemaks, sest Eestis puudus võimalus hinnata haiguseriske Coxi võrdelise riski regressioonimudeli alusel. Mingi ajal anti lootust, et kohe-kohe saabub Eestisse statistikapaketi BMDP viimane versioon, millega saab vastavaid rehkendusi teha. USA statistikaprogramme virutas Nõukogude Liit India kaudu, kuid Indira Gandhi mõrvamine 1984. aasta oktoobris mõrastas BMDP „importiahela“ ja tuli leida muu lahendus. Abikäe ulatas jällegi SVR (Rahu 2003). Ka Tiiu väitekirja valmimine kulges aeglaselt, sest EVR-i andmete töötlemine ei läinud plaanipärase kiirusega.

Kümnendi jooksul käisime endiselt aeg-ajalt abiks Õisu ja Mahtra sovhoosis (joonis 3). Ühel päikeselisel päeval, kui kaalikapeenarde kõplamine eriti selga väsitas, sõitis innustuseks põllu äärde meie direktor. Teinekord olime jällegi kõik rõõmsad, kui traktoristipaberitega teadusetegija Boriss Puškin nõustus vabatahtlikult mitu nädalat sovhoosis töötama ja niiviisi säästis meid sinna saatmisest.

1980ndate teine pool märkis ühiskonna ärkamisaega. Ise liitusin 1988 Tallinna Rohelise Liikumisega, paiknesin selle vaiksemal tiival, mitte tänaval protestiloosungitega seisjate hulgas. Teaduslähetusel Budapestis 1988. aasta mais tutvusin programmiväliselt Ungari roheliste tegevusega ja nägin 27. mail ligi 2000 osavõtjaga rongkäiku, millega protestiti plaanide vastu rajada Doonaule paisud (Udu-saar 1988). Meeliülendavalt mõjus meie rohelise lipu pühitsemine Jaani kirikus 20. detsembril 1988.

Eraelu keerdkäikudes andsin mikroskoopilise panuse kultuuripärandisse: 17. detsembril 1980 esitati „Vikerraadios“ minu koostatud

17-minutiline kava eesti meespoeetide lembeluulest. Claude Debussy helindite taustal luges luulet Peeter Tooma (<https://arhiiv.err.ee/vaata/keskoprogrammi-luulekava-eesti-meessluuletajate-lembeluulet>).



Joonis 3. Šeflusaluses Mahtra sovhoosis (16. september 1986). EKMI töötajad sorteerivad liinil kartuleid. Paremalt äärmine kõrva-, nina- ja kurguarst Jaak Mürsepp, tema kõrval vanemteadur Toomas Veidebaum.

Ida-Berliin 1981

Saksa DV-s oli vaieldamatult parim sotsialismimaade vähiregister. Töötasin aprillis-mais 1981 seal kolm nädalat. Oli, mida õppida ja mida meil üle võtta. Saksa kolleegi Wolfhard Staneczekiga sain jutule ühel nõupidamisel 1979. Aasta hiljem suve lõpul tutvus ta ligi kahe nädala jooksul EKMI ja EVR-iga. Mulle ja minu kolleegidele on Wolfhard lühidalt Wölf. Külaskäigu ajal püüdsime talle tutvustada eluolu väljaspool Tallinnagi. Jaan Eilarti nõuandel tegime Inturisti auto ja autojuhiga retke Vargamäele. Autojuht sõitis sealt edasi Järva-Madise kiriku juurde, meie jõudsimme sinnasamasse

pärast Kodru raba ületamist. Wölfi nägi esmakordselt raba ja pidi paiguti veega kaetud laudtee tõttu sammuma õõtsuval pinnal.

Tundsin registris ja väljaspool seda alati Wölfi, Berliini Adlershofi asumi põliselaniku abikätt. Viibisin elus esimest korda üksinda ja nii kaua välismaal, leidus, mida uudistada (joonis 4) ja millest reisi-märkmete ülelugemisel taas põnevust tunda. Nopin välja katkeid noil ammustel aegadel õhtuti kirjapandust.



Joonis 4. Pilk Berliinile teletorni 204 m kõrguselt vaateplatvormilt (1. mai 1981). Näha Brandenburgi värav Ida- ja Lääne-Berliini piiril ning betoonblokkidest ehitatud Berliini müür.

20. aprill, Moskva. *Onkokeskuse hotellis saan 1-kohalise toa kaheks päevaks (3.00 broneerimine + 6.00 üür). ~13:30 jõuan tervishoiu-ministeeriumi. Võetakse viisakalt vastu. Antakse pass ja paber loaga vahetada 300 rbl. tšekkide-markade vastu; tagastatakse osa minu ankeete, elulugusid jms., mida olevat mult nõutud liiga. Räägitakse, mida peaksin SDV-s töötades eriti silmas pidama, aruandes kindlasti kajastama.*

Panga ukse taga olen paarkümmend minutit enne avamist. 15:00 saan sisse, kohe annan ära vastava lehe, näitan passi, vaid üht (sic!) allkirja nõutakse, ning 300 + 4.50 rbl. vastu saan sularahas 160 ja tšekkidenä 800 marka. Lisaks разрешение № 00793880, et sõidan välismaale ja võin vedada välja vastavas koguses valuutat välispassi esitamisel.

22. aprill, Ida-Berliin. Sõidame minu elukohta: SDV Teaduste Akadeemia võõrastemaja, Leninallee 148-12. Korralik korter. Saan toa- ja maja välisukse võtmed. Välisuks pidevalt lukus, v.a. hommikuti, kui ilmselt palju käijaid. Majal, samuti nagu veendusin oma silmaga – uutel majadel üldse, on välisuks lukus. All tabloo, kus krt. № ja nupp helistamiseks ... Toas riivil “Правила внутреннего распорядка”. Muukeelseid pole. Nii mitmedki lõigud pakuvad erilist huvi. Võõrastemajas on keelatud:

- ronida ühelt rõdult teisele,
- visata välja esemeid aknast või rõdult,
- rikkuda sisustust või seinu neisse naelte tagumisega, väljalõigetega ajalehtedest, piltide ja plakatitega,
- suitsetada voodis.

28. aprill. Registri sekretär peab alati täpselt teadma, millal külalised tulevad ja lahkuvad. Vastavad ajad kirjutatakse žurnaali. Hommikul ta ei näinud, millal tulin; oli väga mures, küsis W-lt, W minult.

29. aprill. Adlershof, W kodus. Paistab, et W võtnud oma südameasjaks varustada mind võrtsidega. Tallinnas käies ta veendus, kui vähe me võrtsidest teame. Andis paki võrtsidega ning sedeli, millel kasutusjuhend. Et ei juhtuks nõnda, et lihale mõeldud võrts puistatakse Eestimaal pannkoogitaigasse.

Eriroog – mulle vägagi mokkamööda – on tort. „THAT FAMOUS CORSICANA FRUIT CAKE since 1896“ on ümmargusse plekkkarpi pakitud. Juba mitu aastat saadab W Inglismaa sõber talle seda jõuludeks. Maitse on kirjeldamatu. Sõön ära 2 lõiku. Isu võimaldaks ka kolmandaga toime tulla, kuid saan W sõnadest aru, et keegi tema külalistest pole kolme lõiku järgemööda nahka pistnud. Seega ei taha ma silma paista ning ütlen W-le, et ainult sel põhjusel loobun; muidu räägib ta tulevikus igale külalisele, et vaat Eesti-

maalt tuli üks Herr R, kes sõi ära 3 tükki. Tort, millest seni vaid paar viilu välja lõigatud, pärineb 1979. a. (NB! SIC! NB!) jõuludest. Viimaste jõulude tort on lahti pakkimata, vedeleb kapi otsas.

6. mai. Tagasiteel Buchist [asum, kus paikneb SDV vähiuuringute keskinstituut] näeme radarit kiiruseületajaid varitsemas. Nagu meilgi kombeks, annab W tuledega vastusõitjatele märku, et miskit ees. Autojuhid tõstavad tänutäheks käe. Kunagi oli W alla 10 km võrra kiirust ületanud, sai kohe 2 templit juhiloale ja 20 marka trahvi. Kui 5 templit, siis võetakse luba ära.

Kurtsin W-le, et olin poest piima asemel ostnud vaniljekastme, mis 0,5 l pakendis. W oli üllatunud, et seda kastet müüakse nii suures pakendis. Ei liigutanud aga kulmugi kui kuulis, et joon kastet. Mis mul üle jääb.

10. mai. Ai-ai. Sadakond meetrit enne Rahnsdorfî [lõpp-peatust] näeme ühe ojakese kaldal metssigu. Kui trammist välja kobisime, läksime lähemalt kaema. Oli kaks suurt siga, põrsaid üle kümne. Põrsad nagu kahest perekonnast: osa suuremad, osa väiksemad. Seega: BERLIINIS jalutavad metssead.

Praegu on kell 23:05, SFV telekast [viiest telekanalist kolm on Lääne-Saksamaa omad] võtab kõrv kinni sõna „Estland“, vaatan hoolega ekraanile: üks habemik hakkab saksa keeles kõnelema, ekraanil nimi Arvo Pärt. Seejärel orkestrilt tema „Tabula rasa“.

13. mai, Schönefeldi lennujaam. Kui kohvri kaalule asetan, siis oletatava 18–19 kg asemel näitab tabloo 19,9. SADA GRAMMI lubatust vähem! W teeb suured silmad, lennujaamanäitsik vangutab pead, mina sõnan, et sellest harukordsest täpsusest kuulevad mitte üksnes mu lapsed, vaid ka lapselapsed.

Muretsen käsipakkide (üleõla- ja plastikaatkott) pärast, mis kaaluvad kokku 11–12 kg. Minu teada lubatakse 5 kg piires. Jah, ka käsipakid tuleb kaaluda, ent seda juba tolli- või ohutuskontrolli juures. Kuid minu pakkide kaalu ega nende sisu kohta miskit ei öeldud. Kõik O.K.

Kaasikute pere

Houstonis töötan Texase Ülikooli alla kuuluvas asutuses nimega *MD Anderson Hospital and Tumor Institute*. Selle instituudi epidemioloogia osakonna 40 töötaja üks tegevusvaldkond on vähipatsientide andmestiku süsteemi haldamine koos vastavasuunaliste teadusuuringutega. Rahvusvahelise Vähi tõrje Liidu eestvedamisel püütakse eri riikide onkoloogiakeskustes ühtlustada andmekogumise kriteeriume eesmärgil suurendada andmete võrreldavust.

Näen esmakordselt, kuidas seminari ajal ühe aparaadi aluse peale asetatakse läbipaistev kile teksti, tabeli või joonisega, mis seinale projitseeritakse. (Aastaid hiljem vajame Eestis sõnu *grafoprojektor* ja *lüümik*, mis aegade edenedes varsti unustatakse.) Pärast minu 5. aprillil tehtud ettekannet vähi registreerimisest Nõukogude Liidus ja 20 lisaaladi näitamist Eesti loodusest esitatakse mitmeid küsimusi: *kas Eesti naised suitsetavad palju?; mis põhjustel alustatakse vähiravi hilinemisega?; kas sõja ajal sündinute vähihaigestumus on teistsugune?; millised erinevused on toitumises NL-i eri piirkondades?; millist leiba süüakse Eestis?*

Minu tööväline aeg Houstonis omandas hoopis iselaadi värvingu tänu Helgi ja Hillar Kaasikule. Mõni aeg enne ärasõitu USA-sse sain Tallinnas juhuslikult teada, et Houstonis elab Kaasikute pere, kes on alati valmis kohtuma Eestist saabunutega. 1. aprillil 1983 tutvungi Helgi ja Hillariga, õhtustame väikeses restoranis. Kohe selgub – oleme Hillariga ühe kooli mehed. Hillaril jäi Tallinna reaalkool lõpetamata, sest 1944. aasta sügisel põgenes ta lähikondsetega Saksamaale. Lapsepõlve suurima kakkuse oli Hillar pidanud oma koolivennast sõbra Väinoga, kes on minu otsene ülemus.

Kaasikud asuvad Houstonis aastast 1970. Kahekorruselises majas elavad Helgi, Hillar, nende lapsed Raimo ja Riina ning Helgi ema Mahta (joonis 5). Raimot kohtan mitte Houstonis, vaid Dallases, kus ta õpib kõrgkoolis. Kaasikud võtavad mind, võhivõõrast, vastu kui kadunud poega. Hillar sõidutab mind oma Cadillac'iga sadu miile Texase teedel. Koos külastame kolme siinkandis asuvat eesti peret (Antonid, Laaned, Virkhausid). Saan teada, kuidas näevad välja Dallas, Pasadena ja San Antonio. Galvestonil ujun Mehhiko

lahe 17–18-kraadises vees koos poisikestega, kes samuti ei pelga subtroopika jaoks külmavõitu kümblust.

Tänu Kaasikutele näen Astrodome'is pesapallihooaja avavõistlust, kus vastamisi Los Angeles Dodgers ja Houston Astros; staadioni arvukatest seinatabloodest ühel antakse edasi päevasündmusi, mille hulgas teated, et Reagan piirab eksporti Nõukogude Liitu ja Prantsusmaa saadab välja 47 soveti spiooni.



Joonis 5. Vasakult: Riina Kaasik, Mahta Mättik, Helgi Kaasik ja Hillar Kaasik (17. aprill 1983).

Jälgime Hillariga tennisematši Leconte-Clerc (6-7, 6-4, 6-0) 49. River Oakes'i rahvusvahelisel turniiril.

Koos Hillariga seiran NASA külastuskeskuse suure saali ekraanilt, kuidas Lõuna-Californias laskub parajasti oma esimese missiooni teinud kosmosesüstik Challenge. Astronautide väljumine võtab kaua aega, sest süstik maandub plaanitud kohast veidi eemal ja selle ukse avamisel tekib tõrge. Kosmoselend kulges kenasti. Ainus häda oli, et neljast astronautist üks oli jäänud merehaigeks. NASA aga otsustas, et seekord pole ajakirjanikel vaja teada haigestunud

astronaudi nime. Ajakirjanikud sattusid ärevusse: miks nüüd järsku salastati see, millest varem alati teavitati? Kui asepresident George Bush oli äsja NASA-t külastanud ja seal vestelnud kosmoses viibivate astronautidega, olevat ta muuhulgas pärinud: „*How is Paul?*“ (Nimega ilmselt eksin, võis olla hoopis keegi muu.) Nüüd läks jamaks ja rünnaku alla sattus Bush – mis selle Pauliga lahti on, teiste kohta ta ju ei küsinud midagi isikuliselt. Igal juhul saadigi sotti, kes merehaiguse all kannatas.

Helgi ja Hillar sõidutavad mind ühel laupäeval Houstonist 30 miili kaugusele Symington'i. Pärast 6 dollari tasumist lüüakse käeseljale templijäljend RODEO, mille näitamine annab õiguse siseneda ja kaeda rantšosse ehitatud saepuruga kaetud areenil hargnevaid sündmusi. Alustatakse sellega, et kaks ratsutavat näitsikut toovad muusikahelide saatel areenile riigi ja osariigi lipu. Muusikat teeb areeni kõrvale paigutatud orkester. Järgneb hümn, selle lõppemisel plaksutatakse. Aplaus mitte hümn (esitajate) kiituseks, vaid eelolevate sündmuste ootuses: noh, teil, kauboidel, on aeg areenile ilmuda, hakake juba pihta!

Esmalt ilmuvad klouniriietuses kauboid, kelle ülesanne on juhtida loomi eemale mahakukkunud võistlejate juurest, aidata atraktsiooni käigus kinniseotud vasikad jälle jalule jms. Kui kunagistel aegadel said kauboid oma osavust näidata metsiku hobuse taltsutamises, siis nüüd taolisi hobuseid pole. Neid asendavad täkud ja pullid, kelle tagakeha ümber tõmmatakse vöö, mis munandeid pitsitab. Valu tundev loom teeb vöö survest vabanemiseks järske kiireid liigutusi – areenil visklevad „metsikud“ pullid ja täkud, keda „taltsutatakse“. Kui kauboi on looma seljas teisest vööst ühe käega kinni hoides püsinud kuni signaalini, peetakse ta esinemist kordaläinuks. Seejärel ratsutavad „klounidega“ kogu aeg areenil viibinud kaks tegelest looma ja ratsaniku juurde, suruvad nad endi vahele ning eemaldavad pitsitava vöö. Loom rahuneb. Atraktsioone on veel teisigi. Publik on riietatud lihtsalt, lausa džiinimeri vaatab tribüünidelt vastu. Peas loomulikult kaabud. Suitsetatakse. Süüakse. Kui etendus läbi, algab tants.

Esmakordselt elus einetan McDonalds'is, Taco Bell'is ja *topless* kohvikus, mängin keeglit, näen kahvpalli (*lacrosse*), pesapalli, ro-

deod, õlipumpa ja tuhandete alkoholisortidega karakakauplust, ühe toidupoe kassas hinnalipiku skannimisel kuulen automaadist kauba hinda.

Kuulame Kaasikute maja ülakorrusel grammofoniplaatidelt USA, Kanada ja Rootsi eestlaste laule, sealhulgas New Yorgi Eesti Meeskoori – mille liige ja esimees Hillar kunagi oli – esinemist. Salvestame makilindile mitmed palad, mis minuga Tallinna rändavad ja on tänaseks juba digikujul. Mul on säilinud popurrii viisidega, mida Hillar akordionil esitab.

Ei ole vaja pikalt mõtiskleda, millised oleksid minu õhtud ja nädalavahetus välja näinud Kaasikuteta. Muidugi võtnuksid minuga siis üht-teist ette osakonna töötajad, kuid Kaasikuteta leidunuks Texasese minu jaoks hulga vähem värve, eestlust, kodusust.

P.S. Artikli kirjutamise ajal, 2016. aasta novembrikuu eelviimasel nädalal sattusin guugeldades ootamatule teatele „Vaba Eesti Sõnas“: 23. aprillil 2015 lahkus siitilmast Helgi. Hillari äraminekust neli kuud varem teadsin enne. Erakordselt südamliku hingemineva järelehüüde oma emale kirjutas Raimo (Kaasik 2015). Mahta, Hillar ja Helgi – puhake rahu. Paraku ei täitunud teie igatsus tulla tagasi elama sünnimaale.

KKK

Mulle kui kohaliku ajalehe usinale lugejale annab „Houston Chronicle“ oma 31. märtsi 1983 numbris aruka vihje, mida teha kahe päeva pärast. Pealkirjale „CHIEF ASKS CITIZENS TO AVOID DOWNTOWN DURING KLAN MARCH“ järkev jutt selgitab, et laupäeval toimub Houstonis kaks demonstratsiooni: Main Street'il kesklinnas avaldab meelt Ku Klux Klan (KKK), kaugemal asuvas Hermann Park'is marsivad KKK vastased. Kummagi demonstratsiooni aeg ja marsruut on kenasti kirjas, minu valik langeb KKK-le. Nõukogude inimesena olin KKK valgetest rüüdest, toimepandud lintšimistest ja ristide põletamisest muidugi lugenud, aga millegipärast arvasin, et see organisatsioon on rohkem ajalugu kui tänapäev.

Kell 8:13 väljun *Houston Place Hotel*'ist, astun mõnikümmend meetrit ja keeran tagasi: tuul ja jahedus ($54\text{ }^{\circ}\text{F} = 12\text{ }^{\circ}\text{C}$) sunnivad hotellis pintsaku selga panema. Vanalinna keskele jõudmiseks kulub 1t 15 min. Et KKK alustab 11:30, teen aega parajaks. Jalutan läbi Sam Houston'i pargi. Teel pargist demonstratsiooni alguskohani pean oma üleõlakoti sisu (fotokas, filmid) näitama politseinikele koguni neli korda. KKK saabub kahe bussiga õigel ajal, kuid ühe kvartali võrra ajalehe skeemil näidatud tänavanurgast eemal.

KKK liigub raekoja poole (joonis 6). Politsei ümbritseb marsijaid tihedalt. Kummalgi pool tänavat seisab külg külje kõrval kaks rida politseinikke. Klanni valdavalt valgetes rüüdes kahes reas kõndivate liikmetel on omakorda mõlemal pool oma kaitsevärvi riietuses turvamehed, kelle kõrval liiguvad kaasa jällegi politseinikud. Kõige taga sõidab kaks politseiautot.



Joonis 6. Ku Klux Klan Houstoni kesklinnas (2. aprill 1983).

Politsei olevat seekord olnud eriti valvas, sest hiljuti KKK marsi ajal Austinis olid pealtvaatajad demonstrante vigastanud aegsasti ajalehekastidesse peidetud kivide ja muud viskamiseks kõlblike

esemetega. Houstonis kive polnud, tee ääres seisnud uudistajad piirdusid solvangute ja keskmise sõrme näitamisega.

Linnahalli juurest kõnnin veidi tagasi ja kella ühe paiku sisenen Dallase ja Louisiana tänava ristmikul paikneva hotelli fuajeesse. Loen ajalehte, tunni aja pärast saabub Hillar, kes sõidutab meid oma koju.

Järgmise päeva leht annab teada, et 50–60 demonstrandi kaitsmisega tegeles 500 mundris ja 100 mundrita politseinikku, linnale läks politseieskord maksma 15 000 kuni 20 000 dollarit.

Rahakitsikuses

31. märts 1984. *20.03 (teisipäev) sain Rootsist 50 separaati JR-i ja minu värskest artiklist „Smoking among schoolteachers in Estonia 1980“. Hästi – aga samas tuli ka arve 254 krooni kohta. See oli juba kurjast.*

Eellugu selline, et mõni kuu tagasi täitsin kaardi separaatide tellimiseks. Niiõelda igaks juhuks. Teadsin, et osa Skandinaavias ilmuvaid ajakirju annab 50 separaati tasuta. Kuna ei teadnud, kuidas lood „Scand. J. of Social Medicine’iga“, siis täitsin kaardi, kuid lisasin märkuse, et juhul, kui separaadid tasuta pole, tühistan tellimuse. Ning veel – et ei ole võimalik maksta. Kas ei peetud kirjastuses vajalikuks mu märkust lugeda või tundusid mu laused imelikud..., igal juhul tulid separaadid koos INVOICE’iga.

Pole siin miskit nuputada: mida pole, seda pole. Läksin mureliku näoga Bogovski juurde. Arutas üht ja teist moodust – ent midagi ei saa teha. Ministrite Nõukogul ja tervishoiuministeeriumil pidid valuutasummad olema, kuid oma palvega sinna minnes võid lihtsalt vastu pead saada. Pakkus välja lahenduse, mida juba ise olin eelnevalt heietanud: paluda kolleege Soome Vähiregistrist mind abistada. See 254 krooni ei ole ju suur summa.

Nii kirjutasingi kirja Timole, et olge mehed, aidake see asi mul ära klaarida! Palusin kohe mulle helistada, kui lahendus leitud; et mida varem helistad, Timo, seda vähem halle juukseid võid mu peas näha

järgmisel kokkusaamisel... Ja juba 29.03 Timo helistas ning teatas, et register oli selle tühise asja jutti ajanud. Et teinekordki, kui veel üht-teist vaja kinni maksta, teevad seda.

Nimetatud artikli (Raudsepp, Rahu 1984) järgi oli postiküsitlusel vastamismäär 81,6%, meesõpetajatest suitsetas 40% ja naisõpetajatest 11%. Praegu, ligi 40 aastat hiljem, me õpetajate suitsetamisharjumustest midagi ei tea, aga postiküsitlustel oleme õnnega koos, kui vastab kasvõi pisutki üle poole valimisse võetuist.

Ringkiri

Tõlge EKMI venekeelsest ringkirjast nr 10 25.06.1985.

Ametialaseks kasutamiseks, eks. nr. 10.

Välismaalaste vastuvõtuga seotud kaastöötajatele.

Ainult: /M. Rahu/

Vestlustest välismaalastega:

- 1. Kaugekõnede pidamiseks välismaalastega peab kasutama ainult järgmisi telefoninumbreid:
514-300 514-381*
- 2. Igast telefonikõnest välismaalastega tuleb informeerida eritööde vaneminspektorit.*
- 3. Kokkuvõtte tegemisel kohtumistest USA, Inglismaa, SFV, Prantsusmaa ja Jaapani esindajatega esitatakse vestluse üleskirjutus. Selle koostamise juhend asub eriosakonnas.*

ENSV TM EKMI direktor:

/allkiri/ P. Bogovski

Jatskina 514-570

25.06.85

Teadaolevalt olid eriosakonnad või nende analoogid (nt I ja II osakond) igas suuremas asutuses. Eriosakond korraldas juurdepääsu salastatud dokumentidele, riigisaladuse kaitset jms. Eriosakond kontrollis, et pühade ajal ei pääseks keegi ligi asutuse kirjutusmasinatele. EKMI ühe töötajaga (eritööde vaneminspektor) eriosakond

paiknes toas, mille üks oli instituudis ainsana kaetud plekiga. Eri-osakonna töötajat ja tuppä astunud eraldas lett, mille taga seistes aeti vajalikud asjad korda.

See *perestroika* ja *glasnosti* ajal sündinud ringkiri näitab lihtsalt, et kusagil kaugemal ja kõrgemal pool võeti vastu otsus vestluste senisest hoolikama registreerimise kohta, milles asutused pidid omakorda töötajaid juhendama. Nimetatud telefonidest esimene asus direktori, teine instituudi sekretäri laual. Jaanuaris 1986 saime loa helistada välismaale ka meie osakonna vähiregistri töörühma telefonilt.

Chernoffi näod

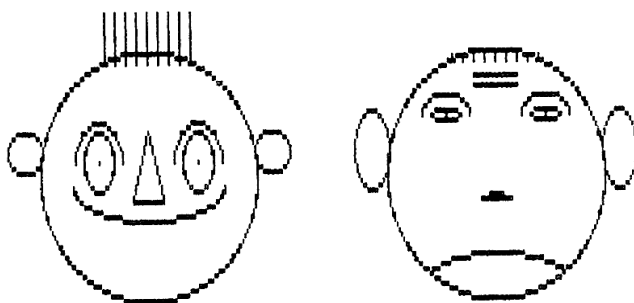
1980ndate keskel pääsesin ligi tehnikaimele – personaalarvutile. Tervishoiuministeeriumi arvutuskeskuses võimaldati mul puhkepäevadel ja tööpäevil õhtuti töötada arvutiga Olivetti M24. Sel ajal oskasime juba analüüsida vähielulemust ja personaalarvuti abiga sai joonestatud elulemuskõveraid (Aareleid, Rahu 1987). Nagu olen varem kirjutanud (Rahu, 2003), polnud enam vaja otsida joonestajaid, kes rublade või piirituse eest meile arvjooniseid valmistaksid.

Mingil ajal hakkasid Tallinnas levima arvutiga tehtud näojoonised. Neist kirjutati mõnes väikesetiraazilises väljaandes ja neid kutsuti Chernoffi nägudeks. Mulle tundus, et sellist arvjoonisetüüpi viljeleti tema pilkupüüdva väljanägemise, mitte sisu tõttu. See, et karika-turse näo kaudu saab edasi anda tunnuste arvväärtusi ja niiviisi kompaktselt visualiseerida uuritavaid nähtusi, tähendab ühtlasi vajadust tõsiselt süüvida arvjoonise lugemisse. Tulp- või sektordia-grammil esitatu taipamine võtab tunduvalt vähem aega, kui Chernoffi näo mõistmine.

Igal juhul hakkasid Chernoffi näod mulle meeldima ja otsustasin neid kasutada. Kui sattus kätte artikkel nende nägude kasutamisest teadusastutuste võrdlemisel (Aben, Varlamova 1987), läksin esi-autorilt, Küberneetika Instituudi direktorilt akadeemik Hillar Abenilt pärima, kuidas neid nägusid ikka konstrueerida. Muu kõrval sain teada, et programmeerimisel tuleb näo-, silma- ja kõrvakuju käsitada ellipsina. *Sorry*, muiake, kes soovivad, aga minul seda teadmist polnud. Alul ise pusides ja pärast oma poja Urmase abil sain kaheksa

riigi/regiooni meesrahvastiku kopsuvähihaigestumust kujutavad näod valmis. Iga nägu kajastab kaheksat tunnust: vähi registreerimise kestus, standarditud haigestumuskordaja, haigestumuse ajatrend, suremuse ja haigestumuse suhe, diagnoosi histoloogiline kinnitumine, kopsuvähi esmasjuhtude osatähtsus, keskmine vanus diagnoosimisel, diagnoos ainult surmatunnistuse alusel. Valminud käsikirja saatsin aukartust tundmata korralikku epidemioloogiaajakirja. Mõni aja pärast vastasin kahe retsensendi märkustele. Kirjastuselt saabunud korrektoori ei tagastanud, sest selle postitamiseks oleks pidanud jälle loa vormistama; loetlesin parandused kirjas, mille saatsin kirjastusele. Kirjutis ilmus detsembris 1989 (Rahu, 1989a). Mulle endale meeldib artikkel tänini, sest see kätkeb sisukust koos *fun*'iga; näod, vaatamata trükitehnilisele rohmakusele, on ilmekad ja mõistetavad (joonis 7). *Web of Science*'i järgi on artiklile viidatud vaid üks kord, mis tunnistab tema olematust tähendusest teadusmaailmas.

On huvitav, et üks varasemaid Chernoffi nägude rakendusi (Wang, Lake 1978) käsitles Nõukogude Liidu välispoliitikat 25 Aafrika riigis perioodil 1964–1975. Aastal 2016 võimaldab Chernoffi nägu koostada vähemalt neli tuntud tarkvarapaketti – R, SAS, Stata (Raciborski, 2009) ja Statgraphics.



Joonis 7. Kui need näod (Rahu, 1989a) näitavad kahe piirkonna rahvastiku haigestumust ja haiguse registreerimise kvaliteeti, siis ei ole raske mõista, kus nt esineb madalam haigestumus (suujoon), kus haigestumus tõuseb ajaga (laubakortsud) ja kus haiguse diagnoosimise tase on parem (silma suurus).

Nägude artikli kirjutamisel laenutasin Teaduste Akadeemia raamatukogust selle ajakirjanumbri, milles Stanfordi Ülikooli professor Herman Chernoff tutvustas uut graafilist meetodit (Chernoff 1973). Chernoff tundis huvi klasteranalüüsi ja mustrite tuvastamise vastu ning soovis seetõttu enne mitmemõõtmelise analüüsi meetodi valikut näha andmeid graafilisel kujul. Kui mul ajakirja enam vaja polnud, andsin selle raamatukogusse viimiseks osakonna laborandi kätte, kes pidi pärast tööd Lenini puiestee kanti minema. Mõõdus hulk kuid ... ja raamatukogu teatas, et ootab minult seda ajakirja tagasi. Minu palvel otsiti raamatukogus kadunud ajakirjanumbrit veel teiste aastakäikude vahelt, kuid tulutult. Vältimaks trahvi maksmist ja musta nimekirja sattumist – mis ajakirja tagasi ei too – valisin sissekäidud tee: palve SVR-i ning varsti ulatasin üllitise raamatukoguhoidjale.

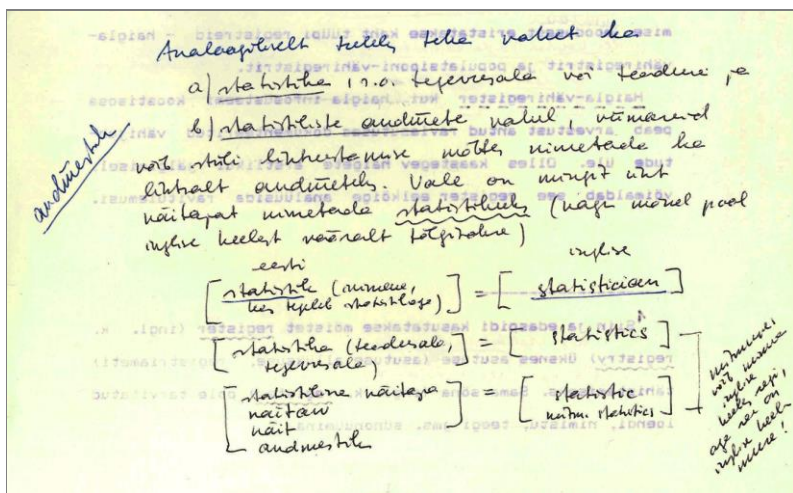
Vähk: põhjused, levik, profülaktika

1980ndad olid olulised epidemioloogiakeele arengule (Rahu 2013). Need meist, kelle epidemioloogiaalane teadustöö oli seotud EVR-i ülesehitamise ja vähihaigestumusandmete kasutamisega, vajadis aasta-aastalt üha rohkem emakeelseid oskussõnu. Eelmisel kümnendil loodud meditsiiniterminoloogia komisjon oli see institutsioon, kelle abiga võeti käsitletaval kümnendil käibesse palju termineid, nt *elulemus*, *sõeluuring*, *tagasivaatav ja edasivaatav uuring/uurimus*, *haiguse kaitsetegur*, *vähipaige*, *ekspositsioonirühm*, *kontrollrühm*, *haigestumus- ja suremuskordaja*.

1989 ilmus raamat „Vähk: põhjused, levik, profülaktika“ (Bogovski, Loogna, Rahu 1989), milles andsime 304 leheküljel ülevaate tolle aja teadmistest vähi etioloogia, vähiregistri olemuse, moodsa epidemioloogia aabitsatõdede ja vähi ennetamise kohta. Valisin oma kirjutatud osa „Vähistatistika ja epidemioloogia“ motoks Arvo Valtoni mõteteera: „Otsi seda, mis on arusaamatu. Selles võivad sisalduda sinu tunnetuse tulevased mõnud.“ Täna on raamatus leiduvatest terminitest osa vananenud, ent sellest hoolimata laseksin ma epidemioloogia kraadiõppuritel raamatu kätte võtta kasvõi võrdluseks, kui kaugemale me siis oleme Eestis arenenud ligi 30 aasta möödudes.

Prooviks, kas kirjastuse valvas pilk talub veidi vabamat sõnastust, poetasin teksti tõenäosuslike seoste olemasolu mahatrapmiva argimõtlemise trumbi näitena nn onu Juhani fenomeni: kellegi tuttava tuttava meenutustes püsib sellenimeline isik, kes suitsetas päevas keskmiselt kolm pakki sigarette, oli terve kui härg ja suri 90-aastaselt mitte kopsuvähi, vaid koos vanadekodu personaliga harrastatud ülemäärase seksuaalatletika tagajärjel. Taluti. Arusaamatu, miks suitsu- ja karakareklaami praegusaja tuihingelised apoloogeedid pole seda fenomeni oma rünnakukõnedes kasutanud.

Minu käsikirjaosa vaatas minu palvel üle Uno Mereste. Tollal ei olnud eriti levinud komme tänada nimepidi igauht, kes mingil viisil aitas kirjutatut paremaks teha. Seega Mereste ja mitmed teised abistajad kajastusid eessõna tänulauseses „spetsialistidena teistest asutustest“. Mereste tehtud märkused (joonis 8) pliiatsi ning musta ja sinise pastakaga muutsid käsikirja kohati täitsa kirjuks. Sain mida soovisin: paranduste üle tõsiselt mõtiskleda ja neist õppust võtta.



Joonis 8. Käsikirja lehekülje pöördel selgitas U. Mereste mulle mõisteid „statistika“ ja „statistilised andmed“.

Lõpetuseks

1980ndad olid EVR-i ülesehitamise aastad (Rahu 2001), millest annavad ilmekalt tunnistust mitmed riulimeetrid ingliskeelset registrialast kirjandust osakonna raamatukogus. Selle perioodi kvartalikaupa trükitud kalendermärkmikke sirvides näen, kui palju kulus aega EVR-i andmete korrastamiseks ja aruandetabelite saamiseks. Hulk laupäevi ja pühapäevi möödus Eesti Raadio arvutuskeskuses, kus andmeid töödeldi. EVRi algatusel eestindati ja kirjastati rahvusvahelised haiguste klassifikatsioonid ICD-O (1976) ja TNM (1978). Käsitleva kümnendi lõpul (21.03.1989) saabus rõõmustav faksõnum IARC-i asedirektorilt Calum Muir'ilt – EVR võeti vastu Rahvusvahelise Vähiregistrite Assotsiatsiooni hääleõiguslikuks liikmeks.

Üldteoreetilisest vaatenurgast kujutab vaadeldav kümnend ajajärku, mil globaalne terviseedenduse temaatika kilbile tõstmine tingis seda, et Maailma Tervishoiu Organisatsioon (seda nime tollal kasutasime) täiendas 1984 kolm tosinat aastat püsinud tervise definitsiooni – tervist käsitletakse inimeste igapäevaelu ressursina, mitte elamise eesmärgina. Pikkamööda muutus „tervis“ moesõnaks, mida hakati toppima sinna ja tänna. Rahvusvahelise Geograafia Uniooni 1949. aastal loodud meditsiinigeograafia komisjonist oli juba 1976 saanud tervisegeograafia töörühm (*Working Group on Geography of Health*), mis 1988 muudeti tervise ja arengu komisjoniks (Phillips, Verhasselt 1994). Juba oli tekkinud viljakas pinnas 1990ndadel lahvatavaks väitluseks, mille pooldest ja kas erinevad teineteisest meditsiinigeograafia ja tervisegeograafia.

Aastatel 1980–1985 olin NSVL Geograafia Seltsi meditsiinigeograafia teadus-konsultatiivnõukogu ja 1988–1991 NSVL MTA vähi epidemioloogia ja profülaktika probleemkomisjoni liige. Minu 1980ndate tegemistes leidis rohkem epidemioloogilist, vähem meditsiinigeograafilist. Meditsiinigeograafilisemasse poolde kuulus Vastastikkuse Majandusabi Nõukogu maade vähiatlase (Станечек *et al* 1983) koostamine.

Tundsin ennast kõrvust tõstetuna, kui tuntud meditsiinigeograaf Melvyn Howe (University of Strathclyde, Glasgow) tegi ettepaneku kirjutada peatükk raamatusse vähi levikust maailmas. Võtsin ettepaneku vastu ja pigistasin Nõukogude Liidu armetust vähistatis-

tikast välja, mida suutsin. Kiuslik kuradike minu sees sokutas peatüki aruteluosa algusesse laused: „Geograafi ettevalmistusega autor kavatses vähi leviku illustreerimiseks teha toredaid kaarte. Kuid meel, mida mõjutas kättesaadav statistika, on karm oponent. Saavutatud kompromissil ei ole sageli suurt tähendust.“ Juhust kasutades paigutasin artiklisse kartogrammi meesrahvastiku maovähihaigestumusest Eestis (haigestumuse taseme erinevuse olulisuse nivoo näitamisega); samuti esitasin eelnimetatud atlase andmete põhjal mulle avastamisrõõmu pakkunud maksimaalse korrelatsiooni tee diagrammi Nõukogude Liidu 149 piirkonna vähihaigestumusest paikmeti (Rahu 1986). Nagu ikka, tuli ingliskeelse käsikirja väljasaatmisloa menetlemisel esitada Eesti NSV tervishoiuministeeriumi eriosakonnale kirjutise venekeelne variant. Et kirjutasin vähihaigestumusest Nõukogude Liidus, tekkis seal osakonnas idee, et pean loa taotlema hoopis Moskva tervishoiuministeeriumist. Kurtsin muret oma direktorile, kes helistas eriosakonda ja selgitas omakorda, et olen artiklis kasutanud trükis ilmunud kõigile kättesaadavaid andmeid ning mingit Moskva luba pole vaja. Käsikiri läks lõpuks teele. Sain oma kirjatüki eest honorari, kuid inglise naelad minuni ei jõudnud, sest nad kuulutati riigi omandiks ja mulle vastu antud boonide eest ostsin Inturisti poest makikassette. Olid 1980ndad, milles me elasime oma igapäevast elu.

Tänuavaldus

Autori tööd tasustati Eesti Teadusagentuuri uurimistoetusest IUT5-1.

Kirjandus

Aareleid, T., Rahu, M. 1987. Pahaloomuliste kasvajatega haigete elulemus Eestis 1968–1981. – Nõukogude Eesti Tervishoid, 3, 171–173.

Aben, H. Varlamova, G. 1987. Chernoffi nägude meetodi kasutamine teadusasetuste võrdlemisel. – A. Kõörna (peatoim.). Teaduslugu ja nüüdisaeg, 4. Tallinn: Valgus, 94–101.

Bogovski, P, Loogna, G, Rahu, M. 1989. Vähk – põhjused, levik, profülaktika. Tallinn: Valgus.

Chernoff, H. 1973. The use of faces to represent points in k-Dimensional space graphically. – *Journal of the American Statistical Association* 342, 361–368.

[**Kaasik, Raimo.** 2015. In memory of mother Helgi Mättik Kaasik 12/15/1932–4/23/2015. – *Vaba Eesti Sõna* (12. mai). Vt <http://www.vabaeestisona.com/index.php/kohalikud-uudised/5166-in-memory-of-mother-helgi-maettik-kaasik.html>

Phillips, D. R., Verhasselt, Y. (eds) 1994. *Health and Development*. London: Routledge.

Raciborski, R. 2009. Graphical representation of multivariate data using Chernoff faces. – *The Stata Journal*, 3, 374–387.

Rahu, M. 1986. The USSR. – Howe G. M. (ed). *Global Geocancerology: A World Geography of Human Cancers*. Edinburgh: Churchill Livingstone, 223–237.

Rahu, M. 1989a. Graphical representation of cancer incidence data: Chernoff faces. – *International Journal of Epidemiology*, 4, 763–767.

Rahu, M. 1989b. Kääri käised ülesse! – *Roheline*, 8, 3–4.

Rahu, M. 1989c. Vastab meditsiinigeograaf Tasmaaniast. – *Horisont*, 10, 26–28.

Rahu, M. 2001. Eesti Vähiregister. – *Hippokrates*, 25, 241–245.

Rahu, M. 2003. Ühe eluteaduse lainetel: konverentsijärgseid mõttemõlgutusi. – Tiit, E.-M. (toim.). *Statistikameetodid eluteadustes*. Eesti Statistikaltsi teabevihik 13. Tartu: Eesti Statistikalts, 107–117.

Rahu, M. 2004. Haiguste levikukaardid: rännakuid Glavliti-ajast tänapäeva. Mander, Ü., Kurs, O. (toim.). – Tartu: Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis 89, 195–208.

Rahu, M. 2013. Epidemioloogiakeel: 45 aasta rännak. – *Akadeemia*, 9, 1616–1649.

Rahu, M. 2014. Epidemioloogidega juhtunud tõsilugusid. – *Akadeemia*, 9, 1577–1603.

Rahu, M. 2016. Meditsiinigeograafia ja epidemioloogia kütkes: 1960. ja 1970. aastad. – A. Järvet (toim.). *Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat*, k. 41. Tallinn: Eesti Geograafia Selts, 124–149.

Raudsepp, J, Rahu, M. 1984. Smoking among schoolteachers in Estonia 1980. – *Scandinavian Journal of Social Medicine*, 12, 49–53.

Ryan, M. 1985a. USSR letter: Aspects of Soviet surgery. – *British Medical Journal*, 6500, 960–961.

Ryan, M. 1985b. USSR letter: Dispenserisation for all. – *British Medical Journal*, 6479, 1414–1416.

Udusaar, H. 1988. Põgusalt Ungari rohelistest. [Intervjuu M. Rahuga.] – *Rahva Hääl*, 242 (21. oktoober).

Wang, P. C. C., Lake G. E. 1978. Application of graphical multivariate techniques in policy sciences. – P. C. C. Wang (ed.). *Graphical representation of multivariate data*. New York: Academic Press, 13–58.

Станечек В., Гадомска Х., Раху М., Чаклин А., Штраус З., Плешко И. (ред. коллегия) 1983. Атлас заболеваемости злокачественными новообразованиями населения отдельных стран-членов СЭВ. Москва: СЭВ.

Captivated by medical geography and epidemiology: the 1980's

Mati Rahu

Summary

The author, an epidemiologist and medical geographer, continues a series of articles devoted to his research activity. This paper covers the 1980's and describes the following: collaboration with the Finnish Cancer Registry and the GDR Cancer Registry; the working environment at the Institute of Experimental and Clinical Medicine; a research trip to East-Berlin in 1981; a research trip to the USA in 1983, particularly the unforgettable welcome that the author received from the Kaasik family in Houston; a Ku Klux Klan march in downtown Houston; application of the Chernoff face graph to cancer incidence statistics; co-authorship of the Estonian language monograph „Cancer: causes, distribution, prevention“. Generally, the 1980's was a period of intensive development of Estonian epidemiological terminology and building up the Estonian Cancer Registry. In March 1989, the registry became a voting member of the International Association of Cancer Registries.

