

EESTI GEOGRAAFIA SELTSI AASTARAAMAT  
38. köide

ESTONIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY

**YEAR-BOOK**  
**OF THE ESTONIAN GEOGRAPHICAL**  
**SOCIETY**

VOL. 38

Edited by Arvo Järvet

TALLINN 2013

**EESTI GEOGRAAFIA SELTSI**

**AASTARAAMAT**

**38. KÖIDE**

Toimetanud Arvo Järvet

TALLINN 2013

**YEAR-BOOK  
OF THE ESTONIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY  
VOL. 38**

**EESTI GEOGRAAFIA SELTSI  
AASTARAAMAT  
38. KÕIDE**

Edited by Arvo Järvet  
Toimetanud Arvo Järvet

Aastaraamatu väljaandmist on toetanud Tartu Ülikooli geograafia osakond

Autoriõigus: Eesti Geograafia Selts, 2013

ISSN 0202-1811

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

Trükitud OÜ Vali Press



## SAATEKS

Eesti Geograafia Selts annab välja kolme publikatsioonide seeriat, millest tuntuim ja pikaajalise traditsiooniga on aastaraamat. Esimene EGSi aastaraamat ilmus 1957. aastal ning tänavune kannab järjekorranumbrit 38. EGSi aastaraamat annab võimaluse tutvustada valdavalt inglise keeles ilmuvate teadustööde tulemusi ka eesti keeles ja Eesti geograafidele, samuti geograafiahuvilistele. Sellega kaasneb rahvuskeelse oskussõnavara kaasajastamine ja eesti keele kui teaduskeele jätkusuutlikkuse tagamine.

Aastaraamatu sisu on traditsiooniliselt jaotatav kolme ossa: uurimuslikud artiklid, Eesti geograafia ja sellega seotud ajalugu ning ülevaade viimaste aastate olulisematest sündmustest. Eelmine aastaraamat ilmus trükist kolm aastat tagasi ja seepärast on lähiminevikku kajastavad ülevaated küllalt pikad. Nii on Tartu ülikooli geograafia osakonnast tulnud viimasel kolmel aastal 11 ja Tallinna ülikooli geokoloogia erialalt 8 uut teadusdoktorit; lisaks üks doktorikraadiga noorteadlane TLÜ Humanitaarinstituudist, kes geograafiaalase alghariduse sai Tartus.

Elmiste aastaraamatutega võrreldes on seekord suhteliselt palju noori uurimuslike artiklite autoreid, nii Tartust kui Tallinnast: neid, kes veel noorte doktorite kategoorias, kui ka neid, kes magistriõppe lõpetanud aasta-kaks tagasi. Ühe artikli autor pole veel bakalaureuseõpetki lõpetanud, kuid see ei vähenda tema artikli teaduslikku taset – tegemist on põhjaliku uurimistööga.

EGSi ajaloo tutvustamise seisukohalt on oluline seltsi kauaaegse teadussekretäri Laine Merikalju põhjalik kirjutis seltsi ühest teenekamast rajajast ja kauaaegsest esimesest presidendist Vello Tarmistost, kelle 95. sünniaastapäev on tänavu.

