

EESTI GEOGRAAFIA SELTSI

# AASTA. RAAMAT

47. KÖIDE



EESTI GEOGRAAFIA SELTSI AASTARAAMAT  
47. köide

ESTONIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY

**YEARBOOK**

**OF THE ESTONIAN GEOGRAPHICAL  
SOCIETY**

VOL. 47

Editorial board:

Jaak Jaagus, Arvo Järvet, Taavi Pae, Hannes Palang

TALLINN 2024

**EESTI GEOGRAAFIA SELTSI**

**AASTARAAMAT**

**47. KÖIDE**

Toimetuse kolleegium:

Jaak Jaagus, Arvo Järvet, Taavi Pae, Hannes Palang

TALLINN 2024

**YEARBOOK  
OF THE ESTONIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY  
VOL. 47**

**EESTI GEOGRAAFIA SELTSI  
AASTARAAMAT  
47. KÖIDE**

Editorial board / Toimetuse kolleegium  
Jaak Jaagus, Arvo Järvet, Taavi Pae, Hannes Palang

Aastaraamatu väljaandmist on toetanud:  
Tartu Ülikooli geograafia osakond  
Tallinna Ülikooli maastiku ja kultuuri keskus  
Tallinna Ülikooli ökoloogiakeskus  
Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Autoriõigus: Eesti Geograafia Selts, 2024

ISSN 0202-1811

Eesti Geograafia Selts  
Kohtu 6  
10130 Tallinn  
[www.egs.ee](http://www.egs.ee)

Trükitud OÜ Vali Press

## SAATEKS

Maailm muutub. Protsessis sees olles ei pruugi seda muutust tähelegi panna, aga kui protsess läbi, paistavad erinevused silma. Nagu Juri Lotman kultuurilist plahvatust kirjeldaski: plahvatuse ajal ei ole võimalik seda uurida, aga kui plahvatus on möödas, tuleb ta läbi vaadata ja tekitada seosed sellega, mis oli enne. Sel juhul muutub see eelmine osaks meie praegusest kultuurist. Kui aga neid seoseid ei tekita, siis kultuur katkeb.

Seegi Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat vaatab ühtaegu nii tagasi kui edasi. Nagu ikka: kroonikaosas mälestame neid, kes läinud, ja tervitame neid, kes tulevad, uurimisartiklite osas teeme sissevaate tänasesse geograafiateadusesse. Seekordses aastaraamatus on juttu välgudetektorist ja Eesti vete isotoopkoostisest, jõgede hüdrotermilistest aastaaegadest ja uuskogukondadest, vanadest maastikest, esimesest eestikeelsest meteoroloogiaõpikust ja 1930ndate välisturismist. Läbi nende artiklite näeme ka, kuidas muutub teaduse tegemine: kuidas tekivad uued (interdistsiplinaarsed) uurimissuunad ja kuidas arenevad teaduseetika reeglid. Need viimased mõjutavad juba praegu eelkõige sotsiaal- ja arstiteadusi (meie jaoks siis inimgeograafiat) ja sunnivad teadlasi kohanema ja õppima – nii andmete anonümiseerimist, tundlike allikate kaitsmist kui ka selliste andmete põhjal artiklite avaldamist. Tänapäeval peavad kõik isikuandmetega tegelevad uurimistööd läbima kõigepealt ülikoolide eetikakomiteede kontrolli ja saada tegutsemiseks loa, ja alles siis võib minna “põllule” andmeid koguma. Nagu öeldud, see reeglilik mõjutab tugevasti meie väljakujunenud arusaama sellest, kuidas isikuandmetega teadust tehakse, aga samas on see välja mõeldud eelkõige haavatavate inimgruppide kaitseks. Vastutavad nii uurijad kui ka institutsioonid, kes neid uuringuid läbi viivad või avaldavad. Täpsemalt on teaduseetikast juttu Teadusagentuuri kodulehel (<https://etag.ee/tegevused/teaduseetika/>).

Eks mõne aasta pärast ole näha, mismoodi see 2020. aasta kevadest vindunud koroon- ja julgeolekukriis on mõjunud nii EGSle, geograafiateadusele kui ka elule üleüldse. Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) ning transpordi areng on muutnud kogukonnad varasemaga võrreldes üha keerukamateks võrgustikeks. Võrgustike analüüsi peetakse 21. sajandi teaduseks, et kiireid ühiskondlikke muutusi ja keerulisi protsesse paremini mõista. Sellest tulenevalt on võrgustikke nii teooria kui ka meetodina üha enam rakendatud erinevates uurimisvaldkondades, sealhulgas sotsiaalgeograafias.

*Hannes Palang, Eesti Geograafia Seltsi president*

# **EUROOPA UUE GEOSTATSIONAARSE VÄLGUDETEKTORI LI ESIMENE AASTA KOSMOSES**

Sven-Erik Enno

## **Sissejuhatus**

Euroopa geostatsionaarne välgudetektor LI on Euroopa Meteoroloogiasatelliitide Kasutamise Organisatsiooni (EUMETSAT) uus missioon. EUMETSAT on 30 Euroopa riiki ühendav valitsuste vaheline organisatsioon, mis tegeleb ilma, kliima ja keskkonna jälgimisega kosmosest. Liikmesriigid otsustavad ühiselt vastavaid eksperte (näiteks sünoptikuid) kaasates, milliseid andmed on kõige rohkem vaja. Sellest lähtub uute instrumentide arendus ja kosmosesse saatmine, mis toimub koostöös Euroopa Kosmoseagentuuriga (ESA). Läbi allhangete saavad osaleda liikmesriikide ettevõtted. Kulud kaetakse ühiselt, kusjuures liikmesriigid panustavad EUMETSATi eelarvesse vastavalt oma rahvamajanduse kogutulu suurusele. See annab ka väikeriikidele ligipääsu andmetele, mille kogumine kosmosest eeldab väga suuri investeeringuid.

EUMETSAT asutati aastal 1986 ja see kasvas välja Euroopa Kosmoseagentuurist, mis oli aastatel 1977 ja 1981 juba üles lennutanud kaks esimese põlvkonna meteosatelliiti. Organisatsiooni peakorter asub Saksamaa edelaosas Maini äärsel Frankfurti rahvusvahelisest lennujaamast paarkümmend kilomeetrit lõuna pool, Tartust umbes poolteist korda suuremas Darmstadtis linnas. Hetkel töötab seal üle tuhande inimese, kelle hulgas on nii teadlasi, tarkvaraarendajaid



kui kosmoseinseneri. Eesti sai täisliikmeks 2013. aastal ja andmete esmane kasutaja on meil Keskkonnaagentuur, kes kasutab neid ilmaprognooside ja hoiatuste koostamiseks. Lisaks on satelliidiandmed peaaegu reaalajas tasuta kättesaadavad kõigile huvilistele. Pilvede jälgimiseks Euroopas on väga mugav näiteks EUMETSATi andmetel põhinev veebirakendus Sat24 (<https://www.sat24.com/>).

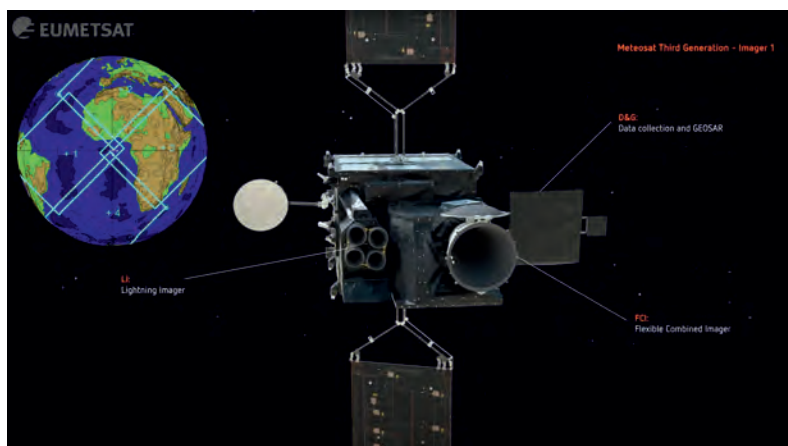
Üldiselt sõltub tänapäeva inimeste elu meteoroloogilistest satelliitidest rohkem, kui sageli arvatakse. Seda eelkõige läbi prognoosmudelite, mille väljundil põhinevad meie igapäevased ilmaprognoosid. Hea mudelprognoosi aluseks on võimalikult ühtlase katvuse ja kõrge kvaliteediga lähteandmed, mis enne arvutuste alustamist mudelisse sisestatakse. Siin teevad geostatsionaarsete satelliitide poolt kogutud ühtlase laialdase ruumilise katvusega andmed muudele andmeallikatele, näiteks meteoroloogijaamad, ujuvpoid ja radarid, nõ pika puuga ära. Ilma liialduseta võib öelda, et satelliidid on tänapäevase prognoosivõimekuse alustalaks.

EUMETSAT opereerib nii geostatsionaarseid kui maalähedasel polaarorbiidil tiirlevaid satelliite. Esimesed võimaldavad Euroopa, Aafrika ja neid ümbritsevate ookeanialade pidevat jälgimist, viimased aga lendavad regulaarselt üle geostatsionaarselt orbiidilt mitterahtavate polaaralade. Käesolevas artiklis keskendume geostatsionaarsetele missioonidele. Selliseid Meteosat seeria satelliite on alates 1977. aastast kosmosesse lennanud 12 ja need jagunevad kolme põlvkonna vahel.

Esimese põlvkonna (MFG) moodustasid ajavahemikus 1977–1997 startinud seitse satelliiti, millest viimane, Meteosat-7, lõpetas töö aastal 2017. Teise põlvkonna (MSG) neli satelliiti startisid aastatel 2002–2015. Neist esimene, Meteosat-8, töötas 2022. aastani, ülejäänud kolm on praegu aga operatiivkasutuses. Disainilt on esimese ja teise põlvkonna satelliidid väga sarnased. Põhiplaani meenutavad nad vertikaaltelje ümber pöörlevat silindrit, mille sees paikneva SEVIRI (*Spinning Enhanced Visible and InfraRed Imager*) instrumendi sensor üles-alla liikudes ribade kaupa Maa kujutist skaneerib. Kogu Maa ketta skaneerimiseks kulub 15 minutit ja hetkel teeb seda Meteosat-10. Sellega paralleelselt töötab veel teinegi satelliit, hetkel Meteosat-11, mis skaneerib vaid Maa ketta põhjapoolset kolmandikku Arktikast üle Euroopa Põhja-Aafrikani. See toimub kolm

korda kiiremini ja võimaldab Euroopas asuvatele liikmesriikidele uusi andmeid iga viie minuti järel.

Kolmanda põlvkonna (MTG) satelliitide ja instrumentide arendus on toimunud viimase kahekümne aasta jooksul tuhandete Euroopa teadlaste ja inseneride ühistööna. Esimese stardini jõuti 13. detsembril 2022, kui kanderakett Ariane-5 lennutas Euroopa kosmodroomilt Prantsuse Guajaanast kosmosesse MTG Imager 1 (MTG-I1) satelliidi. Erinevalt pöörlevatest esimese ja teise põlvkonna satelliididest on see hetkel ilmselt kõige keerukama disainiga meteoroloogiline satelliit pidevalt Maale suunatud (joonis 1). MTG-I pardal on kaks uut instrumenti: FCI (*Flexible Combined Imager*) ja LI (*Lightning Imager*).



**Joonis 1.** MTG-I satelliit koos LI ja FCI instrumentidega. Maa kujutisel on näidatud LI nelja kaamera vaateväljad.

FCI näol on tegu MTG-I primaarse ehk esmatähtsa instrumentidega. See on SEVIRI jätkumissioon, mis võimaldab senisest põhjalikumalt jälgida pilvi, aga ka näiteks õhus levivat tolmu, suitsu, vulkaanilist tuhka ja metsa- ning maastikupõlenguid. Paraneb andmete ruumiline lahutus: kui SEVIRI puhul on see 3 km, siis FCI suudab nähtavas ja lähisinfra punases spektripiirkonnas vaadelda ühekilomeetrise ja 0,64  $\mu\text{m}$  ning 2,25  $\mu\text{m}$  kanalites koguni 500meetrise ruumilise lahutusega. FCI on ajaliselt kiirem, skaneerides kogu

Maa ketta 10 minutiga ja Euroopa piirkonna 2,5 minutiga. Viimast hakkab regulaarselt tegema 2026 startiv MTG-I2 satelliit. SEVIRI 11 spektraalkanalile lisab FCI viis uut. Näiteks vaatleb SEVIRI nähtavas valguses vaid punast spektripiirkonda (0,64  $\mu\text{m}$ ), kuid FCI vaatleb ka sinist (0,44  $\mu\text{m}$ ) ja rohelist (0,51  $\mu\text{m}$ ), võimaldades esmakordselt Euroopa meteosatelliitide ajaloos luua inimsilmale loomulikes värvides kujutisi.

LI on täiesti uus instrument, mis esmakordselt võimaldab välkude pidevat registreerimist kogu Euroopa, Aafrika ja neid ümbritsevate ookeanialade kohal. MTG programmi kuulub veel teinegi meteosatelliit MTG Sounder (MTG-S). Esimene MTG-S satelliit peaks üles lendama 2025. Ka selle pardal on kaks täiesti uut instrumenti: IRS (*InfraRed Sounder*) ja Sentinel-4/UVN (*Ultraviolet Visible Near-infrared spectrometer*). IRS hakkab pidevalt jälgima õhutemperatuuri ja -niiskuse vertikaalprofiile, mille kogumiseks lastakse praegu lendu kalleid raadiosonde. UVN on mõeldud õhukvaliteedi seireks Euroopas, see suudab mõõta näiteks osooni ( $\text{O}_3$ ), lämmastikdioksiidi ( $\text{NO}_2$ ) ja vääveldioksiidi ( $\text{SO}_2$ ) kontsentratsioone.

## Välguvaatluste ajaloost ja metoodikast

Välgu kaugseire on tänapäeva meteoroloogiliste vaatluste isenesestmõistetavaks osaks. Reaalajas välguandmed võimaldavad sünoptikutel jälgida äikesepilvede arengut ja liikumist ning väljastada õigeaegseid hoiatusi. Järjest enam püütakse välguvaatlusi assimileerida prognoosmudelitesse, parandamaks näiteks lühiajaliste sademeprognooside täpsust (Wang et al 2017, Erdmann et al 2023). Välguandmeid kasutavad ka näiteks päästeteenistused, kindlustusfirmad, elektrivõrkude operaatorid ja lennundus. Arhiveeritud andmed võimaldavad uurida välgu kliimatilist levikut, äikesetormide käitumist ja globaalse soojenemise mõju välgukliimale.

Eelkõige huvitavad kasutajaid võimalikult paljude välgulöökide täpsed asukohad, mistõttu moodustavadki tüüpilise välguandmesitiku tuumiku registreeritud välgulöökide kellaajad ja geograafilised koordinaadid. Tavaliselt lisanduvad neile välgu omadusi (voolutugevus, polaarsus, impulsside arv) ja vaatluse täpsust (näiteks asukohta veahinnang) peegeldavad parameetrid. Operatiivkasutuseks

peavad andmed lõppkasutajani jõudma hiljemalt 1–2 minutit pärast välgulöögi toimumist. Loomulikult eelistavad kasutajad andmete kvaliteedi, kiiruse ja hinna võimalikult soodsat suhet.

Erinevate välgudetektorite (süsteemide) võimekuse hindamiseks ja võrdlemiseks kasutatakse efektiivsust, asukohatäpsust ja vigade ehk valehäirete hulka. Efektiivsus näitab, kui suure osa kõigist välkudest antud süsteem registreerida suudab. Näiteks kui Eestis oli ööpäevaga 100 välgulööki, millest registreeriti 75, oli antud süsteemi efektiivsus 75%. Asukohatäpsus näitab välgulöökidega tegelike asukohtade ja detektorite poolt määratud asukohtade erinevust. Enamasti kasutatakse suure välkude valimi asukohavigade mediaanväärtust. Valehäired ehk vead on sellised vaatlused, mis ei esinda tegelikke välgulööke. Ajas ja ruumis esinevad vead reeglina üksikult, samas kui tõelised välguvaatlused moodustavad äikesepilvede asukohtades suuremaid gruppe.

Loomulikult püüeldakse võimalikult suure efektiivsuse, väikese asukohavea ja madala valehäirete hulga poole. Ideaalis tuleks mõõta nende parameetrite absoluutväärtusi ehk kasutada võrdlusandmes- tikuna kõigi reaalset toimunud välgulöökidega täpseid asukohti. Nii täpseid andmeid pole reeglina võimalik koguda ja praktikas piisab kasutajatele ka sellest, kui hinnata uue instrumendi suutlikkust juba kasutusel olevate süsteemide suhtes. Euroopas on enamikul LI and- mete tulevastest kasutajatest umbes 20–30 aasta pikkune kogemus maapealsete välgudetektorite andmetega.

Maapealseid välgudetektorite süsteeme hakati rajama USAs 1980ndate aastate keskpaigas (Orville et al 1987). Need koosnevad paljudest üle vaadeldava maa-ala paigutatud detektoritest. Üksikud detektorid on põhimõtteliselt välgu signaalide püüdmiseks hää- lestatud raadiovastuvõtjad. Kõigi detektorite andmed saadetakse keskjaama ehk protsessorisse, mis eri paikades kogutud andmeid võrreldes arvutab välja välgulöökidega kellaajad ja asukohad. Eris- tatakse pikamaa, lühimaa ja ülilühimaa välgudetektorite süsteeme, millest annab põhjalikuma ülevaate Nag et al (2015). Siinkohal väga lühidalt vaid Euroopa kasutaja ja LI võimekuse hindamise sei- sukohalt olulistest süsteemidest.

Pikamaasüsteemid töötavad ülimaldalsagedustel (3–30 kHz), kus raadiolained peegelduvad maapinna ja ionosfääri vahel ning

levivad ka Maa kumeruse taha. Nii saab detektorid paigutada teineteisest 1000–3000 km kaugusele ja katta suuri alasid suhteliselt odavalt. Näiteks Vaisala pikamaasüsteem GLD360 katab kogu planeedi vähem kui saja detektoriga (Said et al 2010). See on ühtlasi ainus maapealne süsteem, mis pakub võrdlusandmeid LI hindamiseks kogu vaatevälja ulatuses. Pikamaasüsteem on ka Suurbritannia ilmateenistuse Met Office Leela (ja selle eelkäija ATDnet), mille tarkvara arendus oli aastatel 2014–2020 käesoleva kirjutise autori põhitöök. Leela katab kümnekonna sensoriga, millest üks paikneb Tartu-Tõravere meteoroloogiajaamas, kogu Euroopa ja Atlandi ookeani põhjaosa (Enno et al 2020).

Lühimaasüsteemid töötavad madal-, kesk- või kõrgsagedustel (30 kHz kuni 30 MHz). Sellised detektorid registreerivad nn pinnalaineid, mis levivad mõnesaja kilomeetri kaugusele välgust. Optimaalse tulemuse saamiseks peab lühimaa detektorite vahemaa olema 200–300 km. Suurt osa Euroopast katab lühimaasüsteem EUCLID (*European Cooperation for Lightning Detection*), kuhu hetkel kuulub 168 detektorit 31 riigist (Schulz et al 2016). Põhja-maade välgudetektorite võrgustiku NORDLIS (Mäkelä et al 2016) kaudu osaleb selles ka Eesti. Meie detektorid asuvad Tõraveres ja Lääne-Nigulas.

Ülilühimaasüsteeme kasutatakse põhiliselt teadusuuringutes ja võrdlusandmetena kõigi teiste süsteemide hindamiseks. Need töötavad ülilõrgsagedustel (30–300 MHz) ja suudavad luua mõnekümne meetrise täpsusega kolmemõõtmelise kujutise peaaegu kõigist välkudest. Seepärast nimetatakse neid ka välgukaardistussüsteemideks (*Lightning Mapping Array*). Miinuseks on selliste detektorite väike tööraadius, mis on sisuliselt piiratud otsenähtavuse ehk mõnekümne kilomeetriga. Harilikult kuulub välgukaardistussüsteemi 12–16 detektorit ja see on efektiivne umbes paarisaja kilomeetrise läbimõõduga alal. Euroopas on kaks välgukaardistussüsteemi, millest üks katab Korsika saare (Coquillat et al 2022) ja teine Barcelona ümbruse Hispaanias (López et al 2017).

Head pikamaasüsteemid suudavad registreerida üle 70% pilv-maa välkudest ja määrata nende asukoha mõne kilomeetrise täpsusega. Parimad lühimaasüsteemid registreerivad keskosas isegi üle 95% pilv-maa välkudest ja määravad välgutabamuste asukohad

mõnesaja meetrise täpsusega. Pilvevälkude registreerimise efektiivsus on tunduvalt madalam: pikamaasüsteemidel kuni 20–30% ja lühimaa süsteemidel tavaliselt kuni 50%. Lisaks ei tööta lühimaa süsteemid ookeanide ja asustamata alade kohal, kus isegi pikamaasüsteemide täpsus ja efektiivsus märgatavalt langevad. Seepärast hakati juba 1980ndatel aastatel paralleelselt maapealsete detektorite süsteemide arendusega uurima võimalusi välgu registreerimiseks kosmosest (Christian et al 1989).

Esimeseks välgudetektoriks kosmoses oli 3. aprillil 1995 NASA satelliidi MicroLab-1 pardal maalähedasele orbiidile saadetud OTD (*Optical Transient Detector*). MicroLab-1 tiirles ümber Maa 740 km kõrgusel 70kraadise kaldega oribiidil, mis võimaldas välguvaatlusi 75° põhjalaiusest 75° lõunalaiuseni (Christian et al 2003). OTD missioon lõppes 21. märtsil 2000, kusjuures tegu oli ainsa LI-eelse kosmosedetektoriga, mille vaateväli hõlmas ka Eestit.

Juba 28. novembril 1997 lennutas NASA kosmosesse järgmise välgudetektori LIS (*Lightning Imaging Sensor*). See oli üheks instrumendiks TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) satelliidi pardal. TRMM satelliidi orbiit oli tunduvalt madalamal (umbes 350 km) ja selle kalle oli vaid 35 kraadi, mistõttu välku vaadeldi vaid troopikas 38° põhjalaiuse ja 38° lõunalaiuse vahel (Christian et al 1999). See-eest oli tegu seni pikima välgudetektori kosmosemissiooniga, mis kestis üle 17 aasta ja lõppes aprillis 2015.

Väga eduka missiooni jätkuks otsiti NASA ladudest välja LIS instrumendi varukoopia ja saadeti 2017. aasta veebruaris Rahvusvahelisse Kosmosejaama (ISS). Seal teostas see enam kui kuue aasta jooksul vaatlusi 55° põhjalaiuse ja 55° lõunalaiuse vahel (Blakeslee et al 2020). Paraku on ISSi küljes vähe ruumi ja konkurents sellele tihe, mistõttu pidi täiesti töökorras LIS 16. novembril 2023 oma koha teisele instrumendile loovutama. Sellega on algset tüüpi maalähedased välgudetektorite missioonid lõppenud.

Maalähedaste missioonide peamiseks puuduseks oli satelliitide kiire liikumine maapinna suhtes. Sellest tingitult said OTD ja LIS ühes ja samas piirkonnas äikesepilvi jälgida korraga vaid 1–4 minutit kestva ülelennu jooksul. Paar mõne minuti pikkust vaatlusperioodi ööpäeva jooksul sisuliselt välistas andmete operatiivkasutuse. See-eest avaldati aastate jooksul kogunenud andmeid summeerides ja

lühikesi ülelennuaegu vastavate kordajatega kompenseerides esmakordselt globaalse ulatusega välgukliima ülevaateid (Christian et al 2003, Blakeslee et al 2020). Lisaks tõestasid maalähedased missioonid, et kosmosest saab välku väga edukalt registreerida, rajades nii teed LI tüüpi geostatsionaarsetele missioonidele.

Geostatsionaarsete välguvaatluste ajastu algas 19. novembril 2016. aastal, kui NASA meteoroloogilise satelliidi GOES-16 (*Geostationary Operational Environmental Satellite*) pardal lendas kosmosesse välgudetektor GLM (*Geostationary Lightning Mapper*). 2018. aasta märtsis startis GOES-17 satelliidil veel teinegi GLM instrument. Need satelliidid töötavad tandemina, esimene asub Lõuna-Ameerika kohal  $75^\circ$  läänepikkusel ja teine Vaikse ookeani kohal  $137^\circ$  läänepikkusel (Goodman et al 2013). Kahe GLM instrumendi vaateväljad katavad piirkonna Vaikse ookeani lääneosast ja Uus-Meremaast läänes kuni Atlandi ookeani keskosa ja Assoori saarteni idas ning Lõuna-Ameerika lõunatipust lõunas kuni Kanada lõunaosani põhjas. Tänapäevaks on GLMi vaatlustest saanud hinnatud andmestik USA sünoptikute tööalal.

Geostatsionaarne välguvaatlusvõimekus on ka Hiinal, kelle esimene detektor LMI (*Lightning Mapping Imager*) saadeti FY-4A (Fengyun-4A) meteoroloogiasatelliidi pardal kosmosesse 2016. aasta detsembris ehk napilt kuu aega hiljem kui ameeriklaste esimene GLM. Selle instrumendi puuduseks on GLMi ja LI-ga võrreldes oluliselt piiratum vaateväli, mis katab vaid väikese osa orbiidilt nähtavast Maa kettast: suvel Hiina ja selle lähiümbruse, talvel Austraalia lääneosa ja India ookeani kaguosa (Hui, Gou 2021).

## LI instrument

Tööpõhimõttelt sarnaneb LI teiste kosmosedetektoritega. Tegu on pidevalt Maad jälgiva kaameraga, mis registreerib välgust tingitud äkilisi lühiajalisi valgussähvatusi pilvetippudes. Sähvatus tuvastamisel määratakse selle kellaaeg ja asukoht ning välguandmed ongi põhimõtteliselt käes. Geostatsionaarselt orbiidilt saab üheaegselt vaadelda peaaegu kogu poolkera. Lisaks jäävad ära mitmed maa-pealsetele süsteemidele omased probleemid, nagu erinevate detektorite andmete kombineerimine ja detektorite nappusest tingitud

efektiivsuse ning asukohatäpsuse langus ookeanide ja asustamata alade kohal.

Samal ajal kaasnevad geostatsionaarsete välguvaatlustega omad väljakutsed. LI puhul algab kõik juba Euroopa asendist kõrgetel laiuskraadidel. See tähendab instrumendi ebasoodsat vaatenurka (äikesepilvede tippude asemel hakkavad paistma nende küljed), millele võivad lisanduda kaamera vaatevälja servas tekkivad moonutused ja tundlikkuse vähenemine. GLM on näidanud, et ühe kaameraga saab geostatsionaarselt orbiidilt edukalt vaadelda umbes 50ndate laiuskraadideni. Skandinaaviamaad aga paiknevad 60–70ndatel laiuskraadidel ehk tunduvalt põhja pool varasemate geostatsionaarsete välgudetektorite vaateväljast.

Leevendamiseks kaamera vaatevälja piiratud ulatuse mõju LI efektiivsusele ja asukohatäpsusele Euroopas on instrumendil ühe kaamera asemel neli kaamerat. Läänepoolne kaamera vaatleb Atlandi ookeani keskosa ja Lõuna-Ameerika idaosa, põhjapoolne kaamera Euroopat, Aafrika loodeosa ja Atlandi ookeani kirdeosa, idapoolne kaamera suuremat osa Aafrikast ja India ookeani lääneosa ning lõunapoolne kaamera Atlandi ookeani lõunaosa ja Aafrika lõunatippu (joonis 1). Seejuures on kaamerate ristkülikukujulised vaateväljad põhja-lõunasuuna suhtes 45 kraadi kallutatud ja ulatuvad nurkadest Maa kettast veidi kaugemale kosmosesse. See tähendab, et isegi kõrgetel laiuskraadidel paiknevad alad, näiteks Põhja-Skandinaavia, paiknevad vastava kaamera vaatevälja servast mõnevõrra eemal, kus vaatluste kvaliteet on parem.

Nelja kaameraga disain võimaldab lisaks senistest kosmosedetektoritest paremat ruumilist lahutust. Kõik LI kaamerad produtseerivad rasterkujutisi mõõtmetega 1000×1170 pikslit. Maapinnal teeb see piksli mõõtmeteks nadiiris, MTG-I satelliidi asukohas ekvaatori ja nullmeridiaani lõikepunktis, 4,5×4,5 km. Nii Ameerika GLMi kui Hiina LMI vastav näitaja on 8x8 km. Tulenevalt Maa kumerusest LI pikslite efektiivne suurus maapinnal vaatevälja keskmest eemalduses muidugi kasvab: Kesk-Euroopas on see põhja-lõunasuunas umbes 7 km ning Skandinaavias juba 10 km ja enamgi.

Sarnaselt teiste kosmosedetektoritega tuli LI kavandamisel arvestada ka mitmete vaatlusmetoodiliste probleemidega. Need võib



laias laastus jagada pilvede taustaheledusest, välgu lühikesest kestusest ja mürast tingitud väljakutseteks.

Taustaheledust iseloomustab päikese asendist tingitud ööpäevane tsükkel. Öösel on välguvalgus pilvedes domineeriv ja isegi nõrgemad välgud kergesti registreeritavad. Päeval on päikesevalgust peegeldavad pilved aga nii heledad, et näiteks inimsilmaga pole pilvevälkude valgussähvatused reeglina nähtavad. Siin tuleb appi välgu kiirgusspekter, mida iseloomustavad mitmed kitsad maksimumid. LI ja kõik teised eelpool kirjeldatud kosmosedetektorid kasutavad kitsasribafiltrit, mille kese on lähisinfra punases spektri piirkonnas lainepikkusel 777,4 nm. Siin asub välgukanalis ergastunud hapniku aatomitest tingitud kitsas tugev kiirgusmaksimum. LI filtri laius on 1,9 nm ja see eemaldab suure osa pilvedelt peegeldunud päikesevalgusest, säilitades samas huvipakkuva välgukiirguse. Piltlikult öeldes paistavad päevased äikesepilved LI instrumendile palju tumedamad ja nendes toimuvad välgusähvatused palju heledamad kui inimsilmale.

Välgu lühike ajaline kestus esitab väga kõrged nõudmised LI andmetöötluskiirusele. Keskmise välgulööki kestab umbes 0,2–0,3 sekundit, kuid sarnaselt maapealsete süsteemidega püüdleval ka kosmosedetektorid üksikute välguimpulsside registreerimise poole ja siin on ajaskaalad juba sadu ja tuhandeid kordi lühemad. Nende tabamiseks on LI kaamerad tegelikult kiirkaamerad, mis filmivad kogu vaatevälja kiirusega 1000 kaadrit sekundis. See on võrdne LMI instrumendiga ja kaks korda kiirem kui GLM. Seega peab LI suutma läbi analüüsida nelja kaamera ühtekokku 4,7 miljoni piksli andmed, leidma nende hulgast välguvaatluste kandidaadid ja kordama seda protseduuri 1000 korda sekundis stabiilselt kuude ja aastate jooksul. Seejuures on kasutada vaid satelliidi päikesepaneelide poolt toodetud piiratud energiahulk, mida tuleb jagada FCI ja satelliidi enda elektroonikaga.

Potentsiaalsed välgud tuvastab järjestikuseid kaadreid analüüsides LI reaaliajase protsessor, mis kannab nime RTPP (*Real Time Pixel Processor*). RTPP lahutab piksli heledusest käesoleval kaadril vastava piksli keskmise heleduse eelnenud N kaadri jooksul. Kui saadud heleduste vahe ületab vaatluslävendi ehk piksel oli antud kaadril märgatavalt heledam kui eelnenud kaadritel, salvestatakse

see välgukandidaadina. N väärtus on seejuures mõni kuni mõnikümmend kaadrit ja keskmistamine vähendab oluliselt sensori mürast tingitud valehäirete hulka.

RTPP poolt registreeritud välgukandidaate nimetatakse sündmusteks ja need jagunevad välgusündmusteks ning mürasündmusteks. Välgusündmuste puhul põhjustab piksli heleduse äkilise suurenemise välguvalgus pilvetipus. Mürasündmustel ehk valehäiretel on mitmeid põhjuseid. Paljud neist tekkivad CMOS sensori mürast tingitud pikslite heleduse juhuslikust kõikumisest, kuid neid põhjustavad näiteks ka sensorit tabavad kosmilised kiired ja mõnikord maapinnalt või instrumendi optikalt peegelduv päike. Mürasündmuste eemaldamine on LI andmetöötluse põhiväljakutseks.

RTPP poolt registreeritud esmaste sündmuste hulk sõltub vaatluslävendist. LI madalaima tundlikkusega režiimis on see tuhandeid, maksimaalse tundlikkuse režiimis aga miljoneid sündmusi sekundis. LI andmete allalaadimise kiirus 30 Mb/s võimaldab Maale saata maksimaalselt 80 000 sündmuse andmed sekundis. Madalaima tundlikkuse korral saab seega kõik registreeritud sündmused Maale saata, kusjuures andmetes domineerivad (heledamad) välgusündmused ja müra on väga vähe. Kõrgeima tundlikkuse puhul lisandub hulgaliselt nõrgemaid välgusündmusi, kuid nende registreerimise hinnaks on mürasündmuste hulga plahvatuslik kasv. Nüüd peab LI tarkvara esmalt eemaldama 98–99% mürast ja alles seejärel saadakse Maale saatmiseks piisavalt väike hulk sündmusi. Detailsemalt on LI filtrite tööpõhimõtet kirjeldanud Kokou et al (2018).

Maale saadetakse registreeritud sündmuste kellajad, asukohad (vastava piksli rea ja veeru number), heledused ja lisaks sündmust ümbritseva kaheksa naaberpiksli heledused, mis on olulised edasisel filtreerimisel ja müra eemaldusel. Lisaks saadab LI regulaarselt Maale nn taustafotosid, mis on tavalised rasterfotod Maast instrumendi nominaalse 1 millisekundit (ms) säriajaga. Päevasel ajal kasutatakse neid navigatsiooniks ja öisel ajal sensorite taustamüra hindamiseks. Tavalises vaatlusrežiimis saadavad kõik kaamerad ühe taustafoto minutis, kuid vajadusel saab neid saata ka kaks ja isegi neli korda minutis. Kalibreerimisrežiimis, kui välku ei vaadelda, saab taustafotosid saata veelgi sagedamini ja lisaks muuta ka säriaegu.

Maale saabuvad andmed 100 ms pikkuste pakettidena, millest spetsiaalne protsessor IDPFI (*Instrument Data Processing Facility*) paneb kokku binaarfailid. Neid toorandmeid nimetatakse ka L0 (*Level-0*) andmeteks ning lisaks sündmustele ja taustafotodele sisaldavad need hulgaliselt LI seisundit kirjeldavaid parameetreid, näiteks kaamerate ja sensorite temperatuuri, registreeritud ja välja filtreeritud sündmuste hulka, kasutatud konfigatsiooniparameetrite väärtusi jpm.

Seejärel töötleb L0 andmeid L1B (*Level 1B*) protsessor. Esmalt toimub andmete navigatsioon, mille tulemusena saavad kõik sündmused ja taustafotode pikslid geograafilised koordinaadid. Seejärel läbivad sündmused mitu filtrit, kusjuures nüüd saab müra tuvastamiseks kasutada juba maapealseid arvutusvõimsusi. Lõpptulemusena arvutatakse iga sündmuse jaoks tõenäosus, et tegu oli müraga ja salvestatakse kõik sündmused netCDF failidesse. Saadud väljundit nimetatakse L1B andmestikuks ja põhimõtteliselt on see LI toorandmete ja lõppkasutajale mõeldud andmete vaheprodukt.

Viimaseks etapiks on L2 (*Level 2*) protsessor L2PF (*Level 2 Processing Facility*). See valib L1B väljundist tõenäolised välgusündmused ja arvutab nende põhjal juba lõppkasutajale mõeldud grupid ja välgud. Grupp on samal kaadril olevate sündmuste kogum, kusjuures sündmuste pikslite küljed peavad omavahel kokku puutuma. Iga grupile arvutatakse kellaag (vastava kaadri kellaag) ja geograafilised koordinaadid (kõigi gruppi kuuluvate sündmuste heledusega läbi kaalutud koordinaatide keskmised). Välgud on LI andmete kontekstis selliste gruppide kogumid, mis on teineteisele lähemal kui 16,5 km ruumis ja 0,33 sekundit ajas. Välgu kellaajaks on esimese grupi kellaag ja selle geograafilised koordinaadid vastavate gruppide koordinaatide heledusega läbi kaalutud keskmised. Kõik grupid ja välgud läbivad jääkmüra eemaldamiseks veel täiendava filtreerimise.

Eelnevast nähtub, et LI on keerukas instrument, mida võib õigusega pidada üheks Euroopa kosmosetööstuse tippsaavutuseks. Selle kavandas ja ehitas aastatel 2012–2021 Itaalia kosmosetehnoloogia firma Leonardo. Tihedat koostööd tehti Prantsusmaa tehnoloogiakorporatsiooniga Thales Alenia Space, kes ehitas FCI, paigaldas mõlemad instrumendid MTG-I satelliidile ja testis neid

maapealsetes katselaborites. Seega on LI võimalikuks teinud tuhandete Euroopa teadlaste, inseneride ja programmeerijate ühistöö enam kui kümne aasta jooksul.

EUMETSAT on vastutav LI optimaalse häälestamise, maapealse andmetöötluse ja lõppkasutajatele mõeldud andmete genereerimise ning kättesaadavaks tegemise eest. Selle juurde kuulub instrumendi üldseisundi, efektiivsuse, asukohatäpsuse ja valesignaalide hulga pidev ning pikaajaline jälgimine. Selleks vajaliku tarkvara planeerimisel ja kirjutamisel on käesoleva artikli autoril kui välgu(detektorite) teadlasel olnud juhtiv roll. Nelja aastaga välja arendatud Pythoni põhine tarkvarapakett LI-STAR (*LI STATistics and Reporting*) sisaldab hulgaliselt funktsioone, mille abil saab näiteks lugeda ja visualiseerida LI toorandmete (LO) andmepakette, jälgida instrumendi seisundit ja mõõta lõppkasutajatele mõeldud andmete kvaliteeti. Kogu ülejäänud artikkel põhinebki suures osas LI-STARi programiga saadud tulemustel.

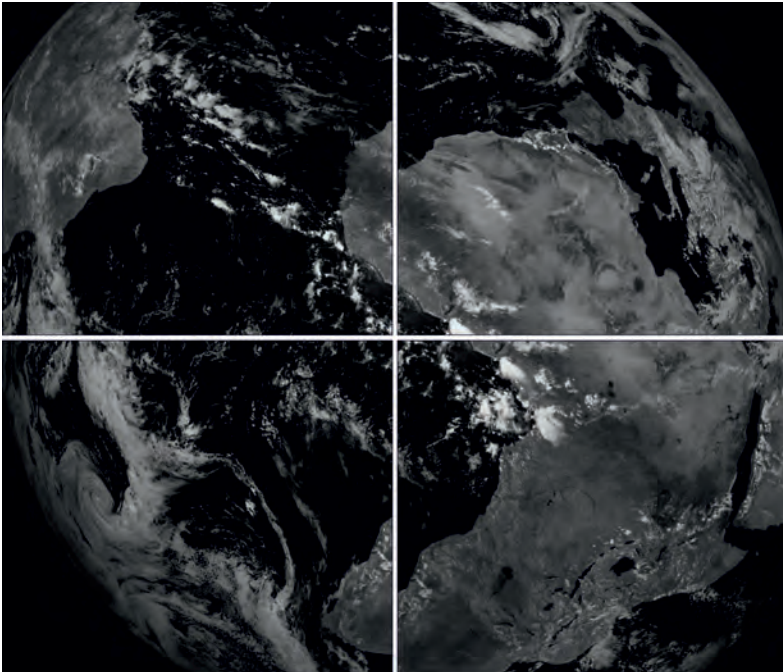
## **LI teekond kosmosesse ja esimesed proovivaatlused**

Pärast MTG-I satelliidile monteerimist ja laboritest Euroopas 2022. aasta suvel ning paarinädalast laevareisi jõudis LI oktoobri alguseks Prantsuse Guajaanasse Euroopa kosmodroomile. Seal toimusid viimased testid ja MTG-I paigaldamine Ariane 5 kanderaketile, kus see jagas kohta kahe Ameerika telekommunikatsioonisatelliidiga Galaxy-35 ja Galaxy-36. Start õnnestus esimesel katsel: 13. detsembril 2022 kell 20:30 maailma aja (UTC) järgi kerkis Ariane 5 Prantsuse Guajaana troopilisse sinitaevasse ja mõnikümmend minutit hiljem oli MTG-I juba Maa-lähedasel orbiidil. Järgnevate päevade jooksul manööverdas ESA satelliiti järjest kõrgemale ning 28. detsembriks saavutati stabiilne geostatsionaarne orbiit.

Esimesed paar kuud kosmoses kulusid satelliidi elutähtsate süsteemide stabiilsuse kontrolliks ja testimiseks. Paralleelselt hakati jälgima ka FCI ja LI elutähtsaid näitajaid ja instrumentide kohanemist kosmiliste oludega. Proovivaatlustele sai hakata mõtlema märtsis ja siin kuulus eeljärgkord FCI-le kui MTG-I missiooni põhiinstrumentidele. LI vaatlusi hakati kavandama pärast FCI edukaid esmavaatlusi 18–19. märtsil 2023.

LI esimeseks vaatlusülesandeks oli Maa pildistamine kalibreerimisrežiimis. Vastav käsk saadeti instrumendile 19. aprillil 2023 pisut pärast kella 12 UTC. Proovivaatlus kestis veidi alla poole tunni ja selle aja jooksul koguti nelja erineva säriajaga (1 ms, 2 ms, 3 ms ja 4 ms) kokku 400 LI taustafotot. Andmete saabumise ajal oli pingemissiooni kontrollruumis suur. Esimesest saabunud binaarfaiilist esimese LI taustafoto genereerimise au kuulus seejuures siinkirjutajale ja LI-STAR programmile. Arvuti ümber kogunenud teadlaste ja inseneride rõõm ja aplaus olid suured, kui ekraanile ilmus selgelt äratuntav teravate rannajoontega foto Euroopast ja Põhja-Aafrikast (joonis 2). See kinnitas, et instrumendi optika, sensorid ja elektroonika olid orbiidile saatmise ja esimesed kuud kosmoses edukalt üle elanud ning töökorras.

Vähem kui 12 tundi hiljem viidi läbi esimene öine vaatlusseeria, mis kordas päevase vaatluse fotode arvu ja säriaegu. Nüüd oli aga



**Joonis 2.** Sellisena paistis Maa läbi LI nelja kaamera nominaalse 1 ms säriajaga proovifotode seeria ajal 19. aprillil 2023 kell 12:28:55 UTC.

peaaegu kogu vaadeldav Maa ketas pime. Ka need vaatlused täitsid väga edukalt oma põhiülesande näidates LI kaamerate ja sensorite kõrget kvaliteeti. Pimekaadrite taustamüra tase oli väga madal ja defektseid piksleid ei tuvastatud.

Lisaks ilmusid juba esimestel öistel fotodel nähtavale valgustatud pikslite grupid, mille hulk, heledus ja asukoht fotolt fotole varieerusid. See oli esimeseks tõendiks, et LI suudab välja pildistada. Kuigi tooretel (L0) kalibreerimisfotodel puuduvad geograafilised koordinaadid, õnnestus autoril juba järgmisel päeval kaamerate vaateväljade üldiste asendite põhjal panna paika pildistatud välgu-sähvatuste ligikaudsed asukohad. Need kattusid hästi maapealse GLD360 välgudetektorite süsteemi poolt samal kellaajal vaadeldud suuremate äikesetormide asukohtadega ekvatoriaalse Aafrika edelaranniku piirkonnas.

Olgu veel lisatud, et kalibreerimisfotode põhirolliks LI missioonil on sensorite seisundi ja selles toimuvate muutuste pikaajaline jälgimine. Neid on võimalik pildistada väga erinevate säriaegadega alates 20 mikrosekundist kuni kümnete sekunditeni. Seejuures ei vaadelda ainult Maad, vaid mõnikord ka Kuud ja heledamaid tähti, mille valguse omadused on ajas stabiilsemad ja väga täpselt teada.

## **Esimesed operatiivvaatlused**

Järgmiseks oluliseks sammuks LI testimisel oli selle katsetamine operatiiv- ehk vaatlusrežiimis. Sellega alustati 22. mail 2023. Esi-algu alustati taustafotode pildistamisega kord minutis, sest see on LI jaoks oluliselt vähem koormav kui välguandmete registreerimine. Ka see test läks edukalt ja LI hakkas stabiilselt Maale saatma umbes 5700 taustafotot ööpäevas, üle 1400 foto ühe kaamera kohta.

LI-STARi programmiga automatiseeriti taustafotode lahti pakkimine binaarfailidest ja salvestamine PNG formaadis pildifailidena. Et nii suure fotode hulga üksaaval läbivaatamine on keeruline, loodi PNG failidest ööpäevased animatsioonid, mis esmakordselt satelliidivaatluste ajaloos võimaldasid jälgida pilvede arengut ja liikumist valgel ajal üheminutilise ajalise lahutusega. Eriti kustumatu mulje jättis autorile ja tema kolleegidele Aafrika äikesetormide evolutsiooni jälgimine. Siinkohal tasub meenutada, et praegu on

Aafrikas saadaval 15minutilise intervalliga SEVIRI fotod ja edaspidi hakkab FCI pakkuma 10minutilise intervalliga vaatlusi.

Taustafotode suureks eeliseks kalibreerimisfotode ees on see, et neid saab koguda paralleelselt välguvaatlustega. Seepärast täidavad need LI missioonis mitmeid olulisi ülesandeid. Esimene neist on välguvaatluste võimalikult täpne navigatsioon. Nimelt pole LI vaateväli Maa suhtes täiesti muutumatu, sest satelliidi orbiit pole ideaalne ja ööpäevased temperatuurikõikumised põhjustavad väikesteid deformatsioone instrumendi kujus. Kui jälgiksime suvalise LI kaamera suvalisi piksli keskpunkti asendit Maa pinna suhtes, muutuks see ööpäevaga mitmekümne kilomeetri ulatuses. Selleks, et saavutada piksli suurusega võrreldav asukohatäpsus, LI puhul vaatevälja keskel 4,5 km, kasutatakse taustafotodel leiduvaid maa-märke, eeskätt pilvevabu rannajooni. Et maamärkide geograafilised koordinaadid on täpselt teada, saab nende asendist LI taustafotodel tuletada LI kaamerate kõigi pikslite täpsed koordinaadid antud ajahetkel ja nende põhjal anda koordinaadid ka vaadeldud välgusündmustele.

Samuti võimaldavad taustafotod tuvastada ja uurida anomaaliaid instrumendi vaateväljas, mis võivad mõjutada välguvaatluste kvaliteeti. Nii näiteks on võimalik jälgida väga heledate või isegi küllastunud pikslitega piirkondade ilmumist ja liikumist vaateväljas. Need võivad tekkida päikese peegeldumisel veekogudelt, aga ka siis, kui päike mõnda instrumendi kaamerasse otse sisse paistab. Viimast juhtub regulaarselt mõne minuti jooksul kesköö paiku umbes kuu aja jooksul enne ja pärast kevadist ning sügisest pööripäeva. Sel ajal liigub päike satelliidilt vaadates kesköö paiku Maa ketta tagant läbi või möödub sellest napilt “alt” või “ülevalt”, sattudes lühikeseks ajaks ühe või mitme LI kaamera vaatevälja.

Pikemas ajaskaalas saab taustafotode abil hinnata instrumendi üldist seisundit ja selle muutusi ajas. Viimased toimuvad aastate jooksul, olles tingitud nii instrumendi vananemisest kui ka kosmilise kiirguse mõjust. Näiteks öistelt pimekaadritelt on võimalik hinnata taustamüra intensiivsust ja avastada defektseid piksleid. Päeval ajal on võimalik vaadelda suhteliselt väikeste mõõtmetega ümbritsevatest aladest selgelt eristuvaid maamärke (*desert targets*), mille kuju ja heledus on ajas peaaegu püsivad (Lacherade et al



2013). Mitmed sellised on defineeritud näiteks Sahara kõrbes, kus pilvitu taevas võimaldab neid igapäevaselt jälgida. Selliste kindlate omadustega maamärkide pikaajaline jälgimine võimaldab hinnata muutusi instrumendi tundlikkuses. Veel paremaks sihtmärgiks kaamerate ja sensorite seisundi hindamisel on Kuu, mis mõned korrad igas kalendrikuus Maa kettast lähedalt möödub ja LI kaamera vaatevälja nurkades mõneks minutiks nähtavale ilmub.

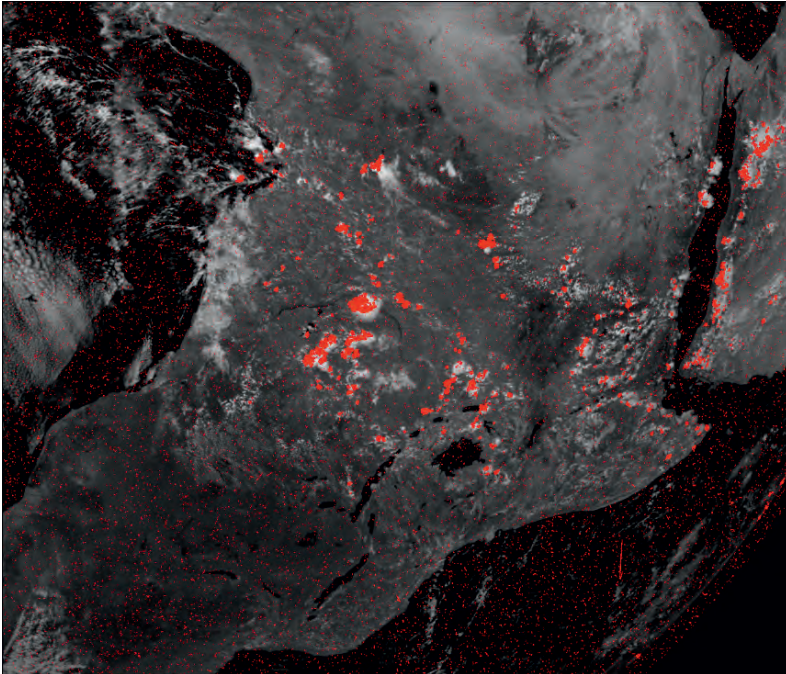
Ehkki esialgu on taustafotod mõeldud vaid EUMETSATi siseseks tehniliseks kasutamiseks, on nende enneolematu ajaline resolutsioon tekitanud elevust meteoroloogide seas. Loomulikult on tulevikus piisava huvi korral võimalik arutada nende kättesaadavaks tegemist lõppkasutajatele. Ameerika GLMi puhul juba liigutakse selles suunas. Siinkohal tuleb muidugi arvestada, et lähisinfrapunases spektripiirkonnas pildistatud fotod on pilvede jälgimiseks kasutatavad vaid valgel ajal. Lisaks jääb LI 4,5 km ruumiline lahutus alla FCI 0,5–1 km ja SEVIRI 1–3 km resolutsioonile.

## **Välguvaatluste algus**

LI missiooni kõige olulisem hetk saabus 25. mail kell 12:24 UTC, kui instrument lülitati esimest korda mõnekümneks minutiks välguvaatlusrežiimile. Eelnevalt oli selle tundlikkus seatud kõige madalamale tasemele, et testida instrumenti esmalt võimalikult madala koormuse ja väikese välgusündmuste hulgaga. Järgnevad minutid olid täis ärevat ootust kuni esimesed andmed Maale saabusid ja L0 protsessor üksikud andmepaketid binaarfailiks kokku pakkis. Pärast seda kulus veel paar minutit välguandmete ja taustafotode lugemiseks binaarfailist. Seejärel oli autoril au käivitada LI-STARi funktsioon, mis visualiseeris esimese vaatlusminuti välgu- ja mürasündmuste andmekihi vastava minuti taustafoto peal.

Ekraanil avanenud vaatepilt ületas oluliselt kohal viibinute ootusi. Nähtavale ilmusid tihedad välgusündmuste kogumid, mis kattusid praktiliselt täielikult äikesepilvede paiknemisega taustafotol (joonis 3). Esmane visuaalne võrdlus maapealse välgudetektorite võrgustikuga GLD360 näitas samuti väga sarnast välkude ruumilist paiknemist. Äikesepilvedest eemal paiknevate mürasündmuste hulk seevastu oli oodatust tunduvalt väiksem. Seega võis proovivaatluse





**Joonis 3.** Idapoolse kaamera registreeritud sündmused (punased pikslid) LI esimeste välguvaatlusminutite jooksul 25. mail 2023 kell 12:24–12:34 UTC, taustafoto on tehtud kell 12:29 UTC. Välgusündmuste kobarad kattuvad äikesepilvedega taustafotol, mürasündmused aga paiknevad hajusalt. Vertikaalne punane joon India ookeanil on kaamerat tabanud kosmilisest kiirest tekkinud mürasündmuste ahel.

kokkuvõtteks tõdeda, et LI registreeris kõige väiksema tundlikkuse juures oodatust tunduvalt rohkem välku ja tunduvalt vähem müra.

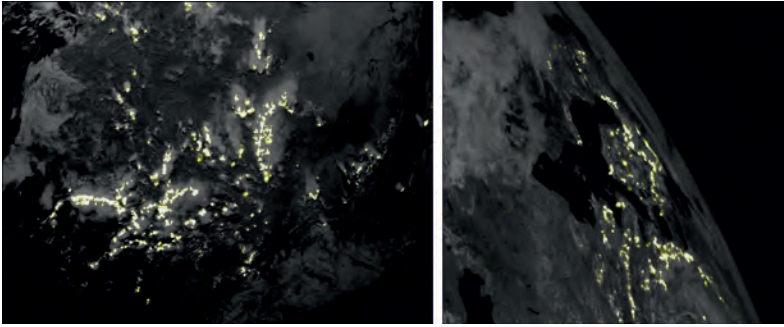
Pärast proovivaatluse andmete põhjalikumat analüüsi lülitati LI 1. juunil juba püsivalt vaatlusrežiimile ehk välguandmete ja 60sekundilise intervalliga taustafotode pidevale kogumisele. Esimesed poolteist kuud tehti vaatlusi kõige madalama tundlikkusega, testimaks instrumendi ja maapealse L0 protsessori stabiilsust pikema aja jooksul võimalikult väikese koormusega. Ilmnes, et minimaalse tundlikkusega registreerib LI sõltuvalt kellaajast mõnisada kuni mõni tuhat sündmust sekundis, kusjuures isegi filtreerimata toorandmetes domineerivad välgusündmused tugevalt mürasündmuste üle.

Koos püsivaatluste alguse ja esimeste andmete ootamatult hea kvaliteediga tõusis päevakorda LI andmete esitlemine laiemale avalikkusele. Selleks anti autorile juuni alguses ülesandeks töötada välja visuaalselt võimalikult atraktiivne andmete esitusviis. Lahenduseks oli minuti jooksul vaadeldud sündmuste loendamine piksli kaupa ja saadud andmekihi joonistamine kergelt tumendatud taustafoto peale. Seejuures määrab sündmuste arv minuti jooksul pikslite värvuse ja läbipaistvuse. Ainult ühe sündmusega piksel on kollane ja 90% läbipaistev. Iga sündmuse lisandumine vähendab läbipaistvust 10% võrra ja muudab piksli värvi valgemaks. Kümne või enama sündmusega pikslid on valged ja läbipaistmatud. Nii tekib tõetruu mulje keskelt rohkem ja äärtest vähem valgustatud äikesepilvedest (joonis 4). Antud värviskeemi lisaväärtuseks on mürapikslite peaaegu täielik kadumine 90% läbipaistvuse tõttu, sest LI madalaima tundlikkusega on rohkem kui ühe mürasündmuse esinemine samas pikslis ühe minuti jooksul äärmiselt haruldane.

Kirjeldatud viisil minuti kaupa andmeid visualiseerides saadi iga kaamera kohta 1440 PNG faili ööpäevas. Nendest koostati videod kiirusega 60–100 kaadrit sekundis, kus ööpäeva andmed mahuvad 15–25 sekundi sisse. Lisaks kaamerate vaatevälju hõlmavatele videotele koostati huvitavamatele piirkondadele ja tormidele suurendatud videod. Andmete ametlik esitus ajakirjandusele ja avalikkusele toimus 3. juulil 2023, kui EUMETSAT avaldas ühtekokku kümme LI juunikuu vaatlustel põhinevat videot. Eesti huvilised saavad neid koos eesti keelde tõlgitud selgitustega vaadata Eesti Meteoroloogia Seltsi kodulehelt.

Esimesed nädalad näitasid, et ootuspäraselt vaatleb kõige rohkem välku LI idapoolne kaamera, mille vaatevälja jääb maailma kõige äikeselisemaks piirkonnaks peetav ekvatoriaalne Aafrika. Teine väga äikeseline piirkond on läänepoolse kaamera vaatevälja läänepoolses osas jääv ekvatoriaalne Lõuna-Ameerika. Sellest piirkonnast saadi ühtlasi esmane kinnitus, et LI suudab välku registreerida ka väga lähedal Maa ketta servale.

Põhjapoolse kaamera vaateväljas Euroopas valitses juuni alguses ulatuslik kõrgrõhkkond ja välku löi eelkõige Vahemere piirkonnas. Esimeseks kinnituseks, et LI suudab välku vaadelda kaugel põhjas kui senised geostatsionaarsed detektorid, olid mõned



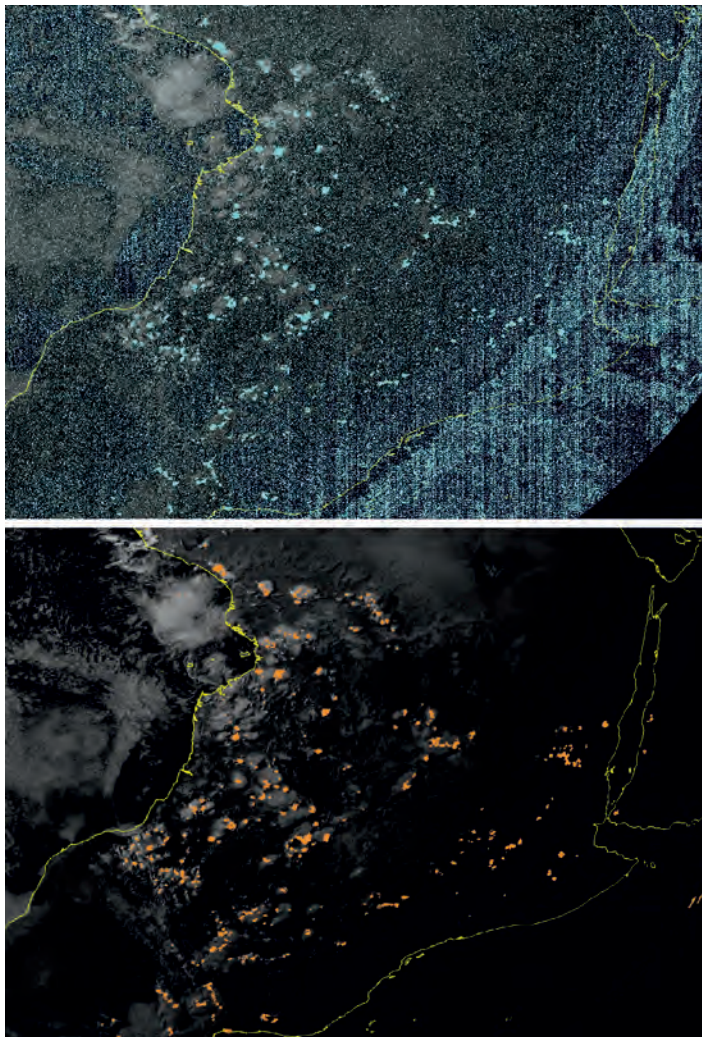
**Joonis 4.** Ühe minuti jooksul akumulieeritud sündmused vastava minuti taustafotol LI L0 toorandmetes 29. juunil 2023. Vasakul Kesk-Aafrika kell 14:00 UTC ja paremal Kirde-Euroopa kell 11:46 UTC.

Kagu-Eesti kohal 4. juunil 2023 registreeritud välgud. Suuremaks LI võimete demonstratsiooniks kõrgetel põhjalaiustel kujunes 29. juuni, kui ulatuslikud äikesed hõlmasid suure osa Soomest, ulatuses isegi Lapimaale (joonis 4).

LI põnevatest esmavaatlustest võib veel ära mainida suhteliselt haruldased hiiglaslike mõõtmetega nn megavälgud (*megaflash*), mis on autorile aeg-ajalt silma jäänud näiteks Lääne-Aafrikas. Need võivad horisontaalsuunas kasvada sadade kilomeetrite pikkuseks ja kesta mitmeid sekundeid. Nii välgulöögi ajalise kui ruumilise ulatuse ametlikud maailmarekordid kuuluvad praegu GLM instrumentide poolt Lõuna-Ameerika kohal registreeritud megavälkudele (Peterson et al 2020). Tulevik näitab, kas LI tabab Aafrika konvektiivsüsteemides veelgi ulatuslikumaid välgulööke.

## LI võimekuse kvantitatiivne hindamine

Järgmiseks oluliseks sammuks toorandmete visualiseerimise järel oli instrumendi võimekuse kvantitatiivne hindamine. See sai võimalikuks alatest juulist, kui algas esimeste toorandmete töötlemine L1B protsessoriga. Käesoleva artikli kirjutamise ajaks olid juba lisandunud ka L2 protsessoriga loodud gruppide ja välgulöökide prooviandmestikud, kusjuures mürafiltrite häälestamisega oli jõutud efektiivse müraeemalduseni (joonis 5). Et tulevikus hakkavad



**Joonis 5.** LI maksimaalse tundlikkusega kogutud sündmused idapoolse kaamera vaateväljas ühe minuti jooksul 16. oktoobril 2023 kell 15:00:00 kuni 15:01:00 UTC illustreerivad maapealse müra filtreerimise olulisust. Ülemisel joonisel on L0 toorandmed ehk kõik LI poolt Maale saadetud sündmused (N=738873), alumisel joonisel aga L1B ja L2 protsessori filtrid läbinud lõppandmed, mis on peaaegu eranditult välgusündmused (N=105855).

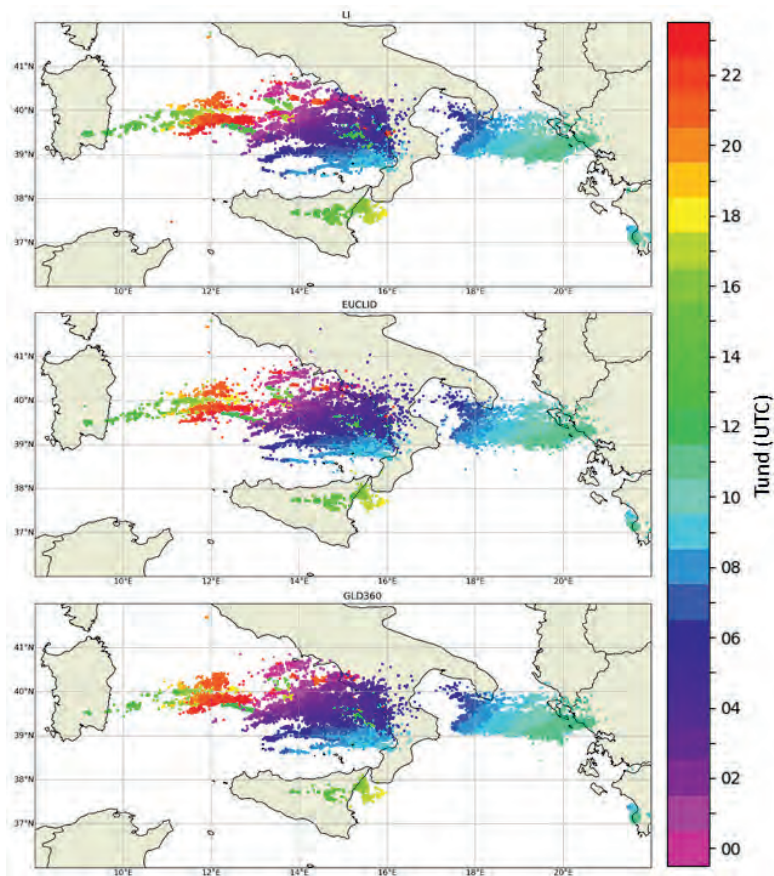


kasutajateni jõudma just L2 andmed, on allpool esitatud L2 gruppidel ja välgulöökidel põhinev esmane LI võimekuse hinnang.

Ajavahemikus 16. oktoober kell 12:00 UTC kuni 17. oktoober kell 12:00 UTC registreeris LI maksimaalse tundlikkusega kokku 86,5 miljonit gruppi ja 5,1 miljonit välgulööki. Samal ajal vaatles võrdluseks kasutatav maapealne välgudetektorite süsteem GLD360 LI vaateväljas 3,4 miljonit välguimpulssi ja 1,6 miljonit välgulööki. LI väga suur gruppide arv võrreldes GLD360 välguimpulssidega tuleneb sellest, et ühe ja sama välguimpulsi optiline kiirgus kestab pilve tipus sageli 10–15 ms, tekitades 1000 kaadrit sekundis filmiva LI andmestikus 10–15 grupist koosneva seeria.

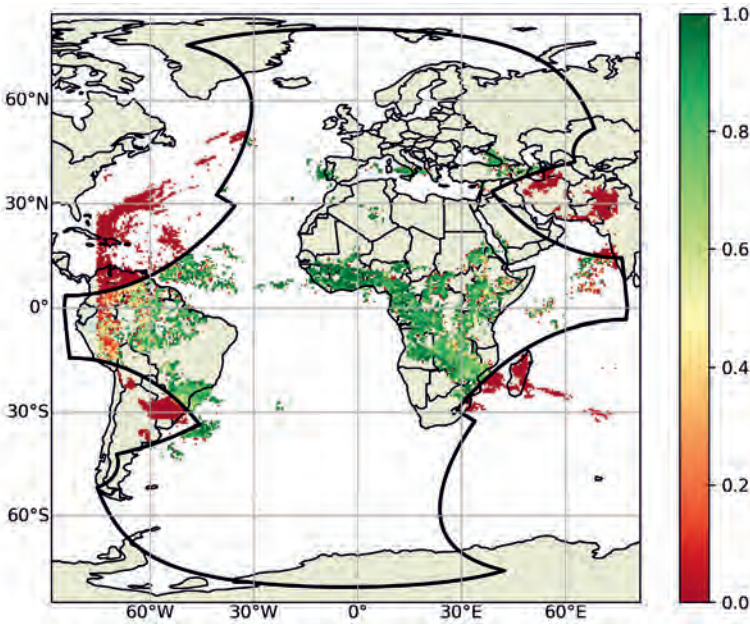
Andmete ajalis-ruumiline jaotus näitas väga head kooskõla LI ja maapealsete lühimaa (EUCLID) ning pikamaa (GLD360) detektorite süsteemide vaatluste vahel (joonis 6). Seejuures oli LI välgulöökide arv maapealsete süsteemidega võrreldes 2–3 korda suurem, mis on kooskõlas instrumendi oodatava oluliselt suurema tundlikkusega pilvevälkude suhtes. LI valehäirete ehk väljaspool torme paiknevate müravaatluste osakaal oli äärmiselt madal. Küll on joonise 6 keskmisel kaardil näha mõned EUCLIDI valehäired, mis paiknevad tormivööndist põhja pool Itaalia maismaa kohal.

LI hindamiseks loodi esmalt LI ja GLD vaatluste paarid. Selleks testiti üksikhaaval kõiki GLD360 välguimpulsse, kontrollides kas LI andmestikus vastas neile vähemalt üks grupp. Konkreetse GLD360 välguimpulsi kellaaja ja geograafiliste koordinaatide alusel loodi selle ümber ajalis-ruumiline puhver, mille suhtes testiti kõiki LI gruppe. Kui leidis vähemalt üks LI grupp ajavahemikus 5 ms enne kuni 10 ms pärast testitavat GLD360 välguimpulssi (valguse hajumise tõttu pilvedes LI vaatlus pigem hilineb maapealse vaatluse suhtes) ja sellest 50 km raadiuses, siis öeldakse, et LI on selle GLD360 vaatluse edukalt registreerinud (mõlemad registreerisid sõltumatult sama välguprotsessi). Sel juhul mõõdeti ja salvestati vastava LI ja GLD360 vaatluste paari ruumiline vahemaa kilomeetrites ja ajaline vahe mikrosekundites. Sama korrati LI ja GLD välgulöökidega, kusjuures välgulöögi pikema kestuse tõttu kasutati nüüd oluliselt laiemat ajalist puhvrit: 0,2 sekundit enne välgulöögi algust kuni 0,2 sekundit pärast selle lõppu.



**Joonis 6.** LI võlgulöögid (ülal,  $N=78060$ ), lühimaasüsteemi EUCLID võlgulöögid (keskel,  $N=25096$ ) ja pikamaasüsteemi GLD360 võlgulöögid (all,  $N=30192$ ) Lõuna-Itaalia piirkonnas 16. oktoober 2023 kell 12:00 UTC kuni 17. oktoober 2023 kell 12:00 UTC. Võlgulöökide asukohapunktide värv näitab võlgu kellaja tundi ja muudab jälgitavaks tormide üldise liikumise läänest itta.

Kokku tuvastati 1,23 miljonit LI ja GLD360 võlgulöökide paari, mis näitavad LI kõrget suhtelist efektiivsust GLD360 võlgulöökide registreerimisel. Aafrikas ja Lõuna-Euroopas registreeris LI üldiselt 80–90% kõigist GLD360 võlgulöökidest ning Lõuna-Ameerika idaosas 70–80% (joonis 7). Oluliselt madalam oli LI efektiivsus



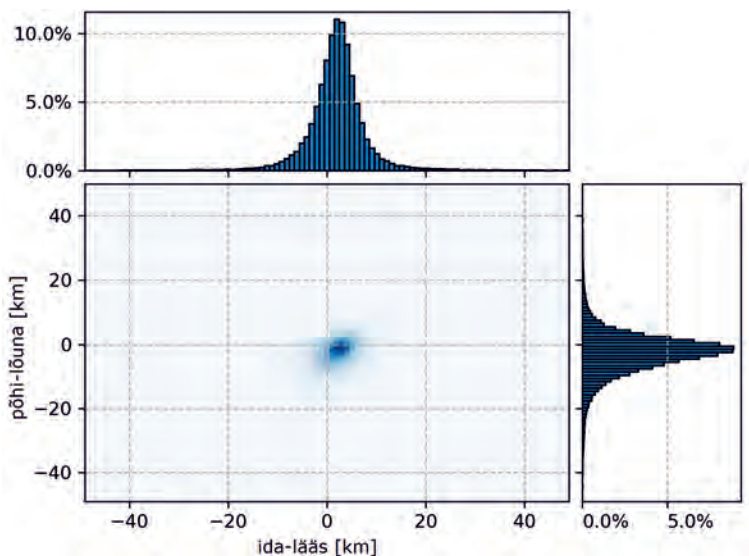
**Joonis 7.** LI välgulöökide registreerimise efektiivsus globaalse GLD360 välgudetektorite võrgustiku suhtes 16. oktoober 2023 kell 12:00 UTC kuni 17. oktoober 2023 kell 12:00 UTC. Must polügoon tähistab LI vaatevälja piiri, millest väljaspool on oodatav suhteline efektiivsus 0%. Efektiivsus on arvatud ainult nendes  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$  võrgusilmades, kus vaadeldava 24 tunni jooksul äikest esines.

vaid Lõuna-Ameerika lääneosas ja India ookeanil päris vaatevälja servades esinenud äikeste puhul.

LI gruppidest ja GLD360 välguimpulssidest moodustus ühtekokku 1,96 miljonit paari. Nende põhjal arutati LI gruppide suhtelised asukohavead GLD360 välguimpulsside suhtes. Need olid enamasti 3–7 km piires ehk võrreldavad LI piksli küljepikkusega. Joonisel 8 on näitena toodud LI suhteliste asukohavigade histogramm Lõuna-Euroopas, kus lääne-idasuunalise vea komponendi mediaanväärtus oli 3,2 km, põhja-lõunasuunalise komponendi mediaanväärtus 3,6 km ja absoluutse asukohavea mediaanväärtus 5,9 km. Samades piires olid asukohavead ka suures osas Aafrikas. Lõuna-Ameerikas olid vead suuremad, üldiselt 8–14 km piires. See on ootuspärane,

kuna vaatevälja servas on LI vaatenurk ebasoodsam ja pikslite efektiivne suurus maapinnal kasvab oluliselt.

Kokkuvõttes näitavad ülaltoodud analüüsid LI kõrget efektiivsust, suurt asukohatäpsust ja väikest valehäirete hulka. Samas tuleb arvestada, et siinkohal on toodud vaid esmane hinnang, mis on ruumiliselt piiratud äikese levikuga uuritud 24 tunni jooksul. Edaspidi on täpsemate tulemuste saamiseks plaanis uurida kuude ja hiljem ka aastate pikkusi perioode. See saab võimalikuks alates 2024. aastast, kui LI L2 andmete produtseerimine muutub pidevaks ja neid hakatakse jagama ka lõppkasutajatele.



**Joonis 8.** LI gruppide asukohatäpsus GLD360 välguimpulsside suhtes Lõuna-Euroopas ( $30^{\circ}\text{N}$ – $50^{\circ}\text{N}$ ,  $10^{\circ}\text{W}$ – $40^{\circ}\text{E}$ ) 16. oktoober 2023 kell 12:00 UTC kuni 17. oktoober 2023 kell 12:00 UTC (N=59170 LI grupi ja GLD360 välguimpulsi paari).



## Kokkuvõte

Euroopa Meteoroloogiasatelliitide Kasutamise Organisatsiooni (EUMETSAT) geostatsionaarsete satelliitide kolmanda põlvkonna esimene satelliit MTG-II startis Ariane 5 kanderaketi pardal Prantsuse Guajaanast Euroopa kosmodroomilt 13. detsembril 2022. aastal. MTG-I pardal on Euroopas täiesti uudne geostatsionaarne välgudetektor LI (*Lightning Imager*). Selle neli kaamerat registreerivad välgusähvatusi pilvetippudes läbi 1,9 nanomeetri laiuse kitsasribafiltri lainepikkusel 777,4 nm. Instrumendi ruumiline lahutus nadiiris on 4,5 km ja ajaline lahutus 1 ms. LI võimaldab pidevaid välguvaatlusi kogu Euroopas ja Aafrikas, lisaks Atlandi ookeani ja Lõuna-Ameerika idaosas ning India ookeani lääneosas.

Käesolev artikkel algab lühiülevaatega EUMETSATist ja MTG missioonidest. Seejärel tutvustatakse erinevaid välguvaatluse meetodeid ja geostatsionaarsete vaatluste kasvavat rolli välguandmete kogumisel. Järgneb LI instrumendi ehituse ja tööpõhimõtte kirjeldus. Artikli teise poole moodustab autori igapäevasel töökogemusel põhinev ülevaade LI esimesest aastast kosmoses. Esitletakse 19. aprillil 2023 pildistatud esimesi fotosid Maast ja esimesi välguvaatlusi 25. mail 2023. Järgneb esmane LI võimekust hindav analüüs, mis valmis käesoleva artikli kirjutamise ajal 2023. aasta lõpus.

Analüüsitud LI prooviandmestik hõlmas 86,5 miljonit gruppi ja 5,1 miljonit välgulööki ajavahemikus 16. oktoober kell 12:00 UTC kuni 17. oktoober kell 12:00 UTC. Võrdlus maapealse välgudetektorite võrgustikuga GLD360 näitas, et LI registreeris Euroopas ja Aafrikas 80–90% ja Lõuna-Ameerikas 70–80% kõigist GLD360 välgulöökidest. LI suhteline asukohaviga oli suuremal osal vaateväljast 3–7 km, suurenedes vaatevälja servas Lõuna-Ameerikas 8–14 kilomeetrini. Esmane võrdlus näitab, et LI registreeris palju nõrgemaid pilvevälke, mida maapealsed detektorid ei vaadelnud. Saadud tulemused näitavad LI potentsiaali pakkuda Euroopa ja Aafrika kasutajatele kõrge kvaliteediga välguandmeid. LI võimekuse analüüsi on plaanis oluliselt laiendada koos pideva reaajas andmevooga 2024. aastal.

## Kirjandus

**Blakeslee, R.J., et al.** 2020. Three years of the Lightning Imaging Sensor onboard the International Space Station: Expanded global coverage and enhanced applications. – *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 125, <https://doi.org/10.1029/2020JD032918>.