MADIS ARUJA ÕPI- JA RÄNNUAASTAD

Ott Kurs

Nägin hilisemat tuntud suunistussportlast ja looduskaitstjat Madis Arujat esimest korda madruse vormis augustis 1957, aastail 1959–1963 aga õppisin temaga koos ülikoolis majandusgeograafia üliõpilaste rühmas. Pärast ülikooli lõpetamist läksid meie teed lahku, sest Madisel edasine elu ja töö kulges Tallinnas. Aeg-ajalt ikka kohustusime, viimane kord oli see suvel 1983 tema maakodus Vaila külas, kus tähistasime koos teistega 20 aasta möödumist ülikooli lõpetamisest. Järgnevas püüan anda ülevaate Madise elust, seejuures eriti meenutades koos käidud õpiaastaid ja mõningaid matkaradu. Olgu see täienduseks varasemale lühiülevaatele Madis Aruja elust ja tegevusest (Raukas 2007).

Elust enne ülikooli astumist

Kuni aastani 1935 kandsid Madis Aruja isapoolsed esivanemad perekonnanime Adler. Madise isa Elmar sündis 22. veebruaril 1899 Soontaga külas Kuigatsi vallas Tartumaal ning suri 2. veebruaril 1946 Magadani vangilaagris. Ema Anna-Natalie (neiuna Tasak) sündis 29. novembril 1900 Paluperas ning suri 3. juunil 1971 Jõgeval.

Ka Madis ise sündis 16. jaanuaril 1936 Soontaga külas, mis siis aga kuulus juba Valgamaa koosseisu. Tartu ülikoolis aastail 1927–1931 (vaheaegadega) ja 1935–1938 metsandust õppinud isa Elmar töötas metsaülemana mitmes kohas – Aakres, Koigis ja viimati Läänemaal Piirsalu vallas Risti alevikus. Pärast Madist sündisid perekonda veel

Tõnis (1937–1990) ja Reet (1940). Madis õppis aastail 1943–1945 Risti algkoolis. Seal vangistasid nõukogulased 10. detsembril 1944 pereisa ning 22. veebruaril 1945 mõistis tribunal Elmar Aruja 15 aastaks vangi ja viieks aastaks asumisele, kogu vara konfiskeeriti. Samal aastal kolis ema lastega oma ema ja õe juurde Mõisamaa külla Põhja-Tartumaale. Madis hakkas õppima Jõgeval, kus 1954. aastal lõpetas keskkooli. Kolme last kasvatanud ja koolitanud ema töötas siis Jõgeva lähedal Kurista metsamajandis meistrina.

Loodusteadustest ja kirjandusest huvitatud Madis valis edasiõppimiseks reaallala keemia ning astus samal aastal Tallinna polütehnilisse instituuti ehk TPIsse. Pärast esimest õppeaastat ta aga eksmatrikuleeriti, tõenäoliselt poliitilistel põhjustel.



Madis Aruja (vasakul) madrusena ajateenistuses NLiidu sõjalaevastikus.

Pärast seda võeti ta oktoobris 1955 mereväkke ning saadeti Kroonlinna. Et Vene mereväes kestis teenistus tollal neli aastat, vabaneuks ta alles sügisel 1959. Laevastikus toimunud õnnetusjuhtumi, tegelikult küll kellegi pahatahtliku *suure Vasja* huligaanse heite

järel kaotas Madis teadvuse. Pärast tugevat põrutada saamist muutus madrus Aruja mereväele kõlbmatuks ning ta vabastati teenistusest mais 1957.

Head suusatajat ja muidu tublit spordipoissi oli hakanud huvitama geograafia, kuid augustis 1957 tal veel ei õnnestunud tudengiks saada. Nii kuulsin ma tollal oma vastamise järjekorda oodates mereväe mundris noorhärnat hoogsalt rääkivat Turkmeenia peakanalist, kuid eksamineerija katkestas ta lausega, et selle kanali rajamine on plaanist maha võetud. Stalinliku looduse ümberkujundamise plaanis kõvasti reklaamitud kanali rajamine kuivas Uzboj jõesängis asendati asustatud piirkondi läbiva Karakumi kanaliga, kuhu juhiti Amudarja vesi ning veetase Araali meres hakkas tasapisi langema, sest sinna endisel hulgal vett juurde ei voolanud. Aasta hiljem, augustis 1958 sooritas ta edukalt sisseasutamiseksamid ning ta võeti vastu Tartu ülikooli geograafia osakonna üliõpilaseks.

Ülikooli pääsemiseks tuli tollal täita üksikasjalik eesti- ja venekeelne küsimustik, esitada elulookirjeldus ja veel hulk dokumente. Need kõik pidid näitama tudengiks pürgijat Nõukogude süsteemile hästi lojaalse ja usaldusväärse inimesena. Nõukogude armee oli justkui puhastustuli, mille läbinud noormehi peeti ühiskonnale, sh ka ülikoolis õppimiseks, eriti sobivaiks ning nende järele enam suurt ei nuhitud. Sovetlik süsteem ise oli aga suuresti üles ehitatud valetamisele, demagoogiale ja nuhkimisele, nii et tavakodanikul tuli elus edasijõudmiseks kasutada samu meetodeid kas täies ulatuses või osaliselt, olenevalt inimese südametunnistusest. Madis Aruja on elulookirjelduses märkinud julgelt: *Lähemad sugulased, samuti ise, pole talunud repressioone ühegi valitsuse poolt. Saksa okupatsiooni ajal õppisin Risti algkoolis Läänemaal* (Aruja 1958–1963, 1 3). Et tol aastal ei küsitud vanemate surma puhul surmakohta, õnnestus Madisel maha salata isa surm Vene vangilaagris. Nii on ta kirja pannud vaid isa surma aasta 1946 ja toonud põhjusena kopsupõletiku. Välismaal elavaist sugulasist märkis Madis lelle, kuid et temaga sidemeid polnud, jättis ta märkimata nii lelle eesnime kui ka asukohamaa. Tegelikult polnudki Madise lell Endel Aruja (1911–2008) poliitiline pagulane. Ta oli omandanud Tartu ülikoolis füüsika alal magistrikraadi ning läks 1939. aastal stipendiaadina ennast täien-dama Cambridge'i ülikooli Inglismaale, kust teise maailmasõja

puhkedes ei saanud enam kodumaale naasta. Pärast esialgset kirjavahetust oma ema Kadri Adleriga (1876–1951) Endel Aruja sidemeid sugulastega katkesid.

Ülikoolis

Tartu ülikooli matemaatika-loodusteaduskonna geograafia osakonna noored tudengid jaotati kohe loodus- ehk füüsilise geograafia, majandusgeograafia ning klimatoloogia eriala järgi kolme rühma. Kuigi Madist huvitas tollal rohkem loodusgeograafia, valis ta siiski majandusgeograafia eriala, mille lõpetanuid ei oodanud ees töö mitte kooliõpetajana, vaid peamiselt riigiasutustes. Madist paistis valik rahuldavat ning temast sai aktiivne ja ettevõtlik majandusgeograafia tudeng, keda huvitasid just Eestiga seotud praktilised probleemid. Ta arvas, et pärast jõhkra Nõukogude terrorirežiimi taandumist on kohapealse algatuse korras Eestis võimalik elu normaalsemaks muuta.

Tõenäoliselt noore agara ja sportliku õppejõu Ants Raigu mõjutusel sai Madis Arujast ülikoolitee alguses ka komnoor. Kõige enam suhtles ta suunistusspordis osalenud tudengite ja õppejõududega. Oma õpperühma tudengeist lävis Madis Ülo Pihlakuga, kelle isa oli ka läbi käinud Venemaa vangilaagrist, kuid jõudnud sealt elusana koju. Me kõik kolm suhtusime austavalt kadunud Eesti aega. Kui kord Madis kurtis, et temal pole sellest ajast tegelikult isiklikke mälestusi ning küsis, kas mul on, andsin vastuseks, et ega mulgi saa olla, sest olen temast ju noorem.

Juba meie tutvuse algul sain teada Madise huvist kirjanduse vastu. Meil oli isegi ühine lemmikkirjanik – Jack London. Madis oli läbi lugenud Londoni seitsmekõitelise venekeelse valikkoogu, mina jälle kõik Eesti ja Nõukogude ajal ilmunud eestikeelsed teosed. Minu arusaamise järgi huvitasid Madist kaugemad maad ja piirkonnad väljaspool Eestit vaid sportlikust seisukohast, erinevalt minust, kes ma tahtnuks neid uurida, eriti Venemaal elavate hõimurahvaste alasid, sest kaugemale ju tollal ei pääsenud.

Kui ma andsin poistele 1959. aasta rahvaloenduse põhjal tehtud lühikese ülevaate hõimurahvaste demograafiast ja tegin ettepaneku

moodustada edasiseks tegevuseks üliõpilaste teadusühingu ehk ÜTÜ geograafiringi juurde osakond või sektsioon, olid suured matkahuvilised Madis Aruja, Enn Loik ja Tiit Petersoo sellega kohe päri. Siinkohal tuleb lisada, et Loik ja Petermanniks kutsutud Petersoo olid sooritanud juba ülikoolitee alguses jalgrattamatka Kaukaasiasse ja Krimmi ning käinud ka Kaukaasia eestlaste juures. Nende kolme kaastudengi õhutusel tegin detsembris 1960 ettekande läänemeresoome väikerahvaste saatusest teisel pool Narva jõge ehk Ingeris. Et ma polnud geograafiringi üritusil varem käinud ega teadnud, et see pole mingi vestlusring, vaid tõsiste üliõpilasuurimuste esitamise koht, kukkus mu käsitsi visandatud skeemkaardi näitamisega etteaste läbi ning ma ei tahtnud seda palju aastaid üldsegi meenutada.

Üliõpilasena oli Madis hoolikas ning valmistus eksameiks ja arvestusiks põhjalikult. Seoses sagedaste võistlustega jäi tal aga mõne ettevalmistamiseks liiga vähe aega ning ta sai niiviisi ka rahuldavaid hindeid ehk kolmi. Faktiderohkete regionaalgeograafiliste ainete puhul koostas ta endale väikesed lipikud, kus oli kõik tähtsam kirjas. Mõnikord esitas ta neile tuginedes kaastudengeile küsimusi, näiteks: *Kus asub Bukatšatša ja mis tähtsus sel on?* Pärast seda kui 1960. aastal ilmus võõrsõnade leksikoni 1. trükk, armastas Madis kaastudengeilt küsida mõne võõrsõna tähendust. Kõvaks konkurendiks võõrapäraste sõnade tundmisel oli talle Enn Loik.

Erinevalt kaastudengist Uudo Pragist, ei paelunud Madist majandusgeograafia teooria, vaid selle rakenduslik külg. Et just tollal pandi kõik Virumaa põlevkivivööndi linnad ühe mütsi alla, hakkas Madis huvi tundma, kas see annab mingisugust majandusefekti ning tegi ettepaneku noorema kursuse tudengile Jaan Metskülale, et see hakkaks asja uurima. Kuid efekt jäigi välja selgitamata. Kui oli vaja arvustada mõne kaasüliõpilase tööd, tegi Madis seda tõsiselt ja põhjalikult. Nii näiteks retsenseeris ta Uudo Pragi kolmanda õppeaasta seminaritööd ja hindas selle vaid rahuldavaks (Kurs 2016).

Loenguil ja seminaridel tekkis ärksa mõttelaadiga Madisel mõnikord vaidlusi õppejõududega. Ühel sellisel vaidlusel tollase dotsendi Salme Nõmmikuga Eesti NSV majandusgeograafia seminaril ühines Madisega ka siinkirjutaja. Kuid õppejõud näitas meile kar-

milt koha kätte ja pani suu kinni. Pärast seminaril tekkinud vaidlust Nõmmikuga arvas Madis, et meil tuleb hakata uurima Eesti rahvastikku ja Venemaa soomeugri rahvaid iseseisvalt. Eelpool nimetatud etnogeograafia sektsioon aga ei saanud tegutseda kuigi kaua ja liideti Nõmmiku pealekäimisel majandusgeograafia sektsiooniga.



Esireas paremalt Enn Loik, Madis Aruja ja Ülo Pihlak 1962. aastal ÜTÜ geograafiringi konverentsil. Madise taga istub dekaan Anatoli Mitt, Pihlaku taga kursusejuhendaja Lev Vassiljev.

Nüüd tagantjärele targana tuleb märkida, et olime noored utopistid, kel polnud täit ettekujutust sovetlikust tegelikkusest. Majanduses ja majandusgeograafias olid tollal veel ideaaliks suitsevad vabrikukorstnad ja põldudel tolmutavad traktorid. Rahvastikugeograafia hakkas NSV Liidus esimesi samme astuma alles 1960. aastate teisel poolel. Ühtki konkreetsele andmestikule tuginevat artiklit polnuks tollases rangelt tsenseeritud ühiskonnas võimalik avaldada. Ülevaateartiklite avaldamine olnuks enesetsensuuri rakendamisel küll võimalik, kuid tollased geograafiatudengid selliseid kirjatükke veel ei avaldanud. Tegelikult polnud ka õiget kohta, kus avaldada.

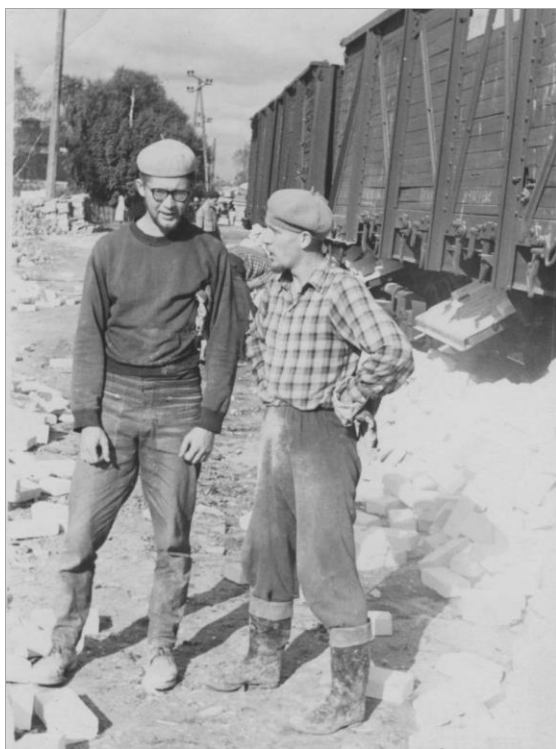
Kõik meesstudengid, kel polnud vabastust sõjaväeteenistusest või kes polnud juba ohvitseri aukraadis, pidid ühel päeval nädalas olema Eesti Üliõpilaste Seltsi majas tegutsenud sõjanduse kateedri

käsituses. Seal õpetati teoreetilisi kursusi, kuid õppusi viidi läbi maastikul ehk *на поле боя*. Kevadeti toimusid sõjanduses eksamid. Neil saadud rahuldav hinne võttis ära stipendiumi ning läbikukumisel heideti ülikoolist hoopiski välja. Madis Aruja kui üks sõjaväest tulnud noormehi oli pandud kogu teaduskonna samal aastal sisse astunud või nendega hiljem liitunud poistest moodustatud *взвод* ehk rühma ülemaks. Sõjanduse õppejõude oli mitmesuguseid: mõni väga püüdlik ja räuskaja, teine jälle ükskõikne ja tuim. Esimest tüüpi iseloomustas Tihhomorov, keda kutsuti Gromkokrikoviks, teist aga viinanina Mitrofanov ehk lihtsalt Mitrofan. Enne viimast eksamit käsutas Madis meid kõiki sõnadega *Взвод – смурно!* valvelseisakule ja andis Mitrofanile üle ühiselt ostetud konjakipudeli. Esialgu oli Mitrofan natuke hämmeldunud, kuid asetas siis pudeli rahulikult lauajala kõrvale maha ning hakkas eksamipileteid lauale välja panema. Kõige tugevamini ette valmistunud tudeng läks siis julgelt laua juurde ja tõmbas salaja kaks piletit, ühe vastamiseks ja teise üleandmiseks järgmisele vastajale, et see saaks hakata küsimusi ette valmistama. Kõik sujus lodusalt ning sel eksamil saadi vaid häid ja väga häid hindeid. Nii et seekord oli kärakapudelist kasu nii tudengeil kui õppejõul. Siis aga 1962. aastal sõjaline õpetus ülikoolis kaotati ning meestudengeid hakati võtma ülikoolist tegevteenistusse.

Tollane ülikool meenutas mitte niivõrd teadusasutust, kuigi kateedrikoosolekuil arutati teadusteemade, õpetamise jm akadeemilise tegevusega seotud küsimusi, kui just tavalist nõukogulikku õppeasutust, kus tuli pöörata suurt tähelepanu kommunistlikule kasvatustööle. Üks peenema olekuga geograafia kateedri õppejõud püüdis seda teha tema juhendamisele antud üliõpilasarühmas väga tõsiselt ning sai seepärast tudengeilt hüüdnime *bolševiseerunud kadakas*. Lev Vassiljev selline kursusejuhendaja polnud, kuid koosolekuil pidi temagi aru andma. 7. detsembri 1962 koosolekul kandis dotsent Vassiljev ette: *Kursus on enamuses terve ellusuhtumisega, kuid on üksikuid, kes ei tunnista ühtegi autoriteeti (üliõpilased Aruja, Tarand ja Loik)*. Üldiselt pole olukord aga kartust äratav.

Ülikooli ajal elas Madis alguses vanas Tiigi, siis aga uues Pälsoni (14–325) internaadis, kusjuures Tiigi internaadis olnud ta *ainus*

poiss, kel ühielamus voodi peal oli valge päevatekk, mäletab tema-ealine toakaaslane Jaan Ugam. Stipile teeniti lisa Tartu raudteejamas kaubavagunite tühjendamisega. Paaril korral olen temaga telliseid maha laadinud. Kord pärast üht sellist pingelist tegevust lausus Madis, et selline töö küll ei saa vajaduseks kujuneda, viidates mingist nn ühiskonnateaduste kursusest meelde tulnud käibefraasile. Telliste hunnikusse loopisel kaotas enamus telliseist oma esialgse kandilise kuju. Aga see kuulus *советский образ жизни* juurde, nii nagu hiljem tihti nõökavalt lausus Uudo Pragi (Kurs 2016), keda Madis ülikoolipõlves aga kui noorimat rühmakaaslast püüdis kasvatada. Uudo aga ei tahtnud teda eriti kuulda võtta ning ühmas õpetussõnadele vaid: *Ah, mis sina, aruta Madis...* Eks mõni Madise õpetus tunduski ülepakutuna.



Madis (paremal) ja Tiit Petersoo pärast telliste mahalaadimist Tartu jaamas.

Kevadel 1963 esines Madis stabiilselt, saades head hinded nii diplomitöö *Eesti NSV kalapüük ja kalatööstus* kaitsmisel kui ka riigieksameil poliitökonoomias ja majandusgeograafias vastamisel ning talle omistati geograafi, keskkooli geograafiaõpetaja kvalifikatsioon.

Et igal suvel toimusid õppe- ja menetluspraktikad ning stuudiumi lõpuaastal ka koolipraktikad, toon järgnevas nende praktikate täpsemad ajad, kohad ja juhendajad. Füüsilise ehk loodusgeograafia õppepraktika toimus Elva rajoonis ja Põhja-Eestis 1. kuni 27. juunini 1959 Endel Hangu, Agu Kongo, Viktor Masingu ja Ants Raigu juhendamisel. Majandusgeograafia õppepraktika ajal sõideti Tartu rajoonis ringi 29. juunist 5. juulini 1959 Virma Mureli juhendamisel. Tudengeile oli majandusgeograafiliste teadmiste kogunemine matkamisel väga meeldinud. Pärast teist õppeaastat toimus suvel 1960 pikem komplekspraktika Ida-Virumaal, tollases Jõhvi rajoonis. Tudengid siis muidugi ei adunud, kuid see oli seotud materjalide kogumise ja töötlemisega juhendajate teoksil olevate väitekirjade tarbeks. Loodusgeograafilist osa 1. kuni 21. juunini juhendas Aino Mihkelsoo ja majandusgeograafilist osa 22. juunist 12. juulini Ann Marksoo. Pärast kolmandat ja neljandat õppeaastat toimusid rohkem kui kahekuused individuaalsed menetluspraktikad. Madis Arujal olid need mõlemad Tallinnas, esimene Salme Nõmmiku juhendamisel ENSV rahvamajandusnõukogus 1961.a suvel ning teine põhiliselt TA majanduse instituudis 1962. aastal. Et Nõmmik oli siis haige, juhendas Arujat kateedrijuhataja Endel Varep. Kahes järgus (28. septembrist 20. oktoobrini 1962 ja 7. veebruarist 7. märtsini 1963) Tartu 8. keskkoolis toimunud koolipraktikat juhendas Virma Murel (Aruja 1958–1963, l 37–56).

Madisega matkadel

Madis oli kõva spordipoiss. Suusatamises oli tal 1. spordijärk, kuid eriti tuntuks sai ta suunistuses ehk orienteerumisspordis, kus tuli kümnekordseks Eesti meistriks. Kuid Madis pidas lugu ka sportlikust matkamisest. Mullegi rääkis ta matkaklubist, kuid seoses koduse ehitustööga polnud mul ei üleliigset aega ega raha, pidasin sellist tegevust kerglaseks ning jätsin tema jutud ja soovitused tähele

panemata. Hakanud selle loo kirjutamisel asja vastu huvi tundma, leidsin paberite hulgast VSÜ Kalev Tartu turismiklubi marsruut-komisjoni esimehe Heino Mardiste kirjakese, milles teatatakse, et sm Aruja, Madis Elmari poeg sooritas alates 8. juunist 1958.a kuni 18. juunini 1958.a arvestusliku jalgrattamatka I kategooria nõuetele vastavalt marsruudil Jõgeva–Võsu–Narva–Tartu–Viljandi–Jõgeva kokku 420 arvestuslikku km. Matk sooritatud grupiliikmena (Aruja 1958–1963, 1 18). Madis selle matka ajal veel Tartu ülikooli tudengite hulka ei kuulunud.

Järgnevas on Uudo Pragi meenutused tema esimese (1958/59.) õppeaasta matkadest Madise juhtimisel (Pragi 2007). *Madis Aruja korjas meid geograafe ja geolooge kaheksa inimest kokku ja ühel veel ilusal sügispäeval põrutasime minema. Pidime päevaga Tartust Palamusele jõudma! Saadjärveni edenes asi veel päris hästi ja vaatasime ikka ringi kah, aga Luua ja Palamuse vahe oli mulle küll karm (ega see vist teistelgi, peale aruta Madise kergem olnud). Aga ära me need 53 km kõmpisime ja varisesime siis Palamuse koolimajas põrandale magama. Järgmisel päeval 35 km üle Laiuse Torma – aga see läks juba kergemini. Tormas olid jalad küll tulli-valusad, aga meeleolu hoopis midagi muud, ähvardasime hiljaks-jäävale bussile Mustveesse vastu minna, seega veel 13 km. Noh, buss ikka lõpuks tuli ja viis meid Tartu.*

Oli raske, aga hammas läks verele. Ja kevadel, aprillis, olin kohe nõus järgmisele matkale minema. Seda enam, et seekord olid päevateekonnad natuke lühemad kavandatud. Sõitsime rongiga Nõkku ja sealt läksime jala Võrtsjärve äärde Vehendile – mis oli siis veel tavaline kaluriküla. Ilm oli ilus ja tuju kõrgel. Aga õhtul tõmbas pilve ja hakkas sadama. Kolisime kaheksakesi telki – ristipidi muidugi, pikkupidi poleks mahtunud. Tegelikult ma isegi magasin selle öö, kuigi telk tikkus läbi tilkuma. Kes aga eriti magada ei saanud, oli Madis, sest ta oli võtnud kõige välimise koha otse telgisuus ja vihm pritsis sisse. Madis oli muidugi aus ja tubli poiss, kui ta juba teistele armu ei heitnud, siis veel vähem endale ja see polnud sugugi ainus kord, kus ta endale kõige raskema või ebameeldivama osa võttis.

Hommiuks oli vihm natuke järele andnud, aga ilm oli üsna vilets, tuul tugev, selgus, et tee piki järvekallast oli soode pärast läbimatu. Madis läks kahuritega läbi rääkima ja tegi seda väga edukalt. Varsti

kutsuti meid sooja, anti kena ports praetud kala süüa ja tagatipuks lubati meid purjekaga Pikasilda toimetada. Ainult purjekas oli järvele lahti pääsenud ja see tuli enne kinni püüda, mida Madis ka teha aitas. Ja siis algaski seilamine purje all. Ent tuul oli tugev ja Võrtsjärve laine lühike ning järsk. Noh, purjekas oli just selle järve olude jaoks ehitatudki ja kalurid teadsid hästi, kuidas temaga ümber käia, nii et ohtu polnud. Aga rullamine oli tugev ja merehaigus tikkus kallale. Mina küll pääsesin, aga Madis vaeseke söötis kalad ikka ära, kuigi oli enne ülikooli Vene laevastikus madrusena aega teeninud. Ju vist mõjus see purjeka püüdmine mööda järve.

Ega Pikasilda jõudmine kauat aega võtnudki. Seal me nüüd olime, turnisime mööda poolvalmis silda üle Väikese Emajõe ja võtsime kursi Jõgeveste poole, kuhu oli teadmata arv kilomeetreid. Küsisime vastutulijate käest ja veendusime et Murphy seaduse (seda polnud küll veel avastatud) variant, nn vastutulija efekt on täies jõus: "Ükskõik millal ja ükskõik kelle käest sa küsid, kuipalju maad on veel minna ükskõik kuhu, vastus on alati kolm kilomeetrit". Tegelikult on Pikasillalt Jõgevestele 15 km. Meiesugustele kangetele matkajatele kukepea! Aga ilmataat tüdines vihmast ära ja päästis lumekoti suu lahti. Nii me läbi lumemöllu lõpuks Jõgevestele jõudsimegi. Barclay mausoleumi ei tahtnud me selles tuisus vaadata ja aegagi polnud enam, kobisime bussi peale ja Tartusse! Keegi ei saanud nohugi mitte.

Siinkirjutaja osales vaid õppe- ja menetlusekskursioonide raames toimunud matkadel. Aino Mihkelsoo juhendamisel suvel 1960 tehtud Saaremaa õppereisi ajal oli Madis meile igati meeldiv matkakaaslane, kes aga samal ajal pilkas juhendajat selle liig suure ja tühja-täis seljakoti pärast. Tõelise maapoisina läks Madisel hommi-kul uni vara ära ning ta asutas enda Randvere korteriperemehega heina niitma. Tänu Madise "rakkus kätele" (tema enda väljend) tegi peremees meile välja kodust Saare õlut, mille kangust ükski meie poistest ei osanud hinnata ning seetõttu kõik parajalt purju jäid.

Madisega tegime läbi ka kaugemad õppekäigud: augustis 1961 Koola poolsaarele ja Karjalasse ning augustis-septembris 1962 Kesk-Aasiasse ja Lõuna-Kaukaasiasse. Nende hulka kuulusid mitmepäevased mägitmatkad, kus Madis vedajana nakatas teisigi. Nii et kes jaksas, "lippas" (Arvo Kisperi väljend) koos Madisega

või tema järel. Meie kaugreisidel tekkis esimatkaajate rühm, mille sõnameister Uudo Pragi ristis supereliidiks, sest nii sai ta ise kuuluda eliidi hulka.

Hibiinides rännates jõudsime Madisega esimestena Ramsay kurule, kus tegime “esimesed jäljed igavesele lumeväljale”, nii nagu siis naljatades laususin, matkides Aleksander Jakovlevi eesti keeles 1938. aastal ilmunud raamatu “Esimesed jäljed igavestel lumeväljadel” pealkirja. Selles teoses oli huvitavalt kirjeldatud Roald Amundseni elu ja tegevust. Seisime Madisega lumelapikestel, mis ei tundunud kuidagi igavestena. Pärast Hibiinide läbimist tegi üliõpilasmatkajate supereliit, kuhu kuulus ka paar tüdrukut, Madise juhtimisel kiirmarsi Koola poolsaare saamide loodusliku pühamu Seitjauri ehk Seidjavri äärde. Ametlik õppereis lõppes Äänisjärve ääres, kus jäime teistest maha ja jätkasime Madise ja Enn Loiguga iseseisvalt.

Rändasime kolmekesi Aunuse Karjala külade kaudu kuni Süvari (vn *Суврь*) jõeni. Enne jõge, Sammatuses ehk Sambatuksas oli näha veel sõjaaegseid betoonkindlustusi. Tegelik rindejoon Soome ja Vene vägede vahel kulges aastail 1941–1944 küll hoopis jõest lõuna pool. Hiljem on selgunud, et 23.–25. juunini 1944 toimunud lahinguis suutsid soomlased venelaste ägedalt alanud pealetungi just Sambatuksa liinil pidurdada, kusjuures kapral Toivo Ilomäki (1917–1965) üksi hävitas 17 Vene tanki. Ta kasutas selleks nn tankirusikaid. Sambatuksas tutvusime kohaliku külarahva eluoluga. Sõitsime bussiga Lodinapeldo (*Лодейное Поле*, vepsa *Püud*, s.o ’põld’) linnani Süvari jõe ääres, kus ostsime suure ümmarguse valge leiva, mille siis üksmeelselt ära sõime. Varsti leidsime jaamast pisut eemal seismas tühja reisirongi. Otsisime välja kogu allesjäänud raha, käisime selle välja vedurijuhile ning siis sõitsime mugavasti, voodipesu puudumisel kahe madratsi vahel magades, Peterburi (Leningradi) lähisteni, kus rong jälle seisma jäi. Elektrirongiga pääsesime suurlinna, kust kavatsesime siirduda Käkisalmi (*Приозерск*) kaudu Laadoga järve põhjakaldale. Kõik need alad olid teise maailmasõja ajal Soomelt ära võetud. Peterburist rongiga põhja poole liikudes olime ülemeelikud ja rääkisime kõva häälega. Märkasime meile suunatud umbusklikke pilke ning kuulsime koguni lauset *Финны вернулись*. Nägime ära Käkisalmi taastamisel olnud tornid, kuid siis võeti meid kinni ja saadeti tagasi, sest algas NSV Liidu piiritsoon vastu Soomet. Sinna kanti oli asustatud venelaste kõrval rohkesti valgevenelasi, keda me ka

kohtasime. Peterburis hakkasime otsima sealseil turgudel põllukraami müüvaid eestlasi. Leidsime ühe Lõuna-Eestist tulnud veoauto, mille kastis saime Võru lähedale. Tee ääres hääletades õnnestus järgmise autoga jõuda Tartusse.

Kesk-Aasia reisil oli Madis samuti agar eesmatkaja, kes näitas oma varem omandatud kogemusi ning rühkis aina edasi. Nii oleks pea-aegu jäänud nägemata ja kogemata sealne suurim veekogu. Õnneks võttis siis ekskursiooni juhendaja Vasja ehk Lev Vassiljev otsustavalt suuna Õsõkköli poole, kuhu järgnesid teisedki. Nii veetsime selle ilusa järve ääres kõigile väga meeldinud päevakese. Kui me aga Karakumi kõrbesse jõudnuina polnud enda toiduga varustamisel olnud ettenägelikud ning nälg hakkas näpistama, tegi Madis märkuse Vassiljevile, kes hakkas teistest eemal oma leivakotist tasakesi toitu näsima, et matkal nii ei toimita. Vassiljev aga tuletas samas meile kõigile meelde, et ta oli ju soovitanud enne kõrbesse minekut varusid täiendada, kuid meie jätsime selle tegemata.



Qo'qoni (Kokandi) haljasalal Usbekistanis 4. septembril 1962. Vasakult: Marina Vassiljeva, Lev Vassiljev, Enn Loik, Rein Leet, Maire Miljan, Madis Aruja, Koidula Taggel, Tolmats (eestlasist esivanematega kohalik venelane), Taive Äär, Ülo Pihlak, Maaja Narusk, Asta Tingas, Andres Tarand, Arvo Kisper ja Kusta Rumma. Pildistanud Ott Kurs.

Et osa geograafiat õppima asunud noori oli varem silma paistnud just tublide sportlaste või matkajaina, tekkiski ülikoolis arusaam, et tõeline geograafiatudeng peab olema tugev matkaja või orienteeruja. Madis Aruja oli selline ja temast kujunes musternäide. Õppetöö ajast kulus tal päris palju võistlustel käimisele. Nii näiteks vabastati ta nädalaks ajaks õppetööst veebruaris 1959 seoses *osavõituga II raskuskategooria suusamatkast Karpaatides* (Aruja 1958–1963, I 15). Nõusoleku oli Madis loomulikult juba varem hankinud matemaatika-loodusteaduskonna dekaan Anatoli Mitilt. Matkadel tegi ta alati ülestähendusi oma taskuraamatusse.

Naasnud hiljem ühelt pikemalt orienteerumissportlaste võistlusreisilt Moldaavias (Moldovas), pidas Madis meile “lühikese ja lõõva” moldovakeelse kõne. Selgituseks tuleb märkida, et nii nagu teisedki romaani keeled, paistab moldova (tänapäeval jälle rumeenia) keel põgusal tutvumisel üpris lihtsana ning temas on võimalik keelt lähemalt tundamatagi ennast kuigivõrd arusaadavaks teha. Eks siis Madis kasutas sellise võimaluse meiesuguste lambukeste harimisel efektselt ära. Pärast tuli siiski välja, et enne meid oli ta samasuguse kõne pidanud edukalt esinenud orienteerujaile Tartu jaama vastu tulnud Ants Raigule.

Lühidalt edasisest elust ja tegevusest

Kevadel 1963 suunati Madis tööle Riiklikku projekteerimisinstituuti Eesti Põllumajandusprojekt, kuhu ta saabuski 1. augustil 1963. Ta määrati ökonomistikks planeerimise *töökotta* [st osakonda], kus hakkas saama kuutöötasu 90 rubla. Et teda elamispiinnaga ei kindlustatud, tuli ajutine peavari ise otsida. Sel töökohal Madis kuigi kaua polnud, sest ajalooliselt kujunenud Eesti asustussüsteemi muutmine teda ei huvitanud. Nii asuski ta veel samal aastal tööle kalakaitse valdkonnas, sest seda teemat oli ta käsitleanud oma diplomitöös. Kahe aasta pärast, suvel 1965 abiellus Madis Aruja Tallinnast pärit Asta Tingasega (1942), kes oli samal aastal lõpetanud Tartu ülikooli füüsikuna. Perekonda sündisid lapsed Kristi (1966), Külli (1967), Andres (1969), Anne (1970) ja Indrek (1981).

Aastail 1963–1981 töötas Madis Metsamajanduse ja looduskaitse ministeeriumi looduskaitse valitsuses, olles seal algusaastail (1963–1967) vaneminspektor ja pärast seda looduskaitse valitsuse juhataja asetäitja. Madis oli leidnud töö, mis teda köitis. Hea kirjamehena kasutas ta võimalust looduskaitseliste, kodulooliste ja spordialaste kirjutiste avaldamiseks ajalehtedes, ajakirjades ja raamatutes. See andis ka lisateenistust suure perekonna ülalpidamiseks. Veel tegi ta sisukaid ja sõnaosavaid ettekandeid mitmel ametkondadevahelisel nõupidamisel.

Saanud lõpuks korteri, ostis Madis perele 1972. aastal väikese maja Vääna mõisa lähedale Vaila külla. Maapoisina ehitustööd tundev Madis ehitas ümber ja laiendas maja ning kavandas koos Astaga suvekodu ümbruse.

Kui Andres Tarand tegi 1980. aastal Madisele ettepaneku anda allkiri nn 40 kirjale, arutas ta kodus abikaasa Astaga asja läbi ning nii andis allkirja ka tuntud looduskaitse ja lapserikka perekonna isa. Pärast seda kaotas ta oma senise töökoha. Nii sai 40 kirja allkirjutanuist kõige enam nuhelda just Aruja, sest tal, erinevalt mõnest teisest, ei leidunud eestkostjaid ega käendusele võtjaid. Kõige suuremat survet avaldas parteitule Arujale temast ametiredelil kõrgemal seisnud kolleeg Heino Luik, kes NLKP liikmena sai tõenäoliselt selle "austava" ülesande veelgi kõrgemalt. Nende järjekordsel vestlusel 7. detsembril 1981 küsis Madis Luigelt otse: *40 kirjale alla kirjutatud dotsendid võivad ülikoolis vabalt edasi töötada, miks siis minusugune väike ametnik peab lahkuma?* Vastus kõlas: *Lauristiniga on hoopis teine asi, ta on kuulsa Olga tütar.* Madise väljapuksimine kestis kokku üle kaheksa kuu – 17. aprillist kuni 22. detsembrini 1981, siis tuli tal alistuda ja töölt lahkuda. Enne seda, 16. novembril kästi tal veel ilmuda ENSV prokuratuuri vanemuurija M. Seppingu juurde. Nii tuli Madisel leppida aastail 1982–1992 looduskaitse peaspetsialisti ametikohaga Eesti põllumajandusprojekti. Hea seegi, sest nii sai ta rakendada eelmisel paaril aastakümnel saadud kogemusi.

Sovetiaja lõpus taastusid sidemed välismaal elava lelle Endel Arujaga, kes hakkas 1986. aastal korraldama raamatute saatmist Eestisse, kuhu ta ise ka poja Margusega jõudis 1988. aastal. Seejärel olid Henny ja Endel Aruja peres Kanadas külas nii Madis ja Asta kui ka Reet ja Teet Kivisson. 1990. aastal valiti Endel Aruja Tartu

ülikooli auliikmeks ning 1998 annetati talle Valgetähe teenetemärk. Kanada õhujõududes koloneli aukraadini jõudnud Margus Aruja tegutses aastail 1994–1995 nõunikuna Eesti kaitseväes. Sel ajal käis tema poeg Peter siin koolis. Pärast seda käis Madise noorim poeg Indrek 1996./97. õppeaastal Kanadas koolis, elades Marguse juures Ottawas. Margus Arujale anti 2003. aastal Kotkaristi teenetemärk. Endel Aruja tütar Epp elas ja töötas Eestis aastail 1993–2005.

Uuel Eesti ajal tunnustati Madise tegevust ning talle anti 1994. aastal Eerik Kumari looduskaitsepreemia. Kannatanud viimaseil aastail järjest süveneva Parkinsoni tõve käes, lahkus Madis Aruja 12. märtsil 1995 maisest ilmast.

Madis Aruja jõudis avaldada kolm raamatut ja olla ühe raamatu põhiautor. Ajalehtedes ja ajakirjades ilmus tal umbes 160 kirjutist. Madise stsenaariumi järgi vändati 1975. aastal terava sisuga veekaitse probleeme käsitlev film „Janu vee ääres“, mis leidis asjatundjate poolt erinevat vastukaja, sest filmis toodud reostajad polnud just parimad sellekohased näited. Ajakirjas Eesti Loodus ilmus temalt aastail 1968–1979 kokku 16 kirjutist, mõni neist koguni läbi mitme numbriga. Siis tuli aga 15aastane paus. Tema viimane artikkel pealkirjaga „*Quo vadis*, looduskaitse“ nägi nimetatud ajakirjas trükivalgust alles 1994. aastal. Madis on teinud kaastööd ka Eesti entsüklopeediale, avaldades selles teatmeartikleid eriti Lõuna-Ameerika hüdrograafiast.

Madis Arujast on lühike isikulugu Eesti entsüklopeedia 14. köites (2000) ja Eesti spordi biograafilises leksikonis (2011). Pikemalt on temast kirjutatud teoses *Eesti orienteerumise süünd ja hiilgeaastad*. Toogem sellest lõpuks paar Madist iseloomustavat katkendit. Geograaf Ilmar Kask on märkinud: *Meesterahvaga linnud ja lilled tavaliselt ei seostu. Madisega küll, ta oli hästi looduslähedane. Natuke romantiline ja tundeline. Ta oli seltskonnas tasakaalustaja, tema olemus oli rahustav, sõbralik*. Filoloog Kersti Vink on aga leidnud: *Orienteerujana oli Madis Aruja oma aja üks karismaatilisemaid suurkujusid. Inimesena oli Madis ilusate ideaalidega romantiline isiksus, kes pidas tähtsaks eetilisi põhimõtteid. Kogu tema olemust varjutanuks justkui mingi sordiinne nukrus* (Viirsalu 2006: 410).

Lõpetuseks

Õppinud aastail 1958–1963 Tartu ülikooli geograafia osakonnas majandusgeograafia erialal, omistati Madis Arujale pärast diplomitöö (tänapäeval magistritöö) *Eesti NSV kalapüük ja kalatööstus* kaitsmist ja riigieksamite sooritamist geograafi, keskkooli geograafiaõpetaja kvalifikatsioon.

Ülikoolist oli ta saanud päris hea ettevalmistuse edaspidiseks tegevuseks, kuigi tema studiumi ajal ei õpetatud majandusgeograafia tudengeile üsna mitut olulist ainet, näiteks geodeesiat, biogeograafiat ja teisigi, mida lõpetanud olnuks hiljem vaja. Samal ajal jäid Madisel tulevases töös kasutamata ülikoolis õpitud majandusgeograafilised tarkused ja pedagoogilised oskused. Nii et majandusgeograafiliste teadmiste viimaseks rakenduseks jäigi tal diplomitöö. Oma tõelise kutsumuse leidis Madis Aruja looduskaitse alal tegutsedes. Just looduskaitsealane töö kujunes talle vajaduseks.

Madis kuulus üldiselt elujaatajate hulka, kuid tervise halvenes avaldas ka teistsuguseid mõtteid. Kui saatsime 1979. aastal Tartu Pauluse surmuaiale meie – ülikoolis ühel kursusel õppinud geograafiatudengite – hulgast esimesena lahkunud Arvo Kisperi, ütles Madis järsku, et tema on järgmine. Selline mõtteavaldus üllatas, sest ülikooli päevil leidsid kaastudengite juures imetlust nii tema suur vastupidavus kui ka muud head kehalised omadused.

Täna abi eest Indrek Arujat, Reet Kivissoni ja Asta Rummat.

Kirjandus ja allikad

Aruja, Madis 1958–1963. Toimik n 7/64 s 38 Tartu ülikooli arhiivis.

Kurs, Ott 2016. Uudo Pragi: majandusgeograaf ja matemaatik. – Akadeemia 28, 1784–1823.

Pragi, Uudo 2007. Mälestused kuni novembrini 1965. Käsikiri Kaja Pragi ja Silja Orava valduses.

Raukas, Anto 2007. Madis Aruja – võitlejahing, – Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 36. Tallinn, 231–232.

Viirsalu, Vello. 2006. Eesti orienteerumise sünd ja hiilgeaastad. Eesti Entsüklopeediakirjastus. 456 lk.

Madis Aruja raamatud

Aruja, M. (tekst), Edg. Kask (fotod) 1983. Pilte looduskaitsealadelt. Fotoalbum. Tallinn: Eesti Raamat. 112 lk.

Aruja, M. 1983. Eesti NSV looduse kaitsest. Tallinn: Perioodika. 96 lk.

Aruja, M. (koost.) 1981. Käitumisest looduses. Tallinn: Eesti Raamat. 95 lk.

Kask, Edg. (koost.), **M. Aruja** (teksti autor) 1976. Eesti metsades. Tallinn: Eesti Raamat. 120 lk.

Madis Aruja: An Estonian geographer and nature warden

Ott Kurs

Summary

Madis Aruja was born into the family of a forest officer at Soontaga, in the County of Valgamaa, on January 16, 1936. In 1943–1954, he learned at the schools of Risti (County of Läänemaa) and Jõgeva. In 1958–1963, he studied economic geography in the University of Tartu. After that he worked in the field of ecology and environmental protection. In 1967–1981, he was as adjunct head of environment affairs of the Ministry of Forestry and Environment of the Estonian SSR. Dismissed on political occasions, Aruja worked in 1982–1992 as a specialist of environment problems in an applied agriculture institution. In 1994, he received the *Eerik Kumari Award*. Madis Aruja passed away in Tallinn, on March 12, 1995. Madis Aruja published four books and about 160 articles on Estonian environment and local lore, and also on orienteerings. In this article, his activities during his student years there are described.