*Arvo Järvet, aastaraamatu toimetaja*



# **EESTI JÄRVESETETE ÕIETOLMUSPEKTRITE PÕHISED TAIMKATTE REKONSTRUKTSIOONID**

Mihkel Kangur, Tiiu Koff, Shinya Sugita

## **Sissejuhatus**

Setetes säilinud õietolm on olnud üheks peamiseks infoallikaks minevikus eksisteerinud taimestiku kohta, tuginedes eeldusel, et settekihi õietolmu koostis peegeldab settekihi moodustumise hetkel ümbritseva ala taimkatet. Ühest settekihist loendatud õietolmuterad ja eosed moodustavad õietolmuspektri ja eri sügavustest saadud spektreid stratigraafiliselt järjestades saame setteläbilõike õietolmuprofiili, mille graafiliseks väljenduseks on õietolmudiagramm. Peamiseks õietolmuspektri esitamise viisiks on olnud õietolmu protsendilised sisaldused. Tulenevalt erinevustest taimede õietolmuproduktioonis ja tolmuterade levimusvõimes, ei vasta mingi taime õietolmu sisaldus setteproovis üksüheselt sama liigi osakaalule settimisala ümbritsevas taimkattes. Samuti ei võimalda õietolmu suhtelise sisalduse andmed (õietolmuspekter) määratleda täpselt õietolmu päritolu territooriumi.

Viimaste aastate jooksul on üha laiemalt kasutatud palünoloogilise informatsiooni töötlemisel S. Sugita poolt väljatöötatud komplekset mudelitesüsteemi LRA (Landscape Reconstruction Algorithm), mis koosneb kahest moodulist: REVEALS (Regional Estimates of Vegetation Abundance from Large Sites) ja LOVE (Local Vegetation Estimates) (Sugita 2007a, 2007b). Neist esimene moodul võimaldab hinnata taimkatte koosseisu regionaalsel skaalal. Käesolev artikkel käsitlebki REVEALS mudeli rakendamisel saadud kvantitatiivseid regionaalseid taimkatte rekonstruktsioone, mis on esimeseks sammuks lokaalsete taim-

katte rekonstruktsioonide koostamisel. Kvantitatiivsed taimkatte rekonstruktsioonid on olulised erinevate paleogeograafiliste uuringute jaoks, kus vajatakse andmeid mineviku taimkatte muutuste kohta.

REVEALS mudelit on empiirilisel kontrollitud Lõuna-Rootsis (Hellman et al 2008), Taanis (Nielsen, Odgaard 2010) ja USA-s (Sugita et al 2010). Mudelit on rakendatud ka viimase kahe tuhande aasta jooksul toimunud taimkatte muutuste rekonstrueerimiseks Šveitsis (Soepboer et al 2010). Need uuringud on muuhulgas näidanud, et inimõju taimkattele on viimaste aastatuhandete vältel olnud ulatuslikum kui seda on varem osatud hinnata tuginedes õietolmu suhtdiagrammidele.

Taimkatte kujunemist Eesti territooriumil on mõjutanud omavahel tiheidalt seotud tegurid, milledest peamised on mullastik, kliima ja inimõju. Viimane jääaeg ning Läänemere erinevate staadiumite rannamoodustised on endast maha jätanud geomorfoloogiliselt erinevad pinnavormistikud, mida ilmestab mitmekesine taimeistik.

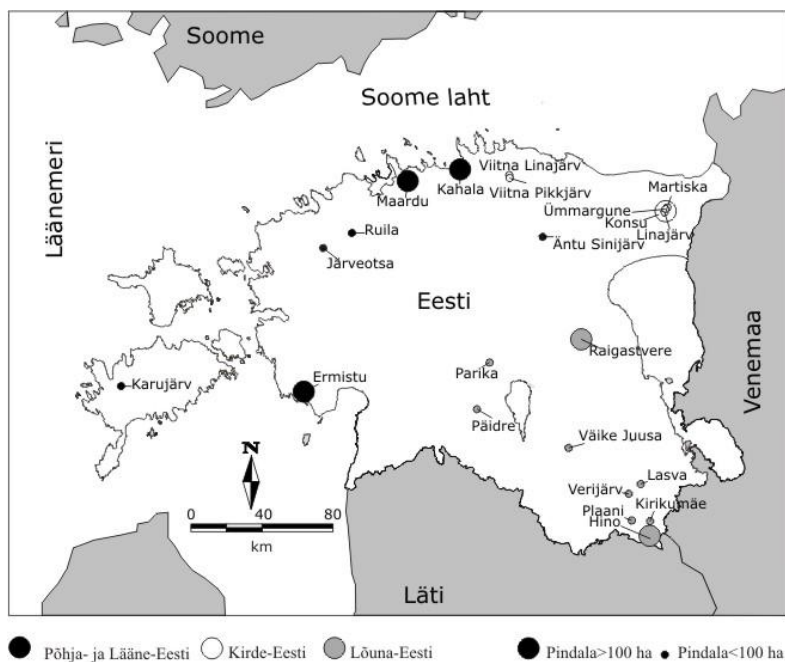
Eesti taimkatte rajoneerimisel on kirjeldatud ida-lääne suunalist suurjaotust, mis koreleerub kliima erinevustega (Laasimer 1958, 1965). Üldiselt on eeldatud, et kliima muutus ja regionaalsed erinevused on määranud ka taimkatte arengu ja struktuuri Holotseeni vältel. Samuti on eeldatud, et viimase paari tuhande aasta vältel on Eesti metsade liigiline koosseis olnud ligilähedaselt sama tänapäevaste metsadega, muutunud on vaid erinevate liikide osakaal ja metsasus tervikuna. See on peamiselt tingitud inimtegevusest ning kliimaatiliste tegurite tähtsus on ajapikku vähenenud (Etverk, Sein 1995). Neid järeldusi ei ole aga kinnitatud kvantitatiivsete taimkatte rekonstruktsioonidega.