**Christian, H.J., Blakeslee, R.J., Goodman, S.J.** 1989. The detection of lightning from geostationary orbit. – *Journal Geophysical Research*, 94(D11), 13329–13337, <https://doi.org/10.1029/JD094iD11p13329>.

**Christian, H.J., et al.** 1999. The lightning imaging sensor. – *Proc. 11th Int. Conf. on Atmospheric Electricity*, Huntsville, AL, NASA, 746–749.

**Christian, H.J., et al.** 2003. Global frequency and distribution of lightning as observed from space by the Optical Transient Detector. – *Journal Geophysical Research*, 108(D1), ACL-4.

**Coquillat, S., Pont, V., Lambert, D., Houel, R., Pardé, M., Kreitz, M., Ricard, D., Gonneau, E., de Guibert, P., Prieur, S.** 2022. Six years of electrified convection over the Island of Corsica monitored by SAETTA: general trends and anomalously electrified thunderstorms during African dust south flow events. – *Atmospheric Research*, 275, 106227, <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2022.106227>.

**Enno, S.-E., Sugier, J., Alber, R., Seltzer, M.** 2020. Lightning flash density in Europe based on 10 years of ATDnet data. – *Atmospheric Research*, 235, 104769.

**Erdmann, F., Caumont, O., Defier, E.** 2023. Assimilation of Meteorat Third Generation (MTG) Lightning Imager (LI) pseudo-observations in AROME-France – proof of concept. – *Natural Hazards and Earth System Science*, 23, 2821–2840, <https://doi.org/10.5194/nhess-23-2821-2023>.

**Goodman, S. J., et al.** 2013. The GOES-R geostationary lightning mapper (GLM). – *Atmospheric Research*, 125, 34–49, <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2013.01.006>.

**Hui, W., Guo, Q.** 2021. Preliminary characteristics of measurements from Fengyun-4A Lightning Mapping Imager. – *International Journal Remote Sensing*, 42, 4922–4941, <https://doi.org/10.1080/01431161.2021.1906983>.

**Kokou, P., Willemsen, P., Lekouara, M., Arioua, M., Mora, A., Braembussche, P., Neri, E., Aminou, D.** 2018. Algorithmic chain for lightning detection and false event filtering based on the MTG lightning

imager. – *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, <https://doi.org/10.1109/TGRS.2018.2808965>.

**Lacherade, S., Fougnie, B., Henry, P., Gamet, P.** 2013. Cross calibration over desert sites: description, methodology, and operational implementation. – *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 51, 1098–1113, <https://doi.org/10.1109/TGRS.2012.2227061>.

**López, J.A., Pineda, N., Montanyà, J., van der Velde, O., Fabró, F., Romero, D.** 2017. Spatio-temporal dimension of lightning flashes based on three-dimensional Lightning Mapping Array. – *Atmospheric Research*, 197, 255–264, <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2017.06.030>.

**Mäkelä, A., Mäkelä, J., Haapalainen, J., Porjo, N.** 2016. The verification of lightning location accuracy in Finland deduced from lightning strikes to trees. – *Atmospheric Research*, 172, 1–7, <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2015.12.009>.

**Nag, A., Murphy, M.J., Schulz, W., Cummins, K.L.** 2015. Lightning locating systems: Insights on characteristics and validation techniques. – *Earth Space Science*, 2, 65–93.

**Orville, R.E., Weisman, R.A., Pyle, R.B., Henderson, R.W., Orville R.E. Jr.** 1987. Cloud-to-ground lightning flash characteristics from June 1984 through May 1985. – *Journal of Geophysical Research*, 92, 5640–5644.

**Peterson, M., et al.** 2020. New World Meteorological Organization certified megaflash lightning extremes for flash distance (709 km) and duration (16.73 s) recorded from space. – *Geophysical Research Letters*, 47 (16), e2020GL088888, <https://doi.org/10.1029/2020gl088888>.

**Said, R.K., Inan, U.S., Cummins, K.L.** 2010. Long-range lightning geolocation using a VLF radio atmospheric waveform bank. – *Journal of Geophysical Research*, 115, D23108, [doi:10.1029/2010JD013863](https://doi.org/10.1029/2010JD013863).

**Schulz, W., Diendorfer, G., Pedeboy, S., Poelman, D.R.** 2016. The European lightning location system EUCLID – Part 1: Performance analysis and validation. – *Natural Hazards and Earth System Science*, 16, 595–605, <https://doi.org/10.5194/nhess-16-595-2016>.

**Wang, Y., Yang, Y., Liu, D., Zhang, D., Yao, W., Wang, C.** 2017. A case study of assimilating lightning-proxy relative humidity with WRF-3DVAR. – *Atmosphere*, 8, 20, <https://doi.org/10.3390/atmos8030055>.

## **The European new geostationary Lighting Imager (LI): first year in space**

Sven-Erik Enno

### *Summary*

A new state of the art geostationary meteorological satellite, the Meteosat Third Generation Imager (MTG-I1) has been launched on 13 December 2022 aboard the Ariane 5 launcher from Kourou (French Guyana). MTG-I1 carries the Lightning Imager (LI), a brand-new European instrument devoted to the monitoring of lightning activity over Europe, Africa, and a large portion of the Atlantic Ocean. In detail, it will detect continuously pulses of light generated by lightning from space within a 1.9 nm wide band centred on 777.4 nm, with a 4.5 km resolution at sub-satellite point, and 1 kHz frequency.

The present paper starts with a brief description of the main lightning detection techniques from ground-based lightning location systems to the increasing role of geostationary observations. The main design features and working principles of the LI instrument are then discussed. A detailed overview of LI first year in space is given, starting from the first calibration images (19 April 2023) and lightning observations (May 25 2023) and finishing with the production and evaluation of the first Level 2 end-user lightning group and flash datasets during the last quarter of 2023.

The first LI L2 test dataset, covering 24 hours from 12:00 UTC on 16 October 2023 to 12:00 UTC on 17 October 2023, is presented. During this period, the LI showed 80–90% flash detection efficiency relative to ground-based long-range lightning location system GLD360 in both, Africa and Southern Europe. Meanwhile its location accuracy was in the order of 3–7 km and the false alarm rate was very low. These results are encouraging and show that the LI will become a valuable tool for both, operational meteorologists and scientists in Europe and Africa. More extensive LI performance analysis covering months and years will follow after the LI starts producing end-user data in 2024.

# **EESTI VETE ISOTOOPKOOSTIS**

Rein Vaikmäe

## **Sissejuhatus**

Geochemia on oluline geoloogia alldistsipliin, mis uurib keemiliste elementide sisaldust ja jaotumust ning ringlust Maa erinevates sfäärides. Geochemia on suhteliselt noor teadusvaldkond ja esimesed sellealased teaduspublikatsioonid pärinevad 19. sajandi lõpust (Clarke 1889). Geochemia kui iseseisva teadusdistsipliini rajajateks 20. sajandi algul loetakse vene teadlast Vladimir Vernadskit ja norra teadlast Victor Moritz Goldschmidti (Mason 1992, Müller 2014).

Uute füüsikateooriate väljatöötamine 20. sajandi esimesel poolel lõi aga juba 20. sajandi keskpaigaks eeldused geochemia uue haru – isotoopgeochemia – ning mitmete selle rakenduslike harude – isotoopgeoloogia ja isotoophüdroloogia – tekkimiseks (Rankama 1954). Tegemist on geoloogia ja geochemia piiriteadusega, mis uurib looduslikus keskkonnas sisalduvate stabiilsete ja radioaktiivsete isotoopide teisendeid. Kergete elementide (H, C, O, N, S) stabiilsete isotoopide suhte muutuste uurimine annab informatsiooni looduslike protsesside ajalis-ruumilise dünaamika kohta ja radioaktiivsete isotoopide kontsentratsiooni mõõtmine võimaldab määrata geoloogiliste protsesside toimumise aega ja/või nende kiirust. Kui algul kasutati uusi meetodeid valdavalt geoloogilistes uuringutes, laienes nende kasutamine kiiresti ka näiteks paleoklimatoloogiasse, mis on paljuski kattuvad teadusharud.

1964. aastal publitseeris Willi Dansgaard klassikaks saanud artikli sademete isotoopkoostise kujunemisest, põhjendades selle sõltuvust temperatuurist (Dansgaard 1964). Koos H. Craigi töödega (Craig 1961) pani see aluse isotoophüdroloogiale ja isotoophüdrogeoloogiale (Clark, Fritz 1997) ning ühtlasi ka jääpuursüdämike teadusele, mis on praeguseks osutunud olulisimaks infoallikaks minevikus toimunud kliimamuutuste kohta (Jouzel, Masson-Delmotte 2010).

Vaatamata piiratud juurdepääsule uusimale välismaisele teadusinformatsioonile, algas isotoopgeokeemia areng Eestis vaid mõni aasta pärast selle teadusharu teket (Vaikmäe 2012, 2019).

### **Hapniku ja vesiniku stabiilsed isotoobid sademetes**

Vee looduslikus ringes toimub isotoopne fraktsioneerumine. Aurutumisel ookeani pinnalt lähevad aurufaasi eelistatult veemolekulide hapniku ja vesiniku kergemad isotoobid  $^{16}\text{O}$  ja  $^1\text{H}$ . Veeauru kondenseerumisel pilvedes ja sademete formeerumisel lähevad veefaasi eelistatumalt raskemad isotoobid  $^{18}\text{O}$  ning  $^2\text{H}$  ehk deuteerium. Vee fraktsioneerumise intensiivsus sõltub temperatuurist ja nii sisaldab veeaur kõrgematel laiuskraadidel ning külmemal perioodil vähem raskemaid hapniku ja vesiniku isotoope kui madalamatel laiuskraadidel ning soojematel perioodidel (joonis 1). Praktilistel kaalutlustel ei esitata isotoopkoostise andmestikku absoluutväärtustena, vaid vähemlevinud raskemate isotoopide  $^{18}\text{O}$  ning  $^2\text{H}$  ja enamlevinud kergemate isotoopide  $^{16}\text{O}$  ning  $^1\text{H}$  suhtena promillides kalibreerituna rahvuvahelise standardi SMOW (*Standard Mean Ocean Water*) suhtes (vt järgnevad võrrandid). Rahvusvaheliselt aktsepteeritud standardiks on kokkuleppeliselt võetud ookeanivee keskmine isotoopkoostis, kuna ookeani võib lugeda tinglikult globaalse veeringe alguspunktiks. Kui uuritav vesi sisaldab ookeaniveega võrreldes vähem raskeid isotoope  $^{18}\text{O}$  ja  $^2\text{H}$ , siis on vee isotoopkoostis negatiivne, ja kui uuritavas vees on raskemaid isotoope standardiga võrreldes rohkem, siis on vee isotoopkoostis positiivne.

$$R = \frac{\text{vähemlevinud isotoobi sisaldus}}{\text{enamlevinud isotoobi sisaldus}}$$

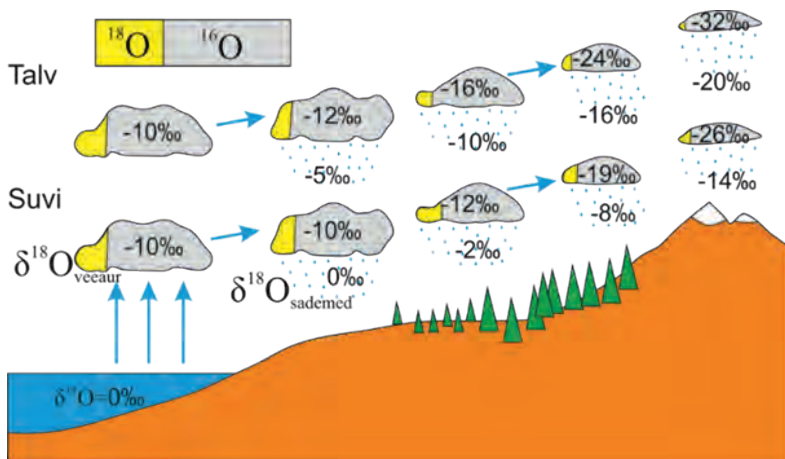
$$^{18}R(H_2O) = \frac{[H_2^{18}O]}{[H_2^{16}O]}$$

$$^2R(H_2O) = \frac{[{}^2H_2O]}{[{}^1H_2O]}$$

$$\delta = \frac{(R_{\text{proof}} - R_{\text{standard}})}{R_{\text{standard}}} =$$

$$\frac{R_{\text{proof}}}{R_{\text{standard}}} - 1 (* 1000\text{‰})$$

Peatselt pärast hapniku ja vesiniku raskemate isotoopide  $^{18}\text{O}$  ja  $^2\text{H}$  avastamist möödunud sajandi 20ndate aastate teises pooles ning 30ndate aastate algul täheldati, et merevee ja magevee ning lume isotoopkoostised on oluliselt erinevad. 1950ndate aastate algul tuvastati tänu oluliselt täpsema isotoopanalüüsi aparatuuri kättesaadavusele, et sademete isotoopkoostis sõltub oluliselt kliimatilistest parameetritest nagu kondensatsiooni temperatuur, sademete intensiivsus ning sademete formeerumise kõrgus ja põhja-lõunasuunaline asukoht laiuskraadi järgi. Nende seoste tuvastamine andis võimaluse hakata kasutama kontinentalsete ja mereliste setete isotoopkoostise analüüsi mineviku kliimatingimuste rekonstrueerimiseks (Emiliani 1955). Isotoopmeetodite kasutamine vee loodusliku ringe uurimiseks algas 1950ndate aastate algul ja esialgu tugines see vaid vähesele mõõteandmestikule.



**Joonis 1.** Isotoopide fraksioneerumine aurumisel, sademete tekkel ja õhumasside liikumisel (Raidla, Truu 2022, Clark 2018 põhjal).

1950ndate aastate algul intensiivistunud tuumarelvade katsetused atmosfääris tekitasid vajaduse uurida kaasnevat triitiumi kontsentratsiooni kasvu atmosfääris. Seetõttu algatas Rahvusvaheline Aatomienergia Agentuur (IAEA) koostöös Maailma Meteoroloogiaorganisatsiooniga (WMO) selle võrgustikku kuuluvate meteoroloogiajaamade baasil regulaarse sademetevee kogumise programmi GNIP (*Global Network of Isotopes in Precipitation*) esialgu eesmärgiga uurida triitiumi kontsentratsioone. Willi Dansgaardi algatusel lisati programmi peatselt ka proovide kogumine sademetest O ja H stabiilsete isotoopide koostise määramiseks. Kui 1961. aastal kuulus võrgustikku 151 ilmajaama, siis juba järgmistel aastatel kasvas GNIP jaamade arv 220ni. GNIP andmebaasi haldab IAEA ja see on avalikult kasutatav IAEA WISERi (*Water Isotope System for data analysis, visualization and electronic Retrieval*) kaudu. 1961. aastal publitseeris H. Craig kogunenud andmestikule tuginedes esimese kokkuvõtliku artikli, milles näitas, et globaalses mastaabis eksisteerib lineaarne seos sademete kuude keskmise hapniku ja vesiniku isotoopkoostise vahel kujul:

$$\delta H + 8 \delta^{18}O = +10.$$



See seos, mida tihti nimetataksegi Craigi võrrandiks, on isotoop-hüdroloogia üks põhivõrrandeid, nagu näiteks on elektrotehnikas Ohmi seadus. Ilmekaks näiteks selle kohta on asjaolu, et 2011. aastal tähistati Craigi võrrandi 50. aastapäeva suure rahvusvahelise isotoophüdroloogia konverentsiga. Rahvusvaheliselt sai see seos nimetuse *Global Meteoric Water Line* (GMWL), mille vaste eesti keeles võiks olla globaalne sademete isotoopkoostise kovariatsioon. Hilisemad detailsemad uuringud on näidanud, et üldjuhul kehtib lineaarne seos globaalselt, aga lokaalselt võivad võrrandid veidi erineda. Konkreetse paiga sademete isotoopkoostis oleneb veeauru lähtekoha kaugusest ning selle teekonnal toimunud sademete formeerumise ja aurumise mõjust. Asukohaspetsiifilist seost sademete hapniku ja vesiniku isotoopkoostise vahel nimetatakse *Local Meteoric Water Line* (LMWL), eesti keeles siis lokaalne sademete isotoopkoostise kovariatsioon.

### Sademete isotoopkoostise uuringud Eestis

Eestis alustati sademete isotoopkoostise uuringutega 1970ndate aastate lõpus eesmärgiga saada teavet Eesti põhjavete isotoopkoostise formeerumise ja dünaamika uuringuteks. Aastatel 1976–1981 koguti igapäevaselt sademete proove Peipsi lähedal (10 km kaugusel järvest) Koosa külas, aga alates 1982. aastast hakati kuu keskmisi sademete proove koguma IAEA/WMO metoodika kohaselt, aga siiski veel mitteametlikult Tiirikoja ilmajaamas. Tollel ajal võimaldas meie stabiilsete isotoopide analüüsi aparatuur mõõta veeproovides ainult hapniku isotoopkoostist. 1987. aastal publitseerisime esmakordselt kogutud andmestiku põhjal tehtud üldistuse (Punning et al 1987). Selgus, et ajavahemikus 1982–1985 oli Ida-Eesti sademete kuude kaalutud keskmine hapniku isotoopkoostis  $\delta^{18}\text{O}$  -10,4. Suvekuude kaalutud keskmine  $\delta^{18}\text{O}$  oli -8,4 ja talvekuude kaalutud keskmine  $\delta^{18}\text{O}$  -13,8.

2013. aasta juulikuust alates lülitati kaks Eesti ilmajaama, Tartu-Tõravere ja Vilsandi, ametlikult IAEA GNIP võrgustikku ja neisse paigutati spetsiaalsed sademetest isotoopanalüüsiks mõeldud kuu keskmiste proovide kogumise seadmed. Nende iseärasus on, et

neis on välistatud kogunenud vee aurustumine, mis võiks muuta vee isotoopkoostist. Sellest ajast tänaseni on kõnealuste jaamade andmed lülitatud ka GNIP andmebaasi. Vilsandi esindab GNIP süsteemis merelise kliimaga ilmajaamu ning Tartu-Tõravere kontinentaalsema kliimaga jaamu. Lisaks 1980ndate aastate algul tehtud uuringute käigus määratud sademete hapniku isotoopkoostise andmetele määratakse nüüd meie GNIP jaamades kogutud sademete vees paralleelselt ka vesiniku isotoopkoostis  $\delta^2H$ .

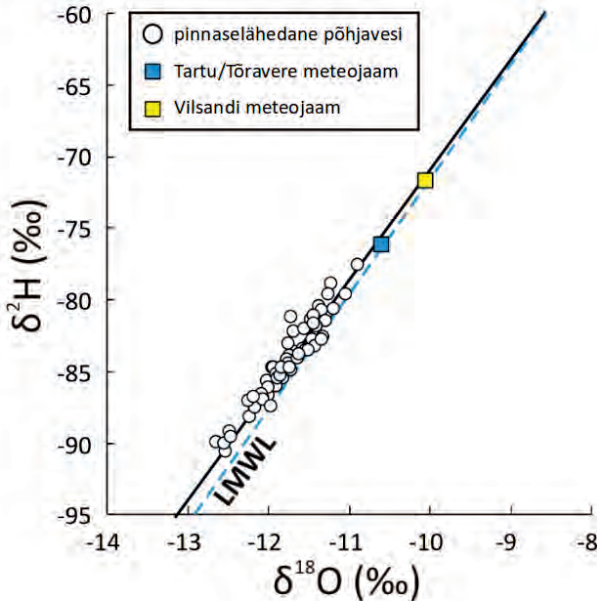
Ajavahemiku 2013–2021 kuude kaalutud keskmised sademete  $\delta^{18}O$  väärtused olid  $-10,06\text{‰}$  ja  $-10,60\text{‰}$  vastavalt Vilsandi ja Tartu-Tõravere jaamades (IAEA/WMO 2023). Vilsandi ilmajaama kaalutud keskmised  $\delta^{18}O$  väärtused vaadeldud perioodi talve- ja suvekuudel olid vastavalt  $-11,9\text{‰}$  ja  $-8,4\text{‰}$  (IAEA/WMO 2023). Tartu-Tõravere meteojaamas olid samad väärtused vastavalt  $-13,1\text{‰}$  ja  $-8,6\text{‰}$  (IAEA/WMO 2023). Need väärtused langevad hästi kokku meie poolt 1980ndate aastate algul Tiirikoja jaama baasil mõõdetud sademete isotoopkoostise väärtustega (Punning et al 1987). Kokkulangevus on parim just Tiirikoja jaama ja Tartu-Tõravere jaamade võrdluses, kuna mõlemad on sisemaist kontinentaalsemat kliimat esindavad jaamad. Nagu on näha joonisel 2, langevad mõlema jaama LMWL jooned hästi kokku GMWL joonega (Craig, 1961).

Vilsandi andmestiku põhjal saadud LMWL võrrand avaldub kujul

$$\delta^2H = 8,23 \pm 0,23\delta^{18}O + 11,53 \pm 2,18.$$

Tartu-Tõravere meteojaama andmestiku põhjal saadud LMWL avaldub kujul

$$\delta^2H = 8,01 \pm 0,20\delta^{18}O + 8,57 \pm 2,22 \text{ (Pärn 2018)}.$$



**Joonis 2.** Eesti arteesiabasseini kesk- ja põhjaosa madalate (sügavus 4–70 m) põhjaveekaevude ja allikate ning Tartu-Tõravere ja Vilsandi ilmajaamade sademete iga-aastased kaalutud keskmise isotoopkoostise väärtuste kovariatsioonid (Punning et al 1987, IAEA/WMO 2023). Sinine katkendjoon on Tartu-Tõravere jaama LMWL, jämedam must joon on madalate puuraukude põhjavee  $\delta^{18}\text{O}$  ja  $\delta^2\text{H}$  LMWL.

Nagu eespool märgitud, oli sademete isotoopkoostise uuringute eesmärk saada sisendteavet piirkonna põhjavee formeerumise ja dünaamika uurimiseks. Kuna põhjavesi formeerub eelkõige sademete infiltreerumisel pinnasesse ja olenevalt uuritava piirkonna geoloogilisest ehitusest liigub see aja jooksul aina sügavamatesse kihtidesse, on loogiline eeldada, et maapinna lähedal asuvate madalate puurkaevude vesi on isotoopkoostiselt sarnane piirkonna sademete aastase keskmise isotoopkoostise väärtustega. Meie esimesed sellealased uuringud seda ka kinnitasid. Nii leidsime, et  $\delta^{18}\text{O}$  ja  $\delta^2\text{H}$  väärtused Põhja-Eesti ehk Balti Arteesiabasseini põhjaosa madalates (4–70 m) puurkaevudes peegeldasid suhteliselt hästi sademete isotoopkoostist, jäädes vastavalt vahemikku -10,9 kuni -12,7‰ ja -78 kuni -91‰ (Raidla et al 2020).

Samas meie põhjaveeuuringute algusaastate kõige huvitavam tulemus oli see, kui leidsime, et Eesti sügavaima Kambriumi-Vendi põhjaveekompleksi vesi on kõige negatiivsema hapniku ja vesiniku isotoopkoostisega vesi Euroopas. See viitas, et vesi on moodustunud tänapäevasest märksa külmemas kliimaga perioodil ja hilisemad uuringud, sh  $^{14}\text{C}$  ning vääriskaaside isotoopmeetodil tehtud dateeringud, ning modelleerimine kinnitasid, et tegemist on Skandinaavia jääkilbi sulaveega (Vaikmäe, Vallner 1989, Vaikmäe et al 2001).

Kui isotoophüdrogeoloogiliste uuringute algaastatel piirdusime valdavalt Eesti põhjavee päritolu ja dünaamika uuringutega, siis viimasel aastakümnel laiendasime uuringuid üle kogu Balti Arteesia-basseini (BAB). Lisaks hapniku ja vesiniku stabiilsete isotoopide analüüsile kasutasime ka erinevaid põhjavee dateerimismeetodeid, nagu  $^{14}\text{C}$  ning  $^{81}\text{Kr}$  meetod, ja samuti geokeemilist modelleerimist. Kokkuvõtlikult leidsime, et BAB põhjavesi on moodustunud kolme üksteisest oluliselt erineva vee segunemisel: jäävaheaegne sademete vesi ( $\delta^{18}\text{O} \approx -10,4\text{‰}$ ), liustike sulavesi ( $\delta^{18}\text{O} \leq -18 \text{‰}$ ), milles on ka kõrge vääriskaaside sisaldus, ning väga vana ülisoolane sademete vesi (90 g Cl/L) ja väga madala vääriskaaside sisaldusega reliktivesi ehk *brined* ( $\delta^{18}\text{O} \geq -4,5\text{‰}$ ). Viimase vanus  $^{81}\text{Kr}$  dateeringute alusel on suurem kui 1,3 miljonit aastat (Gerber et al 2017, Vaikmäe et al 2021).

Kogu BAB põhjaveeuuringute käigus kogutud isotoop-geokeemiliste analüüside andmestik on koondatud ühtsesse andmebaasi (Vaikmäe et al 2020).

## Kirjandus

**Aggarwal, P.K., Gat, J.R., Froehlich, K.F.O.** 2007. Isotopes in the water cycle. Springer.

**Arnold, J.R., Libby, W.F.** 1949. Age determinations by radiocarbon content. Checks with samples of known age. – Science, 110, 678–680.

**Clark, I.D., Fritz, P.** 1997. Environmental isotopes in hydrogeology. – New York, CRC Press.

**Craig, H.** 1961. Isotopic variations in meteoric water. – Science, 133, 1702–1708.

- Dansgaard, W.** 1964. Stable isotopes in precipitation. – *Tellus*, 16, 436–468.
- Emiliani, C.** 1955. Pleistocene temperatures. – *Journal of Geology*, 63, 538–578.
- Epstein, S., Sharp, R.P.** 1970. Antarctic ice sheet. Stable isotope analyses of Byrd station cores and interhemispheric climatic implications. – *Science*, 168, 1570–1572.
- IAEA/WMO.** 2023. WISER – Water Isotope System for data analysis, visualization and Electronic Retrieval. <https://nucleus.iaea.org/wiser/index.aspx>.
- Kortelainen, N.M., Karhu, J.A.** 2004. Regional and seasonal trends in the oxygen and hydrogen isotope ratios of Finnish groundwaters: a key for mean annual precipitation. – *Journal of Hydrology*, 285, 143–157.
- Pärn, J.** 2018. Origin and geochemical evolution of palaeogroundwater in the northern part of the Baltic Artesian Basin. – Doctoral thesis of the Tallinn University of Technology, 58.
- Punning, J.M., Toots, M., Vaikmäe, R.** 1987. Oxygen-18 in Estonian natural waters. – *Isotopenpraxis*, 23, 232–234.
- Raidla, V., Kern, Z., Pärn, J., Babre, A., Erg, K., Ivask, J., Kalvans, A., Kohan, B., Lelgus, M., Martma, T., Mokrik, R., Popovs, K., Vaikmäe, R.** 2016. A  $\delta^{18}\text{O}$  isoscape for the shallow groundwater in the Baltic Artesian Basin. – *Journal of Hydrology*, 542, 254–267.
- Rankama, K.** 1954. *Isotope geology*. – Pergamon Press, London-New York-Paris.
- Raidla, V., Truu, M.** 2022. Ordoviitsiumi-Kambriumi Virumaa põhjaveekogumi Ida-Eesti vesikonnas hüdrogeoloogilised uuringud. – Eesti Geoloogiateenistus, Rakvere.
- Terzer, S., Wassenaar, L.I., Araguás-Araguás, L.J., Aggarwal, P.K.** 2013. Global isoscapes for  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^2\text{H}$  in precipitation: improved prediction using regionalized climatic regression models. – *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.*, 10, 7351–7393.
- Urey, H. C., Lowenstam, H. A., Epstein, S., McKinney, C. R.** 1951. Measurement of paleotemperatures and temperatures of the Upper Cretaceous of England, Denmark, and the southeastern United States. – *Geological Society of America Bulletin*, 62, 399–416.

**Vaikmäe, R.** 2012. Isotoopgeoloogia lätete juures. – Jaan-Mati Punning ja tema aeg. Tallinna Ülikooli Ökoloogia Instituudi publikatsioonid, 12.

**Vaikmäe, R., Pärn, J., Raidla, V., Aeschbach, W., Gerber, C., Emieux, J.-M., Purtschert, R., Sterckx, A.** 2021. Late Pleistocene and Holocene groundwater flow history in the Baltic Artesian Basin: a synthesis of numerical models and hydrogeochemical data. – Estonian Journal of Earth Sciences, 70, 152–164.

**Vaikmäe, R., Martma, T., Ivask, J., Kaup, E., Raidla, V., Rajamäe, R., Vallner, L., Mokrik, R., Samalavičius, V., Kalvāns, A., Babre, A., Marandi, A., Hints, O., Pärn, J.** 2020. Baltic groundwater isotope-geochemistry database. – Department of Geology, Tallinn University of Technology. <https://doi.org/10.15152/GEO.488>.

**Vaikmäe, R., Vallner, L.** 1989. Oxygen-18 in Estonian groundwaters. – Fifth Working Meeting of Isotopes in Nature, Leipzig, 25–29 September, pp. 161–162.

**Vaikmäe, R., Vallner, L., Loosli, H.H., Blaser, P.C., Juillard-Tardent, M.** 2001. Palaeogroundwater of glacial origin in the Cambrian-Vendian aquifer of northern Estonia. – Edmunds, W.M., Milne, C.J. (Eds.). Palaeowaters of Coastal Europe: Evolution of Groundwater since the late Pleistocene. London: Geological Society, Special Publications, 189, 17–27.

## Isotopic composition of Estonian waters

Rein Vaikmäe

### *Summary*

The objective of this paper is to give an overview of isotope composition of Estonian precipitation and on isotope composition of groundwater over the Baltic Artesian Basin.

The study of isotopic composition of precipitation in Estonia started in 1982 with collecting monthly mean samples from precipitation in Tiirikoja meteorological station, eastern Estonia. The monthly weighted mean value of  $\delta^{18}\text{O}$  in precipitation during 1982–1985 was -10.4. The difference between the highest and lowest monthly  $\delta^{18}\text{O}$  values was 9.1 on average. In 2013, two new GNIP stations

were established in Estonian territory on Vilsandi island, western Estonia, and in Tartu-Tõravere meteorological station in southern Estonia. The Vilsandi station represents maritime climate in western Estonia close to the central parts of the Baltic Sea while Tartu-Tõravere station is located ~120 km inland from the Baltic Sea coast exhibiting more continental conditions. The monthly weighted mean values for  $\delta^{18}\text{O}$  in precipitation for the period 2013–2022 were -10.06‰ and -10.60‰ for Vilsandi and Tartu-Tõravere stations, respectively. In Vilsandi, the weighted mean  $\delta^{18}\text{O}$  values of winter and summer months during the observation period were -11.9‰ and -8.4‰ respectively. In Tartu-Tõravere station, the same values were -13.1‰ and -8.6‰, respectively. These values agree well with results reported from Tiirikoja station earlier. The consistency with Tiirikoja data is better for Tartu-Tõravere station, which can be explained by the similar inland location of the two stations. The local meteoric water lines (LMWLs) from Vilsandi and Tartu-Tõravere stations were close to the global meteoric water line (GMWL).

The data on isotopic composition of precipitation were used as input parameters for the study of the origin and dynamics of groundwater in the Baltic Artesian Basin.

We find that groundwater in the Baltic Artesian Basin is controlled by mixing of three distinct water masses: interglacial meteoric water ( $\delta^{18}\text{O} \approx -10.4\text{‰}$ ), which has a young chemical and noble gas signature; glacial meltwater ( $\delta^{18}\text{O} \leq -18\text{‰}$ ) with an elevated noble gas content; and an old brine ( $\delta^{18}\text{O} \geq -4.5\text{‰}$ ) with high salinity (90 g Cl/L) and low noble gas content.

## **MUUTUSED EESTI JÕGEDE HÜDROTERMILISTES AASTAEGADES**

Agnes Rosenberg, Arvo Järvet, Jaak Jaagus

### **Sissejuhatus**

Inimtekkeline kliima soojenemine toob endaga kaasa muutusi väga paljudes aspektides nii looduskeskkonnas kui ka inimtegevuses. Kahtlematult on see mõjutanud ka Eesti jõgede veerežiimi ja jääkatte esinemist. Näiteks on kindlaks tehtud jõgede äravoolu suurenemine külmal poolaastal, kevadise suurvee vähenemine ja nihkumine varasemaks ehk aprillist märtsikusse (Järvet 1998, Jaagus et al 1998, 2017, Järvet et al 2000). Oluliselt peaks kliima soojenedes muutuma ka veekogude termiline režiim.

Veekogude kliima on kompleksne nähtus. Seda mõjutavad hüdroloogilised ja meteoroloogilised tegurid, nagu veebilansi elementide omavaheline suhe, veekogu ja seda ümbritseva keskkonna vahelised seosed ning päikesekiirguse hulk. Kui järvede temperatuurirežiimi erinevused sõltuvad nende sügavusest, siis vooluveekogudel rohkem voolu iseloomust ja hüdrooloogilistest toiteallikatest, milledest enam tuleb arvestada põhjavee mõju. Koos õhutemperatuuri tõusuga võib eeldada ka siveekogude veetemperatuuri tõusu, mis võib mõjutada veekogusid ja nende ökosüsteeme erinevalt, võrreldes praeguste ja minevikus esinenud oludega.

Jälgides veetemperatuuri üleminekute ehk veekogude hüdrotermiliste aastaegade alguskuupäevade aegrida, on võimalik kindlaks teha kliimamuutuste mõju siveekogude temperatuurirežiimile.



Ühe aastaaja algus on samal ajal sellele eelneva aastaaja lõpp. On näha, kas ja millises suunas on liikunud nende aastaegade algus ja lõpp uuritava perioodi jooksul ning kuidas on muutunud aastaegade kestus.

Eestis hakati siseveekogude veetemperatuuri mõõtmisi tegema 1930. aastal Narva jõel kolmes kohas (Vasknarva, Omuti, Narva-Jõesuu) ja Pärnu jõel Oore veemõõtepostis ning 1938. aastal Vääna jõel Vääna-Jõesuus. Pärast II maailmasõda alates 1945. aastast lisati veetemperatuuri mõõtmine kõigi jõgede ja järvede mõõtepostide igapäevaste mõõtmiste programmi.

Seoses siseveekogude vaatlusvõrgu ümberkorraldamisega on muutunud viimase 15 aasta jooksul vaatlusprogramm ja meetodika. Automaatjaamade paigaldamise järel lõpetati kõikides vaatluskohdades jäävaatlused aastail 2010–2018. Veetemperatuuri mõõtmised toimuvad nüüd viisil, et temperatuuriandur on paigaldatud jõe põhja ja näidud fikseeritakse tavaliselt ühe tunni intervalliga. Varasemalt mõõdeti veetemperatuuri vaatluspostides käsitsi vee pinnalt 0,3 m sügavusel (juhul kui madalvee ajal väikestel jõgedel-ojadel vee sügavus polnud sellest väiksem) 2–4 korda ööpäevas võrdse ajavahemiku tagant. Kui palju võib tehniline muudatus mõjutada veetemperatuuri mõõtmistulemusi varasema käsitsi mõõtmisega võrreldes, seda pole uuritud. Eeldada võib, et hüdrotermiliste uurin-gute jaoks erinevus ei saa olla oluline.

Seoses jäävaatluste lõpetamisega eelmisel kümnendil ei ole enam võimalik määrata talvega seotud hüdroklimaatilisi aastaage (eeltalv, talv ja varakevad) jäänähtuste kaudu. Samal ajal on veekogu talvine hüdroloogiline olukord ja ökoloogiline seisund kõige rohkem sõltuv jääkatte esinemisest. Jäänähtuste ning jääkatte algus ja lõpp märgivad veekogude soojusseisundi olulisi muutusi ning vastavad kuupäevad on aluseks ka hüdroklimaatilise suve- ja talvepoolaasta eristamiseks. Sellest tulenevalt on käesolevas töös käsitletud jõgede soojusseisundi sesoonseid muutusi termiliste aastaegade viisi. Hüdroklimaatiliste aastaegade võrreldes on termilised aastaajad eristatud üksnes veetemperatuuri järgi. Talvise poolaasta termilisi aastaage ei saa kasutada jõgede ökoseisundi analüüsil samatähenduslikult hüdroklimaatiliste aastaegade.

## Andmed ja meetodika

Käesolevas töös on uuritud jõgede termilisi aastaage ja nende pikaajalisi muutusi perioodil 1946–2010. Eristatakse kaheksa hüdrotermilist aastaage, mis on eristatud temperatuuri ülemineku kuupäevade järgi. Aastaage, kui veekogu soojenedes veetemperatuur tõusis üle  $0,2^{\circ}\text{C}$  ja jäi alla  $4^{\circ}\text{C}$ , defineeriti varakevadeks, vahemik  $4\text{--}10^{\circ}\text{C}$  kevadeks,  $10\text{--}15^{\circ}\text{C}$  hiliskevadeks ning perioodi, kui temperatuur oli üle  $15^{\circ}\text{C}$ , määratleti suvena. Veekogude jahtudes määrati vahemik  $15\text{--}10^{\circ}\text{C}$  sügiseks,  $10\text{--}4^{\circ}\text{C}$  hilissügiseks,  $4\text{--}0,2^{\circ}\text{C}$  eeltalveks ja vahemik, kui temperatuur oli püsivalt alla  $0,2^{\circ}\text{C}$ , nimetati talveks. Analüüsil kasutati ööpäeva keskmise veetemperatuuri andmeid sõltumata sellest, kui palju üksikmõõtmisi ööpäevas oli tehtud.

Territoriaalsete erinevuste selgitamiseks arvestati, et maastikuliselt tüüpilised, kuid omavahel selgelt erinevate piirkondade jõed oleksid esindatud. Kasutatud on üheksa vaatlusposti andmeid (tabel 1), mille valgla paiknevad erinevates hüdroloogilistes rajoonides, välja arvatud Pärnu jõe Oore, Navesti jõe Aesoo ja Halliste jõe Riisa vaatluspostid, mis jäävad Edela-Eesti hüdroloogilisse rajooni ja nende valgla koosvõetuna kajastavad Eesti keskmisi maastikuliselt tingimusi (joonis 1). Kagu-Eesti kõrgustikelt lähtuvate jõgede iseloomustamiseks on valitud Väike Emajõgi, Lääne-Eesti jaoks Vihterpalu ja Kasari jõgi ning Põhja-Eesti jõgede iseloomustamiseks Valgejõgi. Pandivere kõrgustikult alguse saava Põltsamaa jõe Pajusi hüdromeetriaaja valgla iseloomustab otseselt karsti mõju jõe äravoolurežiimile ja seeläbi ka termiliste aastaegade vaheldumisele.

Eespool nimetatud temperatuuri üleminekute puhul leiti iga mõõteaja kohta paljuaastase perioodi keskmine kuupäev, standardhälve, varaseim ja hiliseim ülemineku kuupäev, trendijoone järgi tõus ja muutus kogu vaatlusperioodi jooksul ning p-väärtus. Trendianalüüs tehti lineaarse regressioonianalüüsi abil, kusjuures statistiliselt oluliseks peeti muutusi  $p < 0,05$  tasemel.

**Tabel 1.** Uuritud jõgede veemõõtepostide paiknemine ja nende valglad.

Jõgi	Vaatluspost	Kaugus jõe suudmest, km	Valgla, km <sup>2</sup>
Väike Emajõgi	Tölliste	35,7	1054
Emajõgi	Tartu	42,6	7842
Põltsamaa	Pajusi	47,3	1030
Valgejõgi	Vanaküla	25,6	404
Vihterpalu	Vihterpalu	2,4	474
Kasari	Kasari	17,5	2641
Pärnu	Oreküla	25,7	5154
Navesti	Aesoo	15,0	1008
Halliste	Riisa	5,5	1884

**Joonis 1.** Hüdromeetriaajaamad, mille andmeid kasutati jõgede termiliste aastaegade analüüsil.

## Veekogude termiliste aastaagade keskmine režiim

*Varakevad* ehk veetemperatuuri püsiv tõus üle  $0,2^{\circ}\text{C}$  on Eesti jõgedel toimunud märtsi teises pooles või aprilli algul (tabel 2). Üldjoontes langeb see kokku jääkattest vabanemisega ja suurvee algusperioodiga (tõusufaasiga). Kõige varem on see keskmiselt toimunud Emajõel Tartu mõõtejaamas 17. märtsil ja kõige hiljem Valgejõel Vanakülas 4. aprillil.

Üksikaastate viisi arvestades on varakevad alanud kõige varem 21. jaanuaril 1989. aastal Väiksel Emajõel ja kõige hiljem 29. aprillil 1956 Valgejõel Vanakülas. 1989. aasta soojal talvel esines kevadine suurvesi kõigil Eesti jõgedel jaanuaris ja hiljem püsivat jääkattet jõgedel enam ei tekkinud. 1956. aasta pika, külma ja lumerikka talve järel toimus jõgede jääst vabanemine ja vee soojenemise algus üle-eestiliselt väga hilja.

Varakevade keskmine kestus jääb 15 (Pärnu jõgi) ja 29 (Emajõgi) päeva vahele ehk erinevus on kuni kahekordne (tabel 3). Emajões Tartu linna piires tõuseb veetemperatuur kõige varem üle  $0,2^{\circ}\text{C}$  ja seetõttu on varakevad ka pikem kui teistel jõgedel. Pärnu jõel Oores on varakevad lühim, sest seal algab see teiste jõgedega võrreldes suhteliselt hilja. Kõige lühem varakevad on kestnud vaid ühe päeva (Valgejõel 1951). Teistel jõgedel on lühim varakevad kestnud kaks kuni viis päeva. Pikim varakevad on olnud Väiksel Emajõel, kus see kestis 1989. aastal 76 päeva, ja Põltsamaa jõel 71 päeva (1990). Need olid eriti pehmed talved, kui talv lõppes ja kevadine suurvesi esines ebatavaliselt vara.

*Kevade* ehk veetemperatuuri tõus üle  $4^{\circ}\text{C}$  alguskuupäevades ei ole nii suurt varieeruvust kui varakevade puhul. Kõikide uuritud jõgede kevade algus jääb ühenädalasesse vahemikku – 14–21. aprill (tabel 2). Tegemist on kõige ühtlasemalt üle Eesti algava jõgede termilise aastaajaga. Päikesekiirguse hulk suureneb sellel perioodil päev-päevalt kiiresti, mis omakorda põhjustab veekogude suhteliselt kiire soojenemise Eesti kõigis piirkondades.

**Tabel 2.** Jõgede termiliste aastaagade keskmine algus. Tumedas kirjas alguse varaseim ja hilineim keskmine kuupäev.

Jõgi	Jaam	Varakevad	Kevad	Hiliskevad	Suvi	Sügis	Hilissügis	Eeltalv	Talv
Väike Emajõgi	Tõlliste	23.03	<b>14.04</b>	6.05	30.05	29.08	27.09	<b>1.11</b>	8.12
Emajõgi	Tartu	<b>17.03</b>	16.04	<b>4.05</b>	2.06	<b>6.09</b>	1.10	4.11	4.12
Põltsamaa	Pajusi	26.03	18.04	13.05	9.06	29.08	26.09	4.11	8.12
Valgejõgi	Vanaküla	<b>4.04</b>	<b>19.04</b>	<b>14.05</b>	<b>10.06</b>	<b>26.08</b>	<b>24.09</b>	4.11	<b>4.12</b>
Vihterpalu	Vihterpalu	1.04	18.04	13.05	8.06	30.08	27.09	4.11	6.12
Kasari	Kasari	30.03	16.04	6.05	30.05	6.09	<b>2.10</b>	6.11	<b>11.12</b>
Pärnu	Oore	1.04	16.04	6.05	<b>29.05</b>	5.09	1.10	6.11	7.12
Navesti	Aesoo	31.03	17.04	7.05	4.06	3.09	30.09	6.11	10.12
Halliste	Riisa	31.03	15.04	6.05	2.06	5.09	1.10	<b>7.11</b>	6.12

**Tabel 3.** Jõgede termiliste aastaagade keskmine kestus. Tumedas kirjas aastajaaja lühim ja pikim keskmine kestus.

Jõgi	Jaam	Varakevad	Kevad	Hiliskevad	Suvi	Sügis	Hilissügis	Eeltalv	Talv
Väike Emajõgi	Tõlliste	21,6	22,6	24,0	90,7	28,6	35,8	<b>36,6</b>	105,0
Emajõgi	Tartu	<b>29,4</b>	<b>18,2</b>	<b>28,8</b>	96,4	<b>25,0</b>	<b>34,2</b>	29,7	<b>103,4</b>
Põltsamaa	Pajusi	22,4	25,4	27,2	80,4	28,4	38,5	34,2	108,6
Valgejõgi	Vanaküla	15,7	24,3	27,1	<b>77,5</b>	<b>28,9</b>	<b>40,5</b>	30,4	<b>120,7</b>
Vihterpalu	Vihterpalu	16,7	<b>26,6</b>	24,5	83,2	28,0	38,2	32,3	115,6
Kasari	Kasari	16,3	20,4	23,9	<b>99,3</b>	25,6	35,0	35,1	109,6
Pärnu	Oore	<b>15,1</b>	19,9	<b>23,4</b>	98,4	26,5	35,7	31,6	114,5
Navesti	Aesoo	17,0	20,0	27,7	90,8	27,0	37,7	33,3	111,4
Halliste	Riisa	15,5	20,6	26,6	95,2	26,2	36,4	<b>29,4</b>	115,0

Kevad algab mõni päev varem Lõuna-Eesti jõgedel. Teistest jõgedest suurema põhjaveelise toitega Kesk- ja Põhja-Eesti jõgedel algab kevad Lõuna-Eestiga võrreldes 4–5 päeva hiljem. Kõige varem on kevad alanud Väiksel Emajõel 18. märtsil 1990, mis on loogiline, sest ka kõige varasem varakevade algus on olnud seal samal aastal. Suure põhjaveetoitega Põltsamaa jõel on olnud vaatlusperioodi kõige hilisem kevade algus 7. mail 1992.

Keskmine kevade kestus jääb 18 (Emajõgi) ja 27 (Vihterpalu) päeva vahele (tabel 3). Teiste jõgedega võrreldes on Emajõel kevade kestus lühem, mis on seletatav Võrtsjärvest välja voolava soojenenud vee mõjuga. Kõige lühem kevad on olnud Põltsamaa, Pärnu ja Emajõel kestusega kolm päeva. Kõige pikem kevad on esinenud Valgejõel jahedal 1982. aastal – 59 päeva. Külmema veega ehk suurema põhjaveelise toitega jõgedel nagu Põltsamaa ja Valgejõgi, venib kevad pikemaks kui teistel jõgedel.

*Hiliskevad* ehk veetemperatuuri tõus üle 10°C saabub tavaliselt mai esimeses pooles. Hiliskevade kõige varasem keskmine algus on Emajõel 4. mail ja hilisem 14. mail Vihterpalus. Selle aastaaja algus on suurema varieeruvusega kui kevade algus. Kõige varasem hiliskevade algus on olnud 17. aprillil Emajõel 1990. aastal ja hilisem 20. juunil nii Põltsamaa kui ka Valgejõel 1982. aastal. Hilisema soojenemise põhjustab nende jõgede suurem põhjaveeline toide, mille tõttu jõuab jõkke pidevalt jahedamat vett. Teistel jõgedel jääb hiliskevade algus maisse. Keskmiselt kestab hiliskevad jõgedel 23–29 päeva, kõige lühemalt Pärnu jõel ja pikimalt Emajõel. Üksikuil aastail on hiliskevad Vihterpalu, Pärnu, Navesti, Halliste ja Emajõel kestnud vaid kaks päeva. Kõige pikem hiliskevad, 68 päeva, oli aga Põltsamaa jõel 1978. aastal.

*Suvi* kui veetemperatuur on püsivalt üle 15°C, algab keskmiselt kõige varem Pärnu jõel (29. mai), kõige hiljem aga Valgejõel (10. juuni). Mõningal määral väljendub jõgede suve alguskuupäevade erinevuses suve saabumise üldine suund lõunast põhja, sest maikuu külma mere tõttu on kõige aeglasem suve tulek Põhja- ja Loode-Eestis ning saartel. Suve alguse varieeruvus aastate vahel on suur. Vaatlusperioodi hilisem suve algus oli 25. juulil 1978. aastal Põltsamaa jõel, varasem 5. mail 1948. aastal Väiksel Emajõel. Keskuselt on suvi Eesti jõgedel territoriaalselt suurima muutlikkusega

aastaaeg. Hüdrotermiline suvi kestis keskmiselt kõige kauem Kasari jõel (99 päeva), Põltsamaa jõel lühimana aga 80 päeva. Suvi on pikem sügise suunas suurematel jõgedel, mille valgla on suurema järvesusega. Järvede vesi soojeneb suvel jõgedega võrreldes rohkem suurema soojusmahutavuse tõttu, mis aeglustab järvedest lähtuvate või neid läbivate jõgede veetemperatuuri langust augusti lõpul ja septembri algul. Suurema põhjaveelise toitega jõgedel jääb suvi teiste jõgedega võrreldes märgatavalt lühemaks. Kevadel kulub rohkem aega jõesängi tuleva külma põhjavee soojenemiseks ning augustis juba esimeste jahedamate ilmadega langeb põhjavee mõjul veetemperatuur kiiresti alla 15 kraadi. Kõige lühem suvi on olnud Vihterpalu ja Põltsamaa jõel 1987. aastal vastavalt 17 ja 21 päeva, pikim Kasari jõel 1963. aastal (132 päeva).

Sügise algus ehk veetemperatuuri langemine alla 15°C jääb vahemikku 26. augustist kuni 7. septembrini. Kõige varasem oli sügise keskmine algus Valgejõel, kus suvi kestis ka kõige lühemat aega. Kõige hiljem algab sügis Kasari jõel ja Emajõel (6. september). Uurimisperioodi hilisem sügise algus on olnud 1. oktoobril Emajõel (2006) ja varaseim 27. juulil Põltsamaa jõel (1987). Hüdrotermiline sügis kestab 24–29 päeva, kujuures kestuse varieeruvus on väike. Kõige pikem sügise kestus on Vanaküla mõõtejaama andmete järgi Valgejõel, aga väga sarnase pikkusega on sügis ka Väiksel Emajõel, Põltsamaa ja Vihterpalu jõel. Nendel jõgedel, kus suvi on lühem, on see-eest sügis pikem. Kõige pikem sügis on termilise suve varasema lõpu tõttu olnud Navesti ja Põltsamaa jõel, vastavalt 65 (1988) ja 64 päeva (1987). Kõige lühem sügis oli aga Emajõel, kus see kestis 1970. aastal kiire jahtumise korral vaid kolm päeva.

Hilissügise alguse ja kestuse territoriaalne erinevus on väike, vastavalt kuus ja kaheksa päeva (tabel 2 ja 3). Varaseim algus on 24. septembril Valgejõel ja hilisem 2. oktoobril Kasari jõel. Kõige varem on hilissügis alanud Navesti jõel 1. septembril 1990. aastal. Hilissügise keskmine kestus jääb 29 ja 41 päeva vahele. Hilissügis on olnud kõige pikem Valgejõel ja Põltsamaa jõel 2000. aastal (93 päeva).

*Eeltalve* (temperatuuri püsiv langemine alla 4°C) keskmine algus on erineva piirkonna jõgedel küllalt kokkulangev – kõigis

vaatluskohtades viiepäevase ajavahemiku sees. Põhiliselt jääb eeltalve algus novembri esimestele päevadele, kui on toimunud õhu järsk jahenemine võrreldes eelneva sügisperioodiga. Septembris ja oktoobris toimunud järk-järguline jahtumine on eeltalvel asendunud stabiilselt madala veetemperatuuriga mõni kraad üle nulli. Kõige hiljem on alanud eeltalv jõgedel 18. ja 19. detsembril 2006. aastal. Samas keskmiselt kestab eeltalv 29–37 päeva, kõige lühem on see Halliste jõel ja pikim Väiksel Emajõel. Erakordselt lühike eeltalv oli Väiksel Emajõel Tõlliste mõõtejaamas – üks päev 1956. aastal. Pikim eeltalv oli aga Navesti jõel 1960. aastal (89 päeva).

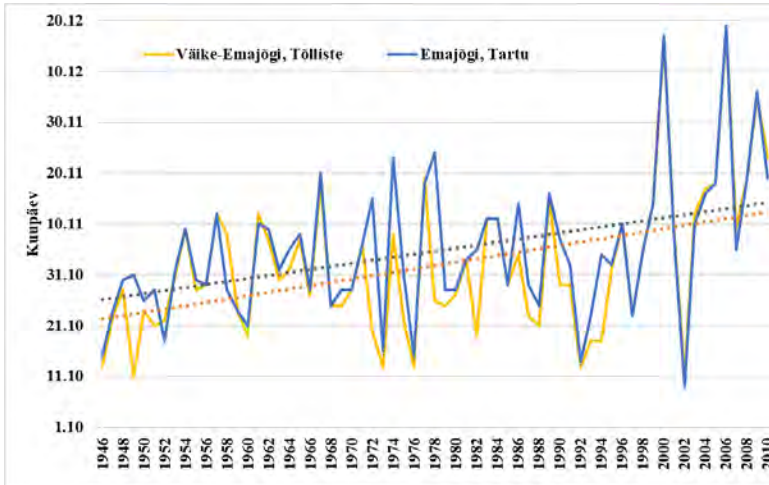
Jõgedel algab *talv* keskmiselt detsembri alguses, kõige varem Valgejõel ja Emajõel 4. detsembril ning kõige hiljem Kasari jõel 11. detsembril. Vaatlusperioodil algas kõige varem talv Emajõel 29. oktoobril 1971. aastal. Samas fikseeriti Kasari jõel talve algus isegi 12. veebruaril 2005. aastal. Teistel jõgedel jääb hiliseim talve algus 21. ja 28. jaanuari vahele. Kui jääkatte esinemise järgi määratud hüdroklimaatiline talv on suvega enam-vähem sama pikk aastaag (Järvet 2001), siis veetemperatuuri järgi määrates ( $t^{\circ}$  püsivalt alla  $0,2^{\circ}\text{C}$ ) on tegemist selgelt kõige pikema jõgede hüdrotermilise aastaajaga, mis kestab 103 päevast Emajõel kuni 121 päevani Valgejõel. Üksikute aastate viisi arvestades on talve kestus kõige suurema varieeruvusega termiline aastaag. Perioodil 1946–2010 oli kõige lühem hüdrotermiline talv Põltsamaa jõel, kus see oli 28 päeva pikune (1990), kõige pikem aga Valgejõel – 177 päeva (1956).

### **Jõgede termiliste aastaegade pikaajalised muutused**

Eeldame, et muutused Eesti jõgede hüdrotermilistes aastaagades on heas kooskõlas üldklimaatiliste aastaegade alguse ja kestuse muutustega, mida on varasemalt Eestis põhjalikult uuritud (Jaagus 1999, 2001, 2023, Tarand et al 2013). Nende käigus selgus, et kevadiste kliimaatiliste aastaegade algus on nihkunud varasemaks ja sügiseste aastaegade algus hilisemaks. Selle tagajärjel on kliimaatilise suvi oluliselt pikenenud ja talv veelgi enam lühemaks jäänud. Võib eeldada, et jõgede hüdrotermiliste aastaegade vaheldumises on toimunud analoogsed muutused.



Trendianalüüsi tulemused annavad tunnistust üsnagi suurtest muutustest, mis on aset leidnud hüdrotermiliste aastaegade alguskuupäevades (tabel 4) ja kestuses (tabel 5). Kõige suuremaks muutuseks võib pidada seda, et eeltalve ja talve algus on nihkunud kõikides jaamades statistiliselt olulisel määral hilisemaks (joonis 2). See muutus on vaadeldava 65 aasta jooksul olnud 2–4 nädalat.

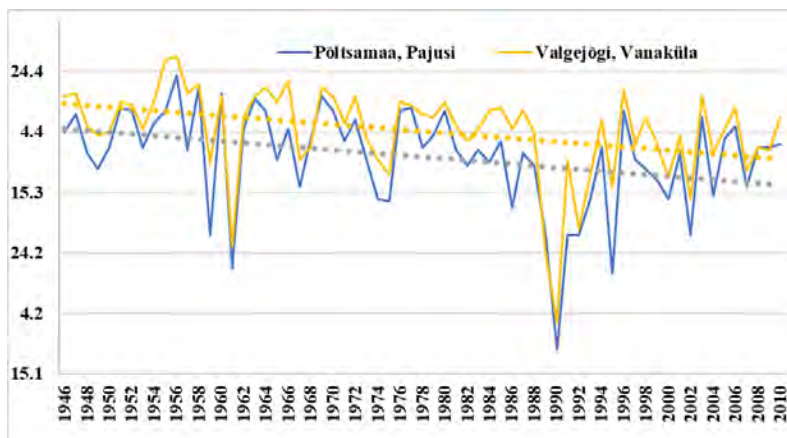


**Joonis 2.** Eeltalve algus Väike-Emajõel ja Emajõel perioodil 1946–2010 ning selle lineaarne trend.

Et jõgede vesi püsib sügisel pikemat aega suhteliselt soojem, seda võib pidada üldise kliima soojenemise üheks avaldusvormiks. Suve jooksul koguneb rohkem soojust veekogudesse ja talvekülmade saabumine hileneb. Kõige suurem numbriline muutus jõgede termilistes aastaegades ehk talveperioodi lühenemine ongi eelnevast muutusest otseselt tingitud. Seda võimendab mitte üksnes talve hilisem algus, vaid ka varasem lõpp ehk varakevade varasem algus. Nii on hüdrotermiline talv lühenenud 3–7 nädalat, kõige vähem ühtlasema äravoolurežiimiga Emajõel ja kõige enam suuresti põhjaveetoitelistel Põltsamaa ja Valgejõel. Talve lühenemine, sulailmade ehk kevadtalve ja varakevade varasem saabumise iseloomustavad ka üldklimaatiliste aastaegade pikaajalisi muutusi viimastel aastakümnetel (Jaagus, 2023). Talve pehmenemist on märganud ka teistes Euroopa riikides, näiteks Saksamaal, ja kliimaatiline talv on

lühenenud ka Põhja-Ameerika Suure Järvi piirkonnas (Jones et al. 2006).

Hüdrotermiline varakevad, st veetemperatuuri püsiv tõus üle  $0,2^{\circ}\text{C}$ , on alanud 2–3 nädalat varem ja selle kestus on vastavalt pikenenud (joonis 3). Need muutused avalduvad nõrgemini vaid Emajõe, Pärnu ja Halliste jõe puhul, kus need pole statistiliselt olulised. Mingil määral on ka kevad alanud varem ja selle kestus on olnud suurem, kuid need muutused pole enamikus jaamades olulised.



**Joonis 3.** Varakevade alguse muutus Põltsamaa jõel ja Valgejõel perioodil 1946–2010 ning selle lineaarne trend.

Teiseks olulisemaks muutuseks jõgede hüdrotermilistes aastaagades lisaks talve lühenemisele on suve alguse ehk veetemperatuuri püsiva tõusmise üle  $+15^{\circ}\text{C}$  nihkumine hilisemale ajale. See, et jõgede vesi soojeneb viimaste aastakümnetel hiljem kui varasemal ajal, on esmapilgul ootamatu.

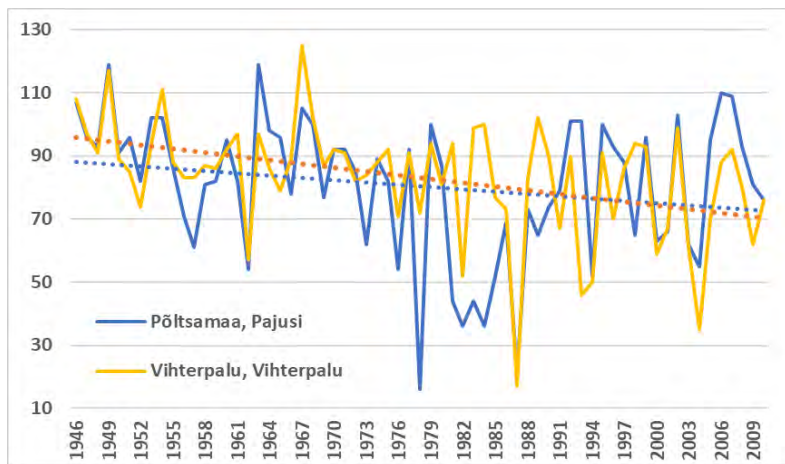
Statistiliselt oluline trend leiti Vihterpalu, Põltsamaa, Väikse Emajõe ja Navesti jõe puhul. Neil jõgedel on suve algus uurimisperioodi 1946–2010 jooksul nihkunud hilisemaks 12–19 päeva. Vastavalt on ka suve kestus jäänud oluliselt lühemaks, Vihterpalu jõel isegi 26 päeva võrra (joonis 4).

**Tabel 4.** Jõgede termiliste aastaalgade alguse muutus. Tumedas kirjas on statistiliselt olulised muutused.

Jõgi	Jaam	Varakevad	Kevad	Hiliskevad	Suvi	Sügis	Hilissügis	Eeltalv	Talv
Väike Emajõgi	Tõlliste	<b>-19,4</b>	-4,4	2,8	<b>13,4</b>	2,0	<b>13,1</b>	<b>21,5</b>	<b>15,6</b>
Emajõgi	Tartu	-7,0	<b>-7,0</b>	-2,3	5,9	4,3	7,1	<b>19,4</b>	<b>15,0</b>
Põltsamaa	Pajusi	<b>-19,0</b>	-4,6	<b>15,8</b>	<b>16,6</b>	0,6	6,4	<b>18,4</b>	<b>31,4</b>
Valgejõgi	Vanaküla	<b>-18,4</b>	-4,1	1,7	-0,3	-3,5	6,6	<b>18,0</b>	<b>27,7</b>
Vihterpalu	Vihterpalu	<b>-13,8</b>	0,8	<b>11,7</b>	<b>19,3</b>	-6,6	0,8	<b>16,2</b>	<b>16,4</b>
Kasari	Kasari	<b>-15,7</b>	-4,8	-2,9	2,7	2,2	4,5	<b>15,1</b>	<b>15,4</b>
Pärnu	Oore	-11,7	<b>-6,3</b>	0,4	6,1	1,0	<b>7,6</b>	<b>15,1</b>	<b>18,0</b>
Navesti	Aesoo	<b>-20,4</b>	-3,4	2,7	<b>12,4</b>	-4,9	-5,0	<b>17,4</b>	<b>16,3</b>
Halliste	Riisa	-10,8	<b>-6,5</b>	-0,7	10,2	-5,1	2,1	<b>16,2</b>	<b>15,5</b>

**Tabel 5.** Jõgede termiliste aastaalgade kestuse muutus. Tumedas kirjas on statistiliselt olulised muutused.

Jõgi	Jaam	Varakevad	Kevad	Hiliskevad	Suvi	Sügis	Hilissügis	Eeltalv	Talv
Väike Emajõgi	Tõlliste	<b>15,0</b>	7,3	10,6	<b>-11,5</b>	<b>11,2</b>	8,4	-5,9	<b>-35,1</b>
Emajõgi	Tartu	0,0	4,7	8,1	-1,6	2,8	<b>12,3</b>	-4,4	<b>-22,0</b>
Põltsamaa	Pajusi	<b>14,5</b>	<b>20,3</b>	0,8	-15,9	5,7	12,1	12,9	<b>-50,4</b>
Valgejõgi	Vanaküla	<b>14,3</b>	5,8	-2,0	-3,2	<b>10,1</b>	11,4	9,7	<b>-46,1</b>
Vihterpalu	Vihterpalu	<b>14,6</b>	<b>10,9</b>	7,5	<b>-25,9</b>	7,4	<b>15,4</b>	0,2	<b>-30,2</b>
Kasari	Kasari	<b>10,9</b>	1,9	5,5	-0,5	2,4	<b>10,6</b>	0,3	<b>-31,0</b>
Pärnu	Oore	5,4	6,7	5,7	-5,1	6,7	7,5	2,9	<b>-29,7</b>
Navesti	Aesoo	<b>17,0</b>	6,0	9,8	<b>-17,3</b>	-0,1	<b>22,4</b>	-1,1	<b>-36,7</b>
Halliste	Riisa	4,3	5,8	10,9	<b>-15,3</b>	7,2	<b>14,1</b>	-0,7	<b>-26,2</b>



**Joonis 4.** Suve kestus (päevi) Põltsamaa ja Vihterpalu jõel perioodil 1946–2010 ning selle muutuse lineaarne trend.

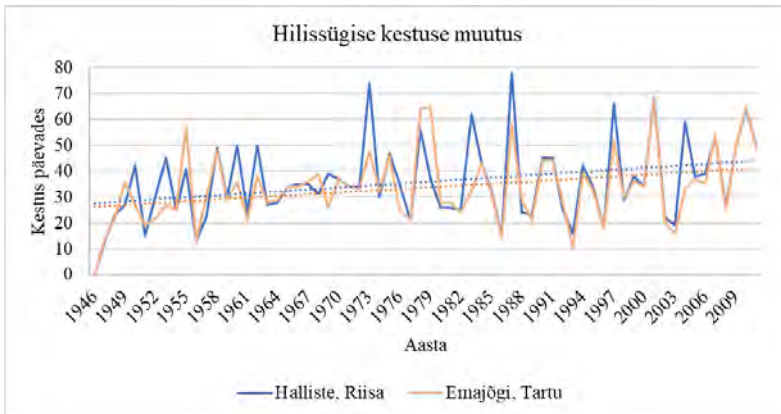
Jõgede hüdrotermilise suve hilisema alguse ja lühemaks jäämise tendents on huvipakkuv nähtus. Selles avaldub selge vastuolu kliima üldise soojenemisega ning seetõttu nõuab see lähemat selgitust. Sarnastele tulemustele jõuti ka Poolas läbi viidud uuringus, kus leiti, et vaatamata üldisele õhutemperatuuri tõusule toimus suvel veekogude keskmise veetemperatuuri alanemine perioodil 1961–2000 (Dabrowski 2004).

Hüdrotermilise suve alguse trend on varakevade ja kevade algusega võrreldes vastupidine – nihkunud keskmiselt ligi kaks nädalat hilisemaks. Hilisema alguse ja vähesel määral ka varasema lõpu tõttu on suve kestus lühenenud (tabel 5), mis on vastupidine üldkliimaatilise suve trendile. Hüdrotermilise suve lühenemine on seletatav jõgede toiteallikate osatähtsuse muutusega, mille on põhjustanud kevadel jõgede suurem põhjaveeline toide võrreldes 20. sajandi keskpaiga kümnenditega. Pehme, katkendliku lumikattega ja suladega talve ning vähekülmunud maapinna tõttu toimub lumevee intensiivne infiltratsioon põhjavette. See omakorda põhjustab jaheda põhjavee väljavoolu suurenemist jõesängidesse ja hoiab jõgede veetemperatuuri kevadel pikemat aega madalamana vaatlusperioodi esimese poolega võrreldes. Varasemate uuringutega (Järvet 2001) on selgunud, et suve alguse suurem hilinemine 20. sajandi lõpul selle

keskpaigaga võrreldes on toimunud kõige enam metsasema ja soisema valguga jõgedel nagu Õhne, Tagajõgi, Vihterpalu, Vändra ja Navesti, kusjuures kõigis nimetatud kohtades on suve alguse trend statistiliselt usaldusväärne –  $p < 0,05$ .

Sügise algus ei ole vaatlusperioodi jooksul olulisel määral muutunud, kuid on veninud mõnevõrra pikemaks. Sealjuures on see muutus statistiliselt oluline vaid Väikse Emajõe ja Valgejõe puhul, kus sügis on pikenenud 10–11 päeva. Sügise pikendamise põhjuseks on üldkliimaatilise talve alguse hilisemaks nihkumine. Poolas on täheldatud, et viimastel aastakümnetel on veekogude sügisene keskmine veetemperatuur tõusnud (Hutorowicz 2020). Selline muster sobitub ka Eesti jõgede uurimise tulemustega ja seletab hüdrotermilise sügise pikendamist. Kui veetemperatuur on kõrgem kui varasemal perioodil, kulub ka jahtumisele rohkem aega.

Hilissügise algust ehk ööpäeva keskmise veetemperatuuri langust alla  $10^{\circ}\text{C}$  iseloomustab nihkumine ajaliselt edasi talve poole (joonis 5). See esines kõikidel uuritud jõgedel, välja arvatud Navesti. Statistiliselt oluline muutus on toimunud Väiksel Emajõel, kus sügise algus on nihkunud edasi 13 päeva ja Pärnu jõel 7,6 päeva. Hilissügise kestus on pikenenud kõigis vaatlusjaamades, enim Navesti jõel, kus pikendamine on 22,4 päeva. Statistiliselt oluline on sügise



**Joonis 5.** Hilissügise kestus Halliste jõel ja Emajõel perioodil 1946–2010 ning selle lineaarne trend.

pikenemine enam kui pooltel uuritud jõgedel, mida tuleb pidada sügiskliima üldise soojenemise selgeks indikaatoriks.

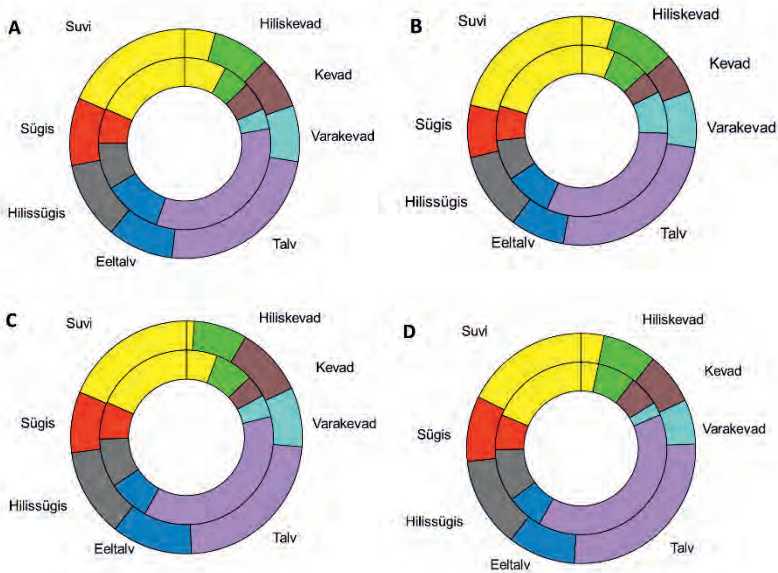
Kokkuvõtlikult on kujutatud hüdrotermiliste aastaegade muutusi aastaringi graafikutel (joonis 6). Sisemine ring näitab aastaegade paiknemist ajateljel trendi järgi perioodi algusaastal (1946) ja välimine ring perioodi lõppaastal (2010). Graafikul avaldub selgesti talve ja suve lühenemine, varakevade varasem algus ning hiliskevade, hilissügise ja eeltalve nihkumine hilisemale ajale.

## Kokkuvõte

Uurimuse eesmärk oli saada ülevaade Eesti jõgede veetemperatuuri muutusest 65 aasta jooksul ajavahemikus 1946–2010. Uuriti, millised on vaatlusperioodi hüdrotermiliste aastaegade alguskuupäevad ja kestused ning kuidas on need vaatlusperioodi jooksul muutunud.

Üldistatult võib veekogude termilisi aastaagegu vaadelda ka põhiaastaegade viisi, liites kevadise vee soojenemise aastaajad ning sügisese vee jahtumise aastaajad. Kevad laiemas tähenduses on koosvõetuna 1) varakevad, 2) kevad kitsamas tähenduses ja 3) hiliskevad, ning sügis analoogselt 1) sügis kitsamas tähenduses, 2) hilissügis ja 3) eeltalv. Suvi ja talv on sel juhul üksikaastaajad, kevad ja sügis aga liitaastaajad. Esitatud jaotuse järgi on uuritud jõgedel kõige pikemaks aastaajaks talv kestusega keskmiselt 111 päeva ehk 31% aastast. Järgnevad sügis 97, suvi 90 ja kevad 67 päevaga. Võrreldes kevadise soojenemisega on veekogu sügisene jahtumine soojusliku inertsi tõttu aeglasem ja seetõttu on sügise aastaajad koos arvestades pikema kestusega kui kevade aastaajad. Lühema suvega jõgedel on teistega võrreldes omakorda kevad ja sügis pikem. Põhiaastaegade (nii suve kui ka talve) puhul on aastail 1946–2010 toimunud nende kestuse lühenemine, kuid vaheaastaajad on muutunud seevastu pikemaks.

Suhteliselt suure põhjaveetoitega jõgedel toimub kevadel vee soojenemine pikemat aega ja kevadised termilised aastaajad saabuavad neil jõgedel hiljem. Uuritud jõgedest on sellised Valgejõgi ja Põltsamaa jõgi. Neist viimane on tüüpiline Pandivere kõrgustiku ja Kesk-Eesti karstipiirkonna suure põhjaveelise äravooluga jõgi.



**Joonis 6.** Jõgede hüdrotermilise aastaringi võrdlus 1946–2010 trendijoonel andmeil. Sisering – 1946. aasta, välisring – 2010. aasta. Aeg kulgeb ringil vastupäeva, kusjuures suvine pööripäev asub üleval ja talvine pööripäev all. A – Väike Emajõgi, B – Emajõgi, C – Põltsamaa jõgi, D – Valgejõgi.

Trendianalüüsi tulemused andsid tunnistust, et koos üldise kliima soojenemisega ja üldklimaatilise talve hilisema algusega on toimunud analoogsed muutused ka jõgede hüdrotermilistes aastaaegades. Statistiliselt olulisel määral on nihkunud hilisemaks eeltalve ja talve algus vastavalt 11–21 ja 15–31 päeva. Varakevade algus on saanud varem kõigil uuritud jõgedel, sealjuures seitsmel jõel üheteistkümnest on see nihkunud varasemaks statistiliselt usaldusväärsel tasemel 7–20 päeva. Ka kevade algus on varem kõigil jõgedel, aga statistiliselt oluline on see muutus vaid viiel jõel. Muutused hüdrotermiliste aastaaegade alguskuupäevades tingivad selle, et talve kestus (veetemperatuur enam-vähem püsivalt alla 0,2°C) on oluliselt lühenenud kõikidel jõgedel vahemikus 22–50 päeva. Selle võrra on pikenenud varakevad ja hilissügis.

Lisaks eespool toodud tulemustele ilmnisid ka sellised muutused, mis on vastupidised üldklimaatilise soojenemise tendentsiga.



Hüdrotermilise suve algus (veetemperatuur püsivalt üle 15°C) on nihkunud hilisemaks ja kestus lühenenud kõigil uuritud üheksal jõel, sealjuures neljal jõel (Vihterpalu, Põltsamaa, Väike Emajõgi ja Navesti) on muutused 0,05 usaldusväärsuse tasemel statistiliselt olulise trendiga. Vihterpalu jõel on perioodil 1946–2010 suve algus trendijoone järgi jäänud hilisemaks 19 päeva ja suve kestus on lühenenud isegi 26 päeva võrra.

## Kirjandus

**BACC.** 2015. Second assessment of climate change for the Baltic Sea basin. Springer, Cham Heidelberg New York Dordrecht London, 501 pp.

**Caissie, D.** 2006. The thermal regime of rivers: a review. – *Freshwater Biology*, 51, 1389–1406.

**Dabrowski, M., Marszelewski, W., Skowron, R.** 2004. The trends and dependencies between air and water temperatures in lakes in northern Poland in 1961–2000. – *Hydrology Earth System Sciences*, 8, 79–87.

**Eipre, T., Rodina, N., Subbotina, V.** 1962. Hüdroloogilisi andmeid jõgede, järvede ja mere režiimist. – *Eesti NSV agrokliimaatiline teatmik*, 72–77.

**Hutorowicz, A.** 2020. Baseline water temperature: estimation of the annual cycle of surface water temperature in lakes in North-Central Poland over the 1951–1968 period. – *Water*, 12, 3574.

**IPCC.** 2021. AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

**Jaagus, J.** 1999. Kliimaatiliste aastaegade saabumise ja kestuse territoriaalne varieeruvus Eestis. – *EGSi aastaraamat*, 32, 5–26.

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

**Jaagus, J.** 2023. Pikaajalised muutused Eesti ilmastiku sesoonsuses. – *EGSi aastaraamat*, 46, 23–45.

**Jaagus, J., Sepp, M., Tamm, T., Järvet, A., Mõisja, K.** 2017. Trends and regime shifts in climatic conditions and river runoff in Estonia during 1951–2015. – *Earth Systems Dynamics*, 8, 963–976.