IN MEMORIAM

Villu Astok

MERETEAADLANE JA RAADIOHÄÄL

21. III 1935 – 19. V 2016



Villu Astok oli eesti geograaf ja merefüüsik. Sündis 1935 Rakveres, lõpetas Rakvere Pedagoogilise kooli. 1958 lõpetas ta Tartu Riikliku Ülikooli geograafiaosakonna. Ta töötas Eesti Hüdro meteoroloogia Valitsuse Hiiumaa ja Tallinna asutustes, Tallinna Polütehnilises Instituudis sanitaartechnika laboris, mitmes Eesti NSV TA instituudis ning Tartu ülikooli Eesti Mereinstituudis. Villu Astok uuris Läänemerd, eriti Väinameres ja Liivi lahes toimuvaid vee liikumise füüsikalisi protsesse (eelkõige hoovusi).

Villu Astok oli füüsika-matemaatikakandidaat okeanoloogia erialal. Väitekirja kaitses 1968. aastal Moskvast NSV Liidu TA Širšovini nimelises Okeanoloogiainstituudis. Aastail 1971–72 ja 1974–76 oli ta Eesti TA looduskaitsekomisjoni liige ning 1995–2002 Eesti Hüdroloogia Programmi Komitee sekretär.

Avalikkusele oli ta tuntud huvisaadete ja mälumängude juhina raadios ja televisioonis (RAMETO, „Kasiino”, „Tugrikujah” jmt). Kirjutas koos Jaan Ruusiga stsenaariumi tõsielufilmile „Veel kord merest” (1971).

Villu ja Väinameri

1958. aastal reorganiseeriti ilmteenistuse vaatlusvõrk Lääne-Eestis – II järgu hüdro meteoroloogiajaamad Tahkunas, Vormsil (saare loodenurgas) ja Raugis (Muhu põhjarannikul) muudeti vaatluspostideks ning asutati Heltermaa I järgu mere-hüdro meteoroloogiajaam (lihtsustatult ilmajaam). Lisaks eelnimetatud postidele allutati Heltermaa jaamale veel Rohuküla, Abruka ja Saaremaa looderannikul asuv Merise vaatluspost. Heltermaa hüdro meteoroloogiajaama asutamise eesmärgiks oli saartevahelise mere hüdroloogilise režiimi varasemast hoopis põhjalikum uurimine. Jaama koosseisu kuulus 11 inimest. See oli suurima töötajate arvuga jaam Lääne-Eestis ja üks kolmest meie I järgu mere-hüdro meteoroloogiajaamast (teised Tallinnas ja Narva-Jõesuus). Uues rannikujaamas algasid vaatlused 14. oktoobril 1958.a. Heltermaa ilmajaama käivitas samal aastal Tartu ülikooli geograafia osakonna lõpetanud Villu Astok.

Tulevane tööpiirkond oli saanud Villule tuntuks **diplomitöö** koostamise käigus. 1958. aastal valmisid Endel Varepi juhendamisel kolm tööd Eesti rannikumere üksikosadest: V. Astoki *Väinameri*, Alar Kotli *Tallinna laht* ja Helve Labi (hiljem Kotli) *Pärnu laht*. Oma ülesehituselt sarnastest töödest eristub Villu oma nii mahu (koos lisadega 180 lk) kui ka kasutatud kirjanduse (165 nimetust) poolest.

Oma diplomitöös teeb Villu ettepaneku nimetada Väinameri Lääne-Eesti saarestiku eeskujul Lääne-Eesti väinastikuks, sest see ala polevat väin ega ka meri, ükski koht pole mõnest maismaaosast üle 15 km eemal. Ka sealne hüdroloogiline režiim on tüüpiliselt väinaline – seal esinevad tugevad, sageli suunda muutvad hoovused, mis põhjustavad suuri veetemperatuuri kõikumisi. Selle ettepaneku avaldas ta ka Eesti Looduses 1959. aastal. Temale vaidles vastu töö juhendaja Endel Varep, kes leidis, et nimetus Väinameri peegeldab paremini antud mereala omapära ning peaks jääma kasutusele ka edaspidi.

Asudes 1958.a suvel tööle vastrajatud jaama, tuli Villul esmakordselt kokku puutuda paljude seni mitte ette tulnud asjadega – otsida ja õpetada kohalikest noorikutest vaatlejaid, sealhulgas tõlkida neile pakse venekeelseid instruksioone, käia alluvaid vaatlusposte inspekteerimas, muretseda varustust, kakuamipaadist ümberehitatud kaatri saamise järel hakata korraldama välitöid. Väikese asutuse juhataja oli üheaegselt varustaja, arvepidaja, laohoidja ja samas pidi tagama, et mitte ükski vaatlus ära ei jääks. Ise hakkas ta merel kaatril tegema hüdroloogilisi vaatlusi. Kaatri nime *Emil Lenz* mõtles välja Villu. (E. Lenz (1804–1865), tulevane tuntud füüsik, oli Tartu ülikooli tudengina osa võtnud Otto von Kotzebue 1823.–1826.a ümbermaailmasõidust ja selle kestel teinud märkimisväärsed süvaookeani uuringuid).

Samal ajal oli Villu tegus sel ajal kaunis tagasihoidlikul tasemel olevas Hiiumaa spordielus, võttes edukalt osa male, suusatamise jt võistlustest. Hiiumaa spordiajalukku on kirjutatud, kuidas ta tõi 1959.a suvel kaatriga Pärnust Heltermaale tagasi Eesti I maaspordimängudel osalenud Hiiumaa võistkonna. Seda meresõitu on hiidlaste nädalalehes kirjeldatud nii: *Hiiumaa võistkonna tagasisõit Pärnust oli üks elamusterohkemaid meie spordielus. Pärnusse tuli Heltermaa ilmajaama ülem Villu Astok asutuse paadiga Emil Lenz. Hommikul kell kuus anti Pärnu sadamas otsad. Oli imeilus suveilm.*

Meie teele jäid väikesaared Kihnu ja Manilaid. Pikem peatus tehti Virtsu sadamas, kus täiendati toiduvarusid. Siin sai kõigi tähelepanu osaliseks vasaramees Aavo Lind, kes ostis suure ümara saia, liitri piima ja liitri moosi. Ise ütles ta eht tõnissonilikult, et üks ta üks paras õhtuode ole. Sõit möödus ilma viperusteta, ei seganud isegi piirivalve ja kell 24 olime õnnelikult Heltermaa sadama silla ääres. Sõit oli kestnud täpselt 18 tundi.

Heltermaal tegutses Villu järgmise aastani, mil ta läks tööle Tallinna hüdrometeoroloogia observatooriumi mereosakonda. 1961. aastal saadud ekspeditsioonilaevaga *Orion* tehti regulaarseid vaatlusi lisaks Väinamerele kolm korda aastas ka Soome ja Liivi lähel. 1960ndate algul oli nende ekspeditsioonide juhiks Villu Astok.

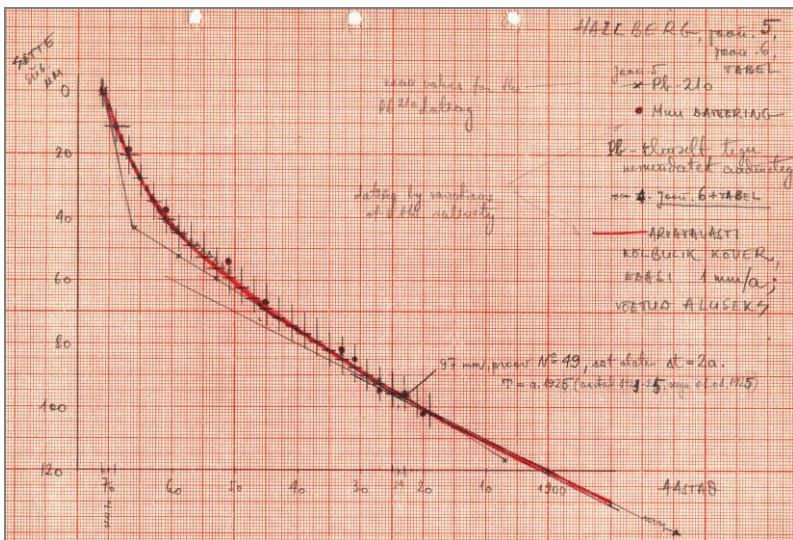
Oma tööelu lõpukümnendil puutus Villu jälle otseselt kokku Väinamere uurimisega. Töötades Eesti Mereinstituudis, osales ta aastail 1993–1996 Suures väinas ankrus olnud hoovuste isekirjutite andmete töötlemisel. Aastail 1994–2003 ilmus tema kaasautorsuses ligi 20 artiklit Liivi lahe ja Väinamere hüdroloogiast.

Heino Mardiste

Villu Astok – mereteadlane, kes uuris hoovuseid ja muudki

Geograafia on väga huvitav eriala. Ajaloos oli geograafia üheks oluliseks komponendiks meresõit, kaugete maade avastamine ja kirjeldamine, aga ka nende merede ja ookeanide kirjeldamine, mille kaudu kaugetele maadele sõideti. Villu Astokit paelus geograafias just mereuuringute pool. Lihtne oleks võtta mereuuringutes vee-kindel pliiats, teha veekindlale paberile märkmeid ning neid hiljem sorteerida. Villu teadlasete algus langes mereuuringute arengu tormilisse aega, kus ilmusid üha täislikumad mereseisundi mõõtmise seadmed, hakati kasutama elektronarvuteid (tolleaegses määratluses) ning kasutust leidsid täiesti uued andmetöötluse meetodid, mida varem oli ehk rakendatud ainult rakettide ja tuumapommide ehituses ning militaarse raadioside arendamisel.

Uus Eesti mereuurijate põlvkond, kes vaatas mereküsimusi interdistsiplinaarselt, kuid seejuures tugines täppisteadustele ja hakkas kasutama uudseid tehnilisi vahendeid, kujunes välja 1960ndatel aastatel. Igaüks tollastest uuendajatest – Ain Aitsam, Rein Tamsalu, Villu Astok, Mati Juhat, aga laiemalt võttes ka Harald Velner, Leopold Paal ja teised – evis seejuures ka oma eripärast mere-teaduse vaatenurka. Villu Astoki esimeseks läbilöögikohaks kujunes Läänemere hoovuste uurimine. Kui ookeanis on Golfi hoovus tunnetatav peaaegu ilma mõõtmisteta (laeva märgatav triivimine, üleminek soojast veest külma vette jne), siis Läänemere hoovused on esmapilgul nähtamatud. Samas, ujuma lastud pudelipost jõuab ikka randa, aga kord ühes, kord teises kohas. Sama on ka mere-reostusega, mida 1960ndatel aastatel suure hooga uurima asuti – kord levib reostus ühes, kord teises suunas.



Sette akumulatsioonikõver perioodil 1900 kuni 1970 ehk kuidas meile tundmatu, kuid Villule teada veekogus setttekihi paksus kasvab, mida lähemale kaasajale. Graafikul on näha ka erinevaid algandmeid, mille alusel kõver on koostatud. Varasemal perioodil on sette akumulatsioonikiiruseks eeldatud üsna tavapärane 1 mm aastas, hiljem kiirus oluliselt kasvas.

Läänemere hoovuste uurimise klassikud – Erik Palmèn ja teised – täheldasid juba sada aastat tagasi, et Läänemere hoovused pole küll mitte eriti tugevad, aga on samas väga muutlikud. Villu Astok oli esimene, kes rakendas Läänemeres hoovuste kaartide määramiseks geostroofilistel seostel põhinevat dünaamilist meetodit, mis kasutab lähteandmetena veetemperatuuri ja soolsuse vertikaalsete profiilide vaatlusi. Uuringu tulemused avaldas Villu maineka ajakirja „Океанология“ 1964.a ilmunud artiklis. Järgnes uudsete hoovusmõõtjatega vaadeldud aegriade andmete analüüs. Oli see aeg, kus lisaks aegrea trendi ja standardhälbe määramisele hakati uurima muutlikkuse stohhastilisi iseärasusi. Villu oli esimesi, kes hakkas arvutama hoovuste mõõtmisandmetest tõenäosusjaotusi ning muutuste perioode iseloomustavaid spektreid. Selgus, et hoovused muutuvad tugevasti nii ajas kui ka ruumis. Analüüsitud merehoovuste muutlikkus leidis üldistamist täiesti uudse meso- ja makroturbulentsi kontseptsioonina. Sellel teemal kaitses ta 1968.a mainekas NSVL TA Širšovi nimelises Okeanologia Instituudis kandidaadiväitekirja füüsika-matemaatika teaduste valdkonnas. Selline eriala muutus – geograafist füüsikuks – näitab, et Villu oli väga andekas ja teadustööle väga pühendunud.

Hoovuste uurimist jätkas Villu Astok kuni oma teadlasete lõpuni. Viimane tõsisem artikkel ilmus tal 1999.a kaasautorluses Mikk Otsmani ja Ülo Suursaarega ajakirjas „Hydrobiologia“. Artikkel oli pühendatud Liivi lahe veevahetuse analüüsile. Selles väga edukas tiimis (sinna kuulus veel Tiit Kullas) töötas Villu alates 1990ndate algusest. Suures väinas tehti mitmel korral pikaajalisi hoovuste mõõtmisi, mille alusel pandi paika originaalse veevahetuse mudeli koefitsiendid. See tiim näitas, et väinade kaudu avamerega ühenduses olev suurem mereala nagu Liivi laht käitub võnkumise süsteemina, mille hetkeline veevahetus sõltub võnkumise faasist. Veevahetuse võnkumisi võimendavad veetase väinade avamere poolses otsas, õhurõhu erinevused ja väinade kohal puhuv tuul.

Juhtub ka nii, et tähtsa konverentsi ettekande ajaks ei saa materjalid valmis. Villu oli sellistes olukordades võrratu esineja ja improviseerija, kes klaaris asja ära. Meenub 1993.a sügisel Jürmalas toimunud suurejooneline rahvusvaheline konverents, kus esmakordselt kanti ette just alustatud Põhjamaade poolt finantseeritava Liivi lahe uurimisprojekti esimesi tulemusi. Eesti ja Läti mereteadlastele oli

see esmakordne võimalus teha rahvusvahelist koostööd projekti vormis, millel on läänelik organiseerimine ja ka finantseerimine. Juhtrollis olid Taani, Rootsi, Norra ja Soome teadlased. Kõik olid konverentsi eel põnevil ja Villu pidi tegema ettekande Suures väinas tehtud mõõtmiste tulemustest. Hoovuste andmeid ei jõutud aga konverentsi ajaks lahti muukida ning Villul jäi üle rääkida veetemperatuurist, mille töödeldud andmed olid olemas.

Veetemperatuuriga toimuv pole üldse triviaalne, kuid nii nagu toimub õhutemperatuuriga, on ka veetemperatuuri muutusel kindel aastaajaline seaduspärasus. Ja Villu läks kõnepult ning alustas veenva häälega: kui läksime kevadel mõõtma, oli vesi väga jahe. Refereerin edasi ligikaudselt. „Aasta edenedes hakkas veetemperatuur tõusma, kuid vahepeal läks kohati jälle jahedamaks. Siiski, juuli keskpaigani vee soojenemine üldiselt jätkus, aga edaspidi läks pigem külmemaks.“ Üldteada sessaone tsükli kirjeldamise kandis Villu erakordse innuga ette. Sinna vahele mahtusid ka tõelised teaduslikud tulemused ehk näited, kuidas võnkuvas merelaht-väinad süsteemis toimuvad vee liikumine ja sellega kaasnevad temperatuuri muutused. Kuna hoovuste andmeid veel polnud ning nende mõju oli kaudselt näha veetemperatuuri lühiajaliste muutustes, siis Villu pidigi ettekande olemasolevate töödeldud temperatuuri andmetega ära tegema. Seda kõike tegi ta väga soliidsetl.

Villu Astoki teadustöö üks olulisi aspekte tuleneski tema väga headest diplomaadi omadustest. Kui on vaja kokku panna paljude autorite erinevaid vaatenurki ühildavat konsensuslikku teaduslikku seisukohta, siis see seab kollektiivi juhile väga kõrged nõuded mitmel tasandil. Villu Astok koordineeris Läänemere kaitse komisjoni (HELCOMi) merekeskkonna seisundi teise perioodilise hinnangu koostamisel hüdrograafiliste muutuste tööühma. See tööühm, kuhu kuulus 12 okeanograafia tolle aja tippteadlast, koostas keskkonnakaitse nn tüviteksti mahus 47 lk. Lühendatud kujul ilmus materjal veel mainekas ajakirjas „AMBIO“. Keskkonnakaitse ja Läänemere teadusliku uurimise koostöö küsimused olid Villu tegemistes läbi aegade väga tähtsal kohal.

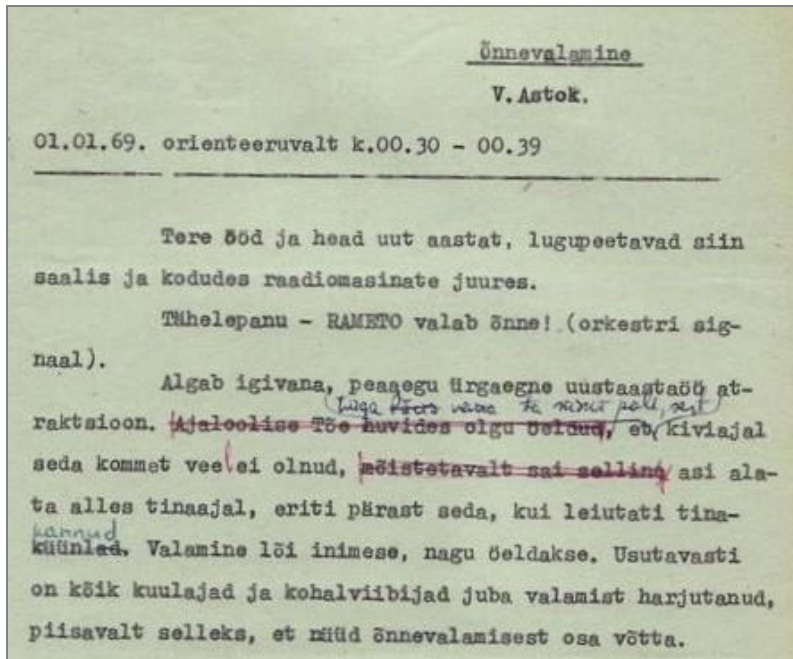
Jüri Elken

Villu ja Eesti raadio

Kui mina 1967. aastal RAMETOsse (raadio meelelahutustoimetus) tööle tulin, oli Villu Astok seal juba olemas. Mitte küll koosseisulise korrespondendina, mitte ka niisama kiibitsejana, vaid austusväärse raadiomängu „Kõik löövad kaasa” žürii liikmena. Teised liikmed olid Juhan Kahk ja Hugo Hiibus, hiljem Agu Aarna ja Hugo Hiibus. Aga Villu oli meie erinevate raadiomängude žürii püsiliige viimaste mängudeni – „Kasiino” saadeteni. Kokku ligi kolmkümmend aastat.

Kes Villu raadiosse tõi, seda ma ei teagi. Aga saateid tegi ta juba ammu enne RAMETO sündi. Enamasti olid need valdkonnast, mida ta kõige paremini tundis – geograafiast, meredest, järvedest. Villu võlu oli selles, et lisaks aine heale tundmisele oli ta ka ladusa jutuga, kohati koguni poetiline. 1962. aastal lindistatud saade, mille peategelaseks oli Villu kursusevend Leo-Peeter Kullus, kes töötas Peipsi ääres Tiirikoja järvejaama juhatajana, algab nii: „Oli üks selliseid jaanuarikuu päevi, mis isegi kalendri punastama paneb. Vesi võimutses. Seda tuli ülalt ning oli juba ennegi küllalt nii kraavides kui põldudel. Asfalti kattev jää oli sulaveest purjus ja autod pritsisid seda lõbusa sabinaga laiali. Ainult Peipsi oli oma vetele külma kaane peale tõmmanud ja vaatas rahulikult, oma suurusele kohase väarikusega maanteele, mis siin üsna järve külje alla kulges.” No on ju lausa Liivi vääriline tekst!

Jutustada Villu oskas. Ja millest jutustada, seda jagus ka. Tudengina käis ta Saaremaal ja Koolal, Krimmis ja Karjalas, nii praktilal kui ka muidu matkamas. Koolal – see oli 1956. aastal – oli kord nii külm, et kaasavõetud elavhõbedatermomeeter külmus ja õhutemperatuuri iseloomustamiseks kasutasid nad märki „vähem” – vähem kui miinus 39 kraadi. Siis see juhtus. Mägiojasse, mis ei olnud täiesti kinni jäätunud, sulpsatasid ühe matkagrupi liikme suusk ja jalg. Hommikuks, vaatamata vahetpidamatule masseerimisele, oli kannas tubli rusika suurune külmavill. Lähima asustatud punktini jäi ligi 40 kilomeetrit, üle järve ja läbi mägede, asimuudi järgi. Abi järele tahtsid minna kõik, sest teadmatuses ootamine oleks veel raskem olnud. Kardeti gangreeni. Üks grupi liige jäeti kannatanu juurde, ülejäänud läksid abi järele. Ja kui lapi karjused mehe põdrarakendil haiglasse toimetasid ning jalg asjatundliku arsti abi oli saanud, ütles too: „Teil on head sõbrad!”



Villu käsikirjanäidis 1969. aasta Eesti Raadio aastavahetuse programmist.

Hea sõber ja seltskonnainimene oli Villu küll. Ma ei pea siin silmas seltskonda suurilma mõistes. Ülikond ja kiki lips istusid talle ka, kui ta näiteks publiku ees saadet juhatas, aga mõnusalt ja koduselt tundis ta ennast kampsunis, kui me Kungla baaris saateid välja mõtlesime või kui kuhugi „Kasiino” lindistusele sõitsime. Villu sulandus seltskonda. Paradoks – ta oli ilmselt nii selle osa, et eredalt silma ei torganudki. Kui ma Villu kauaaegselt žüriikaaslaselt kunstnik Hugo Hiibuselt küsisin, mis temal Villust meelde on jäänud, mõtles too üsna pikalt ja ütles siis: „Sirge seljaga istumine. Püstine lõug vastu rinda... Ta oli nagu pintsak.”?! „Noh, et mul on temast silma ees ainult väline kuju. Ega ta ennast ei avanud. Ta rääkis juttu küll, ütles teravmeelseid lauseid, aga tema sisust ei teadnud ma midagi. Ta oli kinnine inimene.”

Nii ta oli jah. Olen minagi ju ligi kolmkümmend aastat Villuga kokku puutunud, temaga koos sadu kordi RAMETO traditsioonilistel

iganädalastel saunaskäikudel õlut joonud, Kunglas või Raadiomaja baaris konjakit manustanud, aga ühtegi eredat pilti Villust silmade ette ei karga. Temaga oli hea niisama koos istuda, kviteerida naeruga Villu lühikest ja tabavat kommentaari selle või teise jutu all olnud teema kohta; tunda, et kõrval on mõnuga mõtlev inimene, mitte mõni mõttetutu mees. Võib-olla sellepärast oligi temaga koos nii muhedalt mõnus istuda, et ta ei surunud ennast peale, ei tahtnud domineerida.



Villu Astok juhtimas Eesti Televisiooni mälumängu “Tugrikujah”.

Nüüd, kui hakkasin Villust kirjutama, kuulasin läbi ERRi arhiivis olevad Villu enda või temaga tehtud säilinud saated. Saated „Maailmameri ja Heyerdahl”, „Kas komanderingus? Ei, päriselt!”, „Kristall–66”, telesaade „Veelkord merest”. Nendest tuleb välja Villu sisu. See, mis jääb pintsaku sisse. Maailmameri ja selle saatus. Teravmeelne tähelepanek, et me peaks tegelikult ütlema mitte maakera, vaid veekera, sest suurem osa, 71%, Maa pinnast on ju vesi. Veel on tohutu tähtsus, sest just veest oleme kõik alguse saanud. Merede saastatus ja mure mere ning teiste veekogude pärast.

Villu pintsaku sisse jäi tark ja muretsev teadlane ning lüüriline geograaf. Kaasatundev sõber ja armastav inimene.

Toivo Tootsen

Villu Astok – geograaf, laulumees, raadiohäääl ja isa



Villu ja tütrepoeg Arne Saaremaal Kaera talus küüslauke harvendamas.

Küsimusele, kes või mis ühendab raadio- ja Läänemere laineid, sai paar aastakümnet tagasi olla vaid üks vastus – Villu Astok. Kas seda keegi mõnes Eesti Raadio mälumängus ka kunagi küsis, on muidugi iseküsimus, sest küsimusi esitas ikka Villu ise.

Villu – keda me pere keskel ikka isa Villuks kutsusime – oli oma eluajal tuntum raadiohäälena kui teadlasena, sest nii keerulist asja nagu Läänemere hoovused ristiinimesele juba naljalt ei seleta. Aga alustagem algusest.

Villu oli Rakvere poiss, mehaaniku poeg. See termin on oluline, sest Villu, kes krivikeerajat ja akutrelli pigem pelgas, oli ses osas kannust kaugele kukkunud käbi. Mis ei takistanud tal igal võimalusel mulle töid delegeerides meelde tuletada, et olen mehaaniku pojapoeg – ja mulle tõesti meeldib kruvida ja puurida! Kui Villu isa Karl Astok koos taanduvate Saksa vägedega lennuväe abiteenis-

tuses olnud mehaanikuna kodumaalt lahkuma pidi, jäi tema abikaasa Marie kahe lapse, Tiiu ja Villuga, Eestisse maha. Ilmselt oli see olukord keeruline ja ohtlik, aga kuidagi elati üle ja ära. Nii Tiiu kui Villu lõpetasid Rakvere Õpetajate Seminari ning jätkasid õpinguid Tartu Ülikoolis, Tiiu kehalise kasvatuse ja Villu geograafia erialal. Ajaloo huvides olgu öeldud, et Marie Astok sai võimaluse Kanadasse ümber asuda aastal 1964 ja Tiiu 1969. Villul isaga, kes 1977 Kanadas suri, peale sõda kohtuda ei õnnestunudki.

Miks Villu geograafia eriala valis, pole päris selge. Küllap oli selles valikus nii rännukirge, romantikat kui suuri unistusi näha ilma-meresid ja kaugeid maid. Ja ilmselt ka asjaolu, et geograafia oli nii vähe kui võimalik poliitiline eriala. Kuigi, nagu teame, võib geograafia olla vägagi poliitiline.

Pole mingit kahtlust, et Villu ülikooliaastad kulgesid tempokalt. Ükskõik, kas lugeda Villu märkmeid haruldaselt ülikooliaegselt Soome ja Liivi (Riia) lahe ekspeditsioonilt, Tartu Akadeemilise Meeskoori koorikaaslaste või teiste kaasteeliste mälestusi – Villu tegi kõike suure kire ja pühendumusega ning teda jagus kõikjale. Olgu selleks siis meeskoor, bänd nimega Päkapikk või hoopistükki teatritegemine. Silver Säga, Villuga samal aastal ülikooli lõpetanud kaasteeline ning sõber, meenutab asjaolusid järgnevalt:

“Mäletan, et meil oli alatine kohtumispaik kohvikus, mis asus Rae-koja apteegi ukse vastas – vist oli ta nimi Koit. Üks kindel laud kandis seal VKL nime. Meile tähendas see Vaba Kunstnike Looži, teistele Viljandi Kaubaladu. Tõenäoliselt olid need Villu vaimukused, sest meie teised nii äkki ei plahvatanud. Sel perioodil hakkasime kirjutama muusikalist tükki "Pumponen Pariisis". Pumponen oli meie kontrabassi varjunimi (nimi kuuldud ühelt taksojuhilt, kelle autosse suure vaevaga kontrabassi sisse toppisime). Ja ansambel, kus Villu kontrabassi mängis, oli Päkapikk, või nagu me peenutsedes nimetasime – Päck a Pick, sest kolm mängumeest olid pikka kasvu ja kolm lühikest ehk päkka.

Ilmselt see mõte tuli Villul ja minul, et teha selline punt. Vajadus tantsubändiks tekkis 1955.a sügisel, kui meeskoor läks Võrru kontserti andma ja mingi tantsumuusika pidi kaasas olema. Meie mänedžeriks oli sõber Tiit Toomsoo, kes küll ise pillimees polnud,

kuid alatine truu saatja. Kus me harjutasime, ei mäletagi, küllap kuskil ülikooli ruumides, kus klaver oli. Meie repertuaaris olid tookord maailmas tuttavad džässilood.



Meeskoori ansambel "Päkapikk". Kontrabassi mängib Villu Astok.

"Pumponen Pariisis" oli üles ehitatud Yves Montaine'i Pariisi lauludele – Vana muusik, Üksik viuldaja, Pariisi bulvarid, Vana voorimees. Meie lavastatud lugu oli vanast muusikust, kes lõpuks väsib, või kurat teab, mida ta seal tegi. Igatahes meie punkt mängis ja Villu kursuse naisansambel laulis. Olime intris juba varemgi mitmel korral koos esinenud ja seetõttu meie ühistegevus sobis. Etendus oli mõeldud tudengite isetegevusfestivali võistlustööna. Seda me siis seal VKL-s välja mõtlesime, noote kirjutasime, teksti nuputasime ja plaane pidasime. Loo puänt seisnes veel selles, et vana muusik, keda mängis Villu, lahkus lavalt ühele poole ja siis astus teiselt poolt jälle sisse. Tegelikult oli see teine Villu õde Tiiu, kes oli sama kasvu ja sama nägu, nagu nad oleksid kaksikud olnud. Lugu oli menukas ja nalja sai palju. Tallinna finaalesinemisele ei saanud seda sellepärast saata, et tükil puudus sotsialistlik sisu.

Sellest perioodist on meeles ka järgmine temp. Tartus olid veel voorimehed ametis. Ja meil oli ilus lugu – Viimane voorimees. Ju me selle viimase voorimehe valisimegi, kui ühelt järjekordselt mängult kesklinna kandist intrisse tõttasime. Mahtusime sinna voorimehe troskasse Villuga kahekesi – Villu kontrabassi ja mina akordioniga. Teised bändikaaslased olid intri ette tõtanud ja intrikaaslasti tänavale kutsunud. Et tulge ja vaadake, kuidas viimane voorimees tuleb. Olime enda arvates kõvad kutid, kui täiest kõrist mängides lauldes ette sõitsime. Aga kui märkasime voorimehe silmis tõelisi pisaraid, hakkas väga piinlik.”

Pärast ülikooli lõpetamist 1958. aastal sai Villust Heltermaa ilmajaama ülem. Kahtlemata oli selline töö ja töökoht Väinamere hoo-vuste teemal diplomitöö kaitsnud noorele geograafile põnev, aga suurlinna tuled kutsusid ja 1960. aastal kolis Villu Tallinna. Töökohtade nimed muutusid, töö sisu aga mitte. Ikka Läänemeri ja tema füüsikalised omadused. Ühel hetkel lisandusid teemade ringi ka valusad keskkonnakaitselised aspektid, sest oli ju selge, et sellise reostusega, mida vabade riikide murdmatu liit suutis Läänemerre paisata, see meri kaua vastu ei pea.

Pidev töökoha alluvusevahetus muutus vahepeal lausa koomiliseks, sest Villu ja tema kolleegide labor vahetas alluvust (aga enamasti mitte asukohta) iga paari aasta järel. Apoteosiks oli liikumine Moskva otsealluvusse – Rakendusgeofüüsika Instituudi filiaaliks number 32. Selle tähtsa instituudi tegevused olid üldiselt kaetud riigisaladustega. Villu meenutas, et kord Moskvast instituudi pääs-las oodates saabus äkitselt roodujagu automaatureid, kes üles rivistusid, ja siis transporditi läbi pääs-la salapärane kast, mitu kõrget mundri-meest seda marsitaktis saatmas. Aga Tallinna filiaali tegevusse Moskva kõrged võimumedel eriti vist ei sekkunud, ainult palgad tõsteti kiirelt kahekordseks – ikkagi tähtis riiklik asutus.

Kindlasti ergastas toonast halli olustikku koostöö Soome mere-uurijatega, mis lisas värvi nii teadustöösse kui igapäevaellu. Aarno Voipio, Pentti Mälkki, Paavo Tulkki – nende Soome tuntud okeano-loogide nimed ja näod on mulle lapsepõlvest hästi teada. Ja sama hästi ka Soome lahe lõunakaldalt Harald Velner, Ain Aitsam, Heino Mardiste, Arvi Järvekülg, Rein Tamsalu ja paljud teised.

Võib-olla kõige imelikum lugu selles mereuurimise asjas oli see, et merele pääses Villu üsna harva. Eks oli punastel aegadel merel käimine igavesti keeruline ja hoolega vaadati, kes kuhu võib minna või eeskätt mitte minna. Paberil merefüüsikat uurida on mõistagi võimalik, aga hooti ikka merele ka saadi. Isegi minul õnnestus poisikesena paar Käsmu ekspeditsiooni 1972–73. aastal kaasa teha ja merelegi pääseda, mida jääb meenutama lõputuna tundunud kalade toitmine.

Kurvem oli aga lugu Villul Vaikse ookeani ekspeditsiooniga. Kuuekümnendate keskpaiku oli ta pikalt kavandanud ja taotlenud pääsu ühele suurele nõukogude uurimislaevale, mis Vaiksel ookeanil toimetas. Kõik tundus lõpuks olevat korras, kõik load käes, naine musitatud ja laps kallistatud ning rongiga Moskvasse sõidetud, et üheksaks kuuks merele minna. Ja siis oli vahetult enne väljalendu sein ees – keegi ja kusagil tõmbas Villu nimekirjast maha. Kas oli see mõne usina kagebiidi viimase hetke avastus või pigem pikalt plaanitud ninanips selle eest, et Villu isa oli olnud sõjas valel poolel, ei tea. Igal juhul võttis hingeline kosumine sellest paugust mitu aastat. Aga kandidaaditöö sai 1968. aastal edukalt kaitstud.

Kui koos nõukogude võimu hääbumisega ka teadustöö õhustik normaliseerus – või vähemasti apolitiseerus, polnud enam takistusi (peale rahapuuduse) igapäevaseks mereuurimiseks. Villu kirk oli Liivi laht koos Väinamerega. Ka Liivi lahe just selle nimega taasnimetamine on paljuski Villu teene.

Eriline aeg nõuab erilisi inimesi, on öelnud klassikud. Teataval moel oli Villu kui renessansiaja inimene, kes ühtemoodi hästi arvutas trigonomeetrilisi funktsioone hoovuste liikumise analüüsi tarbeks, laulis Teaduste Akadeemia meeskooris ning oli särava ja täpse sõnaseadmiskusega raadiomees ja telenägu. Sellisena oleks Villu ehk rohkem sobinud Medicite õukonda kui tuulisesse Tallinnasse – aga see polnud tema valida.

Kes seda täpselt teab, kuidas ta raadiosse ja televisiooni sattus, aga ühel hetkel ta seal oli ja sinna ta ka jäi. 99% kaasmaalastest olid veendunud, et Villu Astok ongi raadios mälumängude juhina ametis. Pidin minagi korduvalt oma ajakirjandusosakonna kaastudengitele seletama, et isa näol on tegemist lugupeetud mere-

uurijaga, kes lihtsalt haltuura korras raadios kaastööd teeb ja telesaateid juhib. Aga küllap Villu tegi seda nii hästi, et kannatas välja võrdluse selle ala parimatega. Teaduse populariseerimine pole lihtne ülesanne. Aga tasub kuulata Villu paari säilinud teadussaadet ERR arhiivist – arukas kuulamine tänases meediamüüras.

Kogu seda raadio mälumängude ja meelelahutussaadete poolt võttis Villu siiski kui lõõgastust teadustöö kõrval, ja tollal tõi see ka kenasti sisse. Olukord oligi omajagu kentsakas – sina löbustad end konksuga küsimusi välja mõeldes, saad keelt teritada ja vaesed mälumängurid higistavad mõtelda. Situatsiooni tegi veelgi koomilisemaks asjaolu, et kõikvõimalike kekkide ja mekkide mälumängurid olid juba proffide staatuses – käisid hästi makstud treeninglaagrites, kus päevade kaupa ajasid pähe ENE kõiteid. Ja see kõik läheb eetrisse, terve Eesti kuulab, itsitab ja makstakse ka raha.

Villu jätkas ka laulmist, Tallinnasse asudes Teaduste Akadeemia meeskooris. See koor, keda tema hiilgeaegadel kuuekümnendatel ja seitsmekümnendatel juhatas Arvo Ratassepp, koosnes TPI ja Tartu üliõpilasmeeskoori vilistlastest. Nagu meenutab Heino Ross, tehnikaülikooli õppejõud ja koori kauaaegne esimees, tõid Villu Astok ja Silver Säga Tartust kaasa koori ideoloogia – kindlad põhimõtted, miks see koor on olemas, koos käib ja hästi laulma peab. “Meile kui rauakooli meestele oli see alguses veidi keeruline, aga pikapeale harjusime ja hakkasime kaasa mõtlema,” kirjeldab Ross.

Küllap oli koor omas ajas korporatsiooni, klubi, seltsi ja maleklubi eest, kus inimesi võis usaldada ning lisaks muusika tegemisele ka muul moel ühiselt ilma parandada. Kindlasti oli meeskoor ka parimate sõprade sõpruskond. Olgu siinkohal tsiteeritud värsiread, mille meeskoori laulumehed Ragnar Kokk ja Villu Astok 1978. aasta aprillikuu hilisel öötunnil on kirja pannud oma koorikaaslase Heino Ahvena, Emakeele Seltsi pikaajalise teadussekretäri korteri ukse taga kriipides:

*Oodanud su ukse taga loendamatud hetked
ja unustanud selleks kallid öised retked
me pisarsilmi jälgisime – ehk läheb lahti uks
kuid kuivasid me pisarad, sest uks jäi suletuks.
Nii koridoris kuivatasid silmi Astok, Kokk,
Kel kurvastusest tõllakil nii (penised) kui moka.*

Kõige selle kõrval jääb üle vaid küsida, kas Villul oli aega olla ka isa. Jah, muidugi oli. Villu oli suurepärane isa, kes meiega kunagi ei kurjustanud. Ta suunas meid oma hoiakutega. Pigem jättes ütlemata, kui öeldes – ja vaikimine võis olla suurem etteheide kui see, mis välja öeldi.

Villu sai kirjutada oma kandidaaditööd Tallinnas, Maakri tänava kitsukese korteri köögis alles siis, kui mina olin magama läinud. Eks ma käisin ka õhtu edenedes mõnikord uurimas, mida ta seal teeb. Pilt ei muutunud mitu aastat – madala köögikapi ja gaasipliidi peale pandud voodiotsa plaadist oli saanud improviseeritud kirjutuslaud, mis oli täis pabereid, graafikuid ja suitsupakke. Köögi õhk oli tiine nii teadustulemustest kui sigaretsuitsust. Kellel veel on nii äge isa, olin ma uhke!

Pensionile jäädes veetis Villu enamuse ajast Saaremaal Rannakülas, Kaera talus. Ka seal ei saanud geograafiata: sauna seinal olid kirjas talu geograafilised koordinaadid ning täpne kaugus mereni. Rääkimata sauna lauast, mille lauaplaadiks on hiiglaslik ajupuiduna randa uhutud pruss, meenutus ühest viimasest Väinamere ekspeditsioonist. Villu nautis Saaremaal olemist ja elamist väga, sest ega muidu poleks ta püsivastus küsimusele, et millal ka mannerile tuled, olnud: eks vast ikka sel aastal.

Miks siis ometi minust ei saanud geograafi, kui perekonnas on geograafid mu isa Villu, ema Maret ja tema õde ning minu tädi Aino. EGSi aastaraamat on sellele küsimusele vastuse leidmiseks igati väärikas koht. Aga vastus tuleb Villu järeltulijale kohaselt ringiga ja väikese viraažiga.

Villul oli alati valmis vastus küsimusele: kas sa klaverit oskad mängida? Ja see kõlas: ei tea, ei ole proovinud. Vastan siis samamoodi – ma ei ole geograaf, sest ma pole kunagi proovinud geograafiks hakata. Aga see-eest on geograaf mu abikaasa Maigi, kes sai Villuga heaks sõbraks juba meie esimesel ühisel kohtumisel. Ja Maigi lisab, ligi 30 aastat elutarkust kogununa, et kui ma oleksin olnud geograaf, siis vaevalt ta mulle mehele oleks läinud. Muide, meie esimesel ühisel jalutuskäigul 1987. aastal küsis Maigi minult, kas teda saatval isikul on midagi pistmist Villu Astokiga. Nimelt oli ta oma diplomitöö tegemise raames uurinud ka Villu Väinamere-

teemalist diplomitööd (ning on perekonnas seni ainuke, kes seda on teinud). Ilmselt sel hetkel pidin ma aru saama (aga siis veel ei saanud!), et ring on sulgunud.

*Hannes Astok,
Villu Astoki poeg*

Villu Astoki trükitööd

Astok, V. 2006. Armin – töökaaslane ja sõber. – Hüdrolöög ja veeteadlane Armin Kask: 25.09.1916 – 26.08.1983. TTÜ kirjastus, lk 45–46.

Suursaar, Ü., **Astok, V.**, Kotta, J. 2005. Monitoring and assessment of the Estonian coastal sea in 1945–2003. – Water protection of the Gulf of Finland and Estonian waterbodies. Tallinn, pp. 127–144.

Suursaar, Ü., **Astok, V.**, Kullas, T., Otsmann, M. 2003. Water and nutrient exchange through the Suur Strait (Väinameri) in 1993–1995. – Proceedings of the Baltic Marine Science Conference. ICES Cooperative Research Reports, 257. Copenhagen: ICES, pp. 267–273.

Otsmann, M., **Astok, V.**, Kullas, T., Suursaar, Ü. 2003. Two-channel model for water exchange (the Gulf of Riga case). – Proceedings of the Baltic Marine Science Conference. ICES Cooperative Research Reports, 257. Copenhagen: ICES, pp. 225–231.

Astok, V., Otsmann, M., Suursaar, U. 1999. Water exchange as the main physical process in semi-enclosed marine systems: the Gulf of Riga case. – Hydrobiologia, 393, pp. 11–18.

Suursaar, Ü., Otsmann, M., **Astok, V.**, Kullas, T. 1998. Modelling the water exchange in the Irben, Suur, Soela and Hari Straits in 1995–1996. – More studies on the water exchange and the nutrients of the Gulf of Riga. EMI Report Series, 9. Tallinn: Estonian Marine Institute, pp. 61–90.

Suursaar, Ü., **Astok, V.**, Otsmann, M. 1998. The front of Väinameri. – More studies on the water exchange and the nutrients of the Gulf of Riga. EMI Report Series, 9. Tallinn: Estonian Marine Institute, pp. 23–33.

Suursaar, Ü., **Astok, V.**, Alenius, P., Kullas, T., Otsmann, M. 1998. Thermohaline regime and currents in the Suur Strait and the Hari Strait in 1996–1997. – More studies on the water exchange and the nutrients of the

Gulf of Riga. EMI Report Series, 9. Tallinn: Estonian Marine Institute, pp. 6–22.

Otsmann, M., Suursaar, Ü., Kullas, T., **Astok, V.** 1998. Helmholtz response to the system of two semi-enclosed basins and four straits. – More studies on the water exchange and the nutrients of the Gulf of Riga. EMI Report Series, 9, Tallinn: Estonian Marine Institute, pp. 34–60.

Otsmann, M., **Astok, V.**, Suursaar, Ü. 1997. A model for water exchange between the Baltic Sea and the Gulf of Riga. – *Nordic Hydrology*, 28, pp. 351–364.

Suursaar, Ü., **Astok, V.**, Kullas, T., Otsmann, M. 1997. Muutused Liivi lahe ökoloogilises seisundis ja veevahetus. – Kaasaegse ökoloogia probleemid: ajalised muutused Eesti eluslooduses ja keskkonnas. Eesti VII ökoloogiakonverents, Tartu, 8.–9. mai 1997. Tartu: IM Saare, lk 210–214.

Otsmann, M., **Astok, V.**, Suursaar, Ü., Kullas, T. 1996. Water exchange model for the Gulf of Riga. – Studies on measuring and modelling the water and nutrient exchange of the Gulf of Riga. EMI Report Series, 3. Tallinn: Estonian Marine Institute, pp. 81–94.

Suursaar, Ü., **Astok, V.**, Kullas, T., Otsmann, M., Nõmm, A. 1996. Variability of nutrient concentration in the Väinameri in 1993–1995. – Studies on measuring and modelling the water and nutrient exchange of the Gulf of Riga. EMI Report Series, 3. Tallinn: Eesti Mereinstituut, pp. 59–80.