Kliima ja inimõju on taimkatte arengut mõjutavad dünaamilised tegurid, samas mullastikutegurid on Holotseeni vältel olnud konservatiivsemad. Muldade areng on Hilis-Pleistotseenis ja Holotseenis samuti olnud mõjutatud kliimamuutustest, metsade arengust ja Läänemere arengustaadimite poolt määratud tingimustest. Muldade kujunemine algas ilmselt Borealis kui Eesti alal levisid männi-kase metsad ning muldade edasine areng on sõltunud lähtekivimi karbonaatsusest, koresusest ja teistest faktoritest (Reintam 1995). Vaid viimase paarituhande aasta jooksul on metsade looduslikku arengut oluliselt mõjutanud inimtegevus. Kaasaegse metsaökoloogia üks lähtealuseid kinnitab, et metsatüüpide levik sõltub lähtekivimi tüübist ja mulla tüübist (Lõhmus 2006).

Tulenevalt rohkearvulistest uuringutest on Eesti Holotseeni setete õietolmustratigraafia üldiselt väga hästi kirjeldatud (Raukas jt 1995). Spetsiifilisemalt on uuritud kuuse ja lepa õietolmu esmaesinemist ja levikut (Saarse jt 1999) ning varase inimõju indikaatorite ilmnemist (Poska jt 2002). Toetudes uuematele andmetele on Kukk jt. (2000) andnud ülevaate Eesti elustiku mitmekesisuse muutustest, sh. taimkatte muutustest pärast jääaega. Samas pole seni Eestis tehtud kvantitatiivseid, kogu Holotseeni hõlmavaid taimkatte arengu rekonstruktsioone. Käesoleva artikli peamine eesmärk on esitada Eesti taimkatte arengu kvantitatiivne rekonstruktsioon kasutades selleks REVEALS mudelit (Sugita 2007a). Lähtudes olemasolevatest õietolmudiagrammidest, taimkatte liigestusest ja kaasaegsest arusaamast mulla lähtekivimi ning kujunenud muldade ja metsa kasvukohatüüpide suhetest, on eristatud Eestis kolm paleogeograafilist regiooni. REVEALS mudeli rakendamine võimaldab rekonstrueerida taimkatte koosseisu ja dünaamikat igas regioonis eraldi ja saada vastuse küsimusele, kas Eesti taimkattes kaasaajal kirjeldatud regionaalsed erinevused on alati olnud samasugused või kui see ei ole nii, siis mis ajast alates sellised erinevused ilmnevad ja mis võivad olla erinevuste põhjusteks.