**Jones, M.L., Shuter, B.J., Zhao, Y., Stockwell, J.D.** 2006. Forecasting effects of climate change on Great Lakes fisheries: models that link habitat



supply to population dynamics can help. – Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 63, 457–468.

**Järvet, A.** 1998. Long-term changes in time series of water balance elements. – Country case study in climate change impacts and adaptation assessments in the Republic of Estonia. Report to the UNEP/GEF Project N. GF/2200-96-45, 69–71.

**Järvet, A.** 2001. Veekogude kliimaatilised aastaajad. – Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis, 90, 48–81.

**Järvet, A.** 2003. Võrtsjärve temperatuurirežiim. – Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis, 93, 256–267.

**Järvet, A., Jaagus, J., Roosaare, J., Tamm, T., Vallner, L.** 2000. Impact of climate change on water balance elements in Estonia. – Estonia Geographical Studies, 8, 35–55.

**McCormick, M.J., Fahnenstiel, G.L.** 1999. Recent climatic trends in nearshore water temperatures in the St. Lawrence Great Lakes. – Limnology and Oceanography, 44, 530–540.

**Tarand, A., Jaagus, J., Kallis, A.** 2013. Eesti kliima minevikus ja tänapäeval. – Tartu Ülikooli Kirjastus, 631 lk.

## Changes in hydro-thermal seasons in Estonia

Agnes Rosenberg, Arvo Järvet, Jaak Jaagus

### *Summary*

The objective of this study was to analyse changes in water temperature of Estonian rivers during the study period 1946–2010. Mean start dates and durations of hydro-thermal seasons and their long-term changes were studied.

Eight hydro-thermal seasons were detected with fixed water temperature thresholds: early spring (0.2–4°C), spring (4–10°C), late spring (10–15°C), summer (above 15°C), autumn (15–10°C), late autumn (10–4°C), early winter (4–0.2°C) and winter (below 0.2°C). Start dates and durations of all thermal seasons were

determined at nine hydrometric stations in Estonia during 1946–2010. Trends were analysed using the least square method (linear regression).

Results of trend analysis show that there have occurred changes in hydro-thermal seasons in Estonian rivers corresponding to general climate warming. Statistically significant shifts to a later time have been typical for the beginning of early winter and winter in all stations by 10.8–21.3 and 15.3–31.2 days, respectively. The beginning of early spring has occurred earlier by 7–20 days while the trend was significant at six stations. Spring season has become earlier also in all stations but this change was significant only at five stations.

Rivers with a strong groundwater inflow like Rivers Põltsamaa and Valgejõgi warm up slowly and hydro-thermal seasons in the first half-year start much later than in the rest of the studied rivers.

The described changes in hydro-thermal seasons have caused a very significant shortening of winter season at all stations by 22–50 days during 65 years. At the same time, durations of early spring and late autumn have lengthened significantly.

In addition to these changes, which are in line with global warming tendency, we found some surprising changes. The start of summer season has changed later at nearly all studied rivers while at four rivers (Vihterpalu, Põltsamaa, Väike-Emajõgi, Navesti) the change was statistically significant. It can be explained by a larger amount of cold groundwater inflow in the case of the absence of flooding in spring.

# **LÄÄNE-EESTI MADALIKU KIVIAJA ASUSTUSPILDI JA MAAKASUTUSE JOONI PÄRAST LITORIINAMERE TRANSGRESSIOONI MAKSIMUMI<sup>1</sup>**

Kristjan Sander

## **Sissejuhatus**

Autor uuris aastatel 2015–2020 Lääne-Eesti madaliku kiviaja kütide-korilaste maakasutust alates Litoriinamere transgressiooni maksimumist (LTM) ca 5300 eKr (Hang et al 2020), seejuures valdavas osas esmakordselt. Eesti arheoloogilises periodiseerimises hõlmab uurimistöö keraamikaelse mesoliitikumi lõppu, Narva staadiumit (ca 5200–3900 eKr) ja kammkeraamika staadiumit alates ca 3900 eKr (Kriiska et al 2020) kuni kõige hilisemate avastatud asulakohtade dateeringuni ca 2600 eKr.

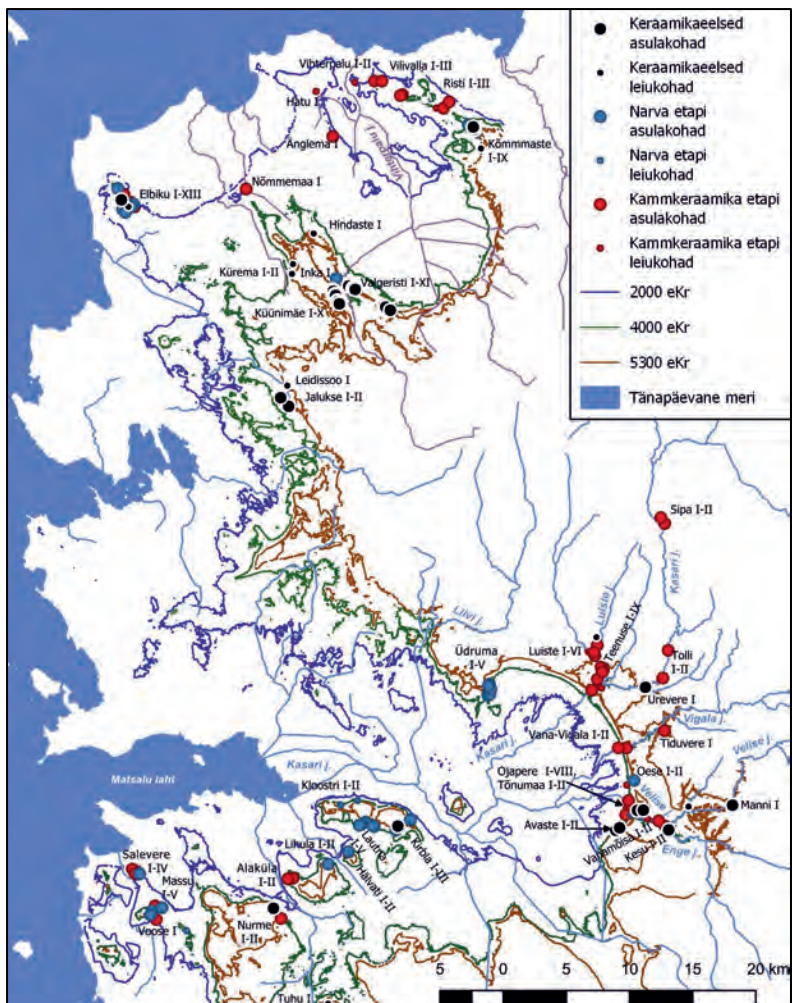
Kuna uurimisalad (joonis 1) asuvad intensiivse maakerke piirkonnas, olid tulemuste tõlgendamiseks möödapääsmatud nende paleogeograafilised rekonstruktsioonid. Rea tüseda turbalasadundiga rabade tõttu uurimisaladel kerkis möödapääsmatu uurimisküsimusena üles ka võimalus, et mõni neist on tekkinud jäänukjärve kohale. Seda on võimalik hinnata Maa-ameti erineva kvaliteediga andmekogusid töödeldes (Sander, Kriiska 2022).

---

<sup>1</sup> Artikkel on koostatud autori 2023. aastal Tallinna Ülikoolis kultuuriuuringute erialal kaitstud doktoriväitekirja "A tradition of mobility. Land use dynamics of Stone Age hunter-gatherers in West-Estonian Lowland (app. 5300–2600 BC)" põhjal. Toim.

Eesti kiviaja asustusarheoloogias historiograafias (Moora et al 1935, Jaanits et al 1981, Kriiska et al 2020) on asutuse arengut seni seotud majandusgeograafiliste teguritega, eelkõige eluks vajalike loodusressursside kättesaadavusega. Tööd algavad vaadeldava perioodi looduslike olude kirjeldusega, mis koos asulate paiknemise ning leiumaterjaliga, eriti zooarheoloogilise materjaliga, annab võimalusi teha järeldusi nende asukate majandusviisi kohta. Läbivaks jooneks, millel peatuvad kõik uurijad, on kiviaja küttide-korilaste asutuse veesidusus: paiknemine vooluveekogude või järvede kallastel või siis mererannikul. Selline lähenemisviis on õigustatud ning teadaolevate asulakohtade veesidusust on ka statistiliselt tõestatud (Sikk et al 2020, erandite kohta vt Kriiska et al 2004, Jussila, Kriiska 2006). Lähenemisnurk on paratamatult asulakohakeskne, sest Eestist pole teada kiviaja küttide-korilaste muud liiki kinnismuistiseid, nagu näiteks linnused, silmatorkavate maapealsete rajatistega kalmed või pühapaigad, mis võimaldaksid loodusgeograafia ning erinevate muistiseliikide paiknemist analüüsivaid integreeritud maakasutuse uuringuid või maastikubiograafiaid (hilisemate perioodide kohta näiteks Lang 1996, Veldi 2020, Karro 2023).

Ka allakirjutanu tõlgendas kogutud andmeid esmatasandil arheoloogilise materjali ning looduskeskkonna rekonstruktsiooni sünteesi abil, võrreldes tulemusi põlisrahvaste antropoloogiliste kirjeldustega ajaloolisel ajal (Sander, Kriiska 2021). Allpool peatatakse looduskeskkonna rekonstrueerimise ning arheoloogiliste välitööde tulemustel ning näidatakse, kuidas suurtel aladel toimunud maastikuinspeksioonide (edaspidi leirete) käigus kogutud materjal annab võimaluse liikuda maakasutust mõjutavate looduslike tegurite analüüsilt edasi kultuurigeograafiliste järeldusteni ning milliseid võimalusi pakuvad selleks Maa-ameti avalikult kättesaadavad andmebaasid.



**Joonis 1.** Lääne-Eesti madaliku autori poolt avastatud kiviaja asula- ja leiukohad koos modelleeritud rannajoontega 5300, 4000 ja 2000 eKr.

## Andmed ja meetodika

Lääne-Eesti madaliku kunagiste rannajoonte rekonstrueerimisel kasutati meetodit, mida kirjeldavad Rosentau jt (2011), lähtudes Maa-ameti digitaalsest kõrgusmudelist, veetasemete kõveratest Edela-Eesti (Rosentau et al 2011) ning Veskijärve ümbruse kohta (Grudzinska et al 2013) ning jääajajärgse kompensatoorse maa-kerke gradientidest (Saarse et al 2007). Arheoloogilise materjali dateerimine rannasiirdekronoloogia abil levis Eestis Soome arheoloogia eeskujul juba enne II maailmasõda ning pärast iseseisvuse taastamist rakendatakse seda massiliselt koos tänapäevaste geoinformaatiliste meetoditega (Sander, Kriiska 2022).

Autori huvi rabastunud ning turbalasundite alla jäänud muinaskäikude modelleerimise vastu algas tänapäeva Kunda raba kohal asunud Kunda Lammasmäge ümbritsenud järve arengu modelleerimisest (Sander, Kriiska 2018). Lääne-Eesti madaliku uurimisel oli eesmärgiks kontrollida, kas tänapäevased avalikult kättesaadavad digitaalsed andmekogud võimaldavad tuvastada soostumisele eelnenud rannikulähedaste jäänukjärvede esinemist. Jäänukjärvena käsitletakse siin vähemalt 2 m sügavat igast küljest suletud lohku turbakihi all. Selleks kasutati kolme tüüpi andmeid: kõrgusmudeli punkte (maapinna tänapäevane kõrgus, Maa-amet 2022), ESRI *shapefile* (ESRI 1998) formaadis digitaalse mullakaardi polügoonide metaandmeid (mullatüüp, tüsedus, Maa-amet 2017) ning stratigraafiliselt kirjeldatud prooviaukude andmebaasi (Oru 2020). Andmetöötlus hõlmas:

- 1) mullakaardi polügoonide sidumist kõrgusmudeli punktidega;
- 2) erinevuste algoritmilist silumist mullakaardi polügoonide piiride ning tänapäevasele kõrgusmudelilt nähtavate turbaalade äärte vahel;
- 3) turbaalasiid ümbritseva maapinna kõrguse kaardistamist;
- 4) turbakihi tüseduse lugemist mullakaardi metaandmetest või prooviaukude andmebaasist;
- 5) eelnevalt nimetatud andmete alusel turbaalade alla jääva mineraalse pinna kõrguse modelleerimist selleks kirjutatud arvuti-programmi abil (Sander, Kriiska 2022).

Kuna mullakaart ei kajasta enamikel juhtudel 150 sentimeetrist suuremat kihtide түsedust, kasutati interpoleerimiseks võimaluse korral turbauuringute prooviaukude andmebaasi, mis annab uuritava ala kohta usaldusväärsema tulemuse. Juhul, kui rekonstrueeritav ala polnud prooviaukudega piisavalt kaetud ning turbalasund oli түsedam kui 150 cm, modelleeriti lamami pind lamedana (nõo sügavuse mõttes konservatiivselt). Kuna eesmärgiks oli modelleerida mineraalne pind turbakihtide all perioodil, mil modelleeritav ala asus mereranna lähedal, st enne märkimisväärse turbakihi moodustumist, polnud turba lisandumise kiiruse küsimus oluline.

Arheoloogilisteks välitöödeks valiti välja kaks uurimisala Loode-Eestis Suursoo ümbruses ning Lääne-Eestis Muinas-Matsalu lahe ümbruses. Uurimisalade valikul lähtuti põhimõttest, et need peaksid hõlmama LTMi aegseid loodusgeograafilisi üksuseid. Põhjapoolsel uurimisalal on nendeks praeguse Suursoo kohal olnud laht koos seda ümbritsevate poolsaartega (tänapäeval ida pool Kõmmaste–Risti–Vilivalla külad ja lääne pool Variku–Hindaste–Nõmmemaa piirkond) ning Elbiku muinassaar (tänapäeval liivane kõrgendik Elbiku ja Tuksi külades). Lõunapoolne uurimisala hõlmab Muinas-Matsalu lahe idarannikut Üdruma–Teenuse–Vana-Vigala–Ojapere–Avaste joonel koos Muinas-Matsalu lahte läänest piirava poolsaart tipuga Nurme külas, tänapäevast Väinamere väikesaarte arhipelaagi meenutavat saarestikku Muinas-Matsalu lahes endas (tänapäeval kõrgendikud Kirbla, Lautna, Kloostri külades, Alakülas, Hälvati külas ning Lihulas) ning juba lahest väljapoole jäävaid Salevere ja Massu muinassaari (joonis 1). Ühtekokku katsid uurimisalad umbes kaks kolmandikku Lääne-Eesti madalikust. Lisaks inspekteeriti kahe lõunapoolsesse uurimisalasse jääva jõe, Kasari ja Vigala jõe, kaldaid vastavalt 17 ning 44 km ulatuses ülesvoolu LTM-aegsest muinasrannikust alates.

Arheoloogiliste välitööde meetod oli maastikuinspeksioon (leire), mille käigus käidi läbi erinevatel maapinna kõrgustel asuvad lahtise maaga alad (põllud, metsateed, tuletõkkeribad, värsked raiesmikud jms) ning koguti selle käigus peamiselt pinnakorje teel leide. Kõik leiud registreeriti käsi-GPSiga ning geograafiliste orientiiride olemasolul täpsustati hiljem leiukoha koordinaadid Maa-ameti aerofotode abil. Leiukobarad, milles oli kolm või enam leidu, registreeriti kui asulakohad, ning 1–2 leidu kui juhuleidu. Kuna



üheltki asulakohalt ei õnnestunud koguda radiosüsiniku abil dateeritavat materjali, jäi ainukeseks asulakohtade või leidude dateerimise võimaluseks rannasiirdekronoloogia (Jussila, Kriiska 2004). Iga asulakoha jaoks arvutati TPQ (*terminus post quem*) väärtus, mis tähistab ligikaudset aastat, mil see oli pärast Litorinamere regressiooni maksimumi rannajoonel ehk siis aega, mil inimtegevus sellel kohal kõige varem toimuda sai. Rannajoone rekonstruktsiooni täpsust on suurtes piirides võimalik kontrollida ka arheoloogilise leiumaterjali abil.

Suhtelise kauguse kaardi jaoks (joonis 2) kasutati lähteandmetena Maa-ameti vooluveekogude kihti. Selle kasutamiseks tuli lahendada kaks probleemi, milleks tuli kirjutada arvutiprogrammid: jõelõikude käänupunktid pole alati järjestatud voolu suunas ning maaparanduse käigus on paljude lõikude looduslik kuju muutunud ja neil tuleb tõepärase tulemuse saamiseks kasutada parandustegureid. Kaart loodi samuti selleks kirjutatud arvutiprogrammi abil, mis kasutab Dijkstra algoritmi (1959). Parameetritena kasutati järgmisi väärtusi: minimaalne läbitava jõelõigu laius 6 m, paadi liikumiskiirus seisvas vees 5,5 km/h ehk umbes 3 sõlme (Johnstone 1988), jõgede voolukiirus 0,75 m/s suurvee ajal, jalakäija kiirus 3 km/h. Parameetrid on mõõndavasti mõnevõrra oletuslikud ning seda eriti voolukiiruse osas, mis sõltub nii aastaajast kui sademete hulgast. Andmed, millel põhineb jalgsi liikumise kiiruse hinnang 3 km/h, on küll kogutud Eestiga võrreldes erinevates looduslikes tingimustes, aga see tundub mõningase koormaga kestvusrännaku puhul meie mõistes teedeta maastikul usutav ka Eestis.

## Tulemused ja arutelu

Arheoloogiliste välitööde käigus koguti 2206 arheoloogilist leidu. Avastati 102 uut asulakohta ning 39 leiukohta (55 juhuleidu, joonis 1). Arheoloogia jaoks uudne tulemus oli välitööde käigus avastatud asulakohtade leiumaterjali üheülbalisus: peaaegu puudusid savinõukillud, kivilihvimisele viitavad leiud (lihvimiskivid, lihvitud kiviesemed) ning ka raieriistad puidu töötlemiseks. Leiumaterjali üheülbalisust ja asulakohtade väikesi mõõtmeid saab tõlgendada maakasutuse hooajalisuse märgina. Samal ajal



on naaberregioonidest Saaremaalt ja Pärnumaalt teada eriliigilise ja arvuka leiumaterjali, intensiivse kultuurkihi ning elamujäänuste või matustega asulakohti, mida tõlgendatakse püsivamatena. Ainult hooajaliste ja arvatavasti igal aastal lühikest aega kasutuses olnud asulakohtade esinemine nii ulatuslikel aladel on uudne teaduslik tulemus kogu Läänemere idaranniku jaoks (Sander, Kriiska 2021).

Kui jätta kõrvale hooajalisuse määrgina tõlgendatav keraamikaleidude vähesus, siis vastab muinasrannikul paiknevate asula- ja leiukohtade leiumaterjal TPQ-väärtustele (dateeringutele rannasiirdekronoloogia alusel) nii kvartsi-tulekivi vahekorra, laastude osakaalu kui eri ladestustest pärit tulekivi esinemise poolest. Muutused leiumaterjalis on seejuures jälgitavad ka suhteliselt väikeste vahemaade puhul. Nii on näiteks Ojapere III asulakohas oluliselt kõrgem kammkeraamika valmistajate poolt Eestisse toodud Karboni ladestu tulekivi osakaal kui varasema TPQga (kõrgemal asuvas) Ojapere IV asulakohas (vahemaa ca 500 m) hoolimata sellest, et vähesed kammkeraamika tüüpi savinõude killud on laiali pillatud üle terve 15hektarilise asulakohtade kobara. Samamoodi erineb kammkeraamika etapi Massu IV asulakoha leiumaterjal varasema TPQga Massu I–III asulakohtade materjalist. Vahemaa Massu III ning IV tuumikute vahel on ca 200 m ja leiukogumid puutuvad tegelikult kokku (Sander, Kriiska 2021).

Turbalasundite alla jäävate alade kõrguse modelleerimise kohta võib väita, et tänapäeval avalikult kättesaadavad digitaalsed andmekogud (Maa-ameti kõrgusmudel, mullakaart ning prooviaukude andmebaas) kogumis on üldjuhul piisavad, et selgitada kunagiste rannalähedaste jäänukjärvede olemasolu, kuid negatiivne tulemus vähesete prooviaukudega rabades ei tõesta vastupidist. Tõenäoliselt muutus LTM-aegne Vihterpalu suudmelaguun tänapäeva Variku külas Narva etapi lõpul (ca 4500 eKr) madalaks jäänukjärveks. Välitööde ajal polnud paraku võimalik selle kunagisi kaldaid uurida, kuid edaspidi tuleks seda paremate leiutingimuste tekkides kindlasti teha. Lõunapoolsel uurimisalal pakkusid huvi Kesu, Tõnumaa, Pilkuse ja Illaste rabad, kuid modelleerimise tulemusel ei õnnestunud neist ühegi kohal jäänukjärveks piisavat lohku tõestada. Vähemalt lõunapoolsel uurimisalal kujundasid inimasustuse paiknemist looduslike teguritena tõenäoliselt vaid rannajoon ning vooluveekogud (Sander, Kriiska 2022).

Kogutud andmed võimaldavad arutelu kahel tasandil: kohalikus ning regionaalses tähenduses. Kuni ulatuslike arheoloogiliste kaevamisteni tuleb kohatasandil piirduda üksikuid asulakohti ümbritseva maakasutuse ning asulakohtade kobarate moodustumise loogikaga, käsitledes sadade meetrite või mõne kilomeetriga mõõdetavaid alasid ning jättes kõrvale asulakohtade sisemise struktuuri. Erinevalt näiteks Norra rannikust (Bjerck 1990) on Eestis asulakohtade lähem ümbrus aja jooksul muutuv, näiteks luitestumise tagajärjel, ning seetõttu pole võimalik käsitleda kaasajal kindlasti olulisi tegureid nagu avatus tuultele, randumiskoha vee sügavus ja kalda tõusunurk, avanevad vaated vms. Erandiks on asulakoha paiknemine tänapäeval nähtavate rannamoodustiste suhtes, aga selleks tuleks kõigepealt loodusteaduslike meetoditega dateerida nii rannamoodustised kui asulakoht. Seni saab asulakohtade paiknemist analüüsida neid vahetult ümbritsevaid maastikke tüpiseerides ning asulakohtade omavahelisi ruumilisi suhteid (kobardumist) kaardistades.

Lääne-Eesti madaliku mesoliitilisi ja kammkeraamika aja asulakohti saab jagada nelja maastikutüübi vahel: vooluveekogude suudmed ja suudmelaguunid, lahti piiravate poolsaarte tipud, rannikulähedased saared ja laiud ning vooluveekogude kaldad kuni 10 km kaasaegsest rannikust.

Muinaslahtede liigendamata kaldad ei olnud üldjuhul atraktiivsed ja Lääne-Eesti madalikul neil asulakohti leida ei õnnestunud, kuid mujalt Eestist on neid siiski teada. Neemeasulad olid kolmest küljest merega ümbritsetud, värsket joogivee allikad pole selged ning ka küttepuid hankimine oli ebamugavam kui liigendamata rannikul, mis viitab võimalusele, et neemi kasutati nagu saari, st neile tuldi mitte kuiva maad, vaid merd mööda näiteks hülgejahi hooajal. Võib arvata, et liigendamata rannikul ning neemetippudel asunud asulakohtades oli valdav tegevus mõnevõrra erinev. Peale arheoloogiliste välitööde tulemuste võiks sellele viidata olulised erinevused Eesti liigendatud ja liigendamata rannikul paiknevate asulate kauguses kaasaegsest rannajoonest, kuid sedagi saab kontrollida vaid radiosüsiniku meetodil dateeritud asulate puhul.

Rannasiirdekronoloogia põhjal võib oletada, et vaadeldava perioodi jooksul küttide-korilaste maakasutus intensiivistus. Aja möödudes

võeti kasutusele uusi maastikutüüpe, kusjuures varem kasutatud maastikutüüpide kasutamine jätkus. Nii paiknevad varasemad asulakohad Vihterpalu ja Velise jõgede suudmetes asunud laguunide ümber ning poolsaarte tippudel. Kõige hiljem Narva etapil muutus arheoloogiliselt nähtavaks inimtegevus rannikulähedastel väikesaartel ja laidudel. Kuna Saaremaa asustati juba keraamika-eelses mesoliitikumis, võib oletada kaht erinevat meresõiduviisi: pike-mad retked kaugematele saartele (hüljeste küttimiseks?) ning mõne kilomeetri kaugusel asuvate rannikulähedaste saarte kasutamine, võimalik, et mõneks muuks otstarbeks muul aastaajal. Kammkeraamika etapil lisandus intensiivne inimtegevus vooluveekogude kallastel rannikulähedasel alal, mida näitavad väikese pindalaga asulakohad, kus leidub rohkesti Karboni ladestu tulekivi, kuid mitte savinõukilde.

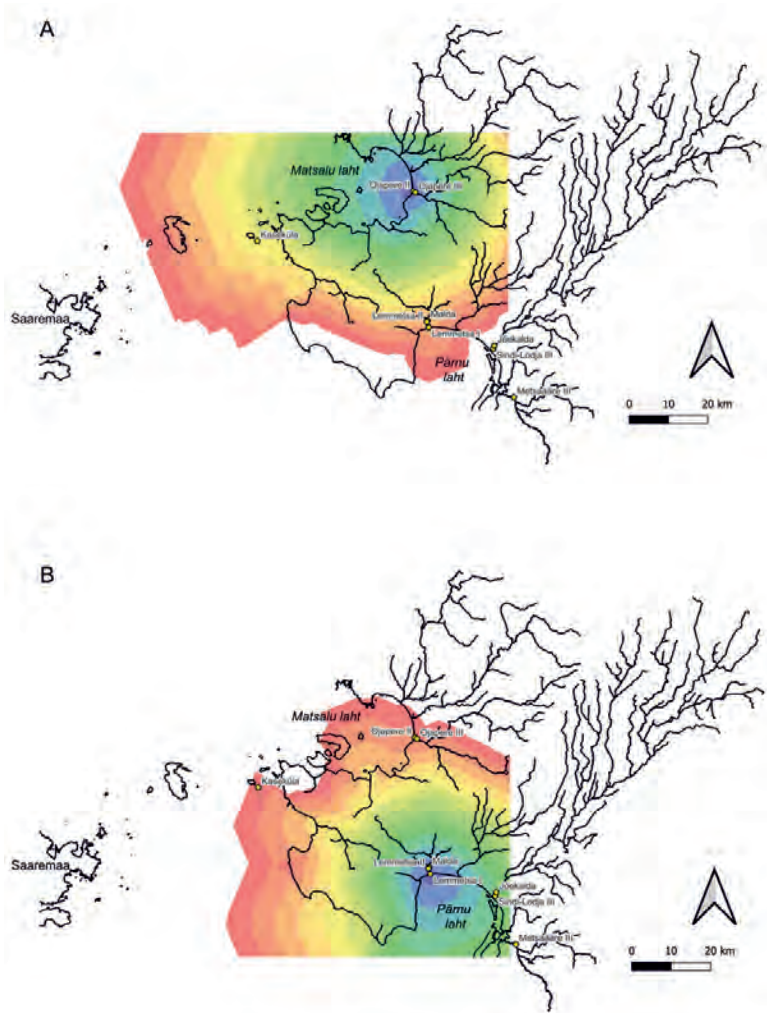
Sarnaselt paiknevaid asulakohti oli teada ka varem. Muinas-Saaremaa ranniku lähedasel saarel asuvalt Kõnnu asulakohalt on leitud nii elamute jäänuseid, matuseid, Narva keraamikat kui hulgaliselt raieriistu (Khrustaleva et al 2020). Kõrguse järgi kindlasti keraamika kasutuselevõtust hilisem, kuid savinõukildude leidudeta Kehila asulakoht tänapäeva Loode-Saaremaal asub kunagisel rannikulähedasel laiul, mis on otseselt võrreldav Muinas-Matsalu lahes uuritud laidudega. Kaks kolmest varem teada olnud Lääne-Eesti madaliku asulakohast asuvad ühel ja samal kunagisel rannikulähedasel saarel (Narva etapi Rõuste ja kammkeraamika etapi Kaseküla), kusjuures mõlemast kohast on ka savinõukilde (Kriiska 2001). Poolsaarte otses paiknevaid asulakohti polnud Mandri-Eestis varem avastatud, kuid neid oli teada Saaremaalt (Võhma I, IV, VI, VII, Pahapilli I–II, Kriiska 1998, Kriiska et al 2020).

Lääne-Eesti madaliku kiviaegse ranniku piirkonnas torkab silma asulakohtade kobardumine loodusgeograafiliselt sobivatel aladel. Kui vähese pindalaga väikesaared kõrvale jätta, moodustavad selgeid kobaraid asulakohad Vihterpalu jõe suudmelaguuni kallastel (Valgeristi ja Küünimäe kobarad), Kõmmaste–Risti–Vilivalla küla-des, kus aastasadade jooksul järgnesid inimesed maakerke käigus järjest põhjaloode suunas nihkuva poolsaare otsale, Velise jõe suudmes (Ojapere kobar, suuremalt osa tegelikult Tõnumaa külas Velise jõe põhjakaldal) ning Teenuse külas Luiste jõe suudmes ning kallastel. Kui ülejäänud alade maapind ei ole katkematult jälgitav

ja tuleb kõne alla, et aastasadu või -tuhandeid kestva tegevuse tagajärjel jäi arheoloogilise leirega nähtavaid leide maha üle kogu ala, siis Tõnumaa ja Teenuse külade põllumassiivid pakkusid võimaluse kaardistada leide vastavalt 12 ja 100 hektaril. Koos maapinna kõrgusega muutuva leiumaterjali järgi näib Tõnumaa külas inimtegevuse kese alati olnud Velise jõe suudmes, mis maakerke käigus loodesse nihkus.

Teenuse külast põhja pool oleva asulakohtade kobara (Teenuse II–V) sisestruktuuril on aga tõenäoliselt kultuurilised põhjused. Sarnase leiumaterjali alusel on vaadeldavad neli asulakohta dateeritavad kammkeraamika etappi, asudes samal ajal isegi LTM-aegsest rannajoonest kõrgemal ja seostudes niisiis Luiste jõe, mitte mere-rannikuga. Asulakohad moodustuvad selgelt eristuvatest mõnekümne meetri läbimõõdus leiukobaratest, mille vahel on leiutühjad alad. Selline asulakohtade struktuur näitab maakasutuse püsivust – aasta-aastalt pöörduiti ühtedesse ja samadesse peatuspaikadesse tagasi, sest sajanditepikkuse juhuslikus kohas aset leidnud inimtegevuse tulemusena peaks kogu jõeäär olema leidudega üle külvatud. Alternatiivne seletus võiks olla kohavaliku juhuslikkus lühikese aja jooksul: Luiste jõe äärde tuldi vaid mõnel üksikul aastal mingitel erandlikel asjaoludel. Ka sel juhul saab oletada, et neil asjaoludel olid pigem kultuurilised kui looduslikud põhjused, sest viimaste (näiteks ebatavaliselt kõrge veetase) mõjul võib pigem arvata teistsugust kohavalikut sama vooluveekogu ääres.

Regionaalsele tasandile tulles jõuame küsimuseni, miks jäi vaadeldava perioodi küttide-korilaste maakasutus Lääne-Eesti madalikul hooajaliseks, samal ajal kui naaberregioonides Saaremaal ning Pärnu lahe ümbruses on kõige hiljemalt kammkeraamika perioodist teada püsivamaid asulakohti. Kuna põhjaranniku uurimisseis ei ole kuigi palju parem Lääne-Eesti madaliku omast enne autori välitöid, piirdub järgnev arutlus Muinas-Matsalu lahe piirkonna, st lõunapoolse uurimisalaga. Maakasutuse suur erinevus torkab eriti silma Pärnu ja Muinas-Matsalu lahe suure loodusgeograafilise sarnasuse tõttu: lähed on umbes sama suured, nende kuju on sarnane ning neisse mõlemasse suubub mitu suurt jõge (joonis 1 ja 2). Paari tuhande aasta jooksul Muinas-Matsalu piirkonnas arvatavasti merelt lähtuvat hooajalist tegevust arendanud inimesed ei rajanud sinna aga teadaolevalt püsivamaid elukohti.



**Joonis 2.** 13 tunni jooksul läbitav teekond (värviliselt) lähtudes A) Ojapere asulakohast Velise jõe suudmes ja B) Lemmetsa I asulakohast Audru jõe suudmes projitseerituna kontuurkaardile, millel on märgitud modelleeritud rannajoon ca 4000 eKr ning tänapäevased jõed laiusega alates 6 m koos Ojapere hooajalise asulakoha, Kaseküla asulakoha ning Pärnu lahe ümbruses asuvate tõenäoliselt püsivamate asulakohtadega kammkeraamika staadiumist.

Arvatavasti seisneb inimtegevuse hooajaliseks jäämise põhjus Muinas-Matsalu lahe piirkonna marginaalses asendis Lõuna-Eestis juba mesoliitikumis välja kujunenud veeteede põhise kommunikatsioonivõrgustiku suhtes. Kui Pärnu lahelt võis suuri jõgesid mööda jõuda kiviaja muististe poolest rikkasse Võrtsjärve piirkonda ja sealt edasi Peipsi ja Burtnieki järvedeni, siis Muinas-Matsalu jõed viivad ülesvoolu Kesk-Eestisse, kust on teada väga vähe kiviaja asulakohti. L. Jaanits (1992) oletab isegi, et Pärnu jõgikonnas ja Võrtsjärve piirkonnas asus üks hõim, Narva jõe piirkonnas teine.

Peipsi–Emajõe–Võrtsjärve–Pärnu lahe süsteemist samuti kaugele jääva Muinas-Saaremaa rikkalikud hülge- ja kalapüügivõimalused muutsid selle piisavalt atraktiivseks, sest püüasustus kujunes seal välja arvatavasti juba mesoliitikumi lõpul (Kriiska 1998, Kriiska et al 2020) ning toitumisuuringute põhjal (Tõrv 2016, Kriiska et al 2020) moodustus seal täiesti erineva, valdavalt merelise toitumisega inimeste populatsioon. Võib oletada, et Muinas-Matsalu lahe piirkonna hooajalisteks kasutajateks olidki Saaremaa elanikud, kellele ala pakkus kodusaares paremaid võimalusi kevadise siirdekala püügiks ning kammkeraamika etapi jõeäärsed asulakohad tähistavad kalapüügi intensiivistumist. Looduslikult Pärnu lahega sarnaneva Muinas-Matsalu lahe idarannik jäi suhtelise kauguse (reisiks kuluva aja) poolest Pärnu lahest maismaad mööda rännates umbes sama kaugele kui Saaremaa ja mereteed pidi palju kaugemale (joonis 2). Erinevalt Saaremaast ei pakkunud see aga mingeid täiendavaid elatusvahendeid, mida Pärnu lahe ümbruses poleks juba küllaldaselt leidunud.

Ligipääs transpordi- ja kommunikatsioonivõrgule on teatavasti erinevate meetoditega kvantifitseeritav ning transpordigeograafia kohta on suur hulk kirjandust. Ka esiajaloo asustusmuutrite looduskeskkonda iseloomustavate näitajate (lähedus veekogule, mullatüüp, nõlva kalle ja ilmakaar jms) põhine kvantitatiivne modelleerimine on maailmas väga levinud, aga Eestis on sellest vallast alles vähe töid (Haav 2014, Sikk et al 2020).

Statistiliselt põhjendatud järeldused jäävad vaid keskkonnaparametritest lähtudes paraku tasemele, et eelistati päikesepoolseid nõlvu või liivasemaid ja kõrgemaid kohti veekogude ääres. Lääne-Eesti madaliku näitel vajab ennustusjõuline küttide-korilaste

asustusmudel nii hooajaliste ja püsivamate asulakohtade eraldi käsitlemist kui uue kultuurilise parameetri lisamist (suhteline kaugus teadaolevatest tuumikaladest). Võrreldes tehniliselt võimekamaid rahvaid käsitlevate uuringutega, mis lisavad kultuurilise parameetrina teedevõrgu (Er 2023), on küttide-korilaste puhul ülesanne lihtsam, sest ära jääb muistse teedevõrgu rekonstrueerimise etapp – „teedevõrguks“ olid ülima tõenäosusega veekogud. Küll aga on jõepõhise kommunikatsioonivõrgu analüüsimise eelduseks voolusuunaga arvestamine. Voolukiiruse looduslik kõikumine lisab ebakindluse elemendi, mida inimkäte poolt rajatud teede puhul ei ole. Maa-ameti avalikult kättesaadavates andmetes ei ole voolusuund alati selgelt määratud ning andmete töötlemine selle kindlaks tegemiseks on mõnevõrra aeganõudev ja tülikas. Autori koostatud vahendid selleks vajavad veel täiustamist, kuid on e-kirja teel vabalt kättesaadavad. Teine probleem, jõgede loodusliku voolusäingi pikkuse muutumine nende õgvendamise tagajärjel, on palju lihtsamini algoritmiliselt lahendatav. Selle lähenemise esimeseks näiteks on modelleeritud teekonnaanalüüs lähtuvalt Ojapere asulakohtade kogumist kui kõige leiurikkamast Lääne-Eestis (joonis 2).

## Kokkuvõte

Aastatel 2015–2020 tehtud arheoloogilised välitööd ja muinasmaastiku rekonstruktsioonid kahel uurimisalal Lääne-Eesti madalikul viisid nii Eesti kui kogu Läänemere idakalda jaoks uudse teadusliku tulemuseni: seda piirkonda kasutati kiviaja küttide-korilaste poolt pärast Litoriinamere transgressiooni maksimumi vaid hooajaliselt. Erinevalt naabruses asuvatest Saaremaast ja Pärnu lahe ümbrusest ei õnnestunud Lääne-Eesti madalikul leida püsivamaid asulakohti.

Nii kauget minevikku käsitlevate arheoloogiliste välitööde tulemuste tõlgendamiseks oli hädavajalik muinasmaastiku modelleerimine, arvestades kompensatorset maakerget ning turba juurdekasvu soostunud aladel võimalike rannikulähedaste jäänukjärvede tuvastamiseks. Kasutatud avalikult kättesaadavaid digitaalsete andmekogusid (Maa-ameti kõrgusmudel ja mullakaart, prooviaukude andmebaas) võib Lääne-Eesti madaliku näitel pidada selleks üldjuhul piisavaiks.



Kogutud andmed võimaldavad teha kiviaegse maakasutuse kohta kultuurigeograafilisi järeldusi nii kohalikul kui regionaalsel tasandil. Neli selgelt piiritletud väikest asulakohta umbes 100 ha suurusel alal Teenuse külast põhja pool viitavad hooajaliste asulakohtade pidevale taaskasutusele, st maakasutuse püsivusele. Regionaalses tähenduses võib oletada, et Lääne-Eesti madalik jäi pika aja jooksul vaid hooajaliselt kasutatavaks selle kauguse tõttu suurest veeteede võrgustikust, mis ulatub Pärnu lahest Peipsi järveni ning kaugemalegi.

Edasisel Eesti kiviaja küttide-korilaste asustuarheoloogia uurimisel tuleb üldistusjõuga kvantitatiivsete mudelite loomiseks pöörata tähelepanu asulakohtade iseloomule (hooajaline või mitte) ning ühendusteede võrgustikule kui kultuurilisele parameetrile. Maaameti avalikud andmekogumid on selleks piisavad, kuid nõuavad algoritmilist töötlust, mis praeguses etapis vajab veel täiustamist.

Traditsiooniline arheoloogiliste uurimistulemuste sidumine looduslike olude selgitamisega võimaldab lisaks järeldustele esiaja inimeste elatusalade kohta teha ka kaugemale ulatuvaid järeldusi, kui seda rakendada piisavalt suurel alal. Arheoloogiline leire on selleks praktiliselt ainuke arheoloogiliste välitööde liik. Leire kui välitööde meetodi tähtsus ei piirdu vaid kaevamisteks huvipakkuvate asulakohtade leidmisega, vaid sellel on oma rakendusvaldkond uurimisküsimuste näol, millele kaevamised üksikutel asulakohtadel vastata ei saa.

## Kirjandus

**Bjerck, H.B.** 1990. Mesolithic site types and settlement patterns at Vega, Northern Norway. – *Acta Archaeologica*, 60, 1–32.

**Dijkstra, E.W.** 1959. A note on two problems in connexion with graphs. – *Numerische Mathematik*, 1, 269–271.

**Er, M.** 2023. A novel approach for archaeological predictive modelling: case study from Western Türkiye Hellenistic settlements. – Doctoral Thesis. Middle East Technical University. <https://open.metu.edu.tr/handle/11511/102825>.



- ESRI** 1998. ESRI shapefile technical description. – An ESRI White Paper. Environmental Systems Research Institute, New York.
- Grudzinska, I., Saarse, L., Vassiljev, J., Heinsalu, A.** 2013. Mid- and late-Holocene shoreline changes along the southern coast of the Gulf of Finland. – *Bulletin of the Geological Society of Finland*, 85, 19–34. Doi: 10.17741/bgsf/85.1.002.
- Haav, A.** 2014. Ruumiarheoloogiline vaade asustustrilile: fragment Kagu-Eesti viikingiajast hilisrauaajani (6.–13. saj). Magistritöö. Tartu: Tartu Ülikool. <https://dspace.ut.ee/handle/10062/41911>.
- Hang, T., Veski, S., Vassiljev, J., Poska, A., Kriiska, A., Heinsalu, A.** 2020. A new formal subdivision of the Holocene Series/Epoch in Estonia. – *Estonian Journal of Earth Sciences*, 69, 269–280. 10.3176/earth.2020.15.
- Jaanits, L., Laul, S., Lõugas, V., Tõnisson, E.** 1981. Eesti esiajalugu. – Tallinn: Eesti Raamat.
- Johnstone, P.** 1988. The sea-craft of prehistory. – New York: Routledge, Kegan Paul.
- Jussila, T., Kriiska, A.** 2004. Shore displacement chronology of the Estonian Stone Age. – *Estonian Journal of Archaeology*, 8, 3–32. 10.3176/arch.2004.1.01.
- Jussila, T., Kriiska, A.** 2006. Pyyntikultuurin asuinpaikkojen rantasidonaisuus. Uusia näkökulmia Suomen ja Viron kivi- ja varhaismetallikautisten asuinpaikkojen sijoittumiseen. *Arkeologia ja kulttuuri. Uutta kivikauden tutkimuksessa.* – *Arkeologipäivät 2005*, ed. Pesonen, P., Mökkönen, T., 36–49. Hamina: Suomen arkeologinen seura.
- Karro, K.** 2023. Past is not a foreign country. Long-term history of an Eastern Estonian landscape between the Viking Age and the Early Modern period (800–1629). Doctoral Thesis. Tallinn: Tallinn University. <https://www.etera.ee/zoom/199369/view?page=1&p=separate&view=0,0,2067,2835>.
- Khrustaleva, I., Roog, R., Kholkina, M., Kriiska, A.** 2020. Hunter-gatherer pit-houses in Stone Age Estonia. – *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12, UNSP 56. 10.1007/s12520-020-01018-0.
- Kriiska, A.** 1998. Mesoliitilised asustusjäljed Loode-Saaremaal. – *Ajalooline Ajakiri. The Estonian Historical Journal*, 100, 13–22.
- Kriiska, A.** 2001. Stone Age settlement and economical processes in the Estonian coastal area and islands. – Doctoral Thesis. Helsinki: Helsingin yliopisto, kulttuurien tutkimuksen laitos.

**Kriiska, A., Haak, A., Johanson, K., Lõhmus, M., Vindi, A.** 2004. Uued kiviaja asulakohad ajaloolisel Viljandimaal. – Viljandi Muuseumi aastaraamat 2004, 35–51. Viljandi: Viljandi Muuseum.

**Kriiska, A., Lang, V., Mäesalu, A., Tvauri, A., Valk, H.** 2020. Eesti ajalugu I. Eesti esiaeg. – Tartu: Tartu Ülikooli Ajaloo ja Arheoloogia Instituut.

**Lang, V.** 1996. Muistne Rävala. Muistised, kronoloogia ja maaviljelusliku asustuse kujunemine Loode-Eestis, eriti Piritajõe alamjooksu piirkonnas. – Muinasaja Teadus, 4. Tallinn: Eesti Teaduste Akadeemia Ajaloo Instituut.

**Moora, H.** 1935. Kiviaeg. – Moora, H., Laid, E., Mägiste, J., Kruus, H. Eesti ajalugu I. Esiajalugu ja muistne vabadusvõitlus. Tartu: Eesti Kirjanduse Selts, 10–62.

**Rosentau, A., Veski, S., Kriiska, A., Aunap, R., Vassiljev, J., Sarse, L., Hang, T., Heinsalu, A., Oja, T.** 2011. Palaeogeographic model for the SW Estonian coastal zone of the Baltic Sea. – The Baltic Sea Basin, Central and eastern European development studies, J. Harff, S. Björck, P. Hoth (eds.), 165–188. Heidelberg: Springer. 10.1007/978-3-642-17220-5\_8.

**Sander, K., Kriiska, A.** 2018. New archaeological data and paleolandscape reconstructions of the basin of an Early and Middle Holocene Lake near Kunda, North-Eastern Estonia. – Fennoscandia Archaeologica, XXXV, 65–85.

**Sander, K., Kriiska, A.** 2021. Archaeological traces of hunter-gatherer seasonal occupation in western coastal Estonia from the second half of the 6th millennium to the end of the 3rd millennium BC. – Documenta Praehistorica, 48, 36–53. 10.4312/dp.48.24.

**Sander, K., Kriiska, A.** 2022. An integrated result of GIS based approach to paleogeographic reconstructions and archaeological surveys of coastal paleolagoons at the mouths of Vihterpalu, Teenuse and Velise rivers (Western Estonia). – Estonian Journal of Archaeology, 26, 184–208.

**Sarse, L., Vassiljev, J., Rosentau, A., Miidel, A.** 2007. Reconstructed late glacial shore displacement in Estonia. – Baltica, 20, 35–45.

**Sikk, K., Kriiska, A., Johanson, K., Sander, K., Vindi, A.** 2020. Environment and settlement location choice in Stone Age Estonia. – Estonian Journal of Archaeology, 24, 89–140. 10.3176/arch.2020.2.01.

**Tõrv, M.** 2016. Persistent practices. A multi-disciplinary study of hunter-gatherer mortuary remains from c. 6500–2600 cal. BC, Estonia. – Doctoral Thesis. Tartu: University of Tartu Press.

**Veldi, M.** 2020. A landscape biography of the „Land of Drumlins“: Vooremaa, East Estonia. Doctoral Thesis. Leiden: Universiteit Leiden.

## **On Stone Age settlement patterns of the West-Estonian Lowland after the Littorina Sea transgression maximum**

Kristjan Sander

### *Summary*

The paper discusses results of archaeological expeditions to map Stone Age settlements of West-Estonian Lowland after the Littorina Sea transgression maximum (approximately 5300–2600 BC). The settlement pattern, discussed in detail in the doctoral thesis of the author<sup>2</sup>, appears to have been seasonal. The fieldwalking finds are relatively uniform as pottery sherds, wood chopping tools and evidence of stone grinding are almost entirely missing, and the settlement sites exhibit low find density and fairly modest size. This result is novel for the archaeology of the eastern shore of the Baltic Sea. For more detailed information about the sites, archaeological excavations would be needed.

Besides results of fieldworks, modelling ancient coastlines, paleosurface elevations below organic layers of present-day peatlands and mapping of ancient waterways greatly contributed to the outcome. For this, publicly available datasets provided by Estonian Land Board and Tallinn University of Technology proved to be sufficient.

---

<sup>2</sup> „A tradition of mobility. Land use dynamics of Stone Age hunter-gatherers in West-Estonian Lowland (app. 5300–2600 BC)“, defended in Tallinn University in 2023. Editor.

Landscape typology of settlement site clusters suggest an additive model of landscape use intensification, starting with river mouth paleolagoons and tips of isthmuses in the Final Mesolithic or the Narva stage. The archipelago of islets in the Ancient Matsalu Bay became to be used during the Narva stage at the latest. During the Comb Ware stage, a totally new phenomenon appears: small aceramic settlement sites on the shores of rivers up to 10 km from the contemporary sea coast, interpretable as signs of fishing intensification. However, these changes do not denote a shift in human activities as in the landscape types that became exploited earlier, seasonal activity persisted until the end of the time frame of the study.

The reasons why the West Estonian Lowland attracted only seasonal interest for more than 2500 years could be explained by cultural factors rather than economic, possibly stemming from the marginal position of the area in the system of waterways stretching from the Pärnu Bay to the Lake Võrtsjärv, Lake Peipsi and beyond. The difference of settlement patterns at the coast of Ancient Matsalu Bay and Pärnu Bay, the former featuring only seasonal sites and the later a number of more permanent sites with diverse finds and substantial cultural layers, is especially striking because the natural conditions are very similar (the size of the bays, the shape of the coastlines, the existence of large rivers flowing to both of the bays and presumably the sea salinity gradients).

# **KODAVERE KIHELKONNA MAASTIKUD VIIKINGIAJAST 17. SAJANDINI<sup>1</sup>**

Krista Karro

## **Sissejuhatus**

Minevikusündmused on inimesi alati huvitanud. Kahtlemata on lihtsam uurida lähiminevikku, mille kohta on olemas veel elavate inimeste meenutused, rääkimata fotodest ja videotest. Mainitud allikate kasutamine muudab lähimineviku käsitlused kindlasti tõelähedasemaks kui kaugema mineviku tegelevad tööd, mille puhul ei ole nii vahetuid kogemusi pakkuvaid allikaid säilinud. Tihti arvatakse, et eriti kaugem minevik on kui võõras maa, mis on meie elumaailmast kardinaalselt erinev ning mida ei ole tänapäeval enam võimalik tõepäraselt kirjeldada. Järgnevalt püütakse seda arvamust kummutada ning pakkuda välja võimalusi, kuidas läheneda kõige otstarbekamalt kaugemale minevikule, tehes seda maastiku kontseptsiooni kaudu.

Minevikuga tegelevates uurimustes tuleb taotleda võimalikult suurt usutavust. Selleks on vaja kombineerida erinevaid allikaid, nii esmaseid kui teiseid, et pilt mineviku sündmustest oleks piisavalt tõene. Lõplikku tõde ei ole kahjuks võimalik välja selgitada, kuna kõikide inimtekkeliste allikate taga on inimlik subjektiivsus.

---

<sup>1</sup> Artikkel on koostatud autori 2023. aastal Tallinna Ülikoolis kultuuriuringute erialal kaitstud doktoriväitekirja "Past is not a foreign country. Long-term history of an Eastern Estonian landscape between the viiking age and the early modern period (800–1629)" põhjal. Toim.

Loodusolud ja nende uurimine on mõnevõrra objektiivsem, kuid ka nende puhul sõltub palju uurimis- ja analüüsimaterjali valikust ja kättesaadavatest andmetest. Kõige objektiivsema ja sealjuures usutatava mineviku kirjelduse saab inimtekkelisi ja looduslikke aspekte kombineerides.

Inimene ja loodus kohtuvad maastiku kontseptsioonis, mis on ühest küljest maa-ala oma maakatte ja pinnamoega, kuid tähenduse annavad sellele inimesed oma elutegevusega, lähtudes sealjuures mitte ainult majanduslikust, vaid ka vaimsest ja religioosest loogikast. Kõigest eelmainitust on maastikus säilinud jäljed. Piltlikult võib öelda, et maastik on nagu mosaiik, mille osa tükke on kadunud, kuid osa on alles, kuigi võib-olla peidetud kujul. Uurija ülesandeks ongi proovida need tükid kõigepealt üles leida ja seejärel võimalikult tõeselt kokku panna, et moodustuks loogiline pilt. Selleks saab kasutada erinevaid meetodikaid, näiteks maastikubiograafiat (Kolen et al 2016) ja maastikuarheoloogiat/-ajalugu (Lang 1996, Mägi 2002, Spek 2004), kuid abiks on ka fenomenoloogiline arusaam maailmast (Tilley 1994, Carr 2012, Gumbrecht 2013). Pikaajalise perioodi uurimine on otstarbekam võrreldes lühema ajavahemikuga, sest pikema ajavahemiku vältel on protsessid paremini märgatavad ja jälgitavad (Crumley et al 2017). Autor on erinevad meetodid jaganud nõ konna ja kotka pilguks, millest esimene eeldab indiviidist lähtuvat lähenemist detailide avastamiseks, teine aga pigem makrotasandi perspektiivi (Karro et al 2014).

Mainitud meetodikaid kasutades esitatakse allpool Kodavere kihelkonna lugu viikingiajast (800 pKr) kuni 17. sajandini, Rootsi aja alguseni. Narratiiv on esitatud sellesse vahemikku jääva kolme suure muutuseperioodi analüüsina. Kuigi pealtnäha on tegemist äärmiselt erinevate perioodidega, siis uues ühiskonnakorralduses on alati säilinud midagi vanast. Vana maastikukorraldus väljendub näiteks vanade kasutusest väljas teede või taluasemete näol, samuti põllustruktuurides või mõisakohtades. Selles artiklis tuuakse välja kõige huvitavamad leiud, mis uurimistöö käigus ilmnesisid.<sup>2</sup>

Uurimispiirkonna maastiku analüüs toetub paljus varasematele uuringutele. Autor ise on aastatel 2008–2018 viinud läbi arheoloogilisi proovikaevamisi ning leiret, et saada teada asulate vanus

<sup>2</sup> Artiklis olevad joonised on esmakordselt avaldatud autori doktoritöös.

ning leida uusi muistiseid. Arheoloogilist leiret on varem selles piirkonnas läbi viinud peamiselt Ain Lavi, kes on avastanud suurema osa sealsetest aulakohtadest. Suuremaid kaevamisi on juhatanud arheoloog Mare Aun (Peatskivi linnamägi ja Alasoo kalme), kuid ka A. Lavi (Lahepera kalme ja kalmistu, Raatvere kalmistu ja asulakoht, Punikvere asulakoht). Palju avastusi on tehtud tehnilise otsinguvahendi abil hobiotsijate poolt viimase 10–15 aasta jooksul. Geoloogilisi uuringuid on tehtud peamiselt Peipsi järve osas, kuid need hõlmavad enamasti liiga suuri ajavahemikke. Veidi spetsiifilisemat infot on andnud mõned aastad tagasi tehtud uuring Lahepera järve ääres (Hang et al 2019) ning juba aastaid tagasi tehtud uuring Peipsi rannavallide kohta (Либлик 1969). Paleokliimatilisi uuringuid on läbi viidud Ida-, Kagu- ja Põhja-Eestis asuvate järvede setetest. Ilmselt toetavad nende uuringute tulemused ka uurimispiirkonna käsitlust, kuna Eesti ala on suhteliselt väike.

Üldiselt lähtutakse analüüsis põhimõttest, et Peipsi järve läänerannikul on kohti, mis tänapäeval on rannikust eemal, kuid muinasajal võisid olla lokaalsete rannaprotsesside tõttu veepiirile lähemal. Terve rannajoone ulatuses see tõenäoliselt nii ei olnud, kuna geoloogilised uuringud viitavad teisiti. Tõenäoliselt on hiljem toimunud veel selliseid kohalikke rannajoone muutusi, mida on raske pikkade protsesside abil kaardistada. Sellisel kujul uppunud asulaid, nagu on Pihkva järves, kus maapind vajub, Peipsi ääres ei ole. Pigem on osaliselt vette sattunud kunagised sadamakohad, mis ongi olnud rajatud veepiirile. Mõnes kohas on sadamakohad tänasest veepiirist kaugemal – ka selles on oma loogika, mida selgitatakse allpool.

### **Kuidas mineviku maastikku uurida?**

Kodavere kihelkonna maastiku minevikku uurides uuritakse tegelikult protsessi. Maastikul on nii ajaline kui ruumiline mõõde, milles kohtuvad erinevad inim- ja loodustekkelised, materiaalsed ja mittemateriaalsed aspektid. Need omakorda põimuvad omavahel, moodustades eluruumi (Keisteri 1990, Ingold 2009, Karro 2010). Ruumilisel teljel on erinevad loodusobjektid, näiteks veekogud, pinnavormid, maakatte üksused, inimtekkelised objektid nagu teed, külad, mõisad, kirikud, kalmistud, samuti vaimne kihistus erinevate

religioossete ja poliitiliste veendumuste näol. Ajateljel rühmituvad eelmainitud aspektid vastavalt sellele perioodile, kuhu nad kuuluvad. Näiteks kirikuid enne 13. sajandit Ida-Eestis ei olnud, seega ei saa kiriklik maastik ning sellega seonduv maakorraldus kuuluda varasemasse aega, kuid kiriku rajamise koht omakorda võib rääkida selle maastiku varasemast kasutusest.

Oluline mõiste mineviku uurimisel on rajasõltuvus (Zariņa 2013). Maastik kui protsess on erinevate sündmuste jada, mis on üksteisega põhjus–tagajärg seoses. Mineviku, eriti kaugema mineviku puhul puudub teadmine osast neist sündmustest, kuid säilinud on jäljed maastikus, mille abil on võimalik oletada, mis kogukonnas juhtus ja miks (Cosgrove 1984). Kogukondade kollektiivne mälu aitab tuua mineviku olevikule lähemale (Carr 2012). See kollektiivne mälu on talletunud nii maastiku materiaalses kui mentaalses aspektides nagu arheoloogilised muistised, ajaloolised fotod, rahvalikud lood ja legendid. Kuigi palju sellest kunagisest elust on kadunud (Gosden, Lock 1998), siis tänu neile küllaltki püsivatele objektidele on olevik minevikust läbi imbunud (Gumbrecht 2013) ning oleviku kaudu on võimalik minevikku uurida. Eelmainitud objektid on vahendajateks oleviku ja mineviku vahel, mis aitavad uurida minevikusündmusi, õigemini nende sündmuste tulemust ehk maastikku (Carr 2012, Karro 2013, 2015).

## **Kodavere kihelkonna lugu**

Ülalpool kirjeldatud teoreetiliste kontseptsioonide kaudu on esitatud ühe Ida-Eesti maastiku, Kodavere kihelkonna, pikaajaline lugu viikingiajast Rootsi aja alguseni (joonis 1). Piirkonda on lihtsustatult nimetatud keskajal välja kujunenud kihelkondliku jaotuse järgi, kuid erinevatel aegadel on see tegelikult vastavalt omaaegsele haldusjaotusele kandnud erinevaid nimesid: muinasaja lõpul oli ta Soopoolitse väikemaakond, kesk- ja uusajal Kodavere kihelkond, mis nüüd jääb Peipsiääre valla piiresse (Moora 1964, Karro 2010b). Muinasaja kontekstis on kõige objektiivsem kasutada määratlust asustuspiirkond. Uuritav ala (Kodavere kihelkonna põhja- ja keskosa) moodustab pinnaehituse ja mullastiku ning seeläbi ka maakasutuse poolest ümbritsevate alade suhtes selgelt erineva maastiku,



mis jääb põhjapoolse Alutaguse madaliku ja lõunapoolse Peipsi madaliku vahele.



**Joonis 1.** Kodavere kihelkond ja olulisemad tänapäevased asulad.

Geoloogiliselt ja maastikuliselt erineb Kodavere kihelkond lääne poole jäävast Vooremaast, mis tähendab ka teistsugust asustusloogikat. Pealegi jääb nende vahele Välgü–Selgise–Kaiu metsane väga hõreda asustusega mõhnastikuvöönd. Samuti on hoopis erineva pinnakattega Peipsi madalik, mis ei ole ilmselt soosinud varast põllumajandust ja on olnud koduks pigem kiviajal elanud küttelekorilastele (Jaenits 1953). Minevikus, pärast kiviaega, oli oluline tegur põlluharimine ning põllumaa olemasolu või puudumine mõjutas asustuse kujunemist. Seetõttu on suur osa Kodavere asustusloo analüüsist seotud maaviljeluse käsitlusega. Samas ei tohi unustada, et kütid-korilased ei elanud mitte ainult Peipsi madalikul, vaid samuti Kodavere kihelkonna jõgede ja järvede ääres, enne kui maaviljelus seal domineerivaks elatusalaks sai (Roio, Baburin 2016). Kodavere kihelkonna jõed-järved, eelkõige Peipsi järv, olid olulised looduslike ressursside allikad, mis mõjutasid asustuse paiknemist selles piirkonnas juba keskmisest kiviajast alates.

Teadaolevate arheoloogiliste muististe abil on võimalik analüüsida muinasaegset majandustegevust. Kindlaid muinasaegseid elupaiku ehk asulaid (talud ja külad) on Eestis üldse leitud vähe. Suurem osa mälestistena kaitse all olevatest asulakohtadest on pigem kesk- ja uusaegse algupäraga. Kuskil elati ka muinasajal, kuid suure tõenäosusega ei olnud Kodavere kihelkonna alal asustus kuigi tihe ning pigem oli tegu üksikute talude või väikeste (haja)küladega, mille järgi on arheoloogiliselt keeruline avastada. Pealegi võib väikese hajaküla ja üksiktalulise asustuse vahe maastikus olla märkamatu. Keerukust lisab veelgi asjaolu, et uusaegsed külad on varasematega sama koha peal ning niigi õhuke muinasaegne kultuurkiht võib hilisema asustuse mõjul olla kas segatud või täiesti hävinenud. Teiste arheoloogiliste objektide ning nende paiknemise kaudu on siiski võimalik oletada, millise uusaegse küla all võis olla muinasaegne talu ja millise all pigem mitte.

Kodavere kihelkonna keskosas tänapäevase Pala–Haavakivi piirkonnas esinevad raske lõimisega liivsavi- ja savimullad, mille tõttu seal suure tõenäosusega muinasaegne asustus kas puudus või oli seda nii vähe, et tolleaegse asustuse järgi on võimatu tänapäeval üles leida. Samas võisid lähedalasuva Assikvere piirkonna mullad olla maaharimiseks ja muinasaegse asustuse kujunemiseks soodsamad. Seda kinnitab võimalike vanema rauaaja matmispaikade olemasolu sealkandis. Suure tõenäosusega jääb tollane asula kaitse all oleva asulakoha piiresse, kuigi ei hõlma seda kogu ulatuses. Kergemini haritavad mullad on veel Peatskivi asustuspiirkonnas (Päiksi, Kuningvere ja Savastvere külad), kus on ühtlasi ka järgi muinasaegsest majandustegevusest (Peatskivi linnamägi, Lahepera sadamakoht). Ilmselt on elukohad asunud ka Kadrina ja Torila kandis. Päris järve äärde, kus on tänapäeval Raatvere, Ranna, Sassukvere, Kodavere, Pusi ja Lahepera külad, laienes püsiasiustus ilmselt alles keskajal (14–15. sajandil), mille kasuks räägib ka Raatvere asula kaevamistelt saadud radioaktiivse süsiniku meetodil saadud dateering (Lavi 1998).

Sobivateks allikateks hilisema asustuspildi uurimiseks on 17. sajandi katastrikaardid, milliseid antud piirkonnast on säilinud kolm: Kodavere kihelkonna üldkaart 1684. aastast (RA EAA.308.2.68.1), Alatskivi mõisa (RA EAA.308.2.76) ja Ranna mõisa (RA EAA.308.2.92) kaardid 1688. aastast. Rootsiaegsetel katastrikaartidel on peamiselt

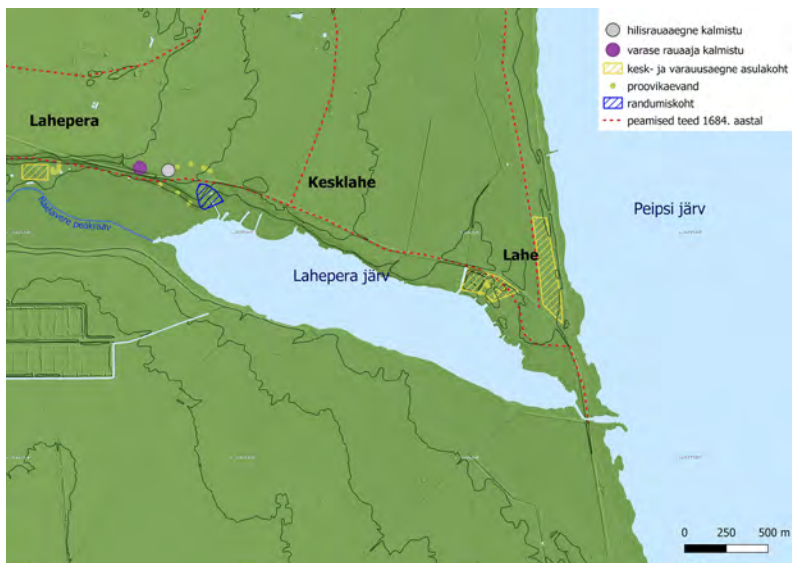
näidatud põllumajanduslikku maad, kuid vahel on peale märgitud ka teised kõlvikud ning objektid (metsad, veekogud, teed, majad). Rootsiaegsete katastrikaartide kõige olulisem info antud uurimuse seisukohast on teedevõrk, administratiivjaotus (mõisad, külad, talud), maakasutus ning kohanimed.

17. sajandi teedevõrk oli tänapäevasest kohati väga erinev ning oli tõenäoliselt seotud varasema, võib-olla isegi muinasaja asustusega. Nagu juba öeldud, siis põllumaa hulk üldiselt ajas väga palju ei muutu ning asustus on aastasadu järginud põllumaa olemasolu. Rootsi ajal võeti kasutusse kõikvõimalik põllumaa, ka maa, mida muinasajal kasutati teisiti. Sobiv näide on Lahepera ümbrus (joonis 2). Rootsi ajal oli Lahepera järve ääres kolm küla: Lahe, Kesklahe ja Lahepera. Peamiselt olid need kalurikülad, kuna järve kaldal olid kalurimajakesed. Järvest põhja pool asusid põllumaad. Leiret tehes selgus, et põllumaa on seal valdavalt saviliivane ja esinevad peamiselt märkevad mullad. Seetõttu võib arvata, et muinasajal seal kandis ilmselt põldu ei haritud, vaid Lahepera järve kasutati muudel eesmärkidel – peamiselt randumiskohana.

Muinaaegsed sadamakohad enne 11. sajandit olid tihti mitte otse avavee ääres, vaid pigem väiksemate sisemaa veekogude ääres, et vähendada rünnakuohtu (Mägi 2004 ja seal viidatud kirjandus). Mere ääres see loogika 11. sajandil muutus, sest võeti kasutusele kiiluga laevad, mis ei saanud oma suuruse ja sügavuse tõttu enam mööda jõgesid ja järvesid merelt sisemaa poole sõita. Järvede, sh Peipsi ääres tõenäoliselt seda muutust ei toimunud, kuna järvedel on ajast-aega sõidetud madalapõhjaliste alustega (Roio, Läänelaid 2019).

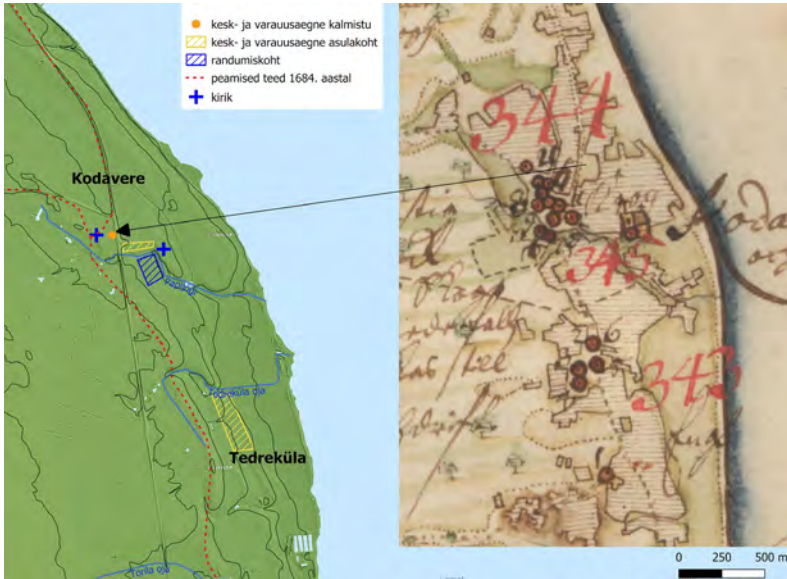
Lahepera järv moodustas tuulte ja vaenlase rünnakute eest Peipsiga hästi ühendatud veekogu, olles sobiv randumiskohtade ja sadama rajamiseks. Sadamakoha kultuurikiht on ilmselt hilisema asustuse poolt segatud, kuid rannamaastiku järgi võib oletada, kus see asus (joonis 2). Muidu üsna kõrgete kallastega järve põhjakaldal on poolsaar, mis ulatub kaugemale järve ja mille kaldad on üsna lauged ega ei ole soised. Poolsaare maapoolsemas otsas on väga pikalt kasutuses olnud kalmistu, mis rajati kivikalmena rooma rauaajal. 11. sajandil hakati kivikalme juurde tegema laibamatuseid ning kesk- ja uusajal kasutati seda kohta külakalmistuna (Kappo 2011,

Karro 2013, 2015). Selliste matmiskohtade paiknemine maastikus on tihti sadamakohtade iseloomulikuks tunnuseks, st et sinna maeti ainult selle perekonna liikmeid, kellele sadamakoht kuulus. Antud kalmistu puhul on matuste arvu järgi küllaltki selge, et sinna ei ole maetud kõiki kohaliku kogukonna liikmed.



**Joonis 2.** Lahepera järve lähedane tõenäoline muinasaegne asustus.

Teise huvitava näitena, kus muinasaegne asustus on rootsiaegsete kaartide abil leitav, võib tuua Kodavere kiriku kalmistu (joonis 3). Kirik ei ole tänapäeval enam samal kohal, kus keskajal. Keskajal oli kirik suure tõenäosusega järvest kaugemal, seal, kus tänapäeval on küla. Ilmselt kujunes küla keskajal sinna, kus varem oli kaubitsemiskoht. Viimane eksisteeris tõenäoliselt edasi ka kesk- ja uusajal. Mõned aastad tagasi leiti teetööde käigus kiriku kalmistu (Valk et al 2019). Rootsiaegsel kaardil on selle koha peal põllul kasutamata maa laik, mis tõenäoliselt näitabki kunagise kalmistu asukohta. Tuleb meeles pidada, et rootsiaegsed katastrikaardid keskendusid põllumaa kaardistamisele, muud objektid olid pigem juhuslikud. Sarnane kasutamata maa laik on näiteks ka Ranna külas, kus asus samuti pikalt kasutatav matmispaik.



**Joonis 3.** Kodavere. Järvepoolne rist kujutab tänapäevast kirikut, maa-poolne rist keskaegse kiriku asukohta.

Võib arutleda, millal nende matmispaikade kasutamine lõppes. Kui kaart koostati 17. sajandil ja kaardile ei ole otseselt märgitud, et tegu oleks ametliku kalmistuga, vaid lihtsalt on jäetud kasutamata ala laik põllumaa sisse, siis võib arvata, et kalmistute kasutusaeg lõppes mõnda aega varem, et mälestus jõuaks veel säilida. Näiteks on Lahepera kalmistu kõige hilisem dateeritav hauapanus 16. sajandi münt. Sadakond aastat võiks olla ajavahemik, kui mälestus veel ei kustu. See oli ilmselt aeg, kui Kodavere kirik oli äsja uuele kohale ehitatud, nii et teadmine vanast kalmistust oli kindlasti veel päris värske.

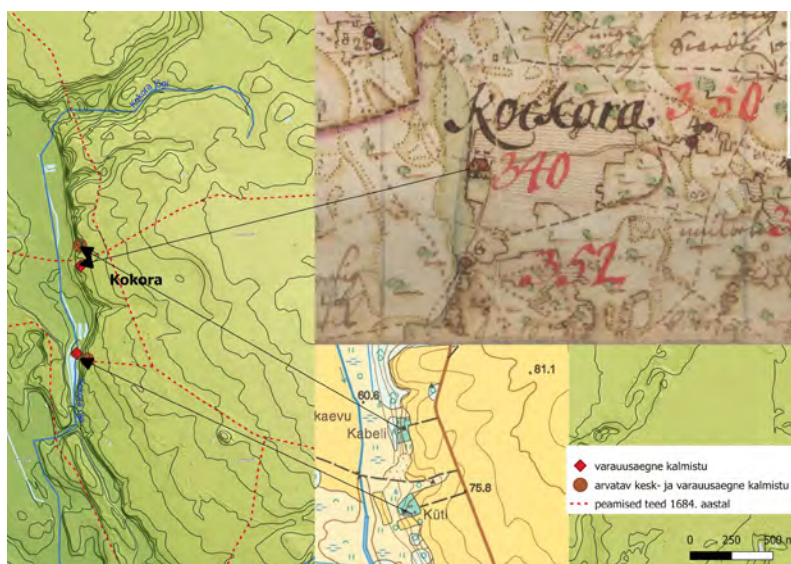
Põhjalikult sai uuritud ka kohalike mõisate algusaega, kuna see jäi uurimisperioodi lõppu ehk 16. sajandisse. Vanimad kohalikud mõisad olid Alatskivi ja Ranna, kusjuures ei ole päris kindlalt võimalik väita, kumb neist vanem on. Ranna mõisa on küll mainitud esmakordselt 1627. aasta maarevisjonis (Roslavlev 1965), kuid tegelikult on see olemas olnud juba Poola ajal (RA EAA.5392.1.41) ning erinevalt enamikest selleaegsetest ümbruskonna mõisatest oli tegemist eramõisaga. Samas ei ole ühtki kindlat tõendit, et Alatskivi



mõis oleks olnud olemas juba 16. sajandil (Karro, Vedru 2018). Ilmselt rajati mõlemad enam-vähem samaaegselt.

1684. aasta kihelkonnakaart pakub mõisate kontekstis palju avastamist. Nimelt on Kokora mõis kaardi järgi rajatud hoopis varem selle niinimetatud ametlikust algusest 18. sajandil ning veidi teises kohas, mis asustustingimuste järgi on hoopis parem koht mõisale (põllumaade keskel, jõe ületuskoha juures; joonis 4). Suure tõenäosusega on sellel kohal varem olnud küla (keskajal, võib-olla ka muinasajal).

Kui vaadelda külade võrgustikku (asustust) laiemalt, tuleb arvestada erinevate poliitiliste ja muude sündmuste mõju sellele. Euroopas toimunud sõjad ja looduskatastroofid (epideemiad, kliimakatastroofid) mõjutasid ka kohalikku asustust ning sellekohaseid viiteid võib leida mõningatest kirjalikest allikatest. Kõige suuremad muutused toimusid ilmselt üleminekul viikingiajast hilisrauaaega (11–12. sajand), muistse vabadusvõitluse ning Liivi sõja ajal. Liivi sõja järgne asustuspilt on üldjoontes üles märgitud Poola ja Rootsi



**Joonis 4.** Kokora mõisa ümbrus. Kokora varasem mõis asus nr 2 asukohas, kuid 18. sajandil rajatud mõis hoopis nr 1 tähistatud kohas, kus 17. sajandil paiknes ainult üksik talukoht.

maarevisjonides, kui asustus on tunduvalt hõredam kui 17. sajandi lõpus (joonis 4). Siiski näitavad revisjoni andmed, et rahvastik taas-  
toodab end üsna kiiresti.

### **Kokkuvõte**

Artikkel on ülevaade autori doktoritööst, kus uuriti mineviku maastiku tõlgendamise võimalusi Kodavere kihelkonna asustuse näitel. Minevik ei ole meid ümbritsevast maastikust kuhugi kadunud, vaid seda on võimalik üles leida ning sobivate allikate ja meetodika abil kirjeldada. Kuigi esmapilgul võib minevik tollal elanud inimeste teistsuguste vaadete ja eluviiside tõttu hiljem elanud inimestele tunduda võõrana, siis tegelikult on see maastikus alati meie ümber ja meie tegevuse osa. Maastik on kihiline, nii ajalises kui ruumilises plaanis, ning see kihilisus aitab minevikku meie ümber taasavastada. Minevikus elanud üksikisiku tasemele on küll väga raske lastuda, kuid selleks, et näha täielikumat pilti, on see kohati vajalik ja ka võimalik. Kollektiivne mälu on maastikus säilinud, kuid kuna see moodustub individuaalsetest mäludest, on selle abil võimalik vaadata minevikus elanud inimeste elumaailma ja selle abil saab teha mineviku meile mõistetavamaks.