Suursaar, Ü., **Astok, V.**, Kullas, T., Otsmann, M. 1996. New estimation of the water and nutrient exchange between the Gulf of Riga and the Baltic Proper. – Studies on measuring and modelling the water and nutrient exchange of the Gulf of Riga. EMI Report Series, 3. Tallinn: Estonian Marine Institute, pp. 95–108.

Suursaar, Ü., **Astok, V.**, Kullas, T., Otsmann, M., Alenius, P. 1996. Thermohaline regime and currents in the Suur Strait in 1993–1995. – Studies on measuring and modelling the water and nutrient exchange of the Gulf of Riga. EMI Report Series, 3. Tallinn: Estonian Marine Institute, pp. 7–58.

Otsmann, M., **Astok, V.**, Suursaar, Ü. 1996. A model for water exchange between a large and a small water body: The case of the Baltic Sea and the Gulf of Riga. – NHP Report 40, 2. Nordic Hydrological Conference 1996, Akureyri, Iceland, 13–15 August 1996, pp. 496–505.

Suursaar, Ü., **Astok, V.**, Kullas, T., Otsmann, M., Nõmm, A. 1996. Väinameri – the buffer zone in the water and nutrient exchange between the Gulf of Riga and the Baltic Proper. – Estonia. Geographical Studies. Estonian Academy Publishers, pp. 5–28.

Hakansson, B., Toompuu, A., Lips, U., **Astok, V.** 1996. A mass balance model of the Gulf of Riga. – Abstracts of the Baltic Marine Science Conference, Bornholm, Denmark, 22–26 October 1996.

Suursaar, Ü., **Astok, V.**, Kullas, T., Nõmm, A., Otsmann, M. 1995. Currents in the Suur Strait and their role in the nutrient exchange between the Gulf of Riga and the Baltic Proper. – Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Ecology, 5, 3/4, pp. 103–123.

Suursaar, Ü., **Astok, V.**, Kullas, T., Otsmann, M., Alenius, P., Nõmm, A. 1995. Variability of currents in the Suur Strait, Gulf of Riga. – XVII Geofysiikan päivät, Oulu, Finland, 11. –12.5.1995. Oulu: Geofysiikan seura, pp. 99–104.

Suursaar, Ü., **Astok, V.**, Kullas, T., Otsmann, M., Nõmm, A. 1995. Currents in the Suur Strait between the Gulf of Riga and the Baltic Proper. – Annales Geophysicae, 13, pp. 250–250.

Astok, V., Mardiste, H. 1995. Nüüdisimeri. – Eesti. Loodus. Eesti Entsüklopeediakirjastus, lk 228–237.

Astok, V., Hannus, M., Kullas, T., Nõmm, A., Otsmann, M., Suursaar, Ü. 1994. Suur Strait – Big Enough? – Proceedings 1: 19th Conference of the Baltic Oceanographers, Sopot, Poland, 29 August – 1 September, 1994, pp. 382–390.

Astok, V., Hannus, M., Kullas, T., Nõmm, A., Otsmann, M., Suursaar, Ü. 1994. Mis toimub Suures väinas? – Kaasaegse ökoloogia probleemid: alalhoidlik areng ja looduskeskne elulaad: Eesti 6. ökoloogiakonverents, Tartu, 24.–26. aprill 1994. Tartu: IM Saare, lk 164–167.

Astok, V., Hannus, M., Jaanus, A. 1991. The state of the coastal waters (incl. Neva Bay, Vyborg Bay, Luga Bay and Koporie Bay) in the 1980s. General conclusions. – Baltic Sea Environment Proceedings, 40. Helsinki: HELCOM, pp. 70–74.

Astok, V., Suursaar, Ü. 1991. The state of the Estonian coastal waters in the 1980s: General conclusions. – Baltic Sea Environment Proceedings, 40. Helsinki: HELCOM, pp. 75–83.

Astok, V., Hannus, M., Jaanus, A. 1991. The state of the Gulf of Riga in 1980s. General conclusions. – Baltic Sea Environment Proceedings, 40. Helsinki: HELCOM, pp. 84–87.

Astok, V., Hannus, M., Jaanus, A. 1991. The state of the coastal waters of the western coast of Latvia, Lithuania and Kaliningrad region in the 1980s. General conclusions. – Baltic Sea Environment Proceedings, 40. Helsinki: HELCOM, pp. 88–92.

Astok, V., Berzins, V. 1990. Hydrographical conditions. Gulf of Riga. – Second periodic assessment of the State of the Marine Environment of the Baltic Sea, 1984–1988. Baltic Sea Environment Proceedings, 35B. Helsinki: HELCOM, pp. 59–60.

Astok, V., Tamsalu, R., Nõmm, A., Suursaar, Y. 1990. Hydrographical conditions. Gulf of Finland. – Second periodic assessment of the State of the Marine Environment of the Baltic Sea, 1984–1988. Baltic Sea Environment Proceedings, 35B. Helsinki: HELCOM, pp. 54–58.

Astok, V., Matthäus, W., Berzins, V., Carlberg, S., Cyberska, B., Elken, J., Lange, W., Launiainen, J., Nõmm, A., Suursaar, Ü., Tamsalu, R., Vihma, T. 1990. Hydrography. – Ambio, pp. 2–3.

Astok, V., Mälkki, P. 1988. Laht maailmakaardil. – Eesti Loodus, 9, lk 554–558.

Astok, V., Ennet, P., Tamsalu, R. 1988. Viru meri – fosforiidiga või ilma. – Kaasaegse ökoloogia probleemid. Eesti siseveekogude kasutamine ja kaitse. Tartu Riiklik Ülikool, lk 12–15.

Tulkki, P., **Astok, V.**, Hannus, M. 1986. Experience from the monitoring of the Gulf of Finland. – Baltic Sea Environment Proceedings, 19. Helsinki: HELCOM, pp. 154–164.

Nehring, D., **Astok, V.** 1986. Nutrients. – First periodic assessment of the state of the marine environment of the Baltic Sea area, 1980–1985. General conclusions. – Baltic Sea Environment Proceedings, 17A. Helsinki: HELCOM, pp. 22–25.

Асток В. К., Отсманн М. В.-В. 1981. Долгосрочный прогноз кислородных условий Балтийского моря по данным донных осадков. – Труды XII конференции балтийских океанографов, Ленинград, 14–17 апреля 1980 г. и VII совещания экспертов по водному балансу Балтийского моря, Ленинград, 17–19 апреля 1980 г. – Ленинград, Гидрометеиздат, с. 328–329.

Асток В. К., Таранд А. Х. 1980. Возможности изучения колебаний климата и их причин исторического периода в бассейне Балтики. – Физические основы изменений современного климата. Москва, с. 62–65.

Astok, V., Kraav, V., Tamsalu, R. 1976. On the hydrological regime of the Estonian coastal sea and its modelling. – Estonia. Regional studies, pp. 57–62.

Astok, V. 1974. Meri. – Harju rajoonis. – Kodu-uuriate seminar-kokkutulek 11.–14. juuli 1974. Artiklite kogumik. Tallinn, lk 52–58.

Astok, V.K., Ozmidov, R.V. 1972. Statistische Charakteristiken der Pulsationen eines Tracers aus momentanen Punkquellen (nach Versuchen in der Ostsee). – Beiträge zur Meereskunde, Heft 30/31, 8, 27–34.

Aitsam, A., **Astok, V.** 1972. The box and dispersion models of the Gulf of Finland. – National Board of Waters, Report 28, pp. 1–12.

Асток, В. 1968. Исследование мезо- и макротурбулентности Балтийского моря. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Академия наук СССР, Институт океанологии им. П. П. Ширшова. – Москва, 13 с.

Айтсам А., **Асток В.** 1968. Некоторые вопросы вычисления спектра эргодической смешанной случайной функции (на примере спектра морских течений). – Известия АН СССР, сер. Физика атмосферы и океана, 4, 7, с. 746–758.

Асток В., Айтсам А. 1967. Некоторые вопросы расчета спектральной плотности скоростей течений в морских бухтах. – Всесоюзная научно-техническая конференция по охране поверхностных и подземных вод от загрязнения. Доклады и сообщения по вопросам самоочищения водоемов и смешения сточных вод. Таллин, с. 129–134.

Асток В., Айтсам А. 1967. Определение стохастических характеристик течений при расчете самоочищения морских бухт. – Морские заливы как приемники сточных вод. Рига.

Айтсам А., **Асток В.** 1967. Исследование и расчет самоочищающей способности Таллинского залива. – Морские заливы как приемники сточных вод. Рига.

Айтсам А., **Асток В.** 1967. Морские течения как элементы случайного векторного поля. – Сборник статей по санитарной технике 4. Труды Таллинского политехнического института, сер. А, 247, с. 45–49.

Айтсам А., **Асток В.** 1967. О расчетных шумах при вычислении статистического спектра смешанной, состоящей из периодических и непериодической составляющих, стационарной в широком смысле случайной функции – Сборник статей по санитарной технике 4. Труды Таллинского политехнического института, сер. А, 247, с. 99–118.

Асток В. 1966. О характере распределения течений по вертикали в поверхностном слое моря. – Сборник статей по санитарной технике 3. Труды Таллинского политехнического института, сер. А, 233, с. 85–98.

Пааль Л., Айтсам А., **Асток В.** 1966. О методике определения расчетных скоростей и продолжительности течений, определяющих распространение веществ загрязнения в морских заливах. – Сборник статей по санитарной технике 3. Труды Таллинского политехнического института, сер. А, 233, с. 71–83.

Astok, V. 1966. Meri. Merejää nimetused ja tunnused. – Kodu-uurija käsiraamat. Tallinn, lk. 176–181.

Асток В. 1964. Течения у плавучего маяка Таллин. – Сборник работ Таллинской гидрометеорологической обсерватории, 1, с. 42–65.

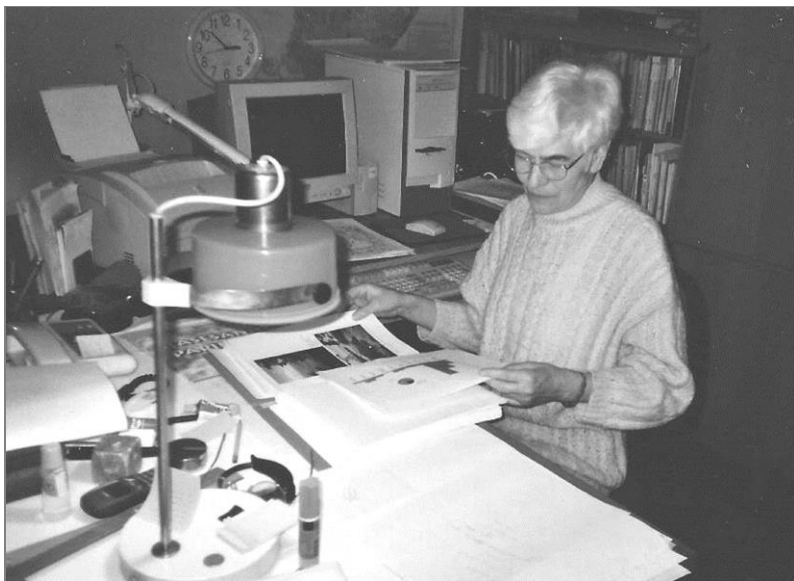
Асток В. 1964. Течения Финского залива на основе обработки гидрологических наблюдений динамическим методом. – Океанология, т. 5, 5, с. 825–828.

Astok, V. 1959. Kas Muhu väin, Väinameri või Lääne-Eesti väinastik? – Eesti Loodus, 5, lk 313.

Heino Mardiste

Elvi Tavast

6. IV 1944 – 7. VI 2016



Raske haiguse tagajärjel lahkus juunikuu alul meie seast enam kui 200 teadustöö autor geoloogiadoktor Elvi Tavast, kauaaegne Eesti Geograafia Seltsi liige. Elvi sündis Türil ja omandas seal ka keskkooli hariduse. Seejärel õppis ta aastail 1963–65 Tartu Ülikoolis geoloogiat ja aastail 1966–70 töö kõrval kaugõppes geograafiat. Tema töökohtadeks olid lühiajaliselt Heltermaa hüdro meteoroloogiajaam, projekteerimisinstituut Eesti Maaparandusprojekt, Paide Teedevalitus ja Vasalemma 8-klassiline kool. Kuid valdav osa tema tööst ja teadustegevusest oli seotud Teaduste Akadeemia (praegu Tallinna Tehnikaülikooli) Geoloogia Instituudiga, kus ta 1968–71 töötas tehniku ja insenerina, 1971–83 nooremteadurina ja alates 1983. aastast kuni pensioneerumiseni 2011. aastal vanemteadurina. 1978. aastal kaitses ta Vilniuse Ülikooli nõukogus geoloogia-mineraloogiateaduste kandidaadi kraadi ning 1992. aastal Tartu Ülikoolis geoloogiadoktori kraadi. Aastatel 1980 ja 1982 täiendas ta end Lenin-

gradis Ülevenemaalises Karpinski nimelises Geoloogia Teadusliku Uurimise Instituudis ning 1992. aastal Stockholmi Ülikoolis ja Rootsi Rahvusmuuseumis. Elvi Tavastile omistati 1982. aastal akadeemik Artur Luha preemia ja 1989. aastal Üleliidulise Rahvamajanduse Saavutuste Näituse hõbemedal.

Elvi Tavast oli kvaternaargeoloog, kes oma uuringutes kasutas ulatuslikult geofüüsikalisi meetodeid, eeskätt gravimeetriat. Tema elutöökäik tuleb lugeda Eesti aluspõhja pealispinna kaardi koostamist, aluspõhja reljeefi rajoneerimist ja kujunemiskäigu selgitamist ning aluspõhja reljeefi mõju hindamist Eesti nüüdispinnamoe ja Kvaternaari setete kujunemisel. Sellele olid pühendatud nii tema kandidaadi- (Рельеф коренных пород Эстонии и его влияние на формирование четвертичных отложений и форм рельефа) kui ka doktoriväitekirja (The bedrock topography on the southern slope of the Fennoscandian Shield and in the transitional zone to platform). Tema poolt koostatud Eesti aluspõhja pealispinna kaart baseerub ligikaudu 2500 puuraugu andmetel ja rohketal geofüüsikalistel profiilidel (Tavast, Паукас 1982). Ta näitas, et aluspõhja suurja keskvormid on keeruka struktuurilis-denudatsioonilise päritoluga ja nende kujunemisel on oluline osa litoloogial.

Koos Avo Miideli, Anto Raukase ja Rein Vaheriga on ta põhjalikult kirjeldanud Eesti vanu mattunud orge Tallinnas ja Kirde-Eestis ning selgitanud nende olulisust majandustegevuses. Eesti ja Põhja-Läti mattunud orge täitvate setete jaotumuse alusel eristas ta neli orgude ehituse tüüpi ja nõlvakalde alusel neli morfoloogilist tüüpi. Konkreetsete läbilõigete alusel ta näitas, et otsamoreenid asuvad valdavalt aluspõhjakõrgendike proksimaalsetel nõlvadel, põikoosid on sageli geneetiliselt seotud vanade vagumustega, pikioosid ja mõhnad asuvad aga sageli aluspõhja nõgudes või nende vahetus läheduses. Valdav osa Eesti sandur- ja glatsiofluviaalsetest deltadest paikneb aluspõhja pealispinna kallakutel, kusjuures enamasti on kalle jälgitav proksimaalses suunas. Voored on kujunenud peaaegu eranditult aluspõhja kõrgustike taga ja nõlvadel, kus monoliitne liustikukeel jagunes eri kiirusega liikuvateks osadeks, mis kulutasid maapinda ebaühtlaselt ja kuhjasid samal ajal moreeni mandrijää liikumise suunas väljavenitatud voolujooneliste künniste ja seljakutenä. Tihe seos aluspõhja reljeefiga on täheldatav ka enamiku Но-

lotseeni vanusega pinnavormide (jõeorgude, ranna- ja karstivormide, sootasandike) kujunemises. Öeldust tuleneb Pleistotseeni ja Holotseeni pinnavormide päritud iseloom. Aluspõhja reljeef mõjutab oluliselt mandrijää liikumise suunda ja kiirust, sealhulgas meie kõige looduskaunimate kuhjeliste saarkõrgustike kujunemist. Koos Peterburi kolleegi A. Amantoviga kirjeldas E. Tavast Soome lahe aluspõhja reljeefi, andes selle kaardi ja rajoneeringu ning üksikute piirkondade detailkirjelduse.

Teiseks Elvi Tavasti oluliseks uuringusuunaks oli Eesti suurjärvede (Peipsi ja Võrtsjärv) uurimine, kus ta osales nende põhjasetete kaartide koostamisel ning randade ehituse ja kujunemiskäigu uurimisel. Selleks käis ta läbi kogu Peipsi-Pihkva ja Võrtsjärve rannajoone, mis oli tõsiseks füüsiliseks katsumuseks. Oma arvukates töödes on ta andnud Eesti suurjärvede rannatüüpide klassifikatsiooni, toonud andmed rannasetete lõimise ja mineraalse koostise kohta ning analüüsinud randade muutusi põhjustavaid tegureid, sealhulgas maa-koore neotektoonilisi ja nüüdisliikumisi, lainetust ja veetaseme muutusi, rüsi jää toimet ja inim mõju. Inim mõju hindamisel on ta suurt tähelepanu pööranud randade rekreatiivsele kasutamisele ja nende muutuste prognoosile. Ta on osalenud ka Peipsi ja Võrtsjärve geoloogilise arenguloo selgitamisel ning suurjärvedega seotud luitemaastike uurimisel. Alates Eesti riikliku keskkonnaseire süsteemi loomisest 1993. aastal kuni 2013. aastani oli ta Peipsi ja Võrtsjärve randade seire koordinaator ja põhiline täitja.

Elvi Tavastil oli ka rohkesti muid teaduslikke huvisid, millistest tuleks esile tõsta geotoopide ning subfossiilse molluskite uuringuid Läänemere arenguloo selgitamisel. E. Tavasti poolt läbi viidud molluskite uurimine võimaldas oluliselt täpsustada Läänemere varasematel staadiumitel toimunud veetaseme muutusi. Näiteks võib tuua Kirde-Hiiumaal Paluküla aluspõhjakõrgendiku distaalosas Partsi karjääris tehtud uuringuid, kus neotektooniliselt kerkivas piirkonnas malakofaunat sisaldavad Litoriinamere setted katavad Antsülusjärve setteid, mis paiknevad ligikaudu 30 m madalamal Antsülusjärve maksimaalsest levikupiirist Hiiumaal. Tehtud määrangud võimaldasid esmakordselt täpsemalt hinnata Antsülusjärve veetaseme järsku langust – ligikaudu 20 meetrit.



Inimelu on lühike nagu meie põhjamaaine suvi. Mõnes mõttes sarnaneb see lõkkega: esialgu sädemed, seejärel väikesed tulekeeled, suur lõõm, vaibuv leek, hõõguvad söed ja jahtuv tuhk. Olgu inimene suur või väike, ikka ootab teda varem või hiljem olematus ning teda jäävad meenutama vaid teod. Ja need on Elvi Tavastil märkimisväärsed.

Elvi Tavast oli eesmärgikindel ja kohusetundlik kolleeg. Vaatamata haprale välimusele suutis ta sammu pidada meeskolleeegidega raske-
tel välitöödel. Ta oli asendamatu liige geoloogia instituudi male-
võistkonnas. Kolleegidele ja sõpradele jääb ta meelde naiselikuna ja
vapra eluraskuste trotsijana.

Reet Karukäpp, Avo Miidel ja Anto Raukas

Elvi Tavasti trükitöid

Sisu poolest on E. Tavasti trükis ilmunud tööd üsna lihtsasti jaotatavad. Põhiliste suundadena saab välja tuua Eesti aluspõhja reljeefi, Pleistotseeni setete ja pinnavormide ning suurjärvede (Peipsi ja Võrtsjärv) rannikute ja järvesetete kujunemist käsitlevad uuringud. E. Tavasti teadlastee esimene kümnend oli seotud aluspõhja reljeefi, sh mattunud orgude uurimisega. Nõukogude perioodil leidsid uurimistulemused avaldamist peamiselt vene keeles, mis oli teadusliku suhtlemise keeleks olude sunnil. Seevastu Eesti taasiseseisvumise ajast alates said põhiliseks ingliskeelsed publikatsioonid. Kuid E. Tavastil oli rahvusteaduse esindajale omane kohustus kirjutada aluspõhja ning Peipsi ja Võrtsjärve rannikute ja setete uurimisest ka omal ajal väga populaarses ajakirjas Eesti Loodus, EGSi aasta- raamatus ja eestikeelsetes üksikväljaannetes.

E. Tavasti publikatsioonid on avaldatud sisukate artiklitena, millele lisandub suhteliselt tagasihoidlikul arvul konverentsi teese. Nõukogude perioodil olid tema tööd nagu kõigil teistelgi seotud oma ajaga, sellele iseloomulike piirangute ja eeskirjadega, mis välistasid korralike kaartide ja muu ruumiinfo täpse avaldamise. Kuid need asjaolud ei andnud põhjust muus osas teha sisulisi järeleandmisi.

Ratas, U., Raukas, A., Rivis, R., **Tavast, E.** 2015. Aeolian Activity on the Northern Coast of Lake Peipsi, North-East Estonia. – *Journal of Coastal Research*, **31**, 1, 25–35.

Terasmaa, J., Raukas, A., Vaasma, T., **Tavast, E.** 2013. Sedimentation dynamics in the littoral zone of Lake Peipsi. – *Baltica*, **26**, 1, 95–104.

Таваст Э. 2012. Берега Псковско-Чудского озера. В кн.: Тимм, Т., Раукас, А., Хаберман, Ю., Яани, А. (Ред.). Псковско-Чудское озеро. Тарту: Eesti Loodus, 75–84.

Raukas, A., **Tavast, E.** 2012. Peipsi ja Võrtsjärve randade seisund. – *Eesti Keskkonnaseire 2007–2010*, 52–53.

Raukas, A., **Tavast, E.** 2011. Monitoring and management of the coasts of Lake Peipsi. – *Journal of Coastal Conservation*, **15**, 2, 547–553.

Tavast, E. 2012. Peipsi idaranna morfoloogiast ja arengust. – Rmt: Kangur, M., Raukas, A. (Toim-d) Jaan-Mati Punning ja tema aeg. Tallinna Ülikooli Ökoloogia Instituudi publikatsioonid, **12**, 101–112.

Raukas, A., **Tavast, E.** 2010. Aluspõhja pealispinna reljeef Tallinnas / Bedrock topography in Tallinn. Rmt.: Soesoo, A. (Koost.). Tallinna geoloogia / Geology of Tallinn. Tallinn, 90–101.

Vaher, R., Miidel, A., Raukas, A., **Tavast, E.** 2010. Ancient buried valleys in the city of Tallinn and adjacent area. – *Estonian Journal of Earth Sciences*, **59**, 1, 37–48.

Tavast, E. 2009. Changing factors of the coasts of Lake Peipsi, North-Eastern Europe. – *Quaternary International*, 1/2, 130–136.

Tavast, E. 2008. Peipsi rannad. – Rmt.: Haberman, J., Timm, T., Raukas, A. (Toim-d). Peipsi. Eesti Entsüklopeediakirjastus, 101–111.

Raukas, A., Punning, J-M., **Tavast, E.** 2008. On the formation of the bottom deposits of Lake Peipsi in North-Eastern Europe. – In: Roosaare, J., Mander, Ü. (Eds.). *Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis*, **107**. Estonia. Geographical Studies 10. Tartu University Press, 121–133.

Raukas, A., **Tavast, E.** 2007. Inimmõjust Võrtsjärve randadele. – *Eesti Mereakadeemia Toimetised*, **5**, 81–91.

Raukas, A., **Tavast, E.**, Vaher, R. 2007. Vasavere ancient valley, its morphology, genesis and importance in the economy of North-East Estonia. – *Baltica*, **20**, 1/2, 13–18.

Miidel, A., Raukas, A., **Tavast, E.**, Vaher, R. 2006. Influence of bedrock topography on oil shale mining in North-East Estonia. – *Oil Shale*, **23**, 4, 313–327.

Raukas, A., **Tavast, E.** 2005. The coasts of Lake Peipsi, their changes and Preconditions of Development. – *Proceedings of Estonian Maritime Academy*, **2**, 82–95.

Tavast, E. 2005. Läänemere vanad rannamoodustised geotoobina. – *Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat. Eesti Entsüklopeediakirjastus*, 146–159.

Raukas, A., **Tavast, E.** 2004. Sustainable management of mineral resources, soil cover and geosites in Estonia. – *Polish Geological Institute, Special Papers*, **13**, 191–198.

Tavast, E., Raukas, A. 2004. Shore changes of Estonian large lakes during the last two decades. In: J.-M. Punning. (Ed.). *Estonia. Geographical Studies*, **9**. Estonian Academy Publishers, 17–29.

Tavast, E. 2004. Shores. – In: Haberman, J., Pihu, E., Raukas, A. (Eds.). *Lake Võrtsjärv*. Tallinn: Estonian Encyclopaedia Publishers, 69–77.

Tavast, E. 2003. Rannad. – Rmt.: Haberman, J., Pihu, E., Raukas, A. (Toim.) Võrtsjärv. Eesti Entsüklopeediakirjastus, 105–112.

Moora, T., Raukas, A., **Tavast, E.** 2002. Geological History of Lake Võrtsjärv.– Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Geology, **51**, 3, 157–179.

Raukas, A., **Tavast, E.** 2002. The Holocene sedimentation history of Lake Võrtsjärv, Central Estonia. – Geological Quarterly, **46**, 2, 199–226.

Tavast, E., Raukas, A. 2002. Rapid changes on the coast of Lake Peipsi and their environmental consequences. – Environmental Geology, **42**, 7, 750–756.

Tavast, E., Raukas, A. 1999. Application of the Malacological Method to Solve Stratigraphic and Palaeogeographical Problems on the Example of the West Estonian Coast. – Oceanological Studies, **38**, 3/4, 45–57.

Raukas, A., **Tavast, E.** 1997. Ecological situation on the coastal area of Lake Peipsi. – Охрана окружающей среды и устойчивое развитие в водосборном бассейне Псковско-Чудского озера. Тарту, 51–52.

Raukas, A., **Tavast, E.**, Molodkov, A. 1996. Partsi – a new promising area for the investigation of Late Boreal and Early Atlantic water level change of the Baltic Sea. – Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Geology, **45**, 2, 92–101.

Tavast, E., Raukas, A. 1996. Geological Development of the Northern Coast of Lake Peipsi. – Journal of Coastal Research, **12**, 4, 1924–1033.

Tavast, E. 1996. Subfossil mollusc investigations of the Baltic: a case study from Estonia. – In: Punning, J.-M. (Ed.) Estonia. Geographical Studies. Tallinn, Estonian Academy Publishers, 121–132.

Tavast, E. 1992. The bedrock topography on the southern slope of the Fennoscandian Shield and in the transitional zone to the platform. Institute of Geology, Estonian Academy of Sciences. Tartu, 31 p.

Таваст Э., Амантов А. 1992. Рельеф коренных пород. – В кн.: А. Раукас, Хуваринен (Ред.). Геология Финского залива. Академии Наук Эстонии, Таллин, 53–71. // In: Raukas, A., Huvärinen, H. (Eds.). Geology of the Gulf of Finland. Estonian Academy of Sciences.

Tavast, E. 1992. Murrutus muudab Võrtsjärve kaldaid. – Eesti Loodus, 4, 219–222.

Tavast, E., Raukas, A. 1991. Tormipurustused Peipsi põhjarannikul. – Eesti Loodus, 1/2, 38–41.

Karukäpp, R., Kink, H., **Tavast, E.** 1991. Põhja-Eesti kvaternaari- ja hüdrogeoloogia ning keskkonnakaitse ekskursioon. – Eesti geoloogiline ehitus ja maavarad: ekskursioonijuht. Eesti geoloogide esimene ülemaailmne kokkutulek. Tallinn–Lohusalu, 9.–14. sept. 1991, 62–73.

Raukas, A., **Tavast, E.** 1990. Võrtsjärv. Nõo geoloogiline ehitus ja järve arengulugu. – Eesti Loodus, 11, 697–706.

Tavast Э. 1990. Берега озера Выртсъярв. – Известия АН ЭССР. Геология, **39**, 1, 18–25.

Raukas, A., **Tavast, E.** 1989. Peipsi-Pihkva puhkepiirkonna arendamise geoloogilis-geomorfoloogilised eeldused. – Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat **23**, 80–96.

Tavast, E. 1989. Eesti pinnamood jääaja lõpul. – Eesti Loodus, 7, 465–471.

Раукас А. В., Карукяпп Р. Я., **Tavast Э. X.** & Ханг Т. Э. 1989. Геоморфологическая корреляция краевых ледниковых зон, озерных береговых образований и речных террас Псковско-Чудской впадины. – В кн.: Д. А. Тимофеев & В. П. Чичагов (Ред.). Проблема геоморфологической корреляции. Наука, Москва, 208–217.

Tavast, E. 1989. Eesti aluspõhja reljeef ja tema mõju nüüdismaastike kujunemisele. – Looduslikud protsessid ja inimõju Eesti maastikes. Tallinn-Tartu, 75–78.

Raukas, A., **Tavast, E.**, Vaher, R. 1988. Some structural and geomorphological aspects of recent crustal movements in Estonia. – Journal of Geodynamics, **10**, 295–300.

Puura, V., **Tavast, E.**, Vaher, R. 1987. Kurtna ümbruse aluspõhja struktuur ja reljeef. – Rmt: Kurtna järvestiku looduslik seisund ja selle areng. 3.–5. nov. 1986.a. toimunud ametkondadevahelise nõupidamise ettekannete kogumik. Tallinn, 15–20.

Raukas, A., **Tavast, E.** 1987. Eesti mattunud orgude ehitusest. – Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 1981/1982, **20**, 5–15.

Raukas, A., **Tavast, E.**, Vaher, R. 1986. Some structural and geomorphological aspects of recent crustal movements in Estonia. 7th International symposium on recent crustal movements of the earth. Abstr. Tallinn, p. 112.

Tavast, E. 1986. Tallinna pinnamood ja selle kujunemise põhihood. – Inimõju Tallinna keskkonnale. Teaduslik-rakendusliku konverentsi (14.–15. aprill 1986.a.) ettekannete kokkuvõtted. Tallinn, 41–45.

Tavast, E. 1986. Vana reljeef ja vetevõrgu kujunemine. – Eesti Loodus, 11, 721–724.

Jürgenson, E., **Tavast, E.** 1986. Alvarite paiknemisest, morfoloogiast ja kivimilisest koostisest. – Eesti Looduseuurijate Seltsi aastaraamat, 70, 7–19.

Каруяпп Р. Я., **Таваст Э. X.** 1985. Структура и ледниковый морфогенез Пандивереской возвышенности. – Известия АН ЭССР. Геология, 34, 1, 22–29.

Raukas, A., **Tavast, E.** 1985. Peipsi nüüdisrannavöönd ja selle rekreatiivne kasutamine. – XIV Eesti loodusuurijate päev. Ettekannete kokkuvõtted. Tallinn, 6–8.

Künnapuu, S., Raukas, A., **Tavast, E.** 1984. Aluspõhja reljeefi kesk- ja väikevormide morfoloogiast ja kujunemisest. – Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 1980, 38–48.

Таваст Э., Раукас А., Кюннапуу С. 1983. О древних погребенных врезях в Таллине. – Известия АН ЭССР. Геология, 32, 2, 79–85.

Tavast, E. 1984. Peipsi rannad. – Eesti Loodus, 7, 461–468.

Tavast, E., Raukas, A., Moora, T. 1983. Kallast mööda ümber Võrtsjärve. – Eesti Loodus, 6, 364–373.

Tavast, E. 1983. Mis on tasanduspinnad. – Eesti Loodus, 1, 42–47.

Таваст Э., Раукас А. 1982. Рельеф коренных пород Эстонии. Таллин, Валгус, 194 с.

Рыук А.-М., **Таваст Э.** 1982. Древний рельеф Тюриского друмлиного поля и его влияние на друмлинообразование. – Исаченков В. А. (Ред.). Доледниковый рельеф Северо-запада Русской равнины. Псков, 57–62.

Tavast, E., Vaher, R. 1982. Mis mõjutas Kagu-Eesti kõrgustike kujunemist? – Eesti Loodus, 2, 94–98.

Tavast, E. 1982. Matsalu märgala aluspõhja reljeefist – Geograafia rakenduslikke aspekte põllumajanduses. Teaduslik-rakendusliku nõupidamise ettekannete lühikokkuvõtted. Saku, 11.–12. novembril. Tallinn-Saku, 68–72.

Кюннапуу С., Раукас А., **Таваст Э.** 1981. Рельеф поверхности коренных пород в Таллине и его окрестностях. – Известия АН ЭССР. Геология, 30, 4, 167–172.

Раукас А. В., **Таваст Э. Х.** 1980. Влияние рельефа коренных пород на формирование ледниковых отложений и форм рельефа. – Международный геологический конгресс, 26. сессия. Доклады советских геологов. Четвертичная геология и геоморфология. Дистанционное зондирование. Наука, Москва, 70–94.

Таваст Э. Х. 1980. О влиянии рельефа коренных пород на формирование островных аккумулятивных возвышенностей и связанных с ними краевых ледниковых образований. – В кн.: Литология и методы изучения отложений ледникового комплекса. К VI Всесоюзному совещанию по краевым образованиям материковых оледенений. Киев, 29–31.

Raukas, A., **Tavast. E.** 1980. The influence of the bedrock relief on the formation of glacial deposits and relief forms. – 26 Congres Geologique Intern, Vol II (section 6 a 12, abstr.). Paris, p. 684.

Вахер Р. М., Раукас А. В., **Таваст Э. Х.** 1980. О роли тектонических движений и подстилающей поверхности в формировании островных возвышенностей Эстонии. – Геоморфология, **3**, 55–65.

Вахер Р. М., **Таваст Э. Х.** 1979. Вопросы формирования рельефа коренных пород Эстонии. – В кн.: Проблемы унаследованности тектонических структур в Прибалтике и Белоруссии. Таллин, 92–102.

Tavast, E. 1979. Pinnamoest enne jääaega. – Horisont, 11, 13–15.

Tavast, E. 1979. Millised on Eesti mattunud orud. – Eesti Loodus, 2, 94–96.

Таваст Э. Х. 1979. Опыт изучения погребенного рельефа Эстонии геофизическими методами. – Физические, геохимические и геологические методы в изучении антропогена Эстонии. Таллин, 86–93.

Таваст Э. Х. 1978. О влиянии древнего рельефа на формирование камов. – В кн.: Строение и формирование камов. Таллин, 41–47.

Tavast, E., Raukas, A. 1978. Eesti aluspõhja reljeefist ja selle mõjust liustikutekkeliste pinnavormide kujunemisele. – Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 1977, 5–26.

Таваст Э. Х. 1978. Рельеф коренных пород Эстонии и его влияние на формирование четвертичных отложений и форм рельефа. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Вильнюс, 24 с.

Miidel, A., **Tavast, E.** 1978. Eesti mattunud orud. – Eesti Loodus, 2, 105–110.

Мийдель А. М, Раукас А. В., **Таваст Э. Х.** 1978. Формирование речной сети Эстонии и его изменение под влиянием хозяйственной деятельности человека. – *Климат, рельеф и деятельность человека*, т. 2. Казань, 34–35.

Tavast, E. 1978. Gravimeetriga talvisel Lämmijärvel. – *Eesti Loodus*, 2, 111–112.

Раукас А. В., **Таваст Э. Х.** 1977. Развитие взглядов о древнем рельефе Эстонии. – *Вопросы истории науки и техники Прибалтики. Прибалтийская конференция*, Тарту, 157–162.

Юрима Э. [=Таваст Э.] 1976. Опыт оконтуривания погребенных долин Эстонии геофизическими методами. – *Известия АН ЭССР. Химия. Геология*, 25, 3, 238–243.

Jürima, E. [=Таваст, Е.] 1973. Gravimeetriline meetod mattunud orgude uurimisel – *Eesti Loodus*, 9, 546–548.

Arvo Järvet

Igna Rooma

MULLATEADLANE JA MULLAGEOGRAAF

30. XI 1930 – 29. I 2017



Igna Rooma sündis Tartumaal Pangodi (praegu Kambja) vallas Enno (praegu Oomiste) külas Naano talus Peeter ja Kersti Rooma (sün Unt) esimese pojana. Igna isa Peeter lõpetas 1926. aastal Tartu Õpetajate Seminari ja töötas seejärel asendusõpetajana Tamsa algkoolis, kus ta tutvus oma tulevase abikaasaga. Nii sattus Võnnu kihelkonnast Läänistest pärit Peeter Rooma Naano tallu.

1930. aastal sai P. Rooma asendusõpetaja koha Tallinnas Pelgulinna algkoolis, kus 1938.a algas ka Igna koolitee. 1941. aastal tuli pere Tartumaale tagasi ja isa Peeter sai koolmeistri ametisse Kavastus, kust 1945. aastal siirdus Võõpstesse ja aastail 1949–1963 oli ta Koosa koolis. Igna koolitee jätkus 1941–1944 Kavastu algkoolis ja seejärel üks aasta Võõpstes, kus ta sai 7-klassilise kooli lõputunnistuse. Keskhariiduse sai Igna Tartu I keskkoolis (endine ja praegune Treffneri gümnaasium). Sama aasta sügisel alustas I. Rooma õpin-

guid Tartu ülikooli põllumajandusteaduskonnas, mis 1951. aastal viidi üle vastasutatud Eesti Põllumajanduse Akadeemiasse (EPA), kus ta omandas 1954. aastal õpetatud agronoomi kutse.

Igna Rooma teadlasekarjäär möödus peamiselt kahes asutuses: Eesti Põllumajandusprojektis (EPP) aastatel 1954–1964 ja 1970–1990 ning EPA-s aastatel 1964–1970. Tänu oma suurele kogemusele ja Eesti muldade heale tundmisele oli ta hinnatud mullateaduse lektor EPA-s ja TÜ-s. Peale pensionile jäämist 1990.a töötas ta aastail 1992–1996 TÜ geograafia instituudi teadurina ja samal ajal ka (1993–1995) Eesti Maaülikoolis, õpetades mullateaduse üldkursust ja mullastiku kaardistamise erikursust ning juhendas välipraktikat. 1995. aastal pälvis Igna Rooma Kirde-Eestis (Kurtnas) läbiviidud maastikuliste ja keskkonnakaitseliste kompleksuuringute eest Jaan-Mati Punningu uurimisgrupi liikmena Eesti Vabariigi teaduspreemia geo- ja bioteaduste alal. Aastatel 2002–2006 osales I. Rooma Põllumajandusuuringute Keskuse mullaseire büroos põllumuldade seire taasalustamisel ja kordusuuringute tegemisel.

Ühiskondlikus erialase tegevuse valdkonnas oli I. Rooma aastatel 1965–1990 Üleliidulise Mullateadlaste Seltsi kesknõukogu liige ja Eesti filiaali teadussekretär. Igna oli aktiivne taasloodud Eesti Mullateaduse Seltsi tegevuses, kusjuures 2010. aastal valis selts ta oma auliikmeks.

Igna Rooma osast Eesti mullastiku uurimisel

Igna Roomal on erakordselt suured teened Eesti mullastiku laiahaardelise uurimise alustamisel – riiklikult toetatud mullastiku uurimise rühma loomisel, selleks vajalike meetodiliste juhendite koostamisel ja välitööde-võimelise kaadri väljaõpetamisel. Tema poolt algatatud ja koos kolleegidega tehtud aastakümnete pikkuse töö tulemusena loodi eeldused kõiki Eesti põllu-, metsa- ja rohumaid hõlmava suuremõõtkavalise (1:10000) digitaliseeritud mullastiku-kaardi koostamiseks. Lisaks kaartidele koostati suured muldade levikut ja omadusi kajastavad andmekogud, mis on praeguseks vaid osaliselt läbi analüüsitud ja kättesaadavaks tehtud.

I. Rooma teaduslikust tegevusest ülevaate saamiseks on vaja analüüsida ja selgitada mullastiku uurimise tulemuslikkust Eestis tervikuna, asetades pearõhu Igna tegemistele selles vallas. Et seda kõike ei ole mõistlik teha lahus tema kaastöötajatest ja asutustest, puudutame siin ka neid suuremal või vähemal määral. Püüame osundada ka edasimineku võimalustele muldkatte jätkusuutliku kasutuse ja kaitse alal, mis on saanud reaalsuseks tänu nii I. Rooma eelkäijate kui ka tema kolleegide tehtud töödele Eesti muldade uurimisel.

Töö mullastiku kaardistajate rühma juhatajana

Just siis kui I. Rooma lõpetas EPA (1954.a) oli Eestis väljakujunenud olukord, kus vajati head asjatundjat mullastiku uurimise alal. Otsiti koolitatud inimest, kes tunneks piisavalt hästi Eesti muldasid, omaks teatud kogemust mullastiku kaardistamise alal ja suudaks käima panna kogu Eestit hõlmava mullastiku uurimise. Pakutav töö oli riikliku tähtsusega ülesanne ja selle käiku panijat võis pidada uudse asja maaletoojaks nagu praegu sarnaseid tegevusi nimetatakse.

Sobivaim kandidaat sellele ametikohale leiti olevat I. Rooma, kes suudeti asjast huvitatud inimeste (O. Hallik, O. Ambur) toel vabastada EPA lõpetamise järgsest sundsuunamisest Kose MTJi peaaagronoomiks, määrates ta loodava mullastiku kaardistamise rühma juhiks 30. aprillil 1954.

Ei saa muidugi märkimata jätta, et tänu paljudele eelkäijatele (A. Nõmmik, A. Lillema, A. Piho jt) ja I. Rooma eakaaslastele (L. Reintam, R. Kask jt), oli Eestis tolleks ajaks olemas arvestatav mullastiku uurimise kogemus, kuid sellise suure projekti alustamiseks sellest muidugi ei piisanud. Tuli palju juurde õppida, tutvuda asjakohase kirjandusega, katsetada uusi võtteid ja mooduseid ning, mis eriti tähtis, õpetada välja ühiste reeglite järgi toimetavad mullastiku kaardistajad-väliuurijad. Käsitledes Eesti mullastiku kaardistamise ajalugu kirjutas I. Rooma (1984): *...jäime mullastiku kaardistamise alustamisega maha kõigist lähematest naabritest (Läti ja Leedu NSV, Leningradi ja Pihkva oblast)...* “ Nagu hiljem selgus, tuldi selle mahajäämuse likvideerimisega edukalt toime.

Teatavasti on mullastiku uurimise oluliseks osaks muldade klassifikatsioon. Eestis oli olude sunnil kasutusel vene-nõukogude koolkonna poolt loodud klassifikatsioon (Систематический...1953). Nüüd oli vaja selles teha kohalike olude iseärasustest tingitud täiendusi ja parandusi. Oluline on see, et kord juba kasutusele võetud klassifikatsiooni on praktiliselt võimatu täielikult muuta poolel teel, sest see nõuaks ju uut alustamist. Muuta ja täpsustada sai ennekõike neid asju, mis ei nõudnud kaardi kontuuride ümberjoonistamist, küll aga oli võimalik detailiseerida mullaliikide määramise juhendeid, mõistete seletusi, horisontide tähistusi jms.

Nii täienesid kaardistamise ja välitöödega seotud nõuded töö käigus pidevalt ning need said töö tegijatele edastatud ühiste ülevaatuste ja nõupidamiste käigus. Lokaalsete olude mitmekesisusest tingitud täpsustusi tehti korduvalt nii muldade nimestikus, kui ka diagnostika eeskirjades. Võrreldes naabritega hakati Eestis aastaid varem eristama tehnogeenseid muldi, integreerides need nii muldade klassifikatsiooni kui ka välitööde juhenditesse. Etteruttavalt saab öelda, et tolle aja lokaalsetele oludele kohandatud Eesti muldade klassifikatsioon (EMK) oli igati õnnestunud, sest ta võimaldas teha Eestile sobiva kaardistamisühikute nimekirja. EMK vettpidavust näitab ka selle probleemideta konverteerimise võimalus nii WRB, kui USDA Soil Taxonomy süsteemidesse (USDA, 2010; IUSS., 2014).

EMK oli tegelikult mullateadlaste ja praktilist väliuurimistöid tegevate mullastiku kaardistajate kollektiivse töö tulemus. Selle nn ametlikult vastuvõetud versioon pärineb 1980. aastast (Eesti..., 1980). See Eesti muldade kaardistamisühikute nimestik, mis langeb praktiliselt kokku EMK nimestikuga, on aluseks võetud nii muldade õpetamisel kui ka digitaalse mullastikukaardi koostamisel.