## **Uurimisala**

Antud töös on Eesti jaotatud kolmeks regiooniks: Põhja- ja Lääne-Eesti, Kirde-Eesti ning Lõuna Eesti. Regioonid on ligikaudsed ja nende piirid ei ole täpselt määratavad, kuid samas on nad maastikuliselt küllalt selgelt eristuvad. Taimkatte rekonstruktsioonide tegemiseks on igast regioonist 5–8 õietolmuprofiili, mis pärinevad 2 kuni 456 hektarilistest järvede setetest. Valikute tegemisel lähtusime kriteeriumist, et kõigi valitud järvede õietolmuprofiilid katavad kogu või enamuse Holotseenist ning millede sügavus-vanus kõver põhineb vähemalt kolmel usaldusväärsel radiosüsiniku dateeringul. Järvede jaotus Eesti territooriumil on esitatud joonisel 1. Valitud järvi iseloomustavad ja REVEALS mudeli jaoks olulised karakteristikud on esitatud tabelis 1.

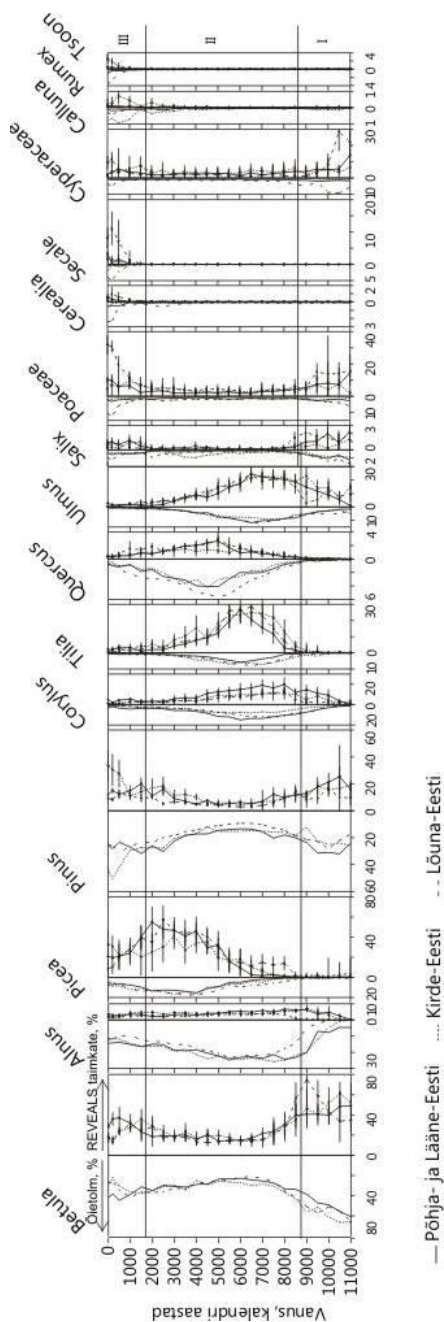


Joonis 1. Uuritud järvede paiknemine.

Tabel 1. REVEALS mudeli jaoks valitud järvede pindala ja paiknemine.