Kodavere kihelkonnast on teada väga erinevatest perioodidest pärit muistiseid, mille üksikleidude kaudu ei ole võimalik erinevate ajastute asustuspilti taastada. Mitmete eritüübiliste allikate abil on siiski võimalik pikema perioodi asustuse kohta järeldusi teha. Võrreldes viikingiajaga on Rootsi ajast teada rohkem materjali ning seetõttu on selle perioodi asustust ka rohkem uuritud. Varasema asustuse kohta on Kodavere kihelkonna kompleksne analüüs esmakordne. Asustust vaadeldakse elupaikade (külad, talud, mõisad) ja tööpaikade (rauasulatuskohad, sadamakohad) kaudu. Väga kõnekaks osutusid matmispaigad, mis teatud määral kuuluvad elupaikade juurde, kuid vähemalt Peipsi-äärses maastikus on võimalik neid siduda pigem tööpaikadega. See dünamika on ajas muutuv: kesk- ja uusajal on matmispaigad ikkagi rohkem seotud kohtadega, kus inimesed elasid. Ajalooliste kaartide põhjal on võimalik teha järeldusi ka mõisate kohta.

## Kirjandus

**RA EAA.308.2.68.1.** Fempte deels transporterad charta öfwer tredie deelen aff Dörpts lähn. Riigiarhiiv.

**RA EAA.308.2.76.** Allaskiwi Twenne Hoff medh Kockaro uthi Dörptz Sloss Gebiet och St. Michaelis Kyrckspiel belägit. Riigiarhiiv.

**RA EAA.308.2.91.** 1.Immofer Hoff Uthi Dörpts Gebiet och Torma Cyrckspil belägit; 2. Teller Hoff uthi Dorptz Slotz Gebiet och St. Michalis Cyrckspil. Riigiarhiiv.

**RA EAA.5392.1.41.** Oleg Roslavlev. Kogutud uurimisalane materjal: Põhja-Tartumaa asustusajalugu. Riigiarhiiv.

**Carr, D.** 2012. Experience and history. – Oxford handbook of contemporary phenomenology. Oxford: Oxford University Press.

**Cosgrove, D.E.** 1984. Social formation and symbolic landscape. – London: Croom Helm.

**Crumley, C., Kolen, J., Kleijn, M., Manen, N.** 2017. Studying long-term changes in cultural landscapes: outlines of a research framework and protocol. – Landscape Research, 42, 1–11.

**Gumbrecht, H.U.** 2013. After 1945 – latency as origin of the present. – Stanford: Stanford University Press.

**Gosden, C., Lock, G.** 1998. Prehistoric histories. – World Archaeology, 30, 2–12.

**Hang, T., Rosentau, A., Tõnisson, H., Alari, V.** 2019. Geoarheoloogilised uuringud Lahepera järves ja kaldal ajutise kaitse all oleval alal Tartu maakonnas Peipsiääre vallas Lahe külas Aru ja Taara talu katastriüksustel ning Savimetsa külas Alatskivi metskond 36 katastriüksusel, rg nr 30977. Tartu Ülikool, [https://register.muinas.ee/ftp/Arheoloogiliste%20uurigute%20aruanded/2019\\_A-geol\\_HangTjt\\_ak-30977\\_Tartumaa-Lahepera.pdf](https://register.muinas.ee/ftp/Arheoloogiliste%20uurigute%20aruanded/2019_A-geol_HangTjt_ak-30977_Tartumaa-Lahepera.pdf)).

**Ingold, T.** 2009. Against space: place, movement, knowledge. – Boundless worlds: an anthropological approach to movement. New York, Oxford: Berghahn Books, 29–43.

**Jaanits, L.** 1953. Neoliitilise ja varase metalliaja asulad Emajõe suudmealal. – Kandidaaditöö. Tartu Ülikool.



- Karro, K.** 2010a. Kodavere – parish by Lake Peipus. Development of cultural landscape during the Iron Age. – *Archaeologia Baltica*, 14, 193–195.
- Karro, K.** 2010b. Kodavere – kihelkond Peipsi ääres. Kultuurmaastiku areng rauaajal. – *Magistritöö*. Tallinna Ülikool.
- Karro, K.** 2013. Ruptured space and time in Lahepera burial site in Eastern Estonia. – *Archaeologia Baltica*, 19, 32–41.
- Karro, K.** 2015. Continuing landscape, continuing life: burial site of Lahepera in Eastern Estonia. – *Papers from the Institute of Archaeology*, 25, 1–11.
- Karro, K.** 2023. Past is not a foreign country. Long-term history of an eastern Estonian landscape between the Viking Age and the Early Modern Period (800–1629). *Doktoritöö*. Tallinna Ülikool, <https://www.etera.ee/zoom/199369/view?page=1&p=separate&tool=info&view=0,0,2067,2835>
- Karro, K., Mägi, M., Palang, H.** 2014. Studying past landscapes: lived, reconstructed and animated. – *Living Reviews in Landscape Research*, 8, 1.
- Karro, K., Vedru, G.** 2018. Small-scale excavation of Alatskivi hillfort. – *Archaeological Fieldwork in Estonia*, 2017, 149–158.
- Keisteri, T.** 1990. The study of changes in cultural landscapes. – *Fennia*, 168, 1.
- Kolen, J., Renes, H., Bosma, K.** 2016. Landscape biography: methods and methodology. – *Research in Landscape Architecture*, 120–135.
- Lang, V.** 1996. Muistne Rävala. Muistised, kronoloogia ja maaviljelusliku asustuse kujunemine Loode-Eestis, eriti Pirita jõe alamjooksu piirkonnas. – *Muinasaja Teadus*, 4, 1–2.
- Lavi, A.** 1998. Aruanne Raatvere asulakoha 1981. a kaevamistest. – F1 N35 S11. Tallinna Ülikooli arheoloogiaarhiiv.
- Moora, A.** 1964. Peipsimaa etnilisest ajaloost. – Tallinn: Eesti Riiklik Kirjastus.
- Mägi, M.** 2002. Piirkonnad ja keskused. Asustus muinasaja lõpu ja varakeskaegsel Saaremaal arheoloogiliste, inimgeograafiliste ning ajalooliste allikate andmeil. – *Keskus-tagamaa-ääreala. Muinasaja Teadus*, 11, 169–232.

**Mägi, M.** 2004. Ships are their main strength. Harbour sites, arable lands and chieftains on Saaremaa. – *Eesti Arheoloogia Ajakiri*, 8, 128–162.

**Roio, M., Baburin, A.** 2016. Otsekui kadunud Atlantise jälil: Peipsi-äärset esiajaloolist asustust uurides. – *Õpetajate leht*, 14.10.2016.

**Roio, M., Läänelaid, A.** 2019. Remains of the Peipsi *lodi* near Kuru village. – *Archaeological Fieldwork in Estonia*, 2018, 255–262.

**Roslavlev, O.** 1965. Das Dorpater Land 1624/27. – *Hefte zur Landeskunde Estlands*. München.

**Roslavlev, O.** 1970. Polnische Akten. I, 1582–1591. – Herausgeber. München.

**Spek, T.** 2004. Het Drentse esdorpenlandschap: Een historisch-geografische studie, Utrecht; Assen (Matrijs; Stichting het Drentse). – PhD thesis, Wageningen University.

**Tilley, C.** 1994. A phenomenology of landscape: places, paths and monuments. – Oxford: Berg Publishers.

**Valk, H., Malve, M., Juus, T, Liblik, M.-A., Jonuks, T.** 2019. Kodavere medieval cemetery – a parish churchyard? – *Archaeological Fieldwork in Estonia*, 2018, 119–138.

**Zariņa, A.** 2013. Path dependence and landscape: initial conditions, contingency and sequences of events in Latgale, Latvia. – *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 95, 355–373.

**Карпо, К.** 2011. Каменные могильники Аласоо и Лахепера вблизи западного побережья Чудского озера. – *Археология и история Пскова и Псковской земли*, 57, 182–189.

**Либлик, Т.** 1969. О древних береговых образованиях на западном побережье Чудского озера. – *Труды по географии*, VI. Ученые записки Тартуского государственного университета, 3–18.

## **A story of Kodavere parish from the Viking Age to the 17th century**

Krista Karro

### *Summary*

People have always been interested in the past, but the past always seems to be a foreign land – distant and unknown. However, with good methodology and sources it is possible to read the past of landscapes. Landscapes are layered – temporally and spatially. Spatial aspects are divided into material (archaeological sites, geological objects, etc) and immaterial (politics, economy, religion) aspects, which all become combined in the landscape concept. This article is a short summary of the author's PhD thesis (Karro 2023).

Researchers have to find ways how to bring past closer to them. It is possible to use different source material like archaeology, historical documents, folklore, historical photography and maps. It is also vital to understand that past is all around us and our life world has been interwoven with the life worlds of the people who have lived in the area before us. Therefore, it is possible to say that landscapes are processes in which we sometimes know the events that shaped the physical character of the land, but sometimes we know the outcome itself. Based on this knowledge, it is possible to recreate a past of a landscape.

An Eastern Estonian landscape has been used as an example of how it is possible to find traces of earlier settlement in the later sources. The area is called Kodavere parish/settlement district and a term of 9th to 17th century has been chosen as a research period.

The research focuses on land use, but also the use of Lake Peipus, which is bordering the area from the east. Land use has been analysed through three periods of transformation: 11th–12th century change from Viking Age to Latest Iron Age, the so-called fight for freedom of the 13th century, and the Livonian War in the 16th century.

The most interesting findings were that in the prehistoric period the shore of the lake was probably used for economical purposes only (landing sites and cemeteries as their manifestation) and not for

living. Earlier landing sites developed into villages in the 14th–15th century, but the cemeteries remained in use as so-called village cemeteries. Prehistoric dwelling sites (small villages and single farms) were probably somewhere more inland. Two of the oldest estates in the area were probably established in the 16th century, and although Alatskivi estate is the oldest in the area according to the common knowledge, it is difficult to say based on preserved documents whether this or Ranna estate is the oldest in the area. The list of villages from the end of the 16th century and the beginning of the 17th century shows that people reproduce fast and usable agricultural land never remains fallow for too long.

As a conclusion it is possible to say that landscape is not a foreign land if useful source material is available. Past is all around us and the fact that is past does not mean that it is absent.

# UUSKOGUKONDADE KUJUNEMINE EESTI MAAPIIRKONDADES

Andres Rõigas, Madis Rennu ja Lii Araste

## Sissejuhatus

Muutused majandustegevuses ja tööhõives, rahvastiku koondumine linnadesse ja põllumajanduse intensiivistumine on mõjutanud maa-asustust nii Eestis kui maailmas. Muutused maakasutuses ja hõives on toonud kaasa elanikkonna kahanemise ja vananemise. Kerkinud probleemidele ei ole tänini leitud toimivaid lahendusi. Ühelt poolt on keeruline luua maale linlikku teenusevalikut, teisalt on maapiirkondade arengus võtmeküsimus mainekujunduses ja väärtushinnangutes. Arengueeldusi, ressursse, võimalusi ning neile toetuvaid lahendusi tuleb hinnata läbi võimaliku mõju konkreetsetele kohtadele. Selliselt suunatud lahendused võivad kogukondlikul või kohalikul tasemel toetuda mitme teguri koosmõjule, ning nende kasutamine eeskujuna ning kohandamine varasematele positiivsetele näidetetele võib osutada keerukaks.

Maapiirkondade eeliste väljatoomine aitab muuhulgas kaasa nii miljööväärtslike maastike kui ehituspärandi säilitamisele. Esile on kerkinud piirkonnad, kuhu liigutakse meelsamini, moodustades sõprade ja mõttekaaslastega kogukondi, mis sageli traditsiooniliste kogukondadega sulandudes suudavad elule äratada terve maanurga. Nähtuse kirjeldamiseks kasutatakse mõistet „tahtlik kogukond“ (*intentional community*) või uuskogukond ja neid kirjeldatakse tavaliselt kui mikropõhiseid kogukondlikke algatusi, mille eesmärk on arendada säästvaid eluviise koos väikese keskkonnamõjuga

(Nogueira et al 2024). Käesolevas uuringus on peaaegjalikult kasutatud terminid uuskogukond ning tunnuseks on asukoht maapiirkonnas.

Jättes kõrvale mõned näited Kanteri (1972) poolt väljatoodud võimalikest uuskogukonna tüüpidest, on tänases Euroopas suurem osa maapiirkondade uuskogukondi selgelt öko-kogukonna paradigma väärtusi esile tõstvad (Meijering et al 2006). Ajendid uuskogukonna moodustamiseks Eestis on seotud küll keskkonnateadliku ja säästvusele suunatud käitumisega, kuid elukoha muutmise ajenditeks on isemajandamise soov, mitmekesise majandustegevuse alased ootused, laste kasvatamiseks parima võimaliku keskkonna loomine ja elukvaliteedi tõstmise võimalus. Kokkuvõtvalt, ambivalentne soovide kimp, mida võiks kokku võtta mõiste 'maaline idyll' (*rural idyll*) alla koondunud tegevustega kõige laiemas mõttes.

Uuringus on kirjeldatud uuskogukondade teket ja arengut ääremaalistes piirkondades, pöörates tähelepanu uuskogukondade tekkimise mudelitele, paigutumise teguritele ning kohati ka kohalike omavalitsuste osale selles protsessis. Juhtumianalüüsis lähtutakse kahest uurimisküsimusest: 1) millised sihtrühmad (elanike grupid) on osalised uute maakogukondade kujunemises ja 2) millised sisemised ja välised tegurid (sh kohalike omavalitsuste tegevus) on määravad uuskogukondade tekkimisel antud kohas?

Meie uuringu tulemused näitavad, kuidas mõjutavad uuskogukondade geograafilist asukohta kohapealsete eestvedajate olemasolu, kogukonna suhtumine ja vastuvõtlikkus, keskkond, sobivate eluhoonete kättesaadavus ning säilinud asustus. Võimalik on hinnata kohaliku omavalitsuse tegevust, kohaturundust ja koostöösoove uuskogukondade kujunemisel.

## Väärtushinnangute muutumine

Uute maakogukondade tekkimine eeldab lisaks vägagi pragmaatilistele asjaoludele, nagu (kaug)töövõimalused ja sotsiaalse taristu kättesaadavus, ka vastuvõtva kogukonna valmisolekut koos turvalisusega kõige laiemas mõttes. Seetõttu saame uuskogukondade tekke võimalikkusest, kui ühest vaba tahte väljendusvormist Eesti

puhul rääkida alates uue, postsotsialistliku ruumi tekkest viimase 30 aasta jooksul. Sihitud turundamine on loonud võimalusi mitmesse perifeersesse piirkonda. Varasem uuring maapiirkondade elavdamisest läbi ehituspärandi väärtustamise ja turundustegevuse (Rõigas, Rennu 2018) näitas nii üksikisiku, kogukonna kui omavalitsuse otsuste ja sihipärase tegevuse olulist rolli.

Võib arvata, et kogukonna defineerimine on keerukas: pea võimatu on leida ühtselt mõistetavat seletust sellistele mitmetahulistele nähtustele nagu hägusate piiridega linnakogukonnad, virtuaalsed kogukonnad, ideoloogilised või religioossed kogukonnad. Defineerimisel lähtutakse etteantud olukorrast ja sellest, milline väärtus kogukonnale kontekstis omistatakse ning millist funktsiooni see kannab (Tett 2010). Käesolevas uuringus on kogukond defineeritud kohatunnetuse või kohaga seotuse kaudu, kirjeldades sidet üksikisiku ja tema jaoks tähendusliku keskkonna või koha vahel (Lewicka 2011, Stockdale, Ferguson 2020). Seega võib uute kogukondade tekkimist või uue elulaadi kujunemist maapiirkondades pidada teatud mõttes vastandumiseks postmodernsele kapitalistlikule ühiskonnale – eemaldutakse urbanistlikust või tarbimisele tuginevast keskkonnast. Maale elama asumist tajutakse enamasti positiivse arenguna, mis uskokogukondade puhul on oluline näiteks kogukonna ja selle liikmete elukorralduse muutumisel või identiteedi leidmisel ja taasavastamisel. Pragmaatilises lähenemises on taolised otsused laiemas plaanis üks võimalikest lahendustest kogukonna või koha (piirkonna) elujõulisuse suurendamisel.

### **Kogukondlikkuse esiletõus**

Grupisisene identiteet luuakse osalevate isikute poolt, toetudes kogemusele, teadmistele ja loovusele. Sellele lisandub keskkonnanidentiteet, mis väljendub konkreetse aja ja koha sobivuses ning valikutes. Sotsiaalsele kontekstile, tegevusele või reflektatsioonile toetuv identiteetide konstrueerimine on pidev protsess. Koostoi-mele põhineva identiteedi uurimine viib nende põhjustest arusaamiseni ja seeläbi saame kirjeldada mitte ainult grupisisest suhtlemist, vaid ka protsesse, millele tuginedes üksikisik oma kuuluvust määrab ja mõjutab seeläbi keskkonda.

Maapiirkondade arengu kavandamisel on kasvav suund regionaalpoliitiliste otsuste detsentraliseerimisel (OECD 2006), milles nähakse üha rohkem kogukonnakeskseid arenguvõimalusi (OECD 2016). Vaatamata debattidele kogukonna olemuse üle (Barrett 2015) on antud kontekstis kogukond seotud olemuslikult kohaga (Marshall 1998) ning kollektiivse (Kenny 1999) või sotsiaalse identiteediga (Gregory et al 2009). Eelduseks on, et ühes piirkonnas elavatel inimestel on sarnased huvid ja väärtused, tulenevalt elukohast ning ühtsustundest. Maalise kogukonna mõiste saab tuua küla konteksti, pakkudes seal elavatele ja suhtlevatele inimestele keskkonnana territoriaalset, sotsiaalset ja emotsionaalset ühtsust (Annist 2011) ning vastupidavust kiiretele muutustele (Duxbury, Campbell 2011). Sel ruumilisel tasandil valitsevad inimeste vahel tihedamad sidemeid, ühised väärtused, tunded ja ootused, luues seeläbi kogukonnatunnet (Anderson 2010), mida saab pidada koostoimiva identiteedi väljendusvormiks. Minnes konkreetsemaks on ökokogukondi selles valguses nimetatud “elustiililaboriteks, mille peamine eesmärk on luua toimivaid mudeleid parema ühiskonna nimel” (Allaste 2011). Antud lähenemisesse on kirjutatud sisse ka võimalus panustada ühiskonna arengusse ja seda eelkõige jätkusuutlikumal moel.

Erinevate gruppide, subkultuuride või kogukondade teket ning vastava elukeskkonda on valdavalt iseloomustatud urbaniseerunud ühiskonnas ja linnalises keskkonnas. Florida (2005) on selliselt iseloomustanud piirkondlikku majandusarengut tootva loova klassi (*creative class*) koondumist suurematesse ja mitmekesisemaid võimalusi pakkuvatesse keskustesse. Loova klassi majanduslik funktsioon on uute ideede, uue tehnoloogia ja uue loomingulise sisu loomine (nt insenerid, arhitektid, kunstnikud jne) ja selliseid rühmi iseloomustavad ühised väärtused nagu loovus, individuaalsus ja vaa-dete mitmekesisus. McGranahan jt (2011) on kirjeldanud sarnaseid protsesse väiksemates keskustes ja maapiirkondades, kus sarnaselt linnalistes keskkondades toimuvaga, toetudes teadmispõhisele majandusele, lahendatakse kohaliku taseme majandusküsimusi. Kuigi Hansen ja Niedomysl (2009) väidavad, et enamik Rootsi loova klassi inimesi liiguvad ühest elukohast kohast teise pigem töökoha kui kohaliku elukvaliteedi nimel, saab tulenevalt kohalikust kontekstist olla see muuhulgas põhjuseks uute ettevõtlikku loovat klassi koondavate kogukondade tekkeks maapiirkondades.



Siinjuures on oluline märkida, et autorid ei eita mugavuste olulisust otsuste tegemisel, kuid erinevatel gruppidel on selle mõiste defineerimine selgelt erinev.

Postmodernistlikul ajastul hakkasid tekkima uued kollektiivsed vormid – uushõimud, subkultuurid (Maffesoli 2017) – millesse kuulumist ei määratle niivõrd ühiskondlikku klassi kuulumine, kui-võrd klassist sõltumatu elustiili valik. Tegemist on hajusalt seotud üksikisikute hulkadega, mille liikmeskond ei ole kindlapiiriline ning võib olla ajutine. Üksikisikute motivatsioon on seotud kuuluvustundega (Maffesoli 2017). Veelgi kaugemale läheb Shields (1992), vaadeldes postmodernset inimest liikumas kohaspetsiifiliste gruppide vahel, kelle erinevad identiteediotsingud loovad dramaatilise isiksuse – iseenda, keda ei saa erinevates olukordades mõista ühetaolisena. Seetõttu ei ole gruppi kuulumine enam üksikisiku jaoks keskne koht, vaid osa identiteedist, mis annab võimaluse vastavalt tegutseda. Grupi või rühma mõiste ei pruugi olla püsiv ning selle omadused, suurus, nähtavus ja eluiga sõltuvad täielikult konkreetsetest koostoime vormidest, mida kasutatakse ajaliselt piiritletud perioodidel.

Ühelt poolt on uskukogukonna tekkimise aluseks üldiselt hea hariduse omandanud sõpruskonna tahtväljendus koos ühiste vaadete ühiskonna arengule ning soov kuuluvustundeks ja koostöös tegutsemiseks. Teisalt ei ole uskukogukonnad üldjuhul ajutised, sest eelkõige kinnisvara soetamine ja omamine seda ei võimalda. Uskukogukondlikus kontekstis tuleb rõhutada, et väljatoodud tunnused aitavad neid eristada üksikisikute linnast maale liikumise põhjustest ja samuti traditsioonilisest maakogukonnast. Seega saab uute maakogukondade tunnustena välja tuua kinnistuva identiteedi, kogukonna sisemise sidususe ja võrgustumise ning kinnisvara soetamisel tekkiva materiaalse vastutuse. Viimase juures saab rõhutada identiteedi osana eraldi eluruumi ja eluasemekultuuri tähendust (Ojamäe 2011). Suur osa uskukogukondade loojaid toetuvad sageli põhimõtetele, mille aluseks on roheline maailmavaade ja jätkusuutlikkus (Nogueira et al 2024). Seega võib uskukogukondade puhul mõistete tasandil esineda moodsa linnakeskkonna ja maalise keskkonna segunemist. Erinevate kogukonnaliikmete huvid ja eesmärgid võivad olla küll paljuski seotud keskkonnahoiuga, kuid eelkõige kontekstis maaliste mugavuste, maastike ja arhitektuuri ning selle

säilitamisega, samuti elukvaliteeti toetava mõõduka majandustegevusega.

## **Maaidüll ja maapiirkondade mugavused**

Kuigi pika ajaloolise taustaga uuskogukondade kujunemine põhineb rahvusele, näiteks väljarändajate külad, või usule, peetakse täna neid kodanikualgatusi, mis keskenduvad kogukondade uutele koostöövormidele, üldiselt sotsiaalse innovatsiooni protsessideks (Kunze 2012, Fois 2019). Selline kodanikuaktiivsus toetab elukorraldust ning identiteedi kujunemist. Nii nähakse seda üldiselt väheneva ja vananeva elanike arvu, kohalike omavalitsusüksuste eelarve kokkuhoiu ja üldiste radikaalsete muutuste taustal kui ühte võimalikku lahendust piirkonna elujõulisuse suurendamisel. Ühelt poolt saab hinnata maapiirkondade (sh kogukondlike) demokraatlikku potentsiaali ning kuidas piirkondi mõjutav sotsiaalne innovatsioon sobib kokku olemasolevate maaelu arengustrateegiatega. Teisalt kerkivad linnade kasvuga esile pigem pragmaatilised küsimused, mille tulemusena linnaelanikud liiguvad maapiirkondadesse parema elukvaliteedi otsimisel (Duxbury, Campbell 2011).

Ajendid kogukonna moodustamiseks on erinevad, kuid üldjuhul on nende tunnuste ühiseks jooneks alati olnud teatav iseolemise soov, samuti soov saavutada sõltumatus välismõjudest ja majanduslik autonoomsus. Keskkonnaküsimused tänapäevases mõistes tõusid päevakorda 1970ndatel vastureaktsioonina kasvavatele keskkonnaprobleemidele. Sellele tuginev ökokülade kontseptsioon kui eraldiseisev tahtlike kogukondade teooria kujunes lõplikult välja 1990ndate aastate alguseks (van Schyndel Kasper 2008). Maaelu paradigmat muutuses tootmiselt tarbimisele on ökokülades rakendatav säästva kogukonna mudel osa maapiirkondade postproduktivistlikust käsitlusest (Halfacree 2006). Antud käsitluses nähakse maapiirkondi mitte tootmiskohana vaid pigem tarbimiskeskset, kirjeldades ressursina maaelu idüllil koos majanduslike võimaluste ja sotsiaalsete tingimustega, soodustades seeläbi mitmekülgsust, kuid iseseisvat eluviisi.

Vaatamata konkreetsetest kohtadest tulenevate kontseptsioonide ja liigituste rohkusele võime idüllil kirjeldamiseks kasutatud

komponente nimetada maalisteks (ruraalseteks), keskkonna või maastikuliseks mugavuseks (Waltert, Schläpfer 2010). Maalilise idüllilise kirjeldamiseks on kasutatud muuhulgas pastoraalsuse mõistet, mille all mõistetakse maalist keskkonda laiemalt koos maapiirkondadele omase ühiskondlike eripäradega, vastandudes linlikule elulaadile (Gifford 1999, Swaffield 1997). Lihtsustatult on pastoraalsus tihedalt seotud tööstusliku arengu eelse kujutluse ja nostalgiaga. Siiski ei pruugi varasem kohalik elanikkond või traditsiooniline kogukond tajuda uusasukaid alati positiivse nähtusena, kuna nende saabumisega võivad kaasneda muutused kohalikus kultuuris. 1970ndate Suurbritannias linlaste maalerändest tingitud kogukonnamuutuseid vaadelnud Newby (1979) leidis, et uusasukad tõid kaasa linnalikke kultuuri- ja interaktsioonivorme ning kogukondlikkus muutus sellega seoses oluliselt. Kui ühelt poolt avaldas see soodsat mõju, siis teisalt tekitas “vanades olijates” ihalust vana, hea ja õige kogukonna järele.

## Eesti võimalused

Enam on eelpool toodud tunnustele vastavaid uuskogukondi tekkinud peaaesjalikult Kagu-Eestisse. Piirkonna kultuurilist tausta ja maaliste, keskkonna või maastikuliste mugavuste koosmõju saab pidada olulisteks teguriteks nii piirkonna turundamisel ja kinnisvara soetamisel ning elama asumisel kui ka uute kogukondade kujunemisel. Neid mugavusi saab hinnata maapiirkonna konkurentsieelistena, mis leevendavad inimeste igatsust vanade väärtuste järele ning neid saab tõlgendada millegi uue ja värskena või vähemalt taasleituna. Aidates ühtlasi kaasa läbi ühiste väärtuste kogukondliku või piirkondliku identiteedi loomisele.

Schmied (2005) on kirjeldanud linnast maale siirdumise rände tüüpe, jaotades need viide kategooriasse: keskklasside elukvaliteediränne, vähekindlustatute ränne, elutsükli ränne ehk seenioride tagasipöördumine, tööga seotud ränne ja kontrakultuuriline ränne ehk erineva subkultuuri esindajate saabumine maale. Viimases rühmas võib kohata nii nõ puukallistajatest kaasaegse maalise elulaadi ihalejaid, aga ka teisi, kel on side näiteks areneva mahekultuuriga.

Keskklassi kvaliteedirändel ja uute kogukondade tekkimisel on mitmeid ühisjooni. Mõlemale on üldjuhul iseloomulik hea haridus ja selged eesmärgid. Samas on oluline erinevus maale liikujate vanuses. Kogukondlikud mudelid kehtivad üldjuhul nooremas põlvkonnas, kuigi seal võib olla ka keskklassi kuuluvaid ja ametialaselt jõudsalt edasi liikuvaid inimesi. Pigem kuuluvad sinna need, kes on nii töö- kui ka pereelu alguses ning kuuluvad erinevatel asjaoludel ühiste huvidega gruppi. Keskklassi kvaliteediränne saab meie uuringute põhjal sageli alguse suvekodu otsingust või juurte juurde pöördumisest (Rõigas, Rennu 2018). Kogukondlikul tasemel võib põhjusi kirjeldada piirkonnaülesena, kus juured ei pruugi olla seotud uue asukohaga ning enda asukohta nähakse pigem Eesti maakultuuris ning identiteeti laiemas mõttes. Nii saame käesolevas kontekstis uskukogukondadena maal vaadelda ühiste huvide ja eesmärkidega üksikisikuid ning grupe, kes võimalusel sulanduvad traditsioonilistesse kogukondadesse. Ilmselt toimub see protsess üksikisikute tasemel lihtsamalt ja kiiremini, sõltudes kohalikust liidrist või eestvedajast, aga ka kogukonna ning kohaliku omavalituse võimest teha tulemuslikku koostööd.

Eesti näitel on maale elama asumisel, suvekodu otsimisel või uskukogukonna tekkel oluline roll eluasemel, selle asukohal ja asustusmuustril, millest sõltub suuresti inimese elustiil. Lisaks maakoha mugavustele ja nende kättesaadavusele lähtutakse ka keskkonnateadlikkusest või vajadusest säilitada maastikuilmet ja vanu ehitisi ning paikkondlikke traditsioone. Sageli võib juhtuda, et sobiva kinnisvara korral ei pruugi kohapealsed töö- või koolihariduse võimalused otsustusprotsessis olla kõige olulisemad. Otsustavat sammu maale liikuda planeeritakse pikalt ja teadlikult ning töökohad kas luuakse ise või tuuakse kaasa (sh pendelränne). Märkimisväärne on uskukogukondade püüdlus luua lastele alternatiivseid haridusvõimalusi, mis siinkohal ühtib Powell jt (2013) välja toodud harmoonilise keskkonna ja turvalise lastekasvatamise ideega. Ideaalsel juhul tagab maale asumine peredele sissetuleku koos (meelepärase) tööga. Maale kolimist mõjutavad oluliselt madalamad kinnisvarahinnad, samuti õigusliku regulatsiooni teatav paindlikkus ja vahel ka lihtsam asjaajamine, sh majandustegevuse korraldamisel.

Olemasolevatele andmetele toetudes võib kitsamas vaates kõiki Eestis tegutsevaid uskukogukondi liigitada teatud määral

keskkonnasäästule orienteerituks. Ehkki ökoküladel võib olla mitu tegevuse eesmärki, rõhutavad nende liikmed ise eelkõige nii üldistes hoiakutes kui üksikisiku vaates keskkonnateadlikku elulaadi. Eesti oludes on oluline ka hajaasustuses asuvate ajakohase arhitektuuriga hoonete olemasolu, nende asukoht, hind ja seisund. Lisaks aitab hajaasustus mõista traditsioonilist kultuurmaastikku.

## Meetodid ja kasutatavad andmed

Sarnaste eelduste ja tingimustega toimivate uuskogukondade tekke- ja arengulugu ning kultuuritaust ja sellest tulenevalt sotsiaalne, majanduslik ja demograafiline olukord võib olla väga erinev. Sarnaste tunnustega nähtuste rühmitamine ja tegurite üldistamine on vajalik, kuid pole alati piisav konkreetsetest arengutest, juhtumitest ja põhjustest arusaamiseks. Võib väita, et sarnaste eelduste ja tekkega uuskogukonnad arenenud erinevaid teid pidi ja põhimõtteid arvestades. Võimalike üldistuste kõrval on “omad, kuid selgelt eristuvad teed” täiesti olemas ning see on kõiki iseärasusi arvestades, eeskujusid ja edutegureid otsides, väärtuslik uurimismaterjal.

Maaelanikkonna demograafiliste protsesside uurimisel on Smith (2007) osutanud, et kvantitatiivsete meetoditega saab vaadelda üksnes suurematel andmekogudel põhinevaid ruumilisi muutusi, mis aga jätavad kõrvale piirkondlikud leibkondade uuringud ning piirkonna ja elanike sotsiaal-kultuurilised iseärasused. Keeruline on üldistada väikese koha võimalikku arengut, sest sageli on neis kohtades üksikisikul ja tema otsusel väga suur ja oluline roll. Seega võib üksnes statistilistele andmetele toetudes kaduda ülevaade nii ajaliste kui sotsiaal-ruumiliste muutuste põhjustest ja seostest.

Autorite isiklike kontaktide, ajakirjanduse, varasemate uuringute ja soovitude järgi selgitati välja Eestis tegutsevate uuskogukondade arv ning sobivus käesoleva uuringu jaoks. Sobivuse kriteeriumiks loeti kogukonna enese määratlemine uuskogukonnana. Uuskogukondi iseloomustab teataval määral läbikäimine ja vastastikune kogemuste jagamine teiste sarnaste kogukondadega. Seetõttu paluti intervjuueeritaval nimetada sarnaseid kogukondi, mille tulemusena kinnistus lõplik kogukondade nimekiri. Mõõdikuna võeti aluseks kogukonna ruumiline paiknemine ehk vaadeldav kogukond peab

asuma võimalikult kompaktselt, hõlmates hinnanguliselt 1–3 küla. Lisaks peavad kogukonna liikmed olema eluruumide omanikud või ühisomanikud.

Ühel juhul on kogukonna tegevusala pigem konkreetnes asukohas asuva majandusüksuse baasil loodud ettevõtted ja nende tööruumid. Sellisel juhul ei saa kogukonda kirjeldada mitte niivõrd ühiste väärtuste kandjana, vaid pigem lähtudes majandushuvist, milles on oma koht ka väärtustel.

Kokku viidi läbi üheksa süvaintervjuud kuues kogukonnas. Kui algul arvestati võtmeisikutest koosneva fookusgrupi intervjuuga, siis asjaolude täpsustamiseks, eelkõige ajaloolised ja kogukonna kujunemise asjaolud, viidi läbi kolm ekspertintervjuud: neist kaks endiste omavalitsusjuhtidega ja ühel juhul kogukonnast lahku löönud inimestega.

Läbiviidud fookusgrupi intervjuud koosnevad viiest eraldiseisvast osast: sissejuhatav üldosa koos tutvustusega, kogukonna loomise ajendid ja asukoha valik, arenguprotsess, seal hulgas edulood ja tagasilöögid, ning välismõjud ja omavalitsuse tegevus. Lisaks koguti arvamusi ja kommentaare maapiirkondade arenguvõimaluste kohta.

Küsitluskava saadeti nõudmisel eelnevalt ühele fookusgrupile. Küsitlust täiendati vajadusel täpsustavate küsimustega. Intervjuud olid poolstruktureeritud, avatud küsimustikuga ning vastused kuulati alati lõpuni ära, vajadusel küsiti lisaküsimusi. Intervjuu kestvuseks planeeriti poolteist tundi, tegelikkuses kujunesid vestlused pikemaks. Mõnes kogukonnas viidi läbi peale intervjuud ringkäik või toimus ümbruskonnaga tutvumine. Peale intervjuueerimist tegime ka regulaarseid töörühma koosolekuid, et saadud materjali läbi kuulata ning reflekteerida. Ka uurimistulemuste läbikirjutamisel oleme püüdnud olla paindlikud ja eeskätt mitte kiirustada – uuem välitööinfo heidab alati uut valgust erinevate võrgustiku osapoolte toimimismotiivistikku.

## Uuskogukondade iseloomustus

Suur osa uuskogukondadega seotud uuringutest on tähelepanu suunanud keskkonnakaitselistel eesmärkidel tegutsevatele ökoküladele, mille märksõnadeks on eelkõige jätkusuutlikkus ja säästlikkus looduskeskkonna vaates. Praegused uuskogukonnad on seotud erinevate öko-liikumiste valdkondadega, pea kõigil neis on teatav keskkonnaaspekt tegevuse aluseks. Kuigi mitmed definitsioonides väljatoodud tegurid võivad erineda või olla üldse mitte kohaldatavad (ehk vähemalt vaieldavad), saab neile tuginedes välja tuua mõned piirjooned uuskogukondade näiteiks. Nii on Bang (2005) lähtunud ökoküla määramisel suurusest, pakkudes selleks 50–500 liiget, kuid tuues välja erandite võimalikkuse. Suurus annab võimaluse autonoomseks ja täisfunktsionaalseks toimimiseks, pakkudes toitu, tööd, vaba aja veetmist, sotsiaalseid võimalusi ja kaubandust. Pidades siinjuures eesmärgiks inimtegevuse integreerumist keskkonda sellisel viisil, mis toetab inimese kestvat ja tervislikku arengut füüsilistel, emotsionaalsetel, vaimsetel ja hingelistel viisidel. Sellise lähenemisega saab keskkonnahoiu vaates kirjeldada ideaalset ökoküla, kuid samas ei õnnestu seda kohaldada kõikide uuskogukondade aluspõhimõtetega.

Nii saab Eestis tegutsevaid uuskogukondi pidada osaliselt autonoomseteks, mittevastanduvateks ja pigem aktiivsetele tegevustele suunatuks, kes otsivad igapäevaelus alternatiive, mis aitavad kaasa üldise heaolu kasvule ja maapiirkondade arengule. Olles seega suunanäitajad regionaalpoliitiliste küsimuste ja maaelu tähenduses ehk vaadeldavad pikemas perspektiivis jätkusuutlikuma eluvormi mudelitena.

Uuringusse kaasati kuus kogukonda neljas maakonnas. Valiku tegemisel hinnati kogukonna vastavust kriteeriumitele erinevate põhimõtete järgi – initsiatiivi teke, ühised algatused, liidri olemasolu ja (enese)identiteet. Sellistele tingimustele vastavaid uuskogukondi oli Eestis uuringu hetkel seitsmes kohas. Valimist jäi välja üks neile kriteeriumitele ainult osaliselt vastav kogukond. Kuigi käesolevas uuringus on selgelt ettevõtlusele ja majandusele toetuv kogukonnamudeli näide, siis autorid pidasid väljajäänud kogukonda pigem esoteerilisusele ja selle vaatenurga ärilistele põhimõtetele lähemal seisvaks. Uuritud kogukondade asustusmudelid on erinevad:

- Kaks kogukonda põhinevad säilinud hajaasustusel (KK-I, KK-II).
- Üks kogukond (KK-III) põhineb hajaasustusel, kuid suurem osa hoonetest ehitatakse juurde.
- Kahel kogukonnal on tegevus küll ühe konkreetse hoonekompleksi keskne, kuid üldjuhul enamik osalejatest (liikmetest) neis ei ela (KK-IV, KK-V).
- Kõige enam läänelike ökokogukondade traditsioonile vastavat kultuuri edendab KK-VI, elades neile kuuluvas mõisahoones ja korraldades ühiselt majapidamist.

Seostatuna KK-IV viidi uuringu käigus viidi läbi intervjuu endise omavalitsusjuhiga VV-I.

Võrreldes varasema uuringuga (Rõigas, Rennu 2018) on oluline erinevus väljatoodud maale liikumise strateegiade rakendamise ja kogukondlikkuse vahel. Erinevad liikumised nagu üleriigiline initsiatiiv „Maale Elama“ ja kohalik initsiatiiv „Tule maale“ (endised Värskja ja Misso vald) rõhutasid pigem üksikisiku soove ja valikuid ning teisalt kohaliku traditsioonilise kogukonna võimet oma tugevaid külgi turundada. Uuskogukondlikel liikumistel on taustaks pigem ühiste huvidega sõpruskonna soov ja eesmärgid, mida asutakse üheskoos ellu viima. Kokkupuude erinevate initsiatiividega pigem puudus ja kuigi kogukondade ajalugu ei ole Eestis väga pikk, on nad loodud erineval ajal. Erandina saab siinkohal välja tuua KK-I kogukonna, kus kogukonnaliikmete lisandumine on toimunud pikema aja jooksul ja saanud aluse esimeste üksikute tulijate ning hilisema kogukondliku initsiatiivi koosmõjul.

Uuringus osalenud kogukondadest pidas klassikalist keskkonnasäästlikku suunda peamiseks eesmärgiks kaks kogukonda – KK-II ja KK-VI. Ettevõtlust ja ettevõtlusvõimalusi pidas tähtsaimaks KK-IV ning pärandmaastikke ja traditsioonilist ehitusviisi KK-I kogukond. Lisaks säästvale eluviisile rõhutasid põhiväärtusena traditsioone KK-III ja KK-V. Nii rõhutasid KK-II esindajad positiivsete kaasnähtusetena: *Suur osa ajaloolisest asustusest on päästetud. Vaatasime ja võrdlesime talukohti (KK-II), rõhutades samal ajal säästlikku eluviisi koos kommete ja traditsioonide säilitamisega. Meie soov on seda teha loodussõbralikult, naturaalmajanduslikult ja Eesti kombeid austavalt. ... elada päris ja puhast elu.*



*Näiteks kilepakendivabalt. (KK-II) Saunaehitusel arutati, mida on naabritel tehtud ja vundamenti asju.*

Vaatamata sellele, et „tulijad“ moodustavad mitmes piirkonnas elanikest enamuse ja omades sageli ka arvamusiidri staatust, võtavad nad üle kohaliku identiteedi elemendid. Kohaliku kultuurikonteksti osaks saamine on selgelt Eesti uskogukondade omapära. Kuigi käesoleva uuringu materjalid ei anna selle teadmisele tõestatud kindlust, on niisugused protsessid ilmsed ning eeldatavalt nii asutuse iseärasustest kui rahvakultuuri taassünnist tulenev tagajärg. Sellise mentaliteedi kujunemist soodustab kohaliku pärandi teadlik hindamine ja erinevatel aegadel kogukonda liitunud sügava kultuurihuviga inimesed. Kommete ja traditsioonide säilitamise vajadust koos piirkonna identiteedi ja keele omaksvõtmisega iseloomustab juuresolev hinnang: *Uusi tulijaid peetakse veidrikeks. Vanad olivad annavad lastele edasi, et püüelge hariduse poole, siis pääsete siit. Identiteedi küsimus, sest uued tulijad ei määratle ennast majanduslike mugavuste kaudu. Identiteedi aluseks on pärandkultuurimaastik, sh traditsiooniline elamine, loomapidamine kasvas ja maastikke taastati... (murde)keele kasutus on olnud olukorrast. ... Suur osa valdab võro keelt.* (KK-I)

Üksnes inimeste arvu põhjal hinnates on Eestis tegutsevad uskogukonnad pigem väikesed. Neile on definitsioonides välja toodud alampiir jäänud kättesaamatuks ja oma tegevuses rõhutakse pigem kvaliteedile kui kvantiteedile. Lisatakse juurde kinnitus võimalike erinevuste kohta: *Venemaalt eeskujud (Vladimir Megre<sup>1</sup>). Ei ole ökoküla klassikalises mõttes nagu Saksamaal või UK-s. (KK-III) (Eeskujuks olid) Lilleoru, aga ka Rootsi, Portugali ja Saksamaa kogukonnad... Me ei ole ökofašistid...* (KK-VI)

Uskogukonnad on kujunenud mõnest klassikalisest näitest või eeskujust inspiratsiooni otsides, kohandades neid Eesti oludele. Mitmel juhul on segunenud tänapäevane ja keskkonnasäästlik maailmavaade idüllil ja juurte otsingutega. Hajaasustuses tekkinud kogukondades on selgelt eristuv suund maaliste mugavustele, mis on lähenemas kohalikule kultuurikontekstile (vrd Waltert, Schläpfer 2010). Loomulikult kaasnevad siinkohal teatavad mõjutused,

<sup>1</sup> <https://vmegre.com/>.

aga ka innovaatilised lähenemised kogukonna edendamiseks läbi hariduse, säästlikkuse või isegi maakasutuse.

## Kogukonna kujunemine

Uuskogukonna suuruse määravad Eesti ühiskonna väiksusest tulenevad tegurid ja valdav soov tegutseda pigem hajaasustuses. Hajali paiknevad talud panevad ajaloolisele kujunemisloole tuginedes piiri kogukonna suurusele. Tõenäoliselt võib kogukonna laienemine toetuda mainega kaasneva kohaturundusest tekkivate naabrusspiirkondade arvel (Marcouillerl et al 2005). Nii võib väheneda ühine kogukonnatunne, kuid niisugune protsess toetab uute sarnaste uuskogukondade teket ääremaal.

Kogukondade uuringutes rõhutatakse liidri või eestvedaja olulisust (Halfacree et al 2002). Tulenevalt uuringu kontekstist võib nii ametlik kui mitteametlik kogukonna juhtimine olla osa maastikulistest väärtuste edendamise ja kujundamise kaudu, mis omab olulist rolli piirkonna asustuse ja hoonestuse taastamisel, säilitamisel ja uute väärtuste loomisel. Nii võivad eestvedajad olla piirkonna turundajad, kes omavad olulist rolli uuskogukondade asukoha valikul läbi kinnisvaraala info haldamise ja tutvustamise. Uurimisala kontekstis saab üsna üheselt välja tuua kohaliku eestvedaja või maaomaniku initsiatiivi, mida saab hinnata nii elukeskkonna loomisena või isegi rohujuure tasandilt käivitatud regionaalpoliitikaga: *(Kogukonna eestvedaja) tuli sünnikohta tagasi ja võttis piirkonna elavdamise oma südameksjaks. Seda on raske teha üksnes kohalikega ja tarvis on uut verd. Põllumehed omavad talukohti ja on valmis (müüma)... Ei tulnud kohe kogukonna pärast, vaid (nimi) pärast. (KK-II) Põhiline laiem põhjus oli ikkagi majanduslik ja mõisa kasutusse võtmine ning otsesuhtlus (nimi). (KK-IV)*

Intervjueeritavad rõhutasid lisaks eestvedaja rollile ja sobiva kinnisvara kättesaadavusele aja sobivust uuskogukondade tekkimiseks. Ühtlasi annab taolise initsiatiivi elluviimine tunnistust ühiskonna võimalustest: *Aeg on soodne, maailm soodustab ka ja osatakse sellised kogukondi rajada. Juba on välismaalasi (sakslased), kes siia poole vaatavad. Sakslased on tulemas tänu koduõppele. (KK-II)*

Soodsate asjaolude juures on lisaks omavalitsuse aktiivsele tegutsemisele vajalik samasugune arusaamine võimaluste ärakasutamiseks koos kasutuseta jäänud hoonete (näiteks koolimajad) rakendamisega piirkonna arengusse. *Kui on omavalitsusel arusaamist, et sellised kogukonnad ja keskused on kasulikud, siis võimalik rajada. Välismaal tehakse nii.* (KK-V)

Tunnetatav on maa hinnatõus, eriti juhul kui kogukonna loomine toetub pigem uute hoonete rajamisele ja kruntide soetamisele. Vaatamata sellele on tegemist pigem veel võimaluste ärakasutamise ja soodsate asjaoludega: (Kogukonna loomine) *ei ole lihtsam. Maa on kalliks läinud, kuigi praegune hind on veel soodustav aspekt. Kui on ettevõtlikkust, siis on võimalik.* (KK-III)

Tänastes oludes ei ole Eestis uskukogukondi võimalik ja otstarbekas jagada Kanteri (1972) poolt väljatöötatud tüpoloogია alusel. Poliitiline eristumine puudub täiesti ja vaatamata sellele, et kogukondadel on tegevuse aluseks tinglikult võimalik kirjeldada mõnda ideoloogiat või usulisi tõekspidamisi, siis otseselt kindlast religioonist juhindumist ei toodud ühelgi juhul välja. Kõige lähemal sellele seisab KK-IV tegutsemise alus: *...muundatud vaimu kogukond! Budismi elemendid, hinduismist traditsioonid, võetakse mingi osa ja tegeletakse sellega või mõne perifeeriaga sellest valdkonnast. Käiakse oma südame teed.* (KK-V)

Konkreetses tõuke kogukonna moodustamise ajendiks ja tegutsemise aluseks saab pidada ka kogukonnaliikmete seas toimunud keskkonnaalase mõtteviisi arengut või eeskujutõimimist: Ühe vana metsavahi juures käisid noored inimesed, kelle jaoks oli *KK-I loodus oluline.* (KK-I) *... rahvuspargi keskuse loomine oli põhiajend ja eeskujutõimimise, mis inimesi juurde tõi. Varem oli metsik.* (KK-I II)

Vaatamata kindlate kriteeriumite puudumisele on kõikide kogukondade tegutsemise aluseks majanduslikud või majanduslikule iseseisvusele suunatud tegevused. Ühe kogukonna tuumiku moodustab tootmisüksus (mõisakompleks) ja selle baasil elluviidavad tegevused, mis lisaks tuntuse ja nähtavuse suurenemisele on parandanud piirkonna ettevõtlikkust ja mainet üldisemalt. Kogukonna moodustamise aluste ja võimalustena tõid vastajad välja: *Põhjusks mõisa taastamine ja sellest tulenevad võimalused ettevõtlikuks. Tutvusime (nimi), kellega jääme suhtlema. Vallavalitsus ehitab*

*hooned valmis ja 2010 augustis tulime .... See kõik oli natuke ka juhuste kokkusattumine, sest elasime juba otsapidi oma talus, kuid töökoda oli endiselt Tartus. (KK-IV) Tekkis idee mõisa taastamiseks. Majandi ajal oli kasutuses ja kohalikud majandijuhid olid hoolivad ning mõisamajade lõhkumist ja sobimatut ehitamist ei olnud....(VV-I) Mida saab kokkuvõtvalt kirjeldada mingil määral vastanduvate tegevustega: Hooned osteti soomlaste käest tagasi ... Ega kohe alguses ideed ei olnud, aga mingi kontseptsioon oli, mida teha. Kool oli olemas ja hooned taastatavad. Konsulteriti mõisate asjatundjatega. Sihipärane plaan valla tasemel. (KK-IV)*

Kogukonna moodustamise ajendid on osaliselt seotud keskkonnanõukaitse märksõnadega ning säästva arengu idee levikuga (vrd Nogueira et al 2024). Kõikides kogukondades nimetati ära ajahetke sobivus koos kohapealse liidri olemasoluga või omavalitsuse tegevusega, millest on kasvanud mõnel pool välja pidev turundustegevus (vrd Marcouiller et al 2005, Rõigas, Rennu 2018).

## Idee süünd

Uuskogukondade kujunemist võib vaadelda ka kui sotsiaalset liikumist, millega saab ümber korraldada koostööl põhinevaid omandija töösuhteid. Selline uuskogukondlikkus on Eestis veel suhteliselt hiline nähtus: noortele on meelepärane innovatiivne käitumine ja nii on neis kohtades elanikkond pigem nooremapoolne. Selliselt kirjeldati tahtlikke kogukondi 1980ndate keskel Austraalias, kus keskmine kogukonnaliikmete vanus oli 30ndates aastates (Metcalf 2012).

Käesoleva uuringu eesmärkide seas ei olnud kogukonnaliikmete vanuse selgitamine, kuid selgus, et ideed kujunesid valdavalt varasemate sõprusgruppide siseselt ja mitmel juhul ülikooli lõpetamisel või pere loomise järgselt: *Meil oli oma ühiste huvidega suhtlusring ülikooli ajal. Idee minna maale koos. ...Personaalselt käidi vaatamas ka muid kohti. (KK-I) Erinevalt klassikalistest uuskogukondadest on Eestis eeskujuks traditsioonilised hajakülad koos talukohtade (-majade) ja maastikuga. Kinnisvarainfo hankimiseks ja jälgimiseks kasutati võimalusel kohapealseid informaatoreid:*

*Kaili oli bio-geo alusepanijaks. Oli kohapealne inimene. Sai andmebaasist väljavõtte, kus hooned vabanesid. (KK-I)*

Selgelt eristusid lisaks kohapealsele liidrile ja eestvedajatele soodsate võimaluste ja kogukondlikkuse idee kokkulangemine. Tulenevalt uskukogukondade keskendumisest valdavalt hajaasustusele ei ole suurt kaalu kollektiivsetel otsustel kinnisvara soetamisel ja ühisel kasutamisel. Pigem kannavad ühise kinnisvara soetamise otsused kaalukat tähendust kogukonna loomisel üldiselt: *(Idee tekkis) 10 aastat tagasi – lagunev mõisahoone, millel ei ole funktsiooni. ... Idee täienes pidevalt. Tekkis reaalne kontakt kohaliku kogukonnaga. Ülioluline oli sotsiaalse võrgustiku tekkimine. (KK-V) Eesti on väike, tekkis ökokogukondade võrgustik. 2011. aastal tehti EDE (Ecovillage Design Education) koolitus. Seal kohtus kogukonna tuumik ja hakkas ideed edasi arendama... See tekitas igatsuse luua kogukond, aga kohe ei süündinud... Impulss, mure keskkonna pärast. ... (Osaliselt spontaanne hetk oli) mõisa ost. Tekkis soodne pakkumine. Alguses vaadati Tartu lähedal Kabina lastelaagrit. Võru lähedal oli ka üks koht. (KK-VI)*

Etteruttavalt ajendi ja hoonete olemasolu kohta selgitati välja kogu mehhanism ja tingimused, mis tagavad kogukonna tekkimise ja püsijäämise. Andes siinkohal ka kinnitust, et väljatoodud tingimused sobivad: *Vabad majad olid olemas ja ökoküllale sobivad. Notariaalne leping MTÜ ja omaniku vahel. 10 aasta jooksul tuleb välja osta. (KK-II)*

Lisaks selgelt ühisomandile põhinevale ökoliikumisele suunatud uskukogukondlikkusele saab ajendina eristada veel kolme tüüpi eestvedajaid: kohaliku taustaga eestvedaja, maaomaniku ja omavalitsusjuhi tegevus kogukonna loomisel või võimaluste pakkumisel. Osaliselt eristub teistest KK-I kogukonna näide, kus kogukonna rajamise liidri olemasolu ei ole üheselt eristuv või pigem oli erineva tähendusega uute tulijate jaoks. KK-Is mängib olulist rolli lisaks riiklikule struktuurile (rahvuspark) olemasolev maine ja piirkonna tuntus, mis teiste kohtade juures vajab veel täiendavat tööd.

## Asukoht ja paiknemistegurid

Noorte naasmisvõimalusi maapiirkonnas asuvasse kodukohta nähakse seotuna perekonna, töövõimaluste ja tugeva kogukonnaga, kuid maapiirkonnad on selles vaates erinevad, sõltudes nii kultuurilisest taustast, majandusarengust, riiklikust regionaalpoliitikast ja veel paljudest näitajatest. Mõned maalisi mugavusi, turvalist keskkonda ja tugevat sotsiaalset võrgustikku pakkuvad maapiirkonnad on noorte inimeste lisandumisel edukamad. Eesti ühiskonnas kohtab sageli arvamust, et töökohtade puudus koos kaasnevate majandusteguritega on kõige olulisem põhjus noorte tagasirände pidurdaja (Tammaru et al 2023). Wolfe jt (2019) tõendasid, et ainuüksi majanduslikud põhjused ei ole maapiirkondade valikul otsustavad. Pigem on määrava tähtsusega juurdepääs haridusele, kogukonda kaasaamine, aga ka kogukonnasisesed ülesanded ning vastutuse jagamine. Väljatoodud hinnangud võivad osutada oluliseks sisendiks ka Eesti maapiirkondade ja kogukondade paiknemistegurite või paiknemisotsuste kirjeldamisel. Lähtuvalt käesolevast uuringust saab ruumilisest vaatepunktist eristada olukordi, kus asukoha valikul on oluline osa juhuste kokkulangemisel või varasematel sidemetel. Lõppotsus lähtub eelkõige sobiva kinnisvara olemasolust ja kättesaadavusest.

Vaatamata koduõppe ja teiste alternatiivsete haridusmeetmete populaarsusele on otsuste tegemisel andnud veidi kindlust kooli või mõne muu olulise teenuse kättesaadavus ja lähedus: *Kool oli olemas ja nüüd on võimalik ... isegi Hargla kooli säilimine. Suurem osa lastest on koduõppel, aga Hargla kooli nimekirjas. Planeerime koostöövormi kooliga ... uued kasvatusmeetodid. Kogukonna rahvas osaleb keraamikaringis ja tantsuringides kultuurimajas. (KK-II) Koolimaja korrastati ja õpilaste arv ei ole langenud viimase 15 aasta jooksul. (KK-IV)*

Maale minemise näidete juures hinnatakse varasemaid perioode, kui 1970ndatel aastatel soetati suvemaju eelkõige Lääne-Eestis ja saartel või põllumajanduse arengust tulenevad majanduslikud võimalused hoogustasid lühiajaliselt liikumist maale. Neid protsesse ei saa küll hinnata kogukondlikkuse vaates kuid siiski väärivad esiletoomist kui linnadest välja suunduva rände alternatiivseid vorme. Ehkki sellised liikumised ei ole jätnud tänasesse päeva olulist jälge, leidis siinkohal märkimist: *(nimi) hakkas siinkandis 1983. aastal*

*tegutsema. Sel ajal oli inimesi rohkem ja uusi omaks ei võetud. Peeti veidrikeks. Vanad olijad olid kõik omavahel sugulased. Uus tulek 2001. aastal. Omaksvõtmine toimus läbi aitamise ja suhtlemise, aga muidu tehakse ikka vahet. ... Rahvuspargi kogukond hakkas kokku hoidma. Töökohad läksid edasi ja kutsuti uusi asemele. Uued tulid ka siia elama jne. (KK-I)*

Kuigi varasem kogukond oli juba kujunema hakanud, siis intervjueritud võtmeisikud nägid oma võimalust üksnes siis kui selgus müüki tuleva kinnisvara soetamise võimalus ja kättesaadavus. Eelpool väljatoodud KK-II näitel olid olulised ka selgepiirilised tingimused ja nende sobivus. Lisaks saab antud näite juures veel välja tuua koha naabrusest sõltuvate väliste tegurite olemasolu: *Inimesed tulevad maale korterisse. (Värsked majaomanikud) ostavad 500 euro eest (vallakeskuses) korteri ja siis hakatakse ringi vaatama. Ehitamise ajal elatakse korteris. (KK-II)*

Seega on vajalikud sobivas asukohas mõneti ootamatud teenused, nende kättesaadavus või omavalitsuse või traditsioonilise kogukonna tegevus ja toetus kogukonna loomiseks. Nii saab välja tuua vastastikuse koostöö, sealhulgas kohaliku omavalitsuse võime kaasamisel. Konkreetselt on kirjeldatud asukoha arenguvõimalusi: *Tänaseks 30 seotud ja hõivatud inimest loovad paiga tuntuse. Uued elanikud piirkonnas ... Talumajadesse tuleb uusi inimesi juurde ... kõik ei ole seotud mõisa tegemistega... (KK-IV)*

Paiknemistegureid ja nende olulisust konkreetse koa kasuks ei saa üheselt välja tuua. Vaatamata selgelt eristuvale Kagu-Eesti kultuuritaustale on osaliselt määravaks põhjuseks võimalus omandada soodsat ja kogukonda loovat kinnisvara. Siinkohal võib rõhutada ehk alateadlikku maadeavastaja ja oma koa tunde rolli. Väljakutsed ja eneseteostus käivad käsikäes eeltoodud teguritega. Oluline on juhuslikkuse osa, mida saab siiski pigem viia eestvedaja tasandile. See toetab uskukogukondade olulist tunnust – tahtlikud ehk uskukogukonnad tekivad üldjuhul mingis teises (antud juhul linnalises) keskkonnas ning mitmel puhul väljatoodud kontaktid eestvedajaga on paiknemistegurite juures kaaluksiks.

## **Kokkuvõte**

Uuskogukondade tekkimisel on oma roll eristumis- ja eneseteostuse vajadusel, mis on vastukaaluks linnastumisega kaasnevatel keskkonnaprobleemidele. Eristumist võimendab käesoleva uurimuse põhjal kohaliku kultuuri ja identiteedi hoidmises ning sellega kohatises samastumises Neile toetub ka vajadus säilitada ja luua kogukonnasiseseid sotsiaalsed sidemed.

Käesolevas uuringus on vaadeldud ajendeid ja otsuste tegemise tegureid, mida mõjutavad nii suundumused ühiskonnas, kinnisvara soetamise võimalused, aga ka töövõimaluste teke konkreetses asukohas. Hüpooteetiliselt võib ühiskonda põhjalikult mõjutavatel asjaoludel (COVID-19 pandeemia) tekkida juurde kaugtöövõimalusi koos keskustega, andes aluse edasiseks uuskogukondade tekkeks.

Käesolev uuring toetab Schmiedi (2005) poolt kirjeldatud maale siirdumise rände tüüpe kogukondlikkus tähenduses, mis omab nii keskklassi kvaliteedirände ja kui uuskogukondade loomise ühisjooni. Kogukonna loomisel omavad kandvat osa nooremapoolsed pered, hea haridusega ja mõningase karjäärkogemusega (vrd Metcalf 2012). Mitmel juhul on moodustunud tuumik, kellel on ühised huvid ja omavahelised sidemed ning koostöökogemused enne maale liikumist. Võib ka öelda, et otsused kogukonna moodustamise ja sihtkoha kohta võeti vastu koos. Moodustunud uuskogukonna väärtuste skaalal omab säästev areng ja looduskeskkonda toetav maailmavaade olulist kohta. Samas on uuskogukondade väärtuste skaalal oluline soov iseolemise järele koos võimaliku majandusliku autonoomsuse ning erialase eneseteostuse võimaluste loomisega, mis on seotud traditsioonilise asustusmustriga, arhitektuuri ning asukoha kultuurikeskkonna säilitamisega ja hoidmisega (vrd Nogueira et al 2024).

Uuskogukonna asukoha valikutes domineerivad võrdselt kohaliku ja informatsiooni valdava eestvedaja olemasolu ning küllaldane hulk sobivat ja taskukohase hinnaga kinnisvara (vrd Niedomysl 2008). Avalike teenuste kättesaadavus ja kohalike omavalitsuste tegevus on kogukonna asukohavalikule toetavateks teguriteks. Samas on ilmselgelt mitmel juhul saanud määravaks piirkonna tunnus või kohaliku liidri positiivne maine või usaldusväärsus. Väärrib



märkimist, et vaatamata mitmele maapiirkondi tutvustavatele mainekampaaniatele on suur osa uuskogukondi sündinud ja paigutunud isiklike kontaktide toel.

Edasistes uuringutes tuleb keskenduda uuskogukondade mõjule konkreetse piirkonna arengus, maaliste mugavuste edenemisel ning asustusstruktuuri säilimisel. Muuhulgas vajab tähelepanu kohalike omavalitsuste turundustegevus ja võimalik toetus kogukondade tekkimisel. Praktilisest küljest on võimalik koostada põhjendatud ettepanekud kohalikele omavalitsustele kohaturunduse ja arendustegevuse valdkondades ja samas ka hinnata uuskogukondade mõju kohaliku omavalitsuse arengule. Laiemas vaates saab neid etappe siduda Euroopa rohelises kokkuleppes (Euroopa Komisjon 2019) väljatoodud tegevussuundadega keskkonnasõbraliku asustuse ja käitumise kohaldamiseks maapiirkondade ja -kogukondade kontekstis.

## Kasutatud kirjandus

**Allaste, A-A.** 2011. Kogukond alternatiivse elustiilivalikuna. Allaste, A-A. (toim.). Ökokogukonnas retoorikas ja praktikas. Elustiilide uurimused. – ACTA Universitatis Tallinnensis. TLÜ Kirjastus, 20–28.

**Anderson, M.R.** 2010. Community psychology, political efficacy, and trust. – *Political Psychology*, 31, 59–84.

**Annist, A.** 2011. Otsides kogukonda sotsialismijärgses keskuskülas. Arenguantropoloogiline uurimus. – Tallinn, Tallinna Ülikooli Kirjastus.

**Bang, J.M.** 2005. *Ecovillages: a practical guide to sustainable communities*. – New Society Publishers.

**Barrett, G.** 2015. Deconstructing community. – *Sociologia Ruralis*, 55, 182–204.

**Duxbury, N., Campbell, H.** 2011. Developing and revitalising rural communities through arts and culture. – *Small Cities Imprint*, 3, 111–122.

**Euroopa Komisjon** 2019. Komisjoni teatis Euroopa Parlamendile, Euroopa Ülemkogule, Nõukogule, Euroopa majandus- ja sotsiaalkomiteele ning Regioonide Komiteele. Euroopa roheline kokkulepe. Brüssel.

**Florida, R.L.** 2005. *Cities and the creative class*. – Routledge.

- Fois, F.** 2019. Enacting Experimental Alternative Spaces. – *Antipode*, 51.
- Gifford, T.** 1999. *Pastoral*. – Routledge, London.
- Gregory, D., Johnston, R., Pratt, G., Watts, M., Whatmore, S.** 2009. *The Dictionary of Human Geography*. – Oxford, Wiley-Blackwell.
- Halfacree, K., Kovach, I., Woodward, R.** (eds) 2002. *Leadership and Local Power in European Rural Development*. – Ashgate, Aldershot.
- Halfacree, K.H.** 2006. Rural space: constructing a three-fold architecture. – *Handbook of rural studies*, London.
- Hansen, H.K., Nedomysl, T.** 2009. Migration of the creative class: evidence from Sweden. – *Journal of Economic Geography*, 9, 191–206.
- Kanter, R.M.** 1972. *Commitment and Community*. – *Communes and Utopias in Sociological Perspective*. Cambridge, Harvard University Press.
- Kenny, M.G.** 1999. A place for memory, the interface between individual and collective history. – *Comparative Studies in Society & History*, 41, 420–437.
- Kunze, I.** 2012. Social innovations for communal and ecological living: lessons from sustainable research and observations in intentional communities. *Journal of Communal Societies*, 32, 50–67.
- Lewicka, M.** 2011. Place attachment: how far have we come in the last 40 years. – *Journal of Environmental Psychology*, 31, 207–230.
- Maffesoli, M.** 2017. From society to tribal communities. – *The Sociological Review*, 64, 739–747.
- Marcouiller, D.W., Clendenning, J.G.** 2005. The supply of natural amenities: Moving from empirical anecdotes theoretical basis. – G.P. Green, S.C. Deller, D.W. Marcouiller (eds) *Amenities Rural Development: Theory, methods and public policy*. Northampton, MA, Edward Elgar, 6–32.
- Marshall, G.** ed. 1998. *A dictionary of sociology*. – Oxford, Oxford University Press.
- McGranahan, D.A., Wojan, T.R., Lambert, D.M.** 2011. The rural growth trifecta: outdoor amenities, creative class and entrepreneurial context. – *Journal of Economic Geography*, 11, 529–557.
- Meijering, L., Huigen P., VanHoven, B.** 2007. Intentional communities in rural spaces. – *Tijdschrift voor economische sociale geografie*, 98, 42–52.

- Metcalf, B.** 2004. The findhorn book of community living. – Findhorn, Findhorn Press.
- Metcalf, W.J.** 2012. Utopian struggle: preconceptions and realities of intentional communities. – Andreas, M., Wagner, F. (eds) Realizing utopia: ecovillage endeavors and academic approaches. RCC Perspectives, 8, 21–29.
- Newby, H.** 1979. Urbanization and the rural class structure: reflections on a case study. – The British Journal of Sociology, 30, 475–499.
- Niedomysl, T.** 2008. Residential preferences for interregional migration in Sweden: demographic, socioeconomic, and geographical determinants. – Environmental Planning A, 40, 1109–1131.
- Nogueira, C., Marques, J.F., Pinto, H.** 2024. Intentional sustainable communities and sustainable development goals: from micro-scale implementation to scalability of innovative practices. – Journal of Environmental Planning and Management, 67, 175–196
- OECD** 2006. The new rural paradigm: policies and governance. – Paris, OECD.
- OECD** 2016. OECD regional outlook 2016: productive regions for inclusive societies. – OECD Publishing, Paris
- Ojamäe, L.** 2011. “Ütle mulle, kus sa elad...” – ökokogukondade liikmete eluaseme-eelistustest ja identiteedist. – Allaste, A-A. (toim). Ökokogukonnas retoorikas ja praktikas. Elustiilide uurimused. ACTA Universitatis Tallinnensis. TLÜ Kirjastus, 101–126.
- Powell, M.A., Taylor, N., Smith, A.B.** 2013. Constructions of rural childhood: challenging dominant perspectives. – Childrens’ Geographies, 11, 117–131.
- Rõigas A., Rennu, M.** 2018. Maapiirkondade elavdamine: ehituspärand ja turundustegevus Lõuna-Eesti näitel. – Studia Vernacula, 9, 100–128.
- Schmied, D.** 2005. Incomers and locals in the European countryside. – Winning and losing. The changing geography of Europe’s rural areas. Aldershot, Burlington, Ashgate.
- van Schyndel Kasper, D.** 2008. Redefining, community in the ecovillage Debbie. – Research in Human Ecology, 15, 12–24.
- Smith, D.** 2007. The changing faces of rural populations: ‘,(re)Fixing’ the gaze’ or ‘eyes wide shut’? – Journal of Rural Studies, 23, 275–282.

**Stockdale, A., Ferguson, S.** 2020. Planning to stay in the countryside: the insider-advantages of young adults from farm families. – *Journal of Rural Studies*, 78, 364–371.

**Swaffield, S.** 1997. Sustainable management and the pastoral ideal. – *Environmental Politics*, 6, 101–122.

**Tammaru, T., Kliimask, J., Kalm, K., Zalite, J.** 2023. Did the pandemic bring new features to counter-urbanisation? Evidence from Estonia. – *Journal of Rural Studies*, 97, 345–355.

**Tett, L.** 2010. *Community education, learning and development*. – Third Edition. Dunedin Academic Press.

**Ulrich-Schad, J.D., Henly, M., Safford, T.G.** 2013. The role of community assessments, place, and the Great Recession in the migration intentions of rural Americans. – *Rural Sociology*, 78, 371–98.

**Waltert, F., Schläpfer, F.** 2010. Landscape amenities and local development: a review of migration, regional economic and hedonic pricing studies. – *Ecological Economics*, 70, 141–152.

## **Formation of intentional communities in rural areas of Estonia**

Andres Rõigas, Madis Rennu ja Lii Araste

### *Summary*

Changes in society during the transition period have affected economic activities and demographic indicators in Estonian rural areas. Land use has changed, the population is shrinking and aging, but despite numerous proposals and action plans, no workable solutions have been found to these problems. On the one hand, it is difficult to create urban amenities and opportunities in the countryside, on the other hand, the development of rural areas is a key issue in reputation building and values.

This article describes the development of communities in the context of changing rural paradigms. The focus of the study is on the emergence and development of new communities (intentional

communities). The case study is based on two research questions: 1) which target groups (population groups) are involved in the creation of new rural communities, and 2) what internal and external factors are decisive in the emergence of new communities in a given place? Does the post-socialist background of our society have any effect on this?

In general, when defining new communities, the forms that carry the concepts and values of the eco-community are clearly understood. Although Estonian communities play an important role in environmentally conscious behaviour, the incentives are based on, among other things, self-sufficiency and autonomy, cultural background, traditional building heritage and the preservation of settlement patterns. Many of these motives are directly based on the concept of rural idyll.

The results of the study confirm the effects on site selection, such as the existence of leaders and local initiative, the availability of a suitable settlement pattern and of housing and, in part, employment opportunities, and the importance of environmental factors. Community relations and cultural background also emerged as important factors. This study also supports previous estimates that younger people with good education and clear goals and expectations are moving to the countryside, including the preservation of landscapes and architecture, as well as environmental and sustainable development issues.

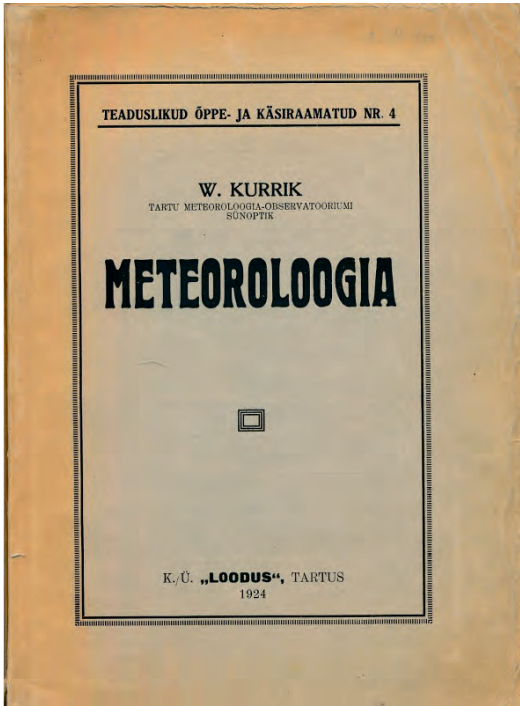
## **ESIMENE EESTIKEELNE METEOROLOOGIAÕPIK**

Ain Kallis

„Meil on loodusloos suur puudus niihästi kooliraamatutest kui ka rahvaraamatutest. Iseäranis halb lugu on selle poolest meteoroloogiaga. Seni ei ole eesti keeles veel ühtki raamatut ilmunud, mis ilmteadusest ülevaate annaks, selle peale vaatamata, et tarvidus seesuguse raamatu järele praegusel ajal õige suur on ja tema puudumise all kannatavad niihästi koolid kui ka kõik need, kellel on tung hariduse järele.“ Nii kurtis 1923. aastal ilmunud brošüüris „Meie õhkkond“ esimene Eesti ametlik sünoptik August Tõllassepp.

Ja ennäe imet – juba järgmisel aastal ilmus tema kolleegi, samuti Tartu Ülikooli meteoroloogia observatooriumi (metobsi) sünoptiku Voldemar Kurriku sulest raamat pealkirjaga „Meteoroloogia ehk ilmteaduse õpetus“, väljaandjaks K./Ü. „Loodus“ Tartus (joonis 1).

Eessõna järgi jagati õpetust eelkõige „mere- ja põllutöö erikoolidele“. Sisukorrast said huvilised kiiresti leida vajalikke peatükkisid (P – agronoomidele, botaanikuile ja geograafidele, M – merekoolidele, L – lendureile ja A – arstidele. Muide, enim neist lendureile ja meremeestele!). Autor lootis veel, et „ilmanähtustest arusaamine võib igale loodusearmastajale uut vaatepiiri avada“.



Joonis 1. Kurriku meteoroloogia õpiku esikaas.

### Vanadest vaatepiiridest

Sajandi jooksul on kõikides teadusharudes toimunud suured muutused, nii ka meteoroloogias „ehk ilmateaduses, mille ülesandeks on maakera õhkkonna nähtusi uurida ja füüsikaseaduste varal seletada ning nende muutusi ära arvata“. Kuna nimetatud teadusharu ei kuulu eksaktsete eksperimentaalsete teaduste hulka, siis võib „meteoroloog õhkkonnas ilmuvaid nähtusi ainult nõnda võtta ja tähele panna, kuidas nad iseenesest kujunevad. Selleks otstarbeks on kõikides riikides ja asumaades ilmade vaatluskohad ehk ilmajaamad asutatud, kus iga päev teatavatel tundidel korralisi mõõtmisi toimetatakse“.

Kurrik rõhutab kõige alumise, „maapealse õhukihi olude ja muutuste tundmist“, kuna „kuni 30 km kõrguseni on õhkkonna olud

teadlastele kaunis selged.“ Olud olid teada ka märksa kaugemal, sest edaspidi märgitakse ära 80 km kõrgusel asuvaid „öösiti nähtavaid valgeid säravaid pilvi“ (helkivaid ööpilvi).

Õpik jaguneb kolme ossa: meteoroloogilised elemendid, õhu liikumine ning kliima (koos ilmade ennustamisega). Esimeses osas antakse ülevaade olulistest ilmanäitajatest nende klassikalises järjekorras alates „kiiretamisest“, õhutemperatuurist ja -rõhumisest ning lõpetades elektri- ja optiliste nähtustega.

Tollases metobsis oli aktinomeetrilised mõõtmised heal tasemel – oli ju sellega tegeletud pea 20 aastat, kasutati moodsat Callendari aktinograafi. Sestap tehti ka õpikus juttu atmosfääri läbilaskvuskoefitsientidest ning Tartu kiirgusrežiimist.

Kuna Kurrik avaldas juba eessõnas lootust, „et ka õige palju eraisikuid, kel mitte enam tarvis ei ole õppida ning eksameid sooritada, minu raamatu huvitusega läbi loevad“, siis on kõikidesse peatükidesse lisatud ohtralt populaarteaduslikku ainet käsitlusel oleva teema kohta.

Näide aktinomeetria vallast. Taastuenergia kasutamisele „päikesese kiiretamise teel“ pöörati olulist tähelepanu juba sajandi eest: Kairo lähedal töötas mitu aurumasinat, mis „kütteaine asemel soojust otsekohe päikeselt saavad, sest kiired koondatakse katlale paraboolsete peeglite abil, nii et vesi seal keema hakkab“.