Mullastiku väliuurimistööde metoodika arendamine

Kiitust väärrib Eestis kasutatav mullakorese klassifikatsioon ja muldkatte kivisuse (peen- ja suurkivisus) määramised, mis anti käiku põhinedes geograaf K. Kildema töödele selles vallas. Koresus on Eesti mullastikukaartidel integreeritud iga kontuuri erinevate lõimisekihtide valemitesse. Kivisus maapinnal ja andmed huumushorisondi kivide kohta on antud kontuuri keskmisena.

vahel, on olnud hea koostöö ka erinevate kaaserialade teadlastega. Kõik see võimaldas koostada eeskirjad, mis kajastasid võimalikult parimal moel lokaalseid mullatektingimusi. Koostööpartneriteks selles osas olid: geograafid V. Lepasepp, K. Kildema (maastikulise printsiibi rakendamine, lähtekivimite ja pinnavormide klassifikatsiooni koostamine); botaanikud sooteadlased V. Masing, H. Trass (soode tüübid, turba liigid ja lagunemise astmed); geoloog A. Raukas (muldade mineraalne ja mehaaniline koostis, pinnakate); botaanikud H. Krall, K. Pork (looduslike rohumaade tüübid ja indikaator-taimed); hüdrogeoloog H. Kink (mulla veelud, karstumine) jpt. Kui võrrelda kaasaegseid rahvusvaheliselt kasutatavaid välitööde juhendeid (FAO, 1990) meie algperioodi omadega, siis on näha, et olulised erinevused on seotud vaid piirkondlike erisustega või mõningase uurimise detailsusega. Kuid põhiliste komponentide osas harmoneeruvad Eesti ja FAO meetodikad hästi.

Algaastatel olid mullastiku-uurimise rühma liikmeteks peamiselt EPA lõpetanud agronoomid ja maakorraldajad ning TRÜ-s õppinud geograafid. Aastaks 1961, kui I. Rooma loodud rühm liideti EPP-ga ja I. Rooma määrati mullauurimise osakonna juhatajaks, oli Eestis olemas juba arvestatav hulk välitöödeks piisava kogemusega mullastiku uurijaid-kaardistajaid koos võimekate grupijuhtidega. Töö laiendamiseks olid nüüd olemas nii varustatus sobilike töövahendite ja transpordiga, kui ka paranenud materiaalse baasi ja praktikas katsetatud oskusteabega.

Töö vanemteadurina EPA-s

Töötamisel vanemteadurina EPA mullateaduse ja agrokeemia kateedris aastatel 1964–1970 oli I. Rooma esimeseks tähtsamaks ülesandeks osalemine III Üleliidulise mullateadlaste kongressi ettevalmistamisel. Sisuliselt oli see juba tosin aastat tagasi alguse saanud koostöö L. Reintami, E. Kitse, K. Tarandi ja hiljem kateedriga liitunud R. Sepaga. I. Rooma head teadmised Eesti mullastiku, mullatekke ökoloogiliste tingimuste ja mullageograafia alal kulusid märjaks ära mullateadlaste kongressi järgse ekskursiooni korraldamisel. See ei olnud lihtne asi. Oli vaja välja valida vaadeldavad mullad, rajada mullakaevud, koostada teabematerjal mullaprofiilide ja öko-

loogia kohta ning korraldada muu vajalik. On tore, et sündmus leidis meedia kaudu kajastamist nii enne, kui ka pärast kongressi ja tõi rohkem tuntuks Eesti mullateadlastele.



1965.a juunis mullateadlaste kongressijärgsel ekskursioonil.

Kongressijärgseks I. Rooma osalusega ettevõtmistest EPA-s oli mullaprotsesside ja -režiimi dünaamika uurimiseks püsiuurimusalade (statsioonaride) rajamine. Selle üleliidulise uurimisprojekti Eesti poolseks juhendajaks oli L. Reintam. Tööd algasid põhjalike mullatekketingimuste, mullaprofiili morfoloogiliste tunnuste ja võetud mullaproovide laboratoorse analüüsiga. Sellele järgnesid muldadel kujunenud ökosüsteemi ja selle erinevate osiste produktiivsuse ja aineringe näitajate, mulla vee-, soojus-, õhu- ja hapendus-taandusrežiimi jälgimised. Uuriti ka aastavarise voogusid ja ainete liikumist mulla erinevates horisontides. See kompleksne uurimisprojekt viidi ellu meeskonna tööna, mille raames I. Rooma ülesandeks oli peale morfoloogiliste uurimuste ka lüsimetriite paigaldamine ja tulemus-

te interpreteerimisel rauaühendite kemismi ja huumuse koostise kujunemise selgitamine. Peale eelpoolmainitute kuulusid töörühma aspirandid A. Oja, H. Roostalu ja R. Kõlli, täites oma teemakohast ülesannet, ning mullateaduse eriala üliõpilased. Teatavasti spetsialiseerus aastatel 1964–1976 mullateaduse õppimisele osa agroomia teaduskonna üliõpilastest, kelledest sai diplomi mullateaduse erialal kokku 66 üliõpilast. Igati loomulik oli I. Rooma osalemine nende õppetöö läbiviimisel.

Uued ülesanded mullastiku uurimises

I. Rooma naasis Põllumajandusprojekti 1970.a lõpul. Osakonnajuhataja R. Koka juhtimisel oli töö korraldatud selliselt, et iga uurimissuuna meetodiliste aluste eest vastutas selleks määratud peaspetsialist (nn käsundusohvitser). I. Rooma lülitus sellesse ajustrusti mullauurimise peaspetsialistina, kelle ülesandeks oli tugevdada teaduslikku külge. Talle sobis täiesti taoline töökorraldus, sest nii oli ta prii majanduslikest sekeldustest ja sai jätkata viljakat koostööd selleks ajaks hästikogenud asjatundjate meeskonnaga.

Aastatel 1970–1976 läbiviidud põllumajandusettevõtete maa tootlikkuse hindamisel oli I. Rooma roll suhteliselt tagasihoidlik, piirdudes hindamiseks vajalike andmebaaside ettevalmistamisega. Hindamist korraldasid aga osakonna peaspetsialistid I. Rooma õpilased. Peaideoloogiks maa ja muldade hindamise alal oli mullateadlane R. Kask, kes töötas Sakus Eesti Maaviljeluse Instituudis.

Suurem oli I. Rooma roll riigimetsamaade mullastiku kaardistamisel, millega alustati 1976.a. Oli vaja täiendada välitööde juhendit ja see selgeks teha ka metsamuldade kaardistajatele. Üheks eripäraks oli siinjuures metsakõdu kirjeldamine ja sellekohase teabe valemiga ülestähendamine mullaerimi kontuuridele. Osal metsamuldadest (ennekõike liivmuldade erimitel) oli vaja koguda andmeid sügavamate kihtide lõimise kohta, sest >1 m sügavusel asuvad kasvõi mõne sentimeetri paksused raskema lõimisega kihid võivad tuntavalt mõjutada metsa produktiivsust. Ka riigi metsamaade mullastiku kaardistamise meetoodika koostamisel oli I. Rooma panus suur. Koostöös R. Sepaga valminud meetoodikas olid hästi välja toodud erisused võrreldes põllumajandusmaade uurimisega. Kui põllumajan-

dite metsamuldade kaardistamisel kasutati A. Katuse ja E. Tappo metsakasvukohatüüpe, siis nüüd lülituti ümber E. Lõhmuse koostatud tüpoloogiale, kuna see korreleerus tunduvalt paremini muldadega ja oli kasutuses ka metsakorralduses. Metsamuldade kaardistamine lõpetati 1989. aastal.

1978.a alustati looduslike rohumaade inventeerimist. Selles töös olid juhendajateks botaanikud H. Krall ja K. Pork. Koostöös nendega koostati uus rohumaade tüpologia (ilmus trükist 1980.a), mille koostamisel olid osalised ka H. Aug, Õ. Püss, I. Rooma ja T. Teras mullauurimise osakonnast. Juhend, mis koostati botaanikute ja mullateadlaste koostöö tulemusel, sobitus igati hästi muldadega ning oli seega heaks töövahendiks looduslike rohumaade leviku ja produktiivsuse uurimisel (Aug, Kokk, 1983). Looduslike rohumaade inventuur lõpetati edukalt 1982. aastal. Siinjuures on põhjust rõhutada Igna põhjalikke botaanikaalaseid teadmisi. Ta tahtis tegelikult väga õppida botaanikat. Esimese taimede määraja ostis endale juba 1943. aastal kui ta õppis 5. klassis. Ülikooli astudes aga valis agronoomia, kuna sellel alal olid väljavaated tuleviku suhtes paremad.

Aastail 1980–1990 ja hiljemgi tegeldi Põllumajandusprojektis keskmise- ja väikesemõõtkavaliste mullastikukaartide koostamisega. Nii vastava meetodika väljatöötamisel kui ka kaartide ja nende legendide põhimõtete paikapanelil oli juhtiv roll I. Roomal. Üheks alaliseks abimeheks oli peaspetsialist V. Voiman. Hiljem lülitusid sellesse töösse ka T. Teras, J. Reidla, E. Lükk jt, kusjuures igauks neist spetsialiseerus ühele-kahele maakonnale. Maakonna (rajooni) mullastiku kaardid valmistati mõõtkavas 1:50000 ja 1:100000, kusjuures need koostati suuremõõtkavaliste kaartide üldistamise teel. Kogu Eestit hõlmavad mullastiku kaardid mõõdus 1:200000, 1:500000 ja 1:1500000 valmisid vaid kahe mehe – I. Rooma ja V. Voimani koostööna.

Viimasteks suuremateks projektideks I. Rooma töötamise ajal Põllumajandusprojektis oli täiendav looduslike rohumaade kaardistamine (1988–1990.a) ja maaparandusobjektide mullastikukaartide koostamine või korrigeerimine (1988–1989.a). Seda kõike tegi I. Rooma oma teisel Põllumajandusprojekti perioodil, jaotades sealjuures oma tegemisi kahe asutuse (EPA ja EPP) vahel.



Igna Rooma noorematele kolleegidele loodusest ja mullast teadmisi jagamas Karula rahvuspargis.

Haritava maa muldade püsivaatlused (seire) sai alguse 1983.a. Põllumuldade püsiseirel kogutud tähtsamad muldade omaduste algandmed (kokku rajati aastatel 1983–1986 79 seireala), osa esimeste kordusuuringute andmed ja nende põhjal tehtud muutuste üldistused on suures osas ka avaldatud. Ülejäänud osa on säilinud käsikirjana. Teatavasti lõpetati see seireprogramm 1993. aastal.

Uuesti alustati põllumuldade seirega 2002. aastal. Seire taaskäivitamiseks (eriti selleks sobivate alade väljavalimiseks, hiljem ka täiendatud juhendi koostamiseks) kutsuti appi I. Rooma. Seda Igna astunud sammu võiks pidada tema kolmandaks tulemiseks (2002–2006.a) Eesti mullastiku detailsel uurimisel. Põllumuldade seire jätkub nüüd hoopiski Põllumajandusuuringute keskuse mullaseire büroo tiiva all, mille juhatajaks ja seire programmi jätkajaks on Priit Penu.



Tutvumas Pärnumaa rannikumuldade ja -taimestikuga 2008.a mais.

Kuigi I. Rooma osalemisel tehti ära mahukas ja mitmekülgne töö lõppeesmärgi – valmistada kogu Eestit hõlmav digitaliseeritud suuremõõtkavaline mullastiku kaart – saavutamiseks, oli paljutki vaja veel teha ka peale I. Rooma pensionile minekut aastal 1990. Need tööd tehti aga juba tema õpilaste ja nooremate kolleegide juhendamisel. Vahetult enne digitaliseeritud kaardi koostamise alustamist 1998. aastal reorganiseeriti Eesti Põllumajandusprojekt ja likvideeriti mullaturimise osakond, mis oli tegutsenud ühtejärke 43 aastat ja 8 kuud.

Mullastiku kaardistamise tulemuste kokkuvõtmine ja üldistamine

Põllumajanduslike ettevõtete suuremõõtkavalise mullastiku kaardistamise andmed võimaldasid:

1. anda ülevaate mullaliikide levikust põllumajanduslikel ja haritavael maaladel nii majandite ja maakondade viisi, kui kogu Eesti kohta tervikuna;
2. koostada agro-mullastikulise rajoneerimise skeemi regionaalsete mikrorajoonide eristamisega;

3. esitada mikrorajoonide mullastiku koosseisu mullaliikide ja lõimise rühmade kaupa. Valdavate mullaerimite kooslused agro-mullastikulistes mikrorajoonides on antud kõlvikute (haritava, rohu- ja metsamaa) lõikes.

Erilist tähelepanu väärivad I. Rooma ja R. Koka poolt mullastiku-uurimise andmemassiivi üldistusena koostatud Eesti enamlevinud mullaerimite kõikide horisontide olulisi omadusi kokkuvõtavad tabelid. Neid tabeleid võib pidada Eesti tähtsamate mullaerimite mudeliteks, sest et iga mudelprofiili mullahorisondi keskmised näitajad on arvatud mõnekümne kuni mõnesaja sama mullaerimi üksikprofiili alusel. Need mudelprofiilid kajastavad suurt hulka mullaprofiili koosseisus olevate mullahorisontide statistiliselt analüüsitud morfomeetrilisi, lõimisega seotud ja agrokeemilisi omadusi. Hilisemad mudelprofiilid sisaldavad lisaks eelnevatele järjest rohkem ka mulla füüsikalisi omadusi. Kokku on EMA osades II–V tabeli kujul avaldatud 50 põllumajandusmaa ja 27 metsamaa mullaerimi mudelprofiili andmed. Need mudelid on heaks etaloniks muldade seisundi võrdleval iseloomustamisel ja muldade seiretulemuste interpreteerimisel. Kahjuks ei ole need töötlused leidnud väärilist tunnustust ja kasutust meie loodusteadlaste ja praktikute poolt. Need mudelid on asjalistele kättesaadavad interneti kaudu Eesti muldade digitaalse kogu CD-6 koosseisus aadressil <http://mullad.emu.ee/cd-d/CD-6/mullad6.html>.

Suurt praktilist väärtust ja Eesti muldkatte tundmaõppimist tõhusavaks arenduseks (töötluseks) on I. Rooma juhtival osavõtul loodud agro-mullastikuliste mikrorajoonide skeem, millel on mullastiku koosseisu ja piirkondlike iseärasuste põhjal eristatud 116 mikrorajooni. Iga mikrorajooni kohta on väljatoodud mullastiku struktuur domineerivate mullaerimite alusel ja antud eraldi kokkuvõtte mullakorese ja peeneselise osa lõimise kohta. See ainulaadne mikrorajoonide tasemel tehtud rajoneering võimaldab saada hea ülevaate mistahes Eesti piirkonna muldkattest ja võimaldab iseloomustada piirkondlikke mullastikulis-ökoloogilisi tingimusi. Ühtlasi oli ta kordades detailsem senini kasutatavast mullastiku valdkondade skeemist. Nüüd, kus ka kõik Eesti metsamullad on läbi uuritud ja kaardistatud, vajaks see rajoneering täpsustamist nii mikrorajoonide piiride kui ka lõimiste osas ja digitaalsel kujul esitamist.

Tänuavaldused

Suurimad tänud kuuluvad Anne Roomale, Toomas Terasele ja Urmas Sepale täiendavate materjalide eest ning Raja Kährikule fotode eest.

Raimo Kõlli

Igna Rooma ja mullaseire

Minu esimene lähem kokkupuude Ignaga oli 1994.a kevadel, kui pidime koos kolleeg Illar Lemettiga läbi viima tudengite kevadise mullaekskursiooni ja prof Raimo Kõlli andis noortele mullauurijatele kaasa Igna Rooma. Loomulikult jäime seetõttu „juhendajatena“ statisti rolli, kuid kogemusi ja tähelepanekuid Igna seletustest kogunes kuhjaga ja see võimaldas hiljem neid ekskursioone juba iseseisvalt rahulikult läbi viia.

Alates 2001.a hakati Põllumajandusuuringute Keskuses tegema ettevalmistusi Eesti põllumuldade seire taasalustamiseks, koondades siia varem tehtud seire andmestiku ja teabe seirealade kohta. 2002.a kevadel korraldati mullaseire alane seminar, millest võttis osa ka Igna Rooma. Otsustati, et põllumuldade seiret on otstarbekas teha Eesti Põllumajandusprojekti poolt aastatel 1983–1985 rajatud seirealadel, tehes seal kordusmõõtmisi. Koos Ignaga Roomaga valiti mullaomaduste põhjal 79 seireala seast esialgu välja 10 kohta. Hiljem täiendati alade nimistut veelgi. Igna kogemused seire korraldamisest ja teadmised seirealade mullastikust võimaldasid teha parima võimaliku valiku. Igna koostas ka vajalikul määral kaasajastatud seirejuhendi ja 2002.a sügisel alustati välitöödega.

Saatuse tahtel oli esimeseks seirealaks sümboolse nimega ala – Rooma – Tartu lähedal Ilmatsalus. Olles seal välitöödel, saime tunda looduse vingerpussi. Nimelt oli 2002. aasta suvi ja varasügis äärmiselt sademetevaene ning mahukaalu proovide võtmine oli augusti lõpul äärmiselt keeruline. Mäletan Igna arvamust, et ta pole oma 50 tegutsemisaasta jooksul nii kuiva mulda Tartu ümbruses kohanud. Peale

tundidepikkust ponnistust, mahukaalu silindrite deformeerumist ja huumuskaevete rajamise keerukust arvestades otsustas Igna, et selliselt võetud mahukaalu proovid pole ka sisuliselt adekvaatsed ja lõpetasime ajutiselt välitööd. Kohe esimesel päeval sai ka selgeks praktiline detail, et mullauurijal peavad mahukaalu silindrite servade „kohendamiseks“ näpitsad alati kaasas olema. Teine oluline detail seoses välitöödega oli Ignalt õpitud labida jõuõla kasutamine mahukaalu silindrite maa sisse surumisel. Oluline oli näha ka edaspidiseks kasutamiseks sobilikke võtteid huumushorisondi түseduse mõõtmiseks jms detaile.

Ka järgmistel välitöödel oli Igna abiks ja suunajaks. Tuli imestada tema väga head mälu, sest ta suutis enamuse transektidest mälu järgi õigesse kohta sättida, kuigi viimasest seireringist oli möödunud üle 10 aasta. Kuna just mahukaalu proovide võtmisel võib tekkida subjektiivne viga, siis edasise tööjaotuse järgi oli Igna pigem nende proovide võtja ning mina olin ülejäänud proovide koguja ja kaevaja. Sügavkaevete kirjeldused tegime üheskoos. Kahtlemata olid need hindamatud kogemused, sest Igna seletused kirjelduse juures olid antud tavaliselt sellise täpsuse ja detailsusega nagu viibinuks ta ise sel ajal kohal, kui vaadeldav muld tekkis ja arenes.

Ignaga koos (sageli kahekesi) sai tehtud seiret neli aastat, igal aastal nädalajagu välitööid. Välipäevikutes kirjapandut lehitsedes leiab nii mõndagi huvitavat. Näiteks sattusime 7. oktoobril 2003. aastal Adaveres keset suurt põldu lumetormi kätte. Varjuda polnud kusagile ning töötamine paljaste kätega muutus võimatuks. 11. oktoobril 2004. aastal olles Otepää kõrgustikul Ilmjärve uurimisalal, õnnestus Ignal ilmselt raskest tööst tulenevalt paariks tunniks uinuda seirepõllul. Kuna seirealad asusid üle Eesti laiali, siis kestsid tööpäevad mõnikord 12 tundi ja enamgi. Pikad vahemaad võimaldasid sõidu ajal pidevat jutuaajamist, kus minul oli alati küsimusi ja Ignal pea alati vastuseid – tööjaotus oli seega paigas. Need olid ütlemata sisukad päevad noore mullauurija jaoks.



Igna Rooma ja Priit Penu on mullaseire ekspeditsioonil jõudnud Jõgeva maakonnas Mullavere külla.

Sageli järgnes mullaseire välitööde nädalal Igna kutse tulla tema koju rääkima mulla teemadel. Eeskätt huvitas teda mullakaartide koostamine kaasaegsete meetoditega ning meie kasutuses olnud GPS vahendid. Need kohtumised viisid selleni, et mul õnnestus koos Ignaga kirjutada mullastiku peatükid Pärnumaa ja Järvamaa kohta, kus meil kujunes välja selge tööjaotus ja tõeliselt mõnus tööõhkkond. Mida aeg edasi, seda rohkem erinevaid (kaardi)materjale Igna mulle usaldas, sest arvas endal neid enam mitte vaja olevat. Seal oli nii käsitsi koostatud kui ka trükitud materjale. Viimati kutsus Igna mind enda juurde 2016.a sügisel ja ütles, et leidis veel ühed kaardid ja tahaks need üle anda. Kokkulepitud päeval tuli ta nagu alati ise välisuksele vastu ja ilma vaevata kõndis ka trepist üles. Kahjuks oli tal viimasel ajal mäluaga probleeme ning ka seekord ei suutnud ta enam meenutada, kuhu ta need kaardid pani ja pidin lahkuma tühjade kätega. Juba paari tunni pärast helistas Igna tagasi, et oli kaardid siiski leidnud.

Priit Penu

Igna Rooma ja geograafid

Eesti üks mõjukamaid mullateadlasi Igna Rooma suhtles oma pikal teadlaseteel mitmete teiste erialade inimestega. Lisaks metsa- ja põllumajanduse valdkondade spetsialistidele oli tal ikka aeg-ajalt nõu anda geoloogidele, geograafidele, bioloogidele, arheoloogidele jt.

Igna tihedam suhtlemine geograafidega sai alguse 1950ndatel aastatel, sest juba tol ajal spetsialiseerusid nii mõnedki Tartu ülikooli geograafia osakonnas õppijad ja lõpetanud Eesti muldade uurimisele. Kallio Kildema, Väino Lepasepp ja Agu Kongo olid need, kellega Igna Rooma puutus tihedalt kokku Eesti mullastiku kaardistamise alguskümnendil ja kelle loodusgeograafia alased väitekirjad olid otseselt seotud mullastiku uurimisega. 1970ndate aastate esimesel poolel, kui füüsilise geograafia eriala üliõpilastele loeti süvendatult Eesti loodusteaduste erikursusi, oli Igna Rooma meie külalisõppejõud, kes luges Eesti mullastiku ja muldkatte kursust, viis läbi seminare ja võttis lõpuks vastu ka arvestuse. Loengud ja seminarid toimusid tolaaegse EPA Veski tänava õppehoones.

Igna geograafidega tiheda suhtluse üheks ilmekaks näiteks 1970ndatel oli ka tema osalemine geograafiaüliõpilaste suvistes õppekäikudes, näiteks 1973. aastal Koola poolsaarele. Sellelt sõidult on ta meelde jäänud kui vapper matkaja Hibiinides ja sõbralik „bridžikäsi“ õhtuti Kirovski ja Murmanski ööbimispaikades.

Geograafid vajasid Igna abi ja nõuandeid väga sageli. Kuna ta töötas Eesti Põllumajandusprojektis mullastiku uurimise peaspetsialistina, leidsid sageli üles tema kabineti Taara puisteel nii õppejõud, lepinguliste tööde tegijad kui ka vanemate kursuste üliõpilased. See oli aeg, millal kaartide kättesaadavus oli väga piiratud, ent nii teaduslikud uurimused kui ka rakenduslikud tööd vajasid täpset infot Eestimaa ühe või teise piirkonna kohta. Igna vahendusel ja tema lahel kaasabil oli võimalik kohapeal kasutada Eesti suuremõtkavalisi (1:10 000) mullakaarte. See oli hindamatu väärtusega panus geograafide tollastesse tegemistesse, sest need kaardid sisaldasid adekvaatset teavet lisaks muldadele ka teiste looduskomponentide (mulla lähtekivim, veeolud jm) kohta. Kuigi Igna töökoormus ja vastutus oli ilmselgelt väga suur, võis tema poole alati

rahuliku südamega pöörduda ja küsida nõu. Ta leidis ikka niipalju aega, et küsimused saaksid sisukalt vastatud ja mured murtud. Väga eriliselt on meelde jäänud Igna stiil rääkida asjadest lühidalt ja konkreetset ning anda küsimustele täpseid vastuseid. Ka rumalatele küsimustele vastates jäi ta alati sõbralikuks ega näidanud üles mingit välist üleolekut oma vestluspartnerist.

Üks olulisemaid ja tihedama koostöö etappe geograafidega algas I. Roomal 1980ndate aastate keskpaiku, kui professor Jaan-Mati Punningu eestvedamisel alustati Kirde-Eestis Kurtna maastikukaitsealal seni kõige ulatuslikumaid ja kompleksemaid uuringuid. Neis uuringuis osales pea kogu Eesti loodusteadlaste tuumik erinevatest asutustest – TRÜst, TPIst, EPAst, TA instituutidest. Igna juhendas Kurtnas üliõpilaste mullateaduse välipraktikat, mille tulemusena valmis maastikukaitseala muldkattekaart mõõtkavas 1 : 2000. Lisaks sellele tegeles ta Kurtna maastikukaitsealal detailsete mulla-teaduslike uuringutega maastiku kompleksprofiilidel, mis läbisid Kurtna mõhnastiku ja järvestiku kõige iseloomulikumaid alasid.

See, kuidas Igna välitöödel muldi uuris, väärib meenutamist. Igna poolt ette valmistatud kaevud olid omamoodi näidiskaevud – sirgete ja siledate seintega. Kaevetes avanevad profiilid said alati täpselt kirjeldatud ning iga kirjelduse juurde kuulusid äged (mullaprofiili erinevatest horisontidest paberile kantud jäljendid). Viimased võimaldasid ka palju aega hiljem päevikut sirvides ja andmeid töödeldes mõttes taastada kaevete profile. Nii välitööde käigus kogutud kui ka laboratoorse analüüsi andmestik sai hiljem vormistatud mitmeks teaduspublikatsiooniks. Kõige olulisemaks neist kujunes Kurtna maastikukaitseala läbivatel kompleksprofiilidel kogutud materjalil baseerunud artikkel Eesti TA Ökoloogia Instituudi kogumikus aastal 1994. See kogumik, mis sisaldas mainitud Kirde-Eesti kompleksuuringute tulemusi, pälvis järgmisel aastal Eesti Vabariigi teaduspreemia ning autorite kollektiivi kuulus ka Igna Rooma.

Geograafide tihe koostöö Ignaga jätkus ka pärast Kirde-Eesti kompleksuuringute lõppu – sajandivahetusel ja uue esimesel kümnendil. Koostöö oli valdavalt seotud Tallinna Ülikooli Ökoloogia Instituudi maastikuökoloogia osakonna teadusuuringutega, kuid mitte ainult. Tihti osalesid neis uuringuis ka Tartu Ülikooli geograafid, geo-

loogid ja bioloogid. Igna oli ikka see, kelle teadmistele toetuti muldade analüüsil. Eriti meeldejäädavad olid need vähesed ekspeditsioonid, kus geograafidel oli võimalus kaevete juures korrakahe Eesti mullateaduse suurmehe – akadeemik Loit Reintami ja Igna Rooma teadmistest osa saada. Asja tegi veelgi toredamaks see, et ka mullateadlased ise tegid nendel välitöödel avastusi enda jaoks. Nii nägid nad esmakordselt väga erilise profiiliga klibu(rähk)muldi Viltsandi saare rannavallidel.



Urve Ratas, Are Kont ja Igna Rooma 2012. aasta kevadel Kuusikul.

Igna tunnistas hiljuti, et maastik, mida ta viimasel aastakümnel korduvalt külastas Hiiu maakonnas Tahkuna poolsaarel, on midagi sellist, mida ta varem polnud kohanud. Hoolimata kõrgest eest (üle 80 aasta vanuses) osales tuntud teadusemees siinsetel välitöödel raskesti läbitavas maastikus suure entusiasmiga. Igna kirg ja pühendumus äratas aukartust noorte kolleegide seas ja seda tasuks eeskujuks võtta.

Vaid mõned aastad tagasi sai teoks Igna soov käia veel kord läbi Vilsandi saar eesmärgiga koguda juurde värsket andmestikku sealsete muldade kohta. Kolm pikka päeva labida ja mullapuuriga mööda saart käies, kaeveid tehes ja proove võttes andsid võimaluse kõrvutada värsked andmeid aastakümneid tagasi kogutuga, et kirjutada üks terviklik artikkel Vilsandi saare mullastikust ja selle arengust. Kahju, et see üllas kavatsus jäi teoks tegemata.

Igna töökus, teadmised ja heatahtlik soov teisi aidata oli eeskujuvääriv erineva erialaga loodusteadlaste ühistes tegemistes.

Are Kont

Igna Rooma bibliograafia

I. Rooma teadusliku tegevuse järgi Põllumajandusprojektis ja EPA-s ning avaldatud publikatsioonide alusel saab järeldada, et tegemist oli väga mitmekülgse mullateadlasega. Suurimat tunnustust väärivaks on olnud tema ettevõtmised muldade kaardistamise ja mulla-geograafia alal. Siia alla kuulub tema meetoodiline töö mullastiku-uurimise valitööde juhendite koostamisest kuni suurel arvul erinevate administratiivsete või looduslike piirkondade mullastikualaste ülevaadete koostamiseni. Tipuks selles vallas on tema osavõtul erinevates mõõtkavades koostatud Eesti mullastikukaardid, mis on avaldatud atlases, entsüklopeedias jt teatmematerjalides. Lisaks sellele väärivad tunnustust ka tema osalusel koostatud õppevahendid (mullateaduse õpik, praktiliste tööde juhendid, oskussõnastik jms).

I. Rooma bibliograafilisest loendist on näha, et varasematel aastatel, olles mullauurijate ideeliseks juhiks, hõlmas tema koostöö EPA, TRÜ ja Maaviljeluse Instituudi töötajatega põhiliselt mullastiku uurimise meetoodika arendamist ja saadud tulemuste avaldamist. Oluliseks lõiguks selles oli mahuka eestikeelse mullateaduse kõrgkooliõpiku väljaandmine 1962. aastal, kus Igna oli üks autoritest.

Kuigi mudelmuldade kaudu on I. Rooma tutvustanud suurt hulka Eesti muldadest ja nende erinevaid olulisi omadusi, on ta suhteliselt rohkem kirjutanud Põhja-Eesti paepealsetest ja rähksetest muldadest ning Lõuna-Eesti kahkjatest muldadest. Peale nende on ta koos

kolleegidega uurinud ammendatud põlevkivikarjääridel kujunenud tehnogeenseid muldi (kaasautorid E. Kaar, L. Reintam), lammi- ja rannikumuldi (J. Paal), möhnastike mullastikku (A. Kont) ning konsulteerinud monograafia „Eesti maastikud“ (I. Arold) muldadega seonduva osa koostamist.

I. Rooma oli hea asjatundja taimekoosluste ja muldkatte (mulla-koosluste) vastastikuste seoste alal ning tundis hästi muldade omadusi peegeldavaid indikaatoritaimi, mis on leidnud käsitlemisest sellealastes artiklites. Hästi tundis ta Eestimaa erinevate piirkondade mullatekete tegureid ja nende vahelisi erinevusi, mis päädis mistahes Eestimaa piirkonna täpsemaks mullastikulis-ökoloogiliseks iseloomustamiseks kasutatava agro-mullastikulise mikrorajoonide skemaatilise kaardi koostamisega. I. Rooma on osalenud Eesti mulla-liikide levikut, kasutussovivust ja agronoomilisest rühmitamist käsitlevate süsteemsete ülevaadete tegemisel.

Iseloomustamaks I. Rooma teadusliku uurimistöö sisulist külge, lisame siia veel ka mõned tema töödega seotud märksõnad, millesteks on: mullaliikide regionaalsed erinevused, mullaomaduste varieerumise seaduspärasused, Eesti muldade lähtekivimite mehaaniline koostis, muldade erosiooni nähted, kahkjate muldade makro- ja mikromorfoloogia, ainete (raud, kaltsium ja organo-mineraalsed kompleksid) migratsioon mullaprofiilis, muldade genees, degradatsioon ja seire, mullakaitse.

I. Rooma oli seeriaväljaande „Eesti (NSV) mullastik arvudes“ üheks koostajaks, toimetajaks ja paljude artiklite autoriks. Põhiliseks kaasautoriks, samal ajal ka andmekogu statistilise läbitöötamise algatajaks oli osakonnajuhataja R. Kokk. Ligikaudu samal perioodil ilmus ka Põllumajandusministeeriumi haldusalas tegutseva Maakorralduse valitsuse seeriaväljaanne „Maakorraldus“, kus avaldati ka rida Eesti mullastikku käsitlevaid nii I. Rooma kui tema kolleegide mullateadlaste artikleid.

Igna Rooma viljakast koostööst teiste erialade teadlastega annavad tunnistust arvukad tema osalusel koostatud artiklid, mis ilmusid EGSi ja LUSi aastaraamatutes ning teistes loodusteaduslikes sari- ja üksikväljaannetes.

Rooma, I., Voiman, V. 2011. Eesti mullastik [kaart]. Eesti Entsüklopeedia. http://entsyklopeedia.ee/artikkel/eesti_mullastik.

Reintam, L., **Rooma, I.**, Kull, A. 2011. Eesti mullastiku kaart. TEA Entsüklopeedia, kd. 6, lk. 70.

Rooma, I. 2009. Mullastikukaart. [tekst] – Eesti Maaelu Entsüklopeedia, L-Ü. Eesti Entsüklopeediakirjastus, lk 130.

Paal, J., Rajandu, E., **Rooma, I.** 2009. Harjumaa loometsad. – Metsanduslikud Uurimused, 50, 42–67.

Penu, P., **Rooma, I.** 2008. Muldkatte üldiseloomustus. – Rmt: Pärnumaa I osa. Loodus. Aeg. Inimene. Eesti Entsüklopeediakirjastus, 108–112.

Rooma, I. 2007. Professor Osvald Hallik ja Eesti mullastiku kaardistamine. – O. Tamberg (koost.). Professor Osvald Halliku elu ja töö. Tallinn, 155–157.

Kont, A., O. Kull, **I. Rooma**, M. Zobel. 2007. Maastikuprofiili meetodil uuritud mõhnastike ökosüsteemid. – Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat, 36, 29–73.

Reintam, L., Penu, P., **Rooma, I.** 2007. Mullastik. – Rmt: Järvamaa. Loodus. Aeg. Inimene. Eesti Entsüklopeediakirjastus, 58–75.

Paal, J., **Rooma, I.**, Jeletsky, E.-M. 2006. Eesti lammimetsade tüpoloogia ja mullad. – Metsanduslikud Uurimused = Forestry studies, 44, 20–41.

Reintam, L., Kaar, E., **Rooma, I.** 2005. Initial soil formation on the quarry detritus under tree plantations in Northeast Estonia. – *Annals of Agrarian Science*, 3, 49–52.

Reintam, L., **Rooma, I.** 2005. Soil Map of Estonia. – In: Jones, A., Montanarella, L., Jones, R. (Eds.). *Soil Atlas of Europe*. European Soil Bureau Network, European Commission, OOP EC, Luxembourg.

Reintam, L., **Rooma, I.**, Kull, A., Kõlli, R. 2005. Soil information and its application in Estonia. – In: Jones, R.J.A.; Houskova, B.; Bullock, P.; Montanarella, L. (Eds.). *Soil Resources of Europe*. Second edition. European Soil Bureau Research Report; 9, 121–132.

Rooma, I. 2004. Loit Reintam 75. – Eesti Looduseuurijate Seltsi aastaraamat, 82, 232–234.

Paal, J., **Rooma, I.**, Turb, M. 2004. Sürjametsadest Otepää kõrgustikul. – Metsanduslikud Uurimused = Forestry studies. 40, 124–149.

Paal, J., **Rooma, I.**, Turb, M. 2004. Kas Karula kuplitel kasvab sürjametsi? – Eesti Looduseuurijate Seltsi aastaraamat, 82, 90–131.

Kont, A., **Rooma, I.**, Aruväli, J. 2004. Erineva saastekoormusega mõhnastike muldade omaduste sõltuvus lähtekivimi koostisest. – L. Reintam (toim.). Muld ökosüsteemis, seire ja kaitse. Tartu-Tallinn, 75–103.

Penu, P., **Rooma, I.** 2004. Põllumuldade seire kui osa mullakaitsest. – L. Reintam (toim.). Muld ökosüsteemis, seire ja kaitse. Tartu-Tallinn, 24–35.

Rooma, I. 2004. Mullastik. [Eesti mullastiku ja muldkatte kaardid.] – R. Aunap (koost.). Eesti atlas. Tartu ülikooli geograafia instituut, 16–17.

Reintam, L., Kull, A., Palang, H., **Rooma, I.** 2003. Large-Scale Soil Maps and a Supplementary Database for Land Use Planning in Estonia. – Journal of Plant Nutrition and Soil Science/Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung Und Bodenkunde, 166 (2), 225–231.

Reintam, L., Kaar, E., **Rooma, I.** 2002. Development of soil organic matter under pine on quarry detritus of open-cast oil-shale mining. – Forest ecology and management, 176, 191–198.

Reintam, L., **Rooma, I.** 2001. Soil Geographical Data Base of Europe at scale 1:1,000,000. Version 3.2.9.0, 26/09/2000: [Mullastikukaart 1 lehel; Eesti kaardi koostajad L. Reintam, I. Rooma]. – Ispra, 2001.

Reintam, L., **Rooma, I.**, Kull, A. 2001. Map of Soil Vulnerability and Degradation in Estonia. In: Stott, D.E., Mohtar, R.H., Steinhart, G.C. (Eds) *Sustaining the Global Farm. Selected papers from the 10th International Soil Conservation Organisation Meeting, May 24–29, 1999.* West Lafayette, 1068–1074.

Reintam, L., Kaar, E., **Rooma, I.** 2001. Development of forest-soil systems on quarry detritus of open-cast oil-shale mining // Advances in Ecological Sciences, 10 [Southampton, 2001]: Ecosystems and Sustainable Development III. pp. 645–656.

Paal, J., **Rooma, I.** 2001. Eesti ranniku-lodumetsadest. – Metsanduslikud uurimused = Forestry studies, 35, 89–103.

Rooma, I., Paal, J. 2001. Eesti pangametsade mullad. – Eesti Looduseuurijate Seltsi aastaraamat, 80, 178–209.

Reintam, L., **Rooma, I.** 2001. Loometsade mullad. Rmt: Loometsad. Rapla, 17–23.

Reintam, L., **Rooma, I.** 2000. Muld läbi aastatuhandete. – Rmt: Kaasaegse ökoloogia probleemid VIII. Loodusteaduslikud ülevaated Eesti Maa Päeval, 223–240.

Reintam, L., **Rooma, I.**, Kull, A. 2000. Estonia. Soil and Terrain Database, Land Degradation Status and Soil Vulnerability Assessment for Central and Eastern Europe. 10, 1.

Reintam, L., **Rooma, I.**, Kull, A., Kitse, E., Reintam, I. 2000. Soil and terrain database, land degradation status and soil vulnerability assessment for Central and Eastern Europe. Version 1.0 (1:2.5 million scale): [Estonia]. ISRIC, FAO, CD-ROM. 2000. Land and Water Digital Media Series, 10.

Reintam, L., **Rooma, I.**, Kaar, E. 2000. Formation and progress of soil organic matter under pine on quarry detritus of open-cast oil-shale mining. – Managing Forest Soils for Sustainable Productivity International Symposium. Abstracts. 18–22 Sept. 2000 Vila Real, Portugal. 235–236.

Reintam, L., **Rooma, I.**, Kull, A., Kitse, E., Reintam, I. 2000. Soil vulnerability and degradation in Estonia. In: Soil degradation status and vulnerability assessment for Central and Eastern Europe – Preliminary results of the SOVEUR Projec. *Proceedings of Concluding Workshop: Busteni, Romania, 26–31 October 1999*, 43–47.

Reintam, L., **Rooma, I.** and Kull, A. 1999. Map of Soil Vulnerability and Degradation in Estonia. – In: Ed. Stott, D.E.; Mohtar, R.H.; Steinhardt, G.C. West Lafayette: *Sustaining the Global Farm. Selected papers from the 10th International Soil Conservation Organisation Meeting, May 24–29, 1999, West Lafayette.*, 1068–1074.

Reintam, L., **Rooma, I.** 1998. Soil Map of Estonia. 1:1,000,000 In: Soil Geographical Data Base of Europe at Scale 1:1,000,000. Version 3.28, 11/06/1998.

Rooma, I. 1996. Muldkate ja mullastik [Kaardid]. – Aunap, R. (toim.). Eesti atlas koolidele. Avita, Tallinn, 16–17.

Rooma, I., Voiman, V. 1995. Eesti mullastiku kaart 1:1400000. – Eesti. Loodus, 432–433. Valgus, Eesti Entsüklopeediakirjastus, Tallinn.

Kont, A., Kull, O., **Rooma, I.**, Makarenko, D. & Zobel, M. 1994. The kame field ecosystems studied on landscape transects. – In: Punning, J.-M. (ed.). The influence of natural and anthropogenic factors on the development of landscapes: the results of a comprehensive study in Ne Estonia. Inst. of Ecol., Publ. 2, 161–189.

Rooma, I. 1994. Antropogeensetest muutustest näivleetunud (kahkjaleetunud) muldades. – Muldkatte omadused ja taimne tootmine. EPMÜ teadustööde kogumik, 179, 13–16.

Rooma, I. 1993. Järvelja õppe-katsemajandi mullastik. – Eesti Looduseuurijate Seltsi aastaraamat, 74, 18–32.

Рейнтам Л., Кокк Р., **И. Роома**, Сепп Р. 1991. Лесные почвы Эстонии. – Деградация и восстановление лесных почв. Сб. науч. труд. Москва, 33–36.

Rooma, I. 1991. Looduslike tingimuste muutumine põlevkivikarjääride puistangualadel. – Saarse, L. (toim.) Inimene ja geograafiline keskkond. Eesti Geograafia Selts, Tallinn, 133–137.

Rooma, I. 1991. Kaitset vajavad mullad Eestis. – L. Reintam (toim.). Mullakaitse probleeme Eestis. Tallinn, 43–52.

Rooma, I. 1991. Looduskaitsealade mullastiku uuritus. – L. Reintam (toim.). Mullakaitse probleeme Eestis. Tallinn, 53–57.

Kokk, R., L. Reintam, **I. Rooma**. 1989. Eesti mullad: Kaart, mullaprofiilid ja maastikud. – Plakat ajakirja Aja Puls, nr 12 sisekaanel.

Kokk, R., **Rooma, I.** 1989. Uus Eesti mullastiku kaart. – Eesti Loodus, 10, 636–640.

Rooma, I. 1989. Agroallrühm A21. – Eesti NSV mullastik arvudes, VIII, 27–44.

Rooma, I., Otsa, R. 1989. Tartu rajooni mullastikust. – Põllumajandus ja keskkonnakaitse. Teaduslik-rakendusliku konverentsi (6.–7. aprill 1989.a.) ettekannete kokkuvõtted. Tallinn-Elva, 29–33.

Rooma, I. 1989. Maaviljeluse mõjust põllumuldadele Tartu rajoonis. – Põllumajandus ja keskkonnakaitse. Teaduslik-rakendusliku konverentsi (6.–7. aprill 1989.a.) ettekannete kokkuvõtted. Tallinn-Elva, 33–35.

Aug, H., Kokk, R., **Rooma, I.**, Teras, T. 1988. Lahemaa rahvusparki mullastik. – Lahemaa uurimused III. Rahvusparki looduse inventeerimine. Tallinn, 32–45.

Rooma, I., J. Reidla, V. Voiman. 1988. Jõgeva rajooni haritavate maade mullastikust. – Kohalike loodusvarade kasutamine ja keskkonnakaitse. Tallinn-Jõgeva, 19–23.

Rooma, I., Rohtmets, H. 1988. Tartu nädissovhoosi põllumuldade omaduste muutumisest. – Eesti NSV mullastik arvudes, VII, 56–86.

Rooma, I. 1987. Kurtna mõhnastiku mullastikust. – Kurtna järvestiku looduslik seisund ja selle areng. Tallinn, 37–40.

Reintam, L., R. Kokk, **I. Rooma**, R. Sepp. 1987. About forest soils mantle in the Estonian S.S.R. – Degradation and restoration diagnostics of forest soils. Abstracts of All-Union Conference, June 22–25, 1987. Tartu, 23–24.