| Järv                        | Pindala, ha | Laiuskraad | Pikkuskraad | Viide                         |
|-----------------------------|-------------|------------|-------------|-------------------------------|
| <b>Põhja ja Lääne Eesti</b> |             |            |             |                               |
| Äntu Sinijärv               | 2,1         | 59.03.47   | 26.14.29    | EPD; (Saarse, Liiva 1995)     |
| Ermistu                     | 456,2       | 58.22.16   | 23.58.54    | EPD; (Heinsalu, Veski. 1991)  |
| Järveotsa                   | 3,2         | 59.5.49    | 24.09.17    | EPD; (Poska 1994)             |
| Kahala                      | 345,6       | 59.29.02   | 25.31.55    | EPD; (Saarse 1999)            |
| Karujärv                    | 345,6       | 58.22.47   | 22.12.56    | EPD; (Saarse, Königsson 1992) |
| Maardu                      | 158,8       | 59.26.41   | 24.59.43    | EPD                           |
| Ruila                       | 46,2        | 59.10.29   | 24.26.02    | (Poska, Saarse 2002)          |
| <b>Kirde Eesti</b>          |             |            |             |                               |
| Konsu                       | 139,2       | 59.13.17   | 27.34.50    | (Koff 1990)                   |
| Martiska                    | 2,1         | 59.15.43   | 27.34.15    | (Koff 1994)                   |
| Ümmargune                   | 1,5         | 59.10.31   | 27.27.42    | (Punning jt 1987)             |
| Viitna Linajärv             | 4,2         | 59.27.05   | 26.00.50    | (Koff, Kangur 2003)           |
| Viitna Pikkjärv             | 16          | 59.26.38   | 26.00.39    | (Saarse jt 1998)              |
| <b>Lõuna-Eesti</b>          |             |            |             |                               |
| Kirikumäe                   | 62          | 57.41.02   | 27.14.58    | EPD; (Saarse, Rajamäe 1997)   |
| Lasva                       | 12,7        | 57.51.33   | 27.10.31    | (Niinemets, Saarse 2007a)     |
| Päidre                      | 21,7        | 58.16.31   | 25.30.12    | EPD; (Saarse jt 1995)         |
| Parika                      | 62,7        | 58.29.20   | 25.48.20    | (Niinemets jt 2002)           |
| Plaani                      | 23,1        | 57.40.37   | 27.04.30    | (Niinemets, Saarse 2007b)     |
| Raigastvere                 | 112         | 58.35.20   | 26.39.18    | (Pirrus jt 1987)              |
| Väike Juusa                 | 3,1         | 58.03.33   | 26.31.02    | (Kangur 2005)                 |
| Verijärv                    | 24,9        | 57.48.36   | 27.03.15    | (Niinemets, Saarse 2006)      |

EPD (European Pollen Database) andmebaas.



Joonis 2. Regionaalsed õietolmuprofiilid ning neile vastavate taimerühmade esindatus taimekaasest vastavalt REVEALS rekonstruktsioonidele. Esimese profiili kohal paiknevad nooled näitavad skaala suunda, mis on õietolmuprofiilil ja rekonstruktsioonil vastassuunalised.



Maastikuliselt ja mullastikuliselt küllaltki homogeense regioonina saab käsitleda Kirde Eestit kuna nii Kurtina (Konsu, Martiska ja Ümmargune järv) kui ka Viitna mõhnastikus paiknevaid järvi (Linajärv ja Pikkjärv) ümbritsevad domineerivalt nõrgalt leetunud leedemullad (Kont jt 2007). Heterogeensem on Lääne- ja Põhja-Eesti regioon, kuhu jäävad nii paeplatool paiknevad Kahala ja Maardu järv, kus domineerivateks mullatüüpideks on kamar-karbonaatmullad. Lavamaal ning Lääne-Eesti madaliku siirdealal paiknevad ka Järveotsa järv ja Ruila järv. Karujärv paikneb Lääne-Saaremaa kõrgustikul ja tema ümbruses domineerivad kamar-leetmullad. Ermistu järv Lääne-Eestis paikneb pinnakatteliselt vahelduvas maastikus, kus valitsevateks muldadeks on leostunud või leetunud kamar-karbonaatmullad, kuid leidub ka soomuldi ja soostunud leetmuldi. Äntu Sinijärv paigutub antud regiooni seetõttu, et tema valgal esinevad samuti karbonaatsed mullad. Lõuna-Eesti regioon hõlmab nii Sakala kõrgustiku kirdeservas paikneva Parika rabajärve kui ka sama kõrgustiku lääneservas asuva Päidre järve, Vooremaal asuva Raigastvere ja Otepää kõrgustikul asuva Väike Juusa järve. Haanja kõrgustikul asuvad Lasva, Kirikumäe, Plaani, Hino ja Verijärve järved ja neis ümbritsevates maastikes on väga varieeruv mullastik, kuid domineerivad erodeeritud ja näivleetunud mullad (Reintam 1995). Kliimatingimustelt lähtuvalt asuvad Põhja- ja Lääne-Eesti grupi järved valdavalt merelise kliima valdkonnas, Lõuna ja Kirde-Eesti regiooni järved aga Sise-Eesti kliima valdkonnas.