Tänapäeva meteoroloogidele pakub huvi õpiku osa, kus käsitletakse päikesepaiste kestuse mõtmist. Kasutati selleks ju kaua aega kindral Velitško konstrueeritud heliograafi, millest meie muuseumides on säilinud vaid üksikuid detaile. Tartu mõõtmistulemused aastaist 1901–1922 klapivad aga hästi hilisemate (1952–2000) andmetega: päikest saadi näha varemalt keskmiselt 1690 tundi aastas, hiljem 1641 tundi, keskelt läbi 37% võimalikust ajast.

Õhutemperatuuri mõõtmise peatükis rõhutatakse õigesti: „Kõige pealt tuleb meeles pidada, et õhu temperatuuri alati v a r j u s mõõdetakse nn inglise onnides!“ Nii kutsuti aastakümneid šoti inseneri Stevensoni 1864. aastal leiutatud ribilisi, hästi õhutatavoid ilmaonne (joonis 2).





2. joonis. — Tallinna ilmajaam inglise onni ja sadametemõõturiga.

**Joonis 2.** Tallinna ilmajaam inglise onni ja sadametemõõturiga. Foto V. Kurriku meteoroloogia õpikust.

Mõõtmisi soovitati teha kolm korda päevas, aasta „kesktemperatuuride“ muutusi aga uurida vähemalt 20aastaste perioodide kaupa. Tänapäeval on kliimamuutuste sedastamisel kasutusel teatavasti 30aastased keskmised ehk normid.

Esitatud on ka kliimanäitajad Tartu kui „enam-vähem kontinentaalse kliimaga sisemaa, Tallinna kui üleminekukliimaga ranniku ja Sõrve merekliimaga saarte kliima esindajate“ kohta. Vaatlusriidade pikkus oli Tallinnal 95, Tartul 58 ja Sõrvel 38 aastat. Külmema kuu, veebruari keskmine õhutemperatuur oli Sõrves  $-3,2^{\circ}\text{C}$  (võrdluseks norm aastaist 1991–2020 on  $-1,4^{\circ}\text{C}$ ) ja Tartus  $-6,7^{\circ}\text{C}$  (nüüd  $-4,4^{\circ}\text{C}$ ). Juuli vastavad „kesktemperatuurid“: Sõrves  $16,8^{\circ}\text{C}$  (nüüd  $17,5^{\circ}\text{C}$ ) ning Tartus  $17,0^{\circ}\text{C}$  (nüüd  $18,0^{\circ}\text{C}$ ). Kliima muutus sajandi jooksul on igati tuntav.

Peatükis on esitatud ka tollased ilmarekordid: külma tipp tulemus  $-70^{\circ}\text{C}$  Verhojanskis ning kuumusel  $+56^{\circ}\text{C}$  Mursuki oasis Sahara kõrbes. Võrdluseks praegused rekordid:  $-89,2^{\circ}\text{C}$  ning  $+56,7^{\circ}\text{C}$ . Ja mis on väga huvitav – maakera keskmiseks õhutemperatuuriks on arvatud  $+15,3^{\circ}\text{C}$ , peaaegu nagu tänapäeval!

Käsitlust leiavad ka temperatuuri muutused kõrgemates õhukihtides (Eiffeli torni ja Alpide näitel), orgude öökülmaohtlikkus jne. Inversiooninähtust kirjeldatakse selliselt: „Alumise jahedama õhukihi peal lasub sel korral soem kiht, kusjuures õhk mõlemate kihtide piiril enam või vähem segatud võib olla. Seesugust temperatuuri järsku tõusu kõrgusega nimetatakse temperatuuri inversiooniks ehk ümberpöördeks.“

### Niiskusest, udust, pilvedest

Üks peatükk, mis peaks neile, kel suur tung hariduse järele, huvi pakkuma, käsitleb õhuniiskust. Niiskus on teatavasti üks kaval värk: tema võib olla nii absoluutne kui ka suhteline, nagu kirjutati ühes veel vanemas raamatus. Kurrik tutvustab siin üht mõõturit, mis on olnud kasutusel täpselt 250 aastat, nimelt juushügromeetrit. Tolles riistapuu kasutatakse inimese rasvavabu juuksekarvu. Uurimused näitavad, et mida suurem on suhteline niiskus, seda pikemaks venib juuksekarv. Muide, kõige enam pikenevad niiskes keskkonnas naturaalsest blondiinide juuksed. Paremaks viisiks õhuniiskuse määramisel soovitatakse siiski Assmanni psühromeetrit.

Lugeja saab veel teada, et udu ja pilvede moodustumiseks „on tarvilik, et õhus leiduks tolmuühendid, millede ümber veepiisad või jääkristallid võiksid koonduda“. Tänapäevases mõistes on need „pihud“ nn kondensatsioonituumakesed (soola- või tolmuühendid, isegi bakterid), millele veeaur saab sadestuda ning moodustada veepiisakesi: „Nagu sellekohased uurimused näitavad, on iseäranis suits ja üleüldse põlemise läbi tekkinud gaasid kõige soodsamad auru tihenemispihudeks. Kuid mitte üksnes õhus heljuvad materjaalsed pihud ei ole auru tihenemise algatajaks, vaid ka n.n. ioonid, see on õhu ürgpihukesed, millel on elektrilaeng küljes.“ Lugeja saab veel teada, et „suitsetaja oma suust või ninast ühe söömuga 4 miljardit pihusid välja puhub!“

Pilvede peatükis esitatakse nende klassifikatsioon üpris kaasaegsel kujul. See algab nii: „Morfoloogiliselt ja kuju poolest kuuluvad pilved kahte suurde klassi: ühed on kihtpilved, mis tekivad kahe õhukihi kokkupuutumisel õhu segumise ja selle läbi täisniiskuse

saamise puhul; teise klassi kuuluvad tõusvate õhuvoolude läbi tihedenud rümpilved“. Põhilisi pilvelikke on samuti kümme.

Pilvisuse puhul hinnati nii pilvede kõrgust, hulka kui ka nende liikumise kiirust, esimesi näitajaid visuaalselt, viimast tänapäeva meteoroloogidele tundmatu nefoskoobi abil. „Pilvituse hulk ehk taevakate“ oli Tartus aastas keskmiselt 7 palli, nii nagu ka praegusel ajal.

Pikem peatükk on pühendatud sademetele. Tuleb ju „sademete küsimust meteoroloogia seisukohalt igakülgsest lahti harutades tähelepanu pöörda esiteks nende sündimise, teiseks rohkuse, kolmandaks aja peale, kunas neid kuskil kõige enam ette tuleb, neljandaks nende geograafilise levimise ja viiendaks sadude ettekuulutamise peale.“ Vaatluse alla tuleb peale vihmavalingute intensiivsuse veel piiskade läbimõõtu ja langemise kiirus, samuti soovitatakse tähelepanu pöörata edaspidi ka vihma temperatuuri peale!

Vihmamõõturiks kasutusel olevate anumate põhja pindala oli tollal 500 cm<sup>2</sup>, tuulekaitseks oli ümber koonusekujuline „Niiferi vari“, mille leiutas Francis E. Nipher (joonis 2). Esitati ka andmeid „ööpäeva jooksul sadanud vihmavee rohkusest“: Tsherrapundshis, Indias 1035 mm ja Tartus 82 mm.

30aastase perioodi (1866–1915) jooksul olid sademete rohkeimad kohad Eestis Paide (601 mm) ja Tartu (573 mm), kõige kuivem aga Kuivastu (336 mm). Need sademete aastasummad on selgelt väiksemad tänapäevastest, sest tollal ei kasutatud Tretjakovi sadememõõdjtat, mis fikseerib talviseid sademeid palju paremini, ja alates 1966. aastast lisatakse igale mõõdetud sademete hulgale 0,2 mm märgumisparandit.

Palju ruumi on õpikus, täpsemalt peatükis „Lumi ja jää“, antud tahkete sademetega seotud probleemidele, selgitatud erinevate sademeliikide (lumeräitsakad, teralumi, jäänõelad jt) tekketingimusi ja omadusi (lume õhusisaldust). Klimatoloogidele on uudiseks esimese lumesaju kuupäev Tartus – 22. september (praegu ametlikult 24. september). „20-aastaste vaatluste põhjal (1896–1915) algas lumikate Tartus keskmiselt 5. novembril ja kadus 20. aprillil. Lumikate püsis Tartus keskmiselt 127 päeva, maksimaalne lumekihi

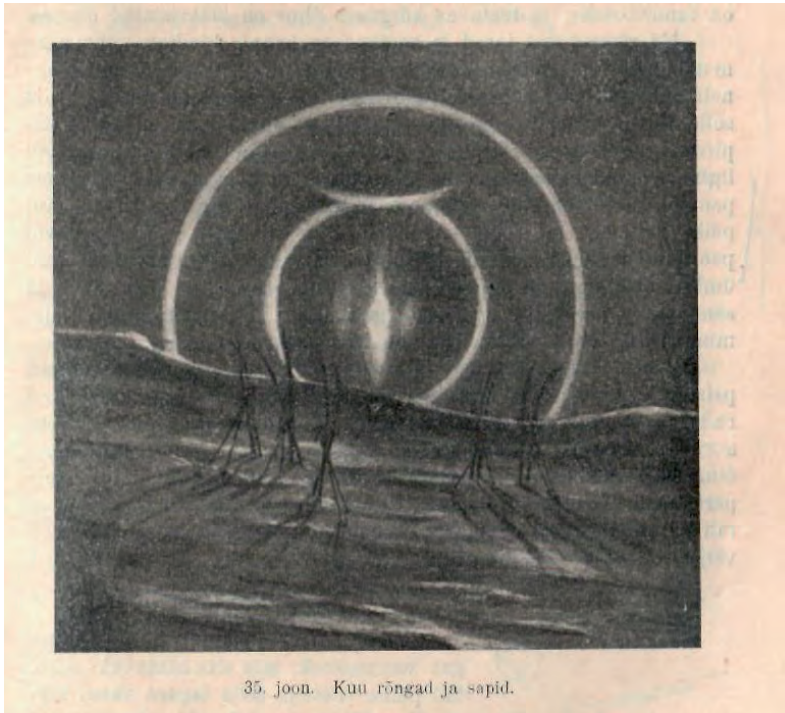
paksus esines 1902. aasta 10. märtsil, nimelt 88 sm“. Tutvustati ka Siberis leiduvat „maapinna alalist jäätust“ ehk igikeltsa.

Põhjalikumalt on käsitletud halla- ja härmanähtuste erinevusi, kaste kasulikkust ning mitmeid võimalusi öökülmade prognoosiks. „Lihtsaim öökülma ettearvamise meetod on järgmine. Peale lõunat ehk õhtul vaadatakse psühromeetri m ä r j a termomeetri näitu. Saadud kraadide arvust lahutatakse 3°; ja niiviisi arvatud temperatuur ongi see, milleni õhk järgmisel ööl võib jaheneda“.

Edasi räägitakse merede, järvede ja jõgede külmumise eripärast. Näiteks tekib kiire vooluga jõgedes, „nagu Narvas jääd pealegi veel jõe põhjas; see on n.n. põhijää ehk hüüe. Mõnikord tõusevad seesugused jääpangad põhjast üles veepinnale ühes nende külmunud asjadega. Põhijääst on eriti ka Narva suured tekstiilitehased kannatada saanud.“ Edasi on juhendid, kuidas sellised probleeme lahendada.

Gletšerite ehk jääliustike puhul tuuakse ära Brückneri arvamus, et „nende edasi- ja tagasilikumises ilmestub 35aastane periood“. Merede jääkatte osas mainitakse, et jääst vabanemine sünnib Soome lahel suuremalt jaolt märtsikuu jooksul, jää kestus Emajõel (Tartu all) on keskmiselt 119, Võrtsjärvel aga 143 päeva.

Õpiku 9. peatükis räägitakse elektrist ja optilistest nähtustest. Selle esimesed laused kõlavad nii: „Elektri uuema teooria järele on elektrilaengu ehk jõu algkandjateks pisikesed pihud, mida nimetatakse elektroonideks. Neil ei ole küll materjaalset ehk kehalist olust, kuid realselt olemas on nad siiski.“. Edasi kirjeldatakse virmaliste teket, refraktsiooninähtust, hämarikuvalguse, päikese ja kuu „rõngaste“ (halode) ja tarade teket jääkristallides (joonis 3). „Nii rõngad kui tarad ja sambad on kaunis kindlaks ilmade muutuse tunnismärgiks. Mitte selles mõttes, nagu oleks neil puht-optilistel nähtustel iseseisev mõju ilmastiku peale, vaid selle tõttu, et nad selgesti näitavad, et õhkkonnas on kiud-kihtpilved või kõrged kihtpilved olemas, mis mõlemad on enamasti ligineva tsükloni eelkäijateks. Kui päikese ümber on ring, siis läheb ilm halvale, ütleb vanasõna“.



**Joonis 3.** Kuu rõngad. Foto V. Kurriku meteoroloogia õpikust.

Ja vikerkaarest: „See ei ole mitte reaalne, taevavõlvil seisev värviline look ehk pilt; vaid ta on iga vaatleja seisukoha jaoks eriline kujutelm.“

### **Teine jagu. Dünaamiline meteoroloogia (õhu liikumine)**

Selle jao esimene peatükk käsitleb tuult: miks hakkab õhk liikuma, atmosfääri tasakaaluolekuid, temperatuuri gradiente, mis on seotud kõrgusega, konvektsiooni. Merekooli õppureile oli soovitatud uurida vinude ehk briiside kujunemist päeval ja öösel. „Kõige paremini on vinutuuled arenenud neil rannamail – näit. Aafrika läänerrannikul, Senegambias, kus tsüklonite tegevus neid ei sega ja päike kuivi kõrvetaolisi randu mõjuvalt küpsetab“.

Lugeja saab teada, et mäe- ja orutuulte tekke uurimiseks andis tõuke sõjandus. „Alles maailma-sõja lõpu poole, 1917. ja 1918. aastal, asutati Alpides kõikidele väerindadele tihedad tuulemõõtmise vaatluskohad, millede esimeseks eesmärgiks oli gaasi-atakkide ärahoidmine“.

Pikem peatükk on pühendatud tuule suuna ja kiiruse mõõteriistadele (Wildi tuulelipp, Robinsoni kausstuulik ja Robinsoni taskutuulik) – muide viimast tuntakse tänapäeval käsianemomeetrina.

Tuule kiiruse ühikute tabel erineb mõnevõrra praegustest: torm on 8–10 Beauforti palli (10 palli – 30 m/s), edasi tuleb 11 palli ehk maru (40 m/s) ja 12 palli ehk orkaan (50 m/s).“ Oli antud ka ülevaade „tormi kuulutuse märkidest“, mis tõmmati Eesti sadamates tormi ootel üles – päeval koonused ja silindrid, öösel värvilised tuled.

Esitati ka näiteid tuule kiiruse kohta. Näiteks küündis see Tallinnas 6. jaanuaril 1920. aastal 20 m/s, Tartus 14 m/s. „Nii suurt tuult ehk tormi tuleb meie kodumaal kaunis harva ette, igatahes mitte iga aasta“. Ja võrdluseks tollane maailmarekord: 54 m/s, mõõdetud Manilas 20. oktoobril 1882.

Kui õhutemperatuuri, sademete või pilvisuse andmed ja nende mõõtmisviisid ei tekita lugejais kahtlusi, siis tuule kohta esitatud teave peaks tekitama suurt huvi just taastuenergia propageerijates. Nimelt väidetakse: „Tuule jõu juurdekasv on kuni 16 m õige märgatav. Ja selle asjaolu tõttu soovivad mõned Saksa teadlased tuuleturbiine nimelt selles kõrguses üles seada. Neid veel kõrgemale üles ehitada oleks mõttetu ning majandusliselt kahjulik, sest et kõrgemal tuule kiirus pea samaks jääb.“ Meenuagem, et praegusel ajal püstitatakse isegi 150 m kõrguseid maste generaatorite tarvis.

Kõrgemate õhukihtide uurimisel kasutati tol ajal kuni 5 km kõrguseni „tuulismadusid ning ka pilott- ehk tuulispalle (väikesi õhupalle). Tuulismadu üleslaskmiseks kulub harilikult vähemalt 3–4 korda nii pikk terastraat ära, kui saavutatud kõrgus on. /.../ Peale selle tarvitatakse veel, kuid harva, n.n. sondpalle. Kõige suurem kõrgus, milleni balloon-sond ühes aparatuuriga on tõusnud, oli kord 30 kilomeetrit.“ Metobsi tuulispall tõusis 2. juunil 1917 ligi 25 km kõrgusele. Ainult lenduritele oli mõeldud kaks lehekülge kirjeldust

õhukihtidest ja -lainetest (ka „vertikaalsetest tuulehoogudest“), mis mõjutavad lennutingimusi.

Kolmandas peatükis „Tsüklonid ja antitsüklonid“ selgitatakse lugejaile, et tuule põhjuseks on õhurõhkude vahe ning et tuul kaldub kõrvale gradiendi sihist maakera „keerlemise“ tõttu. Paar lehekülge on pühendatud tuulte skeemile nii tsüklonite kui antitsüklonite piirkonnas maapinna lähedal ja kõrgemal atmosfääris „nii põhja- kui lõunapoolsel maapoolikul“.

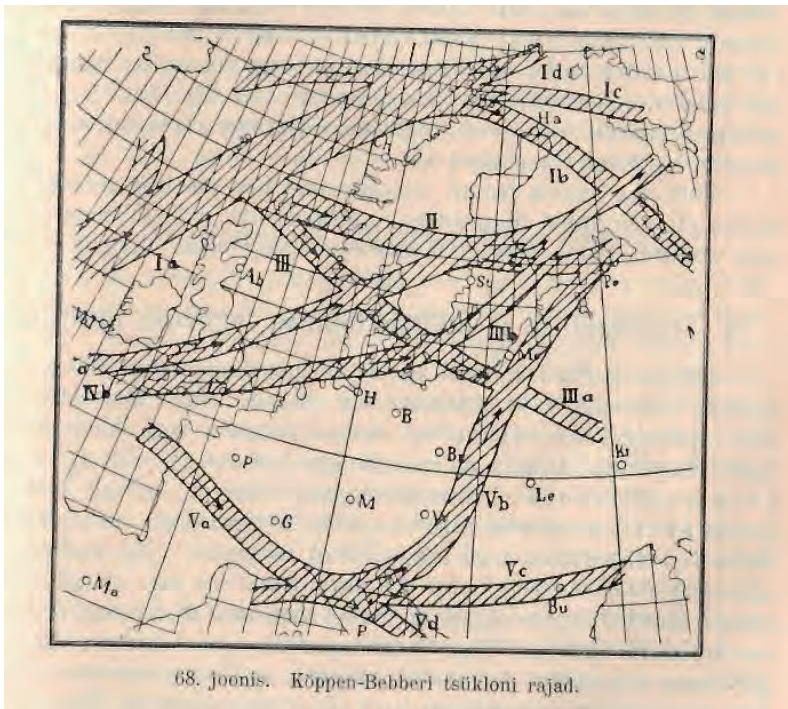
Kuus lehekülge on eraldatud „ilmade jaotusele tsükloni piirkonnas ja nende muutumine tema möödumisel“, st ilmadele madalrõhk-konna eri osades. Näide tuule pöördumisest, kui „tsükloni tsepter käib otse üle vaatluskoha: siis puhub ta enne ka kagu (SE-) poolne tuul; aga ta ei muuda esiotsa oma suunda, vaid kõveneb ainult. Siis on, madalrõhkkonna keskkoha möödamineku ajal, enamasti tuulevaikus; ja pärast seda hakkab tuul uuesti kõvema jõuga puhuma, kuid seekord otse vastupidisest ilmakaarest, s.o. loodest (NW): ta „kargab“ kagust loodesse“.

Peatükis on esitatud ka keskmised tsüklonite liikumise trajektoorid Köppeni ja van Bebberi järgi (joonis 4). Kurrik hoiatab, et keerise algaasis too „ei pea tingimata van Bebberi rada mööda käima, hoopis suurema tõenäosusega liigub ta pigemini isemoodi!“ Alles järgmisel päeval võib sünoptik otsustada tsükloni liikumistee üle.

Huvitav on lugeda troopiliste ja lähistroopiliste tsüklonite tegevustest. Kaks lehekülge on pühendatud sellele, kuidas Buys-Balloti reegli järgi kindlaks teha, „kas laev asub tsükloni rajast ehk edasiliikumisteest (*track*) paremal või pahemal pool“. Põhjuseks on muidugi troopiliste tsüklonite (hurrikaanide, taifunite või orkaanide) ohtlikkus. Kõige tugevamad tuuled puhuvad tseetri lähedal: „päris keskkohal on enamasti ligi veerand- või pooletunnine tuulevaikus ja sinine taevas. Kuid sel kohal käivad ristlained on kõige kardetavamad.“

Ära on toodud tsükloniliste tormide sagedustabel, milles küll Atlandi ookeani omad täielikult puuduvad. Miks? Aastal 1900 oli ju üks ajaloo hukutavamaid, Galvestoni 4. kategooria tugevusega orkaan saatnud teise ilma üle 8000 inimese! Märgitakse ainult, et





**Joonis 4.** Köppeni ja van Beberri tsükloni rajad. Foto V. Kurriku meteoroloogia õpikust.

mõned orkaanid liiguvad üle Antillide paralleelselt Põhja-Ameerika idarannikuga Euroopa poole.

Peaaegu orkaanidega võrdselt on antud raamatus ruumi „suurejõulistele keerduultele meie kodumaal“. Need on „n.n. trombid ehk tuulelohed ja lohemaod. Tuulelohed kitsamas mõttes liiguvad maismaa kohal, ja nende nähtav alumine osa koostub enamasti tolmust, põldudel ülestõstetud heinast ja muist riismeist. Lohemaod ehk vesipüksid liiguvad veekogude kohal ja saavad nähtavaks ülestõstetud veesamba tõttu.“ Nende laius on keskmiselt 200 meetrit, samas ulatudes 20 kuni 1000 meetrini. Trombid Baltimail liiguvad sageli kitsal maa-alal Riias „rööbiti Riia-Võnnu raudtee ehk suure maanteega, sealt edasi rööbiti kivi-maanteega Võru linna poole“.



„Arvu poolest maismaa trombidest märksa harvemaid lohemadusid on Eestis ainult Pärnu lähel tähele pandud“. Trombide puhul märgitakse, et keerleva õhu tõttu puud tormi teerajal lamavad sageli risti-rästi. „Mõned juurtega väljatõmmatud puud on ka kruvi moodi kokku käändud olnud“.

Põhiliselt tulevastele lenduritele ja meremeestele pidi huvi pakuma peatiikk, kus tutvustati „polaarfrondi teooriat, mille algatas norra eriteadlane V. Bjerknes, mis on maksev esimeses reas Põhja-Atlandi ookeani, Inglis- ja Norramaa kohta. /.../ Need tsükloneid moodustavad õhkkonna lained ei ole mitte vertikaalsed, nagu näit. merelained, vaid horisontaalsed: nende harjad ulatuvad põhja poole, aga lainete orud ehk vaod lõuna poole.“

Kohalikest ja „kindlatest“ tuultest, nagu föön, boora, sirokko, samuum, hamsin, harmattan, tšinuuk, mistral, leveetše ja leste võisid huvituda peale meremeeste ja lendurite ka arstid. Ära on märgitud, et 31. jaanuaril 1920. aastal puhus ka Eesti põhjarannikul boorataoline SE-torm.

### **Kolmas jagu: kliima ja ilmade ennustamine**

„Mõne maakoha kliima all mõistetakse tema ilmastiku keskmist seisukorda ja meteoroloogiliste elementide keskmist muutumist. Meie geograafilises laiuses, kus aperioodiline kõikumus õige suur, läheb kindlate keskväärtuste saavutamiseks vähemalt ligi 20-aastasi vaatlusi tarvis. Ekvatoriaalses vöös jätkub selleks paariaastastest vaatlustest“. Kurrik rõhutab, et „iga koha kesktemperatuur tuleb enne merepinnale taandada, iga 100 m kõrguse kohta 0,6° juurde arvates“. Esitatakse ka Köppeni „kliimade klassitus 7 liitsa kliimavööga“.

Põllutöökoolidele oli mõeldud taimede aklimatisatsiooni ja temperatuurisummasid käsitlevad paragrahvid. Kodumaa põllumeestel on küll aastasade jooksul tulnud kindlad teadmised külvikordadest jne, klimatoloogiline teave aitavat aga „asumaades“. Eesti asunikud pidid „kallid kogemused läbi tegema, enne kui äranägemiseni jõudsid, et näit. Suhumis rukis ja kartul hästi ei edene, küll aga mais, persikud ja teised lõunamaa viljad“.

Õpiku paragrahv „Ilmastik ja tervis“ oli eeskätt mõeldud arstidele. „Ilmastiku teguritest inimese tervishoiu suhtes on kõige tähtsam nimelt õhu temperatuur; selle järele veel õhu niiskus ja tuul – viimased peaaesjalikult sellepärast, et nad soojuse mõju kas suurendavad või vähendavad“. Tutvustatakse viise, kuidas inimese keha oma soojust ümbritsevale keskkonnale „ära annab: juhtivuse, kiirgumise ja higistamise läbi“. „On kindlaks tehtud, et neegrite must ihuvärv neid päikese kiiretamist kergesti lubab kannatada ja selle tõttu jaksavad nad suure palavuse käes mitme võrra rohkem rasket kehalist tööd teha kui eurooplased või teised valget verd inimesed samadel tingimustel“.

Kliima mõjutab inimesi: „Suuremalt jaolt kuiva kontinentaalse kliimaga Ameerika Ühendriikide elanikud on enamasti rahutu iseloomuga ja kõhna kehaehitusega (E. Deseri järele), kuna võrdlemisi niiske merekliimaga Lääne- ja Kesk-Euroopas leiduvat rammusaid isikuid hoopis suuremal arvul. /.../ Kliimade suhtes üldse tuleb veel tähendada, et alaliselt soe kliima inimest ära hellitab ning loiuks muudab; aga temperatuuri kõikumised ja üldse ilmastik muutused karastavad tervet isikut ja tõstavad tema tööhimu.“

Kas kliima on muutlik? Sellele küsimusele on õpikus vastatud nii: „On tavaliseks nähtuseks, et kui mõni suvi on erakorraliselt jahe ning vihmane olnud, nagu näit. 1923. a., siis rahva, eriti linnalaste seas arvamisi kuuldavale tuleb, nagu oleks meie kliima jäädavalt halvemaks muutunud.“ Muutuste kindlaks tegemiseks on vajalikud pikemaajalised täpsed ilmade vaatlused. „Nüüd on kõik seesugused mõõtmised näidanud, et ühe koha aasta kesktemperatuur on pika aja jooksul enam-vähem konstantne /.../ Ajajärgus 1866–1920. a. oleksid talved Eestis uuemal ajal pehmemaks muutunud“.

Viimane, õige lühike peatükk on pühendatud ilmade ennustamisele. „Oodatava ilma küsimuse suhtes lähevad publikumi nõudmised tihti liiga kaugele: näit. soovitakse teada, kas järgmisel päeval teataval maakohal vihma sajab või mitte. Mõnikord nõutakse ka õige pika-ajalisi ilmade ennustusi: näit. kas tulevane talv külm või soe, kuiv või lumerikas on jne. Ilmateadus ei ole kahjuks veel niikaugele jõudnud, et suudaks ilmu kauema aja jaoks ette näha. Teaduslikud ettekuulutused käivad suuremalt jaolt ainult 1–2 päeva kohta“.

Kurrik esitab 12 prognoosimeetodit, alustades ennustustest kohalike märkide järgi, edasi Köppen-Bebberi, isallobaaride, polaarfrondi, Kaltenbrunneri jne viisil. Vanarahva ilmatarkuse kohta on küll nenditud: „Suur osa neist on küll põhjendamata targutused, teised aga nii õiged ja tabavad, et paneb aina imestama“.

Miks aga osa prognoose ei lähe täppi? Eesti üks esimesi ametlikke sünoptikuid Voldemar Kurrik: „Teatava osa ettekuulutuste äpardumiste põhjuseks on asjaolu, et ilmastiku muutuste tegurid suuremalt jaolt kõrgemas õhkkonnas peituvad ja neid ainult üksikutes kohtades on uuritud, kuid mitte igal pool ja kestvalt. Meteoroloogia ei ole seni veel mitte eksaktne loodusteadus, nagu selleks on ainult astronoomia, füüsika, keemia“.

## **VÄLISTURISMI ARENGUST EESTI VABARIIGIS 1930NDATEL AASTATEL PANGAPREILI BERTA TEDERI 1935. AASTA EUROOPA-REISIST LÄHTUVALT**

Eve Kork

Vabariigi algusaegadel rasketes majandusoludes asutatud Eesti Turistide Ühingu (ETÜ, 01.06.1920) esmaseks ülesandeks oli huvi äratamine kodumaal reisimise vastu. Selle kõrval peeti oluliseks ka Eesti tutvustamist teistes riikides. Reisimise toetamiseks ja korraldamiseks loodi 1922. aastal AS Eesti Reisibüroo, mis esialgu tegeles raudtee- ja laevasõidupiletite müügiga ning hiljem ka tuismiinfo jagamisega. Alates 1930. aastast korraldas Eesti Vabariigis riikliku struktuurina turismi Eesti Vabariigi Sotsiaalministeeriumi juures asuv Turismi Keskkorraldus, millega tegi tihedat koostööd ETÜ. Viimane rajas 1930ndatel aastatel tähtsamates linnades turismi- ja reisibürood ning väiksemates asulates usaldusmeeste võrgu. Aastatel 1933–1938 tegutses veel ühing Eesti Turist, mis tegeles nii sise- kui väliturismiga. Sihipärase turismipoliitika kujundamise eesmärgil võeti aprillis 1938 vastu „Turismi korraldamise seadus”, mille alusel seadustati välismaale huvi- ja õppereisidele lähetatavate turismigruppide kohustuslikud protseduurireeglid. 1939. aastal anti välja veel „Määrus välismaale korraldatavate huvi- ja õppereiside kohta”.

## Välisreiside peamised sihtriigid

1930. aastatel olid Eesti elanike välisreiside peamiseks sihtkohadeks lähiriigid Läti, kuhu sai ilma välispassita, ja Soome. Kui 1920ndatel aastatel moodustas 90% välisreisidest Läti külastamine, siis 1930ndatel aastatel sagesid tunduvalt sõidud Soome, sest alates 1929. aastast sai Eestist Soome ja vastupidi sõita sisepassi ja vastava reisikaardiga.

## Välisriikidesse sõitjate arv

Nii käis 1932. aastal välismaal 115657 Eesti kodanikku, sealhulgas Lätis 104817, Soomes 4801 ja mujal välispassiga, nii isikliku kui ka ühispassiga 6029 inimest. 1933. aastal käis välismaal 110419 Eesti kodanikku, neist Lätis 98645, Soomes 5369 ja mujal välispassiga 6405 inimest). 1936. aastal sooritasid Eesti elanikud 125000 välisreisi. Kusjuures 1930. aastate alguses oli välisriikide väisamine vähenenud seoses majanduskriisiga.

## Milleks sõideti välismaale?

1. Külastati välismaal elavaid sugulasi, mida eriti palju tegid bal-tisakslased.
2. Suunduti õppima või praktikale. Näiteks käis pärast Tartu Üli-kooli ravikehakultuuri eriala lõpetamist Agnes Mutso (1908–2004) end täiendamas Londonis ja Viinis. Mulgimaalt pärit taluperemees Martin Saksniit (1907–2000) oli Soomes talus praktikal. Ooperilaulja Martin Taras (1899–1968) viibis 1938. aastal Estonia teatri stipendiaadina õppereisil Itaalias. OÜ RET asutaja Hans-Roland Võrk (1896–1978) lõpetas 1925. aastal Berliini Tehnikaülikooli elektriinsenerina, täiendas end 1926–1928 USAs, käis kevadel 1935 pikemal õppereisil mitmes Euroopa juhtivas raadiotehases ning 1936. aastal veel Riigi Ringhäälingu ülesandel USAs, Inglismaal ja Hollandis, kus tutvus uuemate saatejaamade, stuudiohoonete ja seadmetega.

3. Osaleti rahvusvahelistel üritustel: 1931. aastal autode tähesõit Riiga, aastatel 1930, 1934, 1937 ja 1938 Monte Carlo tähesõit, osalemine spordivõistlustel, nt Berliini olümpiamängudel jne.
4. Käidi äriasju ajamas, näiteks 1938. aastal sõitsid autoga Kõni-  
gsbergi mesikoogitööstur Feliks Lill (1911–2006) lepinguid sõlmima ja veskimasinatööstuse Tiels osanik Artur Kaigas (1911–1976) ärisidemeid looma.
5. Käidi huvireisidel tutvumas teiste maade huviväärsustega.

## Kuidas reisisi?

### Autoga

Juba 1920ndate aastate lõpus alguse saanud autoturism välismaale laienes 1930ndatel aastatel veelgi. Tulenevalt ilmastikust võeti reise ette peamiselt maist oktoobrini. 1931. aastal käis välismaal 57 Eestis registreeritud mootorsõidukit, 1932 – 67, 1933 – 79, 1934 – 104, 1935 – 104, 1936 – 127 (Päevaleht, 3. märts 1937). Seoses poliitilise olukorra muutustega 1937. aastast alates autoturism välismaale vähenes. 30. septembril 1938 kurdetakse Uudislehes, et kuigi Eesti Autoklubi juhatuse liige, ehitusettevõtja A. Martin oli eelmisel nädalal autoga Itaaliasse sõitnud, on autoga välismaale sõitjate arv võrdlemisi kokku kuivanud. Vaatamata keerulisele olukorrale käidi aga järgmiselgi, 1939. aastal, autodega Euroopas.

### Missugustel teedel siis Euroopas sõideti?

30. juulil 1938 kirjutati Postimehes Euroopas 5200 km autoga läbinud Tartu maavalitsuse inseneri Johannes Lenziuse (1907–1942 või 1943) sellekohastest muljetest. Tema sõnul toimus Lätis Riia–Tallinna magistraaltee remont, kuid 70 km Riia-st oli see tee juba asfaldiga kaetud. Leedus olid üldiselt korralikud, kuid tolmuavad teed, Saksamaal oli aga palju asfaltteid. Sinna oli rajatud ka uusi 7 m laiusi maanteid, kus autod liikusid keskmise kiirusega 80 km/h. Leidus ka õlidega immutatud tolmuvasid kivikillustikkeid. Poola teed olid enamasti kehvast seisukorras killustik- ja kruusateed, kuid Varssavisse suubuvad teed olid asfalteeritud. Tšehhoslovakkias seevastu olid üldiselt korralikud, suuremalt osalt asfaldiga kaetud maanteed. Ainult Ungari piiri läheduses olid killustikteed. Ungaris

võis leida ka korralikke teid ning Budapesti viivad teed olid asfalteeritud. Parimad autoteed olid aga Itaalias, kus Veneetsia ja Padova vahele oli ehitatud maksuline maantee ning Veneetsiasse rajatud üks maailma suurimaid parkimismaju, mida siis kutsuti garaažiks.

Austrias valmis 1935 tuntud Grossglockneri kõrgalptidee, kus 3. ja 4. augustil peeti mootorrataste ja autode ralli. Saksa kuulsate *autobahn*'ide ehitusega alustati 1934 ning esimene 22 km pikkune lõik Frankfurdi ja Darmstadt'i vahel avati 15. mail 1935. 1938. oli Saksamaal ja Austrias kokku juba 12000 km kiirteid.



Autogaraaž Veneetsias (1934, arhitekt E. Miozzi) oli kuni 1950. aastateni suurim parkimismaja Euroopas. Foto: Berta Teder.



*Ponte Littorio* – praegune *Ponte della Libertà* sild Veneetsias. Vana postkaart.



Kiirtee Saksamaal 1930ndatel aastatel. Vana postkaart.



## Rongiga

Rongiühendus Kesk-Euroopaga oli 1930ndate aastate alguses ka tollaste arusaamade järgi aeglane. Ainuüksi Riiga jõudmiseks kulus 12–15 tundi. 15. mail 1935 pandi käiku magamis- ja

restoranvagunitega Tallinn–Riia kiirrong, nn Balti Ekspress, mis väljus üks kord päevas. Sõit kestis 8 tundi ja 10 minutit. Rongi sõiduplaan oli ühitatud Tallinn–Helsingi laeva ning Riiast edasi (Königsbergi) sõitvate rongide sõiduplaaniga. Rongi koosseisus oli ka otseühendusvagon Tallinn–Jelgava, millelt sai ümber istuda Varssavi rongile. Nõudluse suurenedes pandi varahommikuti Tallinna ja Riia vahet käima veel teinegi kiirrong, millelt sai ümber istuda Berliini või Varssavi rongile. Tallinna tagasi saabus see rong õhtul.

Tol ajal oli eraisikutel võimalik endale tellida ka erarong (kolm reisijatevagunit ja pagasivagun) sõidurahaga 4 krooni kilomeetrit, minimaalse sõidumaaga 30 kilomeetrit, kuid see oli kallim kui sama vahemaa läbimine lennuki või taksoga.



„Balti ekspress“ auruveduriga Ak 4 väljasõidul Tallinna jaamast, ca 1935–1936. Foto: Parikas (RdtM Ff 792:159); Raudtee- ja sidemuseum.



Pärnu Elisabethi koguduse laulukoor ringreisil AS Side Pärnu Autobussiliinide bussiga 13-16.07.1935. Foto: EFA.614.0.181814

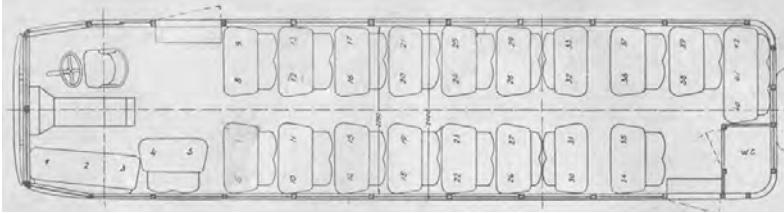
## Bussiga

Bussid hakkasid Eesti riigisisestel liinidel liikuma 1920ndatel aastatel. Seoses 1930ndatel aastatel kehtestatud impordikeeldudega lõppes praktiliselt valmis autobusside sissevedu. Seetõttu hakati Eestis välismaalt imporditud šassiidele ise autobusse ehitama. Seda tegid OÜ Mootor, Õhu- ja Gaasikaitse Liidu töökoda, Lennubaasi aviotöökoda, P. Teeääre auto- ja omnibussikerede tööstus, AS Silva puutöökoda, Viljandi mehaanikatöökodad H. Ungern-Sternberg & Ko jt. Huvireise bussiga välismaale korraldati 1930ndate aastate alguses autobussiliine teenindavate asutuste bussidega. Olukord muutus 1935. aastal pärast seda, kui NMKÜ lasi Scania Vabise





**NMKÜ turismiautobuse plaan**  
**Kohad on nummerdatud**



Üleval: Noorte Meeste Kristliku Ühingu (NMKÜ) turismibuss Kehtna mõisa ees 1935. aastal. (TLM Fn 8914:4). All: NMKÜ turismibussi salongi plaan. (NMKÜ reisirühma „Huvireisile NMKÜ turismi autobusega“ 1938).

šassiile ehitada esimese suure turismireisideks mõeldud bussi Tallinna Peetri tehaste juures olevas Õhu- ja Gaasikaitse Liidu töökojas. Bussis oli 42 istekohta, raadio, elektriköök ja -valgustus; pesemisruum ja WC. Osa istmeid sai muuta magamisasemeteks ja igal sõitjal oli signaalkell juhile märku andmiseks. Suvel tehtigi esimesed pikad reised Brüsseli

### **Turismibussi ja rongiga**

Kui veel 1936. aastal reklaamitakse NMKÜ turismibrošüüris ainult bussireise, siis 1938. aastal korraldati juba ühendatud bussi- ja

rongireise. Näiteks sõideti bussiga läbi Euroopa Budapesti ja sealt rongiga tagasi Tallinna ning vastupidi.

### **Laevaga**

Juba 1920ndate aastate teisel poolel (1928) ühendas Tallinna välisadamatega 13 laevaliini. 1930ndatel aastatel laevaliinide arv suurenes. 1938. aastal tegutses Eestis kaheksa Eesti (Pärnu Laeva AS, G. Sergo ja Ko, Eesti Laevaliinid, Tallinna Laevaihendus jt) ja 20 välisriikide liinilaeva ning erinevaid laevaliine oli 15. Tallinnast sai sõita Riiga, Helsingisse, Stockholmi, Stettini, Hamburgi, Danzigisse, Breemenisse, Londonisse, Rotterdami, Antwerpenisse, Göteborgi, Kopenhaagenisse jm. Hoopis erilise veereisi sooritasid aga 1939. aastal ajakirjanikud Kaarel Liiwa ja Elmar Kuuslar, kes sõitsid süstadel Läänemerest Doonauni ja Istanbuli.

### **Lennukiga**

1934. aastal liiklesid lennukid marsruutidel Tallinn–Helsingi–Stockholm, Tallinn–Riia–Varssavi (mõlemal liinil kaks korda päevas) ja Tallinn–Riia–Berliin (hooajaliselt üks kord päevas). 1936. aastal sooritati 8kohalise lennukiga esimene lennumatk marsruudil Tallinn–Varssavi.

## **Kes korraldasid huvireise välismaale?**

Välisreise korraldasid NMKÜ turismiosakond, Eesti Spordi Seltsi „Kalev” turismiosakond, Ühiskaupluste Ärijuhtide Ühing (õppereiside fondi toel saadeti tublimaid ärijuhte välismaale kogemusi omandama), Eesti Aeroklubi (1939. aastal käisid purilendurid bussiga Kaunases Balti ja Soome lennuturniiril) ning teised asutused ja organisatsioonid. Näiteks käis Pärnu Eliisabeti kiriku laulukoor 1936. aastal huvireisil Riias ning Frieda Rosenbergi (1906–1995) tantsustuudio liikmed 1938. aastal Soomes.

\* \* \*

Eesti 1930ndate aastate väliturismi uurimise juurde sattusin ma tänu oma sugulasele Berta Tederile, kes võttis 1935 osa NMKÜ Turismiosakonna tellitud uhke reisiautobussi teisest Euroopa-reisist (Tallinn–Riia–Königsberg–Poznań–Breslau–Brno–Viin–

Veneetsia–Firenze–Rooma–Napoli–Capri–Rooma–Pisa–Genova–Milano–Innsbruck–München–Praha–Dresden–Berliin–Danzig–Tallinn). Berta pidas selle kohta päevikut ning pani kokku ka ime-lise reisialbumi. Nende alusel koostas ma 2021. aastal raamatu „Preili Berta Itaalia-reis“.

Berta isiklikku arhiivi uurides sain ka ettekujutuse turismifirma turundustööst. Kui enne 1936. aastat pöörduti püsiklientide poole kirja teel ning avaldati kuulutusi ajakirjanduses, siis alates 1936. aastast hakati välja andma reklaambrošüüre. Kõigepealt saadeti klientidele tutvustavad kirjad ja hiljem ka brošüürid, kusjuures püsiklientidel oli võimalus bussis varase broneerimise korral paremaid kohti valida. Lisaks kultuurireiside kirjeldustele anti nendes trükistes ka praktilist õpetust, mida kaasa võtta, kuidas rõivastuda, mis kuulub hinna sisse ja mille eest tuleb juurde maksta jms.



Vasakul üleval: Raamatu „Preili Berta Itaalia-reis“ esikaas. Vasakul all: Berta Euroopa reisi albumi lehekül. Keskul üleval: Berta reisipäeviku lehekül. Keskul all: Berta Teder (1905–1979). Foto: J. Riet. Paremal: Berta reis läbi 1935. aasta Euroopa.



**7 ÖPPEREISI**  
NMKÜ TURISMAUTOBUSEL

**Sõitke õppereisile**  
**NMKÜ turismitubusele!**

Berliini ja Brüsselit lääniliinile 30. mail – 14. juunil.  
Viini ja Budapesti 16. juunist – 2. juulil.  
Pariisi ja Brüsselit maalinooli suela 4. juulil – 21. juulil.  
Budapesti, Rooma ja Neapoli 24. juulil – 27. augustini.  
Venetsia, Viini ja Budapesti 30. augustil – 16. septembrini.

Väljalükkemiseks.  
**NMKÜ Turismitubus**, Tallin, Lai 1, telef. 437-15  
Olen huvitatud NMKÜ poolt korraldatavast õpperisist. (nimi)  
Palun saata mulle tasuta selle kohta lähemad teavet ja tingimused.  
Nimi \_\_\_\_\_  
Elukoht \_\_\_\_\_

1. ROMAANIA, BUKHAREST, KLOJUVA  
2. SVEITS, RIVIERA, VEVIK, VEVIK  
3. SVEITS, RIVIERA, VEVIK, VEVIK  
4. SVEITS, RIVIERA, VEVIK, VEVIK  
5. SVEITS, RIVIERA, VEVIK, VEVIK  
6. SVEITS, RIVIERA, VEVIK, VEVIK  
7. SVEITS, RIVIERA, VEVIK, VEVIK



**HUVIREISULE**  
NMKÜ  
AUTOBUSEL ja RONGIGA

REISID 1938. AASTAL

27. aprillil **ITAALIASSE**  
Kevadreis lõunasse

29. mail **BUDAPESTI**  
RIVIERASSE, SVEITSI

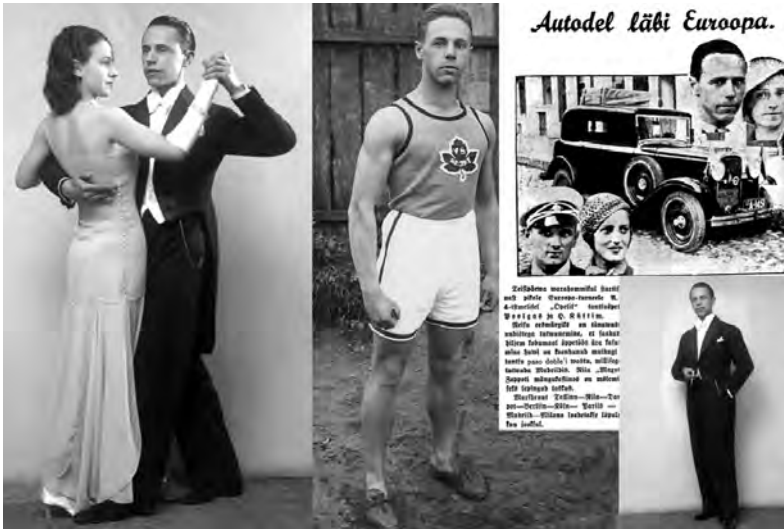
3. juulil **ITAALIASSE**  
Suur Euroopa ringreis

4. aug. **BUDAPESTI**  
SVEITSI, PARIISI

NMKÜ Turismitubus  
Suur viisid bussidele 1938. 3.02-30.03  
Tallin, Lai ktn. 1, telef. 437-15

Üleval vasakul: NMKÜ bussireiside reklaam ajalehes Esmaspäev 20.04.1935. All vasakul: NMKÜ reisirühmitaja „Huvireisule NMKÜ turismi autobusega“ (1936) esikaane detail. Paremal: NMKÜ reisirühmitaja „Huvireisule NMKÜ turismi autobusega“ (1938) esikaas.

Kui 1939. aasta määruse kohaselt pidi välismaale korraldatavate huvi- ja õppereiside puhul grupiga kaasa sõitma ka eraldi turismi-juht, siis NMKÜ bussireisidel oli juba 1935. aastal peale bussijuhi selline reisijuht kaasas. Berta reisijuhiks oli väga mitmekülgne isikus Herbert Küttim (1901–1984), kes 1920ndail aastail oli edukas sportlane (teate- ja tõkkejooksja, mitme Eesti rekordi omanik) ja spordikohtunik (kergejõustik, jalgpall, jalgrattasport). Hiljem oli ta tantsuõpetaja saavutades koos abikaasa Carmeniga 1933. aastal Pariisis võistlustel esikoha tantsuõpetajate kategoorias, ning tantsukooli ja tantsuklubi Hõbetäht juhataja. Herbert Küttim oli ka autosportlane, kes koos abikaasa ning Arseni ja Marta Poolgasega käis 1933. aastal autoreisil Milanos, Pariisis ja Madridis uusi tantsuõppimas.



Vasakul: Tantsupaar H. ja C. Küttim. Keskel: Kergejõustiklane H. Küttim. Paremal üleval: Ajalehe artikkel A. ja M. Poolgase ning H. ja C. Küttimi autoreisist läbi Euroopa. Paremal all: H. Küttim.



NMKÜ Euroopa reisi seltskonna foto ajalehe „Kurier Poznański“ 1935. aasta 28. juuli numbris.

Niisuguse suure bussiga Euroopas ekskurseerimine oli tol ajal haruldane, sest Berta kirjutab, et pidevalt tundi reisil huvi nende sõiduvahendi vastu. Ajaleht „Kurier Poznański” avaldas 28. juuli numbris ka pildi reisiseltskonnast ja bussist.





Grossglockneri kõrgalpitee avamisürituste voldik.

Reisimaterjalidest leidsin ka trükise Grossglockneri kõrgalpitee avamisürituste programmiga, sest nad sõitsid selle lähedalt mööda vaid kolm päeva enne avamist (30.07.1935).

Huvireisidel käijatel pidi tol ajal olema ka keskmisest suurem sisetulek. Berta ja tema sõbranna Ursula olid üksikud pangaametnikud, kes suutsid oma palgast reisiraha koguda. Reisi ühispassi nimekirjas oli üsnagi markantseid tegelasi: Isak Fürst (Nööbitööstuse „Mercur“ omanik) abikaasaga; Juhan Uemaa (Johan Neuman, 1903–1942), I Riigivolikogu liige ja Valga vandeadvokaat; Julianne Olbrei (1885–1973), laulja ja näitleja; Theodor Raudsepp (1892–1942), sõjaväelane, major; Ellen Soans (1900–1980), arhitekt Anton Soansi (1885–1966) abikaasa (reisil võis olla ka hr Soans, kui tal oli olemas isiklik välispass); Natalie Verhoustinskaja (1897–?), 1928 Pallase kunstikooli lõpetanud skulptor, keda Eduard Viiralt on portreeterinud (1921), ja teised.

Nagu arvata võiski, ei olnud 1930. aastatel eestimaalaste seas Euroopas turismireisidel käimine kuigi laialt levinud. Seda kinnitab ka fakt, et reisil käinud jagasid hiljem oma muljeid kaasmaalastele loengute vormis. Berta sõbranna Ursula Pohrt käis pärast

reisi esinemas Viljandi Haridusseltsi kirjanduslik-teaduslikus ringis. Sakalamaa ajalehes „OMA MAA” kirjutati 23.09.1935 sellest ja märgit, et kuulajaid oli rohkearvuliselt.



Sõbrannad ja töökaaslased Ursula Pohrt ja Berta Teder (*paremal*) NMKÜ reisiautobussi ees 24.07.1935 Nunne tänaval enne suure reisi algust. Foto: Berta Teder.

## IN MEMORIAM

---

### METSAVAHI POEG, METSAPOOLE MEES

**Rein Ratas**

**9. V 1938 – 18. IV 2022**



*Mets on kordumatu nagu inimene ise, nagu tema aeg. Ei kunagi kopeeri ta iseend, ei iialgi sarnane oma eilse päevaga. See Roheluse Riik on otsekohaselt aus. Ta on siiralt selge ja karm, samas hoolitsev ja kütkestav pakkudes kaitset ja varju. Need on mõned read oma isa 100. sünnipäevale pühendatud kirjatükist, mille all seisab Rein Ratas, metsavahi poeg (Mõtisklusi isast, 2001). Ta hindas*



metsavahtide, kelle amet meie maal 300 aastat auväärne oli olnud, tööd kõrgelt.

Armastuse looduse vastu sai Rein kaasa oma lapsepõlvkodust, mis asus Häädeemeeste vallas Kalju külas, mis varemalt oli olnud ja pärast 1977. aastat on taas tuntud Krundikülana. Väikesekäära (hiljem ametlikult Allika) talu elumaja seisis Kadaka oja kaldal, põlise männiku ääres, kus metsa- ja meremüha segunevad isekes- kis. 1938. aastal 9. mail sündis siin Feodori ja Erna Ratase esiklaps Rein. Feodor Ratase esivanemad tulid Häädeemeeste kanti *Pernau Uhlast* (Uulust). Feodor (1901–1968) oli sündinud oma emapoolse vanaisa Mihkel Jungi ehitatud majas, mis praegugi seisab Hääde- meeste aleviku servas. Reinu ema, kauni omanäolise perenimega Erna Armo(u)and (1913–1989) oli pärit Saaremaalt Kotlandi külast, kust ta oli tulnud tööle Pärnu linavabrikusse.

Rataste peres oli viis last, õed-vennad Reinust nooremad. Pikem ühine elutee sidus Reinu õe Ruthi (1945–2015) ja vend Leeviga (1947–2000). Reinu varajases nooruses oli kodus veel kolm teis- meemas poolõde, lapsed Feodori esimesest abielust. Laste ema Lud- milla oli viinud ära raske haigus.

Talul oli maad 8 hektarit, pere aga suur. Tööd tuli teha nii vanadel kui noortel. Tollele ajale ja paigale tüüpiliselt tehti ohtralt taluvä- liseid töid: talvel lõigati ja veeti metsa, tehti puutööd, püüti kala, töötati kivipurustajal ning Feodor võttis osa isegi Kablis siitkandi viimase mootorpurjeka “Neptun” ehitamisest. Rein oli elav poiss, keda jätkus igale poole. Ta oli uudishimulik ja õpihimuline. Vara- jases nooruses oli Reinule suureks eeskujuks ja heaks seltsiliseks mõni aasta vanem naabripoiss Valter Tuuling. Reinu lapsepõlvest, eriti sõja- ja sellele järgnenud aastail on pikemalt kirjutanud ajakir- janik Priit Pullerits ajalehes Postimees 2015. aastal.

Reinu vanemad olid kristlased ja nii saatsid teda juba noorusest peale piiblilood ning kaunid vaimulikud lauluviisid. Usk Jumalasse saatis ja toetas teda eluteel. Reinu Pärnu Immanueli Baptistikogu- dusse õnnistamine jäi aastasse 1956. Vanematelt pärandatud lau- lupisik saatis teda kogu elu. Reinul oli kõlav ja selge hääl. Selle eest peab ta tänama poolõdede vanaisa Allika Marti, oma lapse- põlve head kaaslast, kes poissi kõvasti rääkida käskis kuna ta hästi ei kuulnud.



Reinu sünnikoht, omaaegse nimega Väikesekäära talu. Anatoli Triboi akvarellmaal, 1991.

Sõda muutis oluliselt pere elu. Poolõed lahkusid kodunt mujale tööle, kaks neist sattusid sõjakeerises välismaale. Isast sai kolhoosi aidamees, aasta pärast esimees. Suure vahistamislainega 1951. aasta kevadel ta arreteeriti. Aasta hiljem siiski vabastati Pärnu vanglast. Sellele järgnes pereisa Feodori elus ligi 16 aasta pikkune periood, mis seotud metsaga. Algul leidis ta tööd metsatöölisena, siis metsavahina Orajõe vahtkonnas.

Reinu lapsepõlv möödus II maailmasõja ja sellele järgnenud keerulistel aastatel. Küllaltki varakult pidi ta leidma võimaluse töö kõrvalt õppimiseks. Kooliteed alustas Rein Häädemeestel. Kool asus ligi 5 km kaugusel ja seda teed käidi jalgsi. Rein oli hea õppija, kuid jõudu jätkus ka koerustükkideks. Peale Häädemeeste 7klassilise kooli lõpetamist siirdus ta edasi Pärnu töölisnoorte keskkooli (lõpetas 1957). Õppimise kõrval tuli teha erinevaid juhutöid, millest ise hindas kõrgemalt piimavedaja ametit. Viimasel aastal Pärnus töötas ta motoristina vetelpäästejaamas. Samuti tuli isa aidata metsatööl. Neid aastaid meenutas ta alati suure südamesoojusega. Siit sai alguse pühendumus metsale.

Peale keskkooli lõpetamist seadis Rein sammud Eesti Põllumajanduse Akadeemiasse metsandust õppima, kuid stuudium katkes pärast I kursust. Ta eksmatrikuleeriti “mõningate oluliste elulooliste andmete varjamise pärast”. Jah, tõesti, kirja jäi panemata poolõe Elli põgenemine 1947. aastal kalalaeval Rootsi. Õnneks leidis Rein võimaluse jätkata haridusteed Leningradis asuvas Üleliidulises Kaugõppe Metsatehnilises Instituudis, mille ta lõpetas 1964. aastal kiitusega metsamajanduse erialal. Samal ajal (1959–1965) töötas ta Tallinnas vineeri- ja mööblivabrikus mitmetel ametikohtadel töölisest kuni tsehhijuhatajani. Sellesse aega jääb ka abiellumine Siiri Rimmeliga ning nende kahe tütre sünd. Metsainseneri diplomi saamise järel töötas Rein Tallinna roheline vööndi metsamajandis metsäilemana.

Aastateks jääb Rein seotuks TA Tallinna botaanikaaiaga (1966–1990), kus tegutses keskkonna- ja metsandusalaste uurimisteedega. Siin alustas ta aspirandina ja lõpetas teadusdirektorina. Kandidaaditöö “Metsa mõju põllumajandusmaastikule Eesti NSV tasandikulise pinnamoe tingimustes” kaitses Rein 1980. aastal Tartu ülikoolis. Ka isiklikus elus toimus muutus, 1978. aastal sündis abielust Urvega poeg Jüri.

\* \* \*

2016. aastal Rein haigestus – operatsioonid, insuldid jm muutsid oluliselt ta elu – tegusale eluteele ilmus tõkkepuu. 18. aprillil 2022 lahkus Rein meie hulgast, ligi kuus aastat rasket haigust jäi selja taha. Tema ärasaatmine toimus 22. aprillil Tallinnas Oleviste kirikust. 7. mail sängitati Reinu urn Häädemeeste kalmistule.

*Arvo Järvet*

## **Rein Ratas Tallinna botaanikaaias**

Õpetatud metsamees Rein Ratas tuli Tallinna botaanikaaeda aspirandiks 1966. aastal. Olles varem töötanud metsanduse ja puidutööstusega seotud asutustes, näinud metsaküsimusi pigem tootlikkuse ja kvaliteedi vinklist, soovis ta teadusasutuses pühendada oma energia metsa kui maastiku olulise osa tundmaõppimisele süvitsi. Et jõuda probleemide juurteni, muidugi loodusteaduste vaates. Botaanikaaias

töötas ees hakkaja metsamees Malev Margus, metsanduslike küsimustega tegelesid Endel Tappo, Mart Vaus, Jüri Rauk, servamisi ka kõik Kloostrimetsa dendropargi rajajad ja teiste parkide uurijad (Aleks Paivel, Heiki Tamm jt). Maastikuliste teemadega olid rakkes Kallio Kildema ja Lembitu Aasalo, maastikku ja arhitektuuri seostas Aleksander Niine, kellest sai Reinu esimene juhendaja väitekirja koostamisel. Selles seltskonnas, üsnagi loomingulises ja vaimselt vabas õhkkonnas, hakkas oma kohta (uurimistöö täpsemat teemat) otsima ka Rein Ratas.

Esimesed erialased kirjutised ilmusid Reinul 1970. aastal, nendes käsitles ta kaitsepuistute mõju põllukultuuride saagikusele. Metsa, metsatuka, kaitsemetsa, põllukaitseriba, ökotoni ja teiste analoogide seostamisest väljaparanduse iseloomu ja põllumuldade seisundiga hakkas hargnema probleemistik, mis jäigi tema uurimistöö nurgakiviks. Õige pea, juba 1973. aastal, hakkas ta kitsamalt loodusteaduslike tähelepanekute kõrval esitama ka soovitusi metsa kui terviku väärtuse kohta ühiskonnale – see on teema, mida arutatakse Eestis ka viiskümmend aastat hiljem ja mida ei saagi lõpetada, kuni kõik metsaga seonduvad aspektid ja osapooled pole omavahel (tähtsuse järgi) kaalutud ja hinnalipikuga varustatud.

Keskkond aspirandile pidi olema igati inspireeriv ja innustav: botaanikaia kui teadusasutuse üks oluline tulemuslikkuse näitaja – kandidaadi kraadi kaitsmiste arv – küündis aastatel 1971–1974 rekordilise 12 väitekirjani. Samas võisid tööd takistada ka objektiivsed raskused: botaanikaaed oli teaduste akadeemias III järgu (st madalaima rahastusega) instituudi õigustes, laboratoorne baas ei toetanud eksperimentaalseid töid, teadusteemad kippusid olema liiga hajusad ja üldised (nt Maastike integraalse uurimise teadusliku alusena nende kompleksseks rajoneerimiseks), mistõttu ka aruanded ja artiklid käsitlesid teemasid teinekord ümmarguselt, otsekui globaalsest vaatenurgast, sageli vaid kirjandusele tuginedes. Bioloogiadoktor Liivia Laasimeri juhtimisel 1974. aastal valminud Teaduste akadeemia auditis botaanikaia tegevuse kohta eelneval neljal aastal on muu hulgas kirjas: „Hoolimata teadusliku prestiiži kasvust, pole TBA teaduslik-organisatsioonilises tegevuses üles näidatud aktiivsust, ei ole näiteks iseseisvalt organiseeritud ühtki vabariiklikku, ametkondadevahelist vm. nõupidamist, konverentsi, sümposiumi, seminari“.

Auditis on kirjas palju muudki, Rein Ratasele mõeldes on aga eel-nimetatu vast kõige olulisem. Reinu tulevaseks missiooniks (töö-võiduks) mõni aasta hiljem sai just selle vajakajäämise korvamine. Tõsi, konverentside korraldamisega alustati juba Jüri Martini direk-toriks saamisega (1978), kui nõudlikkus teadustöö osas kiiresti kasvas. Esimeste konverentside näol oli tegemist valdavalt bioin-dikatsiooni-alaste üritustega ning nendel osalejaskond hõlmas eri-ala tipp-asjatundjaid. Kui teadusala asedirektoriks sai Rein Ratas (1982) andis ta nõupidamiste suunale tugeva lisahoo, laiendades märgatavalt ürituste osalejaskonda ja ampluaad. Just teadustöö populariseerimisel ja erinevate nõupidamiste-seminaride korralda-misel avaldus Reinu kui organisatori talent. Koos Jüri Martiniga moodustasid nad tugeva, üksteist tasakaalustava tandemi, kujunda-des botaanikaia nägu läbi terve kümnendi.

Enne teadusdirektori ametit tuli aga jõuda vähemalt kandidaadi kraadini. Eks see oli ju iga aspirandi, samuti ka noorema teadusliku töötaja kohustus, mille kohta tuli igal aastal aru anda. Aleksander Niine surma järel oli Reinul raskusi juhendaja leidmisel.

Botaanikaia üsna vaba õhustiku juures oli loomulik, et Rein aitas jõudumööda kaasa ka kolleegide uurimistöele (ühised ekspedit-sioonid Arvi Paidla, August Loopmanni ja teistega näiteks Polesje soodes 1973, polaarjoone-taguses Kanini tundras 1975, Karjalas 1977, korduvalt Lätis-Leedus), proovides nii leida pidepunkte ka oma mõtetele. Näiteks on ta metsa mikrokliimaatilist (eelkõige tuulttõkestavat) mõju otsinud Nessi poolsaare tundra üleminekul metsatundraks, et võrrelda seda Nurme ja Tooma vaatlusaladega vastavalt Pärnu ja Jõgeva maakonna liiv- ja turvasmuldadel.

Head kontaktid loodi neil aastal Leedu maastikuökoloogidega (Romās Pakalnis, Kazimieras Ēringis, Karolis Jankevičius jt), kus nn väljaparanduse (põldude massiivistamise) mõju elusloodusele, äravoolule, kultuuride saagikusele, ka maastiku väljanägemisele ehk esteetikale oli paremini uuritud. Suures N. Liidus korraldati toona arvukalt põllumajandusökoloogilise kallakuga sümposioone, sealt sugenes tuttavaid ja lisandus ideid. Üleliidulisele areenile jõu-dis Rein kui autor esmakordselt 1980. aastal. Samal aastal, väitekirja kaitsmise järel Tartu ülikoolis omistati talle bioloogiakandidaadi kraad ökoloogia erialal. Kaalukamaks tulemuseks selles uurimuses



Rein Ratas ja Arvi Paidla Kanini tundra „pealinnas“ Nessim. Ilmajaama trepil ootavate seljakottide ja muu varustuse kogukaal küündis 140 kilogrammi, eesseisev rännak polaarjoont pidi 30 kilomeetrit. Foto: August Loopmann, 1975.

on vast põllupinna deflatsiooni (tuulekande) leviku täpsustamine ja selle nähtuse katseline mõõtmine, mis küündis äärmuslike olude puhul 16 tonnini hektari kohta aastas.

Et Pärnumaaga olid lähedalt seotud nii Rein Ratas, kui Lembitu Aasalo, kaugele ei jäänud ka Arvi Paidla, polegi päris juhus, et esimene TBA nn rajoonikonverents korraldati 1976. aastal Pärnus. Algselt polnud see sari kavandatud kõiki rajooni hõlmavana, aga nii see lõpuks (1991) kujunes. Rajoonikonverentside fookus oli alguses botaanikaiaiale lähedastel maastikukujunduse ja haljastuse teemadel, hiljem laienes see keskkonnakaitsele avaramas tähenduses. Rajoonikonverentside hing ja põhikorraldaja, kui esimesed välja jätta, oli Rein Ratas. Osaliste kõnepruugis olidki need Ratta konverentsid. Rein toimetas 12 teeside kogumikku 15-st ja osales igal konverentsil. Vaadates seda seeriat tervikuna, saame kokku 517 artiklit umbes 2100 leheküljel. Reinu panuseks jäi kõige selle korraldamise juures ka 23 kaastööd.



Sama hoovus, mis kandis rajoonikonverentside üritust, viis 1980. aastal ühe vahetulemusena kogumikuni „Põllumajandusmaastik Eestis“ (koostaja Lembitu Aasalo). Sellise kokkuvõtte vajadusele oli Rein viidanud neli aastat varem, rõhutades ka teiste teadusasutuste „kaasahaaramise“ vajadust. Selleski episoodis avaldus tema korraldaja-kutsumus.

Saades botaanikaiaia teadusdirektoriks jätkas Rein südamelähedase rajoonikonverentsi teemaga, käis noorematele kolleegidele pinda, kuni need (nn noorteadlastena) oma kogumikuni jõudsid (1986), organiseeris oma õpetaja Aleksander Niine mälestuskonverentsi (1985), järgmisel aastal esimese Tallinna keskkonnakonverentsi (milliseid botaanikaaed on 5-aastase intervalliga jätkanud tänaseni). Teadustööde kiirema avaldamisvõimalusena pani ta käima nn preprintide (eelretsenseerimata terviklik uurimus) sarja, mida kasutati tosinal korral. Üleliidulise kaaluga sündmusteks said põhiliselt Rein Ratase korraldatud ökoloogilise hariduse (1987) ja melioratiivse geograafia (1988) konverentsid Tallinnas.



Tallinna botaanikaiaia teadusnõukogu istungil 2008. a.

Teadusjuhina oli Rein üsna demokraatlik ja respekteris inimeste vaimseid huvisid. Et botaanikaiaia teadustegevus kippus mõne meelest liiga laiali hajuma – Antarktikast Jakuutia ning rabadest merelaidudeni – see teda ei häirinud. On meelde jäänud tema ütlus, et botaanikaaias võib iga asjaga tegeleda, kui see just päris tuumafüüsika pole. Aruanded tuli aga esitada täpselt ja sihid seada võimalikult konkreetsed.

Botaanikaaias töötamise perioodi teisel poolel kuulus Rein Geograafia Seltsi teaduslikku nõukogusse, tema eestvõttel tegutses valdavalt TBA töötajaid koondanud EGS-i maastikuökoloogia sektioon. Loomulikult osales ta neil aastail ka Eesti looduskaitse seltsi, hiljem Rohelise liikumise tegemistes. Väga hinnatud oli Reinu tegevus giidina, reisijuhina ka väljaspool koduvabariiki. Tallinna reisi- ja ekskursioonibüroo inimesed on hea sõnaga meenutanud temalt saadud õpetusi ja täpsust marsruutide koostamisel, muidugi ka Reinu kõlavat esitlust reisiseltskonnale.

Laulva revolutsiooniga kaasnenud uued tuuled kandsid Rein Ratase botaanikaaiast eemale. Mitte järsku ja mitte lõplikult, nii toimis ta veel paarkümmend aastat hiljem TBA (nüüd juba Tallinna linnasutuse) teadusliku nõukogu esimehena. Kus ametites see võimalik oli, proovis Rein oma endist töökohta ja endisi kolleege igati aidata.

*Andres Tõnisson*

## **Viimane kolmandik**

Jagades Rein Ratase elutee kolmeks pikemaks eriilmeliseks perioodiks, siis viimane neist – „Pärast botaanikaaeda“ – on tingliku algusajaga. Rein tuli avalikkusse tulihingelise looduse kaitsja, loodushoiu ja loodusvarade säästliku kasutamise eestseisjana 1980. aastatel, mil looduskaitse avardus fosforiidisõja ajal suurt avalikku tähelepanu hõlmavaks keskkonnakaitseks. Muutunud sisepoliitilistes tingimustes osutus võimalikuks hakata andma suuremal määral avalikku teavet looduskasutuse ja keskkonnaseisundi kohta, kujundada kasvatus- ja haridustööga inimeste keskkonnaalaseid väärtushinnanguid.



Paljud algatused ja ettevõtmised toimusid läbi seltsingulise tegevuse, kus Reinul oli sageli tähelepanu köitev toetaja või otsustaja roll. Rein jäi meelde väga isikupärase ütlemise ja olekuga. Ta esinemised olid nagu kuulutajale kohaselt ikka selged ja kõvahäälsed. Temas oli eriline oskus vaimu ja võimu tasanditel tegijate ühis-tegevust ellu viia, mis algas Tallinna botaanikaaias keskkonnan-kaitse konverentside organiseerimisega, millest viimane toimus 1991. aastal Järvamaal, kui ta ise oli juba teist aastat tööl Tallinna linnavalitsuses.

1980. lõpuaastail kujunes oluliseks ühiskondlikuks jõuks Eesti Roheline liikumine, mille üheks liidriks oli endastmõistetavalt Rein Ratas. Tema ettepanekul linnalooduse eripära arvestades oli asja-kohane iseseisva Tallinna looduskaitse seltsi loomine (1993), mille eelkäijaks oli ELKS-i Tallinna osakond. Eesti Kongressi liikmena tegutses ta neil aastail Eesti taasiseseisvumise nimel.

Aastail 1990–1992 oli Rein Tallinna linnavalitsuse keskkonnanõu-nik. Sealt kutsus ministriks tõusnud Andres Tarand ta keskkonna-ministeeriumi kantsleriks. Sel ametikohal oli Rein 1999. aastani, tehes ära suure töö, et arendada see ministeerium igati pädevaks ja tegusaks riigiasutuseks. Saabunud oli aeg, kui algas meie kesk-konnaseisundi tegeliku olukorra selgitamine, paljude huvigruppide kaasamine ja avalikkusele suunatud ülevaatlike trükiste väljaand-mine. Nüüd tuli lausa igapäevaselt kasuks tema hea sõnaseadmise oskus, lisaks võime tundeliselt näha ja positiivselt hinnata inimeste olemust ja nende tööd. Ta tundis paljusid ja paljud tundsid teda ning ta jagas erineval viisil toetust nii ameti- kui aatekaaslastele. Kitsa-mas ringis olid arutelud väga avatud ning asjadest räägiti otse ja õigete nimedega. Ta oli keskkonnateaduste hea asjatundja, innukas organisaator ja uute ideede tootja. Töökaaslaste poolt ka *murrangu-liste aegade kantsleriks* nimetatud Reinu panus oli oluline mitmete seaduste ettevalmistamisel, eriti võib siin välja tuua säästva arengu seadust (Riigikogus vastuvõetud 1995).

Rein Einasto meenutab Ratase suurt toetust paeliidu tegevusele, pae rahvuskivina tunnustamisel, samuti tegijana mitmetel paeüritus-tel. Ratta Reinu kaasabil õnnestus ära hoida Lasnamäe elurajooni lähedale auto-motoringraja ehitamine, asendades selle Vão Pae-pargi kaugeleulatuva kavandamisega, mis takerdus omandireformi

konarlikul rakendamisel, ning Mustamäe sanglepistiku ja klindi-  
aluste allikate kaitse alla võtmine. Oma osa oli tal ka Naissaare loo-  
duspargi rajamisel.

Pärast riigiametniku tööd oli Rein aastail 1998–2003 Eesti Põllu-  
majandusülikooli (nüüd Maaülikool) keskkonnakaitse instituudis  
säästva arengu professor, hiljem ka Euroülikoolis. Samal ajal oli  
ta tegev keskkonnaeksperti ja -audiitorina. Tallinna Mustamäe ja  
Nõmme linnaosa valimisringkonnast Keskerakonna nimekirjas  
valituna oli ta Riigikogu liige aastail 2007–2011 ning teistkord-  
selt 2015–2016, mille järel pidi haigestumise tõttu eemale jääma.  
Rein kuulus mitmel korral Tallinna linnavolikogu koosseisu ja juh-  
tis selle keskkonnakomisjoni. Eesti Geograafia Seltsile pikaajalise  
kaasaaitamise eest valiti Rein 2004. aastal EGS-i auliikmeks.



2016. aastal tegi Võru Kreutzwaldi kooli 3b klassi õpilane Karl Mokrik kollaaži Riigikogu liikme Rein Ratase näoilme, väljanägemisest ja kau-  
gele kanduvast aurast – aastarõngastena kasvanud tarkusest.

Rein Ratasega kokkupuutunud inimestele on ta meelde jäänud erksa ja elavaloomulise inimesena, kellel olid vaimukad, kohati vägagi maavillased ütlemised. Ka kantslerina oskas ta ametlikele kirjadele hinge sisse panna. Ta ei kasutanud näiteks kirja lõpus tavapärasest väljendusest nagu „lugupidamisega“. Tema kirjadele oli alla kirjutatud „kõige austusega, Rein Ratas“.

*Arvo Järvet*

## Linda Kongo

18. I 1929 – 13. IX 2022



3. septembril 2022 lahkus meie hulgast Linda Kongo (neiupõlve nimega Taevas), kes oli suure osa oma elust töötanud Eesti Loo-duseuurijate Seltsi teadussekretärina.

Linda sündis Valgemaal Helme kihelkonnas Karjatnurme külas. Tema vanemad Jaak ja Leena Taevas olid noorpõlves Taagepera mõisa teenijad. Taageperra tuli Jaak Viljandimaalt Tarvastu kandist, Leena aga Helme kihelkonna idaosast Hummulist. Taageperas nad tutvusid ja abiellusid ning rentisid mõisalt Karjatnurme külas maad talu rajamiseks. Jaak oli mõisas sepatööd õppinud ja see sai talus tema põhiliseks teenistuseks. Linda oli viielapselise pere noorim ja ainus, kes sai kõrghariduse.

Linda tahtis juba 6aastasena kooli minna, kuid teda peeti liiga noo-reks ja kooli ei võetud. Nii läks ta Karjatnurme algkooli 1936. aastal, kuid kahe aasta pärast tuli minna Ala 6klassilisse kooli, sest Karjatnurme kool pärast Alal uue koolimaja ehitamist suleti. Pärast Ala kooli jätkus haridustee Tõrva keskkoolis, kus õppimine edenes hästi. Linda ise meenutab, et ta võinuks keskkooli lõpetada

hõbemedaliga, kui oleks astunud komsomoli, sest lõpetajate hulgas oli ainult üks kommunistlik noor ja see ei mõjunud hästi kooli sel-leaegsele juhtkonnale. Linda loobus pakkumisest, olles kindel, et saab ka ilma medalita ülikooli sisse. Tartu Riiklikku Ülikooli asus Linda õppima 1947 ja lõpetas selle 1952. aastal geograafina. Hiljem on ta tunnistanud, et kui ta esimest korda Tartusse sattus, siis mõis-tis, et selles linnas tahab ta elada. Ja nii läkski.

Oma koduküla ning Helme kihelkonda jäi Linda alati meenutama. Kui Tõrva kirik-kammersaalis toimusid kodukihelkonnast pärit inimestega seotud üritused, siis oli ta seal ikka võimalust mööda kuulajaks. Samuti toimetas ta 1990. aastal taas tegevust jätkanud Mulkide Seltsis.