Rooma, I., V. Voiman. 1987. Põlva rajooni mullastikust ja muldade kaitsest. – Looduskasutusest ja keskkonnakaitsest künkliku pinnamoega maastikus. Teaduslik-rakendusliku konverentsi (9.–10. aprill 1987.a.) ettekanete kokkuvõtted. Tallinn-Põlva, 21–26.

Rooma, I. 1987. Kahkjate muldade levik ja omadused Eesti NSV-s. – Eesti NSV mullastik arvudes, VI, 39–53.

Rooma, I. 1985. Kahkja, leetja ja leostunud mulla profiili ehituse muutumisest ning nende elementaarareaalide suurusel ning vaheldumisest. – Eesti mullastik arvudes. V, 71–79.

Rooma, I. 1985. Gleistunud kahkjad metsamullad punakaspruunil moreenil (LPg). – Eesti mullastik arvudes. V, 46–56.

Rooma, I. 1985. Kahkjad metsamullad punakaspruunil moreenil. – Eesti mullastik arvudes. V, 25–33.

Rooma, I. 1985. Kahkjad põllumullad Tartu ja Põlva rajoonis. – Eesti NSV mullastik arvudes. IV, 46–53.

Kitse, E., **Rooma, I.** 1984. Mullateaduse laboratoorne praktikum. Eesti Põllumajanduse Akadeemia. Tartu, 132 lk.

Rooma, I. 1984. RPI "Eesti Põllumajandusprojekti" mullastiku uurimise osakonna ajaloost. – Maakorraldus, 18, 17–36.

Rooma, I., E. Isküll, L. Võister. 1985. Võru rajooni haritavate maade mullastikust ja muldade kaitsest. – Põllumajandusmaastiku ökoloogia ja ökonoomika. Tallinn-Võru, 35–39.

Võister, L., **Rooma, I.** 1984. Valga rajooni haritavate maade mullastikust. – Põllumajandusmaastiku tootlikkus ja keskkonnakaitse, 32–32.

Kokk, R., **Rooma, I.** 1983a. Haritavad mullad. – Eesti NSV mullastik arvudes, III, 3–25.

Kokk, R., **Rooma, I.**, 1983b. Metsamullad. – Eesti NSV mullastik arvudes, III, 26–91.

Võister, L., **I. Rooma.** 1983. Viljandi rajooni mullastikust. – Väikelinnade ja maa-asulate keskkonnakaitse ning maastikuhooldus. 35–38.

Rooma, I. 1983. Eesti NSV haritavate maade muldade omaduste muutmise. – Maakorraldus, 15, 3–8.

Кокк Р., **Роома И.**, Терас Т. 1982. Влияние разных способов использования почв Эстонской ССР на сохранение их плодородия и окружающей среды. – Проблемы современной экологии. Тезисы II республиканской экологической конференции, с 8 по 10 апреля 1982 г. Тарту, 62.

Rooma, I., E. Kitse, Leedu, E. 1982. Tehnogeensed põllumullad Kohtla-Järve rajoonis. – Geograafia rakenduslikke aspekte põllumajanduses. Tallinn-Saku, 18–22.

Krall, H., Pork, K., Aug, H., Püss, Õ.; **Rooma, I.**, Teras, T. 1980. Eesti NSV looduslike rohumaade tüübid ja tähtsamad taimekooslused. Eesti NSV Põllumajandusministeeriumi Informatsiooni ja Juurutamise Valitsus, Tallinn, 88 lk.

Kitse, E., **Rooma, I.** 1980. Mulla eripind ja tema suurust määravate (mõjustavate) faktorite osa erinevates geneetilistes horisontides. – Maakorraldus, 12, 21–35.

Rooma, I., Sepp, R. 1979. Loomuldadest. – XII Eesti looduseuurijate päeva ettekannete kokkuvõtted. Tallinn, 9–13.

Роома И. 1979. Характеристика почвенного покрова Прибалтийской провинции. Округи 19, 20, 21, 22. – В кн.: Подзолистые почвы Северо-Запада Европейской части СССР. Москва, с. 233–236.

Kokk, R., **Rooma, I.** 1978. Eesti NSV haritavate maade muldade mõningate keemiliste, füüsikalise-keemiliste ja füüsikaliste omaduste iseloomustus. – Eesti NSV mullastik arvudes, II, 3–66.

Rooma, I. 1977. Mulla huumusvaru vähenemisest maaparandustöödel. – Maakorraldus, 11 (8), 30–34.

Rooma, I., Reintam, L. 1976. Soil Map of the Estonian SSR. – Transac. Tartu State University 393. Geography, XIII, 77–82+Map.

Rooma, I. 1976. Paepealsed mullad Eestis. – Eesti Looduseuurijate Seltsi aastaraamat, 64, 65–79.

Rooma, I. 1976. Rapla rajooni mullastikust. – Rapla rajoonis. Kodu-uurijate seminar-kokkutulek 18.–21. augustini 1976. Artiklite kogumik. 31–36.

Rooma, I. 1975. Vanade tealade rekultiveerimisest. – Maakorraldus I (6), 21–32.

Китсе Э., **Роома И.** 1974. Ёмкость поглощения и удельная поверхность рендзин Эстонской ССР. – Сб. науч. труд. ЭСХА, 92, 33–41.

- Rooma, I.**, Kitse, E. 1974. Mullateaduse laboratoorne praktikum. EPA rotaprint, 132 lk. (1984.a kordustruk.)
- Rooma, I.** 1974. Mullastiku mikrorajoonid. – Harju rajoonis. Kodu-uuri-
jate seminar-kokkutulek 11.–14. juulini 1974. Artiklite kogumik. Tallinn,
76–80.
- Rooma, I.** 1974. Mullastiku suuremõõtkavalise kaardistamise meetodika
täiendamise võimalikest teedest Eesti NSV-s. – Maakorraldus, II (5), 19–
24.
- Kokk, R., **Rooma, I.** 1974d. Mõnede Lõuna- ja Kesk-Eesti muldade
omaduste varieerumisest. – Maakorraldus I (4), 21–32.
- Kokk, R., **Rooma, I.** 1974a. Mullaliikide levik. – Eesti NSV mullastik
arvudes, I, 3–15.
- Kokk, R., **Rooma, I.** 1974b. Agromullastikuline rajoneerimine. – Eesti
NSV mullastik arvudes, I. 16–30; Lisad 74–90.
- Kokk, R., **Rooma, I.** 1974c. Kõlvikute mullastiku iseloomustus. – Eesti
NSV mullastik arvudes, I, 31–73.
- Rooma, I.**, R. Kokk, V. Valler. 1973. Mullastiku suuremõõtkavalise
kaardistamise välitööde meetodika. Tartu.
- Kokk, R., **Rooma, I.** 1973. Mõnede Lõuna- ja Kesk-Eesti muldade
omaduste varieerumisest. – Maakorraldus, I (4), 21–32.
- Rooma, I.** 1973. Paepealsete ja rähkmuldade levik ja põllumajanduslik
kasutamine Eesti NSV-s. – Maakorraldus, I (3), 27–35.
- Rooma, I.**, Sepp, R. 1972. Alvar soils (limestone-rendzinas) in the
Estonian S.S.R. – Estonian geographical studies. Tallinn, 55–60.
- Кокк Р., **И. Роома.** 1971. О свойствах смытых и намытых почв и об
интенсивности эрозии в Эстонской ССР. – Сб. науч. труд. ЭСХА, 75,
330–342.
- Truu, A., R. Kask, R. Kull, R. Pant, E. Reppo, **I. Rooma**, K. Tarandi, K.
Torop. 1971. Vene-estegi mullateaduse sõnastik. Tallinn, 238 lk.
- Kendra, H., R. Kokk, **I. Rooma**, V. Valler. 1971. Kas Eesti NSV muldade
nimestikku on vaja muuta. – Sotsialistlik Põllumajandus, 23, 1072 – 1073.
- Sepp, R., **Rooma, I.** 1970. Virtsu–Laelatu–Puhtu kaitseala mullastik. –
Kumari, Eerik (toim.). Lääne-Eesti rannikualade loodus. Valgus, Tallinn:
83–108.

Рейнтам Л., **И. Роома**, Э. Арвисто 1970. О миграции веществ в бурых псевдоподзолистых почвах. – Сб. науч. труд. ЭСХА, 65, 315–332.

Рейнтам Л., **И. Роома**, Э. Арвисто 1970. О миграции веществ в бурых лесных почвах. – Сб. науч. труд. ЭСХА, 65, 163–187.

Оя А., **И. Роома**. 1970. О морфологии и микроморфологии бурых лессивированных почв. – Сб. науч. труд. ЭСХА, 65, 38–45.

Конго А., **И. Роома**. 1970. География и картография почв. – О развитии географии в Эстонской ССР 1960–1968. Таллин, 101–108.

Rooma, I., Rõds, O., Piho, A. 1969. Maafondi mullastiku uurimise välitööde juhend. ENSV PM MKV, Tartu.

Рейнтам Л., **И. Роома**. 1969. О миграции органического вещества, железа и кальция в некоторых почвах Эстонии. – Сб. науч. труд. ЭСХА, 62, 34–53.

Валлер В., Кокк Р., **И. Роома**. 1969. Исследование земельного фонда в Эстонской ССР. – Сб. науч. труд. ЭСХА, 62, 3–11.

Arvisto, E., Kitse, E., **Rooma, I.**, Oja, A., Kõlli, R., Reintam, L., Sepp, E., Roostalu, H. 1969. Muldade koostis ja omadused ning muldi iseloomustavad protsessid ja režiimid. – Lühikokkuvõtteid EPA agronoomiateaduskonna teadusliku uurimistö tulemustest 1941–1968. Tartu, 13–38.

Rooma, I., K. Tarandi. 1969. Mullastiku kaardistamine ja rajoneerimine. – Lühikokkuvõtteid EPA agronoomiateadusk. tead. uurimistö tulemustest 1941–1968, 5–12.

Рейнтам Л., **Роома И.** 1968. Почвенная экскурсия по Эстонии и ее научные дискуссии. – Химия, генезис и картография почв. Москва, 217–222.

Рейнтам Л., **Роома И.**, Вяя М. 1968. О миграции железа, железно-органических комплексов и кальция в некоторых лесных почвах. – Региональное совещание почвоведов северо- и среднетаежной подзон Европейской части СССР. Тезисы докладов. Петрозаводск, 213–215.

Kokk, R., **Rooma, I.**, Valler, V. 1968. Mullastiku suuremõõtkavalise kaardistamise välitööde meetodika. – Mullastiku kaardistamise välitööde meetodika. Tartu, 3–86.

Rooma, I., Kitse, E. 1967. EPA Eerika õppe- ja katsemajandi mullastik. – EPA tead. tööde kogumik, 48, 3–20.

Rooma, I., Valler, V. 1967. Eesti NSV muldade agronoomiline rühmitamine. – Sotsialistlik Põllumajandus, 22, 1017–1021.

Reintam, L., **Rooma, I.** 1966. Üleliiduline mullateadlaste kongress Eestis. – Sotsialistlik Põllumajandus. 18, 902–903.

Роома И., Валлер В., Кокк Р. 1966. Агропроизводственная группировка почв и типы земель, применяемые при крупномасштабном исследовании земельного фонда в Эстонской ССР. – Сб. науч. труд. ЭСХА, 49, 41–51.

Роома И., Валлер В., Кокк Р. 1966. Агропроизводственные группировки почв, применяемые при крупномасштабном исследовании земельного фонда в Эстонской ССР. – Тезисы докладов на третьем Всесоюзном съезде почвоведов. Тарту, 305–306.

Рейнтам Л., **И. Роома**, Таранди К. 1966. Путеводитель экскурсии III съезда почвоведов СССР по почвам Эстонии с 11 по 17 июля 1966 г. Тарту, ЭСХА, 148 с.

Роома И. 1966. Содержание и состав гумуса и емкость поглощения дерново-карбонатных почв Эстонской ССР. – Тезисы докладов на третьем Всесоюзном съезде почвоведов. Тарту, 285–286.

Рейнтам Л., **И. Роома**, Таранди К. 1965. По почвам Эстонии: (путеводитель экскурсии с 15 по 20 июля 1965 г). Тарту, ЭСХА, 114 с.

Rooma, I. 1964. Mälestusi O. Hallikust. – Põllumajanduse Akadeemia, 10. detsember.

Роома И., Рейнтам Л., Кендра Х. 1963. Использование материалов крупномасштабного исследования земельного фонда в Эстонской ССР. – Почвоведение, 11, 1–14.

Роома И., **Рейнтам Л.** 1962. Составление крупномасштабных почвенных карт в Эстонской ССР. – Почвоведение, 3, 30–35.

Рейнтам Л., **Роома И.**, Кендра Х. 1962. Крупномасштабное изучение земельного фонда в Эстонской ССР и использование его результатов в сельском хозяйстве. – Тезисы докладов на втором Всесоюзном съезде почвоведов. Харьков, 314–316.

Kitse, E., Piho, A., Reintam, L., **Rooma, I.**, Tarandi, K. 1962. Mullateadus. Tallinn, 408 lk.

Рейнтам Л., **И. Роома**. 1962. Крупномасштабное картирование почв в Эстонской ССР и его дальнейшие задачи. – Сборник научных трудов

Эстонской сельскохозяйственной академии 24. Труды по почвоведению и агрохимии. Тарту, с. 17–27.

Piho, A., **I. Rooma**, O. Rõõs. 1960. Maafondi mullastiku uurimise välitööde juhend. Tartu, 59 lk.

Reintam, L., **I. Rooma**, O. Rõõs. 1960. Mullastiku uurimisega seotud antropogeeni geoloogia küsimustest. – Antropogeeni geoloogia. ENSV TA Geoloogia Instituudi Uurimused, 7, 243–248.

Конго А., И. Роома. 1960. География почв. – О развитии географии в Эстонской ССР 1940–1960. Таллин, с. 42–47.

Reintam, L., **Rooma, I.** 1959. Muldade reaktsiooni ja veerežiimi indikaatortaimedest. – Eesti Looduseuurijate Seltsi aastaraamat. 51, 171–182.

Reintam, L., **Rooma, I.** 1956. Tartu rajooni mullastik. – Eesti Põllumajanduse Akadeemia teaduslike tööde kogumik. 2, 18–30.

Arvo Järvet ja Raimo Kõlli

GEOGRAAFIASÜNDMUSI AASTAL 2016

Tõnu Raid – EGSi auliige¹

Kuidas minust maamõõtja sai

1957. aastal algas Nõukogude Liidu hariduspoliitikas partei poolt suunatud muutus: ülikooli astumiseks saavad kooli soovitusel vaid 5% edukalt lõpetanuist, ülejäänud lähevad lihtsalt tootvale tööle. Keskkooli lõpetasin 1958. aastal. Õppimine mul sel ajal eriti hästi ei sujunud, tekkisid vastuolud õpetajatega ja geomeetrias tuli teha järeleksam. Sain kooli poolt suunamise Tartu Aparaaditehasesse treiali õpilaseks. 1. septembril esitasin avalduse koos koolist antud suunamislehega tehase kaadrite osakonda Tartus, Tolstoi tänaval. Kaadriinspektor kirus kõvasti, et talle saadetakse treiali õpilasi rohkem, kui vabariigis treipinke töötamas on ja suunas mind vastu partei soovitusel hoopis transporttööliseks.

Järgmisel nädalal sammus värske transa Kastani tänavale, kus parajasti ehitati vanale kahekordsele tootmishoonele peale kolmandat ja neljandat korrust. Töödejuhataja vaimustusest just ei säranud, kui minu kõhna ja vibalikkude silmitses, suunas mind lattu, kust sain töökindad ja käru. Tööriideid ei antud, sest niisuguste mõõtudega proletaarlaste vene GOSTides (normatiivides) transporttöödel ette

¹ Tõnu Raid valiti EGSi üldkoosolekul 17. aprillil 2016 seltsi auliikmeks. Sel puhul avaldame värske auliikme artikli, milles ta meenutab oma maamõõtja algusaastat ja geodeediks õppimaasumist Tartus. Toim.

polnud nähtud. Tööülesandeks oli neli-viis või kuus 50 kilost tsemendikotti kärusse laadida, tõstuki juurde viia ja tõstukiga neljandale korrusele tõsta, seal lahti lõigata, kärusse kallata ja mööda laudteed kuskile kaugemasse ruumi põranda valamiseks kohale kärutada. Ruumidel aknaid eest ei olnud, ilmad olid jahedad, käed külmetasid ja igal õhtul olin tsemenditolmust hall. Kõht oli pidevalt tühi ja muidugi külmetasin kõvasti. Kahe nädala möödudes saabus palgapäev ja ostsin esimese palga eest dressipüksid, et ei peaks määratud tööriietega läbi linna koju kõmpima.

Oskust täislastis käruga kitsal laudteel manööverdada lisandus kõvasti ja jõudu tuli vaikselt juurde, kärusse ladusin juba kuus tsemendikotti. Spordivaim ei lubanud täismeestest kehvem olla ja pingutasin kõvasti. Ühel esmaspäeval laudteel kurvi võttes sõitsin suure kiiruga „rajalt“ (laudadelt) maha, käru läks kummuli, nurkrauast tehtud käruaisad rabasid mu pikali ja seal, kus kummuli läinud käru pidama jäi, tekkis neljanda korruse põrandasse parajalt pirakas auk ning käru koos 300-kilose koormaga prantsatas kolmanda korruse ruumi, mille põrandale parajasti hakati treipinkide aluseid valama. Selleks ajaks kui tolmupilv hajus, olid kohalikud ülemused juba olukorda hindamas ja läbi käruaugu kostus kõva sõimlemist.

Siis, kui lärmavad ülemused neljandale korrusele jõudsid, olin mina parajasti püksid rebadele lasknud ja uurisin oma paremat reit. Käru sang oli reie väliskülge kõvasti muljunud ja sinna priske haava rebinud. Verd jooksis sorinal. Minust suurt välja ei tehtud, lohutati vaid sellega, et käru alla kedagi ei jäänud ja vangi sa ei lähe. Mina küsisin, kas esmaabi saaks, kuid töödejuhataja, platsikümnik ja brigadir otsisid parajasti süüdlast selles, et põrand, millele olid ettenähtud paigaldada tonnised treipingid, 300 kilost koormat vastu ei pidanud. Peale lühikest arupidamist jäi jutt vaikselt, näod venisid pikaks ja kolmikule sai selgeks, mis sellest juhtumist neile järgneda võib. Kähku telliti mulle kiirabi, et peatunnistaja enne uurijaid sündmuskohalt kõrvaldada. Kiirabiautos sain pahandada, et auto veriseks tegin, sealsamas seoti jalg tugevalt kinni ja kirjutati esialgu kolme päevane vabastus töölt ning kästi selle lõppedes poliiklinikusse pikendama minna, kui on vajadust. Kolmandal päeval arutasin parajasti iseendas, kuidas arsti juures usutavalt sinise lehe pikendust välja kaubelda, kui töö juurest saadeti mulle sõnum, et

minu sinist haiguslehte pikendatakse veel kahe nädala võrra ja kui juhtumi uurimine tööõnnetuskomisjonis selleks ajaks ei lõppe, saan veel mõne nädala puhkust. Igal juhul hoolitseti selle eest, et mind seal komisjonis ega töökohal näha ei oleks.

Sel ajal kui mina sundpuhkust nautisin, kuulis ema Werneris kohvikus Tartu linnaarhitekti Arnold Matteuse käest, et linna geodeetidel olevat latipoissi vaja. Päeval, kui aparaaditehas mu tööeeskirjade rikkumise pärast vallandas ja oktoobrikuu töötasu välja maksis, oli mul juba uus töökoht ootamas. Novembrist 1958 algas minu maamõõtja elu eestiaegsete meeste käe all.

Eluaegne õppetund

Latipoisina oli mu esimeseks tööks välitöödelt saabunud meeste mõõdulindid lahti kerida, ajalehega puhtaks hõõruda ja kuivatada ning kergelt masinaõliga katta. Hoolitseda tuli selle eest, et lindi kokkukerimisel „juudipoissi“ sisse ei tuleks (lint pidi rullile ainult ühte pidi minema), et lint täiesti kuiv oleks ja ühtlaselt õlitatud. Muidu tekkisid murdumiskohad või roosteplekid lindil. Nende juhtumite eest sai kõvasti kärada ja häbi oli ka. Kasutusel olid 20 ja 50 meetrised lindid, mida kuskilt saada polnud ja vanu hoiti, jätkati ning parandati hoolega.

Minu esimesel töönaldal juhtus selline asi, et linnaarhitekt Arnold Matteusel oli täitevkomitee esimehe tööruumides jutuajamine KGB-meestega. Muu hulgas küsiti, et miks tal nii palju Saksa sõjaväes käinud inimesi töötab. Tõepoolest, mitmed vanema põlve eestiaegsed maamõõtjad olid läbi käinud Saksa sõjaväest, kes mobiliseerituna, kes vabatahtlikuna, kes kuidas. Matteus vastanud, et teda ei huvita, millisest sõjaväest mees on, peaasi, et tööd korralikult teeb.

Maamõõtjad tutvusid tasapisi uue latipoisiga ja uusi ülesandeid aina lisandus: esialgseks tööks oli riistakambri korrashoid (instrumentide jalad puhastada, kokkupandavate mõõdulattide hinged ja kruvid õlitada, lindid hooldada jne), lisaks hommikuste lehtede toomine ja varsti läks lahti ka väike nõök. Küll saadeti mind linnavalitsuse töökotta vaaderpassile mulle tooma, teinekord jälle Tartu tähetornist objektiividele niitistikuid laenama. Mõni nädal enne

uut aastat tuli juba linnatänavate mõõdistamisel latti hoida. Ta-sapisi hakkas tööst ülevaade tekkima ja vaikselt võeti latipoiss seltskonda vastu.

Rühmas oli seitse või kaheksa geodeeti, latipoisse oli palgal kaks ja neid igale mehele sobival ajal ei jätkunud. Äsja EPA lõpetanud olid Rudolf Pastak, Jüri Kiveste ja Olaf Kaselaid, nad olid minust 6–7 aastat vanemad ja mõnusad mehed. Neilt sain palju tööalast ja elutarkust. Vanematest olijatest on hästi meelde jäänud Jaan Tamm, Valdeko Paluveer, Johannes Raamat ja Uno Hermann, rühma üle-maks oli minu mäletamist mööda Eduard Eslas. Latipoistest on meeles vähesed, seda kohta keegi pikalt ei pidanud. Mäletan Veljo Rannikut, hilisemat tunnustatud looduskaitsetegelast ja tulevast kirjanikku Henn-Kaarel Hellatit.

Geodeetidest vanim oli Pihkva maamõõdukoolist enne esimest ilmasõda hariduse saanud Jaan Tamm, kes tegutses II maailmasõja eelses Eestis vannutatud maamõõtjana. Ühel esimestest mõõtmis-töödest oma latipoisi säravas karjääris läksin Jaan Tammega Tartu õllevabriku lähedal Supilinna nõlval asuvat eraomaniku krunti kaheks jagama. Ilm oli parajalt talvine ja kõva idatuulega. Niikaua kui latipoiss liikuda sai, polnud suurt häda midagi. Kuid töö sai tehtud ja Pihkva kooliga mees tegi kohe sealsamas kontrollvaated, et juhusliku mõõtmisvea korral ei peaks hiljem enam uuesti välja tulema. Seni kui tema oma arvutusi tegi, pidin mina seisma ja ootama. Varsti hakkas külm ja üha külmemaks läks. Vana mees koh-mitses minu arust liiga kaua ja õigepea hakkasin ettevaatlikult nurisema, et ehk aitab juba, töö on ju tehtud ja lähme ära. Mõne hetke pärast tõstis Jaan pea arvutuste kohalt, vaatas mulle teraselt otsa ja ütles: „Mina õpetan sind õigesti tööd tegema, küll elu ise õpetab sind viilima.“

Maamõõtjaks õppima

Kompartei 1957. aasta määruses oli ka selline punkt, et peale kaht aastat tootvat tööd võis noor inimene minna üritama sissepääsu kõrgemasse kooli. Seega oli kaks aastat minu elust kõrgemalt poolt ette planeeritud ja rohkem ma selle edasiõppimise teemaga enam ei

tegelenud. Latipoisi töö kaudu õppisin vanemate ja targematega suhtlemist, sain mõõtmiste juurde kuuluvaid teadmisi ja oskusi ning kevadeks olin juba ülendatud tehnikuks, varasemale lisaks anti mulle teha lihtsamaid arvutusi või nende kontrollimisi.

Juulikuu 20ndal päeval lõi aga „välk peldikusse“ (nii armastas öelda Valdeko Paluveer). Mulle toodi kutse sõjaväkke minekuks, valmis pidin olema augusti algul. Pidasin siis inseneridega nõu ja üksmeelne otsus oli, et mul tuleb paberid EPAsse viia ja hakata maakorraldust õppima. Eriti pani edasiõppimist mulle südamele sügava ajaloo huviga Uno Hermann, kes vanema kolleegina elutarkust jagas ja tihti oma elujuhtumeid ning sõjakogemusi pajatas. Igatahes oli tema see mees, kes minu huvi ajaloo vastu õhutas. Kui siis tekkinud olukorras isa-ema küsisid, mida ma edasi teha kavatsen, vastasin joonelt, et lähen ajalugu õppima. Ema, kes oli segastel sõjaaastatel vähemalt kaks korda Tartu ülikooli lõpetanud, lisaks veel partei õhtu-ülikooli, ütles, et igal võimul on oma ajalugu ja parem oleks midagi reaalselt õppida.

Nõnda kaldus valik maamõõtmise kasuks. Kõigepealt kulus nädal vajalike dokumentide kokku korjamiseks, et sõjakomissariaadis nende abil eksamite tegemiseks kuuajaline pikendus välja nõuda. Paar-kolm päeva närveerimist ja vastuse ootamist ning vastuvõtukomisjoni viimase tööpäeva õhtul jõudsin oma dokumentidega kohale. Avar ruum oli täiesti tühi, suurem osa komisjonist juba lahkunud ja viimane töötaja kohmitses oma asju kokku panna. Minu dokumendid registreeriti suure pahandamise saatel.

Maakorralduse osakonda võeti sel aastal vastu 15 inimest. Soovijaid eriti palju ei olnud, kaks ja pool või kolm ja pool ühe koha peale. Esimeseks eksamiks sain valmistuda kolm päeva, juhtus olema eesti keele kirjand. Mis asja ma selle aja jooksul lugesin või õppisin, enam ei mäleta. Kolme päeva pärast oli järgmine eksam – füüsika. Nii läks kogu see karusell kolme-nelja päevase rütmiga käima. Järgnesid veel algebra, vene keel, geomeetria ja võõrkeel (võib olla, et seda polnudki, ei mäleta enam). Järgmise eksami eelsel päeval pandi eelmise eksami tulemused tutvumiseks välja. Iga kord olin suutnud omad rooste läinud teadmised kolme väärtuses esitada ja püsisin „töölisnoorena“ pidevalt konkurentsisis. Eksamid lõppesid selliselt, et osakonda võeti vastu 14 täisviielist inimest ja „erialaste praktiliste

teadmistega“ latipoiss, kes seekord parteiprogrammide soosikuna oli kõik eksamid rahuldavalt ära teinud. Ukse taha jäi mitmeid kõik eksamid viiele teinud eksaminante. Üks aasta latipoisi elu oli minust teinud „kogenud“ maamõõtja ja esimeste kursuste eriala loengutes õppejõudude kontrollküsimustele pidevaks vastajaks.

Augusti lõpuks viisin vastuvõtukomisjonist antud ja templiga kinnitatud paberitest koopia sõjakomissariaati. Sekretärineiu registreeris need ja viis ülemale allakirjutamiseks ja sõjaväekutse tühistamiseks. Mõne minuti pärast kamandati mind jutuajamisele. Venekeelsest kõvahäälest jutust sain selgeks, et kodumaa vajab mind nüüd ja kohe ning mitte viie aasta pärast. Kuid paberitel olnud pitsat ja vastuvõtukomisjoni tehtud asjaolusid kontrolliv telefonikõne löid võimaluse kohtumiseks viie aasta pärast uuesti, kohustuseks tehti vahepeal kindlasti kõrgem kool lõpetada ja siis rivvi astuda. Aga rivvi astusin alles 30 aasta pärast.

Tõnu Raid

33. Rahvusvaheline geograafia kongress Pekingis

Rahvusvahelisi geograafiakongresse peetakse alates 1871. aastast, mil geograafid kogunesid esimesele kokkusaamisele Antverpenis, kuigi Rahvusvaheline Geograafia Liit (*International Geographical Union* – IGU) asutati ametlikult ligi 50 aastat hiljem. Seekord oli iga nelja aasta tagant toimuva kongressi võõrustajamaaks Hiina, mille pealinnas Pekingis toimus 21.–25. augustil 2016 järjekorras 33. Rahvusvaheline Geograafia Kongress (*The 33rd International Geographical Congress*), kus Eestist osalesid EGSi president Mihkel Kangur ja seltsi teadussekretär Tiit Vaasma.

Sellised rahvusvahelised teadusüritused on suured, Pekingis osales üle 5000 osavõtja, mistõttu enamikke ettekandeid ei olnud võimalik kuulata. Oluline oli jõuda plenaarettekannetele ning leida suurest valikuvõimaluste hulgast huvipakkuvad sessioonid. Plenaarettekanded andsid suurema üldistusastme ja kutsutud esinejate tõttu hea ülevaate geograafiateaduse arengusuundadest erinevate distsip-

liinide viisi. Selliseid ettekandeid kuulates on võimalik olla üldjoontes kursis kolleegide tööga, kelle kõigi artiklitega ei jõua tutvudagi. Mitmete plenaettekannete ühine sõnum oli üleskutse erinevate teadusharude tihedamaks koostööks säilenõrke ühiskonnakorralduse arendamisel. Just geograafias, kui oma olemuselt interdistsiplinaarses teaduses, nähakse kesksel rollil erinevate teadlaste koostöö raamistamisel. Ilma ühiste pingutusteta inimese ja keskkonna vaheliste suhete mõtestamisel ning uute käitumismudelite väljatöötamisel kõigil elualadel ning tasanditel, muutub inimkonna jätkusuutlik areng üha keerukamaks kui mitte võimatuks. Ajalisruumilise mõtlemis- ja kirjaoskuse arendamist nähakse riiklikes õppekavades üha olulisematenä.

Arvestades andmehulkasid, mida inimkond tehnoloogilise arengu toel meid ümbritseva keskkonna kohta kogub, muutuvad spetsialistid, kes oskavad selliseid andmehulkasid analüüsida, mõtestada ning rakendada, ühiskonnas üha hinnatumaks. Geoinfo-süsteemide üha laiem kasutuselevõtt on muutnud paljude riikide õppekavu selliselt, et vahepeal justkui teisejärguliseks muutunud geograafia on taas tõusnud fookusesse. Geograafiahariduse sessioonis esines ka Mihkel Kangur ettekandega *Assessing the Effectiveness of Digital Learning Tools for Outdoor Learning Processes* (kaasautorid J. Terasmaa, G. Arro, L. Puusepp, E. Malleus, P. Tamme, A. Kukk). Taaskord sai tõdetud, et Eesti on traditsiooniliselt hea geograafia haridusega maa, sellele annab kinnitust ka Eesti noorte tubli esinemine 13. rahvusvahelisel geograafiaolümpiaadil, mis toimus 16.–22. augustil samuti Pekingis ning mille kuldmedaliste autasustati kongressil.

Kuigi loodusgeograafiliste ettekannete osakaal oli seekord väike, andis oma panuse sellesse Tiit Vaasma posterettekannes sessioonis „Kliima muutused erinevates skaalades“, mis kandis pealkirja *Changes in Storminess in the Northeastern Baltic Sea Region During the Holocene: a Case Study from Coastal Areas of Estonia* (kaasautorid E. Vandel, S. Sugita, H. Tõnisson, K. Vilumaa, A. Anderson, M. Pensa, A. Kont, J. Terasmaa, M. Kangur, L. Küttim, M. Küttim, L. Puusepp).



Eesti Geograafia Seltsi president Mihkel Kangur Pekingis 33. Rahvusvahelisel Geograafia Kongressil.

Palavust trotsides oli konverentsist vabal ajal mahti külastada mõningaid vaatamisväärsusi. Kuumuse eest leidis pelgupaika 2008. aasta suveolümpiamängude tarvis laiendatud ja täielikult renoveeritud metroos, kus mõneminutilise jahtumise järgselt oli keha kaetud soolaka kihiga. Siseõhu konditsioneerimisega seal kokku ei hoita, hoolitama sellest, et paljusid see kõhima ja tatistama ajab (meie jaoks on kohalikel inimestel ebameeldiv komme luristada nina ja kõhida suule kätt ette panemata). Ühele maailma suurimale väljakule (44 ha), Tian'anmeni väljakule (Taevase Rahu Väljak) minnes, oligi meie esimeseks ülesandeks osta tänavakaubitsejatelt lõõskava päikese eest varju pakkuvad peakatted. Koheselt sai selgeks, et hinnas kauplemine on seal tavaks ja kauba lõplikuks hinnaks kujuneb algselt 50% ja rohkemgi väiksem summa. Nii joostigi Mihklile tänaval järgi ja pakuti plastikust riisimütsi hinnaks 20 jüaani algse 60 asemele. Kui ta sellest ikkagi loobus kostitati teda sõnadega *You crazy fool*.

Kuigi pärast pikki järjekordi ja korduvaid turvakontrolle pääsesime pärastlõunal Keelatud Linna (aastas külastab seda üle 15 miljoni inimese), siis sealse siseruumides oleva muuseumi päevane limiit, 20000 inimest, oli selleks ajaks juba ületatud ja ukсед külastajatele

suletud. Ega siis muud üle jäänudki kui kurnatud keha tundmatu nimelise supiga kosutada, mille sisu kirjeldas kelner kahte näppu peakohale asetades ja niiviisi meile tundmatuks jäänud sarvelist jäljendades. Kusjuures ühel teisel päeval sama nimega suppi tellides, saime hoopis tuvi liha sisaldava leeme osaliseks.



Eesti Geograafia Seltsi esindus Hiina müüri ääres.

Meeldivaks käiguks kujunes Pekingist umbes 60 km kaugusel Badalingis asuva Suure Hiina müüri külastamine. Selle Kollase mere Korea lahest kuni Gobi kõrbe Gansu provintsini ulatuva kaitserajatise kogupikkuseks loetakse pärast 2009. aasta arheoloogilisi avastusi ca 8850 km (peamüüri pikkus 2400 km, lisaks hõlmab ka looduslikke barjääre, kraave ja valle). Mõõda trepiastmeid, mis tulenevalt reljeefist ja vaenlase liikumise takistamisest, on ehitatud erineva kõrguse ja laiusega, rühkisime ikka kõrgemale ja kõrgemale, kuid iga nuki tagant avanes vaade veel kõrgemale punktile ja seetõttu otsustasimegi seekord mitte läbida kogu müüripikkust ja piirdusime vaid paaritunnise matkaga, sest külastamist ootas ka üks Mingide dünastia mausoleum, nefriidi ehk jadeiidi töötlemise tehas, siidivabrik ja teemaja, kus ka seltsimees Putin oli tervistavat jooki rüübanud.

Giidiks oli meil jutukas noormees, kes tutvustas Hiina kombekohast pereelu ja kurtis ka keerulist Pekingi elu-olu. Konverentsilt saime ka kinnitust, et Pekingi kinnisvara hinnad on tulenevalt riigi survest pidevas tõusus. Vähe sellest – tõus on maailmas üks kiiremaid ja ka ruutmeetri hind üks kõrgemaid. Võrdlus toodi viisil: "Pekingi kinnisvara on juba kallim kui Hongkongis". Kinnisvara hindade taga on valitsuse poliitika, hoidmaks majandust pidevas kasvus, mis iganes hinnaga. Näitena toodi lause reklaamist: "Ostad auto, saad kaasa korteri". Tänavapilti uuendatakse pidevalt. Juba mõnekümne aasta vanused majad lammutatakse ja uued ehitatakse asemele. Uhkeks kinnisvaraarenduseks on muidugi 2008. aasta suveolümpiamängude tarvis rajatud linnak oma väljakute, hoonete, parkide ja muude rajatistega. Samas toimus ka geograafide kongress ja öömajagi leidsime olümpialaste hotellis.

Mihkel Kangur ja Tiit Vaasma

Geograafiaolümpiaadid 2016. aastal

Paide

Paide Gümnaasium võõrustas 6.–7. maini 2016. a vabariikliku geograafiaolümpiaadi lõppvoor. Kokku osales alates 7. klassist kuni gümnaasiumi lõpuni 96 noort üle Eesti, kes olid edasi pääsenud kooli- ja piirkondlikust voorust. Kirjalik töö toimus arvutiklassis Moodle'i keskkonnas, maastikuvõistlus Paide kesklinnas ja Vallimäel, õppeekskursioon viis Järvamaa radadele Balti keti mälestusmärgi juurde ning Naabriplika seriaali võtkeotadele. Huvitavaimaks pusimisülesandeks nii koostajatele, lahendajatele kui ka parandajatele kujunes päikesevarju aja, pikkuse, nurga jms määramine ortofotodel kui vaid osa vastavaist muutujaist olid ette antud (suncalc.org).

Gümnaasiumi planeerimisülesande kõige loomingulisem osa oli välja pakkuda 2-kilomeetrine Paide kultuurikilomeeter, mis tuli koostada linnaruumis ringi liikudes, jälgides ajaloolisi kaarte ning fotosid, vaadeldes toimud maastikumuutusi, nt raudtee kadumist. Noorematele osalejatele valmistas kõige rohkem raskusi ajalooliste fotovaadete paigutamine tänapäevasesse linnaruumi.

Lisaks olümpiaadi ülesannetele toimus rida keskkonnahariduslikke tegevusi, mida toetas Keskkonnainvesteeringute Keskus (KIK): Erik Puura akadeemilise loengu kuulamine energiast ja selle kriisist, õpilaste töötubasid viis läbi Keskkonnaamet, kohal oli ka Keskkonnabuss ja õpetajatele korraldas seminari ökosüsteemide teenustest Aija Kosk.

Daugavpils

Baltimaade (lisaks Poola ja Venemaa) geograafiaolümpiaad toimus 28. juunist kuni 1. juulini Daugavpilsis ülikoolis. Mõnes mõttes toimib see rahvusvahelise olümpiaadi treeninglaagrina, kus õpilased saavad teha võimalikult sarnases formaadis ja inglise keeles koostatud kirjaliku töö, välitöö ning multimeediatesti. Samas ei jää ka siin

paremusjärjestus selgitamata ja võitjad autasustamata. Suurim erinevus seisneb selles, et lisaks neljale gümnaasistile lubatakse kaasa võtta ka lootustandvamad noored tähed, antakse tagasi nende tööd ja kõikide küsimuste osas antakse tagasisidet, mis läks halvasti ja mis oli hästi.

Kirjalik töö koosnes kuuest erinevast teemast, millest kõige raskemaks osutus mussoone puudutav osa ja sellega seotud küsimused. Välitöö raames tuli tegeleda kaardistamisega Daugavpils linnuses ja Griva piirkonnas, mille kevadine suurvesi võib üle ujutada. Sealse madala lammi ja poldri osas tuli planeerida elamupiirkonda üleujutuste eest kaitsvaid lahendusi ning teooria osas vastata üldisematele üleujutuste tekkepõhjuseid käsitlevatele küsimustele ja võimalikele tagajärgedele. Eesti võistkonna esindajate kohad 35 osaleja seas:

6. Eva-Maria Tõnson (Hugo Treffneri Gümnaasiumi 11. klass, õpetaja Ülle Seevri).

15. Andreas Must (Tallinna Reaalkooli 9. klass, õpetaja Piret Karu).

23. Jaanus Lekko (Tallinna Inglise Kolledži 10. klass, õpetaja Kersti Jankovski).

25. Richard Luhtaru (Miina Härma Gümnaasiumi 9. klass, õpetaja Maiu Kaljuorg).

26. Joosep Kaimre (Hugo Treffneri Gümnaasiumi 10. klass, õpetaja Ülle Seevri).

31. Kati Iher (Hugo Treffneri Gümnaasiumi 10. klass, õpetaja Ülle Seevri).

Olümpiaadi juurde käis ka väike kultuurikava. Eriprogrammina viidi juhendajad, samal ajal kui õpilased tegid kirjalikku tööd, kesklinnas asuvasse Latgale samaka muuseumisse, mis lõppes ka kohaliku šmakovka degusteerimisega. Koos õpilastega külastasime Daugavpils kindlust ja linna ning käisime uudistamas ning pikniku pidamas Dviete lammitasandikul, mis on rahvusvahelise tähtsusega linnu- ja ühtlasi ka Natura võrgustiku ala.

Peking

Rahvusvaheline 13. geograafiaolümpiaad toimus 16.–22. augustini Pekingis. Järjest kasvanud riikide hulk on muutnud konkurentsi üpris tihedaks – esindatud oli 45 riiki 173 võistlejaga! Võimaluse oma riiki esindada saab kuni neli 16–19 aastast õpilast, kes on võitnud kohaliku võistluse ja ei ole veel alustanud õpinguid kõrgkoolis.



Kirjalik töö rahvusvahelisel geograafiaolümpiaadil Pekingis.

Kirjalik töö koosnes kuuest osast: maalihked, tsunamid, Phewa järve sügavushorizontaalid ja profiil, tuule tugevus, rahvastiku- ja linnateemad. Olümpiaadil ei kontrollita niivõrd fakte, vaid teoreetiliste teadmiste uues kontekstis rakendamise oskust, analüüsivõimet ning argumenteeritud seoste-põhjuste väljatoomist. Eestil oli seekord juhtroll kirjaliku töö koostamisel ning heameel on tunnistada, et tööd said üle vaadatud 23 tunniga.

Välitöö põhines Pekingi Wangjingi linnaosa elamurajooni, lähedal asuva Beixiaohe jõe ning ühe ristmiku senise olukorra hindamisel ja planeerimisel. Alade kaardistamine kujunes õpilastele elamuseks, sest kolme tunni vältel sadas tugevat hoovihma. Järgmisel päeval oli ülesanneteks planeerida uued jätkusuutlikud ning elukvaliteeti parandavad lahendused, võttes arvesse eelmisel päeval märgatu.

Nii multimeediatestis kui ka teistes töodes kimbutas ajahäda, kuna vastata tuli inglise keeles. Muukeelsetel õpilastel on õigus kasutada

sõnaraamatuid ja lisaks on neile antud kirjaliku töö tegemiseks pool tundi rohkem aega. Multimeediatestis ja välitöö ülesannete täitmiseks lisa-aega ei antud. Kindlasti muudab see oluliseks inglise keele ja selles keeles väljendamisega oskuse ning muudab töö tegemise natuke raskemaks. Samas hoiab palju aega kokku tõlkimise arvelt ja parandamine ning tulemused on selle võrra ka läbipaistvamad. Lisa-aega oleks pidanud ilmselt andma ka korraldajatega inglise keeles suhtlemiseks.

Olympiaad võimaldas ka veidi ringi vaadata, nii organiseeritult kui ka omal käel. Kardetud sudu oli vähem, samas august pidavat olema kõige puhtam aeg. Hiinas on palju inimesi, samas tänaval kõndides see nii väga tunda ei andnud, küll aga Keelatud linna ja Suvepaleed külastades. Giidi sõnul peab iga hiinlane need ikka korra elus üle vaatama, nii sõidab neid sinna kokku päris palju ja külastajate arv päevas ulatuvat isegi üle 50 000. Tiptunnil on trügimist väravate ja kitsamate kohtade läbimisel küll. Turiste väga ei tülitata, v.a pildistamise eesmärgil – tundsimine end filmitähtedena.



Pärast IGU kongressi avatseremooniat ja kuldmedalistide autasustamist. Vasakult: Joosep Kaimre, Kati Iher, Eva-Maria Tõnson ja Kaarel Siimut.

Tänaval ja metros liikudes võis igal pool näha nutiseadmeid, mida kasutati rohkelt pildistamiseks, videote vaatamiseks, tekstisõnumite vahetamiseks ja kaardi uurimiseks. Tehnikahinnad poodides on meie omadega võrreldavad. Meile harjumatu hakkas sõna “guugeldama” asenduma vaikselt “bingimise” ja “yahootamisega”, sest Google’i erinevad rakendused on Hiinas vähemasti mingil tasemel blokeeritud või häiritud, sama lugu on ka Facebook’iga. Naljaka lisana, mis ei käi ainult tehnikavidinate kohta, ütlevad hiinlased “Made in Japan” kui nad tahavad osutada asjade kehvale kvaliteedile. Kokkuvõttes tundub olevat igati moodne tsivilisatsioon.

Olümpiaadijärgsel ekskursioonil tutvusime terrakotasõdalaste tohutu territooriumi, Hua Shani mägede ning Huang He – Kollase jõe – Hiina Emajõe Hu Kou karestikuga; omal käel veetsime aega iidses Hiina pealinnas Xi’anis. Järgmisel aastal toimub olümpiaad Belgradis, Serbias ning ülejärgmine Quebecis, Kanadas.

Eesti õpilaste tulemused Pekingi geograafiaolümpiaadil 2016

Koht	Nimi	Kool	Klass	Õpetaja
34. hõbe	Eva-Maria Tõnson	Hugo Treffneri Gümnaasium	11.	Ülle Seevri
51. pronks	Kaarel Siimut	Paide Gümnaasium	12.	Elbe Metsatalu
102.	Joosep Kaimre	Hugo Treffneri Gümnaasium	10.	Ülle Seevri
133.	Kati Iher	Hugo Treffneri Gümnaasium	10.	Ülle Seevri

Riikide järjestus rahvusvahelisel geograafiaolümpiaadil 2016

1. Austraalia	5. Hiina Taipei (Taiwan)	9. Suurbritannia
2. Singapur	6. Hiina Peking	10. Leedu
3. Tai	7. Ameerika Ühendriigid
4. Venemaa	8. Rumeenia	21. Eesti

Anu Printsman ja Edgar Sepp

Konverents „100 aastat õietolmuanalüüsi meetodit“

Eesti Geograafia Selts korraldas 9. detsembril Eesti Teaduste Akadeemia suures saalis Tiiu Koffi eestvedamisel õietolmuanalüüsi 100. aastapäevale pühendatud konverentsi. Tänavu möödus sada aastat rootsi geoloogi palünoloogia ühe rajaja Lennart von Posti esimese õietolmudiagrammi esitlusest Skandinaavia loodusteadlaste kokkusaamisel. Vähem kui kümne aasta pärast oli see meetod kasutusel ka Eestis kui baltisaksa päritolu geo- ja palünoloog Paul William Thomson kirjeldas esmakordselt Eesti soode turba õietolmukoostist. Sellest ajast alates on õietolmuanalüüsi arendatud ja kasutatud erinevate paleogeograafiliste küsimuste lahendamiseks, millest anti ülevaade ka konverentsi ettekannetes.

Tiiu Koff rääkis õietolmuanalüüsi meetodi kasutamise ajaloost Eestis. Teiste seas peatus ta ettekandes Thomsoni töödel, kes andis esimesena ülevaate Eesti metsade arengust jääajajärgsel ajal, milles käsitles ka Läänemere arengu staadiume, inimasustuse ajalugu ja loomastiku muutusi. Erinevates ettekannetes käsitleti II Maailmasõja järgseid palünoloogilisi uurimistöid Tartu Ülikooli geoloogia kateedris, kus L. Orviku juhendamisel kujunesid järgmise põlvkonna palünoloogid A. Sarv, R. Männil, R. Pirrus. Nende uurimisvaldkonnad hõlmasid Eesti ala arengu erinevaid perioode: Pleistotseeni (E. Liivrand), Hilisglatsiaali (R. Pirrus), Holotseeni (R. Männil, K. Veber, A. Sarv, R. Pirrus). Läänemere arengu erinevate staadiumite uurimisel kasutas õietolmuanalüüsi H. Kessel (1961). Õietolmuanalüüsi rakendustega Eestis on tegelenud veel H. Mäemets, T. Koff, K. Kihno, K. Kimmel, A. Poska, S. Veski, M. Kangur ja mitmed teised. Kuna õietolmuanalüüs on kasutatav ka arheoloogias, siis korraldati konverents koos arheoloogidega. Samal päeval toimus järjekordne Lembi Lõugase poolt korraldatav interdistsiplinaarseid võimalusi mineviku sündmuste uurimisel käsitlev seminar. Niiviisi saigi kaks sarnase sisuga teadusüritust ühendatud.

EGSi konverentsil rääkis Aivar Kriiska Thomsoni soogeoloogilistest uurimistest ning arheoloogia ja õietolmuanalüüsi seostest. Arheoloogia huvitavatelt radedelt siirdusime Siim Veski eestvedamisel minevikukliima rekonstrueerimise juurde, misjärel Anneli

Poska andis ülevaate pärastjääaegse taimkatte ja põllunduse arengust Karula kõrgustikul. Kuna kõik minevikusündmusi käsitlevad rekonstrueerimised on seotud modelleerimisega, oli loogiline, et maailma mastaabis selle valdkonna üks tuntumaid teadlasi, Tallinna ülikooli ökoloogiakeskuses töötav Shinya Sugita järgnevalt ka mudeleid tutvustas. Kui ajaloolistest andmetest räägitud, kuulasime Mart Villi, kes andis ülevaate õietolmu seirest Eestis. Konverents lõpetati aga magusalt, kui Liisa Puusepp rääkis mee uurimisest õietolmu analüüsi meetodit kasutades.



Kuulajad jälgivad huviga järjekordset ettekannet konverentsil „Õietolmu-analüüs 100”. Foto: Tiit Vaasma.

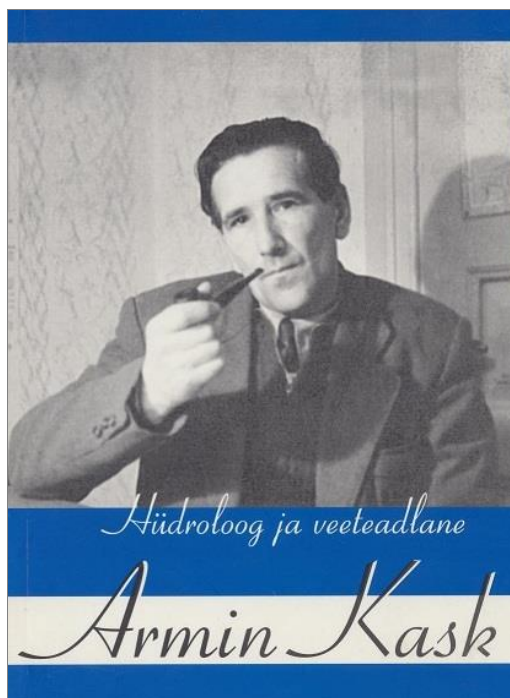
Tiit Vaasma

Eesti hüdroloogiakonverents. 100 aastat Armin Kase sünnist

Hüdroloogid ja veemajandusega seotud inimesed tähistasid 28. septembril Armin Kase 100. sünniaastapäeva hüdroloogiakonverentsiga Tallinna tehnikaülikoolis. A. Kask oli Eesti hüdroloogide vanema põlvkonna silmapaistev esindaja, kelle uurimistöö oli seotud sisevete hüdroloogia ja veemajanduse mitme suunaga ja teda võib

pidada õigustatult üheks esimeseks veemajandusteadlaseks Eestis. Sedavõrd mitmekesine oli tema teaduslike ja rakenduslike tööde temaatika.

Konverentsi, mille üldteema oli „Miinimumäravool ja veemajanduse korraldamine“, organiseerisid Eesti Veeühing ja TTÜ keskkonnatehnika instituut. Eelmine hüdroloogikonverents toimus 1997. aastal Tartus ja siis oli teadusürituse korraldajaks TÜ geograafia instituut.



Armin Kask sündis 25. septembril 1916 Jaanilinnas, mis oli siis Narva linnaosa. Riiklikus hüdroloogiateenistuses töötas ta alates 1941. aastast kuni 1961. aasta lõpuni, olles 1946. aastast Tallinna hüdroloogiajaama juhataja. Teadlasettee viljakas aeg möödus tal Tallinna polütehnilise instituudi sanitaartechnika laboratooriumis, kus ta oli pikemat aega vanemteadur ja sektorijuhataja (kuni sur-

mani 26. augustil 1983). Geograafiakandidaadi väitekirja "Jõgede miinimumäravoolu määramine veekvaliteedi arvutamisel" kaitses A. Kask Moskva Riiklikus Ülikoolis 1969. aastal.

Veemajanduse ringkondades oli A. Kask tuntud eelkõige tema arvukate rakendusuringute järgi, mis käsitlesid jõgede äravoolurežiimi, reostuskoormust, heitvee mõju jõgede seisundile, äravoolu reguleerimist ning hüdroloogia ja veemajanduse integreeritud andmebaaside loomist ja andmeohjet. Kõige rohkem oli tema teadustöö seotud miinimumäravoolu uuringutega ja sel alal oli ta omal ajal üks tuntumaid spetsialiste mitte ainult NLiidus, vaid ka teistes Läänemere riikides. Ta oli põhjaliku ja tõsise suhtumisega teadlane, kes toetus konkreetsele materjalile, ega teinud ebamääraseid järeldusi ja üldistusi.

Armin Kask oli Eesti Geograafia Seltsi liige ning tema sisukad artiklid ilmusid ka EGSi väljaannetes – aastaraamatutes ja ingliskeelsetes nelja aasta tagant ilmuvates kogumikes. Eesti sisevete hüdroloogias on tähelepanuväärseks tulemuseks tema artikkel minimaalse äravoolu jaotumusest Pirita jõgikonnas, mis ilmus 1961. aastal EGSi aastaraamatus. See oli esimene mahukas teaduspublikatsioon, mis baseerub hüdromeetriliste ekspeditsioonide (vooluhulga mõõtmised) käigus saadud materjalil, mis täiendasid oluliselt vaatlusvõrgus kogutud andmestikku.

A. Kase elu ja teadustegevust hüdroloogia ja veemajanduse alal tutvustasid konverentsil oma ettekannetes Astrid Saava, Maaja Narusk ja Arvo Järvet. Miinimumäravoolu uuringutest hüdrometeoroloogia teenistuses 20. sajandi teisel poolel, mille algatajaks oli samuti A. Kask, andsid ülevaate Alvina Reihan ja Anna Põrh. Eestis on 20. sajandi teisel poolel miinimumäravoolu mõõtmisi lisaks hüdrometriajaamadele tehtud ligikaudu 10 000 korda, mis on oluline täiendus vaatlusvõrgus kogutud andmetele.

Konverentsi teise poole ettekannetes käsitleti Eesti jõgede miinimumäravoolu määramise meetodikat, jõgede veerežiimi muutusi ning äravoolu ja põhjavee vahelisi seoseid. Viimati nimetatud uuringute alal on Eesti teenekamaid teadlasi hüdrogeoloog Leo Vallner, kelle ligi 50 aastat tagasi alustatud äravoolu mõõtmised põhjavee veevahetuse mudeli loomiseks pole kaotanud aktuaalsust

praeguse ajani. L. Vallneri loodud Eesti arteesiabasseini põhjavee dunaamiline mudel on just see, mida on võimalik kasutada nii teaduslikes kui rakenduslikes uuringutes, kus on vaja arvestada ka põhjavee äravoolu jõgede voolusängi. Piisava algandmestiku korral on võimalik Vallneri mudeli abil rekonstrueerida mineviku ja prognoosida tuleviku hüdroloogilist olukorda nii põhja- kui ka pinnavee osas, sh prognoosida kliimamuutusest tulenevat mõju põhjaveevaru täienemisele ja jõgede miinimumäravoolule. Eesti on üks vähestest maailma riikidest, mille jaoks on loodud kogu territooriumi ja selle lähikonda hõlmav regionaalne hüdrogeoloogiline digimudel, mis on detailselt kalibreeritud põhjavee dunaamikat määravate parameetrite järgi.



Tallinna Tehnikaülikooli poolt oli konverentsi korraldajaks Maret Merisaar.

Viimasel aastakümnel on taas suurenenud huvi väikeste jõgede miinimumäravoolu uurimiseks, et põhjalikumalt selgitada äravoolu ja vee-elustiku (veeökosüsteemi) vahelisi seoseid. Eriti oluline on veevaeste perioodide veelolude uurimine, sest siis põhjustab vee-

vähesus kõige suuremat kahjulikku mõju jõe ökosüsteemile. Sellest tulenevalt on üha rohkem hakatud miinimumvooluhulga mõiste asemel kasutama mõistet ökoloogiline vooluhulk, seda ka Eestis. Viimase määramiseks on maailmas ligi 200 erinevat meetodit, kuid nende seast Eesti tingimustesse sobivaimat valida on raske, sest arvestada tuleb kohalikke olusid jõgede äravoolu kujunemisel. Eestis on pealegi iseloomulik pikaajaline veeolude, sh äravoolu tsükliline muutlikkus. Viimastel kümnenditel on märgatav mõningane miinimumäravoolu aastatevahelise varieeruvuse suurenemine. Neid küsimusi käsitlesid oma ettekannetes Peeter Ennet, Tiia Pedusaar, Eero Pihelgas ja Juan M. Garcia Keskkonnaagentuurist, Alvina Reihan ja Enn Loigu TTÜ keskkonnatehnika instituudist ning Arvo Järvet TÜ geograafia osakonnast.

Konverentsi kokkuvõttes sai järeldada, et Eestis tegeleti 20. sajandi teisel poolel miinimumäravoolu uurimisega, sh ekspeditsiooniliste mõõtmistega mitmes asutuses: Hüdrometeoroloogiategenistus, Eesti Maaparandusprojekt, maaparandusvalitsused, TA Geoloogia instituut, Eesti maaviljeluse ja maaparanduse instituut, kõrgkoolid (TTÜ, TÜ). Mõõtmistulemused on aga kokku koondamata ja osalt on andmete säilimine teadmata. Puuduvad usaldusväärsed arvutuslikud tulemused hüdroloogiliselt uurimata vooluveekogude kohta. Veemajanduse korraldamiseks on vajalik määrata a) vooluveekogude lõigud, mis jäävad veevaesel ajal kuivaks ning b) merre ja suurtesse järvedesse suubuvate jõgede ja ojade suudmelõigud, mis suubla veetasemest tulenevalt ei saa ka pika põua ajal veevaeseks jääda. Viimaste puhul ei ole ökoloogilise vooluhulga tagamine nii oluline kui jõgede ülem- ja keskjooksu lõikudel.

Arvo Järvet

Raamat Jaan Eilarti lugudest

Möödunud aastal avaldas kirjastus „Ilmamaa“ oma väärikas „Eesti mõtteloo“ sarjas kokkuvõtte Jaan Eilarti (1933–2006) loomingust, pealkirjaga „Õitse ja haljenda“ (koostajad Andres Tõnisson ja Taavi Pae). Ülikooli lõpudiplomi ja hilisemate teadustööde põhjal võiks

Eilartit pigem bioloogiks pidada, ent kolmkümmend aastat väldanud töö TÜ geograafiaosakonnas lubab teda samahästi lugeda maateadlaste sekka kuuluvaks. Küllap langeks ka ülikooli-sisene valik, kui asjasse puutuvad institutsioonid küsitlusele vastaks, samas suunas. Enamik tema õpilastest olid geograafid, enamiku loengutest luges ta geograafidele, enamiku aega oli tema töölaud (mille taga teda peaaegu ei nähtud) Vanemuise tänava õppehoone 3. korrusel, ruumis 340.

Eilarti kui õppejõu ainekava läbi nende aastate hõlmas looduskaitset, kodu-uurimist, biogeograafiat. Valdkondi, millega Eilartil oli tõsisem puutumus on muidugi teisigi: fenoloogia, teadusajalugu, kirjandus, kunst, kultuurilugu kogu oma lõpmatus hargnemises paikade ja isikute ja kõikvõimalike seoste juurde. Üks selline seos viiks nüüd ka „Eesti mõtteloo“ sarja kujundaja – Kaljo Põllu – kaudu Eilarti juurde tagasi, oli ju Põllu tema hea sõber ülikooli kunstikabineti päevil ja hiljem Looduskaitse seltsi tegemistes. Põllu on kujundanud ka suurema osa Jaan Eilarti *ex-libristest*. Ükskõik mis mees Eilart lõpuks ka oli, *geo*-komponent oli tema tegemistes enamasti esindatud.

Eilarti vaimne pärand avaldub mitme tema algatatud liikumise, traditsiooni, hoiakute ja mõttekaasluse kestmises. Paljugi sellest võetakse endastmõistetavana, eelkäijaid mäletamata. See on paratamatus. Eilartist jäänud kirjasõnad (bibliograafias 1200 nimetust) ja mitmed raadiolindistused (umbes 20 pikemat intervjuud Rahvusringhäälingu arhiivis) jätavad siiski kõigile võimaluse avastada (või taasavastada) uuesti selle erilise mehe missiooni – ei olegi siin head eestikeelset sõna tuua (kutsumus?). Veel autori eluajal, 2004. aastal, ilmunud bibliograafia annab ülevaate valdava osa tema ilmunud kirjutistest. Materjal on üpris rikkalik ja mitmekesine ja siit saab tuletada teisegi seose, et just *mitmekesisus* oli *servaeffekti* kõrval see maastikuökoloogia põhiline mõiste, mida Eilart meil 1970-te alguses juurutama hakkas. Tema enda looming on vägagi „servaepektne“ ja esimeses lähenduses nõudis selles orienteerumine teatud süsteemi loomist. Kui tema kirjatöödest sai välja sõelatud võõrkeeltes ilmunu (neist mõni soome keeles ilmunud artikkel, näiteks eesti kroonist, võinuks siiski pälvida ka tänase lugeja huvi), kaasautorluses avaldatu, selgelt pressiteate mõõtu lühikirjutised ja

arvukad otsesed sünnipäevaõnnitlused ning nekroloogid (kokku u 140), siis sai kogu nimistu juba hoomatavam. Miks otsesed? Aga seetõttu, et inimeste tunnustamine ja meenutamine oli Eilarti puhul läbiv tegevus, mis ei pruukinud väljenduda üksi otsese pühendus-tekstina, vaid oli põimitud mõnda keerukamasse seosesse ja avaldus teistes kirjutistes.



Raamatus on antud valikuna sadakond Jaan Eilarti artiklit või siis eraldiseisvat lõiku tema raamatutest. Paratamatult oli valik subjektiivne, eelkõige tuli siin arvestada, et kaetud saaks võimalikult paljud Eilartile olulised teemad, inimesed, paigad. Samuti oli vaja-

lik korduvate motiivide, mida suure kirjatööde hulga juures paratamatult esineb, vähendamine. Kasvõi mõnda üksikvaates väga head artiklit välja jättes. Tänapäevaste tegijatega võrreldes pole Eilart muidugi mingi eriline enesekordaja.

Sellise kogumiku koostamisel oli hea võimalus heita uus pilk tema noorepõlve kirjutistele, tajuda seda lootusrikkust ja entusiasmi, mis 1950-te keskel ka Eesti NSV-d hõlmas ja lõpetada teatud resignatsiooniga, mis jõudis kätte koos Eesti Vabariigiga. Raamatu sisu on liigenduse mõttes pigem klassikaline: tähelepanekuid kodumaalt ja kaugemalt (Järvamaalt Uus-Meremaani, pikemalt ikkagi Tartu), taimeliikide rännuteid otsimas, eeskujud loodusteadlaste seas, kunsti ja looduse seosed, mäletamist vajavad kultuuriseosed, sõbrad ja mõttekaaslased, mõtisklused – piltlikult öeldes kas siis lõkke või kamina ees. Autorina on esindatud Eilart vanuses 15 kuni 70 aastat, seega saab raamatut võtta ka ühe noormehe kujunemisloona. Kirjamehetele päris alguses ei olnudki mitte taimed, vaid Lydia Koidula. Nüüd, tagasivaatavalt *eilartoloogiale* mõeldes võinuks veel kajastada tema ilukirjanduslikke katsetusi, kirjavahetust, retsensioone, aruandeid välissõitudest jne, aga see pole antud raamatu formaat. Küll ehk tulevaste uurijate oma.

Mis puudutab raamatu hoiakuid, siis valik sisaldab eelkõige Eilarti edasipüüdlikuid ja rahvusliku ärkamisaja vaimust kantud kirjatöid. On selge, et sügaval nõukogude ajal pidi ka Eilart harrastama poliitilist mimikrit, et mitte sattuda teistkordselt põlu alla või lausa repressioonide ohvriks. Esimene kord oli see juhtunud näiteks tema mittelubamisega õppima Tartu Riiklikku Ülikooli, kuna perekonnas oli karistust kandvaid inimesi. Isa puhul piisas siin Omakaitse liikmeks olemisest, mis oli ju enam-vähem kohustuslik kõikidele teatud aastakäigu meestele. Jah, Eilarti bibliograafias leiame isikunimede registrist Lenini nime sagedamini kui Edgar Kanti oma, ent see ei tee olematuks fakti, et just Eilart alustas 1987. aastal Kanti nii-öelda rehabiliteerimisega. Pole parata, kui Eilarti kirjanduslik kõrgaeg jäi stagna aja keskele, mil tsensuur surus ka talle peale kohustuslikud reveransid parteile ja valitsusele. Ent Eilart oskas hästi kirjutada ka ridade vahele ja kui avanes võimalus, siis täiendas ta oma kirja saanud mõtet kõnemeheena juba hoopis vabamalt.

Küsimuste küsimuseks jääb muidugi, millised oma artiklid oleks Jaan ise nende saja sekka valinud? Intervjuus ajalehele „Noorte Hääl“ (11. juuli 1982) on 49-aastane Eilart avaldanud, et oleks tahtnud palju rohkem kirjutada „maadest ja rahvastest, eesti teadus- ja kultuuriloost, taimede levimise aastatuhandest, loopealsete kordumatusest, kodukoha tundmisvallast“. Tohoh! Kas siis seda kõike juba ei olnud tolele hetkeks piisavalt? Ju siis ei olnud. Aega süvitsi minekuks oli toona enamikul teadlastel, kes võtsid tosin aastat pusida mõne kitsama probleemi lihvimisel. Enamik sellistest kitsa valdkonna töödest ja teadlastest on tänaseks unustatud. Eilart lihvimiseni ei jõudnudki, ehkki proovis mitmes suunas. Tema missioon oligi laiem, see hõlmas kogu ühiskonda, liigutas masse ja kannustas kõhklejaid ning on seetõttu õpetlik tänaseni.

Andres Tõnisson

TARTU ÜLIKOOLI GEOGRAAFIA OSAKONNA 2016. AASTAL LÕPETAJAD

Geograafia bakalaureuseõpe

Andres Hillep	Hanna Laius	Erki Otsus
Kaspar Huul	Tõnis Laugesaar	Andris Pentjärv
Egert Indres	Taavi Lehemaa	Marcus-Heinrich Puhke
Laura Kabonen	Erik Linde	Kristin Tamberg
Elisabet Kirsi	Madli-Johanna Maidla	Oskar Vevers
Henri Kuusk	Reemet Okas	Holger Virro

Keskkonnatehnoloogia bakalaureuseõpe

Merilin Hoomatalo	Kadri Kurg	Triinu Palmre
Keit Kill	Markus Lelle	

Keskkonnakorraldus ja planeerimine (diplomiõpe)

Eeva Kirsipuu-Vadi	Helena Licht	Allan Raieste
Liana Kirsipuu	Henri Lippur	Elery Taimsaare

Magistriõpe

Inimgeograafia

Allan Allik	Eestist väljuva turismi sesoonsus
Leila Iir	Muutused Eesti maarahvastiku elu- ja töökohtade paiknemises
Karin Kangur	Muutused Tallinna naabruskondade sotsiaal-majanduslikus koosseisus aastatel 2000–2011
Kalju Kratovitš	Sotsiaalmajanduslik ja etniline segregatsioon Tallinnas perioodil 1989–2011
Helena Lind	Eeslinliku asustumustri areng Rae ja Tartu valdade näitel
Liis Metsatalu	Elanikkonna sotsiaalmajanduslik segunemine Tallinna linnaruumis perioodil 1989–2011
Ederi Ojasoo	Ajalooliste linnapiirkondade elanike naabruskonna tunnetus: Tartu linna Ees-Karlova ja Vana-Tammelinna asumite näide
Jaanus Padrik	Tallinna elamufondi füüsiline regeneratsioon ja seosed sotsiaalsete muutustega naabruskondades
Siim Reinla	Elukeskkonna mõju rändekäitumisele
Helin Tamm	Eestvedajate roll periferiseerumisel Kihnu ja Järva-Jaani näitel

Geoinformaatika ja kartograafia

Mihkel Männa	Lähenedissuundade automaattuvastus sõjaväelise maastikuanalüüsi kontekstis
Mart Randmäe	Võsastunud ala läbitavus jalgsi liikuja näitel
Villem Voormansik	Võsastumise tõttu muutunud põllupiiride objektipõhine tuvastamine kaugseire andmetel
Anton Štšeglakov	Riigimaanteedel toimunud liiklusõnnetuste koondumuskohtade leidmise meetodid

Loodusgeograafia

- Annika Arro Lumikatte sõltuvus reljeefist ja mere kaugusest Võrumaa ja Pärnumaa näitel
- Silja Põldma Tsüanobakterite biomassi hindamine optiliselt keerukast ja madalast siseveekogust MERIS satelliidi-tulemite põhjal
- Birgit Viru Pikaajalised muutused lumikatterežiimis Eestis perioodil 1951–2015

Keskkonnatehnoloogia

- Liina Kuisma Liiklussaaste leevendamise meetmete toetamine Eesti elanike hulgas
- Evelin Pihlap Kuivenduse mõju vees lahustunud orgaanilise süsiniku ja huumusainete sisaldusele rabades ja siirdesoodes
- Kadri Saare
(*cum laude*) Sünteetiliste hõbeda nanoosakeste mõju kombineeritud tehismärgalapuhasti biokile bakterite ja antibiootikumiresistentsusgeenide arvukusele
- Hanna Soe
(*cum laude*) Passiivmaja olusringi hindamine Eestis asuva eramu näitel

UUSI DOKTOREID
(DOCTOR PHILOSOPHIAE)
TARTU ÜLIKOOLIST GEOGRAAFIA JA
KESKKONNATEHNOLOOGIA ERIALADEL

Raili Torga

11. aprillil 2016 kaitses Raili Torga doktoriväitekirja „The effects of elevated humidity, extreme weather conditions and clear-cut on greenhouse gas emissions in fast growing deciduous forests“ (Suurenenud õhuniiskuse, ekstreemse ilmastiku ja lageraie mõju kasvuhoonegaaside voole kiirekasvulistes lehtmetsades) maastikuökoloogia ja keskkonnakaitse erialal. Töö juhendajad olid prof Ülo Mander geograafia osakonnast ja rakendusökoloogia prof Krista Lõhmus botaanika osakonnast. Oponent oli professor Bruce Arthur Osborne University College Dublin bioloogia ja keskkonnanuuringute keskusest, mis on sellealane suurim õppe- ja teadusasutus Iirimaa. R. Torga on läbinud eelnevalt bakalaureuse ja magistritaseme õpingud Tartu ülikoolis keskkonnatehnoloogia erialal. Tema doktoritöö on otseselt seotud TÜ Ökoloogia ja maateaduste instituudi uurimisprojektiga, mis hõlmab kasvuhoonegaaside voogude uurimist erinevates ökosüsteemides, et selgitada selle põhjal kliimamuutustest põhjustatud võimalikke muutusi maastike aineringes.

Kasvuhoonegaaside sisalduse kasv atmosfääris põhjustab kliimamuutusi, mistõttu on oluline teada, kuidas ökosüsteemid muutuvad tingimustes käituvad ja milline mõju on ökosüsteemide kohanemisel kasvuhoonegaaside voogudele. Erinevad ökosüsteemid kohanevad kliimamuutustega erinevalt, mistõttu võib nende elujõulisus, levik ning ühtlasi roll süsiniku ja lämmastiku aineringes muutuda. Metsad on kõige levinumad ökosüsteemid Põhja-Euroopas, kattes Eestis 51 % maismaast. Sellest tulenevalt on nende vastusreaktsioonid kliimamuutustele määrava tähtsusega ning Eestis on oodata lehtmetsade osakaalu suurenemist. Metsaökosüsteemid boreaalse ja parasvöötme mineraalmuldadel valdavalt seovad CO₂ ja CH₄ atmosfäärist mulda ja taimedesse ning emi-

teerivad väheses koguses N_2O , kuid märgade muldadega metsades võib toimuda oluline CH_4 ja N_2O lendumine atmosfääri. Ka süsihappegaasi sidumine majandusmetsades ei ole pidev – vahetult lageraie järgselt muutub ökosüsteem algsest süsiniku salvestajast selle emiteerijaks. Lageraie kui metsa majandamise üks etapp tekitab tugeva häiringu, mille mõju, ega ka sellele järgneva metsauuenduse mõju kasvuhoonegaaside voogudele mullast atmosfääri pole piisavalt uuritud.

Raili Torga doktoritöö peamiseks eesmärgiks oli analüüsida kliimamuutuste (suurenenud õhuniiskuse, kuumalainete ja põua) ja metsa-majandamise (lageraie, metsauuendusviisi, puuliigi) mõju kasvuhoonegaaside voogudele kiirekasvulistes lehtmetsades. Autor on kasutanud andmeid, mis on saadud 2006. aastal rajatud metsa-ökosüsteemi õhuniiskusega manipuleerimise eksperimendi katsealal (FAHM) Järveljal (Rõkal) ja 2011. aastal rajatud lageraie katsealal Agalis. Katse käigus suurendati kiirekasvulises lehtmetsa ökosüsteemides suhtelist õhuniiskust keskmiselt 7 % võrra. Katsealadele valiti kiirekasvulised, Eestile olulised lehtpuuliigid. Katsed tehti noortes arukase (*Betula pendula* Roth.) ja hübriidhaava (*Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx.) puistutes ning täiendav lageraie katse küpses halli lepa (*Alnus incana* (L.) Moench) metsas. Arukask on Euraasias laia loodusliku levikuga, olles ühtlasi majanduslikult üks olulisemaid lehtpuuliike Põhja-Euroopas. Hübriidhaab sobib kvaliteetse paberi tootmiseks. Hall lepp on puuliik, millel on lisaks kiirele kasvule võime suurendada mullaviljakust.

Kasvuhoonegaaside (CO_2 , CH_4 ja N_2O) voogusid mõõdeti suletud pimekambri meetodil kord kuus lumevabal ajal. Kasvuhoonegaaside voogusid ja dünaamikat seostati abiootiliste ja biootiliste keskkonnaparametritega, sh mullamikroobide aktiivsusega. FAHM arukase ja hübriidhaava katsevariantides mõõdeti täiendavalt puude ja alustaimestu biomassi jaotust puistute maapealses ja maa-aluses osas ning varisevoogusid mulda. Taimede biomassi jaotusest sõltub oluliselt autotroofne ja varisevoogudest heterotroofne mullahingamine.

Kõigil katsealadel oli CO_2 ja CH_4 voogudel selge sessoonne käik, CO_2 emissioon sõltus peamiselt temperatuurist ja CH_4 sidumine

mullaniiskusest. Süsinikdioksiidi voo moodustab autotroofne ja heterotroofne hingamine, mille aktiivsus sõltub oluliselt temperatuurist. Soojem muld põhjustas intensiivsema CO₂ lendumise, mistõttu juulis (harva ka juunis või augustis) oli emissioon aasta suurim ning varakevadel ja hilissügisel kõige väiksem. Talvise lumeta maapinna ajal tehtud mõõtmiste ja kirjanduse põhjal saab öelda, et talvised CO₂ vood on suvise poolaastaga võrreldes tühised. Kõik katsealad olid metaani sidujad, kusjuures suvel, kui mullaniiskus vähenes, suurenes CH₄ voog mulda. N₂O voogudel oli suur ajaline varieeruvus – suurimad väärtused mõõdeti valdavalt kevadel või hilissügisel, mil üheks emissiooni soodustavaks faktoriks oli suurem mulla niiskus. Selge aastaegadest tulenev N₂O voogude dünaamika puudus.

Suurenenud õhuniiskus mõjutas arukaasikutes ja hübriidhaavikutes kõiki mõõdetud kasvuhoonegaaside vooge mullast atmosfääri. Õhuniiskuse tõus muutis puude transpiratsiooni, veevahetust ja biomassi, mis omakorda mõjutas mullaparametreid. Viimased määravad sageli bioloogiliste protsesside kiiruse, mille tulemusel tekivad või seotakse mullas CO₂, CH₄ ja N₂O. Mullatemperatuur enamasti oluliselt ei erinenud niisutatud ja kontrollalal, kuid mulla veepotentsiaal oli enamasti oluliselt suurem niisutatud aladel.

CO₂ ja CH₄ vood erinesid aastate viisi ning suurenenud õhuniiskuse mõju gaasivoogudele polnud ühesugune igal aastal. Teisel niisutamise aastal katse käigus õhuniiskuse suurendamine ei mõjutanud CO₂ voogu. Järgneval, keskmise sademetehulgaga väga kuumal suvel, niisutamine vähendas CO₂ voogu, kuid seda ainult arukaasikus. Kuumal ja põuasel suvel, neli aastat peale niisutuskatse algust ning valdavalt ka järgneval kolmel aastal, soodustas niisutamine CO₂ voogu. Katseperioodi 3. aastal oli ebatavaliselt kuum suvi, mil oli kõige suurem aastane CO₂ emissioon. Järgneval aastal oli kuuma ja kuiva koosmõju tõttu uurimisperioodi kõige väiksem CO₂ voog atmosfääri nii kuu emissiooni kui ka aasta emissiooni arvestuses. CH₄ sidumine oli niisutuselal enamasti väiksem kui kontrollalal, sest seal oli muld niiskem. Kõige suurem aastane metaani sidumine toimus kuumal ja põuasel suvel. Hübriidhaaviku N₂O emissioon oli läbi aastate kontrollalal suurem kui niisutataval alal.

Arukase ja hübriidhaava juurdekasv oli erinev muudetud õhuniiskuse tingimustes. Mõlema puuliigi juurdekasv oli väiksem suurendatud õhuniiskuse tingimustes, kuid hübriidhaaval oli juurdekasv omakorda väiksem kui arukasel. Erinevus puuliikide kasvus võis olla põhjustatud mõnekuulisest istutamisaaja erinevusest ja/või geneetilise varieeruvuse puudumisest hübriidhaaval. Arukask suutis pärast istutamist nelja aastaga kohaneda muutunud keskkonnatingimustega, kuid hübriidhaava stress aja jooksul suurenes. 6-aastase hübriidhaava noorendiku stressi suurendas ka põud, mille suhtes see puuliik on väga tundlik. Kuna hübriidhaava noorendikus oli võra katvus väiksem ja maapinnale jõudis rohkem valgust, siis selle tulemusel oli hübriidhaava noorendikus 2–3 korda rohkem maapealset alustaimestikku võrreldes arukasega (niisutamise 3. ja 4. aasta). Peale niisutamise 4. ja 5. aastat tehti nii arukaasikus kui ka hübriidhaavikus lageraie. Peale raiet istutati mets uuesti arukase katsealal, kuid hübriidhaab uuenes ise. Juure- ja kännuvõsudest uunenud hübriidhaavad olid kiiremakasvulised kui istutatud kased ning peale raiet oli CO₂ voog suurem arukaasiku pinnalt võrreldes katses oleva haavikuga. Enne raiet oli metaani sidumine suurem arukaasikus, sest seal oli muld kuivem kui haavikus. Arukase raie vähendas oluliselt metaani sidumist võrreldes kasvava hübriidhaavikuga.

Lageraie hall-lepikus mõjutas oluliselt kõiki mõõdetud kasvuhoonegaaside vooge. Esimesel ja teisel aastal peale raiet oli raiesmikul muld soojem, kuid ei mulla keemilised näitajad ega niiskus erinenud hall-lepikus ja raiesmikul. Raiesmikul suurenes oluliselt CO₂ voog, kuid N₂O emissioon ja CH₄ sidumine vähenesid.

Kuno Kasak

21. juunil 2016 kaitses Kuno Kasak doktoriväitekirja "Greenhouse gas emissions and water treatment efficiency in subsurface flow filters using various substrates" (Kasvuhoonegaside lendumine ja reoveepuhastuse efektiivsus erinevate filtermaterjalidega pinnasfiltrites) keskkonnatehnoloogia erialal. Doktoritöö juhendajad olid TÜ geograafia osakonna professor Ülo Mander ja vanemteadur

Marika Truu. Oponent oli Dr. Florent Chazarenc Nantesi tehnika-ülikoolist Prantsusmaalt. K. Kasak läbis aastail 2007–2012 Tartu ülikoolis keskkonnatehnoloogia balaureuse- ja magistriõppe ning jätkas seejärel õpinguid doktorantuuris. Praegu töötab ta TÜ geograafia osakonnas. Kuno Kasak on olnud juba mitu aastat aktiivselt tegev Eestimaa Looduse Fondis (ELF) ja keskkonnauuringute firmas Alkranel. Ta on kahe praktikutele mõeldud põllumajandusreostuse ohjamist käsitleva käsiraamatu kaasautor, mis ilmusid ELFi väljaannetena. Tema doktoritöö peamiseks eesmärgiks oli uurida erinevate filtermaterjalide mõju hallvee ja asulareovee puhastamiseks pinnasfiltersüsteemides ning nende mõju kasvuhoonegaaside emissioonile.

Tehismärgalade, sh pinnasfiltersüsteemide kasutamine reoveepuhastuses on viimase paarikümne aasta jooksul jõudsasti arenenud. Uute tehnoloogiate väljatöötamine on võimaldanud rajada hästi toimivaid süsteeme ning märkimisväärselt on paranenud ka reovee puhastusefektiivsus, muutes need süsteemid oluliseks ökotehnoloogiliseks alternatiiviks tavalistele reoveepuhastitele. Kuna tehismärgalad on projekteeritud nii, et neis oleks võimalik rakendada looduslikke puhastusprotsesse, tuleb nende rajamisel arvestada paljude teguritega. Kaheks kõige olulisemaks parameetrikis tehismärgalade rajamisel on reovee viibeaja ning filtermaterjali valik. Need määravad suures osas ära nii reovee puhastamise efektiivsuse kui ka kasvuhoonegaaside emissiooni märgala pinnalt.

Orgaanilise reoaine lagunemise ning lämmastikuärastuse efektiivsuse määrab peamiselt hapniku kättesaadavus puhastussüsteemis. Lämmastikuärastuseks on vajalikud kõigepealt aeroobsed tingimused, mis võimaldavad orgaanilisel ja ammooniumlämmastikul nitrifikatsiooni protsessis oksüdeeruda nitraadiks. Anaeroobses keskkonnas muudetakse need ühendid denitrifikatsiooni teel gaasilisteks lämmastikuühenditeks, mis süsteemist atmosfääri lenduvad. Fosforiärastuseks on reeglina vaja aga reovee pikemat viibeaga ning selle efektiivsus sõltub peamiselt filtermaterjali valikust. Fosfori eemaldamisel reoveest on peamised protsessid adsorptsioon ja/või sadestamine. Seejuures on mikroobne ning taimedepoolne P eemaldamine vähese tähtsusega. Pinnasfiltrites kasutatav filter-

materjal peab olema ühelt poolt heade hüdrauliliste omadustega, ent teisest küljest ka suure eripinnaga, et võimaldada kõrgemat puhastusefektiivsust.

K. Kasaku doktoritöö materjal koguti kolme välikatse käigus, milles keskenduti Filtralite[®] ja Filtralite-P[®] kergkruusa erinevate fraktsioonide ning turba ja tuhaplatoo hüdratiseerunud sette uurimisele hallvee ja asulareovee puhastamisel. Lisaks on väitekirjas analüüsitud ja võrreldud ka teadusartiklites esitatud reoveepuhastuses enimkasutatud tehismärgalade uurimise tulemusi, kus peamisteks filtermaterjalideks olid liiv, kruus ning kergkruus. Hallvett puhastav katsesüsteem koosnes neljast paralleelselt toimivast hübriidsest pinnasfiltersüsteemist (vertikaal- ja horisontaalvooluga filtrid) ning filtermaterjalidena kasutati erineva terasuurusega Filtralite[®] ning Filtralite-P[®] kergkruusa või põlevkivituhaplatoolt võetud hüdratiseerunud setet. Katse viidi läheb kahel erineval hüdraulilisel koormusel ning ligikaudu kahe aasta jooksul. Uurimistöö teises eksperimendis selgitati horisontaalvooluga pinnasfiltri kasutamise võimalusi asulareovee puhastamisel ning sellega kaasneva kasvuhoonegaaside emissioonile, kasutades filtermaterjalidena hästi lagunenuid turvast ning hüdratiseerunud põlevkivituhka. Eksperimendis olid kasutuses viis paralleelset horisontaalvooluga pinnasfiltrit, mis täideti turba, tuha või nende kahe kombinatsiooniga vahekorras 5/1, 3/1 ja 1/1. Uurimistöö kolmandas faasis analüüsiti täismõõdulise horisontaalvooluga pinnasfiltri mõju kasvuhoonegaaside emissioonile, kasutades filtermaterjalina põlevkivituhka ning rakendades kahte erinevat hüdraulilist režiimi.

Hallvee puhastamiseks rajatud hübriidsed pinnasfiltrid toimusid efektiivselt ka kõrge reostuskoormuse korral. Filtralite[®] kergkruusal põhineva süsteemi väljavoolus oli üldlämmastiku sisaldus kuni 55% väiksem sissevooluga võrreldes. Tuhaplatoosetega täidetud süsteemis oli N vähenemine kontsentratsiooni järgi arvestades 46%. Hüdratiseerunud tuha fosfori sidumise efektiivsus oli aga 89%, mis ületas enam kui kaks korda Filtralite[®] iga täidetud süsteemide efektiivsust (40–44%). Orgaanilise aine vähenemine oli suurem vertikaalvoolulises filtris, ulatudes kuni 75–85%-ni. Turba ning tuhaplatoo settega katse puhul jäi lämmastikuärastus mõnevõrra

väiksemaks, olles vaid 36%. Seevastu fosforiärastus neis filtrites, kus oli kõige enam tuhaplatoo setet, ulatus 99%-ni. Filtrid, kus domineerivaks filtermaterjaliks oli turvas, kaotasid oma fosfori ärastuse võime juba esimese nelja kuu jooksul. Väga kõrge fosfori eemaldamise efektiivsus hüdratiseerunud tuhaplatoo settes on peamiselt tingitud reaktiivsete Ca-mineraalide (tähtsaimad neist portlandiit ja ettringiit) esinemisest, mille abil fosfor sadestatakse reoveest Ca-fosfaadina. Uurimistulemuste põhjal võib järeldada, et hüdratiseerunud tuhaplatoo sete on efektiivne ning odav alternatiiv fosfori eemaldamiseks nii hallveest kui ka reoveest, võrreldes näiteks keemilise sadestamisega raudsulfaadi abil.

Peamiseks probleemiks tuhafiltrite puhul on aga väga kõrge pH, mis puhasti väljavoolus võib ulatuda kuni 12-ni. K. Kasaku uurimistulemused näitavad, et probleemi on võimalik lahendada näiteks turba kaasabil, kuid need kaks materjali ei tohiks olla ühes süsteemis, sest seeläbi langeb süsteemi puhastusefektiivsus ning pH puhverduisvõime. Kõrge pH on peamiseks teguriks ka toksiliste ühendite (ammoniaak ja bisulfiidioonid) tekkeks tuhaplatoo settega täidetud filtrites juhul, kui on piisavalt lämmastikku ja orgaanilist ainet ning keskkond on anaeroobne.

Kasvuhoonegaaside mõõtmised viidi läbi asulareovett puhastavates katsesüsteemides, selgitamaks põlevkivituha mõju CO_2 , CH_4 ja N_2O emissioonile horisontaalvooluga tehismärgaladest. Mõlemas uurimuses tuli selgelt välja, et need filtrid, kus tuhaplatoo sete on peamine filtermaterjal, on emissioonid oluliselt madalamad, võrreldes näiteks turba-, liiva- või kruusafiltriga. Väga madal CO_2 emissioon tuhafiltrites on tingitud peamiselt samadest Ca-mineraalidest, mis mängivad olulist rolli fosforiärastuses. Need mineraalid reageerivad süsinikdioksiidiga ning moodustavad seeläbi kaltsiumkarbonaadi. Siinkohal on aga oluline vältida CO_2 difusiooni filtermaterjalisse, sest liialt aktiivne kaltsiumkarbonaadi sadestamine vähendab süsteemis fosfori sadestamise efektiivsust. Lisaks CO_2 -le oli ka CH_4 emissioon märkimisväärselt madalam võrreldes turbafiltriga või tavapäraste filtermaterjalidega, mis on tingitud peamiselt ülimalt aluselisest keskkonnast ning kõrgest sulfaatiooni sisaldusest. Küll oli märgata väga kõrget CH_4 emissiooni kolmanda katse lõpuperioodil, kui filtersüsteem hakkas tugeva hüdraulilise

koormuse tõttu ummistuma. Sarnane dünaamika oli jälgitav ka dilämmastikdioksiidi puhul, mille suurem emissioon ilmnes siis kui süsteem oli veidi ummistunud. Üldjuhul aga oli N₂O emissioon võrreldav tavapäraste filtersüsteemide emissiooniga. N₂O emissioon oli märkimisväärselt kõrge kevadel, kui toimus filtri sulamine ning seeläbi jääkihi alla lõksu jäänud gaasi lendumine.