Erialase tööga oli Lindal tegemist juba I kursuse järel, kui juhenda-daja Endel Varep andis ülesandeks selgitada Ala kandis talude ja perenimede kujunemist. Järgmisel suvevaheajal abistas ta Karl Pär-nat rannavallide nivelleerimisel Raplamaal. III ja IV kursuse suvel oli põhitööks põllumajanduse ministeeriumi tellimisel aerofotode dešifreerimine, algul Põhja-Tartumaal, hiljem ja pikemat aega praegu-sel Pärnumaal, tol ajal Lihula rajoonis. Loodusgeograafia suu-nale spetsialiseerunud geograafiatudengite menetluspraktika oli siis aerofotode alusel põllumajanduslike majandite maakasutusplaanide koostamine. Praegu nimetatakse neid plaane nõukogude perioodi katastrikaartideks. Otsese töö kõrval koguti andmeid diplomitöö jaoks – tehti fotosid, küsitleti kohalikke elanikke, kaevude ning kruusa- ja paekarjäärde andmete põhjal määrati pinnakatte pak-sust jne. 1952. aastal kaitsti TÜ geograafia osakonnas kuus diplo-mitööd (kõigi juhendajaks Endel Varep) Lihula rajooni erinevate piirkondade geograafiast. Linda diplomitöö oli ajaloolise kihelkon-nakeskuse Mihkli ümbruse (uuritav ala ligi 200 km<sup>2</sup>) looduse, rah-vastiku ja majanduse ülevaade. Diplomitöö kõige mahukam osa oli piirkonna detailne geomorfoloogiline kirjeldus, mille põhjal Linda avaldas 1961. aastal artikli Lihula rajooni tutvustavas kogumikus.

Ülikooli lõpetamise järel abiellus Linda kursusekaaslase Agu Kon-goga, kes suunati tööle ülikooli geograafia kateedrisse vanemõpeta-jaks. Seoses abiellumisega õnnestus Lindal esialgne töölesuunamine Tallinnasse põllumajandusministeeriumisse muuta ja jääda edasi Tartusse.



26. mail 2018. aastal õnnistati sisse Karksi-Nuia lähedal Leeli külas “Mulkide Seltsi Tammemõts”. Pildil seisab Linda Kongo järgmisel suvel “Tammemõtsas” noore tamme juures, mille ta pühendas oma sepast isale Jaak Taevas’ele (1887–1950).

Esimene töökoht pärast ülikooli lõpetamist oli Lindal insenerina Tartu oblasti Põllumajanduse Valitsuse geoloogia ja geodeesia büroos. Sellel ametikohal sai ta töötada vaid kümme kuud. Siis toimus suur ümberkorraldus Eesti NSV administratiivses jaotuses – oblastid likvideeriti ja enamik ametnikke koondati, Linda sealhulgas.

*Arvo Järvet*

## Täpne ja kohusetundlik sekretär

Tööd Eesti Looduseuurijate Seltsis alustas Linda Kongo tähelepanuväärsel ajal – 1953. aastal täitus seltsi asutamisest 100 aastat. Tegelikult oli Linda TA Zooloogia ja Botaanika Instituudi hingekirjas, sest seltsil polnud rahapuuduse tõttu mingit võimalust sekretäri palgata. Seltsi presidendi ametis olnud ZBI direktor Harald Haberman lahendas sekretäri palgasaamise ära nii, et see toimis kuni nõukogude perioodi lõpuni 1991. aastal, mille järel Linda “toodi üle” oma päristöökohta.

Alguses oli vastutava sekretäri koht ELUSs ainuke palgaline töökoht, siis tuli tegeleda paljude samade töödega, mis suuremas asutuses, ainult väiksemas mahus. Linda on kirjutanud oma mälestustes: *Olin vaid kuu aega tööl olnud kui tuli esitada ELUSi rahastajale – ENSV Teaduste Akadeemiale – poole aasta bilanss. Andis nuputada, mida need raamatupidamises kasutatavad terminid tähendavad ja kuhu üks või teine arv tuleb kirjutada. Sain siiski hakkama. Mõni aasta hiljem anti juurde raamatukoguhoidja ja vanemlaborandi ametikohad ning Linda ametinimetuseks sai teaduslik sekretär. Selles ametis oli ta kuni pensionile minekuni 2005. aastani. Tema side ELUSiga ei lõppenud peale 52 tööaastat, see jäi talle tugipostiks ka edaspidi.*

Sel ajal, kui Linda oli seotud ELUSiga, vahetus seltsi eesotsas 11 presidenti, keda kõiki tuli õpetada presidendiks olema, mind nende hulgas. Mistahes seltsiga seotud probleem lahenes kiiresti, kui sellega Linda poole pöörduti. Eesti taasiseseisvumise järel õppis Linda kiiresti ära arvuti kasutamise oskuse, mis võimaldas digitaalselt toimetada trükki minevaid käsikirju ja aruanded ning pidada e-posti teel kirjavahetust seltsi liikmetega. Jätkuvalt oli ta ühenduses sarnaste seltsidega Rootsis ja Soomes, ka mitme baltisakslaste järeltulijaga.

Juba ELUSs töötamise algusaastail tundis Linda huvi loodusteaduste ajaloo vastu. Ta esines ettekannetega konverentsidel ja avaldas lisaks seltsi tegevust kajastavatele paljudele lühiartiklitele uurimuslikke teadusajaloolisi ülevaateid. 1975. aastal avaldas ta artikli “Loodusuurijate Seltsi tegevuse esimene poolsajand (1853–1903)”,



1978.a põhiosa raamatus “125 aastat Eesti Loodusuurijate Seltsi” ja 1980. aastal “Loodusuurijate Seltsi tegevuse teine poolsajand (1903–1953)”. 1987 ilmus Linda Kongo sulest venekeelne monograafia “История исследовательских работ по естественным наукам в Эстонии в период до 1917 г.”, mille põhjal ta kaitses geograafiakandidaadi kraadi Moskvas NLiidu Loodusteaduste ja Tehnika Ajaloo Instituudis 1989. aastal. Kuna sel ajal oli teadusteajaloo alast väitekirja võimalik kaitsta ainult Moskvas, siis võttis Lindal kaitsmisele jõudmine aega mitu aastat, sest kraaditaotlejate järjekord oli lihtsalt pikk. Seejuures pidi igal aastal esinema Moskvas toimuval loodusteaduste ajalugu käsitleval konverentsil. Raamatus on käsitletud ka Eesti iseseisvusaja (enne II maailmasõda) loodusteaduslikku tegevust, siis pidi TA akadeemiksekretär Moskvas aru andma, kas see ei sisalda midagi kahtlast.

Linda 80. juubeliks ilmus 2009. aastal trükist brošüür “Linda Kongo. Bibliograafia 1957–2008”, kus on kirjas tema lühike elulugu, trükkis ilmunud tööd ning käsikirjad ja ettekannete temaatika. Tema 257 nimetusest bibliograafia sai pärast seda veel väheke täiendust. Linda viimaseks pikemaks ülevaateartikliks jäi koguteose “Setomaa” I köite osa “Setomaa looduse uuritus”. Linda viimaseks suuremaks kirjatööks jäi Saksa-Eesti kohanimede e-raamat, mis ilmus ELUSi sariväljaande Abiks Loodusevaatlejale 100. numbris.

Arvan, et üks ilusamaid päevi Linda elus oli 2003. aastal ELUSi 150. aastapäeva tähistamine ja kui ilmus tema üksikasjalik raamat pealkirjaga “Eesti Looduseuurijate Seltsi 150 tegevusaastat: 1853–2003”. See on põhjalik käsiraamat kõigile, kes soovivad tutvuda Eesti kõige pikemalt pidevalt tegutseva seltsi ajalooa.

Kohtusin Lindaga esimest korda 1972. aastal, kui astusin seltsi liikmeks ja olin üllatunud, et keegi minu jaoks nii kõrge ülemus võib olla väga sõbralik ja lahke. Kui pärast Eesti taasiseseisvumist uuesti temaga jutule sain, siis soovitas ta meil Märta Rahiga luua seltsi raames täppisteaduste sektsioon, toetudes seejuures inimeste veel vaibumata huvile kosmoselendude vastu. Nii me tegimegi ja sektsioon pidas mõnda aega isegi vastu.

Linda vaibumatut tööd Eesti looduse uurimisel ja kajastamisel ei jäetud tähelepanuta. Eesti Teaduste Akadeemia andis talle Karl



Ernst von Baeri mälestusmedali 1980. ja akadeemia medali 1999. aastal. Vabariigi President Lennart Meri autasustas Lindat 2001. aastal Valgetähe IV klassi teenetemärgiga. 1989. aastast oli ta ELUSi auliige.

*Tõnu Viik*

## METEOROLOOG JA LENDURITE ÕPETAJA

**Milvi Jürissaar**

**8.02.1935 – 2.03.2023**



Milvi Jürissaar (enne abiellumist Kõu) sündis 8. veebruaril 1935. aastal. Ta oli pere esimene laps; hiljem sai ta ka õe ja venna. Esimesed paar eluaastat oli Milvi kodu Adaveres, hiljem koliti Kiigevere külas olevasse Kangro tallu Imavere vallas, mis tol ajal kuulus Viljandi maakonda. Isa õhutas Milvit õppima ja raamatuid lugema, tegi selgeks kaardimõõdu ja plaanide joonestamise. Juba algkoolis selgitas isa temale sademete teket, pilvede põhiliike ja kliimavöötmeyid. Ema õpetas tüdrukule kodutöid ja elus hakkama saamist.

Milvi koolitee algas 1943. aasta sügisel Imavere 6klassilises algkoolis. Lõpetas kooli kiitusega 1950. aasta kevadel. Aastatel 1950–1954 õppis ta Viljandi pedagoogilises koolis, mille lõpetas samuti kiitusega ja sai sellega õiguse astuda sisseastumiseksamiteta kõrgkooli. 1954. aasta augustis alustas Milvi tööd Puka keskkoolis algklasside õpetajana, kuid õpetajatöö talle ei meeldinud.

## Meteoroloogiks õppimine

1955. aasta sügisel asus Milvi õppima Tartu Riikliku Ülikooli geograafia osakonnas. Ta oleks soovinud õppida geoloogiat, kuid tol aastal geoloogiasse vastuvõttu ei toimunud. Kuna ta elas õpingute ajal erakorteris, ei puutunud ta vabal ajal kursusekaaslastega kokku. Oli tõsine, tark ja elukogenum õpingukaaslane. Esimese suvise õppepraktika ajaks sai meie kursuse eluasemeks laokile jäetud Sangaste loss. Ühise töö ja vaba aja veetmisel selgusid huvid ja oskused, avanesid iseloomud. Milvi osutus tegusaks ja seltsi armastavaks kaaslaseks, heaks kokaks, möödunud aegadest lugude jutustajaks ja mitmesuguste vigurite väljamõtlejaks. Edaspidi selgus veel, et teda huvitas kunst, kirjandus ja reisimine. Tal oli väga hea mälu, võis meenutada ka ammuseid sündmusi piasiajadeni.

Sel ajal õpetati suure liidu ülikoolides Läänemerest Vaikse ookeanini, välja arvatud mõned tippülikoolid, geograafiat ühtsete kohustuslike õppeplaanide ja aineprogrammide järgi. Tartus oli võimalik seda teha füüsilise ja majandusgeograafia erialal. Esimene suur kõrvalekalle senisest oli klimatoloogia-meteoroloogia eriharu loomine 1956/57. õppeaasta teisel kursusel. 9liikmelisse rühma, mille erialast õpet hakkas korraldama astronoomia ja geofüüsika kateeder dotsent Helene Liidema (1899–1996) ja vanemõpetaja Herman Mürgi (1908–1988) isikus, läks ka Milvi. See oli kursuse tugevaim rühm – neist kaks olid keskkooli lõpetanud kuldmedali ja kolm hõbemedaliga. Ülejäänutest erinevad ained olid algul kohe kaks semestrit kõrgemat matemaatikat ja füüsika.

Jaanipäeva eel sõitsid klimatoloogid Tooma soojaama ilmavaatluste tegemist ja andmete töötlemist õppima. Üks salm Toomal kollektiivselt loodud laulust:

*Vaatlusväljak mineraalil kui ka soos.  
Termograaf ja hügrograaf on onnis koos.  
Kuivad-märjad termomeetrid,  
šiftid ujuvad meil eetris,  
taeva all on varda otsas tuuleroos...*

Eesti ainsas soojaamas oli kaks meteoväljakut – üks mineraalmaal ja teine rabas. Mõlemas kohas mõõdeti õhutemperatuuri, niiskust, sademeid, temperatuuri maapinnal ning 5, 10, 15, 20, 40, 80, 160

ja 320 cm sügavusel. Esimeses registreeriti lisaks veel tuule suund ja kiirus ning päikesepaiste kestvus. Rabamarsruudil mõõdeti vastavates kaevudes rabaveetaset. Tehti ilmavaatlusi, töödeldi saadud andmeid ja kirjutati uurimistöö tarbeks käsikirjalistest tabelitest varasemate aastate vaatlusandmeid välja. Tol ajal olid üldistatud vaatlusandmed salastatud ja meteoroloogia aastaraamatuid, nagu seda tehti enne sovetiaega, ei avaldatud. Salajane oli ka 1954. aastal ilmunud venekeelne NSVLi kliimateatmiku (kokku 606 lk) Eesti õhutemperatuuri ja sademete köide.

III kursusel oli tunniplaanis juba palju erialaaineid – arvestus tuli teha agrometeoroloogias, klimatoloogiliste ja hüdrooloogiliste andmete töötlemise meetodikas ning mikroklimatoloogias, eksamid olid klimatoloogias ja mikroklimatoloogias. Kõik kolm arvestust võttis vastu ja mõlemaid eksameid hindas dots H. Liidemaa. Veel oli arvestus dünaamilises meteoroloogias ja hüdroomehhaanikas, nii arvestus kui eksam meteoroloogias ja klimatoloogias. Mõlemat ainet andis H. Mürk. Jätkus ka kõrgem matemaatika, mis lõppes kevadel eksamiga. Erialase suvise praktika, mida tol ajal nimetati menetluspraktikaks, sooritas Milvi koos rühmakaaslaste Lembit Inti ja Malle Sallastega (üks käesoleva meenutuste autoreid) NLiidu meteoroloogia juhtasutuse – Leningradis asuva Vojeikovi nimelise Geofüüsika Peaobservatooriumi mikrokliima ekspeditsioonil Valdai kõrgustikul. Nad jõudsid aga Leningradi varakult enne välitöödele sõitmist. *Esimesel ööl pandi meid magama Budõko [rahvusvaheliselt tunnustatud klimatoloog, sel ajal GPO direktor] kabinetti (nahkdiivanile ja tugitoolidesse), selle organiseeris akadeemiku sekretär ise. Kui avaldasime imestust, kuidas nad julgevad võõrad inimesed majutada nii tähtsa isiku kabinetti, ütles Olga Petrovna, et eestlased on ausad inimesed ja oleme veendunud, et nad midagi paha ei tee. Järgmised ööd magasime meteoroloogide tööruumides välivooditel.* /Milvi kiri 2017./ Enne välitöödele sõitmist õpiti linnalähedases geofüüsikute keskuses Vojeikovos tundma uusi mõõteriistu ja harjutati aktinomeetriliste ja meteoroloogiliste vaatluste tegemist.

Mikrokliima ekspeditsiooni laagripaigaks sai Jaželbitsõ küla Novgorodi oblastis Valdai kõrgustiku loodeserval. Vaatlusväljakuid oli kolm: üks orus, teine põhja-, kolmas lõunaveerul, lisaks marsruudid. Valvekorras oldi kahekaupa 24 tundi järjest, päevasel ajal

pidi üks kohal olema, teine võis ära käia (külas, poes, söömas vm). Vaatlejate peavarjuks oli püsti pandud telk. Muidu elati koos kooli internaadi majas. Valvekordade vahel oli 48 tundi vaba aega, mille jooksul tuli välja magada, andmed töödelda ja tabelitesse kanda, igapäevase olmega tegelda. Ekspeditsiooni lõpus korraldati ekskursion Valdai hüdroloogiajaama.

IV kursusel oli eriala ainetest küllalt mahukas sünoptiline meteoroloogia, mida luges dots H. Liidemaa ning milles oli ette nähtud kaks arvestust ja eksam. Kursusetöö kirjutas Milvi eelmisel suvel Venemaal Valdai mikrokliima uurimise ekspeditsioonil kogutud andmete põhjal. IV kursuse suvise menetluspraktika tegi ta taas Geofüüsika Peaobservatooriumi mikrokliima uurimise ekspeditsioonil, seekord Taga-Baikalimaal Tšitaa rajoonis, Tartust kaaslasteks Lembit Int ja Kulla Hellit (meist järgmise kursuse klimatoloog).

Viimasel ülikooliaastal tuli õppida veel aeroloogiat ja valitud peatükke meteoroloogiast. Diplomitöö kirjutas Milvi Siberi ekspeditsioonil saadud andmete põhjal teemal „Temperatuuri vertikaalne jaotus Taga-Baikalimaa tingimustes Verh-Narõmis“ (41 lk + 17 joonist ja 2 lisa), juhendas dots H. Liidemaa. Töös käsitletakse ekspeditsiooni ajal kolmes mikroklimaatilisel erinevas kohas tehtud aktinomeetriliste ja meteoroloogiliste vaatluste andmeid. Uurimuse põhiosa moodustab erinevatel kõrgustel (0,2–15 m maapinnast) mõõdetud õhutemperatuuri näitude ehk õhutemperatuuri vertikaalse jaotuse analüüs erinevate ilmaolude korral.

1960. aasta kevadel oli riiklikus suunamiskomisjonis kohtadele määramine. Selgus, et kõikidele meteoroloogidele-klimatoloogidele erialast töökohta ei pakuta, seevastu haridusministeerium nõudis palju õpetajaid. Milvi taheti saata õpetajaks Haapsalu rajooni. Tal aga puudus kutsumus õpetajatööks, oli ju seda ametit saanud proovida juba enne ülikooli. Milvi keeldus õpetajaks hakkamast, ei andnud suunamislehele allkirja, ainsana kursuselt. Ta oli nõus töötama vaid valitud erialal. Meteoroloogia-klimatoloogia eriharu lõpetas kaks järjestikust lendu, kokku 12 inimest.

## Tööaastad

Bürokraatiaga võideldes hakkas Milvi endale meelepärast töökohta otsima. Selle sai ta 1950. aastast Ülenurmel paiknevas Tartu avio-meteoroloogiajaamas. 1960. aasta sügisest alustas ta tööd jaama juhatajana. Meteoväljak mõõteriistadega paiknes lennuvälja ääres, tööruumid olid selle tarvis ümber korraldatud vanas talumajas. Tavapäraste meteoroloogiliste vaatluste kõrval oli selle jaama ülesandeks lennujaama ilmaandmetega teenindamine. Näiteks lasti üles sonde pilvede alumise piiri kõrguse määramiseks või tuule suuna ja kiiruse selgitamiseks kõrgemates õhukihtides. Oli hea koostöö lenduritega, kes käisid sageli enne väljalendu ilmajaamas lisainfot saamas. 1963. aastal hakati Tartu lennujaama lendurite jaoks ka ilmaennustusi andma. Vaatlejatele lisaks töötasid jaamas tehnikud, insener-sünoptikud ja radistid. Kõrgemalt poolt algatatud ilmajaamade võrgustiku ümberkorralduse käigus koondati kolme aasta pärast sünoptikaga seotud töökohad, ilmaennustusi hakati saama Tallinnast. Jaam jätkas meteoroloogiliste ja aeroloogiliste vaatluste tegemist. Kui 1981. aastal avati uus reisiterminal, kolis sinna ka ilmajaam.



Milvi vaatlusväljakul heliograafi kontrollimas ja valmistumas sondi ülesse saatma.

Rahapuuduse tõttu sulges Eesti meteoroloogia ja hüdroloogia instituut 1996. aasta lõpus Ülenurmel asunud Tartu nime all töötanud ilmajaama. Et ilmavaatlusi jätkav Tõravere aktinomeetriaam jäi lennujaamast liiga kaugele, oli viimane sunnitud järgmise aasta 1. jaanuarist võtma suletava jaama enda koosseisu, aga töötajate arvu vähendama. Ülemineku järel jäi Milvi esialgu edasi jaama juhatajaks. Milvi töötas jaama juhatajana 37 aastat, 1960–1997.

Igapäevase töö kõrval tundis Milvi vajadust vaatlustulemuse ja üldse ilmaga seotud huvitavaid või erakordseid nähtusi ajakirjanduses tutvustada. Nii ilmusid ajalehtedes lõppenud kuu ilmaülevaated. Eriti paelusid teda pilvede äärmine mitmekesisus ja ilu. Aastail 1997–1999 avaldas Eesti Loodus kümme kord tema artiklit eri liiki pilvedest.

Milvile meeldis reisida. Ta tegi kursusega kaasa Kagu-Eesti ja Peterimaa reisi, ringsõidu Mandri-Eestis, Saaremaa matka, ekskursiooni koos raske matkaga Koola poolsaarel, menetlusekursiooni Kaukaasiasse, mille üks osa oli mägimatk, teine pool tutvumine Gruusia, Armeenia ja Aserbaidžaaniga. Sama reisi käigus peatuti nii minnes kui tagasi tulles mitu päeva Moskvast. Ülikoolis õppimise ajal sai palju kordi käia Leningradis, viibida suvepraktikatega seoses Valdai kõrgustikul ja Taga-Baikalimaal. Hiljem, kui ta töö oli seotud lennundusega, kasutas ta võimalust teha lennureise paljudesse kohtadesse, esialgu raudse eesriidega piiratud alal, pärastpoole vabas Euroopas.

## Lendurite õpetamine

1990. aastal hakati Eestis poole sajandi pikkuse vahe järel eesti keelset lennundusharidust andma. Nõo keskkoolis avati lennundusõppe klass. Lendurite ja üldse lennuspetsialistide jaoks olulise aine – lennundusmeteoroloogia õpetaja oli kogenud asjatundja Milvi näol ligidalt võtta. Esimesed 16 Eestis koolitatud ametlendurit lõpetasid Nõo kooli kolme aasta pärast. 1993. aastal asutati Tartu Lennukolledž (2008. aastast Eesti Lennuakadeemia). Ligi 30 aastat õpetas Milvi seal ja veel mitmesugustel lendurite täienduskursustel lennundusmeteoroloogiat. Milvi oli oma tööst vaimustunud.

Püsiva jälje meteoroloogia õpetamisse jättis Milvi õpikute koostamisega. Loengumaterjalidest välja kasvanud raamat „Meteoroloogia. Õpik era- ja ametlenduritele“ (1998, 187 lk) oli esimene selle suunaline õpik eesti keeles. Veidi üle poole raamatust on tavapärase ilmateaduse käsitlus. Ülejäänu hõlmab põhjalikum sünoptiliste kaartide koostamise ja kasutamise ning lennuliiklusele ohtlike meteoroloogiliste nähtuste selgitamine. Lisas on mitmesuguste ilma ja lendamisega seotud sünoptiliste koodide selgitamine ning tekstis esinevate meteoroloogiliste mõistete inglise–eesti sõnastik. Huvitav on viimast võrrelda varasemate meteoroloogia õpikute omadega. Meie esimese, oma aja kohta põhjaliku – Voldemar Kurriku „Meteoroloogia ehk ilmateaduse õpetuse“ (1924, 192 lk) lõpus oli mõistete eesti–saksa sõnastik ja 1964.a põllumajandustehnikumidele mõeldud Karl Põikliku koostatud „Üld- ja agrometeoroloogia“ (767 lk) lõpus eesti–vene sõnastik. Igal ajal on oma laul!

Lennundusmeteoroloogias kasutatavate koodide ja sünoptiliste kaartide koostamise eeskirjade muudatused ning ainekava laiendamine tingisid õpiku ümberkirjutamise. Mahukam „Meteoroloogia“ (2011, 245 lk) erineb esmaväljaandest veel selle poolest, et nüüd on ta mitmevärvitrükis – joonised, fotod ja teksti esiletoomised teevad õpiku kasutamise kergemaks. Iga peatüki lõpus on kordamisküsimused ja ülesanded.

Kahe meteoroloogiaõpiku trüki vahepeal ilmus esmakordselt eesti keeles spetsiaalne „Lennundusmeteoroloogia“ (2007, 247 lk). Selles on põhirõhk pandud lendusid mõjutavatele meteoroloogilistele



Milvi Jürissaare kirjutatud õpikud.



teguritele nagu õhutihedus, tuul, ohtlikud nähted, ja muudele lendamisega kaasnevatele ohtudele. Viiendiku raamatu mahust haarab lennundusmeteoroloogias kasutatavate teadete ja prognooskaartide selgitamine. Raamat on graafikute ja valemite rikas. Lisas on toodud ka ligi 50 fotoga pilveatlas. Õpiku esitlemisel autasustas kolledži rektor Milvit teeneteplaadiga.

## Milvi Jürissaare valikbibliograafia

### Õpikud

**Jürissaar, M.** 1998. Meteoroloogia. Õpik era- ja ametlenduritele. Tartu Lennukolledž. 187 lk.

**Jürissaar, M.** 2007. Lennundusmeteoroloogia. Õpik pilootidele, lennujuhtidele ja lennundusmeteoroloogidele. Tartu Lennukollež. 247 lk.

**Jürissaar, M.** 2011. Meteoroloogia. 2. täiendatud trükk. Tartu, Eesti Lennuakadeemia. 245 lk.

### Artiklid

**Kõu, M.** 1962. Ebatavaline loodusnähtus. – Edasi, 25. aug.

**Jürissaar, M.** 1978. Lennukitelt nähti vesipükse. – Eesti Loodus, 3, 152–154.

**Jürissaar, M.** 1979. Paduvihm Tartus. – Eesti Loodus, 8, 528–530.

**Jürissaar, M.** 1980. Tunamullune külm talv. – Eesti Loodus, 12, 755–757.

**Jürissaar, M.** 1981. Öökülmad Tartu ümbruses. – Eesti Loodus, 9, 586–590.

**Jürissaar, M.** 1993. Palju päikest ja rekordsoe Tartus. – Eesti Loodus, 8, 264.

**Jürissaar, M.** 1997. Pilved – meie igapäevased kaaslased. – Eesti Loodus, 6, 266–267.

**Jürissaar, M.** 1997. Rünksajupilved. – Eesti Loodus, 8/9, 378–379.

**Jürissaar, M.** 1997. Kihtsajupilved. – Eesti Loodus, 11/12, 493–494.

**Jürissaar, M.** 1998. Kihtpilved ja hall talveilm. – Eesti Loodus, 1, 37–38.

**Jürissaar, M.** 1998. Kihtrünpilved. – Eesti Loodus, 3, 140–142.

- Jürissaar, M.** 1998. Kõrgrünpilved. – Eesti Loodus, 8, 374–375.
- Jürissaar, M.** 1999. Kõrgkihtpilved. – Eesti Loodus, 1, 26.
- Jürissaar, M.** 1999. Tulbid ja Amsterdam. – Eesti Loodus, 2/3, 86–87.
- Jürissaar, M.** 1999. Kiudpilved. – Eesti Loodus, 4, 140.
- Jürissaar, M.** 1999. Kiudrünpilved. – Eesti Loodus, 6, 241.
- Jürissaar, M.** 1999. Kiudkihtpilved ja halo. – Eesti Loodus, 8, 337–338.
- Jürissaar, M.** 1999. Eelmise aasta rikkus vihmane suvi. – Postimees, 2. veebruar 1999.
- Jürissaar, M.** 2000. Raheterad kui kanamunad. – Eesti Loodus 9, 357–358.
- Jürissaar, M.** 2001. Vikerkaar. – Eesti Loodus, 6, 250.
- Jürissaar, M.** 2005. Pilved – meie igapäevased kaaslased. – Veismann, U., Veskimäe, R. (toim.). Universum valguses ja vihmas. Tallinn, 200–212.
- Jürissaar, M.** 2006. Pilveaubits. Pilved – meie igapäevased kaaslased. Riiklik Looduskaitsekeskus.
- Krüüner, T., **Jürissaar, M.** 2010. Lennusõit on ajavõit – Miks seisavad kured ühe jala peal? Ja veel 100 huvitavat küsimust. – A. Olesk (toim). Tallinn, 105–106.
- Jürissaar, M.** 2016. Lennujaam alustas taluhoones ja põllul. – Tartu Postimees, 3. juuni 2016.

*Malle ja Heino Mardiste*

## IKKA TÄHTEDE POOLE

**Erna Annuka**

**26. III 1930 – 25. III 2023**



Möödunud kevadel meie seast lahkunud Erna Annuka elukaar järgis põlvkonnale omast üldist trajektoori. Seda rada tähistasid maainimeste taludest kolhoosi ja maalt linna siirdumine, uute vabrikute kiirkorras rajamine, kõrgkooli-järgne töökohale suunamine, raskused piiri taha pääsemisel, töökohustus, korterijärjekord, defitsiidimajandus, küllap aga ka lootus helgemale tulevikule ja rõõm väiksematest kordaminekutest.

Erna Annuka oli pärit Viru-Roela lähedasest Metsavahi külast (Rünga küla tänases Vinni vallas). Tema vanemaid võis varasema jaotuse kohaselt lugeda talurahvaks, hilisema järgi maatöolisteks. Ta õppis kohalikus Roela algkoolis, lõpetas 1949. aastal kuldmedaliga Rakvere keskkooli ja astus samal aastal Tartu ülikooli geograafiat õppima. Ülikooli lõpetas ta 1954. aastal koos 17 kaaslasega, kellest paljudega jätkus ühiseid ettevõtmisi ka tulevasel eluteel. Kuna diplomiga geograafe nappis ka õppejõudude seas, tuli esimestel sõjajärgsetel lendudel täita sõjast tingitud tühimik ehk toetada maateaduste õpetamist ja rakendamist suhteliselt suurema

isikliku panusega. Erna kursusekaaslastena paistsid hiljem erialaliselt silma Marksood (Ann ja Ago), Eha Sillam, Endel Hang, August Loopmann, Väino Roose, Aino Mihkelsoo, õed Rømmelid (Liivia Mets ja Luule Veering). Erna diplomitööks sai ajalooline ülevaade **“Eestikeelne geograafiline kirjandus enne Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni 1818–1917”**, juhendajaks hilisem, küll lühiajaline kolleeg Taimo Rea.

Kaudsete vaatluste alusel võib oletada, et Erna oli üks viks ja korralik üliõpilane, kes kohusetundlikult pidi vastu võtma ka suunamise kooli, mis (samuti kaudsete vaatluste alusel) tema temperamendiga ju väga ühtida ei saanud. Igatahes esitab rajoonileht „Punane Täht“ oma reipas nupukeses (23. oktoober 1954) Ernat nii nimeliselt kui pildil ühena kuuest Väike-Maarja keskkooli saabunud noorest ja entusiastlikust õpetajast. Suur pluss asja juures oli muidugi kodu lähedus. Linnulennult jäi vanematekoju 15 km. Teerada sinna viis läbi Lebavere metsa, möödudes ka (tänapäevaks taastatud) metsavenude punkrist.

Ei tea, mis oli see miski, aga Erna ei soovinud tähtaja lõppedes koolis jätkata. Ei tea ka oludest Metsavahi külas – küllap tahtis ülikooli kogenud noor õpetajanna ikkagi tõsisemat eneseteostust, igatses ehk suuremat seltskonda, õpingukaaslast. Ei tea. Igatahes oli Erna edasine elu seotud õpitud eriala või selle lähedaste valdkondadega. Et hulk tuttavaid töötas juba hüdrometi süsteemis, sai ta nende soovitusel klimatoloogi ja meteoroloogi koha hüdrometi observatooriumis Tallinnas. Selle järel, 1967. aastal liikus ta spetsialisti kohale statistika keskvalitsuses. Vähetähtis polnud selles vahetuses ehk korteri saamise lootus, tööülesanded ise ei saanud olla kuigi innustavad. Ettevalmistus 1970. aasta rahvaloenduseks oli käivitatud, Erna asus tegelema ankeetide ja külanõukogudega. Kohusetundliku inimesena viis ta statistikas oma ülesanded lõpuni, ehkki oli selge, et liigne raamistus talle ei sobi ja see miski vaatas ringi enama järele.

Rööbiti statistikavalitsusega sai Erna kohakaaslusega tööd Teaduste Akadeemia Tallinna botaanikaaias. Ta praktiseeris seal paar aastat ennegi, koosseisulise insenerina alustas aga 1971. aastal. Nimetatud asutus oli (veel) laienemise faasis, järjest kaitsti väitekirju. Kloostrimetsas olid ees ootamas Luule Veering – hea tuttav ülikooli

ja hüdrometi päevist ning Leida Saaver – ülikooli- ja Pandivere kaaslane. Enam-vähem samal ajal liitusid botaanikaaiaga veel kaks ülikooli- ja hüdrometi-tegelast: August Loopmann ja Helve Tuulmets. Järgmised 15–20 aastat töötati viiekesi koos, ühe lülina maastikuliste uurimiste alal.

Botaanikaaias oli 1969. aastal moodustatud maastikuteaduse töörühm maastikuarhitektuuri ja haljastuse sektori koosseisus, mille juhataja Kallio Kildema (1926–1980) teadis oma alluvaid juba aastate tagant. Ta oli ju ülikoolis olnud nende õppejõuks ja, pea olematut vanusevahet arvestades, ka muidu kaaslaseks. Kildema töörühm asus uurima maastike antropogeenseid muutusi seoses keskkonna probleemistikuga. Objektidena saab nimetada jääksoid (Arvi Paidla), mineraalsete maavarade karjääre (Leida Saaver, Aarne Poom), tööstusmaastikke laiemalt. Kahes viimases lõigus leidis rakendust ka Erna Annuka, esialgu Kildema abijõuna, edaspidi juba iseseisvaid ülesandeid sõnastava uurijana. Maastikuteaduse töörühma kuulus 1975. aastal 11 töötajat, kes näiteks 1970–1973 avaldasid kokku 147 nimetust uurimusi. See arv sisaldab ajastule iseloomulikult ka käsikirju, mida oli vaid veidi vähem kui trükkis ilmunud kirjutisi. Selline arvepidamine peegeldas avaldamisvõimaluste nappust, osalt ka olukorda, kus tehti mitmeid tellitud (aga trükkiks raskepäraseid) rakendusuuringuid. Hiljem liikus töörühm keskkonnauuringute sektori (juhataja Andres Tarand) koosseisu.

Tugeva tõuke iseseisva teadustöö suunas sai Erna osalemisest XXIII rahvusvahelisel geograafiakongressil ja sellele järgnenud VIII kartograafiakonverentsil 1976. aasta suvel Moskvas. Kartograafia foorumil olid oma tehnikaga esindatud ka juhtivad lääneriikide firmad, kes tegutsesid kaartide koostamise alal. Olukord Nõukogude Eestis oli selles vallas samal ajal mõistagi nutune, ega neid uuritud maastikke ju kuigi äratuntavalt kujutada saanud. Kaks nädalat Moskvas, oma eriala nõ eesliinil – see avaldas mõju ja innustas.

Suuremaks tööks, kus Erna juba suuremat vastutust kandis, sai Kirde-Eesti karjäärade inventuur koos kasutussoovitustega (1978). Koos Kildemaga alustati Maardu karjäärimaastiku uurimist, asus ju see üsna botaanikaia lähedal ning pakkus oma mastaabi ja dünaamikaga mitmesuguseid lähenemisvõimalusi. Omal ajal keskkonnareostuse sünonüümiks jõudnud Maardu fosforiiditehas oli

kurikuulus oranžika rebasesaba (väävlirikas toss kõrgest korstnast) ja punase veega oja (püriidirikas Kroodi) tõttu. Tehase 30 aastat laienenud karjäärid olid juba neelanud ajaloolise Maa-Kallavere ja suure osa Võerdla külast ning haukasid Rebala loopealseid. Maardu järv toimis tehase veereservuaarina, kunagise lindude kaitseala asemele rajati Uudeküla lahte Muuga sadamat. Suured muutused maastikus toimusid kõigi silme all, nende kirjeldamine, rääkimata seirest või prognoosist olid aga alles lapsekingades. Seda enam, et Maarduga seotud keskkonna-andmed kandsid enamasti templit „Ametkondlikuks kasutamiseks“. Fosforiidisõjani jäi veel tosin aastat ja ega toona Maardu tehase mõttekust arutatud. Kogu ettevõtmise majanduslik absurdus selgus hiljem, keskkonnakahjust rääkimata.

Erna proovis neis tehnogeensetes (selle aja moesõna) protsessides luua oma süsteemi. Pärast Kallio Kildema surma jätkas ta iseseisvalt Maardu tehismaastiku teemaga, sihiks väitekirja koostamine. Loomupärane tagasihoidlikkus, kõhklused ja kahtlused, arenenud enesekriitika toitsid ehk tema algset soovi piirduda geograafia lihtsamate küsimustega – kui me vaatame kasvõi ilmunud tööde nimestikku. Seni oli Erna püsinud Kildema varjus ja tegelenud eneseharimise ja taustainfo kogumisega, nüüd tuli tal aga hakata ise ennast tõestama. 53aastaselt valiti ta Tallinna botaanikaia nooremteaduri ametikohale.

Botaanikaia vaba mõttevahetuse foorumiteks kujunesid neil aastail taliseminarid – nädalakene kuskil suusabaasis koos õhtuste diskussioonide ja muu juurdekuuluvaga. Neid seminare võeti väga tõsiselt. Kuni selleni välja, et päevakava kinnitas teaduste akadeemia vastav akadeemik-sekretär. Just oma kolleegide ees esinemine on üks tõsine töö, kus pole võimalik otse lõigata. Kui esimestel seminaridel osales Erna vaid kuulajana, siis alates 1982. aastast astus ta kolmel neist üles ettekandega, mille pealkirjad peegeldavad hästi tema erialaseid huvisid: Maastiku areng Eduard Markuse käsitluses; Maardu tööstusmaastiku uurimine; Kaardi kasutamine maastike uurimisel. Hiljem oli rohkem tööd väitekirja kallal ja ka taliseminari publik ehk noorepoolne.



Välitööl Kroodi oja suudmealal, 1976. Siin asub täna Muuga sadam. Foto: Kallio Kildema.

Erna Maardu uurimused olid mitmekülgsed: tööstusmaastiku (maakatte) ajalooline muutumine, okaspuude saastetaluvus, õhu- ja vee- saaste levik, reostatud pinnase mikrofloora. Viimase lõigu juures oli abiks mikrobioloog Oolu Rõõs (1933–2014), saastetaluvuse juures metsamees Jüri Rauk. Kus võimalik, rakendati botaanika- ja kolleegide, selgitamaks näiteks puude kasvukiiruse ja tehnogeensete alade renaturalisatsiooni küsimusi. Sel ajal nimetati sellist tegevust ka maastike (või siis koosluste ja liikide) antropotolerantsuse uurimiseks. Esmalt valiti välja, kirjeldati ja tähistati kuus vaatlusala (transekti). Need asusid endises karjääris, mida järk-järgult (1962–1987) metsastati ja mis paiknesid eri kaugusel (1–5 km) Maardu tehase korstna suhtes, pakkudes nii head ainet uute kasvukohtade või koosluste seireks. Teatud ajalise sammuga registreeriti palju parameetreid: pinnase kivimiline ja keemiline koostis, kõdukihi olemasolu, sambla- ja rohurinde katvus ja struktuur, üldine liigirikkus, istutatud männinoorendike täius ja juurdekasv jne. Edasi prooviti leida seoseid ja teha järeldusi. Võrdluseks Maardule kasutati Kunda vaatlusala andmeid. Tookord, 40 aastat tagasi, ei ühtinud Maardu karjäärikooslused seni tuntud niidu- või metsatüpoloogiatega. Kas nüüd juba ühtivad – seda pole Maardus hiljem uuritud.



Väitekirja kaitsmine on edukalt läbitud. Minsk, 1988. Foto: Urve Ratas.

Maastikuliste uuringute kokkuvõttena kaitses Erna Annuka 1988. aastal geograafiakandidaadi väitekirja (praegu PhD) teemal “Fosforiitide kaevandamise mõjul transformeerunud maastike analüüs Eesti NSV näitel”. Töö valmis mõistagi vene keeles, kaitsmine toimus Minskis, Valgevene riiklikus ülikoolis. Juhendajaks sai Andres Tarand. Tänapäeval on sellel tööl oma väärtus. Fosforiidi kaevandamine tulevikus, ka Maardust õppides, pole välistatud.

Pärast teaduskandidaadiks saamist Erna positsioon töökohal veidi muutus. Talle hakati andma rohkem ülesandeid. Näiteks oli ta E. Markuse 100. sünniaastapäeva mälestuseks korraldatud konverentsi (1989) TBA-poolne eestvedaja. Kirde-Eesti seireprogrammidega oli ta juba varem tegeleenud, see töö jätkus. Lühikese vahejärel valiti ta teaduriks, seejärel vanemteaduriks. Harjumuspärane elukorraldus ei püsinud aga enam kaua. Seoses üldiste ümberkorraldustega teadussüsteemisi siirdus Erna koos ökofüsioloog Malle Mandre töörühmaga 1990. aastal TA ökoloogia instituuti, kus töötas kuni pensionile jäämiseni veel viis aastat. Uutes oludes tuli ümber orienteeruda põhiliselt Kunda tehase (aluseline õhusaaste) uurimisele – kuidas see mõjutab mullastikku, okaspuude juurdekasvu ja vitaalsust.



Lisaks põhitööle jätkus Ernal huvi ka erialase tõlketöö ja ajalooliste teemade vastu. Nii valmis tal 1991. aastal uurimus Tallinna botaanikaaija rajamise ajaloost. Tuttavad tegelased entsüklopeedia toimetusest tellisid temalt rea geograafiaga seotud nupukesi nii ENE esimesse kui teise väljaandesse. Vaheldust pakkus matkamine ja geograafia seltsi tegemised. Erna oli mitmete huvidega tagasihoidlik südamlük inimene ning geograafide üritustel osalemine ja seal sõpruskonna tajumine oli talle oluline.

*Andres Tõnisson*

### **Erna Annuka valikbibliograafia**

**Annuka, E.**, Rauk, J. Šestakov, M. 1996. Mets-kuukress tolmhallis metsas. – Eesti Loodus, 5/6, 167–168.

**Annuka, E.** 1995. Changes in tree and herbaceous plant communities. – In: Mandre, M. (Ed.). Dust Pollution and Forest Ecosystems. Study of conifers in an alkaline environment. Inst. of Ecol., Publ. 3. Tallinn, 123–132.

**Annuka, E.** Mandre, M. 1995. Soil responses to alkaline dust pollution. – In: Mandre, M. (Ed.). Dust Pollution and Forest Ecosystems. Study of conifers in an alkaline environment. Inst. of Ecol., Publ. 3. Tallinn, 33–34.

**Annuka, E.**, Mandre, M. 1995. Mullastik ja taimkate. – Rmt.: Kink, H. (Koost). Kunda piirkonna tööstusmaastik. Tallinn, 75–79.

**Annuka, E.** 1994. Changes caused by air pollution from cement industry in soil and plant cover of forest landscapes. – In: Nugis, E. (Ed.). Land and Soil Protection. Ecological and Economical Consequences. Tallinn, 236–247.

**Annuka, E.** 1994. The impact of emissions from a cement plant on forest landscape. – Proc. of Est. Acad. of Sci. Ecology, 4/3, 118–127.

**Annuka, E.**, Rauk, J. 1992. Ilman epäpuhtauksien vaikutus mäntymetsiin Pohjois-Eestin teollisuusalueilla. – Ilmansuojelu-uutiset, 1, 20–23.

**Annuka, E.**, Rauk, J. 1992. Tsemenditööstuse mõjust Kunda ümbruse mõnedele maastikukomponentidele. – EGSi aastaraamat, 27, 68–79.

Mandre, M., **Annuka, E.**, Tuulmets, L. 1992. Response reactions in conifers to alkaline dust pollution. Changes in the pigment system. – Proc. of Est. Acad. of Sci. Ecology, 2/4, 156–174.

**Annuka, E.**, Haab, H., Rauk, J., Truus, L. 1991. Tehnogeense maastiku renaturaliseerimine. – Inimene ja geograafiline keskkond. Tallinn, 3–8.

**Annuka, E.**, Truus, L. 1991. Maardu fosforiidikarjääri taimestumine. – Kaasaegse ökoloogia probleemid. Ökoloogia ja energeetika. Tartu, 7–10.

**Annuka, E.**, Kaup, E. 1990. August Loopmann 60. – Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat, 25, 180–183.

**Annuka, E.**, Rauk, J. 1990. Männikute radiaaljuurdekasv ja vitaalsus mõnedes tööstuspiirkondades. – Tootmine ja keskkond. Tallinn–Kohtla-Järve, 38–43.

**Annuka, E.** (toim.). 1989. Looduslikud protsessid ja inimõju Eesti maastikes. E. Markuse 100. sünniaastapäevale pühendatud nõupidamise ettekannete lühikokkuvõtted. Tallinn–Tartu, 93 lk.

**Annuka, E.** 1989. Inimtegevus maastikufaktorina E. Markuse töödes. – Looduslikud protsessid ja inimõju Eesti maastikes. Tallinn–Tartu, 25–29.

Ratas, U., **Annuka, E.** 1989. Setumaa looduse uurimisest. – Looduslikud protsessid ja inimõju Eesti maastikes. Tallinn–Tartu, 21–24.

Таранд А. Х., Ээнсаар А. Э., **Аннука Э. Э.** 1988. О результатах исследования снежного покрова Таллина. – Тр. ИПГ: Вып. 69: Вопросы охраны окружающей среды Балтийского моря и его региона от загрязнения. Москва, 52–70.

**Annuka, E.**, Kildema, K., Saaver, L. 1987. Karjääridest kui tehismaastikest Eesti NSV-s. – EGSi aastaraamat, 20, 16–34.

**Аннука Э.**, Ратас У. 1986. Ландшафтные исследования. – Таллинский ботанический сад АН ЭССР 1961–1986. Таллин, 70–73.

**Аннука Э.**, Раук Ю. 1986. Хвойные деревья – индикатор техногенной нагрузки в промышленном ландшафте. – Изв. АН ЭССР. Биология, 35, 2, 131–141.

**Annuka, E.**, Rauk, J., Sander, H., Šestakov, M., Tarand, A. 1985. Linnahaljastuse kaitsest. – Kaasaegse ökoloogia probleemid: Rakendusökoloogia küsimusi Eestis. Tartu, 26–27.

**Annuka, E.** 1984. Valga rajooni maastikuline liigestus. – Põllumajandusmaastiku tootlikkus ja keskkonnakaitse. Tallinn–Valga, 22–25.

**Аннука Э.**, Ааспыллу Ю., Раук Ю. 1984. Методика выбора лесных экосистем для мониторинга влияния промышленного загрязнения.

– Влияния промышленного загрязнения на лесные экосистемы и мероприятия по повышению их устойчивости: Тез. докл. к всесоюз. науч.-практ. совещ. Каунас-Гирионис, 8–9.

**Аннука Э.**, Ратас У. 1984. Физико-географическая характеристика Хаапсалуского района. – Водо-болотная флора и растительность: Путеводитель XVII конф.-экскурсии прибалтийских ботаников по Хаапсалускому району ЭССР. Таллин, 4–11.

**Аннука Э.**, Раук Ю. 1984. О визуальной оценке повреждений хвойных в промышленном ландшафте. – Влияния промышленного загрязнения на лесные экосистемы и мероприятия по повышению их устойчивости: Тез. докл. к всесоюз. науч.-практ. совещ. Каунас-Гирионис, 66–67.

**Annuka, E.**, Rauk, J. 1982. Okaspuud tööstusmaastikus. – Eesti Loodus, 3, 155–159.

**Annuka, E.**, Rauk, J., Tarand, A. 1982. Visual evaluation of pollution effects on conifers. – In: Interaction between forest ecosystems and pollutants: Proc. of the first Sov.-Am. Symp. on the Proj. 02.03-21. Tallinn, 67–68.

Kildema, K., **Annuka, E.** 1982. Rakvere rajooni maastikuline liigestus. – Loodusvarade kasutamine ja keskkonnakaitse. Tallinn, 16–20.

Kildema, K., **Annuka, E.**, Rõõs, O. 1982. Rekultiveeritud fosforiidikarjääri pinnase mikrofloorast. – ENSV TA Toim. Bioloogia, 31, 1, 45–50.

Kildema, K., **Annuka, E.**, Rõõs, O. 1982. Tööstusmaastiku pinnase mikrofloora. – ENSV TA Toim. Bioloogia, 31, 2, 162–168.

**Аннука Э.**, Кильдема К., Рыис О. 1982. Зависимость почвенной микрофлоры от компонентов промышленного ландшафта в Маарду. – Проблемы современной экологии: Экологические аспекты охраны окружающей среды в Эстонии. Тез. II респ. экологической конф., Тарту, с. 72.

**Аннука Э.** 1982. О визуальной оценке дигрессии биотического компонента ландшафта. – Методы исследования антропогенных ландшафтов: Всесоюз. науч. симп., Л., 144–145.

**Annuka, E.** 1981. Geograafid vastsel Kuresoo kaitsealal. – Tee Kommunismile, 25. juuni.

Kildema, K., **Annuka, E.** 1981. Kus on Eesti kese, kui suur on Eesti läbimõõt. – Eesti Loodus, 7, 426–430.

**Annuka, E.** 1980. Kevadine Valaste juga. – Eesti Loodus, 4, 244–245.

**Annuka, E.** 1980. Kallio Kildema: In memoriam. – Eesti Loodus, 10, 682–683.

Kildema, K., **Annuka, E.** 1979. Maardu tehismaastiku mõningaid erisusi. – Põllumajandus ja keskkond. Tallinn, 80–82.

Kildema, K., **Annuka, E.** 1978. Tööstusmaastike uurimine. – Eesti Loodus, 2, 68–76.

Кильдема К. Т., **Аннука Э. Э.** 1977. О проблемах ландшафтно-экологических исследований комплексов горно-химической промышленности. – Человек и окружающая среда: Тез. докл. II конф. Ленинград, 116–117.

Кильдема К. Т., **Аннука Э. Э.** 1977. Особенности ландшафтно-экологических исследований природно-техногенных комплексов. – Антропогенная устойчивость наземных биоценозов и прикладная экология. Таллин, 65–67.

Kildema, K., **Annuka, E.** 1976. Kui palju on Eestis meresaari? – Eesti Loodus, 7, 420–431.

Кильдема К., **Аннука Э.** 1974. Исследование антропогенных изменений ландшафтов. – Современное состояние теории ландшафтоведения: Тез. докл. VII Всесоюз. Совещ. по вопр. ландшафтоведения. Вып. I. Пермь, 73–75.

**Annuka, E.** 1963. Kuidas muutuvad meie ajal maakera pinnavormid? – Küsimused ja Vastused, 6, 28–31.

**Annuka, E.** 1962. Millest sõltub ilmastik ja kas inimene saab seda muuta? – Küsimused ja Vastused, 38, 24–28.

**Annuka, E.** 1960. Kas looduslikud tingimused maakeral võivad oluliselt muutuda? – Küsimused ja Vastused, 14, 19–25.

*Andres Tõnisson*

## EESTI TUNTUIM SÜNOPTIK

**Helve Kotli**

**27.06.1934 – 1.04.2023**



Eesti kauaaegne ja vast tuntuim sünoptik on pärit Pärnust. Ilmateadmised sai ta õppides geograafiat Tartu ülikoolis. Esimene töökoht oli veega seotud – Narva-Jõesuu ilmajaamas, järgmine juba ilmaennustajana Eesti NSV Hüdro meteoroloogia Teenistuse ja Looduskeskkonna Kontrolli Vabariiklikus Valitsuses ehk „hüdrometis“, nagu rahva seas ilmateenistust kutsuti.

Helve Kotli organisaatorivõimed tulid esile 1990ndail aastail, kui loodi rahvuslik ilmateenistus – Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut (EMHI). Selles asutuses ta töötas aastaid uue meteoroloogiakeskuse direktorina. Üks esimesi ülesandeid uues ametis oli Eesti ilmateenistuse jaoks meteoroloogia-, hüdroloogia- ja keskkonnamonitooringu kontseptsiooni väljatöötamine.

Läbirääkimistel Maailma meteoroloogiaorganisatsiooni (WMO) esindajatega oli EMHI delegaadiks sageli just Helve. See oli õige valik: tõmmud mehed lausa sulasid energilise targa blondiini ees. Ilmateenistus sai uusi seadmeid ja välislähetusi. Suur mõju oli Helvel ka kolleegide hulgas. Nooremad sünoptikud meenutavad siiani mentori õpetussõnu: „Rahu, ainult rahu! Ka siis, kui tuleb äge

tsüklon! Ja öövalves tuleb ikka silm looja lasta, et hommikul näeks ilmakaarti lugeda!“

Uuel sajandil algas ilmateenistuses hoogne automatiseerimise periood. Sellega kaasnenud esimeses koondamislaines pidi tööga hüvasti jätma paarkümmend inimest, vaatlejaist sünoptikuteni, esmajärjekorras need, kel vanust üle 65. Ka Helve Kotli. Ta jätkas meteoroloogia loengute pidamist mereakadeemias ning asus tööle Eesti Geograafia Seltsi teadussekretärina, seda kaheksaks aastaks.

Helve ilmateadmisi läks vaja mitmel pool, eriti muidugi purjeregattidel. Näiteks 1984. aastal, kui Tallinna merekooli suur purjekas, õppelaev Krusenstern, võttis osa regatist Kanada – Inglismaa. Selles, et saavutati esikoht, oli kindlasti teeneid ka laeva meteoroloogil, kes pidi andma nõu õige mitmekesisistes ilmaoludes paksust udust Kanada lähistel kuni tormini keset ookeani. Kulusid ära kogemused, mis omandati olümpia aegu Tallinna lähel purjetajaile „ilma tehes“.

Elu- ja töökogemused talletati ka raamatus „Vaata ilma“ (Maalehe Raamat, 1997). Kaks aastat varem sai Helve ka Maalehe laureaadi austava nimetuse osaliseks.

Kolleegid meenutavad: „Helve oli kõrge vanuseni väga tegus ja alati oli tal väga kiire. Aastal 2019, ilmateenistuse sajandijuubeli puhul korraldatud veteranide kokkusaamisele ta päevasel ajal ei jõudnud, sest „oli nii palju tegemist“! Aga ilmus hoopis õhtusele peole, sest see aeg sattus juhuslikult vaba olema!“. Ta oli tõeline suurilmadaam.

Oma elulooraamatus „Ilm ja inimesed“ (2001) on üks meie tuntumaist meteoroloogidest Heino Tooming pühendanud Helvele rohkelt ruumi. Näiteks kirjeldab ta, kuidas kulges 2000. aastal Toulouse'is Euroopa esimene tornaadokonverents „Eurotornado 2000“: „Suure aplausi ja naerupahvaku teenis Helve Kotli, rääkides Eesti tornaadode sünoptilisest taustast. Ettekande ajal näitas ta Eesti TV-3 operaatori tehtud videot vesipüksist 18. juulil 1999. Sel päeval toimusid Pärnu rannas rannavolle võistlused. Äkki tekkis vesipüks ja kaamerad pöörati merele. Helvel õnnestus saada video koopia, mida ta näitas Prantsuse Meteoroloogiakeskuses konverentsihoone suurel kinoekraanil. Kui operaator vesipüksi filmimise lõpetas,

keeras ta kaamera rannas suvitavale naisele. Suures plaanis tulid ekraanile tema trikoos volüümid. Saal rõkatas naerust ja aplausist“. Tooming märgib oma raamatus veel: „...kujundlikult oskab ilmas-tikunähtusi rahvale kirjeldada kauaaegne sünoptik Helve Kotli.“

Kui see meenutuslugu Helvest oli valmis, ilmes, et väga paljudest tema tegemistest oli jäänud kirjutamata: sportlaskarjäärist Pärnu „Spartaki“ kaheksalises sõudenaiskonnas, laulja karjäärist õige mitmes kooris jne.

*Ain Kallis*

## EESTI ASUSTUSE JA RÄNDEUURINGUTE KOOLKONNA LOOJA

**Ann Marksoo**

**20.09.1930 – 05.04.2023**



Professor Ann Marksoo elu ja tegevus märgib ühte pikka ja erinevaid ajastuid ühendavat etappi Eesti geograafia ajaloos. Tema õpingud Tartu Ülikooli geograafia osakonnas said alguse pärast II maailmasõda ning geograafia osakonnas möödus ka pea kogu tema teadlas- ja õppejõukarjäär. Alates 1954. aastast töötas Ann Marksoo vanemõpetajana, jätkates 1968–1984 dotsendina (kaasprofessori) ning särava teadlaskarjääri jätkuna 1984–1992 majandusgeograafia kateedri juhtaja ja alates 1992 inimgeograafia korralise professorina. Professor Marksoo peamiseks panuseks oli Eesti asustussüsteemi arengu, rände ja pendelrände seaduspärasuste selgitamine. Ta kuulus õppejõudude raudvarasse, kes õpetas sadu geograafiatudengeid, tehes seda talle omase põhjalikkuse ja hoolega. Just süstemaatilise, korralikkuse ja nõudlikkusega jäi ta meelde nii üliõpilastele kui töökaaslastele. Murrangulistel 1990ndatel aastatel viis professor Marksoo inimgeograafia olulistesse rahvusvahelistesse



erialavõrgustikesse ning pani aluse tänasele rände- ja linnauuringute koolkonnale Tartu Ülikoolis. Ann Marksoo säravat karjääri teadlase ja õpetajana jäävad tähistama mitmed tunnustused, sh Tartu Ülikooli suur medal (1996), Tartu Ülikooli aumärk (2005) ja Valgetähe IV klassi teenetemärk (2008).

\* \* \*

Ann sündis haritlaste Aliise ja Harri Moora kuuelapselise pere neljanda lapsena. Pärast teda sündis perre veel kaks last. Nii suured pered ei olnud Tartus enam sellel ajal tavapärased ning paljulapselisus kujundas ka pere elutee. Isa Harri Moora oli pühendunud teadustöele. Arheoloogina paiknes tema töökabinet enamasti samas Vanemuise 46 majas, kus hiljem juba täiskasvanuna asus tööle Ann Marksoo. Perel olid lisaks Tartu-kodule tähtsaks ka isa kodukant Vooremaal Ehaveres, kus Harri isa oli veskiomanik. Anne lapsepõlvkodud paiknesidki Vanemuise õppehoone, Tähtvere ja raudteejaama ümbruses, kus pere otsis ruumikamaid üürikortereid, elades Hermanni, Kastani ja Jakobsoni tänaval. Paljulapselise pere elu oli kodukeskne ning Harjumaalt pärit ema Aliise (sünd. Karu) pühendas palju aega perele ja laste kasvatamisele. Emale meeldis lastele raamatuid ette lugeda ning nii jäi küll Anne lugemisoskus hiliseks, kuid samas kasvas suureks huvi lugemise vastu.

Nii nagu Eestile, olid sõja-aastad keerulised ka Anne pere jaoks. Nii näiteks vallandati isa Harri Moora ülikooli teenistusest ja määrati tööle Tallinna Ajaloomuuseumi. 1944. aastal osales Harri Moora aga Eesti Vabariigi Rahvuskomitee tegevuses, mis tõi kaasa vahistamise ja põhjustas omakorda probleeme pärast sõjajärgses elus. Ilmselt ei teadnud lapsed neist poliitmängudest kuigi palju, sest Ann Marksoo sõnul ei rääkinud isa kodus laste kuuldes oma probleemidest. 1944. aasta oli pere edasise elutee osas võtmetähtsusega. Moorade pere otsustas põgeneda Läände, sest isa Harril ei olnud illusioone nõukogude võimu suhtes. Septembri lõpus pidi pere sõja-aja pelgupaigast Raasikult jõudma Puise randa, kus 21. septembril oli sõit paadiga Rootsi kokku lepitud. Paati aga ei tulnud kokkulepitud ajaks ja nii pidi ka äsja 14. aastaseks saanud Ann koos Eesti Vabariigi valitsuse liikmetega ootama Põgari Sassi palvemajas lootuses, et paat veel naaseb. Palvemajas, kus Ann pidi silma peal hoidma on kahe-aastaselt õel, toimus 22. septembril viimane

Otto Tiefi valitsuse nõupidamine. Oodatav paat aga ei tulnudki ning 23. septembril lahkus Moorade perekond Puise rannast ja nende elutee jätkus Eestis.

Pärast sõda tundus, et saabub rahulik periood. Taas leiti eluase Tartus ning Harri Moora asus tööle Tartu Riiklikus Ülikoolis (TRÜs). Isa 1944. aasta põgenemisplaanideni viinud kahtlustused osutusid siiski prohvetlikuks ning 1940. aastate lõpus alanud kodanlike natsionalistide paljastamise käigus „paljastati“ ka Harri Moora. Ta viidi üle Tallinnas asuvasse Teaduste Akadeemia Ajaloo Instituuti, kus õnnestus erialast tööd küll jätkata arheoloogia (hiljem arheoloogia ja etnograafia) osakonna juhatajana. 1957. aastal valiti Harri Moora Teaduste Akadeemia liikmeks, kuid lahkumine Tartust ja ülikoolist oli talle mõru sundkäik. Oma isa keerulisest poliitsaatusesest on kirjutanud Ann Marksoo ka ise. Ta on meenutanud, et see on tema kõige keerulisem artikkel, sest tegemist oli tema jaoks erialavälise uurimusega, millele lisandus isiklik tunnetus. Seda artiklit võib julgelt soovitada kõigile, kes tahavad aru saada nendest keerulistest valikutest, mida inimesed pidid tegema sõjajärgses Eestis.

Hoolimata isa ametialastest ja poliitilistest keerdkäikudest ning soovimatusest osaleda nõukogudeaegses noorsootegevuses (ei olnud pioneer) lõpetas Ann 1949. aastal Tartu 2. keskkooli ja asus õppima geograafia osakonda. Ann Marksoo ise põhjendas oma erialavalikut nii. Reaalainetes tunnistas ta enesekriitiliselt nõrkusi, ajaloo erialadel ei näinud ta nõukogude võimu tingimustes perspektiivi ning õpetaja soovitus eesti keelt ja kirjandust õppima minna ei olnud atraktiivne. Samas oli ema tudengipõlves Tartumaa koguteose jaoks materjali kogudes puutunud kokku tolleaegse geograafia tudengi August Tammekannuga ning sealt võis huvi ka tütrele kanduda. Raske on tagantjärele öelda, kui oluline see oli, aga fakt on see, et sõelale jäi lõpuks geograafia. Küsimusele, kuidas isa tütre erialavalikusse suhtus ning kas see võis olla pettumus, vastas Ann Marksoo, et isa kiitis geograafia eriala samuti heaks ning tütre valikutesse ei sekkunud.

1954. aastal lõpetas Ann Marksoo TRÜ geograafia osakonna diplomitööga Kirde-Eesti majandusgeograafiast. Saanud lektoriks (vanemõpetajaks), jätkas töö kõrvalt uurimistegevust, mis päädis geograafiateaduste kandidaadi kraadi ehk tänases mõttes

filosoofiadoktori kraadi omandamisega TRÜs 1964. aastal. Tolleaegses nõukogude geograafiateaduses valitses regiooniuuringute paradigma, mis tähendab, et uuriti regioone kogu nende kompleksuses, alates loodusvaradest kuni rahvastiku ja majanduse toimimiseni. Diplomitööst oli välja kasvanud Ann Marksoo ligi 500 leheküljeline väitekirj „Kirde-Eesti majandusgeograafiline iseloomustus“. Ann Marksoo teadlastöö algus on vägagi seotud just Kirde-Eestiga. Esimene teadusartikkel ilmus tal TRÜ toimetiste sarjas 1956. aastal pealkirjaga „Uued linnad nõukogude Eesti põlevkivibasseinis“. Tähelepanuväärsena on selles artiklis toodud kõigi uute kaevanduslinnade plaanid. 1958. aastal ilmus eraldi trükisena turistlik brošüür „Kohtla-Järve“ ja 1961. aastal juba Eesti Geograafia Seltsi publikatsioonide sarjas lühimonograafia Eesti põlevkivi tarbimise geograafiast.

Ülikooli lõpetamise järel abiellus Ann kursusevenna Ago Marksooga (1930–2019). Perepoegadest Peetrist ja Marttist sirsusid samuti geograafid. Kui Anne lapsepõlv oli möödunud suuresti Tähtveres ja selle ümbruses, siis 1960. aastatel jõuti ka oma elamiseni Tähtvere raudteepoolses osas. Maja Ilmatari tänavale ehitati koos hilisema ajalooprofessori Sulev Vahtre perega.

Pärast kandidaadikraadi omandamist muutis Ann Marksoo oma teadustöö fookust. Olulise hilinemisega võrreldes lääneriikidega taandus regiooniparadigma ning jõulisemalt hakkasid arenema erinevad geograafia allharud. Ann Marksoo valis rahvastikugeograafia, eriti asustuse ja rändeprotsesside uurimise. Nendel teemadel ilmus hulgaliselt artikleid, sh ka inglise keeles. Tema teadustöö põhiline panus seisnebki asustuse süsteemse arengu seaduspärade selgitamises Eesti näitel. Olulisel kohal uurimistöodes oli Eesti-sisese rände ja töötajate pendelrände uurimine ning linna- ja maa-asustuse restruktureerimise analüüsimine 1980ndatel ja 1990ndatel aastatel. Ann Marksoo juhitud majandusgeograafiline uurimisrühm tegi paarkümmend praktilise suunitlusega tellimustööd Eesti asutustele 1970ndail ja 1980ndail aastail.

Oma uurimistöös oli professor Marksoo rangelt andmepõhine. Tollel ajal koguti rände andmeid paberankeetidele (nn rändetalongid) ning nende andmete põhjalik süstematiseerimine oli tema teadusuuringute aluseks. Professor Marksoo oli esimene, kes märkas



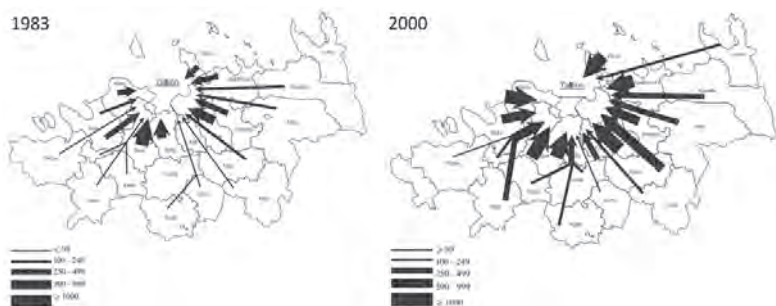
Nõukogudeaegses majandusgeograafias oli Ann Marksoo pikaajaseks kolleegiks professor Salme Nõmmik (1910–88). Foto aastast 1970.

rändepöret Eesti-siseses rändes 1980. aastatel, kui linnadest hakkas järjest enam inimesi maale kolima. Ann Marksoo sidus Eestis toimunud rändepöörde asustuse süsteemse arengu seaduspärade, mitte nõukogude ühiskonna eripäradega, kuigi seda ei olnud tolaegses ideoloogilises keskkonnas lihtne teha. Nõukogude ühiskond püüdis inimeste liikumist rangelt suunata. Selleks oli passisüsteem ja sissekirjutuste süsteem. Kortereid jagati riiklikult. Noori suunati tööle, tööandjatel oli tööjõu värbamisel suur roll. Toiduainete defitsiit ja sellest tõukunud põllumajanduse tähtsustamine hilis-nõukogude aastatel pani aluse tolaegsete ühismajandite, kolhooside ja sovhooside, õitsengule, kes värbasid üksteise võidu noori spetsialiste, meelitades neid maale nii kõrge palga kui korteriga.

Muidugi teadis professor Marksoo peenusteni kõiki neid nõukogude ühiskonna eripärasid. Ometi oli ta kõigutamatu, tõlgendades enda kogutud ja süstematiseeritud rikkalikele andmetele tuginedes toimunud rändepöoret laiemast, asustuse süsteemse arengu vaatenurgast. Ta nägi asustuse arengus ja rändes selgete seaduspäradega süsteemi, kus üksteisele järgnevad linnade kasvu ja kahanemise etapid sõltumata konkreetse ühiskonnakorralduse eripärast. Nii nagu õunapuule kasvavad sügiseks viljad ja siis need ka puult maha kukuvad, on inimeste rändes mitmeid universaalseid tegureid, näiteks see, et erinevas vanuses inimeste elukoha-eelistused on erinevad. Sellele lisanduvad ka pere ja tööga seotud põhjused. Oma põhjendustes viitas ta muu hulgas sellele, et kümnendi võrra varem toimus sarnane muutus rändes lääneriikides, kus inimesed hakkasid suurtest linnadest kolima maale. Ehk sarnased ruumilised mustrid korduvad erinevates ühiskondades, lihtsalt kohaomaste eripäradega. Sellist üldistusvõimet süstis ta ka oma õpilastesse ja kolleegidesse.

Universaalsete seaduspärade tabamisele aitas kaasa see, et lisaks nõukogude ühiskonna tundmisele oli Ann Marksoo hästi kursis mujal maailmas toimuvaga. Nii suhtles ta aktiivselt läänemaailma eriala tippudega nagu näiteks professor Anthony Champion Newcastle Ülikoolist. Pärast Eesti iseseisvumise taastamist laiendas professor Marksoo kiiresti rahvusvahelist haaret. Muu hulgas pani ta aluse koostööle Rootsi geograafidega, kui alustas suhtlust professor Örjan Sjöbergiga Stockholmi Kaubanduskõrgkoolist. See koostöö aitas professor Marksoo juhendatavatel jõuda esimeste teadusartikliteni juhtivates geograafia, linna- ja rändeuuringute ajakirjades nagu näiteks „Urban Studies“.

Lisaks rände ja asustuse seaduspärade selgitamisele tegeleti Ann Marksoo eestvedamisel ja otsesel juhendamisel ka rakendusuuringutega. Tegemist oli mahuka käsitööga, mille käigus süstematiseeriti rändetalongidel ja perfokaartidel olev info inimeste töökohtade ja elukohtade paiknemise kohta. Nii oligi professor Marksoo suurepäraselt kursis Eesti piirkondliku arengu nüanssidega ning võis mõne piirkonna olukorrast pikalt ja põhjalikult rääkida. Eriti põhjalikult uuriti tööalast pendelrännet ning rakendustöodes avaldati ka põhjalikke ja täpseid andmeid erinevate asustusüksuste kohta. Need materjalid on olnud tänuväärseks allikaks hilisematele



Töölase pendelrände muutumine 1983 ja 2000. Allikas: Tammaru 2005.

võrdlusuuringutele ning ühtlasi esimesteks inimeste tegevusrume kaardistavateks töödeks. Joonisel on kujutatud Tallinna töölase pendelrände tagamaa 1983. aastal, mida on kasutatud hilisemates inimgeograafia õppetooli töödes pendelrände ajaliste muutuste välja toomiseks. See oli teedrajav ja tegevusruumide uurimine on täna üks olulisem uurimissuund inimgeograafia õppetoolis.

Ann Marksoo oli ka Õpetaja, kes nautis nii loengute lugemist kui tudengite juhendamist. Huvi maailma piirkondade vastu säilis tal ka pärast paradigmuuutust ning nii luges Ann Marksoo alates oma õppejõute algusest ühe põhiainena „Maailma majandusgeograafia“ ainet. Tema olulisimaks loengukursuseks kujunes aga „Asustusgeograafia“, kus ta selgitas asustuse ja rände süsteemseid ja universaalseid seaduspärasusi, jättes kõrvale tolleaegsed ideoloogilised lähenemisviisid. Nii lõi Ann Marksoo silla professor Edgar Kanti Eesti Vabariigi aegsetele ja tänastele iseseisvuse taastamise järgsetele asustuse ja rände uurimisele. Teisisõnu pani professor Marksoo aluse tänasele süstemaatilistele rände- ja asustusuuringute alasele teadus- ja õppetööle Tartu Ülikoolis. Tema juhendamisel valmis üle 60 diplomitöö. Juhendatavatega kokkusaamisel möödus sageli aeg nii, kus professor Marksoo pani silmad kinni ja rääkis: pikalt, põhjalikult ja süsteemselt. Süsteemiteooria oli ka tema lemmiklähenedamine. Loengutes keskendus ta eelkõige asustuse süsteemsele arengule ning seostele elukohavahetuste ja töölase pendelrändega.

Ann Marksoo õpilaste teadustööde ulatusest ja teemadest annab hea ülevaate 2005. aastal avaldatud põhjalik teaduskogumik „Asustus ja ränne Eestis. Uurimusi Ann Marksoo 75. sünnipäevaks“. Kogumiku



Professor Ann Marksoo oma 85. sünnipäeval koos õpilaste Kadri Leetmaa ja Tiit Tammaruga.

avab Ann Marksoo enda artikkel. Suur osa Ann Marksoo teadus- ja õppetööst on kokku võetud tema 70. sünnipäevaks 2000. aastal ilmunud kogumikus (koostajad Ott Kurs ja Aime Toots).

*Tiit Tammaru ja Taavi Pae*



## LAHEMAASSE KIINDUNUD

Elle Linkrus

02. I 1935 – 09. IV 2023



Pärispea poolsaare kirderannikul Viinistu rannaküla Mäe talust pärit Elle Linkrus oli pikaajaline teenekas Lahemaa looduse uurija. Tema vanemad, Johannes ja Leena Linkruus (sünd Treiman) olid mõlemad pärit samast Viinistu külast. 1941. aasta juuniküüditamisel viidi perekond Siberisse, kus algasid ka Elle kooliõpingud. Kaks esimest klassi aastail 1945–47 Makarjevka 7klassilises koolis. 1947. aasta suvel õnnestus Ellel koos vend Kaljuga Eestisse pääseda, kuid vanem vend pidi asumisele edasi jääma.

Nüüd jätkus koolitee Eestis ja mõistagi eestikeelses koolis: kolm aastat Viinistus ja seejärel Loksas keskkoolis, mille esimese lennu lõpetas Elle 1955. aastal kuldmedaliga. Seejärel üks aasta tööl kohaliku rajoonilehe toimetuses, sest ta oli äratanud tähelepanu kooliajal kirjutatud lühilugudega. Krapsaka tüdrukuna harrastas ta mitmeid spordialasid, pälvides suuremat edu lauatenнисes, aga



auhinnalisi kohti tuli kohalikel võistlustel ka näiteks suusatamises, kettaheites, kaugushüppes, võrkpallis jm. 1956. aastal alustas Elle õpinguid Tartu ülikooli geograafia osakonnas, mille lõpetas 1961. aastal füüsilise geograafia erialal. Pärast ülikooli oli ta ametis ühe aasta Eesti geoloogia valitsuses hüdrogeoloogia jaamas, mille järel asus tööle TÜ geograafia kateedrisse laborandina. Ülikool jäi tema töökohaks kuni pensionile minekuni detsembris 2010. Ametlikest töödest oli Elle nüüd prii, Lahemaa looduse uurimisest ei saanud ta oma vaimus kunagi vabaks nagu ka kodukandi ajaloo ja vaimse pärandi tutvustamisest.

\* \* \*

### **Imeline pääsemine Siberist**

Kahe maailmasõja vaheline periood oli Viinistu ajalooos kui üks edulugu. Piiritusekuningate külas saadi märkimisväärne osa tulust salapiirituse veoga üle lahe Soome. Jõukamad piiritusevedajad toetasid kohalikku külaelul ja rajasid endale uued elumajad. Viinistus tähendas see juba 1922. aastal telefonivõrgu rajamist (muuhulgas kasutati telefone külla saabunud piirivalvuritest teada andmiseks) ning suurema ja uhkema koolimaja valmimist kui enamikes teistes rannakülades. Vennad, Johannes ja Jakob Linkruus ehtasid Viinistu põhjaosas Mäe talu uue kahekorruselise palkoniga avara elumaja, mis oli küll vähem silmapaistev kui küla keskel olevad mansardkatusega ja kaunite verandadega, kohati ka edevavõitu villad. Ja loomulikult edukad mehed siirdusid omakorda legaalsesse ärisse. Nõnda oli ka Johannes Linkruus laialt tuntud ja majanduslikult eduka Tallinna laevaühisuse (asutatud juba 1911) kümne laeva kaasomanik.

1941. aasta juuniküüditamine oli Linkruuside pere traagika – pereisa Johannes “suunati” Sverdlovski oblastis Sosva vangilaagrisse, kus ta suri kahe aasta pärast, ema lastega aga Tomski oblasti Tšainski rajooni Maiga külla, kus ema suri 1944. aasta juunis. Nõukogude võimu ajal Viinistu uhked taluhäärberid, kuid ka tagasihoidlikud küüditatute majad natsionaliseeriti ja kasutati nii erinevate ühiskondlike vajaduste tarbeks (lasteaed, postkontor, med. punkt jne) või uusasukate korteritena.