K. Kasaju uurimistulemuste põhjal saab järeldada, et hüdratiseerunud tuhaplatoo sete on sobilik filtermaterjal fosfori ärastamiseks erinevast reoveest, eeskätt horisontaalvooluga pinnasfiltrites. Kuni kaheaastase katseperioodi jooksul ei olnud märgata tuhasette fosforiärastuse efektiivsuse langust. Lämmastikuärastus on aga suurem just aerobsetes vertikaalvooluga filtrites, kus on sobiv kasutada suure eripinnaga filtermaterjale nagu näiteks purustatud kergkruusa. Lisaks saab järeldada, et hüdratiseerunud tuhaplatoo settega täidetud horisontaalvooluga filtrid on eeskätt sobilikud sekundaarseks või tertsiaalseks puhastuseks, peamiselt just fosfori eemaldamiseks eelnevalt bioloogiliselt puhastatud reoveest. Tuhaplatooset järelpuhastina kasutades väheneb süsteemi siseneva orgaanilise aine ja lämmastiku hulk ning see võib omakorda vähendada olulisel määral kahjulike kaasühendite nagu näiteks ammoniaak, vesiniksulfiid- ja bisulfiidioon teket.

Mari Nuga

28. septembril 2016 kaitses Mari Nuga doktoritööd „Soviet-era summerhouses. On homes and planning in post-socialist suburbia“ (Endised suvila- ja aianduskooperatiivid: kodud ja nende planeerimise probleemid postsotsialistlikus eeslinnas) inimgeograafia erialal. Väitekirja juhendaja oli TÜ geograafia osakonna teadur Kadri Leetmaa ja oponent prof Craig Young Manchesteri ülikoolist. Väitekirja autor alustas õpinguid TÜ geograafia osakonnas 2001. aastal, läbides 4-aastase bakalaureuseõppe, mille järel jätkas doktorantuuris, mille lõpetamine kulmineerus doktoriväitekirja kaitsmisega.

Mari Nuga väitekirj lisab teadmisi linnageograafia selles valdkonnas, mis tegeleb sotsialismiaja mõjude lahtimõtestamisega tänapäeva kontekstis. Põhilisteks teemadeks, mida doktoritöös käsitletakse, on (1) eeslinnastumise mitmekesisus ja olulised nõukogude perioodil loodud eeltingimused eeslinnastumiseks, (2) eeslinnastumine personaalsel tasemel – kodu mõiste ja (3) ruumiline planeerimine, mis mõjutab ning kujundab inimeste igapäevaelu. Põhiliseks uurimisalaks olid Tallinna ja Tartu ümbruse endised suvilapiirkonnad, mis praegusel ajal on haaratud üldisesse postsotsialismile omasesse eeslinnastumisprotsessi.

Endised suvilapiirkonnad on kohati osa nõukogudeaegsest eeslinnast. Need rajati omal ajal kindla ideoloogia ja reeglistiku alusel ning juba siis oli neil piirkondadel spetsiifiline identiteet ja rahvuskultuuriline väärtus. Need on näited asumitest, mis on läbi põimunud sotsiaalsete, poliitiliste ja kultuuriliste aspektidega ning mida on mõjutanud mitmekülgsed muutused, mis leidsid aset Nõukogude Liidu lagunemisel. See, kuidas seal üha suuremas ulatuses kujunevad inimeste kodud, kuidas sealsed elanikud mõtestavad ja selgitavad oma kodutunnet ning kuidas igapäevaselt elavad, see kõik peegeldab ühiskonna üldiseid alustalasisid.

Doktoritöö oluline lähtepunkt oli vaadata eeslinnaalasisid kui inimeste kodusid ja elupaiku, mitte ainult sinna elama kolimise üldiseid trende ja statistilisi näitajaid. Seetõttu on töös kasutatud metoodika mitmekülgne ning muutnud töö koostamise ajal kvantitatiivsest lähenemisest rohkem kvalitatiivseks käsitleuseks. Töö viimases järgus on metoodikas kasutatud etnoloogilist lähenemist, et mõista, kuidas kogetakse ja põhjendatakse elamist endistes suvilapiirkondades.

Eelnevast lähtudes on M. Nuga töö täpsem eesmärk *mõista muutusi, mis on leidnud aset endistes suvilapiirkondades, õppida tundma indiviidide kogemusi seal elamisest ja analüüsida põhjendusi selle kohta*. Töö käigus uuriti järgmisi teemasid:

- baastegureid, mis on mõjutanud intensiivset postsotsialistlikku eeslinnastumist;
- eeslinnastumise statistikat endistes suvilapiirkondades;

- planeerimisprobleeme suvilapiirkondades ja eeldusi kaasava planeerimise rakendamiseks;
- seda, millest koosneb kodu mõiste endise suvilapiirkonna elanike jaoks.

Esmalt kirjeldatakse doktoritöös suvilapiirkondade ajalugu ja rajamise põhimõtteid nii Nõukogude Liidus ja sellega seotud tolaeagsetes sotsriikides üldiselt kui ka detailsemalt Eesti olusid arvestades. Samuti antakse ülevaade sellest, kuidas nõukogudeaegseid suvilapiirkondi on uuritud. Peamiselt on nendeks majandusliku toimetuleku strateegiate käsitus nii nõukogude kui ka hilisemal perioodil. Kuid on avaldatud ka hulgaliselt spetsiifilist identiteeti ja kultuurilist omapära analüüsivaid teadustöid.

Kui esimesed analüüsid ja järeldused põhinevad kvantitatiivsetel andmetel, siis töö järgnevatel etappidel ning järelduste tegemisel on kasutatud peamiselt kvalitatiivseid uurimismõtteid nagu avatud küsimustega intervjuud ja etnoloogilised välitööd. Töö kvalitatiivne lähenemine baseerub maailmavaatel, et inimeste sotsiaalne tege-likkus on igapäevase sotsiaalse tegevuse käigus loodud tähenduste, tõlgenduste, määratluste ja seletuste kogum, mis muutub ajas ümbritsevate ja isiklike kogemuste muutudes.

Väitekirja tulemuste osas antakse kõigepealt ülevaade Tallinna eeslinnaalade muutustest sotsialismijärgsel ajal, milles analüüsitakse ka eeldusi ja mõjutegureid, mis on viinud intensiivse eeslinnastumiseni Tallinna tagamaal. Selgub, et eeslinnastumisele on tugevalt aidanud kaasa endiste sõjaväelise ja põllumajandusliku otstarbega maade kasutusviisi muutmine seoses Eesti taasiseseisvumise algusaastatel toimunud erastamisega. See tekitas täiendavalt vaba maad, kuhu rajada uusasumeid. Samuti on oluline faktor klassikaline linnalise keskkonna ülerahvastatus ja rohelisema elukeskkonna otsingud. Viimast on eriti soosinud inimeste majandusliku olukorra paranemine 2000ndatel aastatel, pangalaenu võimalus ning kinnisvaraarendajate ja investorite surve. Kui 1990ndatel liikus eeslinnaaladele valdavalt vaesem ja rikkam osa rahvastikust, siis 2000ndatel oli see kujunenud keskklassi trendiks.

Tallinna ümbruse suvilapiirkondades tehtud kaks inventuuri aastail 2002 ja 2007 näitavad olulist rolli, mida suvilapiirkonnad on mänginud eramajadesse kolinud eeslinnastujate jaoks. Inventuuride

käigus hinnati püsiva elanikkonna hulka suvilapiirkondades ning 2007. aasta inventuuri käigus hinnati lisaks elanike elamistingimusi. Selgus, et intensiivse eeslinnastumise käigus rajatud uute eramajaasumitega võrreldes on endistesse suvilapiirkondadesse tekkinud veelgi rohkem püsiva elanikkonnaga eramaju. Kuigi enamus püsielukohti oli kas põhjalikult renoveeritud või oli endine suvila asendatud uue majaga, asustas umbes 10% elanikest renoveerimata suvilaid, kus talvel peaks olema võimatu elada. Suvilapiirkondade rahvastiku analüüs 2000. aasta rahvaloenduse andmeil tõi välja, et võrreldes muu eeslinnaga, kuhu tuldi ka mujalt Eestist, olid suvilapiirkondade, aga ka uute elurajoonide elanikud üldiselt pärit Tallinna linnast. Leibkondadesse kuulus suvilapiirkondades üks või kaks liiget; uuselurajoonides olid leibkonnad suuremad.

Tartu linnaregiooni suvilapiirkondade püsielanike ja omavalitsuste planeerimisspetsialistidega tehtud kvalitatiivsete intervjuude tulemused näitavad, et sealsete suvilapiirkondade elanikud on väga iseseisvad nii omaenda elumaja ja krundi kui ka piirkonna üldiste kitsaskohtade lahendamisel. Kui eraomandi suhtes on elanikel omanditunne ja vastutus suur, siis kogu asumi probleemide lahendamiseks seab just eraomand ning elanike suhtumise erinevus olulisi piiranguid. Lahenduste leidmisel on elanike seas tavapärane, et pigem talutakse ebameeldivusi kui minnakse omavalitsuselt abi paluma. Omavalitsused omakorda ei kipu alगतama piirkonna infrastruktuuri renoveerimist. Kuigi elanikud hindavad iseseisvust otsustes ja on skeptilised omavalitsuse sekkumise suhtes, olid kõige rahulolevamad nende piirkondade elanikud, keda omavalitsused on aidanud.

Inimeste suhtlustavad ja -võrgustikud suvilaaladel on väga mitmekesised ja erinevad, võrreldes kunagise omavahelise tihedalt seotud nõukogudeaegse ühiskultuuriga. Suvilaalade elanike hulgas on nii oma naabritega tihedalt suhtlevaid kui ka üldse mitte suhtlevaid elanikke. On neid, kes on huvitatud ühistest tegevustest ja üksteise aitamisest, kui ka eraklikke inimesi, kelle jaoks on oluline enda kodu privaatsus. Oluline ühisjoon elanike hulgas on, et enamasti ollakse rahul selle viisiga, kuidas naabritega suheldakse – olgu see siis passiivne või aktiivne. Samas, selline mitmekesisus tekitab raskusi konsensuse leidmiseks piirkonna planeerimisel. Planeerimis-

probleemid on senimaani inimesi nii ühendanud kui ka tekitanud omavahelisi pingeid. Teisest vaatenurgast, omavalitsuste planeerimisega seotud ametnikud eeldavad nõukogudeaegsete suvilaühistutega suheldes, et elanikud on piirkonnas ühtsel seisukohal või vähemalt peaksid ise endale eestkõneleja leidma. Sellest tulenevalt on planeerijad suvilaaladega tegelemisel üldiselt passiivsel positsioonil.

Suvilapiirkondades läbi viidud intervjuu-uuringust selgus, et kodu on seal elanikele oluline teema. Üldisemalt on see ka intrigeeriv teema postsotsialistlike muutuste valguses, mis on mõjutanud ühiskonna erinevaid valdkondi üldiselt. Autor vaatleb suvilapiirkondade kodu teemat neljal viisil: 1) kui loominguline käsitöö, 2) kui isiklik kogemus ja seotus, 3) kodu looduses ja 4) kodu, mis on taskukohane ja oma. Nende nelja pealkirja alla on koondunud põhilised teemad, mida intervjuueeritavad arutlesid. Esimene neist kirjeldab loomingulise remonditöö ja kodukujunduse olulisust suvilaalade elanike hulgas. Enda ideedest ja tehtust räägitakse uhkusega ning sellist seisukohta esitasid elanikud kõikides vanusejärgkudes alustades noortest, pereinimestest kuni pensionärideni. Kodu kui isiklik kogemus ja seotus kirjeldab, kuidas kodutunnetus on kujunenud isikute varasemate kogemuste, tausta ja seostega kohtade, materiaalsete asjade ja teiste inimeste najal. Elanikel on nii lapsepõlvemälestusi, varasemaid suvilasuvesid, maaelu kogemust, elukoha ruumilisi ja materiaalseid lahendusi kui ka olulisi kontakte pere ja sõpradega, mis on neid mõjutanud rajama oma kodu just sellesse piirkonda ja sellisel kujul. Kodu seost ümbritseva loodusega iseloomustab elanike entusiasm nii oma aia kui ka asumit piiravate metsade ning paljude jaoks läheduses paikneva mereranna suhtes. Kodu ei piirdu vaid oma maja ja krundiga, oluline on samuti ümbritsev keskkond, mis seob suhteliselt linnalise eluviisiga inimesi looduse ja maaeluga. Kodu taskukohasus ja omand avab koduga seotud majanduslikke aspekte ja inimestele olulist omanditunnet. Pankadele ei taheta olla võlgu ning kodus tahetakse autonoomiat ning vabadust otsustada, mitte tunda hirmu, et majanduslikult raskel ajal võib pangalaenu tõttu kodu kaotada. Omanditunne väljendub ka iseseisvuses otsustada, mismoodi oma kodus elada ja kuidas seda kujundada, olles sõltumatu liigsetest regulatsioonidest ja piirangutest.

Kodu tähendab unistusi ja visioone, mis on inimeste mõtetes ega pruugi kunagi tõelisuseks saada. Olemasolevat muudetakse pidevalt kas siis ümberehituse ja -kujundamisega või siis lihtsalt visioonidega, mida plaanitakse tulevikus teha. See näitab, et uuringus osalejate jaoks on oluline olla protsessis ja muutustes ning valmis kodu pole tegelikult nende jaoks olemas. Teisest küljest on inimestele oluline stabiilsus, autonoomsus ja kestvus, et olla majanduslikult iseseisev, aga samas omada ka võimalust ise kehtestada reeglid ja määratleda iseseisvalt oma perele olulised normid ja vajadused, kuidas ja millises kohas elada.

Arvo Järvet

TALLINNA ÜLIKOOLI GEOÖKOLOOGIA, GEOGRAAFIAÕPETAJA JA LINNAKORRALDUSE ERIALADE LÕPETAJAD 2016. AASTAL

Bakalaureuseõpe

Geoökoloogia

Helen Heinat	Siim Ots	Karmen Urgard
Ingrid Kirotar	Janett Perv	Karl Markus Wahlberg
Harry Kuivkaev	Karin Salu	Eve Õismann
Katariina Linde	Trude Taevere	
Erni Metsal	Tiina Tõnisson	

Magistriõpe

Geoökoloogia

Mariliis Eensalu	Kirde-Eesti Kvaternaari ja Ordoviitsiumi põhjaveekogumite mõju nende veest sõltuvatele järvedele füüsikalise-keemiliste näitajate põhjal
Oliver Koit	Hydrological and Hydrogeological Study of Tuhala Karst Area
Liis Multer	Kukemarjanõmmede kujunemine ja seisund Põhja-Eesti saartel
Tanel Vahter	Krohmseente rakendamine taimekasvu soodustava meetmena

Geograafiaõpetajad

Olga Tokmakova	Geograafia ja keemia integratsiooni võimalused põhikoolis
----------------	---

Linnakorraldus

Maris Freudenthal	Kui põllust saab eeslinn. Muutused kinnisvarabuumi-aegses Kiili vallas
Kaido Koppel	Rail Baltic raudteejaama rajamisest tulenevad muutused ja sotsiaalsed mõjud Pärnu linna näitel
Kadri Randmaa	Elanike jäätmekäitlusharjumused Kärddla linna näitel
Nele Soobik	Linnaruumi jalakäijasõbralikkus ja arengupotentsiaal Pärnu kesklinna koolide näitel

TALLINNA ÜLIKOOLI ÖKOLOOGIA ERIALAL KAITSTUD DOKTORITÖÖ

Krista Saarik

12. detsembril 2016 kaitses Krista Saarik esiletõstmisega doktori-väitekirja “Radon emissions from the Estonian Quaternary cover” (Radooniemissioonid Eesti pinnakattest) ökoloogia erialal. Doktoritöö juhendaja oli akadeemik geoloogia-mineraloogiadoktor Anto Raukas. Oponendid olid Tartu Ülikooli professor Alvar Soesoo ja Adam Mickiewicz ülikooli (Poznan) emeriitprofessor Wojciech Stankowski. K. Saarik on läbinud eelnevalt bakalaureuse- ja magistriõpingud Tallinna Ülikooli geoökoloogia erialal. Alates 2014. aastast töötab ta Keskkonnaministeeriumi kliima- ja kiirgus-osakonnas peaspetsialistina.

Eesti kuulub Euroopas kõrgemate radooniriskiga riikide hulka. Üldjuhul on kõrge ja väga kõrge radooniriskiga aladel asuvate hoonete siseõhus ka radooni aktiivsuskontsentratsioon kõrge. Selle peamiseks põhjuseks on majade aluse pinnase kõrge radoonitase ja/või aluspõhja uraanirikkad kivimid – graptoliit-argilliit, obo-lusfosoriit, mõned Devoni settekivimite erimid jt. Täiendav radoon võib pärineda põhjaveest, ehitusmaterjalidest või pinnakattes olevatest rändkividest. Radooni kontsentratsioon võib olla väga muutlik ja seepärast oli vaja täiendavalt uurida radooni allikaid, kontsentratsiooni, hajuvuse ja dispersiooni põhjuseid ning seaduspärasusi.

K. Saariku doktoritöö eesmärgiks oli selgitada ja analüüsida olulisemate Kvaternaarisetete pinnaseõhus radooni levikut ja ajalise muutuse põhjusi ning pinnaseõhus kujuneva ja geoloogiliste tingimuste olemasolul aluspõhja kivimitest pinnaseõhku lisanduva radooni mõju. Uuringuteks valiti Eesti tihedamalt asustatud ja kõrge radooniriskiga piirkonnad Põhja-Eestis. Töös pöörati suurt tähelepanu ka pinnaseõhu radooni kontsentratsiooni aastaajalistele muutustele.

Piirkonnad, kus pinnaseõhu radoonisisaldus ületab 50 kBq m^{-3} , vaadeldakse Eestis kõrge radooniriskiga aladena. Töös selgus, et inimese tervisele ohtlikke alasid võib leida üle kogu Eesti, kuid peamiselt asuvad need Põhja-Eesti paekaldalähedases vööndis. Nendel aladel ületab pinnaseõhu radoonisisaldus piiranguteta ehitamiseks lubatud väärtust (50 kBq m^{-3}) kuni kümneid ja enamgi kordi. Kõrge radooniriskiga alad esinevad graptoliit-argilliidi ja fosforiidi avamusel, kuid kohati ka moreenil ja Devoni kivimite avamusel.

Doktoritööst selgus, et Eesti Kvaternaarisetete erinevate geneetiliste tüüpide radoonisisaldus varieerub suuresti, ulatudes $1801,8 \text{ kBq m}^{-3}$ -ni jääjärvelises graptoliit-argilliidi murendirikkas savis. Harju maakonna pinnaseõhu radoonisisaldus on kõrge ($>50 \text{ kBq m}^{-3}$) või väga kõrge ($>250 \text{ kBq m}^{-3}$). Selle taustal eristub Maardu piirkond kui üks kõrgeima radooniriskiga alasid Eestis. Selle põhjuseks on kaevandamise lõpetatud fosforiidikarjääri puistangus kõrge uraanirikaste fosfaatsete mineraalide jääksisaldus (purustatud molluskite fluorkarbonaatapatiidist kaaned) ja graptoliit-argilliidi sisaldus. Graptoliit-argilliidi peenese, purru ja plaatide sisaldus katendis on kuni 30% ning põhjustab maapinnalähedases õhus kõrget radoonitaset (RnG tihti ületab 250 kBq m^{-3}).

Pinnakate pole suletud süsteem ja osa radiumist tekkivast radoonist liigub õhku. Samal ajal võib toimuda radooni juurdelisan-dumine sügavamatest graptoliit-argilliidi, fosforiidi jt teistest suhteliselt uraanirikastest kivimitest ning nende peenest sisaldavatest setetest. Mõõdetud radoonikontsentratsioon on tegelikult aeratsioonist säiluv jääkkontsentratsioon. Kuigi see jälgib pinnaseõhus üldjoontes samu seaduspärasusi nagu pinnases eU-st kujunev radoon, esineb radooni ruumilises levikus olulisi erinevusi. Sõltuvalt uuringupunkti asukohast, radooniallika tüübist, pinnase oma-

dustest, mõõtmisajast, pinnase niiskusest ja teistest tingimustest võivad kahe meetodiga (radoonisisalduse otsemõõtmine ja eU järgi arvutuslik määramine) saadud mõõtmistulemused olla märkimisväärselt erinevad. Radooniallika olemasolul võib toimuda radooniriski taset suurendav täiendav radooni juurdekanne pinnaseõhku kümne või isegi üle 100 meetri sügavuselt.

Pikaajaline pinnaseõhu radoonisisalduse seire näitab, et Eesti pinnase radoonitase ja selle ajalised muutused on väga erinevad. See sõltub uuringupunktide asukoha geoloogilisest ehitusest ja eU kontsentratsioonist pinnakattes ning aluspõhjas. Samuti sõltub radooni tase mõõtmise aastaajast, temperatuurist, niiskusest ja teistest meteoroloogilistest tingimustest, mis mõjutavad pinnase ja esmajärjekorras selle ülemise kihi radooniläbivust. On oluline arvestada kahe asjaoluga:

- 1) Külmunud maapinna korral saab radooni taset hinnata ka otsemõõdetud radoonisisalduste tulemustele tuginedes, kuid sel juhul jääb selgusetuks, kas radoon pärineb ehitiste alusest pinnasest või pärineb sügavamatest pinnasekihtidest.
- 2) Kevad-suvistel kuivadel perioodidel võivad pinnase aeratsiooni-tingimused kujuneda väga soodsateks. Järelikult, mõõdetud radoonisisalduse väärtused võrreldes aeratsiooni ja radooni emissiooni halbade (lakkamise lähedaste) tingimustega on oluliselt madalamad ning ei võimalda alati hinnata sügavamatest kihtidest lisanduva radooni hulka.

Krista Saariku doktoritöös käsitletud teema on lisaks teaduslikule ka praktilise väärtusega. Mõõdetud radooni aktiivkontsentratsioon iseloomustab projekteeritavate hoonete aluse pinnase radooniriski taset ja võimaldab rakendada leevendavaid meetmeid, et takistada radooni pääsu rajatava hoone siseõhku.

Tiit Vaasmaa

EESTI GEOGRAAFIA SELTSI TEGEVUSEST AASTAL 2016

Eesti Geograafia Selts (EGS) on geograafe ja geograafiahuvilisi ühendav organisatsioon. Seltsi tegevuse põhisuunad on erialaste trükiste avaldamine, teadustöö, teadusürituste korraldamine ja geograafiateadmiste levitamine. Oluline on EGSi tegevus Eesti geograafia ajaloo ja tuntud geograafide tegevuse tutvustamisel.

Eesti Geograafia Seltsi juhatus jätkas varasema koosseisuga: Mihkel Kangur (president), Arvo Järvet (asepresident), Liisa Puusepp (asepresident), Tiiu Koff, Taavi Pae, Hannes Palang, Tiit Tammaru, Ulvi Urgard, Rein Vaikmäe ja teadussekretär Tiit Vaasma. Revisjonikomisjoni liikmeteks olid Silvi Alumäe, Anu Printsman ja Kait Antso, raamatupidajana jätkas Elviira Lill. Seltsi liikmete koguarv ei ole paaril viimasel aastal oluliselt muutunud (üle kahesaja liikme, lisaks 17 auliiget). Tegevuse järjepidevuse eest kannab hoolt EGS noorteklubi (EGSN), mis on suunatud noorte kaasamisele akadeemilisse ühistegevusse ning Eesti geograafiliste tingimuste tundmaõppimisele, mis paljudel juhtudel täiendab ülikooli praktikume. Noorteklubi eestvedajateks olid ka sel aastal Dagmar Seppor ja Anna-Helena Purre.

Möödunud aastal ilmus Arvo Järveti eestvedamisel järjekordne EGSi aastaraamat: Järvet, A. (toim). 2016. *Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 41. kd.* Tallinn, 295 lk.

Eesti Geograafia Seltsi üldkoosolekul 17. aprillil kuulasime Tartu Ülikooli geograafia osakonna dotsendi Garri Raagmaa ettekannet seoses käimasoleva haldusreformiga: *Kas geograafiata saab territooriumi hallata?* Tartu Ülikooli geograafia osakonna teadur Taavi

Pae tutvustas Eesti Vabariigi sajandaks sünnipäevaks valmiva Eesti rahvusatlase ideed ja kontseptsiooni. Ettekannetele järgnesid korralised üldkoosoleku päevakavapunktid.

Üldkoosolekul anti välja ka 1000 euro suurune seltsi eelmise presidendi professor Jaan-Mati Punningu nimeline stipendium, mille sai Tallinna Ülikooli Loodus- ja Terviseteaduste Instituudi doktorant Anna-Helena Purre. Oma doktoritöö raames uurib ta jääsoode, peamiselt mahajäetud freesväljade taastaimestamist mõjutavaid tegureid ja neil aladel taimkattega seotud süsinikuvooge. Saadud stipendiumit kasutab ta taastaimestuvatel freesväljadel süsinikuvoogude mõõtmisega seotud välitööde läbiviimiseks. Eesti Geograafia Selts koos SA Tartu Kultuurkapitaliga annab seda stipendiumi välja loodusgeograafia ja sellega seotud erialade põhiõppe viimase aasta üliõpilastele, magistrantidele, doktorantidele ja järel doktorantuuris õppivatele noorteadlastele teadusalaste eesmärkide saavutamiseks.

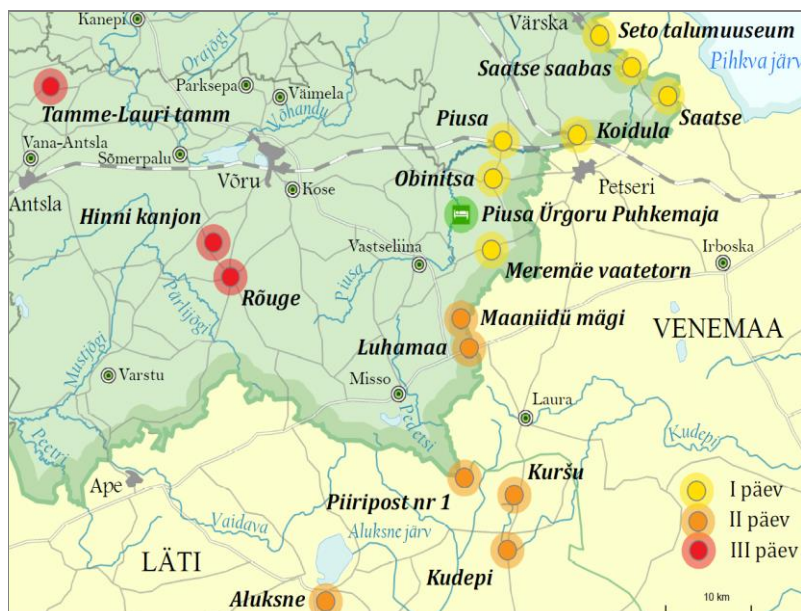
Aastakoosolekul valiti seltsile kaks uut auliiget. Auliikmeks sai Tallinna Ülikooli Ökoloogia Instituudi teadur geograafiakandidaat Urve Ratas. Teda võib pidada Eesti väikesaarte maastike ja arengukäigu kõige auväärsemaks uurijaks ning teda saab kindlasti nimetada läbi aegade kõige paremaks Eesti väikesaarte (laidude) tundjaks.

Auliikmeks sai ka geodeesiainseneri kõrgharidusega tuntud orienteeruja ja kartograafiamagister Tõnu Raid. Temast on kujunenud Eesti kartograafia vanema ajaloo parim asjatundja ja seda tulenevalt oma isiklikust pühendumusest. Ta on olnud tiptasemel orienteerumissportlane ja selle spordiala aktiivne organisaator. Tõnu Raidi töömehe algusaastaist saab pikemalt lugeda tema enda meenutustest käesolevas aastaraamatus.

Mai lõpus (27.–29.05.2016) külastati EGSNi iga-aastase saarematka raames Osmussaart. Saarematkal nauditi saare kaunist loodust, tuult ja päikest ning tehti matkates saarele ring peale. Osalejate arv oli seal piiratud (12 inimest) tulenevalt Dirhami ja Osmussaare vahel ühendust pidava laeva mahutavusest.

Seltsi iga-aastane suveekskursioon viis sel aastal osavõtjad 2.–4. augustil Setomaale, mille käigus põigati läbi ka Lätist. Reisi tegid sisukaks kohaliku elu-oluga ja vaatamisväärsustega kursis

olevad suurepärased teejuhid Marju Kõivupuu ja Taavi Pae. Muidugi mõista hakkas M. Kõivupuu aega sisustama kohe, kui reisilisi täis buss hääled Tallinnas sisse löi, sest Piibe maanteele jäid ju mitmed huviväärsused. Kui Seto tsäimajas keha pudru ja suu-
liimiga kinnitatud, külastati Seto talumuuseumi, mis oma olemuselt on kui üks korralik Seto pere elamine kõigi oma hoonete ja tarbe-
riistadega. Edasi kulges tee mööda Seto külavüüd läbi Saatse saapa, mis on Vene Föderatsiooni kontrolli all olev ala ja mida läbib põline Värsk ja Saatse vaheline tee. Saatses vaatasime kalmistut ja enam kui 200 aasta vanust Püha Paraskeva õigeusu kirikut, kus hoitakse 15. sajandist pärinevat imettegevat kiviristi. Seejärel sõideti Koidula kaudu Piusa liivakarjääridesse, Obinitsasse Setomaa lauluemasid meenutama ja Meremäe vaatetorni *maastikku* kaema. Öömajale seadsime end hubases Piusa ürgoru puhkemajas, kus sai nauditud ka saunamõnused.



EGSi suveekskursiooni huviväärsed peatuskohad 2.–4. august 2016. Kaardi kujundanud Karl Hendrik Holst ja Karli Kannel.

Teisel päeval meie grupiga ühinenud Taavi Pae juhtimisel siirdusime vana Riia-Pihkva kivitee äärde rajatud Luhamaa Pühavaimu kiriku juurde, kus ta jagas meiega oma kalmistute ja kultuurigeograafia alaseid teadmisi. Sellele järgnes Petserimaa kõrgeima mäe (Maaniidü mägi, 225 m ü.m.p) vallutamine Luhamaa nulgas. Kuna eelneval päeval käis Eesti Vabariigi president Toomas Hendrik Ilves ja siseminister Hanno Pevkur koos delegatsiooniga avamas uut piiriposti nr 1, mis kolme riigi piiri ühinemiskohas, siis läksime piirivalve eskordi saatel ka meie seda vaatama.

Lätti põikamise vajaduseks oli väisata Eesti Vabariigi läbi aegade kõige lõunapoolsemat kohta endises Pedetsi (Pededze) vallas (kunagine Laura valla lõunaosa) Kudepis. Pikemalt saab lugeda selle ala Eestiga seotud ajaloost Andres Tõnissoni ja Taavi Pae artiklist "Geograaf Peeter Päts" Eesti Geograafia Seltsi aastaraamatu hiljuti ilmunud 41. köites. Seal leidsime kevadel Tartu Ülikooli geograafide poolt märgistatud koha koos murdunud vardaga Eesti lipuga, mille taaspüstitamine osutus võimatuks ning seetõttu otsustasime selle tuua tagasi kodumaale. Külastasime ka Kõrõ kirikut ja kirikuaeda ning Aluksne linna, kus ekskursioonilistel kulus iseseisvalt vaatamisväärsustega tutvumiseks mitu tundi.



Eesti Geograafia Seltsi suveekskursioonist osavõtjad Rõuges Eesti Ema monumendi ees. Foto Tiit Vaasma.

Kolmanda päeva teekond oli juba tagasi Tallinna poole. Külastasime Rõuget, uudistasime Hinni kanjoni, pildistasime Tamme-Lauri tamme ja nautisime kauni Lõuna-Eesti vaateid. Muidugi näitas M. Kõivupuu meile ka ristipuid. Pärast lõunatamist Otepääl siirdusime edasi Pelistverre, kaedes seal nii kivikangrut kui ka kirikut. Kurla külas kohtusime siinkirjutaja isa sünnikodus elavate sugulastega, kes aktiivseteks külaseltsi eestvedajateks. Kurlas asub ka riigimees August Rei sünnikoht ja Kalevipojast tuntud põrguvärv. Seejärel võttiski buss suuna tagasi Tallinnasse. Teele jäi veel mitmeid kultuuriloolisi paiku, mida M. Kõivupuu ka lahkesti tutvustas.

Noorteklubi viiepäevane rattamatk lõikuskuu kolmandast kuni seitsmenda päevani kulges Rakverest Narva kaudu Jõhvi. Tegemist oli järjekordse lõiguga ümber Eesti matkast, mis ka seekord ei kulgenud mööda suuremaid teid, vaid ikka kõrvalistel käänulistel teedel. Selle etapiga sai Mandri-Eestile ring peale sõidetud. Matkalis ei seganud ka ühtepuhku kallav vihm ja rasked teolud. Nähti nii kauneid loodus- kui ka trööstituid tööstusmaastikke. Narva jõe kallastel tunti rõõmu vabast Eestist ega unustatud ka neid, kes jätnud oma elu meie vabaduse eest.



Noorgeograafid-matkajad Osmussaarel. Foto Anna-Helena Purre.



Rattamatkajad Ida-Virumaal kivikõrbes. Foto Kristjan Indus.

Eesti Geograafia Seltsi president Mihkel Kangur ja seltsi teadussekretär Tiit Vaasma osalesid Pekingis 21.–25. augustil toimunud 33. Rahvusvahelisel Geograafia Kongressil (*The 33rd International Geographical Congress*). Kongressi käigus kogunes ka Rahvusvahelise Geograafia Liidu (*International Geographical Union – IGU*) üldkogu, kus Eestit esindas M. Kangur. IGU täisliikme staatus võimaldas kaasa rääkida seisukohtade kujundamisel, millega IGU esindajad osalevad rahvusvaheliste teadusorganisatsioonide töös. Pikemat ülevaadet kongressil toimunud saab lugeda käesoleva raamatu peatükis "Geograafiasündmusi aastal 2016".

9. detsembril korraldas EGS Eesti Teaduste Akadeemia suures saalis Tiiu Koffi eestvedamisel õietolmuanalüüsi meetodi 100. aastapäevale pühendatud konverentsi. 2016. aastal möödus sada aastat Lennart von Posti esimese õietolmudiagrammi koostamisest ja selle tutvustamisest Skandinaavia loodusteadlaste kokkusaamisel. Vähem kui kümne aasta pärast oli see meetod kasutusel ka Eestis, kui P. W. Thomson kirjeldas esmakordselt Eesti soode turba õietolmu koostist. Sellest ajast alates on õietolmuanalüüsi arendatud ja kasutatud erinevate paleogeograafiliste küsimuste selgitamiseks. Konverentsil tutvustati õietolmuanalüüsi meetodi erinevaid tahke ja uurimistulemusi, millest täiendavalt saab lugeda käesoleva aasta- raamatu avaartiklist.

Eesti Geograafia Seltsi kooligeograafid osalesid piirkondlike ja üleriigilise geograafiaolümpiaadide korraldamisel. Käidi õppereisil Soomes. Lisaks veel õppekäigud Tallinna teletorni, Mulgimaale ja Harjumaa kaitsealadele. Tegeleti koolieksamite ülesannete koostamise ja hindamisega. Õpetajatel toimusid igakuised aineseksiooni üritused.

Eesti Geograafia Selts, olles läbi vaadanud kavandatava *Rail Balticu* avalikud materjalid, analüüsinud meedias avaldatud arvamusi ning kasutades EGSi aktiivsete liikmete teadmisi Eesti loodus-, sotsiaal- ja majandusgeograafiast, esitas Riigikogule omapoolsed arvamused ja ettepanekud *Rail Balticu* planeerimise kohta. Pöördumises tehti teiste soovitude seas ka ettepanek, kus *Rail Balticu* rajamisel rööpmelaiusega 1435 mm Tallinn-Pärnu-Ikla vahemikus, oleks otstarbekas Tallinnast kuni Reiuni (Vaskräamani) kasutada peamiselt olemasolevat raudteetrassi, tehes vajadusel trassi õgvendusi. Olemasoleva trassi kasutamine uue *Rail Balticu* ehitamiseks nii palju kui võimalik vähendab oluliselt mõju loodus- ja sotsiaalsele keskkonnale. Maastikulise barjääriefekti mõju vähendamiseks tuleks loobuda kogupikkuses raudtee maa-ala eraldamisest taraga ja püstitada see ainult sinna, kus see on vajalik inimeste ohutust silmas pidades. Tarastamine ei ole nii oluline juhul kui reisirongide piirkiiruseks võtta raudtee infrastruktuuri rajamisel 160 km/h, mis vähendab lisaks ehitus- ja hoolduskulusid ning on paremini seostatav raudtee kasutamise majanduslike ja sotsiaalsete eesmärkidega, kui praegu kavandatava piirkiiruse 240 km/h korral. Selgitada tuleb Viljandisse ulatuva raudtee üleviimist rööpmelaiusele 1435 mm, mis loob võimaluse Tallinnast lõunapoole suunduvate raudteede ühes süsteemis toimimiseks ja oleks kooskõlas majandusliku otstarbekusega, välistades kahe erineva rööpmelaiusega, samas aga madala kasutusintensiivsusega paralleelse raudtee kuluka ülalpidamise.

Lisaks suurematele üritustele ja väiksematele koosviibimistele külastasid EGSNi liikmed mai alguses Keskkonnaameti maavarade osakonda, kus peaspetsialist Maria Karus tutvustas oma töid ja tegemisi.

Viiel klubiõhtul *Kohtume Kolmandal Kolmapäeval – KoKoKo* – kuulati huvihariduslikke reisimuljeid ja seda alati rohkete piltide vaatamisega. Mall Kaare rääkis oma reisist Omaanis, saime teada,

mida koges Kalev Kukk Uus-Meremaal ja 43 aastat tagasi koos Leo-Peeter Kulluse jt Kesk-Aasias (Kalevil oli selleks digitaliseeritud tollaegsed diapostiivid), Marko Vainu jagas muljeid ja näitas pilte Gruusiast ning Tiiu Liblik ja Kalev Kukk andsid ülevaate Eesti Geoloogia Seltsi tänavusest reisist Portugalis.

Tiit Vaasma, teadussekretär

SISUKORD

Saateks	5
Tiiu Koff. Õietolmu analüüsi meetodi rakendamisest Eestis	7
Anneli Poska, Vivika Väli, Pikne Kama, Pille Tomson, Jüri Vassiljev ja Kersti Kihno. Karula kõrgustiku taimkatte ning inimasustuse pärastjääaegne areng	25
Maaria Semm, Arvo Järvet ja Kalev Sepp. Karula rahvuspargi maakasutuse muutustest viimasel sajal aastal.....	44
Anna-Helena Purre. Taimkate ja süsiniku vood taastaimestuvatel freesväljadel	68
Tarmo Kall ja Tõnis Oja. Maapinna vertikaalliikumise määramisest Eestis	81
Birgit Viru. Eesti lumikatte režiim aastail 1951–2015	104
Helle Raudsepp, Arvo Järvet ja Laine Keppart. 50 aastat ulatusliku agrokliima vaatlusõrgu algusest Eestis	119
Tiit Tammaru. Sotsiaalne segregatsioon Tallinnas Euroopa linnade võrdluspeeglis	142
Tõnu Raid. Anders Bure <i>Livonia</i> -kaart	160
Ilmar Kask ja Heino Mardiste. Geograafid ja orienteerumissport	174
Mati Rahu. Meditsiinigeograafia ja epidemioloogia kütkes: 1980. aastad	200
Ott Kurs. Madis Aruja õpi- ja rännuaastad	224
 IN MEMORIAM	
Villu Astok (1935–2016). <i>Heino Mardiste, Jüri Elken, Toivo Tootsen ja Hannes Astok</i>	242
Elvi Tavast (1944–2016). <i>Reet Karukäpp, Avo Miidel, Anto Raukas ja Arvo Järvet</i>	265
Igna Rooma (1930–2017). <i>Raimo Kõlli, Priit Penu, Are Kont ja Arvo Järvet</i>	276

GEOGRAAFIASÜNDMUSI AASTAL 2016

EGSi auliige Tõnu Raid	306
33. Rahvusvaheline geograafia kongress Pekingis. <i>Mihkel Kangur</i> <i>ja Tiit Vaasma</i>	311
Geograafiaolümpiaadid 2016. aastal. <i>Anu Printsman</i> <i>ja Edgar Sepp</i>	316
Õietolmuanalüüs-100 konverents. <i>Tiit Vaasma</i>	321
Eesti hüdroloogiakonverents. <i>Arvo Järvet</i>	323
Raamat Jaan Eilarti lugudest. <i>Andres Tõnisson</i>	327
Tartu Ülikooli geograafia osakonna lõpetajad ning uusi doktoreid geograafia ja keskkonnatehnoloogia erialadel aastal 2016 <i>Arvo Järvet</i>	331
Tallinna Ülikooli geoökoloogia, geograafiaõpetaja ja linnakorralduse eriala lõpetajad aastal 2016 <i>Tiit Vaasma</i>	347
Eesti Geograafia Seltsi tegevusest aastal 2016 <i>Tiit Vaasma</i>	351

CONTENTS

ARTICLES

Tiiu Koff. Centenary of pollen analysis – development of the method in the world and in Estonia.....	7
Anneli Poska, Vivika Väli, Pikne Kama, Pille Tomson, Jüri Vassiljev and Kersti Kihno. The postglacial history of vegetation and land use dynamics in Karula upland	25
Maaria Semm, Arvo Järvet and Kalev Sepp. Land-use changes in the Karula National Park over the last 100 years	44
Anna-Helena Purre. Vegetation and carbon fluxes on revegetating milled peatlands	68
Tarmo Kall and Tõnis Oja. Determination of vertical crustal movement in Estonia	81
Birgit Viru. Long-term changes in snow cover regime in Estonia during 1951–2015.....	104
Helle Raudsepp, Arvo Järvet and Laine Keppart. 50 years comprehensive agroclimatological observation network in Estonia.....	119
Tiit Tammaru. Socioeconomic segregation in Tallinn in comparative perspective with European capital cities.....	142
Tõnu Raid. A map of Livonia by Bure.....	160
Ilmar Kask and Heino Mardiste. Geographers as orienteering competitors.....	174
Mati Rahu. Captivated by medical geography and epidemiology: the 1960's	200
Ott Kurs. Madis Aruja: An Estonian geographer and nature warden	224

IN MEMORIAM

Villu Astok (1935–2016). <i>Heino Mardiste, Jüri Elken, Toivo Tootsen and Hannes Astok</i>	242
Elvi Tavast (1944–2016). <i>Reet Karukäpp, Avo Miidel, Anto Raukas and Arvo Järvet</i>	265
Igna Rooma (1930 – 2017). <i>Are Kont, Raimo Kõlli, Priit Penu and Arvo Järvet</i>	276

GEOGRAPHICAL EVENTS IN 2016

Tõnu Raid – Honorary member of Estonian Geographical Society	306
The 33rd International Geographical Congress in Beijing. <i>Mihkel Kangur and Tiit Vaasma</i>	311
Geography Olympiades in 2016. <i>Anu Printsman</i> <i>and Edgar Sepp</i>	316
100 Year Anniversary of Pollen Analysis. <i>Tiit Vaasma</i>	321
Estonian Hydrological Conference. <i>Arvo Järvet</i>	323
Selected articles by Jaan Eilart <i>Andres Tõnisson</i>	327
List of graduates from the Department of Geography of University of Tartu in 2016. <i>Arvo Järvet</i>	331
List of graduates of Department of Geoecology of Tallinn University in 2016. <i>Tiit Vaasma</i>	347
Activities of the Estonian Geographical Society in 2016. <i>Tiit Vaasma</i>	351