Linkruuside Mäe talu elumaja 1973. aastal. Pärast sõda oli siin piirivalvekordon, 1970ndate keskpaigast kümnekond aastat lasteaed. Pildistanud Lembit Odres, 1973.

Mõnikord juhtus laste Siberist pääsemisel ka imesid. Ühest imede seeriast kirjutab ajalehes Postimees 2000. aastal Alo Lõhmus „Härra Blumbergi lapsed“. See on lugu mitmendat põlve Viljandis elanud juudi perekonnast pärit Rahmiel Blumbergist. Lugu mehest, kes oma saatust trotsides päästis Siberist kümneid lapsi. 1946. aastal välja antud NKVD salajane dokument lubas alaealiste orbude kodumaale tagasisaatmist. Blumberg päästis ka lapsi, kelle vanemad Siberis tegelikult edasi elasid.

Elle Linkrus ja tema vanem vend Kalju olid ühed mitmekümnest Siberist Blumbergi poolt päästetud lapsed: *Kui 12-aastane Elle ja tema 18-aastane vend Kalju koos paari sõbraga 1947. aasta kuumal juunipäeval kalalt tulles oma küüditatute taresse tagasi jõudsid, oli majakondsetel neile varuks jalgu nõrgaks võttev sõnum: „Oleksite kodus olnud, oleksite Eestisse saanud,“ kõlas see. Kodu-Eesti tundus siis muinasjutumaana. Veel eelmisel sügisel oli Elle sidunud padjapüüri sisse oma I. klassi lõputunnistuse ühes kiituskirjaga ja Eestist saadetud kirsipunase kleidi ning hakanud koos Kalju ja tema sõbraga jalgsi Eesti suunas astuma. See retk lõppes oblastikeskuses Tomskis, kus põgenikud kinni võeti ja oleks äärepealt lastekodusse*

*pistetud. Lõpuks pääsesid Elle ja Kalju tookord siiski oma Siberikoju tagasi, kuid kirsipunane kleit jäigi Tomskisse – võibolla kui „kuriteotõend“.*

*Kalakott lendas nurka. Elle ja Kalju tormasid teele ning jõudsid viimasel hetkel pargasele, mis pidi tähendama nende kodutee algust. Nüüd viis sõit Tomskisse, kus kohalikus kolhoosnikemajas ühes toas põrandale laotati heina ja põhku ning magati nagu silgud reas. Leiba sai mõistagi vaid kaartide alusel, ent Blumbergil õnnestus toitu hankida turult, jagades seda võrdselt kõigi vahel. Vormileib ongi peaaegu ainus mälestus, mida Elle sõidust mäletab.*

*Lõpuks jõuti Novosibirskisse. Blumbergil oli kuidagi õnnestunud hankida sõidupiletid Moskvani, mis, arvestades sõjajärgset kaost, kus palju inimesi sõitis vagunite katusel, võrdus loterii peavõiduga. Toonane raudtee kubises vene kotipoistest, kelle välimus ei erine nud kuigivõrd asumiselt pääsenud räbalais eestlaste omast. Rohkem kui üks kord tuli Blumbergil veenda piletikontrolööri, et see ei loeks kotipoisse gruppi kuuluvaks ega jätaks tegelikke grupiliikmeid vaguniukse taha. Blumbergi suhtlustalent tagas ladusa läbisaamise dokumendikontrollidest. Põhjendamaks võimudele nii paljude laste kaasavedamist, väitnud Blumberg mõnel oma reisil, et nad pärinevad tema erinevatest abieludest. Vahel aitas kaasa ka kontrolörile pakutud mahorka või raha.*

*Kuigi Blumbergi lastetoomise reisid lõppesid üldiselt õnnelikult, kuid kõigi jaoks ei olnud saatus õnnelik. Osa lapsi Eestis arreteeriti tagasisaatmiseks ning lisaks veel süüdistati asumiselt omavolilises põgenemises. Kuid enne veel, kui Blumbergi järel sulgusid pealekaebuse tõttu taas vanglaväravad, jõudis ta jätkata päästetkede organiseerimist kulisside tagant.*

## **Lahemaa geomorfoloogia ja maastike uurimine**

Elle sattus Lahemaad uurima Endel Hangu ja Endel Varepi soovitusel, mida soodustas tema lahemaalase päritolu. Tudengipõlve algusaastail mõtles ta hakata klimatoloogiks, kuid Endel Hangu sisutihedate loengute mõjul valis geomorfoloogia. Diplomitöö Valgejõe alamjooksu ja selle ümbruse geomorfoloogiast oli põhjalik uurimus, millele eelnes aasta varem koostatud mahukas

samateemaline kursusetöö. Diplomitöö põhjal avaldas ta 1963. aastal EGSi aastaraamatus esimese sisuka artikli järgnevatel aastakümnetel kujunenud Lahemaa teemaliste artiklite seerias.

Elle hakkas Lahemaad järjepidevalt uurima 1964. aastast alates igal suvel, kokku rohkem kui 20 aastat. Lisaks plaanipärasele välitööajale tuli mõnigi nädal lisa võtta puhkuse ajast. Geograafia kateedri plaanis olid sellised uurimistööde pealkirjad, nagu Pärисpea poolsaare geomorfoloogiast, Käsmu poolsaare geomorfoloogiast jne. Mingi väikese piirkonna uurimine oli pealkirjastatud reeglina siis, kui plaanis figureerisid aastased teemad. Lahemaa rahvusparki asutamise ettevalmistamise ajal 1960ndate lõpus uurimisala laienes ning käsitleda tuli nii Lahemaad kui Soome lahe rannikumadaliku maastikuüksust, samuti ka Lahemaa rahvusparki tervikuna, mis ulatub rannikumadalikust lõunapoole paelavamaale ja Kõrvemaa põhjaotsa.

Kõige üldisemalt öeldes tuli uurida pinnaehituse kujunemislugu laiemas, füüsilis-geograafilises tähenduses – vana reljeefi ja mandrijäätumise osa nüüdisaegse pinnamoe ja ala maastikulise ilme kujunemisel. Rannikumadaliku paleogeograafilise arenguloo selgitamisel oli vaja teada, millised ja kuipalju vanu rannajooni seal eristub, milliste ja miks just selliste pinnavormidega on üks või teine rannikulõik esindatud, Lahemaa vanade rannajoonte kõrgused ja sobivus Eesti rannajoonte üldspektriga, lõpuks ka seda, milline on rannikuvormide osa nüüdisaegse maastikulise ilme kujunemisel. Elle uurimistöös on kogu aeg silmas peetud, et kogunev andmestik oleks kasutatav territooriumi maastikulisel iseloomustamisel, mis geomorfoloogia selgitamisele ja muu materjali kogumisele peaks järgnema.

Läänemere erinevate staadiumide rannajoonte uurimine nõudis palju nivelleerimist. Elle nivelleeritud profiilide kogupikkus, kui arvestada ka üliõpilaspäevil tehtut, on 319 km. See on teadaolevalt kõige suurem nivelleerimiskäikude pikkus, mis tehtud Eesti geomorfoloogilisel uurimisel ühe inimese poolt. Sellest ligikaudu 242 km langeb rannikumoodustiste profiilide arvele, ülejäänud koguneb jõgedega seotud nivelleerimistest (piki profiilid, perved, terrassid). Profiilid on seotud reeperitega ja omavahel. Rannajoonte tõus-spektrite koostamist ei saanud teha ilma pinnavorme kaardistamata.



Väljavõte Elle Linkruse koostatud Lahemaa rannikumadaliku geomorfoloogilisest kaardist Pudisoo jõe alamjooksu piirkonnas. Selgelt on tähistatud Antsulüsjärve esimese ja Limneamere esimese staadiumi rannajooned. Jämedamate joontega on tähistatud nivelleerimiskäigud. Kaardi lõunaservast ulatub nagu kitsa poolsaarena põhja poole Kolga klindineemik.

Elle Linkruse teaduspärandi kõige väärtuslikum töö on Lahemaa rahvusparki rannikumadaliku osa geomorfoloogiline kaart mõõdus 1 : 25 000 (seletuskiri 23 lk). Selle tulemusena on olemas väga detailne ülevaade Lahemaa pinnavormidest ja pinnakattest. Kaardi digitaliseerimise järel on seda võimalik kasutada aluskaardina maastikuliste ja ökoloogiliste uuringute jaoks.

Et Eesti esimene rahvuspark moodustati 1971. aastal Lahemaale, langes Ellele kui sealse geomorfoloogia ja maastiku uurijale rahvusparki mõtte tekkimisest peale mitmeid kohustusi: artiklite kirjutamine, arvamuste esitamine praktilist laadi ettevõtmistega ühenduses ning esinemine ettekannetega konverentsidel ja seminaridel. Seeläbi tuli Lahemaa looduse asjatundja tunnus ja uued ettepanekud maastike kirjeldamisel ja tutvustamisel trükiväljaannetes ning rahvusparki maakasutuse ja kaitse korraldamisel.

Lahemaa uurimistöös toodud seisukohad kehtivad põhimõtteliselt mitte ainult seal ja vahetus naabruses, vaid kogu Soome lahe rannikumadaliku kohta, mille võtmealana on Lahemaad õigust vaadelda. Teatud mööndustega peaksid need olema ülekantavad ka teistele rannikumadaliku piirkondadele. See võimaldas uuringuala laiendada Lahemaalt nii ida- kui ka läänesuunas.

Kui Urve Ratas ja EGSi teadussekretär Laine Merikalju hakkasid Eesti taasiseseisvumise järel Ellele peale käima, et ta peaks kokku panema ülevaate oma aastakümnete pikkusest uurimistööst, ei olnud ta sellest esialgu vaimustatud. Ikka peab veel midagi täpsustama ja täiendama, teadmata on sobivate kaartide ja skeemide koostamine jne. Elle viimaseks oluliseks väljaandeks jäänud raamat "Põhja-Eesti rannikumadalik ja saared. Maastikuline ülevaade" ilmus siiski 1998. aastal trükist. Tegemist on kokkuvõttega tema geomorfoloogia ja maastikuteaduse valdkonnas tehtust. Väljaanne on autori austusavaldus prof Endel Varepile, kelle juhendatav Elle pikkade aastate vältel oli.

Ellel oli juba 1970ndate alguspoolel kogunenud nii palju uurimismaterjali, et oleks saanud kokku panna kandidaaditöö Lahemaa geomorfoloogiast. Mahuka välitöö andmeil oli ilmunud mitu põhjalikku artiklit EGSi aastaraamatuis, Tartu ülikooli geograafiliste tööde kogumikes, ka ajakirjas Eesti Loodus, milles avaldatud pikemad artiklid võis panna väitekirja publikatsioonide nimekirja. Kuni 1975. aastani oli füüsilise geograafia erialal võimalik kandidaadikraadi kaitsta Tartus, pärast seda väljaspool Eestit NLiidu suuremates ülikoolides. Kuid jooksvate tegemiste kõrval jäi tal väitekirja koostamine tahaplaanile. Kui 1970ndate teisel poolel oli Ants Raik füüsilise geograafia kateedri juhataja, siis püüti Elle suunata väitekirja koostamise teisele ringile. Paari aasta jooksul tegi ta ära kandidaadieksamid (filosoofia, inglise keel, füüsiline geograafia), kuid vaatamata vähendatud tööülesannetele, jäi väitekirja ikkagi esitamata. Sellele vaatamata on Elle Linkrus läbi aegade teenekaim Lahemaa maastike ja pinnavormide uurija, kelle teaduspärand jääb kõrgelt hinnatuks järgmistele uurijate põlvkondadele. Elle pühendumine ja kiindumus just oma kodukoha tundmaõppimisel ja tutvustamisel jääb erakordseks.

## Elle Linkruse valikbibliograafia

**Linkrus, E.** 1960. Rannajärvedest ja maagaasist Viinistu ümbruses. – Eesti Loodus, 6, 365–366.

**Linkrus, E.** 1962. Tartu Riikliku Ülikooli Üliõpilaste Teadusliku Ühingu geograafia ring aastail 1947–1962. – Geograafiliste tööde kogumik I. Tartu, 3–19.

**Linkrus, E.** 1963. Andmeid maastikulisest keelualast „Valgejõe org“. – Looduskaitsealaseid töid. Tartu, 55–63.

**Linkrus, E.** 1963. Valgejõe alamjooksu oru geomorfoloogiast. – EGSi aastaraamat 1962. Tallinn, 28–45.

Hang, E., T. Liblik, **E. Linkrus.** 1964. On the relations between Estonian valley terraces and lake and sea levels in the Late-Glacial and Holocene periods. – Transactions of the Tartu State University 156. Publications on geography IV. Tartu, 29–42.

**Linkrus, E.** 1966. Merest sündinud. – Eesti Loodus, 4, 225–228.

**Linkrus, E.** 1968. Huntkivist, Kotkemäest ja muust. – Eesti Loodus, 9, 567–571.

**Linkrus, E.** 1969. E. Russov ja Käsmu. – Eesti Loodus, 11, 701–705.

**Linkrus, E.** 1969. Pärисpea poolsaare geomorfoloogiast. – EGSi aastaraamat 1967/1968, 24–49.

**Linkrus, E.** 1970. Üks paljude seas. [Mohni saar.] – Eesti Loodus, 6, 353–356.

**Linkrus, E.** 1970. Lemeti kivi. – Eesti Loodus, 12, 746.

**Linkrus, E.** 1970. Lohusalu-Lohusaar. – Eesti Loodus, 11, 695–699.

**Linkrus, E.** 1971. Miks Vanakabeli nõmm? – Eesti Loodus, 1, 52–54.

**Linkrus, E.** 1971. The Development of the Relief of the Käsmu Peninsula in the Holocene. – Acta et Commentationes Universitatis Tartuensis, 282. Publications on Geography, VIII, 31–45.

Линкрус Э. 1971. О геоморфологии полуострова Кясму. – Труды по географии. IX. Ученые записки Тартуского госуниверситета, 288, 3–29.

**Linkrus, E.** 1972. Meri ja maa – Lahemaa. – Eesti Loodus, 11, 651–659.

**Linkrus, E.** 1972. Mere- ja metsamaastik. – Eesti Loodus, 12, 746–753.



**Linkrus, E.** 1973. Näoga mere poole. – Looduse kalender 1974, 1 lk.

Линкрус Э. 1974. Лахемааский национальный парк. Физико-географический очерк. – Труды по географии. XI. Ученые записки Тартуского госуниверситета, 317, 3–37.

**Linkrus, E.** 1975. Teine looduskaitseseminar. – Eesti Loodus, 11, 679.

**Linkrus, E.** 1976. Juminda poolsaare loodusest. – EGSi aastaraamat 1974. Tallinn, 43–54.

**Linkrus, E.** 1976. The geomorphology and landscape regions of Lahemaa National Park. – Estonia. Regional Studies. Tallinn, 114–126.

**Linkrus, E.** 1976. The Glint headlands and Glint bays on the Lahemaa National Park. – Transactions of the Tartu State University, 393. Publications on Geography, XIII, 25–45.

Varep, E., **Linkrus, E.** 1976. Condition of the natural environment and landscape management in the Estonian SSR. – International Geography '76. Regional Geography. Moscow, 337–340.

**Linkrus, E.** 1977. Lahemaa rahvuspargi geomorfoloogia ja maastikuline liigestus. – EGSi aastaraamat 1975/1976. Tallinn, 36–53.

Kessel, H., **Linkrus, E.** 1979. Vanadest rannajärvedest ja nendega seotud rannamoodustistest Lahemaa lääneosas. – Eesti NSV saarkõrgustike ja järvenõgude kujunemine. Tallinn, 104–114.

**Linkrus, E.** 1979. VI looduskaitseseminar. – Eesti Loodus, 10, 628.

**Linkrus, E.** 1980. Lahemaa rahvuspargi maastikud. – Taas emakeele lätteil. Väliseestlaste teine kultuuriseminar Tallinnas, Lahemaal ja Tartus juunis 1979. Tallinn, 134–138.

**Linkrus, E.** 1980. Seitsmes looduskaitsekool. – Eesti Loodus, 11, 747.

**Linkrus, E.** 1981. Kaheksas looduskaitsekool Husti linnas. – Eesti Loodus, 9, 618–619.

**Linkrus, E.** 1981. Lahemaa rahvuspargi idaosa geomorfoloogia. – Lahemaa uurimused I, 28–44.

Линкрус, Э. 1982. Геолого-геоморфологическая основа и крупные ландшафтные единицы Лахемааского национального парка. – Ученые записки Тартуского госуниверситета, 375. Научные труды по охране природы, 5, 8–13.



- Linkrus, E.** 1982. Ettekandekoosolek J.G.Granö elu ja tegevuse kohta. – Eesti Loodus, 7, 475.
- Linkrus, E.** 1984. Formation of Landscape Units (Exemplified by the North-Estonian Coastal Area). – Acta et Commentationes Universitatis Tartuensis, 676. Publications on Geography, 104–117.
- Linkrus, E.** 1985. Mädajärve oru mõistatus. – Eesti Loodus, 3, 183–188.
- Linkrus, E.** 1986. The geomorphology and landscape regions of Lahemaa National Park. – Estonia. Regional Studies. Tallinn, 114–126.
- Linkrus, E.** 1988. Suurekõrve reservaat. Pinnaehitus ja maastikuline struktuur. – Lahemaa uurimused. III. Rahvuspargi looduse inventeerimine, 16–31.
- Linkrus, E.** 1994. Maastikuüksuste kujunemisest Põhja-Eesti rannikuala näitel. – EGSi aastaraamat, 28, 108–122.
- Linkrus, E., H.** 1995. Professor Endel Varepi trükitööd. 99 lk.
- Linkrus, E.** 1996. Kus asub Jaani-Tooma Suurkivi? – Eesti Loodus, 7.
- Linkrus, E.** 1998. Põhja-Eesti rannikumadalik ja Soome lahe saared. Tallinn, 103 lk.
- Linkrus, E.** 1999. Mõtteid professor Endel Varepi ajaloolis-geograafilisest kartoteegist. – Professor Endel Varep. Artikleid ja mälestusi, 83–90.
- Linkrus, E.** 2000. E. Russow ja Käsmu. – Eesti Maaparandajate Seltsi Toimetised, 4, 29–34.
- Linkrus, E., H.** 2001. Endel Hang kui õpetaja ja juhendaja. – EGSi aastaraamat, 33, 199–217.
- Linkrus, E.** 2010. Mõttekilde algusest ja lõpust. – Sinust ja Sinule Loksa, 115–117.
- Linkrus, E.** 2010. Endel Varep taas Pärnu koolis. – Eesti Loodus, 11, 52–53.
- Linkrus, E.** 2011. Pärispera poolsaare suured kivid. – Eesti Loodus, 8, 54–55.

## VAPPER JA SUUR GEOMORFOLOOG

**Reet Karukäpp**

**17. VI 1940 – 10. VII 2023**



Reeda sünnitalu, kus möödusid tema lapse- ja noorpõlve aastad ning viimane veerand rohkem kui kaheksakümne aasta pikkusest eluteest, on Pärnumaal Kilksama külas. Kümnekond kilomeetrit suvepealinnast Pärnust. Karukäpa talu ise paikneb madalal Põhja-Pärnumaa servamoodustise kitsal lõunakaarel, millest mõlemal pool saviküllane pinnakate pole olnud kuigi hea põllunduseks sobivate muldade kujunemiseks.

Reeda isa Jaan Karukäpp elas Põhja-Pärnumaal Koongas ja alustas seal rebasekasvatusega. 1937. aastal sai ta riigilt Põllutööministeeriumi Asunduse Ameti kaudu Pärnu lähedal Kilksama külas krundi oma maja ehitamiseks ja talu pidamiseks. Eesmärgiks oligi tegelemine karusloomakasvatusega. Ta oli selle kõrvalt ka jahimees ja olude sunnil põllumees. Kuigi Jaan Karukäpp pidas kirjade järgi Kilksama talu, kutsus külarahvas seda peremehe nime järgi ja nii see nimi püsima jäi. Jaan abiellus 1939. a juunis Pärnust pärit Marta Alice Siimiga.



Reet jalaluu põletikku, talle tehti mitu operatsiooni ja ta oli pikka aega haiglas, seega jäi esimene kooliaasta vahele.

Reet on meenutanud seda 7aastase lapse perioodi aastakümneid hiljem: *1947, hilissügis haiglas. Ärkamine palatis. Polegi kodus. Ema pole. Penitsilliinisüst iga 3 tunni järgi, ööpäev läbi. Eelmise valu pole veel üle läinud. Õpin uuesti käima. Hirmuga, sest arst käsib. Kui keegi ei näe, lasen käpuli, et mitte kukkuda. Kevadel kodus. Ema viib mind kipsis jalaga õue kuhjaasemele päikese kätte. Kuld-nokad laulavad...*

Kooliaeg algas uuesti järgmisel sügisel, kuid ka siis ei saanud ta pidevalt koolis käia. Reeda haiguse tõttu läks vend Peet aasta varem kooli, et Reedale koduõppeks vajalikke materjale koolist tuua. Nii lõpetasid õde ja vend koos Kilksama kooli 1955. aastal.

1955–1959. aastatel õppis Reet koos vennaga ja hiljem ka õega Pärnu Lydia Koidula nimelises II keskkoolis. Elati üürikorteris ja tuli iseseisvalt hakkama saada söögi tegemise ja elukorraldusega. Reet oli keskkooli ajal klassiorganisaator, käis pioneeride maja kunstiringis ja jahindusklubis, osavõtlik kõigis kooliaja tegemistes, milleks vähegi aega jätkus. Koos vennaga käisid nad Pärnu jahtklubis purjetamise kursustel, kus tegid endale ühemastilise kahvelpurje ja fokaga paadi, ning käisid sellega merel.

Kuna bussiühendust Kilksama ja Pärnu vahel sel ajal polnud, oli laupäeval pärastlõunal koju tulekuks ja pühapäeva õhtul linna tagasi minekuks vaja käia jalgsi 10 km. Linna minekul tuli kaasa võtta ka nädala toiduvaru. Reedale meeldisid need käigud, kuna siis sai ta nautida ümbritsevat loodust ja omaette olemist. Talvel sai kasutada lühemat teed suuskadega üle Rääma raba minnes.

Vahete-vahel tuli Reedal haiguse tõttu koolist pikemalt ära olla. See oli aeg lugemiseks ja mõtlemiseks. Kuid suhtlemis- ja tegutsemisvõimaluste puudumine mõjus talle rusuvalt. 1957. aasta algab eneseanalüüsi ja töotustega saada paremaks, kohe päris heaks, ja suured, kaugeleulatuvad tulevikuplaanid: *Algul rändan, hiljem on veel aega asutada kodu, tegelda majapidamise ja maaharimisega. Olen läbi ja lõhki oma isa tütar. Temast peetakse lugu, sest ta on kohusetundlikult ühiskondlike huvide eest väljas.*



Sauga sovhoosi Kilksama rebasefarm, millele pani aluse Jaan Karukäpp 1930. aastate lõpus ja millest kümme aastat hiljem sai kolhoosi, hiljem Sauga sovhoosi karusloomakasvandus.

Kõik Karukäpa pere lapsed olid kaasatud talutöödel juba varasest lapsepõlvest kuni kodust lahkumiseni: käisid karjas (majapidamises oli kaks lehma ja hobune), aitasid põllu- ja metsatööl, ka farmi rebaste söötmisel (pärast seda surmani väsinud) ja hooldamisel. Toiduks vajalik aedvili kasvatati sel ajal oma aias ja põllul. Lapsed olid osalised kõigis töodes ja õppisid sellest palju edasiseks eluks vajalikku.

Reedal oli kooliajast suur lugemishuvi – kõik tol ajal kättesaadavad ajakirjad ja raamatud olid tema loetud kirjanduse nimekirjas, mida ta oma märkmikus pidas. Isa oli tellinud venekeelsed ajakirjad „Oxora” ja „Бокпыр Сбера”, mida ta huviga luges. Hoolimata terviseprobleemidest olid tema lemmiktegevused juba varasest lapsepõlvest loodusega seotud. Ka meeldis talle joonistada pilte loodusest. Mõtetes ja unistustes rajas Reet oma metsa, kus on päikest ja varju, vett ja peegeldusi!

Peale keskkooli lõpetamist kaalus Reet päris tõsiselt isa ootuste ja kohaliku kolhoosiesimehe lootuste täitmiseks õppida karusloomakasvatust, milleks oli võimalus ainult Moskvast. Kuid Reet võttis

pärast keskkooli veel paar aastat mõtlemise aega, et teha otsus, mida õppida. See oli aeg töötada kodu kõrval isa asutatud farmis mitmel ametikohal: loomade talitaja, brigadir, juhataja asetäitja. 1960. aasta sügisel sai asi selgeks: *Alles mõni nädal tagasi tundus mulle alatu altvedamisena kui ma ei läheks karusloomakasvatust õppima. Tegelikult huvitab mind mõni muu asi rohkem. Olin selle endale ju ise seaduseks teinud. Miks ei võiks ma minna õppima hoopis geograafiat?*

## Ülikoolis

Esimesel korral ei õnnestunud Reedal ülikooli sisse saada, kuid 1962. aasta 1. septembrist oli ta TRÜ üliõpilane geograafia osakonnas kuni detsember 1967, kui ta sai diplomi ülikooli lõpetamise kohta füüsilise geograafia erialal. Reet oli mahuka välitöö materjali põhjal kaitsnud diplomitöö teemal „Põhja-Eesti fluvioglotsiaalsete setete tekstuurid ja nende seos pinnavormide morfoloogia ja geneesiga”.

1960ndate aastate tudengielu Tartus iseloomustas esmalt tegutsemistahe. Tehti seda, mis oli võimalik ja enamgi, kui seda võimaldas reeglite oskuslik tõlgendamine. Valitud komsomolitegelased kolmel tasandil (osakond, teaduskond, ülikool kogumina) ning isehakanud juhid ja autoriteedid, kel polnud komsomoli ega partei värgiga mingit puutumust, olid igas mõttes eestvedajad. Need olid aktivistid, kes oskasid ära kasutada või lihtsalt tunnetasid Hruštšovi teise sulaperioodi (1963–66) liberaalsemat, kohati ehk isegi väheste demokraatia elementidega ühiskonda.

Kirjeldatud õhustik oli igati vastuvõetav sotsiaalselt tundliku närvi Reedale, kes leidis ülikooliaastail nii palju huvialast tegevust, et vahete-vahel oli raskusi, kuidas kõigege hakkama saada. Reet oli hõivatud mitmetes huvitegevustes: kunstikabinetis Kaljo Põllu juhendamisel joonistamisoskust täiendamas, sõudmise ja ratsutamise treeningutel, Üliõpilaste Teaduslik Ühing (ÜTÜ), Rahvusvaheliste Suhete Ring (RSR), kultuuriloolase Oskar Kuninga juhendamisel tegutsevas Bit klubis, komsomoli organisatsioonis (ka ülikooli komsomolikomitee büroo liikme „austava“, kuid tol ajal enam mitte kohustuslikult ustava ametini välja). Reeda

kultuurilembus oli laiahaardeline: loengud ühingutes ja muuseumites, filmid, Vanemuise teater, kontserdid ülikooli aulas, noorte autorite luulekogud jmt. Lihtsalt tuli kultuurisündmustega kursis olla, sest vastasel juhul polnud sa sõpruskonna täieõiguslik liige. Talviti nädalavahetuse suusamatkad ja kevadel joonistamiskäigud loodusesse. Vabamal ajal oli vaja käia abiks kodutalus Kilksamal, kus töökäsi polnud alati piisavalt.

1960ndad oli ülikoolis aeg, et taheti õppida (rohkem teada), taheti nagu kõrgemale ja otsiti väljapääsu sellest kõigest, mis siin varem oli olnud. Reeta vaimustasid õppejõud, kellel olid sõnad varnast võtta, mitte tagatoast tuua: *Täna füüsika loengu ajal rääkis õppejõud meile füüsikaseadustest, mille autorid praegu elavad. Vaat see ongi ülikool! Kus õpitakse seda mis pole veel ajalugu, mis pole veel kivistunud seadus, pole muutumatu ega kõikumatu.* Seevastu ühiskonnateaduste õpetamise kohta oli Reeda hinang hävitav, mis leidis elavat vastukaja tema ülikooli ajalehes avaldatud teadusliku kommunismi teemalisest artiklist (TRÜ ajaleht, 19. mai 1967): *Teadusliku kommunismi alused on ülikoolis ühiskonnateadustest viimane. Me ootasime sellelt distsipliinilt kokkuvõtet kõigest eelnevast. Ootasime kaasaja probleemide põhjalikku teaduslikku ja huvitavat käsitlemist. Nüüd on see kursus läbi ja eksam tehtud (ainult "headele" ja "väga headele"). See peaks tähendama, et me oleme varustatud teadusliku maailmavaatega. Aga kas see ei tähenda pigem seda, et meil on küllalt suur loosungite tagavara ja me teame marksismi klassikute teoste pealkirju ja sisukordi? Kui me ülikooli lõpetame ja tööle läheme, ei aita, kui räägime roiskuvast kapitalismist ja varisevatest kolonialismi ahelatest.* Teadusliku kommunismi aine viidi ülikoolide õppekavadesse 1963. aastal ja see oli ühiskonnateaduste ainetest järjekorras viimane. Kuigi aine sisu ja enamikel aastatel õpetamise viis jäid üldjoontes endisteks, poleks niisuguse artikli avaldamine (ka ülikooli lehes) paari aasta pärast olnud võimalik. 1960-ndate lõpuaastail toimus ideoloogiliste kruvide järjekindel kinnikeeramine.

Reeda huvi pinnavormide uurimise vastu tekkis juba ülikooli esimesel kursusel, mida süvendas järgnev geomorfoloogia õppepraktika. 1963. aastal toimus geograafiatudengite geomorfi praktika Endel Hangu juhendamisel Nõunis, Tartust 35 km Otepää poole. Majutus Tüki rahvamajas ja magamine rahvamaja suure saali põrandal.



Kesksuve soojad õhtud veedeti suuremalt jaolt järve ääres, kus liivane rand, paadisild ja lõkkeplats, mis külarahva ja külaliste meelispaiagaks ammusest aegadest praeguseni.



Praktikaülesannetest vabal ajal Nõuni koolimaja trepil (vasakult): Reet Karukäpp, Mare Randna (nüüd Veldre), Ene Mäeks ja Ain Sambla.

Reet meenutab: *Õhtul, kui jäin üksi tule juurde, tuli Hang ja rääkis mulle järvest ja tööst siin. Ta tahaks, et keegi võtaks tööd siin tõsisemalt ja kasutaks seda materjali kursusetöök. Kuna ma olin end ÜTÜ geograafiaringis geomorfoloogia huvist teada andnud, siis rääkis ta seda mulle. Et ma ei pea kohe otsustama. Mõelgu järgi. Aga ma olin juba otsustanud! Ja viimasel õhtul heldimapanevalt: Kui ma hilja, pärast kaevete kinniajamist, mööda teed tagasi marssisin, labidas seljas, oli tunne, et võiksin päikese loojangupunase järvevaateid nautides lõputult kõndida. Kuidas ikkagi näevad jumalamaailma Varep, Hang, Raik jt? Kas nad näevad oose, mõhnu, fluvioglaatsiaalset setet, retsentseid nõgusid... või näevad nad vahel ka lihtsalt ilusaid künkaid, metsi ja järvesid?*

Sügisel, kui uus õppeaasta juba alanud, käis Reet veel suvepraktika piirkonnas pinnakatet uurimas. Mõnikord kujunes see ettearvamatult pikemaks sõiduks, mil uurimistöö jaoks jäi aega napilt nagu ühel ringsõidul oktoobrikuu viimastel päevadel: 27. okt. Nõuni





Reeda pliiatsijoonistus Nõuni järvemaastikust 1963.a suvel.

*järve ääres. Jalas presentpüksid, kaasas raadio, nuga, B. Brechti raamat ja magamiskott. Hall ja tuuline ilm. Külma järve raagus puude vahel. Poes polnud leiba. Ostsin purgi mulgikapsaid ja küpsiseid. Ma pole eile lõunast saadik sünnud. Rumalast peast tegin pika bussiringi. Eile sõitsin bussiga Võrru. Öösel magasin heinakuhja all. Kuu, tähed, kahutanud krõbisev rohi, udu vesise välja kohal. Võru tuled ja maanteel sõitvad autod. Mõnus! Hommikul sõitsin Otepäele ja sealt Nõuni äärde.*

*Tegelikul tahtsin vaadata järvest itta jäävat ala oma töö jaoks, milleks mul ei jäänud suvel aega. Kahju, et ma veel üheks ööks jääda ei saa. Mõnus oleks siin lamada ja kollaseid kaselatvu vaadata, oodates millal lained õhtul väsivad. Tegin täna päris suure ringi järvest ida pool olevatel küngastel. Vähemalt kahel neist peaks olema viirsavid peal. Võib-olla tulen siia veel mitu korda, kui Hanguga töö asjus täpsemalt kokku lepin.*

Reeda III kursuse eriala õppepraktika toimus 1965. aastal TA Geoloogia instituudis, kvaternaargeoloogia sektoris. Algas pooleldi üliõpilase, pooleldi vanemmeaaniku elu (niisuguse ametinimetusega ta tööle vormistati), kuupalgaga 88 rubla, mis oli tol ajal korralik töötasu. Juunis olid välitööd Põhja-Eestis. Reeda ülesandeks oli

paljandite puhastamine, settekihtide ülesjoonistamine ja mõõdistamine. Hiljem ka veeriste orientatsiooni mõõtmine põhimoreenis. Nüüd tuli kasuks kooliajal omandatud joonistamisoskus.

Vanemate kolleegide meenutused sellest suvest, kirjapanduna Avo Miideli poolt, võiks kanda pealkirja “Reet ja mehed”: *Reet tuli meile praktikale Anto Raukase soovitusel ja alustas kohe tööd mandrijää servamoodustisi uurivas töörühmas. See koosnes ainult meestest: Endel Rähni (48), Anto Raukas (30) ja Avo Miidel (32), kes algul suhtusid väikesse ja haprana tunduvasse tütarlapsesse teatava umbusuga, et kes ja mis? Aga Reet kuulus ju Endel Hangu kuulsasse “labidameeste” naiskonda koos Elle Linkruse, Helle Palusalu, Tiiu Libliku jt, kes kõik tegelesid jõeorgude ja rannamoodustiste uurimisega ja keda pikad välitööd ei kohutanud.*

*Reeda saabudes meie seltsi kujunes varsti välja igipõlist soorolli arvestav tööjaotus, mis eriti selgelt avaldus hommikul ja õhtuti. Meie Anto ja Endliga põõnasime veel telkides, kui Reet juba kolistas pottide ja pannidega, olles ka lõkke üles teinud. Meeste ülesanne oli telgid maha võtta, kuivatada ja pakkida, hiljem ka nõud pesta, mida me “hoole ja armastusega” tegime. Lõuna möödus kuidas kunagi. Sel ajal sageli täiendasime toidutagavara Reeda nõuannete järgi, sest tal oli õhtusöögi menüü varakult valmis mõeldud.*

*Õhtul, laagrisse asunud, enamasti ikka mõne veekogu kaldal, oli meeste töö leida lõkkematerjali ja tuli üles teha ning telgid püsti panna. Nii see kordus päevast päeva mitmete aastate vältel. Reedast sai kohe esimesel suvel “meeskonna” täievoliline liige.*

*Ka karjääride paljandeis tegutsesime teatud tööjaotuse alusel. Anto ja Endel mõtisklesid nähtava teadusliku interpreteerimise asjus. Loomulikult Reet ja mina osalesime selles, kuid meie kogemused olid esialgu tagasihoidlikud. Reet alustas sel ajal glatsiofluviaalsete setete struktuuri ja tekstuuri uurimist, millest hiljem avaldas mitu artiklit. Minu ülesanne oli jäädvustada nähtu filmile: paljandi ja pinnavormi üldvaated, keskplaan ja lõpuks detailid lähivõtetenähtena.*

*Küllap on ütlematagi selge, et Reet võitis meie täieliku tunnustuse ja usalduse. Mis Reet ise sellest kõigest arvas, jäi otseselt teadmata, aga aeg-ajalt lõbusalt aasida meie kallal meeldis talle küll. Meie*

*võtsime seda kui temapoolset tunnustust, mis kõditas enesetunnet ja sundis teda tänama väikeste kingitustega.*

Sügiseks oli Reet koos instituudi poolse juhendaja Anto Raukasega jõudnud veendumusele, et tal on puudujäägid tõsigeoloogilistes teadmistes. Eks mõnigi kord anti talle heatahtlikke vihjeid, et üks geograaf ei küüni geoloogia instituudi nõueteni. Sügissemestril koos geoloogidega mineraloogiat kaheksa tundi nädalas korvas puudujäägi täielikult. Õppepraktika järgmisel kahel aastal Anto Raukase juhendamisel otsustas Reeda elukutse ja töökoha järgnevas 40 aastaks.

### **Geoloogia instituudis**

Reet töötas peale ülikooli lõpetamist TA geoloogia instituudis kvaternaargeoloogia alal teadurina 1968–2005. aastail, alates 1994. aastast juhtteadurina. Kuigi Reeda töövahekorid instituudiga lõppes 2005. aasta lõpuks, kestis tegelik töö inertsist edasi, kuigi kõik kulud aastakümnetega südamelähedaseks kujunenud teadustööga tuli endal kanda. Ka esimestel tööaastatel geoloogia instituudis tuli Reedal hakkama saada ebatavaliselt kitsastes oludes. Siis kestsid välitööd telgis elamise ja lõkkel toiduvalmistamisega vähemalt nädal jutti, vahel ka kauem. Nädala lõpuks hakkasid mehed (nad moodustasid tööühma tuumiku) koju, Tallinna kibeleva. Reedal polnud aga kuhugi mujale minna, kui panna magamiskott tuttava tädi toanurka Veskimetsas. See ajutine lahendus kestis aastaid kuni korteri saamiseni Mustamäel, nagu ajutistele asjadele kombeks.

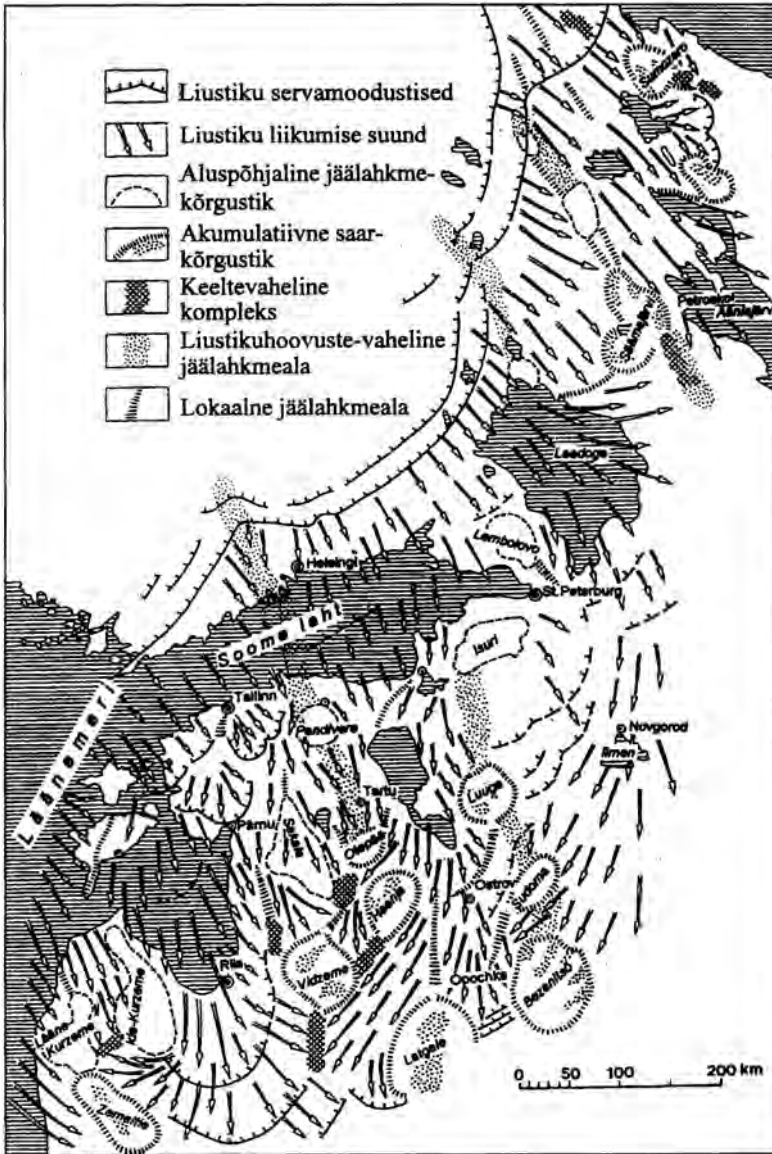
Reedal tuli geoloogia instituudis töötamise ajal, eriti esimesel kümnendil, teha mitmesuguseid abitöid, mõnikord hilisõhtuni välja. Aruannete vormistamine, sh jooniste tegemine, piltide kleepimine jmt oli ikka tema kirjutamata töökohustus. Mitte ainult kurk ei olnud kibe kummiliimi bensiiinhaisust, natuke ka hing, et just see töö oli ikka ja jälle tema teha jäänud. Tal polnud otseselt midagi selle vastu, tema olemusest tulenevalt meeldis olla kasulik! Aga parema meelega siiski labidas ja kompass käes ning teha setteprofiilide kirjeldusi. Reeda suur fotokogu Eesti loodusest (eriti pinnavormidest) ja kolleegidest, oli ammendamatu allikas uurimistöö aruannete ja artiklite visuaalseks täiendamiseks. Seda kasutati hiljem ka

kolleegide juubelite tähistamisel, kus päevakohase ettekande autoriks oli tavaliselt Reet ise.

1970ndatel laienes Anto Raukase juhitava kvaternaargeoloogia sektori uurimistöö kogu Põhja-poolkera hilispleistotseeni jäätmisalale, keskendudes liustikutekkeliste saarkõrgustike uurimisele Skandinaavia jäätmise kagusektoris, mis geograafiliselt hõlmas peamiselt Balti riike ning Venemaa poolelt Leningradi ja Pihkva oblastit. Teematika hõlmas kõigepealt glatsiaalgeoloogiat, käsitledes liustikutekkelisi pinnavorme, nende dateerimist ja rööbistamist üle liiduvabariikide piiride. Uurimisteema oluliseks täitjaks kujunes Reet, kes oli Anto juhitas sektoris lisaks geoloogidele sel ajal esile tõusmas. Ta jäi silma ja pälvis lugupidamist väga energilise ja sihikindla tegutsemise ning kindla sõnaga noore teadlasena. Nii saigi Reeda uurimistöö peamiseks teemaks liustikutekkeliste akumulatiivsete saarkõrgustike ehitus ja kujunemine. Aeganõudev ja töömahukas oli reljeefi morfomeetriline analüüs, kus pinnamoe liigestatus on väljendatud maapinna keskmise kalde kaudu, arvestades samuti pinnavormide paiknemise tihedust ja nende suhtelist kõrgust.



Vaade Reeda ühele lemmikuurimisalale – Karula kõrgustiku kuplistiku-vööndile Veetka järve lähedal 1972. aastal.



Reet Karukäpp (1996): Koostatud erisuunaliste liustikuvoolude rekonstruktsioon põhineb radiaalsete liustiku pinnavormide ja moreenis leiduvate veeriste orientatsiooni analüüsil.

Glatsiaalgeoloogia teema ja see koos glatsiaalgeomorfoloogiaga olid Reeda põhilised kiindumused teadustöös, mis sai alguse ülikoolis õppimise ajast. Koos Endel Hanguga alustatud Otepää kõrgustiku pinnamoe struktuuri uuringud jätkusid teiste samalaadsete liustikutekkeliste kuhjelite saarkõrgustike morfoloogia ja geneesi uuringutega Eestis, Lätis, Leedus ja Venemaa loodeosas, peamiselt Pihkva oblastis ja Karjalas. Reeda enda teatel Londoni Royal Holloway ülikooli professor Jim Rose soovitas seda tüüpi kõrgustikud nimetada otepäadeks. Seda sellepärast, et Otepää on geomorfoloogiliselt kõige paremini uuritud tänu Endel Hangule ja tema juhendatud õpilastele.

Reedalt ilmus trükist ainu- ja kaasautorluses hulgaliselt artikleid ning sel teemal kaitses ta 1979. aastal Vilniuse ülikoolis kandidaadinäing 1996. aastal Tartu ülikoolis doktoriväitekirja. Tagantjäreli hinnates oli mandrijää servamoodustiste, eriti kuhjelite saarkõrgustike pinnamoe uurimine, Reeda elutöö ning tema koostatud, nüüd juba klassikaliseks kujunenud skeem oma üldistuses ja lihtsuses on hästimõistetav ka kvaternaargeoloogia huvilistele laiemalt.

Peaaegu kogu TA geoloogia instituudi kvaternaargeoloogia sektor keskendus 1980ndate algusest Eesti suurjärvede geoloogia uurimisele, kuhu kaasati endastmõistetavalt ka Reet. Eesti-, vene- ja ingliskeelsed uurimistulemuste monograafiad ilmusid juba taasiseseisvunud Eesti ajal. Paljude väiksemat tähtsust omanud tööde kõrval osales Reet pinnavormide kaitseväärtuste selgitamisel ning teaduslikult põhjendatud ettepanekute koostamisel looduskaitseobjektide nimekirja täiendamiseks.

Reet oli aastakümnete jooksul aktiivselt tegev geoloogia instituudi teaduselus ja paljude ühenduste tegevuses. Talle omases stiilis tekstid ja sõnumid tekitasid kolleegidega ja mõttekaaslastega elavaid arutelusid nii teaduse kui ühiskonnaelu päevakajalistel teemadel. Ta ei tahtnud oma tõekspidamistega kellelegi meeldida, ikka esitas ta arvamusi, millesse oli tal endal usku. Tema tugevuse aluseks oli otsesuhtlus oma valdkonna teadlastega, ka nendega, kellega üldjuhul suhtlesid peamiselt erineva astme juhatajad.

Reet oli heatahtlik kaasaaitaja Eesti Geograafia Seltsi tegemistes, pikemat aega oli ta Rahvusvahelise Geomorfoloogia Assotsiatsiooni Eesti Rahvuskomitee sekretär, korraldades komitee kirjavahetust ja



asjaajamist. Eesti Teaduste Akadeemia andis talle Karl Ernst von Baeri mälestusmedali 1998. aastal. 2022. aastal valiti Reet Eesti Geoloogia Seltsi auliikmeks.

*Arvo Järvet*

## **Reet Karukäpp tudengite juhendajana**

Pärast kolmanda kursuse lõpetamist 1973. aasta suvel suunati meid, geograafiatudengeid menetluspraktikale, kus me pidime hakkama iseseisvalt tegelema uurimistööga ning materjali koguma diplomitööks. Mind suunati Teaduste Akadeemia Geoloogia instituuti, toorkordse kvaternaargeoloogia sektori juhataja Anto Raukase juurde, et saaksin lähemalt tutvuda mandrijää ja selle sulamisvete poolt kujundatud pinnavormidega. Kuna Anto oli väga aktiivne ja toimekas mitmes valdkonnas, ei olnud tal piisavalt aega pühendada algaja tudengi juhendamisele, mistõttu minu menetluspraktika tegelikuks juhendajaks kujuneski Reet.

Toas, kus asus Reeda töölaud, oli ruumi veel kahele. Neist üks oli mulle selleks ajaks juba hästi tuttava nimega mees – Endel Rähni. Olin tutvunud 1971. aastal ilmunud Anto Raukase, Endel Rähni ja Avo Miideli koostatud raamatuga Põhja-Eesti mandrijää servamoodustistest, mis sisaldas mõhnade ja mõhnastike detailseid kirjeldusi just eelkõige Rähni sulest. Kuna mõhnu peeti sel ajal kõige ebamäärasemateks pleistotseeni pinnavormideks, siis hakati Geoloogia Instituudis üha enam tähelepanu pöörama nende ehitusele, välisilmele ja tekkeloole. Et Reet oli asunud tegelema Lõuna-Eesti künkliku pinnamoe uurimisega, siis oli asjade loomuliku arengu osaks see, et ka mind pühendati antud valdkonda. Geoloogia Instituudi kabinetis, kus Reet töötas, olid sagedasteks külalisteks kaks meest Ajaloo Instituudist, kes käisid seal muu hulgas ka väga intrigeerivaid teadusprobleeme arutamas. Need olid loodusgeograaf Aarend-Mihkel Rõuk ja arheoloog Tanel Moora. Mõlemast mehest nii nagu ka Reedast said järgnevateks aastateks minu akadeemilised vanemad.

1973. aasta suvel suundusime välitööks vajalikus täisvarustuses (mõõdistamisvahendid, labidad, soopuur jms) ühistranspordiga Otepää kõrgustikule. Maaritsa lähedal Krüüdneris olid Reeda

huvifääris väga omapärased rõngasvallid, mida hakkasime mõõdistama ning siseehitust uurima. Turvastunud nõgudes puurisime soopuuriga läbi turba mineraalmaani. Töö oli füüsiliselt raske. Meil oli abiks ka üks keskkoolipoiss, keda taoline uurimistöo huvitas ning kellega koos me puurisime ja vaheldumisi kaevasime kaeveid. Meie suurimaks eeskujuks oli aga Reet, kes oli meile igati vääriiline partner füüsilist pingutust nõudvate tööde puhul. Eredalt on meelde jäänud üks seik, kus Reet toimetas labidaga sügaval kaeves. Tema peanuppu polnud paista, ent aeg-ajalt välgatas liiva täis labidas üle kaeve serva. Ta tegi kaeve ka turbaga kaetud nõkku, kusjuures kiiresti, et vesi ei jõuaks enne pildistamist või setteproovi võtmist kaevet täita.

Esimese ja ka järgmise aasta menetluspraktikate käigus tehtud uurimistöo põhjal koostasid diplomitöö kahe Lõuna-Eesti erinevat tüüpi mõhnastiku võrdlusest, mille idee pärines osaliselt ka Reedalt ja kellega koos arutasime mitmeid küsimusi. Me tegelesime koos eri tüüpi mõhnastike morfoloogia kartograafilise analüüsiga ja seda nii üle 10 000 aasta vanuste mõhnastike näitel Eestis kui ka alla 100 aasta vanustega Islandil (kirjanduse põhjal). Selle tulemusena sai publitseeritud ka ühine artikkel raamatus, mis ilmus 1978. aastal ja mis on pühendatud mõhnade ja mõhnastike ehitusele ja tekkele.

Hilisematel aastatel me puutusime kokku peamiselt üleliidulistel kvaternaariuurijate nõupidamistel ja konverentsidel, mille



Maalt pärit ning rasket talutööd teinud sitke tüdrukuna tundis Reet end kindlalt nii labidaga kui mullapuuriga.



initsiaatoriks oli Anto Raukas ja mis toimusid tollase NSV Liidu loodeosa erinevates kohtades igal aastal. Reet tegi seal ettekandeid oma viimaste tööde tulemustest ning avaldas senistest tõekspidamistest veidi erinevaid mõtteid. Ta suhtus kirjanduses avaldatud seisukohtadesse sageli kriitiliselt ja ütles seda ka välja, kui tema uurimistulemused neid ei kinnitanud.

Me pidasime vastakuti meeles teineteise sünnipäevi. Üks mulle meeldejäävamaid hetki oli, kui me sõitsime TLÜ Ökoloogia keskuse kolleegidega Slovakkiasse, et osaleda Nitra linnas toimunud maastike alasel konverentsil 2015. aasta mais. Meie väljasõit asutuse mikrobussiga Tallinnast juhtus olema minu sünnipäeval ja me sõitsime Tallinna–Pärnu maanteed Läti suunas. Reet oli kuidagi teada saanud, et selline reis toimub. Ta helistas ning üsna vara hommikul otsustas tulla meiega korraks kohtuma Sauga teeristi. Ta õnnitles mind ja saatis meid teele oma tehtud veini ja suure püti musta sõstra mahlagaga.

*Are Kont*

### **Mõningaid mõtteid seni lahendamata küsimustest glatsiaalgeomorfoloogias**

Kui tavaliselt silmapaistvad inimesed kas kirjutavad ise või koostöös 'kirjaoskajatega' kokkuvõtteid käidud teest, siis Reet otsustas erialainimestega jagada hoopis mõtteid probleemidest, mis küll teadustöö käigus kerkisid, kuid lahendust ei leidnud. Ehk nagu ta ise sõnastas, et sinu saavutustest võivad ka teised kirjutada, kui oled need hästi eksponeerinud või laiali laotanud, kuid sellest mis lahendamata jäi, pead ikka ise aru andma.

Ülevaate kripeldama jäänud küsimustest koostas Reet, kui oli aktiivsest teadustööst juba kümmekond aastat eemal olnud tema 70. juubeliga seotud ettekande kokkuvõttena. Kuigi selles kirjatükis oli Reet mõnes küsimuses üsna kriitiline, siis tuleb rõhutada ka seda, et selget oma seisukohtade avaldamise eesmärki ta sõnastanud pole. Ta ei rõhuta oma seisukohtade ainuõigsust või et ilma tähelepanu juhitud probleeme lahendamata pole glatsiaalgeoloogias võimalik edasi minna.

Alustuseks ehk Reeda enda kokkuvõte, kus ta paljude väiksemate spetsiifiliste küsimuste kõrval sõnastab kolm teesi, mille käsitlemise juures on tunda, et teema muudab teda, muidu väga rahumeelset inimest, isegi veidi kurjaks või irooniliseks. Neid teese nimetas ta 'eriarvamusteks' ja need on minu sõnastuses järgnevad:

A – Coriolis'i jõud mõjutas paleoliustike dünaamikat, selgitada oleks vaja vaid kuidas;

B – viimase Skandinaavia liustiku serva stadiaalset taandumist vahemikus LGM (*Last Glacial Maximum*) kuni Palivere staadium ei ole eksisteerinud;

C – liustik sulas Eesti pinnal väga kiiresti, st enam-vähem üheaegselt ja mattunud liustikujää säilis kõrgustikel veel siis, kui Madal-Eesti oli juba jäävaba.

Ei mäleta enam, mis oli tõukeks, et Reet hakkas huvi tundma Coriolis'i jõu võimaliku mõju vastu liustike liikumisele, aga küllap olid need täpsustunud liustikutekkeliste pinnavormide leviku kaardid/skeemid. Nimelt, liustiku all kujunevad piklikud radiaalsed kuhjelised pinnavormid (nn liustiku alusvormid), kõige sagedamini voored, peegeldavad üsna täpselt liustiku liikumise, ka regionaalset või lokaalset, suunda. Skandinaavia jäätumisala kaguosas Loode-Venemaal torkavad silma ulatuslikud selliste pinnavormide kompleksid, mis näitavad liustikuvoolude liikumist põhjast lõunasse või isegi läänekaare suunas. Samas eeldasid jäätumise mudelid liustiku kui plastse keha valgumist/voolamist Botnia lahe põhjaosas paiknenud jäätumiskeskusest laiali radiaalselt ehk siis Loode-Venes kagu- ja idasuunaliselt.

Lähemal vaatlusel leidis Reet piisavalt näiteid ka eri piirkondadest ja väiksematelt aladelt kasvõi tema näitena Aruküla-Kehra (Harju-Jaani) väikevoorestikust, kus pinnavormide orientatsioonis peegeldub liustiku kaldumine liikumise suunas paremale, mis ju hästi üldistavalt ongi Coriolis'i jõu peegeldumine vastavalt Baer-Babinet seadusele. Samas on võimalik leida ka piisavalt näiteid liustiku kaldumisest vasakule või liikumist nn 'õiges suunas'.

Seetõttu hakkas Reet otsima ka teisi tõendeid liustiku püüde kohta meie alal kalduda paremale. Üheks selliseks näiteks on liustiku erinevast survest, mille arvatavasti põhjustas Coriolis'i jõust tingitud liustiku kaldumine paremale, tingitud pinnavormide nõlvuse

asümmeetria. Tõsi küll, suhteliselt väheste mõõtmiste tulemused Saadjärve voorestikus näitasid, et voorte ida-kirdenõlv on tunduvalt järsem lääne-edelanõlvast. Et väikevormidel, näiteks väikevoored, sellist asümmeetriat ei esine, seda seletas Reet nende suhteliselt lühiajalise/kiire kujunemisega, sest on ju ajal Baer-Babinet seaduses oluline koht. Isegi nii oluline, et Reeda mõtted Coriolis'i jõu mõjust liustikele leidsid rahvusvahelistel nõupidamistel olulist kriitikat just liustiku väga aeglase liikumise tõttu. Ilmselt seetõttu ei olegi need Reeda arvamused, kuigi publitseeritud, edasiarendamist leidnud. Sel ajal kui Reet neid mõtteid aktiivselt mõlgutas, siis glatsiaalgeoloogias veel kuigi palju tähelepanu ei pööratud liustike jagunemisele eri kiirusega liikuvateks jäävooludeks (*ice streams*). Praeguseks on see väga üheselt mõistetav, et liustikuvoolud määravad suurte jääkilpide massitasakaalu kui ka liustike liikumise/laiali-valgumise kiiruse erinevuse jäätumise eri piirkondades.

Huvitava seigana meenub ka Reeda doktoritöö kaitsmine Tartu ülikooli bioloogia-geograafiateaduskonna kaitsmisnõukogus 1997. aastal. Seal tekkis üsna põnev vaidlus oponent Dr. Avo Miideliga, et kuivõrd Loode-Venemaal eksisteerinud lõunasuunalised liustikuvoolud on ikka Coriolis'i jõust mõjutatud või on seotud hoopis liustiku jõudmisega settelise aluspõhja aladele. Või kui palju on neid mõjutanud Laadoga ja Äänisjärve nõgude orientatsioon ning kasvõi Devoni klint, mis väga hästi markeerib liustikuvoolu suuna muutuse perimeetrit ehk takistades liustiku idasuunalist liikumist Loode-Venemaal.

Liustiku serva seisakust või ka pealetungist jäävad loodusesse spetsiifilised pinnavormid, millest enim levinud on otsamoreenid. Need on kindel märk sellest, et liustikuserv ühel perioodil on selle pinnavormi kujunemise kohas püsinud. Ja siit tuleb liustiku serva frontaalse sulamise mudelite üks nõrgem koht, millele ka Reet oma karjääri lõpul mitmel korral ja üsna emotsionaalselt vihjas. Nimelt leidub mainitud liustiku nn servamoodustisi looduses vaid piiratud aladel, liustikutaande mudelitel aga esitatakse liustiku serva püsimummist sadade kuni tuhandete kilomeetrite ulatuses. Kuna nende pinnavormide vanuse määramisel oleme alles lapsekingades, siis on selged ka raskused ja erimeelsused nende ühendamisel ühtseks liustikuserva asendiks.

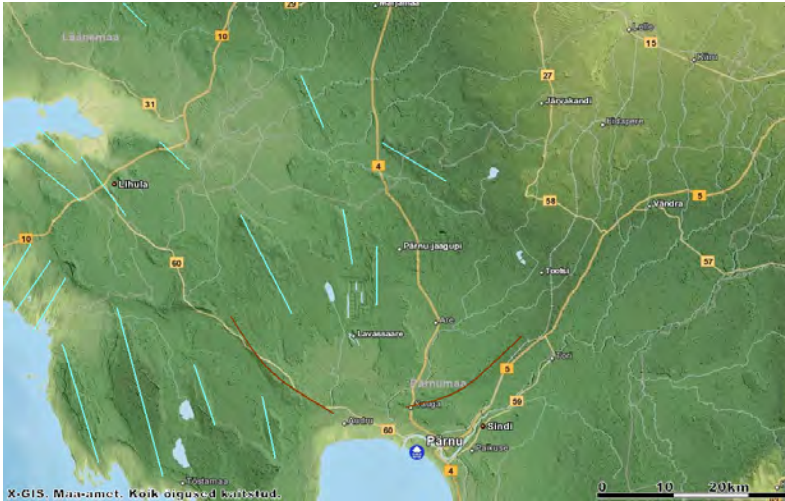
Heaks näiteks raskustest on kasvõi meie omad liustikuserva asendid Lõuna-Eestis, kus nii Haanja kui Otepää servamoodustiste piires leiame vaid üksikuid väiksemaid marginaalseid vorme ja Sakala servamoodustist ei oska me kuidagi 'edasi joonistada' Läti territooriumile. Need kitsaskohad on tekitanud ka liustikuserva frontaalse taandumise kriitikat, kelle hulka Eestiski kuulusid Anto Raukas ja Reet Karukäpp. Reeda idee oli liustiku üsna kiire, vaat et üheaegne sulamine LGM joonelt kuni meie Palivere servamoodustiste vööndini, mida ta pidas ainsaks tõsiseltvõetavaks liustiku servamoodustiseks, rõhutades ka et Paliverest alates algas hoopis teist tüüpi liustiku taandumine – kiire frontaalne taandumine.

Muidugi võime kriitikale leida ka vastukriitikat ja küsimusi, millele frontaalse taandumise oponentidel on raske vastata. Ja nii näitavad viimased, rahvusvaheliste uurimisrühmade poolt publitseeritud Skandinaavia liustiku sulamise mudelid endiselt liustiku serva paiknemist teatud ajal joontena. Olgem ausad, kui jätta kõrvale üheaegse sulamise idee, mille realiseerumisel peaks meie pinnamood olema sootuks teiseilmeline, siis kusagil pidi ju liustikuserv paiknema isegi kui me seda praegu kõige täpsemalt ei oska välja joonistada.

Reeda juurde tagasi tulles, siis tema kriitikas loomulikult oli õigeid noote, aga ega ka tema ise paremaid, hästi põhjendatud või faktidega kaetud seletusi ja mudeleid välja ei osanud pakkuda. Paratamatult tundub, et tema ideedele langeb juba mainitud Anto Raukase mõtete vari, kes ka siinkirjutajale omal ajal soovitas mitte selle liustikuserva taande küsimustega tegeleda, mis olevat oma aja juba ära elanud, vaid hakata otsima põhjendusi ja fakte liustiku üheaegse kiire sulamise toetamiseks.

Servamoodustistele vastukaaluks toob Reet oma teesides välja radiaalsed liustiku lõhedes kujunenud pinnavormid (oosid) ja eri liustikuvoolude vahelised vormid alates Lääne-Saaremaa kõrgustikust ja Iisaku oosisüsteemist kuni meie saarkõrgustikeni välja, mille genees pinnavormide kompleksidena võiks glatsiaalgeoloogias olla märksa olulisem uurimisobjekt kui servamoodustised. Pärnumaa inimesena (Karukäpa talu paikneb Pandivere servamoodustise lael) pöörab ta üsna palju tähelepanu Põhja-Pärnumaa servamoodustiste kaarele, mida on sadu kordi erinevates teadusuuringutes esitatud kui

Pandivere servamoodustiste lõiku. Erinevatele kaugseire andmetele viidates, kuid vältides otseseid geoloogilisi andmeid, väidab Reet, et Pärnu ja Lihula vaheline lõik on paralleelne sellest mõlemale poole jäävate suurvormidega ja on seetõttu pigem hoopis radiaalne moodustis. Sauga ümbruses olev, osaliselt mattunud moreenkünnis võiks kujutada endast otsamoreeni, aga selle kulgemine on täpsemalt kaardistamata.



Pandivere servamoodustiste võõndi (punasega tähistatud) lääneosa sarnane orientatsioon lähedal paiknevate radiaalsete pinnavormide orientatsiooniga tekitab Reedas veendumuse, et Pandivere vormid seal ei ole marginaalsed vaid radiaalsed ning Pandivere servamoodustiste kulgemine Pärnust Muhusse ja edasi lõuna Saaremaale on vägagi küsitav.

Kõnealuse servamoodustiste kaare Selja ja Väandra poolne osa kujutab endast jällegi radiaalset oositikku. Ta on ka seda meelt, et põhja-lõuna suunaline liustikuvool Lõuna-Saaremaale servamoodustisi maha ei jätnud ja Lääne-Saaremaa kõrgend on liustikuvoolude vaheline moodustis. Need on vaid mõned argumentid Reeda mõtetest, mille paikapidavust peaks ilmselt selgitama suuremõtkavaline geoloogiline kaardistamine, kui see ükskord nii kaugele jõuab.

Diskuteerides liustikuvoolude vahelisi vorme, jäi Reedal kripeldama Saadjärve voorestiku kujunemise eripära ja ta küsib, et kas

ikka eksisteeris lisaks aktiivsetele Peipsi ja Võrtsjärve jäävooludele veel ka Saadjärve liustikuvool üle Pandivere kõrgustiku? Ta arvab, et kõrgussuhted ümbritsevate madalamate aladega ning pealeasetatud sekundaarsete pinnavormide rohkus voorestikus on pigem tõendiks üle Pandivere kõrgustiku kulgenud jäälahkmealale. Ta arutleb, et keerukas pinnamood ja irdjää pinnavormide rohkus voorestiku servaaladel viitavad kahel pool eksisteerinud liustikuvoolude pidurdumisele, arvukate liustikujää deformatsioonide ja lõhesüsteemide tekkele ja sulamisvee setete kuhjumisele. Protsessi käigus mattus rohkesti irdjää setetesse, mille sulamise tagajärjel kujunesid just Saadjärve voortele omased sulglohud.

Ka mattunud jää sulamise ja laiemalt periglatsiaalsete protsesside üle mõtiskleb Reet oma teesides üsna pikalt, jõudes tõdemuseni, et nendele on ebapiisavalt tähelepanu osutatud. Üks oluline nähtus on näiteks orgaaniliste setete juhuleiud mineraalsete setete vahel, mis asjassepühendunud inimestele osutavad kohe võimalikule jäävaheaja või interstadiaali keskkonnale. Reeda tähelepanekuna aga selliste setete dateeringud ei lähe kuidagi süsteemi, ehk vanuse varieeruvus on nii suur, et selliste setete kujunemine on tõenäoselt toimunud hoopis keltsa või irdjää sulamisest tekkinud nõlva-protsesside tagajärjel. Periglatsiaalse keskkonna ja nõlvade erineva eksponeeritusega seostas Reet ka eri pinnavormide nõlvade asümmeetriat, millest oli põgusalt juttu juba eelnevalt ja mille täiendav statistiline analüüs kaasaegsete GIS vahenditega võiks anda päris põnevaid tulemusi ja uusi interpreteerimise võimalusi.

Üksik pinnavorm versus pinnavormide süsteem ja kas ranged glatsiaalsete pinnavormide definitsioonid võimaldavad kirjeldada kogu glatsiaalset morfogeneesi? Reet kasutab oma teesides oosi näidet. Oos üksikvormina on vallseljak ja Reet küsib, kas selle definitsiooni abil on võimalik meie glatsiofluviaalsete pinnavormide lipulaeval Neeruti mägedes eristada üksikuid 'oose'? Ja jõuab järeldusele, et selgelt piiritletavad on vaid negatiivsed pinnavormid – piklikud sulglohud. Kogu pinnavormistik Neeruti mägedes on aga 40 m kõrgune ja paari km laiune voorelaadne künnis, kuhu on uuristatud sügavad piklikud nõod ja nende vahelised kohati hargnevad ja koonduvad vallseljakud. Ta seletab ka arvatava põhjuse, miks selgeid üksikoosi siin pole. Ilmselt algas ooside kujunemine juba märksa varem liustiku üldise taandumise algusest. Lõplik kujunemine aga

leidis aset alles jäätaande lõpufaasis irdjää tingimustes, mistõttu ongi kujunenud hästi liigestatud, kuid selgete üksikvormideta kün- nis, mille geneetiliseks kirjeldamiseks meil erialatermin sootuks puudub. Ja Reedal on ka õigus, sest jälgides rahvusvahelist eriala- kirjandust, leiame sealt järjest uusi glatsiaalgeoloogilisi termineid, millele me emakeelseid vasteid veel pole leidnud või isegi otsinud.

Toodu on valik glatsiaalgeoloogiat ja geomorfoloogiat puudutava- test küsimustest, mida Reet pidas oluliseks erialainimestega jagada. Alati ei saagi eeldada probleemidele kergeid/kiireid vastuseid või lahendusi, aga tihti on ka probleemi äratundmisel ja selle sõnasta- misel oma väärtus. Ja olgu need read ühelt poolt Reeda meenuta- miseks ja teisalt nooremale põlvkonnale lohutuseks, et kõik polegi veel selge, et paleoliustike temaatikaga seonduvalt on tegutsemise ja mõtisklemise ruumi oi kui palju.

*Tiit Hang*

### **Taas Karukäpa talus**

1989. aastal lõpetas Kilksamal riiklik karusloomakasvandus töö ja peagi alustas Reet kodutalu taastamisega. Pühalik ja pidulik algus. Raske ja vaevarikas maaparandus, mis algas vana rebasefarmi müü- ride ja aedade lammutamisega. Omaniku uhkus ja rõõm külvata vilja. Esimesel sügisel see põllule ka jäi, polnud millegagi koris- tada.

Eesti Vabariigi taasiseseisvumise järel hakkas Reet taotlema isa nimele kuulunud talumaade tagastamist, mis oli küllaltki pikk ja keerukas protsess. Kuna talukohta kinnistusraamatusse kantud pol- nud, pidi Reet selle uuesti välja ostma. 2004. aastaks said Karukäpa talu (9,5 ha, sellest haritavat maad 3,5 ha) vajalikud dokumendid korda. Talu sai taastatud maadele, kus ligi viiskümmend aastat oli tegutsenud rebasefarm, mille juhatajaks oli kuni surmani 1968. aastal Reeda isa Jaan. Rahast rohkemgi tuli talutöösse panustada aega, mis kulus metsa ja võsa raadamiseks. Kuid endise karu- loomafarmi liigniiskel gleistunud liivsavimullaga maal ei tahtnud miski õieti kasvada.



Karukäpa talu väljapääs tundus olevat marjakasvatases. Eelmise sajandi viimasel, 2000. aastal rajas Reet marjakasvatustalu, kus spetsialiseerus mustsõstra kasvatamisele. Uude tegevusse sukeldus Reet talle omase põhjalikkusega. Kõik see nõudis suurt vaeva, uute teadmiste ammutamist ja pühendumist. Ta katsetas umbes 40 sordiga, kuni leidis neist kümmekond, mis Karukäpa talu muldadega sobisid. Parematel aastatel oli aastasaagiks isegi üle 10 tonni marju, millest enamik mahlaks ja siirupiks töödeldi, lisaks vähesel hulgal ka veini tegemine. Kuid tugevate kevadiste öökülmadega suvel oli saak tagasihoidlik ja majanduskulu märgatavalt suurem tulust. Reeda maadel oli ruumi ka maasikatele, viinamarjadele ja paljudele juurviljadele. Majaümborus oli täis lilli ja ilupõõsaid. Tihti sõitis ta Pärnu kui lätlased oma taimi sinna müüma tulid, et koduseda uute liikidega rikastada. Uudishimu ja teotahe ei jätnud teda ka siis maha, kui tervis juba tõsiselt häirekella löi.



Reeda 65. sünnipäev koos töökaaslaste ja sugulastega Karukäpal. 1. rida (vasakult): Jüri Vassiljev, Reet, Tiit Hang, Tiiu Liblik, Leili Saarse, Ena Martin, Elvi Tavast, Ene Meimer ja Urve Ratas. 2. rida (algab keskest): Reeda õde Tiia, Reeda tädi sõbranna, Tanel Moora, Avo Miidel ja Reeda õe Tiia ämm. 3. rida: Anto Raukas, Guido Eltermann, Rein Ratas, Toivo Tubli ja Anatoli Molodkov.



Reet tegeles enam kui 20 aastat sõstrakasvatusega väikeettevõtjatele iseloomuliku kuni 5hektarises aiandis ja marjade töötlemisega hoidisteks ja jookideks. Kuigi on tuntud suurtootmiseks tööstuslikult valmistatavad seadmed (marjakombainid), siis väiketootmise jaoks puuduvad sobilikud koristusseadmed ja töö tehakse suures osas käsitsi. Marjasaak tuleb koristada aga lühikese ajaga ja samaaegselt asuda marjade töötlemisele. Sellest tulenevalt Reet konstrueeris ja võttis kasutusele marjakorjamist kiirendava käsiseadme, mille kohta sai ta 2017. aastal patendiametilt tunnistuse. Sellele vaatamata oli Karukäpa talus ütle mata palju käsitsitööd.

Vaatamata raskustele oli Reet õppepäevade ja kursuste korraldaja ning regulaarselt osales ta Rahvusvahelise Mustasõstrakasvatajate Assotsiatsiooni üritustel ja oli ühenduse konverentsi üks korraldajatest Eestis 2006. aastal. Lisaks marjakasvatusele ehitas Reet oma projektivisandi järgi uue elumaja ja marjade töötlemiseks mahlategemise ruumid. Lapsepõlveunistus oma kodust oli saanud teoks.

Kogu selle talu- ja teadustöö kõrvalt kasvatas Reet suure armastusega üles tütre, kes oli alati mistahes tegemiste suhtes talle number üks. Reet oli hingekosutavalt olemas ka oma kahele lapselapsele,



Karukäpa talu uus elumaja lumisel aastalõpul 2014.

ärgitas neidki tundma huvi looduse ja kõige meie ümber toimuva vastu. Tütretütar Kätlin lõpetas eelmisel aastal Tartu ülikoolis geograafia bakaõppe ja tütrepoeg Martin on sel aastal lõpetamas prooviisori magistriõpet.

*Arvo Järvet*

## **Lahkumismeenutused**

Meid on kolm, kõik geograafid, kes Reedaga sõbrustasime. Tutvus temaga algas küll igal meist erinevalt. Kaja oli Reeda kursusekaaslane, kellel meist kõige pikem rida Reedaga koosoldud aastaid. Tiiu ja Urve olid viimaste kursuste tudengid, kui Reet ülikooli astus. Hiljem tööalaselt tihenesid sidemad. Eluteed meil neljal ristusid aga tihti. Sarnased tööd ja huvid sidusid meid. Teadsime üksteise peresid ja tundsim e rõõmu sündmustest üksteise eluteel. Külaskäigud Reeda koju Kilksama külla said alguse juba siis, kui elas Reeda ema ning kus kohtusime ta õe- ja vennaperega, keda Reet armastas ja hoidis ning kogu elu tihedalt seotud oli. Reeda töökus ja tahtejõud oli eeskujuks meile kogu elu, mis kajastuvad ka teiste, peamiselt tööalaseid tegevusi meenutajate kirjutistest.

Aastaid hiljem moodustus meist neljast omaette kambake, kes ühte hoidis. Lisaks erialaliste küsimuste lahendamisele olime üksteisele toeks ka elu igapäevaste raskuste ületamisel. Reet nägi ja mõistis teiste inimeste muresid ja püüdis neid aidata rohkemgi kui parasjagu suutis. Tähelepanuväärsed olid jõulude tähistamine Reeda kodus Kilksamal, samuti ka mitmed tema sünnipäevad jaanipäevaeelsel ajal või kokkusaamised Tallinnas. Elasime igati kaasa kui geoloogiadoktorist Reet Karukäpast sai tuntud mustasõstrakasvataja!

Reet tundis suurt huvi Eestimaal toimuva vastu, elades kaasa riigi edusammudele ning lahates murekohti. Südamesse läks tema kirjatöö 2017. aastast, kus ta kirjutab: *Tunnen kohustust sekkuda loomakaitsjate agressiivsete rünnakute ja karusloomakasvatajate liigpassiivse kaitse vahele. Ma pole riigiametnik ega pea seepärast olema poliitkorrektne, nagu seda pole ka loomakaitsjad, kes rõhuvad mõõdutundetult emotsioonidele.*

Reet oli lapsepõlves kasvanud karusloomade keskel, ta teadis ja tundis seda valdkonda, siit ka ründajatele küsimus: *Oleks väga huvitav teada, palju kirglikest loomaõiguste eest võitlejatest on ise ka loomi (mitte lemmikloomi) tegelikult kasvatanud, nende eest hoolitsenud, neid ravitsenud, poegimise ajal valvanud?* Reet oli õiglane, teda häiris ülekohus ja asjatundmatud arvamused inimestelt, kes valdkonda ei tundnud.

Headeks sõpradeks saadakse aastakümneid koos käies ja lahkumine on ääretult valus. Jääb tänada vaid õnne, et meil oli armas kaaslane, tegus, rõõmsameelne ja toetav, erakordselt vapper Reet!

*Kaasteelised geograafid*

## Reet Karukäpa valikbibliograafia

**Karukäpp, R.**, Mikalauska, A. 1971. Põhja-Eesti fluvioglatsiaalsetest kruusa-liivaväljadest. – EGS-i aastaraamat 1970. Tallinn, 38–49.

**Карукяпп Р.**, Мийдел А. 1972. О строении и особенностях формирования некоторых типов предфронтальных краевых ледниковых образований Северной Эстонии. – Региональные исследования ледниковых образований. Материалы IV всесоюзного совещания. Рига, 86–103.

**Карукяпп Р.**, Чеботарева Н., Фаустова М. 1973. Деградация последнего ледникового покрова Европы по палеогеографическим данным. – Палеогеография Европы в позднем плейстоцене. Опытный макет атласа-монографии. Москва, 41–78.

**Karukäpp, R.** 1974. Karula kõrgustiku reljееfist. – EGS-i aastaraamat 1973. Tallinn, 36–51.

**Карукяпп Р.** 1975. Особенности формирования ледникового рельефа Карулаской возвышенности. – Известия АН ЭССР. Химия. Геология, 24, 2, 145–151.

**Karukäpp, R.**, Raukas, A. 1976. Stagnant ice features in the Estonian glacial relief. – A. Raukas (ed.). Estonia. Regional studies. Tallinn, 34–44.

**Karukäpp, R.**, Kont, A. 1977. Lõuna-Eesti väikekünkliku pinnamoe geomorfoloogilisest analüüsist. – EGS-i aastaraamat 1975. Tallinn, 23–35.

**Карукяпп Р.**, Аболтыныш О., Исаченков В., Раукас А., Фаустова. М. 1977. Ледораздельные зоны и их отражение в современном рельефе. Стросние главных ледораздельных зон. – Структура и динамика последнего ледникового покрова Европы. Ленинград, 101–112.

**Карукяпп Р.** 1978. Морфологические особенности камовых полей ледниковых возвышенностей. – Стросние и формирование камов. Таллин, 84–91.

Raukas, A., **Karukäpp, R.** 1979. Eesti liustikutekkeliste akumulatiivsete saarkõrgustike ehitus ja kujunemine. – A. Raukas (toim.). Eesti NSV saarkõrgustike ja järvenõgude kujunemine. Tallinn, 9–28.

Hang, E., **Karukäpp, R.** 1979. Otepää kõrgustiku pinnavormistik. – A. Raukas (toim.). Eesti NSV saarkõrgustike ja järvenõgude kujunemine. Tallinn, 42–65.

**Карукяпп Р. Я.** 1979. Особенности формирования четвертичного покрова и форм рельефа в готигляциальном этапе дегляциации (на примере Эстонии). Автореферат диссертации канд. геол.-мин. наук. Вильнюс, 26 с.

**Karukäpp, R.**, Rähni, E., Saarse L. 1982. Matsalu märgala pinnamood. – Geograafia rakenduslikke aspekte põllumajanduses. Tallinn- Saku, 78–82.

**Karukäpp, R.** 1982. Pandivere kõrgustiku loodenõlva pinnamood ja selle kujunemine. – XIII Eesti Loodusuurijate päeva ettekannete kokkuvõtted. Tallinn, 22–26.

**Karukäpp, R.** 1984. Karula kõrgustik. – Põllumajandusmaastiku tootlikkus ja keskkonnakaitse. Tallinn-Valga, 46–51.

**Карукяпп Р.**, Таваст Э. 1985. Структура и ледниковый морфогенез Пандивереской возвышенности. – Известия АН ЭССР, 34, 1, 22–29.

**Karukäpp, R.** 1985. Peipsi nõo kujunemine. – XIV Eesti Loodusuurijate päeva ettekannete kokkuvõtted. Tallinn, 23–26.

**Karukäpp, R.**, Martin, E., Raukas, A. 1985. Lääne-Eesti saared ja laiud – Läänemere liustikuvoolu lapsed. – Eesti Loodus, 2, 76–82.

**Karukäpp, R.**, Raukas, A. 1986. Kuidas kõrgustik tekkis? – Eesti Loodus, 11, 691–695.

**Karukäpp, R.** 1986. Erinevused kõrgustike pinnamoes ja nende põhjused. – Eesti maastike kujunemine ja kaitse. Tallinn, 8–10.

Бахмутов В., Загний Л., **Карукяпп Р.** 1987. Палеомагнетизм и варвOMETрия ленточных глин Эстонии и Ленинградской области. – Пуннинг Я.-М. К., Иванова И.К., Кинд Н.В., Чичагова О.А. (ред.). *Новые данные по геохронологии четвертичного периода*. Наука, Москва, 225–229.

**Karukäpp, R.**, Ratas, U. 1987. Põlva rajooni pinnamood. – Looduskasutusest ja keskkonnakaitsest künkliku pinnamoega maastikul. Tallinn-Põlva, 8–10.

**Karukäpp, R.** 1987. Pandivere kõrgustik. Palgejooned. – Eesti Loodus, 5, 276–281.

**Karukäpp, R.** 1987. Mandrijää Kurtna ümbruse maastike kujundajana. – Kurtna järvestiku looduslik seisund ja selle areng. Tallinn, 21–24.

**Karukäpp, R.** 1988. Pinnamood ja pinnakate territoriaalplaneerimises. Tallinn: ENSV Ühing “Teadus”. 21 lk.

**Karukäpp, R.** 1989. Soome lahe põhjareljeefi evolutsioon hilis- ja pärastjäajal. – Looduslikud protsessid ja inimõju Eesti maastikes. Tallinn-Tartu, 79–80.

**Karukäpp, R.** 1990. Anto Raukas Eesti NSV Teaduste Akadeemia akadeemikuks. – EGSi aastaraamat, 25, 184–187.

Raukas, A., **Karukäpp, R.** 1989. Geomorphology in Estonia. – Transactions Japanese Geomorphological Union, Vol. 10-B. History of geomorphology, 65–70.

**Karukäpp, R.**, Paalme, G. 1991. Kruusa-liiva kasutamisest ja pinnavormide kaitsest Pandivere kõrgustikul. – Ü. Heinsalu (toim.). Lahkme-Eesti looduskasutus ja -kaitse. Tallinn, 70–76.

**Карукяпп Р.**, Васильев Ю. 1992. Геоморфология дна. – А. Раукас и Х. Хюваринен (ред.). – *Геология Финского залива*. Таллинн, 72–86.

**Karukäpp, R.** 1992. Glacial accumulative insular heights and buried stagnant ice of Late-Pleistocene age. – Buried glacier ice and permafrost in glaciated areas. Tallinn, 27–32.

Raukas, A., **Karukäpp, R.** 1993. Geomorphology in Estonia. – H.J. Walker & W. E. Grabau (eds.). The evolution of geomorphology, 135–142.

**Karukäpp, R.**, Malkov, B. 1993. Pinnamood. – J. Lutt, A. Raukas (toim.). Eesti šelfi geoloogia. Tallinn, 22–29.

Kaljumäe, H., **Karukäpp, R.**, Tavast, E., Teedumäe, A. 1993. Looduslikud tingimused. – Pandivere Riiklik Veekaitseala. Jyväskylä, 3–22.

Raukas, A., **Karukäpp, R.** 1994. Stagnant ice features in the eastern Baltic. – *Zeit. Geomorphologie N.E.*, 95, 119–125.

**Karukäpp, R.** 1995. Pinnakate ja pinnamood. – H. Kink (koost.). *Kunda piirkonna tööstusmaastik*. Tallinn, 14–16.

Hang, T., **Karukäpp, R.** 1995. Vigala – clay varve chronology between Palivere and Pandivere ice-marginal zones. *Stop 5*. – W. Schirmer (ed.) *Quaternary field trips in Central Europe, INQUA 1995. 3. Baltic Traverse*. Munchen, 171–173.

**Karukäpp, R.** 1996. Baer-Babinet law in glacial dynamics. – *Proc. Estonian Acad. Sci. Geol.* 45, 3, 216–224.

**Karukäpp, R.**, Moora, T., Pirrus, R. 1996. Geological events determining the Stone Age environment of Kunda. – *Journal of the European Network of Scientific and Technical Cooperation for Cultural Heritage, PACT*. Rixensart, 219–229.

**Karukäpp, R.**, Kink, H., Metslang, T. 1996. Otepää maastikukaitseala. – H. Kink (toim.). *Eesti kaitsealad – geoloogia ja vesi*. Tallinn, 65–83.

**Karukäpp R.** Gotiglatsiaalne morfogenees Skandinaavia mandriliustiku kagusektoris. *Tartu Ülikooli Kirjastus*, 1997. *Dissertationes Geologicae Universitatis Tartuensis*, 6. 180 lk.

**Karukäpp R.** 1997. Glacial topography. – A. Raukas & A. Teedumäe (Eds.). *Geology and mineral resources of Estonia*. Tallinn, 385–387.

**Karukäpp R.** 1999. Discussion of the observed asymmetrical distribution of landforms of the southeastern sector of the Scandinavian Ice Sheet. – *Glacial Processes Past and Present*. Geological Society of America. Special Paper 337, 187–192.

Raukas A., Moora T., **Karukäpp R.** 1999. The development of the Baltic Sea and Stone Age Settlement in the Pärnu area of Southwestern Estonia. – *Environmental and Cultural History of the Eastern Baltic Region, PACT*, 57, 15–34.

**Karukäpp, R.**, Raukas, A., Āboltiņš, O. 1999. Glacial Accumulative Insular Heights (Otepääs) – Specific Topographic Features in the Baltic States. – *Environmental and Cultural History of the Eastern Baltic Region, PACT*. 57, 193–205.

Valk H., **Karukäpp R.** 1999. Settlement History and its Connections with Geomorphological Preconditions in the Otepää Heights, Southern Estonia.

– Environmental and Cultural History of the Eastern Baltic Region, *PACT*, **57**, 207–219.

**Karukäpp, R.**, Raukas, A. 1999. Topography and landscapes. – A. Miidel and A. Raukas (eds.). Lake Peipsi. Geology. Tallinn, 14–17.

Raukas A., **Karukäpp R.** 1999. Glacial Geology of South Estonia. – Field symposium on Pleistocene Stratigraphy and Glacial Chronology, Southern Estonia. Excursion guide. Tartu, 11–16.

Raukas A., **Karukäpp R.**, Jaan-Mati Punning. 2001. Leonid Serebrjannõi: 21. XII 1931 – 16. IV 2000. – EGSi aastaraamat, 271–274.

Raukas, A., Kalm, V., **Karukäpp, R.**, Rattas, M. 2004. Pleistocene Glaciations in Estonia. – Ehlers, J., Gibbard, P. (eds.). Quaternary glaciations – Extent and Chronology. Part 1: Europe. Amsterdam, Elsevier, 83–91.

**Karukäpp, R.** 2004. Late-Glacial ice stream of the southeastern sector of Scandinavian Ice Sheet and asymmetry of its landforms – *Baltica*, 17(1), 41–48.

**Karukäpp, R.** 2005. Anto Raukas 70. – EGSi aastaraamat, 35, 296–299.

**Karukäpp, R.** 2005. Eskers in the periphery of their distribution in North Estonia. – Proc. Estonian Acad. Sci. Geol, 54, 1, 26–39.

Raukas A., **Karukäpp R.** 2007. Jaan-Mati Punning ja tema aeg. – EGSi aastaraamat, 36, 20–28.

**Karukäpp, R.** 2008. Nelikümmend aastat Baltimaade kvaternaargeoloogide sõpruskonda. – Uurimusi Eesti loodusteaduste ajaloost. Eesti Looduseuurijate Seltsi aastaraamat, 85, 229–239.

**Karukäpp, R.**, Raukas, A. 2008. Peipsi nõgu jääajal. – Peipsi, 51–55.

**Karukäpp, R.** 2008. Peipsi nõo pinnamood ja maastikud. – Peipsi, 63–72.

**Karukäpp, R.** 2016. Tegemata jäänud töid ja tegemisi. – Eesti Geoloogiakeskuse toimetised, 12/1, 57–72.

## **GEOGRAAFIASÜNDMUSI AASTAL 2023**

### **TARTU ÜLIKOOLI GEOGRAAFIA OSAKONNA LÕPETAJAD**

**2023. aasta**

#### **Geograafia bakalaureuseõpe**

Carol-Iris Aarla	Kätlin Kiik	Alar Rõigas
Joosep Aia	Kerttu Kulu	Tarmo Tanilsoo
Hendrik Eelmäe	Andres Lainoja	Daniel Henri Trump
Jörgen Hendre	Mihkel Paal	Joosep Truupõld
Ülle Kass		

#### **Magistriõpe Loodusgeograafia**

Silver Põlgaste	N <sub>2</sub> O sisalduse dünaamika stratosfääris Aura satelliidi andmete põhjal
-----------------	--

#### **Inimgeograafia**

Mariia Bochkova	Keiserliku Tartu ülikooli füüsika- ja matemaatikateaduskonna üliõpilaste koosseis ja päritolu aastatel 1892–1916
Mark Herman Ilumets	Eestlased Soomes: lõimumise mõju taga- sirandele



Elise Jalonen	Tartu rattaringluse kasutusmuustrite analüüs Autovabaduse puiestee ajal
Signe Kallion	Üürnike ja koduomanike roll kortermaja- piirkondade planeerimisel
Kaarel Hendrik Zernant	Looduslike alade külastamine Tallinna elanike seas mobiiltelefoni GPS andme- tel

### **Geoinformaatika ja kartograafia**

Triin Abrams	Aerolaserskaneerimise andmetest üksik- puude tuvastamine
Joonatan Kama	Veebialuskaartide koostamine ETAKi andmete põhjal
Kaimar Kiisel	Eesti maastike sidusust mõjutavad tegu- rid
Kevin Knjazev	Usage of Terrestrial Laser Scanning for elevation measurements and volume calculations compared to LIDAR and tra- ditional surveying equipment
Merili Lindpere	Laevade liiklustiheduse muutused Eesti merealadel aastatel 2019–2022
Liina Talistu	Detailplaneeringutega elamukruntidele määratud ehitusõiguse elluviidus Aluta- guse vallas
Mart Soo	Saaremaa viikingi- ja hilisrauaaegse ran- nasidusa asustuse jäetud joonelementide automatiseeritud otsingud paleogeograa- filiste rannajoontega ja mullakaardiga

### **Linnastunud ühiskonna geoinformaatika**

Raúl García Estévez	Measuring residential segregation using spatial metrics in Berlin
Nihad Gurbanov	Spatial analysis of forest change in Esto- nia using machine learning
Clay Taylor Harrison	Spatial autocorrelation in machine learn- ing for modelling soil organic carbon

- Nikolay Kozlovskiy The influence of socio-demographic factors and place of residence on people's activity space: a study based on GPS data in Tallinn
- Hleb Lazovik Soil moisture and temperature in wetland soils derived from remote sensing
- Anita Līvija Rozenvalde Exploring the applicability of the digital twin technology for mitigating urban overheating: the case of Riga
- Winnard Tutu-Brempong Bike share use among young people in Tartu: a demographic and spatial analysis
- Ayisha Yusibova The environmental quality of the street network and the equity of access to healthy travel environments in Tallinn

*Arvo Järvet*

**UUSI DOKTOREID (*DOCTOR  
PHILOSOPHIAE*) TARTU ÜLIKOOLIST  
GEOGRAAFIA ERIALADEL 2022–2023.  
AASTAL**

**Anniki Puura**

14. jaanuaril 2022 kaitses Anniki Puura doktoriväitekirja „Relationships between personal social networks and spatial mobility with mobile phone data“ (Isiklike sotsiaalsete võrgustike ja ruumilise mobiilsuse seosed mobiiltelefonide andmetel) inimgeograafia ja regionaalplaneerimise erialal. Anniki Puura alustas pärast Tartu Waldorfgümnaasiumi lõpetamist geograafiaõpinguid Tartu ülikoolis 2009. aastal ning lõpetas bakalaureuseõppe inimgeograafia ja regionaalplaneerimise õppesuunal kolme aasta pärast. Kaks aastat hiljem lõpetas ta samal erialal magistriõppe ning 2014. aasta sügisel astus ta doktorantuuri, jätkates ühiskonna ruumilise mobiilsuse uurimistööga. Tema väitekirja juhendajaiks oli TÜ geograafia osakonna kaasprofessor Siiri Silm ja TTÜ Ragnar Nurkse innovatsiooni ja valitsemise instituudi kaasprofessor Anu Masso. Doktoritöö kaitsmisel oli oponentdiks Israeli tehnoloogiainstituudi kaasprofessor Pnina Plaut. Praegu töötab Anniki Puura oma juhendaja Anu Masso juures Tallinna tehnikaülikoolis teaduri-järel doktorandina.

Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) ning transpordi areng on muutnud kogukonnad varasemaga võrreldes üha keerukamateks võrgustikeks. Võrgustike analüüsi peetakse 21. sajandi teaduseks, et kiireid ühiskondlikke muutusi ja keerulisi protsesse paremini mõista. Sellest tulenevalt on võrgustikke nii teooria kui ka meetodina üha enam rakendatud erinevates uurimisvaldkondades, sealhulgas sotsiaalgeograafias.

Võrgustike olulisuse esile toomiseks inimgeograafias, kus mobiilsuse analüüs on üheks oluliseks uurimisteemaks, lisab Anniki Puura doktoritöö sellele seose isiklike võrgustike uurimisega. Nii isiklike sotsiaalsete võrgustike kui ka ruumilise mobiilsuse korral on tegemist kahe inimeste elus kesksel kohal oleva ja omavahel

lahutamatuult seotud nähtusega, mille tähtsus on viimastel aastakümnetel veelgi suurenenud. Inimesed on üha rohkem ühenduses ja tegutsevad distantsilt, olles samal ajal ka liikuvuses.

Anniki Puura doktoritöö tugineb aastail 2013–2017 kogutud andmeile. Olulisemateks inimeste ruumilise paiknemise tunnused olid: liikmete elukohtadega ruumiliste üksuste arv, elukohtade jaotuse mitmekesisus omavalitsuses ja keskmine kaugus võrgustike liikmete elukohtadeni uuritava isiku elukohast. Kesksseteks analüüsitud tunnusteks olid ka vastastikuste kõnepartnerite arv ja võrgustike etnilis-keelelisus. Mitmerahvuseline võrgustik moodustus juhul, kui vähemalt üks partneritest kasutas teist suhtluskeelt. Lisaks kasutati tunnuseid nagu keskmine päevas külastatud omavalitsuste ja läbitud kilomeetrite arv. Tegevusrume kirjeldavateks mõõdikuteks olid ka vene rahvusest elanike osatähtsus elu- ja töökohas ning keskmistatuna kõigis külastatud piirkondades.

Isiklike sotsiaalsete võrgustike ruumilise paiknemise ja ruumilise mobiilsuse seoste analüüsimisel ilmnis üldine trend: ruumiliselt hajutatud võrgustikud on seotud ulatuslikuma mobiilsusega. Rakendatud tüpoloogiline lähenemisviis tõi aga esile, et kõik inimesed ei ole oma ruumiliselt hajutatud võrgustikes sama liikuvad. Tüpoloogia, mis tugineb Tartu linna uuritavate rühmale, näitas kolme eristumise tüüpi: (A) ruumiliselt hajutatud võrgustikud ja suur mobiilsus, (B) ruumiliselt hajutatud võrgustikud ja vähene mobiilsus ning (C) ruumiliselt kontsentreeritud võrgustikud ja vähene mobiilsus. Kui tüüp A ja tüüp C on kooskõlas eelpool toodud üldise trendiga, siis tüüpi B esindajad on oma ruumiliselt hajutatud võrgustikus vähem liikuvad. Uuringus ei tulnud esile ruumiliselt kontsentreeritud võrgustike ja suure mobiilsusega tüüpi, mis omakorda kinnitab olulist seost võrgustike geograafia ja ruumilise mobiilsuse vahel.

Võrgustike ruumilise ulatuse ja mobiilsuse vahelist seost mõjutavad inimeste tunnustest enim sugu ja rahvus. Meeste võrgustikud on hajutatamad ja nad on liikuvamad kui naised. Mehed kuuluvad suurema tõenäosusega ka tüüpi A, mida iseloomustab võrgustiku ruumiline hajutus ja suur mobiilsus. Naised on suurema tõenäosusega tüüpi B või C esindajad, kes on mõlemal juhul ruumiliselt vähem mobiilsed olenemata võrgustiku hajususest. Eesti- ja venekeelsetes rahvusrühmades leiti erinev seos: kuigi venekeelsete

inimeste võrgustikud on sarnaselt nende ruumilisele mobiilsusele rohkem kontsentreeritumad kui eestikeelsetel, siis hajusamad võrgustikud on seotud ulatuslikuma mobiilsusega mõlemas rahvusrühmas. Andmed viitavad, et olenemata suurematest võrgustikest on naistel ja venekeelsetel rahvusrühmadel endiselt ruumiliselt rohkem kontsentreeritud võrgustikud võrreldes vastavalt meeste ja eestikeelsete rahvusrühmadega.

Anniki Puura esitab oma väitekirjas tüpologia, mis tema teada on esimene samaaegselt isiklike võrgustike paiknemist ja ruumilist mobiilsust hõlmav lähenemine siseriiklikul tasandil. Inimgeograafia on töö oluline, sest loob tugevama seose isiklike võrgustikega, mille edasisele uurimisele annab aluse ka töös esitatud teoreetiline raamistik. Töö aitab ka senisest paremini mõista etnilist segregatsiooni Eestis, sidudes senised teadmised rahvusrühmade erinevast ruumilisest käitumisest isiklike sotsiaalsete võrgustike paiknemise ja etnilis-keelise koosseisuga.

### **Alisa Krasnova**

22. juunil 2022. aastal kaitses Alisa Krasnova doktoriväitekirja „Greenhouse gas fluxes in hemiboreal forest ecosystems“ (Kasvuhoonegaaside vood hemiboreaalsetes metsaökosüsteemides) loodusgeograafia ja maastikuökoloogia erialal. Töö juhendajad olid kaasprofessor Kaido Soosaar ja professor Ülo Mander TÜ geograafia osakonnast ning professor Steffen M. Noe Eesti Maaülikooli metsanduse ja inseneeria instituudist. Oponendiks oli professor Asko Noormets (Texas A&M University, USA).

Alisa Krasnova lõpetas Petrozavodski Riikliku Ülikooli Venemaal spetsialistina (MSc) bioloogia erialal. Ta õppis doktorantuuris Eesti Maaülikoolis 2011–2019 ja Tartu Ülikooli geograafia osakonnas alates 2018. aastast. Tema peamised uurimisvaldkonnad on kasvuhoonegaaside vood metsas, maastikuökoloogia ja ekstreemsed ilmanähtused.

Alisa Krasnova doktoritöö eesmärgiks oli analüüsida segametsa ökosüsteemide kasvuhoonegaaside voogusid ja neid määravaid peamisi keskkonnategureid. Globaalne kliima soojenemine põhjustab

kasvuhoonegaaside intensiivsemat lendumist ning nende sisalduse kasvu atmosfääris. See omakorda lükkab tagant kliima soojenemist. Töös on uuritud lisaks veeaurule kolme peamist kasvuhoonegaasi: süsihappegaasi, metaani ja naerugaasi.

Metsad etendavad kasvuhoonegaaside globaalses ringluses olulist rolli, olles üldiselt CO<sub>2</sub> sidujaks, kuid selle efektiivsus sõltub metsade vanusest, mullastikust, paljudest keskkonnateguritest ja majandamisviisist. Metsamullad üldiselt seovad metaani, kuid mullaniiskuse suurenedes intensiivistub nii metaani kui ka naerugaasi lendumine.

Süsihappegaasi voogude uurimiseks kasutati turbulentsse õhuvoo (*eddy covariance*) meetodit, mida rakendati aastatel 2017–2018 kuues lõuna-Eesti metsaökosüsteemi uurimisalal: okasmetsas Soontagal (harilik mänd/harilik kuusk), veekoguäärses lehtmetsas Agalis (hall lepp), segametsas Liispõllul (harilik kuusk/arukask), segametsas Apne-Järvseljal (harilik mänd/harilik kuusk/arukask/sookask), raiesmikul Kõnnus (endine männik) ja raiesmikul Tensos (endine kaasik).

Uurimistulemused näitasid, et suurim süsiniku sidumine toimus segametsas ja kõige väiksem okasmetsas. Põlispuudega okasmetsas oli sidumine väiksem, kuid säilis muutusteta ka põuasel 2018. aasta suvel. Mõlemad raiesmikud osutusid süsiniku emiteerijaks tänu suuremale süsihappegaasi lendumisele mullast.

Õhutemperatuur osutus peamiseks keskkonnateguriks, mis reguleeris nii ökosüsteemi kui ka mulla hingamist. Ühtlasi on see ka oluline fotosünteesi reguleerija. Optimaalset taset ületav temperatuur, näiteks kuumalaine ajal, mis kombineerub õhuniiskuse vajaku ja madala mullaniiskusega, põhjustab taimede poolt fotosünteesis CO<sub>2</sub> madalamat sidumist ja bioproduktiooni langust. Uuringutest selgus, et segametsad osutusid kuumalaine ja põua suhtes eeldatust vähem vastupidavaks. Oodatult olid ka raiesmikud haavatavamad. Veekogu äärne hall-lepik oli selgelt süsiniku sidujaks ka põuatingimustes. Uuenduslikud pikaajalised ja suure mõõtmisagedusega metaani ja naerugaasi bilansi uuringud veekogu äärses hall-lepikus näitasid, et see mets oli aastases tsüklis metaani siduja, kuid naerugaasi emiteerija.

Huvitav oli ka CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O aastaajaline dünaamika. Näiteks mõõdeti kõrge mullaniiskusega perioodil 2017. aasta sügisel metaani sidumine mullas, kuid puutüvedest selle kõrge lendumine. Ülejäänud perioodidel metaani emissioon puutüvedest puudus, kuid mullas seoti seda pidevalt. Naerugaasi aastases dünaamikas ilmnesisid väga selgelt lühiajalised kõrged emissioonid kuumadel perioodidel, mis andis üle poole kogu N<sub>2</sub>O aastasesst lendumisest.

## Tauri Tampuu

23. augustil 2022 kaitses Tauri Tampuu Tartu ülikoolis doktori-väitekirja „Synthetic Aperture Radar Interferometry as a tool for monitoring the dynamics of peatland surface“ (Interferomeetriline tehisavaradar kui vahend turbaalade pinna dünaamika jälgimiseks) loodusgeograafia alal. Doktoritöö juhendajad olid TÜ geograafia osakonna kaasprofessor Ain Kull, Aalto Ülikooli (endine Helsingi tehnikaülikool) elektroonika ja nanotehnoloogia osakonna kaasprofessor Jaan Praks ja TTÜ Meresüsteemide instituudi vanemteadur Rivo Uiboupin. Oponent oli Delfti tehnikaülikooli geoteaduse ja kaugseire osakonna professor Ramon F. Hanssen.

Tauri Tampuu alustas ülikooliõpinguid 2005.a Tartu ülikoolis keskkonnatehnoloogia alal ning nelja aasta pärast lõpetas bakalaureuseõppe ja 2011. aastal magistriõppe. Järgnes doktoriõpe loodusgeograafia erialal, mis lõppes tähtaegselt väitekirja kaitsmisega. Aastail 2020–2021 oli Tauri kümme kuud teadustööl Saksamaa lennundus- ja kosmosekeskuses, mis on maailma juhtivaid teadus- asutusi radarkaugseire alal. Pärast väitekirja kaitsmist asus ta tööle OÜs KappaZeta teadus- ja arendusjuhina. See on Tartu observatooriumi *spin-off* ettevõtte, mis pakub radarkaugseirel ja süvaõppe tehnoloogial tuginevaid teenuseid nii avalikule kui erasektorile.

Ulatuslike ja raskesti ligipääsetavate soode seisundit on võimalik operatiivselt hinnata kaugseire meetoditel. Tehisavaradar (SAR) on aktiivne kaugseiresüsteem, mis töötab mikrolainealas. SARi olulisimaiks omadusteks on, et ta näeb läbi pilvkatte, on vahetult tundlik seiratava objekti niiskussisaldusele ja suudab mõningal määral läbistada taimkatet. Satelliidile monteeritud SAR instrument suudab korraga katta suure maa-ala.

Tauri Tampuu uurimistöös on kasutatud radarsatelliidi Sentinel-1 andmeid. Sentinel-1 süsteem koosneb kahest samal orbiidil tiirlevast sünkroniseeritud satelliidist: Sentinel-1A ja Sentinel-1B, mida koos käsitletakse kui Sentinel-1. Satelliitide identsuse ja jagatud orbiidi tõttu tekib olukord, kus tegemist on justkui ühesama sensoriga, mis teeb mõõtmisi lihtsalt kaks korda lühema aja tagant. Sentinel-1 ülesvõtte katab korraga peaaegu terve Eesti. Sensoril on hea ruumiline lahutus – resolutsioon 20 m – ja tihe ajaline samm. Kumbki instrument jõuab täpselt samale kohale orbiidil 12 päeva tagant. A ja B instrumente kombineerides on ajasamm vaid 6 päeva. Kui radaripildid on tehtud täpselt samast asukohast orbiidil, aga eri aegadel, siis hakkab signaali poolt läbitud teekonna pikkuste vahe väga täpselt näitama kahe pildi vahele jääva aja jooksul toimunud maapinna kõrgusmuutust. Raba veetase on läbi kapillaartõusu seotud raba pinnaniiskusega, mida SAR tuvastab. Interferogrammi arvutamise kaasnevaks tulemuseks on koherentsuse pilt, mis kirjeldab interferogrammi moodustavate kahe ülesvõtte lokaalsete faasimustrite ajalist sarnasust.

Raba veetaseme mõju koherentsusele uuriti Endla soostiku looduslähedases või looduslikus seisundis rabade näitel, turba kaevandamise seiramise võimalusi Sangla, Soosaare ja Tässi freesturba tootmisaladel ja hooajalise raba pinna kõrgusmuutuste mõõtmise usaldusväärsust Umbusi ja Laukasoo rabade näitel. Töö tulemusel leiti, et koherentsus peegeldab raba veetaseme kõrgusmuutusi, seda aga vaid põuastel suvedel. Märkades oludes koherentsuse ja veetaseme vahel selget seost ei esine, sest raba pinna niiskussisaldus ei sõltu kapillaartõusust, vaid sademete hulgast. See tähendab, et raba pinna niiskussisalduse hindamine otse koherentsusest ei ole kasutatav, sest välistegurid, nagu taimestik, sademed ja muud muutused raba pinnal, mõjutavad koherentsusest rohkem kui kapillaartõusust tingitud pinnaniiskus. Koherentsuse abil on aga võimalik saada täiendavat teavet raba veetaseme muutuse ja kõrguse kohta kuival suvel või kuivendusest mõjutatud rabades. Koherentsus võimaldab raba ökoosüsteemide eristamist ja on abiks nende hüdroloogiliste tingimuste kirjeldamisel.

Koherentsus võimaldab eelduslikult kindlaks määrata ka freesturba tootmisega seonduvaid töid, mis omakorda teeb võimalikuks aktiivselt kasutatavate ja kasutusest välja langenud tootmisalade



eristamise. Tugev vihmasadu võib aga põhjustada koherentsuse lan gemise sama madalale kui tootmisväljakul tehtavad tööd. Kui kasu tada paralleelselt erinevatelt orbiitidelt pärit koherentsuse aegridu, radarisignaali tagasihajumise intensiivsust või võrdluseks alasid, kus teadaolevalt freesturba tootmist ei toimu, saab vihmast põh justatud häiringud siiski tuvastada ja analüüsist kõrvaldada. Kuid üksikuid tootmistsükleid ja turba kaevandamise mahtusid InSAR tehnoloogia ja Sentinel-1 kuuepäevane ajaline lahutus ei võimalda.

### Najmeh Mozaffaree Pour

Najmeh Mozaffaree Pour kaitses oma doktoritööd „Urban expansion in Estonia: monitoring, analysis, and modeling“ (Linnade laienemine Eestis: seire, analüüs ja modelleerimine) Tartu Ülikooli geograafia osakonnas 22. augustil 2022. aastal. Väitekirja juhenda ja oli professor Tõmu Oja. Oponendiks oli kutsutud professor Henning Sten Hansen Aalborgi Ülikoolist Taanist.

Najmeh Mozaffaree Pour sai bakalaureuse kraadi linnaplaneerimise ja -disaini erialal Guilani Ülikoolis Iraanis 2009. aastal. 2013. aastal omandas ta magistrikraadi Teherani Ülikoolis linnakorralduse erialal. Ta oli doktorantuuris TÜ geograafia osakonnas geoinformaatika ja kartograafia erialal. Selle aja jooksul täiendas ta end mitmes doktorantide koolis: *5<sup>th</sup> AGILE PhD school* (Tartu Ülikool), *Digital methods in humanities and social sciences* (Tartu Ülikool, *ISSon-Vis 2021 International spring school on visualisation* (Olomouci Palacky Ülikool Tšehhimaal).

Najmeh Mozaffaree Pouri doktoritöö eesmärgiks oli analüüsida ja modelleerida linnade laienemist Eestis viimase kolme aastakümne jooksul ja prognoosida selle protsessi tulevikku. Töö uurib linnapiirkondade laienemist Eestis, kasutades erinevaid kaugseireandmeid, mõjutavaid tegureid ja parameetreid ning modelleerimismeetodeid (logistiline regressioon, rakkautomaat, agendipõhised ja tehisnärvivõrgu mudelid). Analüüsiti Eesti linnade laienemist määravaid tegureid, hinnati erinevate modelleerimismeetodite toimivust Eesti linnade puhul ja testiti mudelite jõudlust, rakendades mitut erinevat ruumilise lahutusvõimega andmekogumit.

Töö sisaldab neli originaaluuringut linnade laienemise kohta Harjumaal ja Tartumaal ning kogu riigis aastatel 1990–2020. Andmed pärinevad kolmest kaugseireallikast: aegrida CORINE maakatte andmebaasist, Landsati satelliitpildid ja 30 m lahutusega maakatteandmestik (Parente et al 2021).

Tulemused näitasid, et Harjumaal ja Tartumaal mõjutasid linnade laienemist peamiselt põhimaanteede, linnakeskuse ja olemasolevate elamupiirkondade lähedus.

Kokkuvõttes saab järeldada, et 2030. aasta perspektiivis jätkuvad uusehitiste hajumismustrid peamiste linnade ja olemasolevate elamupiirkondade täitevormina, tuginedes põhimaanteedele ja toetatuna olemasolevast taristust. Pakutakse välja mitmeid tegevussuundi ruumilise planeerimise jaoks, et vähendada linnade laiendamise kahjulikke mõjusid keskkonnale.

## **Bruno Montibeller**

6. detsembril 2022. aastal kaitses doktoritööd Bruno Montibeller teemal „Evaluating human-induced forest degradation in different biomes using spatial analysis of satelliite-derived data“ (Inimmõjust põhjustatud metsade degradeerumise hindamine erinevates bioomides kasutades satelliitandmete ruumianalüüsi). Väitekirja juhendajateks olid kaasprofessor Evelyn Uemaa ja professor Ülo Mander. Oponeeris doktor Cornelius Senf Müncheni Tehnikaülikoolist.

Bruno Montibeller on pärit Brasiiliast. Ta lõpetas bakalaureuseõppe geograafia erialal Santa Catarina Ülikoolis 2015. aastal ja magistriõppe kaugseires Brasiilia Riiklikus Kosmoseuuringute Instituudis 2018. aastal. Seejärel oli doktorant Tartu ülikoolis geoinformaatika erialal. Doktoritööpingute ajal ta sai nutika spetsialiseerumise doktorandistipendiumi (NUTIKAS).

Bruno väitekirja oli seotud kahe metsade degradeerumisega seotud protsessi uurimisega: a) troopilise vihmametsa killustumine ja b) evapotranspiratsiooni ja süsinikuringe muutused häiringuteta parasvöötme metsades. Metsade killustumist käsitleti otsese inimõju tagajärjena, kuna see on põhjustatud metsade raadamisest. Samas aga muutusi evapotranspiratsioonis ja süsinikuringes

käsitleti kaudse inimõju tulemusena, kuna need protsessid on tingitud peamiselt inimtekkelisest globaalsest kliimamuutusest.

Metsade degradeerumise uurimisel kasutati satelliitandmeid ja ruumianalüüsi kolmes erinevas juhtumiuuringus. Esimeses uuringus analüüsiti satelliitandmestike põhiste metsade muutuste kaartide alusel metsade killustumist Brasiilia Amasoonias perioodil 2001–2017. Kahes ülejäänud uuringus selgitati vee- ja süsinikuringe muutusi Baltikumi ja Euroopa metsades. Keskenduti häiringuteta metsade tuumaladele, mis jäid serva mõjualast välja.

Töö tulemused näitasid, et kuigi Brasiilias on metsaraie vastased poliitikad vähendanud metsade raadamist, siis samal ajal on suurenenud metsade killustumine, sest raiutakse väiksemate eraldiste kaupa ja liikudes varem raadamata metsamassiivide sisealadele. Seetõttu väheneb Amasoonia järelejäänud metsafragmentide keskmine suurus. Koos kasvava metsa killustumisega kahandab see elurikkust ja soodustab kasvuhoonegaaside emissiooni ning süsinikukadu. Killustunud metsamassiivis on metsaservade kogupikkus suurem ja seetõttu on ka süsinikukadu suurem nii leostumise kui ka gaasilise emissioonina.

Evapotranspiratsiooni suurenemine ja vähenemine esines nii regionaalsel (Baltikumi) kui ka kontinentaalsel (Euroopa) tasandil. Euroopa metsamassiivide tuumalade analüüs tuvastas muutusi evapotranspiratsioonis, mis tõenäoliselt tulenevad kliimamuutustest. Baltimaades leiti, et pikem taimekasvuperiood on suurendanud evapotranspiratsiooni kevadel ja sügisel, kuid samal ajal on see suvel mõnedes piirkondades vähenenud. Seevastu enamikus Euroopa metsade tuumaladel suurenes evapotranspiratsioon nii kevadel, suvel kui ka sügisel.

Töö tulemustest selgus, et neljandikus Euroopa metsade tuumalades ei suuda kevadel ja sügisel suurenenud primaarproduktsoon kompenseerida selle suvist vähenemist. Aastane summaarne primaarproduktsoon on vähenenud ja süsinikku seotakse sellevõrra ka vähem. Vähenenud primaarproduktsooniga metsamassiivid paiknesid üle kogu Euroopa ning hõlmasid erinevaid metsatüüpe, mis teeb keeruliseks anda väga üheseid metsamajanduslikke soovitusi süsiniku sidumise suurendamiseks.

## Holger Virro

Holger Virro kaitses doktoritööd teemal „Geospatial data harmonization and machine learning for large-scale water quality data“ (Ruumiandmete harmoniseerimine ja masinõpe veekvaliteedi modelleerimiseks) 8. detsembril 2022. aastal. Tema juhendajateks olid kaasprofessor Evelyn Uemaa ja doktor Alexander Kmoch. Oponendiks oli kutsutud kaasprofessor Victor Francisko Rodriguez Galiano Sevilla Ülikoolist Hispaaniast.

Holger Virro on pärit Tartust, 2012. aastal lõpetas kuldmedaliga Tartu Tamme Gümnaasiumi, 2016. aastal cum laude Tartu Ülikooli geograafia bakalaureuseõppe ning 2018. aastal magistriõppe geoinformaatika ja kartograafia erialal (samuti cum laude). Perioodil 2018–2022 oli ta geoinformaatika doktorant.

Holger Virro on saanud mitu stipendiumit enesetäiendamiseks ja uurimistöö edendamiseks. Need on olnud Tartu Raefondilt, ESRI noore teadlase stipendium, nutika spetsialiseerumise doktorandistipendium Sihtasutuselt Archimedes, ESTGISi stipendium Eesti Geoinformaatika Seltsilt, Dora Plussi doktorantide õpirände stipendium ja hüdroinformaatika innovatsiooni stipendium USAst. Ta on osalenud suveülikoolis „GeoComputation using free and open source software“ Basilicata Ülikoolis Itaalias (2019) ja olnud külalisdoktorant Yale'i Ülikoolis USA-s (2019–2020).

Holgeri doktoritöö eesmärk oli parandada ja harmoniseerida veekvaliteedi modelleerimise andmestikke ning arendada välja masinõppe raamistik. Senimaani on masinõppel põhinevate globaalse ja regionaalse ulatusega veekvaliteedi mudelite arendamist takistanud algandmete ruumilise katvuse ja usaldusväärsuse probleem. Töös püstitati neli uurimisküsimust:

- 1) Milliste kitsaskohtadega tuleb arvestada vajalike suurte andmestike harmoniseerimisel;
- 2) kuidas mõjutab masinõppe mudelite täpsust algandmete ruumiline katvus;
- 3) kas masinõppel põhinevat raamistikku on võimalik kasutada riigiüleseks veekvaliteedi modelleerimiseks;

- 4) kuidas mõjutab masinõppe mudelite täpsust prognoosimiseks kasutatavate tunnuste hulka?

Töö käigus valmis kaks veekvaliteedi modelleerimist toetavat andmestikku: a) mullastiku andmebaas EstSoil-EH, mis loodi olemasoleva digitaalse Eesti mullastikukaardi põhjal ja b) globaalse veekvaliteedi andmete katvuse parandamiseks uus andmebaas Global River Water Quality Archive (GRQA), mis koosneb 42 olulise näitaja mõõteandmetest.

EstSoil-EH oli oluliseks sisendiks töö raames loodud masinõppe-mudelitele. Esmalt kasutati seda üle-eestiliseks mulla orgaanilise süsiniku sisalduse modelleerimiseks. Mudelis rakendati otsustusmetsa (*random forest*) masinõppe meetodit, mille valideerimiseks kasutati olemasolevaid mullasüsiniku proovide andmeid metsadest, põldudelt, märgaladelt ja rohumaadelt. Selle töö käigus keskenduti toitainete (üldlämmastik, üldfosfor) kontsentratsiooni määramisele jõgedes. Mõlema näitaja jaoks loodi omaette mudel, mille rakendamiseks kasutati kokku 242 mõõtekoha aasta keskmise toitainesisalduse andmeid aastatel 2016–2020. Mudelites kasutati 82 erinevat tunnust ehk mõõdetavat väärtust, mille alusel toitainete kontsentratsioone prognoositi. Tunnused hõlmasid keskkonnategureid, mis jõevee toitainete sisaldust kõige enam mõjutavad: sh maakasutus, kliima, reljeef ja mulla omadused, millest viimased saadi EstSoil-EH andmestikust.

Sarnaselt mullasüsiniku mudelile põhinevad ka veekvaliteedi mudelid otsustusmetsal, kuid neid täiendati tunnuste vähendamise (*feature reduction*) võttega. Selle eesmärk oli vähendada omavahel tugevalt korreleeruvate tunnuste hulka mudelis, mis omakorda vähendab mudeli keerukust ja parandab kirjeldusvõimet. Tulemusena saadi kummagi veekvaliteedi näitaja puhul neli tunnuste kogumit ja iga kogumi jaoks loodi eraldi otsustusmetsa mudel. Nende hulgast valiti sobivaks need mudelid, kus saadi optimaalne tasakaal täpsuse ( $R^2$ ) ja tunnuste arvu vahel. Seejärel kasutati SHAP (*SHapley Additive exPlanations*) meetodit, et tuvastada prognoosi enim mõjutanud tunnused. Uuriti parimate mudelite näitel modelleerimise täpsuse ruumilisi erinevusi, arvutades selleks iga valgla jaoks mõõdetud ja prognoositud toitainete sisalduse vahe, mida seejärel kujutati kaardil.

Kuigi rakendatud mudeliga õnnestus täiendada veekvaliteedi andmete (GRQA andmebaas) globaalset katvust, on suur osa Aasiast ja Aafrikast siiani hõredalt algandmetega kaetud. Ruumilist katvust aitaks suurendada standardsete metaandmete kasutuselevõtt riiklikes institutsioonides, mis võimaldab andmeid praegusega võrreldes hõlpsamalt ühildada.

Nii töös kasutatud Nüld kui ka Püld masinõppe mudelite täpsus on võrreldav Baltimaades ja Skandinaavias varem rakendatud protsessipõhiste mudelitega. Sellegipoolest on loodud masinõppe mudelitel protsessipõhiste ees selged eelised laiaulatuslikes uuringutes. Neil pole fikseeritud nõudmisi sisendparameetrite osas, mistõttu saab neid rakendada ka piirkondades, kus protsessipõhiste mudelite jaoks vajalikud lähteandmed puuduvad.

Siinkohal kõige olulisemate tunnuste leidmiseks kasutatud SHAP meetod võimaldab tuvastada iga tunnuse mõju suuruse ja suuna (suurendab või vähendab) prognoositud väärtusele. Rakendatud tunnuste vähendamise protseduur näitas, et rahuldava täpsuse saavutamiseks piisas vähem kui pooltest tunnustest. Kuid tuleb arvestada, et ühes piirkonnas ebaoluliseks peetud tunnused võivad olla mõnes muus piirkonnas prognoosile suurema mõjuga, mistõttu tuleks tunnuste vähendamist rakendada igas piirkonnas eraldi, et vältida nende ennatlikku eemaldamist.

## **Azadeh Rezapour**

Azadeh Rezapour kaitses oma doktoritööd „The impact of climate change on fine root trait responses of deciduous and coniferous trees“ (Kliimamuutuste mõju leht- ja okaspuude peenjuurte omadustele) 31. mail 2023. aastal. Töö juhendaja oli professor Tõnu Oja TÜ geograafia osakonnast ja oponendiks oli vanemteadur Karin Pritsch Helmholtzi teaduskeskusest Münchenis. Azadeh lõpetas Mazandarani Ülikooli Iraanis bakalaureusekraadiga botaanikas 2012. aastal ning samas sai magistrikraadi taimesüstemaatika ja ökoloogia erialal 2015. aastal. Ta õppis doktorantuuris Tartu Ülikooli geograafia osakonnas maastikuökoloogia ja keskkonnakaitse erialal aastatel 2017–2023.

Tutvustatava doktoritöö eesmärgiks oli analüüsida Eesti tavaliste metsapuuliikide (leht- ja okaspuud) peenjuurte reaktsiooni prognoositavate kliimamuutuste suhtes, eriti peenjuurte funktsionaalsetele tunnustele. Imijuurte morfoloogilist varieerumist uuriti kuues kuivendatud metsas, mis kasvavad Järvelja katsealal turbamullal. Igas uuritavas puistus valiti neli proovitükki, mis paiknesid 5, 15, 40 ja 80 m kaugusel metsakuivenduskraavist. Järvelja katsealadel tehti peenjuurte maapealsed ja maa-alused mõõtmised reguleeritava kliimakambriga mõõduka ja kõrgendatud õhuniiskuse tingimustes ning väetati nitraat- ja ammooniumlämmastikuga. Lisaks selgitati kirjanduse põhjal (43 publikatsiooni aastatest 1999–2020) globaalsetes bioomides puude peenjuurte biomassi ja morfoloogilisi muutusi tulenevalt mulla soojenemist.

Kliimakambri katsetes vähenes kõrgenenud suhtelise õhuniiskuse tingimustes transpiratsioon kõigil uuritavail puuliikidel, mida on ka varem täheldatud. Pinnasest (mullast) saadav lämmastik mõjutab ka puude transpiratsiooni kiirust ja see suurenes arvestatavalt nitraatlämmastikuga väetatud kaskedel. Männi fotosünteesi kiirus suurenes kõrgenenud suhtelise õhuniiskuse tingimustes. Maa-aluste tunnuste osas vähendas kõrgenenud õhuniiskus märkimisväärselt süsiniku voogu.

Kuivendatud metsades kohanesid kase ja kuuse imijuured morfoloogiliselt mulla seisundiga vastavalt kaugusele kraavist. Kauguse kasvades suurenes keskmine juure eripind, samas kui keskmine koe tihedus vähenes nii kasel kui kuusel, tuues sellega esile võimaliku kohanemise toitainete kättesaamisel. Maa-aluste tunnuste osas vähendas kõrgenenud suhteline õhuniiskus märkimisväärselt süsiniku voogu. Kõrgenenud suhtelise õhuniiskuse tingimustes suurenes juure eripind kasel, kuid vähenes männil.

Kõdusoometsades kohanesid kase ja kuuse imijuured (so esimest ja teist järku juured) morfoloogiliselt mulla seisundiga vastavalt kaugusele kraavist sarnaselt – kraavist kaugemal kasvavatel puudel suurenes keskmine juure eripind, samas kui keskmine koe tihedus vähenes mõlemal liigil. Kuigi mulla omadused, nagu turbakihi tihedus, pH ja temperatuur, mõjutavad peenjuurte liigispetsiifilisi reaktsioone, ei muutnud mullategurid oluliselt erineval kaugusel kuivenduskraavist imijuurte morfoloogilisi tunnuseid. Kasvukoha

tingimusi, sh pinnase veerežiimi võivad mõjutada ka muud tegurid (nt naaberpuistud, üldkliimatiliste tingimuste muutus, turba ja selle lamamiks oleva kihi hüdraulilised omadused), mitte ainult kaugus kraavist.

Metaanalüüs näitas, et mulla soojenemine suurendas peenjuurte produktsiooni. Mullatemperatuuri tõus põhjustab alguses peenjuurte kasvu kiirenemise ja tootlikkuse suurenemise, mis on omakorda põhjustatud fotosünteesi intensiivistumisest. Samas väheneb peenjuurte kasv soojemas mullas niiskuse vähenemise tõttu.

### **Isaac Newton Kwasi Buo**

29. augustil 2023 aastal kaitses doktoritööd Isaac Newton Kwasi Buo teemal „Multi-scale thermal remote sensing, machine learning and radiative flux modeling to assess urban overheating“ (Erinevas mõõtkavas soojusandmete genereerimine linnade ülekuumenemise hindamiseks kasutades kaugseiret, masinõpet ja kiirgusvoo modelleerimist) geoinformaatika erialal. Töö juhendajad olid doktor Valentina Sagris ja professor Jaak Jaagus Tartu Ülikooli geograafia osakonnast. Oponendiks oli professor Krzysztof Fortuniak Lodzi Ülikoolist Poolas.

Isaac Newton Kwasi Buo omandas bakalaureusekraadi oma kodumaal Ghanas Kaevandus- ja tehnoloogiaülikoolis 2013. aastal. Magistrikraadi sai ta Tartu Ülikoolis linnastunud ühiskonna geoinformaatika erialal 2019. aastal. Samast aastast astus ta geograafia osakonna doktorantuuri ja esitas väitekirja kaitsmiseks tähtajaliselt. Isaac on õpingute ajal end täiendanud mitmel pool välismaal: vahetusüliõpilasena Austrias Salzburgi Ülikoolis, koolitusel Paul Sabatieri Ülikoolis Toulouse'is Prantsusmaal ja linnakliima suvekoolis Ruhri Ülikoolis Bochumis Saksamaal. Väga oluliseks osutus doktoritöö valmimise jaoks Dora Plus liikuvustoetuse abil külalisuurijana osalemine SHADE laboratooriumi töös Arizona Osariigi Ülikoolis USAs aastatel 2021 ja 2022.

Vaadeldav doktoritöö keskendub sellele, kuidas kaugseire andmeid, masinõpet ja kiirgusvoo modelleerimist kasutada temperatuuri andmestiku koostamiseks, et hinnata linnade ülekuumenemist ja teha



selle abil leevendusplaan. Sealjuures käsitleti kaht linnakliima mastaapi: a) kohalik, mis koosneb elamukvartalitest, tänavavõrgustikust või homogeensest linnaosast; b) mikroskaala, mille moodustavad tänav ja sellega külgnevad hooned.

Kliima soojenemise ühtedeks ilminguteks on linna kuumasaare (*Urban Heat Island*, UHI) efekti tugevnemine ning kuumalainete sagenemine ja tugevamaks muutumine. Kuumalainete ajal on UHI piirkonnas linnades õhutemperatuur eriti kõrge, mida on hakatud nimetama linnade ülekuumenemiseks. Seetõttu on tarvis valmistada sellisteks sündmusteks ja muuta linna nii, et vähendada ülekuumenemise negatiivset mõju.

Maapinna temperatuuri (LST) mõõdetakse ümber maakera tiirlevatelt satelliitidelt ja seda saab kasutada ka linnade ülekuumenemise hindamiseks. Satelliitpildid annavad andmeid hea ruumilise katvusega, kuid sagedasi põhjustavad andmelünki pilved. Isaaci väitekirjas kasutatakse masinõppe otsustusmetsa algoritmi (*Random Forest*, RF), et täita lünki satelliidi MODIS LST kujutistes Eesti alal ja koostada linna taimestikuindeksi andmestikku lahutusega 500 m ja 100 m. Uuriti kolme kuumalainet Eestis: 2010., 2014. ja 2018. aastal. Mudeli keskmine ruutviga (RMSE) oli selle treening- ja testandmetel vastavalt 0,9°C ja 1,3°C.

Kui LST sobib linna ülekuumenemise hindamiseks, ei anna see kuigi palju infot inimese kokkupuutest väliskeskkonna soojusega. Väitekirjas uuriti, kuidas keskmist kiirgustemperatuuri (*Mean Radiant Temperature*, TMRT) ehk inimkeha kogu soojuskoormust saab modelleerida suurtes linnades suure ruumilise lahutusega. Lisaks uuriti, kuidas saab kvantifitseerida kõnniteedel varju katvust jalakäijatele sobiva varju arvutamisel. Phoenixi suurlinnapiirkonnas genereeriti LIDARi punkt pilvedest ühemeetrise eraldusvõimega varju- ja TMRT kaardid, kasutades päikese pikalainelise kiirgusetiheduse geomeetria mudelit (*Solar LongWave Environmental Irradiance Geometry*, SOLWEIG). Mudeli valideerimine näitas, et selle üldine keskmine ruutviga oli 5,6°C, kusjuures avatud aladel oli see 6,2°C, puude all 5,4°C ja majadevahelistes “tänavakanjonites” 4,4°C.

*Jaak Jaagus ja Arvo Järvet*

# TALLINNA ÜLIKOOLI KESKKONNA- JA LINNAKORRALDUSE ERIALA LÕPETAJAD

## 2023. aastal

### Keskkonnakorralduse bakalaureuseõpe

Maarika Abramova	Triin Kask	Darja Shcherbakova
Anete Altrov	Maria Kirst	Kristel Targem
Kaido Ennok	Mihkel Pitk	Maria Helena Zackrisson
Johanna Liisa Järveläinen	Rene Ron Vest	
Carmel Karlson	Liis Seenemaa	

### Magistriõpe

#### Keskkonnakorraldus

Pamela Abreldaal	Põhjavees toimuvate redoksprotsesside uuring Eesti-Läti piiriüleisel alal
Helene Eenlo	Ravimuda füüsikaline ja keemiline ise-loomustus Haapsalu, Käina ja Värska maardla näitel
Karina Kelareva	Süvendustööde võimalik pikaajaline mõju põhjaloomastikule Lehtma sadama näitel
Merike Pärtma	Kirde-Eesti rabade taastumine leeliselisest õhusaastest Varudi, Sämi-Kuristiku ja Uljaste rabade näitel
Xenia Schoffa	Materiality in Sustainability Reporting of EU Textile Companies
Kersti Varik	Polüetüleenist vahtplasti taaskasutamise võimaluste võrdlus pakendiettevetes arvestades ringmajanduslikke printsiipe

**Linnakorraldus**

- Egon Holger Erik Liinar Püsivuse ideoloogia ja selle mõjud linnade liikuvusele
- Allan Teistre Nägemispuudega inimeste liikumisvõimalused avalikus ruumis Tallinnas
- Ille Väster Kaitseliidu lasketiirude ruumikasutuse konfliktid Männiku lasketiiru näitel

*Reimo Ravis ja Tauri Tuvikene*

**UUSI DOKTOREID (*DOCTOR  
PHILOSOPHIAE*) TALLINNA ÜLIKOOList  
KULTUURIGEOGRAAFIA ERIALAL 2023.  
AASTAL**

**Krista Karro**

8. veebruaril kaitses doktoritööd peakirjaga “Past is not a foreign country. Long-term History of an Eastern Estonian Landscape between the Viking Age and the Early Modern Period (800–1629)” (“Minevik ei ole välismaa. Ühe Ida-Eesti maastiku pikaajaline ajalugu viikingiajast varauusajani (800–1629)”) Krista Karro. Doktoritööd juhendasid Tallinna Ülikooli professor Hannes Palang ning Tallinna Ülikooli vanemteadur Marika Mägi. Oponentideks olid Groningeni Ülikooli professor Theo Spek ning Turu Ülikooli professor Georg Haggren.

Hollandi ajalooliste geograafide (Jan Kolen, Hans Renes jt) maastiku biograafia alastest töödest inspireeritud uurimus vaatles Kodavere kihelkonna maastiku kujunemist viikingiajast kuni Liivi sõja lõpuni ehk 9. sajandist 17. sajandi alguseni. Algselt arheoloogiast alguse saanud töö hargnes laiemaks, hõlmates nii kaarte kui ka muid kirjalikke allikaid. Krista ise seadis töö eesmärgiks lisaks Kodavere kihelkonna uurimisele ka maastike biograafia meetodika kohandamise ja katsetamise – sellega ei ole Eestis kuigi palju tegeldud, kui Martti Veldi doktoritöö ja Helen Sooväli-Seppingu paar artiklit välja arvata. Töö tulemuste põhjal kirjutatud artikkel on avaldatud siinsamas aastaraamatus.

**Kristjan Sander**

12. juunil kaitses Kristjan Sander doktoritööd “A tradition of mobility: land use dynamics of Stone Age hunter-gatherers in West Estonian Lowland (app. 5300–2600 BC)” („Rändluse traditsioon: kiviaja küttide-korilaste maakasutuse dünaamika Lääne-Eesti madalikul (umbes 5300–2600 eKr)“). Doktoritöö juhendasid

Tallinna Ülikooli professor Hannes Palang ning Tartu Ülikooli professor Aivar Kriiska, oponentideks Läti Ülikooli vanemteadur Valdis Bērziņš ning Norra Arktika Ülikooli professor Charlotte Damm.

Kristjan Sanderi eesmärgiks oli leida ja kaardistada kiviaegseid asulakohti Lääne-Eestis ning taastada nende põhjal tollaste inimeste liikumismustreid. Töö tulemusena kaardistati 102 asulakohta (vähemalt 3 leidu) ning 39 juhuleiu kohta. Üllatuslikult ei õnnestunud tuvastada ühtegi asulakohta, mida võiks leiumaterjali ning mõõtmete järgi pidada püsivamaks, nagu neid on teada naabruses asuvatel Pärnu lahe ümbruses ja Saaremaal. Vaid hooajaline maa- kasutus nii suurtel aladel on uuritud perioodi jaoks uudne tulemus kogu Läänemere idakalda piirkonnas, kuigi üksikuid hooajalisi asulakohti oli kirjeldatud ka varem. Lääne-Eesti kiviaja vanimad asulakohad paiknevad jõgede ja muinaslaguunide suudmetes ning poolsaarte otstes. Hiljemalt keskmise kiviaja lõpus, alates Narva staadiumist (5200–3900 eKr), võeti kasutusele ka väikesaared. Noorema kiviaja alguses, kammkeraamika staadiumis (3900–1800 eKr), rajati juurde asulakohti rannikulähedastele jõekallastele. Etnograafilistele analoogiatele tuginedes oletab Sander, et vaadeldava asustusdünaamika põhjuseks on kalapüügi intensiivistumine vastusena kliima aeglasele jahenemisele. Sel juhul võib arvata, et lõunapoolse uurimisala hooajaline asustus lähtus Saaremaalt, sest Pärnu lahe ümbruse elanikel oli suuri kalarikkaid jõgesid niigi külluses. Sellise laiema asustuspildi kokkupanek annab ülevaate kaugest mineviku elatusviiside ja ühiskonna kohta, mida ei asenda üksikute asulakohtade kaevamisega.

Töö täpsemaid tulemusi kajastav artikkel avaldatakse samuti siinsamas aastaraamatus.

*Hannes Palang*

## EESTI GEOGRAAFIA SELTSI TEGEVUSEST 2023. AASTAL

Võrreldes eelmise aastaga oli 2023. aasta seltsi tegevuses oluliselt rahulikum. Keskendusime seltsi tavatöö taastamisele peale koroonaepeideemiat ja isegi saavutasime sel teel mõningast edu.

Üks seltsi tegevusliine on Eesti geograafia esindamine Rahvusvahelises Geograafiaunioonis. Kui eelmise, 2022. aasta põhisündmus selles liinis oli Vene geograafiaseltsi liikmelisuse peatamisega seonduv, siis 2023. aasta oli selles liinis oluliselt rahulikum. Taastasime oma osaluse Euroopa geograafia seltse ühendavas EUGEOs, seltsi liikmed osalesid EUGEO korraldatud konverentsil Barcelonas (pealkirjaga „Geograafia meie ühise tuleviku jaoks“), vahetasime infot. Järgmine korraline rahvusvaheline geograafiakongress toimub juba 2024. aasta augustis Iirimaal Dublinis.

Pärast koroonapandeemiat on korralikult taastunud tava pidada kevaditi Seltsi üldkoosolek koos akadeemilise ettekandega. Seekordne toimus taas Teaduste Akadeemia saalis 2. aprillil 2023. Teadusliku ettekande pidas Seltsi juhatuse liige, Tartu Ülikooli siis veel kaasprofessor Evelyn Uuema, teemaks „Metsadest maailmas ja Eestis ehk mida näeme kaugseire abil“. Nende ridade kirjutamise aegu märtsis 2024 on Evelynist saanud Tartu Ülikooli korraline geoinformaatika professor.

Eesti Geograafia Seltsi president professor Hannes Palang sai 2023. aastal tunnustatud rahvusvahelise teadusajakirja Landscape Research peatoimetajaks, mis on kahtlemata saavutus ja tunnustus Eesti geograafiateadusele.

Üle mitme aasta õnnestus koostada ja avaldada Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat, köide nr 46, toimetajaks/koostajaks Arvo Järvet. EGSi aastaraamatu puhul on tegemist praktiliselt ainukese järjepideva eesti keeles ilmuva geograafiaalase teaduskogumikuga. Seekordses (praeguseks siis juba eelmises) köites avaldasime 12 uurimisartiklit ning lisaks seltsi ja tema liikmeid puudutavat kroonikat. Raamatu esitlust toimus seltsi aastakoosolekul.

EGS annab traditsiooniliselt välja oma eriauhinna riiklikul õpilaste teadustööde konkursil. 2023 aasta eriauhinna laureaat oli Tartu

Miina Härma Gümnaasiumi õpilane Elo Joandi tööga „Toitumise tuvastamine juuste isotoopanalüüside põhjal: kaasaja ja arheoloogilise materjali juhtumiuuring“.

Seni traditsiooniks olnud KoKoKo koosolekuid õnnestus korraldada ainult üks. Maiuus rääkis Liisa Puusepp oma teekonnast teadlasest koolidirektoriks.



EGSi Lääne-Virumaa 2023. aasta suveekskursiooni peatuskohad.

Seltsi suvine traditsiooniline bussiekskursioon viis reisiseltskonna 2023. aasta augustis avastama reisikava kokkupanijate Liisa Puusepa ja Mihkel Kanguri uut kodumaakonda Lääne-Virumaad (vt lisatud kaart). Pärast viimase reisiselli mõningast seiklusterohket peale korjamist Laagna teelt võttis seltskond suuna Eesti Geoloogia-teenistuse (EGT) Arbavere uurimiskeskusesse. Kaasaegsetest hoidlatest võib leida mitmekümne aasta vältel kogutud puursüdamikke, mis on hindamatu väärtusega Eesti maapõue rakendus- ja teadusuuringute läbiviimiseks. Reisiseltskonna võttis vastu EGT asedirektor Jaak Jürgenson, kes tutvustas kogu kompleksi, alustades kaasaegsest uurimismajast ning lõpetades vastvalminud hoidlate ning nendes leiduva arhiiviga. Üheks põnevamaks osaks oli kindlasti puursüdamiku-skänneri tutvustus, mis võimaldab puursüdamiku automaatselt pildistada, määrata selle magnetilist vastuvõtlikkust

ning etteantud vahemiku järel ka keemilisi elemente. Järgmiseks suunduti Viitnale, kus kergest vihmasabinast hoolimata tutvustasid Mihkel Kangur ja Tiit Vaasma Viitna järvedega seotud teadusuringuid ning vapramad võtsid ette lühikese matka ümber Pikkjärve.



Puursüdamiku-skannerit ning selle võimalusi uudistamas (08.08.2023).  
Foto: Heidi Tooming.

Peale kosutavat lõunapausi lähedal asuvas Viitna kõrtsis võeti suund Tapa poole. Teele jäi Läsna rahvamaja, kus harrastusnäitleja ja külaaktivist Heli Napp tutvustas Läsna-Loobu küla “Aasta küla” tiitliga pärjamise lugu. Väiksusest hoolimata toimub omapärasel rahvamajas palju tegevusi. Lisaks laulmisele ja tantsimisele saab rahvamajas nautida ka teatrietendusi ning kino. Järgmisena suunduti Moe piiritusetehasesse, kus giidi juhendamisel tutvuti sealse muljetavaldava hoonetekompleksi ning piiritusetööstuse ajaloo. Muuseumi ringkäik kulmineerus toodangu degusteerimisega; mekutada sai nii apteeker J.J. Kurbergi kuldjuure märjusest, handsat (mis nii mõnelgi korra ka hinge kinni löi) kui ka Muddise õllefabriku toodangut. Suveniiripoest kohustuslik kaasa ostetud, suunduti esimese reispäeva viimasesse peatuspaika Lasila mõisa. Mõisas tegutseva põhikooli tegevustest ning väikese maakooli toimetulekust ja sulgemisohust andis ülevaate õppekorraldaja ja



loodusainete õpetaja Eve Kangur. Lasila mõisas veetis osa oma lapsepõlvest ka maailmakuulus bioloog Karl Ernst von Baer, kelle elu ja tegevustega saime tutvuda temale pühendatud tornis.

Teise reispäeva esimene peatuspaik oli kaunis Neeruti mõis. Ilmataat soosis meid ilusa päikesepaistelise hommikuga, mil saime nautida mõisa tagumist külge ning Loobu jõe käänakuid. Järgmiseks võtsime suuna Rakvere linna. Giidi Kaja Visnapuu põhjatuid teadmisi ammutades matkasime Teatrimäelt Pikale tänavale ning läbi keskväljaku vastvalminud Rakvere Riigigümnaasiumini. Reisisjuht Liisa on ühtlasi riigigümnaasiumi koolijuht ja reisisjuht Mikkel õppe- ja arendusjuht. Üheskoos tutvustasid nad silmad põlevil nii maja ennast kui ka õppekorraldust, näha sai üdini kaasaegseid klassiruumi kui ka õpilastele parima õpikeskkonna loomise nimel loodud puhke- ja koosviibimise alasid. Võin julgelt väita, et nii mõnelegi tundus kirjeldatu päris utoopiana ning nende endi kooliteest kardinaalselt erineva kogemusena. Riigigümnaasiumi ringkäigu viimases osas oli meil au osa saada Arvo Järveti sisutihedast ning põnevast ettekandest “Pandivere kõrgustik. Loodusolud ja sellest sõltuv majandus”.

Peale lõunapausi istusime taas bussi, et väisata Lääne-Virumaa erinevaid mõisaid. Kaja Visnapuu lugude saatel saime näha Vinni mõisa ning tegime lühikese peatuse Mõdriku mõisa juures, kus hetkel tegutseb Tallinna Tehnikakõrgkooli teenusmajanduse instituut. Järgmiseks peatusime Rägavere mõisa juures. Ehkki tavapärastelt on mõisaomanikud meelsasti valmis enda tegevusi tutvustama, siis seekord saime kahjuks mõisa hoonet ning valdusi vaadelda vaid eemalt. Meie tiheda päeva viimane peatuspaik viis meid Lavi külas asuvasse Põlula kalakasvandusse. Kalakasvanduse nõunik ning samal ajal elutöö preemia pälvinud Ene Saadre andis ligi paaritunnise külastuse jooksul põhjaliku ülevaate kasvanduse ajaloost ning tegevusest, samuti saime näha kasvanduse ruume ning tegemisi lähemalt. Õhtu hakul sõitsime tagasi peatuspaika Kadrinas ning pärast korralikku kõhutäit kohalikus trahteris oli igapäev võimalik omal käel avastada Kadrinas seda, mis eelmisel õhtul veel nägemata jäi. Vapramad matkasid paisjärveni, nägemata ei jäänud ka Arvo Kruusemendile püstitatud omanäoline aupink, Kadrina ristisalu, Katariina kirik, Vabadussõja mälestussammas, Emakeele ausammas ning Kadrina laululava.



Arvo Järvet tutvustab Pandivere geoloogilist torti (09.08.2023). Foto: Mirjam Uuskari.

Suvised bussiekskursiooni viimast päeva alustasime sealt samast Kadrinast. Heade sidemete tõttu EGSiga avas Tiina Raudla meile Kadrina nostalgikeskuse ukse tervelt tunni jagu varasemalt tava-pärasest avamise ajast. Ühe pere eestvedamisel on huvitava aja-looga paemüüride vahele kogutud tohtul hulgal nostalgilisi esemeid, millest enamus veel sorteerimatagi. Tiina sõnul tuuakse vanakraami kottide viisi ning tööst juba puudust ei tule. Peale tore-dat nostalgitsemise tundi suundusime Porkunisse. Porkuni mõisa juures võttis meid vastu ajaloo huviline Madis Michelson, kes oli ka meie ülejäänud päeva peamiseks giidiks. Peale Porkuni mõisa tutvustamist saime Ain Aasa lahkelt loal sisse kiigata ka Porkuni pae-museumisse. Kunagise piiskopilinnuse pilkupüüdivas väravatornis olev väljapanek tutvustab Eesti rahvuskivi tekkelugu ning kasutust; torni tipus olevalt vaateplatvormilt saab aga vaadelda Porkuni järve ja mõisa ning ümberkaudseid valdusi. Edasi võtsime suuna Georg Lurichi sünnikohta Väike-Maarjasse, kus väisasime muu hulgas F.J. Wiedemanni keeletammikut ning tegime Lurichi monumendi ees ka traditsiooniks saanud grupipildi.



Reisisellid Georg Lurichi monumendi jalamil (10.08.2023). Foto: Heidi Tooming.

Kõhud rikkalikust lõunasöögist täis, võtsime suuna Äntu järvedele, sest peale tugevat kõhutäit tundus ainuõigena ette võtta üks tore matk. Loodusgiidi Tiiu Marani juhtimisel tegime tiiru peale Eesti kõige selgema veega järvele – Äntu Sinijärvele. Maalilised vaated ning Tiiu teadmistest pakatav tuur aeglustasid meid niivõrd, et oleksime napilt ilma jäänud võimalusest sisse pääseda meie ekskursiooni viimasesse peatuspunkti Kiltsi kaardilossi. Siiski soostus samas hoones tegutseva Kiltsi mõisakooli direktor Merje Leemets meid vaatamata suurele hilinemisele ära ootama ning tegime Madis Michelsoni juhendamisel põhjaliku ringkäigu 19. sajandil meresõitjale ja õpetlasele Adam Johann von Krusensternile kuulunud mõisahoones. Majas asub põnev näitus ning tänu kooli tegutsemisele on säilinud nii ajalooline hoone kui ka Krusensterni mälestus Kiltsis.

*Hannes Palang ja Mirjam Uuskari*

## SISUKORD

<b>Saateks</b> .....	5
<b>Sven-Erik Enno.</b> Euroopa uue geostatsionaarse välgudetektori LI esimene aasta kosmoses .....	7
<b>Rein Vaikmäe.</b> Eesti vete isotoopkoostis .....	36
<b>Agnes Rosenberg, Jaak Jaagus ja Arvo Järvet.</b> Muutused Eesti jõgede hüdrotermilistes aastaalgades .....	47
<b>Kristjan Sander.</b> Lääne-Eesti madaliku kiviaja asustuspildi ja maakasutuse jooni pärast Litoriinamere transgressiooni maksimumi ...	66
<b>Krista Karro.</b> Kodavere kihelkonna maastikud viikingiajast kuni 17. sajandini .....	84
<b>Andres Rõigas, Madis Rennu ja Lii Araste.</b> Uuskogukondade kujunemine Eesti maapiirkondades .....	100
<b>Ain Kallis.</b> Esimene eestikeelne meteoroloogiaõpik.....	125
<b>Eve Kork.</b> Väliturismi arengust Eesti Vabariigis 1930. aastatel pangapreili Berta Tederi 1935. aasta Euroopa-reisist lähtuvalt .....	139

### IN MEMORIAM

Rein Ratas (1938–2022). <i>Arvo Järvet ja Andres Tõnisson</i> .....	151
Linda Kongo (1929–2022). <i>Arvo Järvet ja Tõnu Viik</i> .....	163
Milvi Jürissaar (1935–2023). <i>Heino ja Malle Mardiste</i> .....	169
Erna Annuka (1930–2023). <i>Andres Tõnisson</i> .....	178
Helve Kotli (1934–2023). <i>Ain Kallis</i> .....	188
Ann Marksoo (1930–2023). <i>Tiit Tammaru ja Taavi Pae</i> .....	191
Elle Linkrus (1935–2023). <i>Arvo Järvet</i> .....	199
Reet Karukäpp (1940–2023). <i>Arvo Järvet, Are Kont ja Tiit Hang</i> ....	209

### GEOGRAAFIASÜNDMUSI AASTAL 2023

Tartu Ülikooli geograafia osakonna lõpetajad 2023. aastal. <i>Arvo Järvet</i> .....	239
Uusi doktoreid ( <i>Doctor philosophiae</i> ) Tartu Ülikoolist geograafia erialadel 2023. aastal. <i>Jaak Jaagus ja Arvo Järvet</i> .....	242

Tallinna Ülikooli keskkonnakorralduse ja linnakorralduse erialade lõpetajad 2023. aastal. <i>Reimo Rivis ja Tauri Tuvikene</i> .....	257
Uusi doktoreid ( <i>Doctor philosophiae</i> ) Tallinna Ülikoolist kultuurgeograafia erialal 2023. aastal. <i>Hannes Palang</i> .....	259
Eesti Geograafia Seltsi tegevusest 2023. aastal. <i>Hannes Palang ja Mirjam Uuskari</i> .....	261

## CONTENTS

### ARTICLES

- Sven-Erik Enno.** The European new geostationary Lighting Imager (LI): first year in space..... 7
- Rein Vaikmäe.** Isotopic composition of Estonian waters ..... 36
- Agnes Rosenberg, Jaak Jaagus ja Arvo Järvet.** Changes in hydro-thermal seasons in Estonian rivers..... 47
- Kristjan Sander.** On Stone Age settlement patterns of the West-Estonian Lowland after the Littorina Sea transgression maximum..... 66
- Krista Karro.** A story of Kodavere parish from the Viking Age to the 17th century ..... 84
- Andres Rõigas, Madis Rennu ja Lii Araste.** Formation of intentional communities in rural areas of Estonia..... 100
- Ain Kallis.** First manual on meteorology in Estonian..... 125
- Eve Kork.** The development of international tourism in the Republic of Estonia in the 1930s on an example of bank clerk miss Berta Teder's European trip in 1935..... 139

### IN MEMORIAM

- Rein Ratas (1938–2022). *Arvo Järvet ja Andres Tõnisson* ..... 151
- Linda Kongo (1929–2022). *Arvo Järvet ja Tõnu Viik* ..... 163
- Milvi Jürissaar (1935–2023). *Heino ja Malle Mardiste* ..... 169
- Erna Annuka (1930–2023). *Andres Tõnisson* ..... 178
- Helve Kotli (1934–2023). *Ain Kallis* ..... 188
- Ann Marksoo (1930–2023). *Tiit Tammaru ja Taavi Pae* ..... 191
- Elle Linkrus (1935–2023). *Arvo Järvet* ..... 199
- Reet Karukäpp (1940–2023). *Arvo Järvet, Are Kont ja Tiit Hang* ..... 209

### GEOGRAPHICAL EVENTS IN 2023

- List of graduates from the Department of Geography, University of Tartu in 2023. *Arvo Järvet* ..... 239

New doctors ( <i>Doctor philosophiae</i> ) from the geographical specialities at the University of Tartu in 2023. <i>Jaak Jaagus ja Arvo Järvet</i> .....	242
List of graduates on specialities of environmental management and urban management from Tallinn University in 2023. <i>Reimo Rivis ja Tauri Tuvikene</i> .....	257
New doctors ( <i>Doctor philosophiae</i> ) from the speciality of cultural geography at the Tallinn University in 2023. <i>Hannes Palang</i> .....	259
Activities of the Estonian Geographical Society in 2023. <i>Hannes Palang ja Mirjam Uuskari</i> .....	261

EESTI GEOGRAAFIA SELTSI

# AASTA. RAAMMAT

47. KÖIDE



ISSN 0202 - 1811