## **Meetodid**

Käesolevas töös kasutati õietolmuprofiile, mis on koostatud ja publitseeritud erinevate autorite poolt (tabel 1). Valitud õietolmuprofiilide vanus on määratud vähemalt kolme radiosüsiniku dateeringuga ning nad katavad enamust Holotseenist. Läbilõigete dateeringud kalibreeriti programmiga OxCal (Reimer jt 2009). Kasutades kalibreeritud vanuste vahel lineaarse interpoleerimise võtet arvutati TILIA programmi abil õietolmuprofiili üksiku proovi vanus kalendriaastates. Vastavalt vanusele jaotati õietolmuproovid vanuseklassidesse. Iga vanuseklass esindab 500 aastat, välja arvatud nooremad, kus eraldati 200 ja 300 aasta vanuseklass, eeldades, et neis vanuseklassides peaks õietolmu koostist mõjutama intensiivsem inimõju. Õietolmuprofiilidest eraldati õietolmurühmad (joonis 2), mille kohta on olemas suhtelised õietolmu produktiivsuse hinnangud (PPE – Pollen Productivity Estimates), mis on REVEALS mudelis oluline parameeter. Antud töös kasutati samu PPE väärtuseid nagu LANDCLIM10000 projektis

(Gaillard jt 2010). Iga regiooni kõigi läbilõigete sama vanuseklassi valitud õietolmurühma proovidest loetud õietolmutterade arvud summeeriti ja leiti regiooni keskmiselt iseloomustavad õietolmu sisaldused. Sarnast metoodikat on kasutatud olukorras, kus REVEALS modelleerimiseks ei ole kasutada andmeid suure pindalaga settimisala läbilõikest (Sugita jt 2010). Samad autorid on näidanud, et suurtest järvedest pärineva andmestiku puudumist on REVEALS modelleerimise puhul võimalik kompenseerida mitme väiksema settimisala õietolmuprofiilide summeerimise abil. Kuna vaid mõned antud töös kasutatavad õietolmuprofiilid pärinevad järvedest, mille pindala on suurem kui 100 ha, siis kohaldati ka siin kirjeldatud metoodikat. Summeeritud õietolmuprofiilide andmeid kasutati sisendina REVEALS mudelis (Sugita 2007a). Mudeli väljundiks on õietolmurühmadele vastavate taimerühmade osakaal (joonis 2) järvi ümbritsevas maastikus, mis hõlmab ligikaudu 10x10 km suurust ala, kuid mille piire ei ole võimalik täpsemalt määratleda.

## Tulemused ja arutelu

Valitud õietolmurühmade osakaal nende kogumist ning vastavad REVEALS mudeli abil rekonstrueeritud taimerühmade osakaal regioonides on esitatud diagrammina joonisel 2. Diagrammil on jälgitav, et üldiselt ei vasta õietolmu suhtelised sisaldused REVEALS mudeliga rekonstrueeritud taimkatte proportsioonidele. Vaid kase (*Betula*) ja männi (*Pinus*) puhul on õietolmu protsendilised sisaldused ligikaudselt samas suurusjärgus nende osakaaluga taimkattes. Lepp (*Alnus*) ja tamm (*Quercus*) on õietolmuprofiilidel üleesindatud võrreldes nende osakaaluga taimkattes. Samas kuusk (*Picea*), pärn (*Tilia*), sarapuu (*Corylus*) ja jalakas (*Ulmus*) on õietolmudiagrammidel alaesindatud. Samuti on rohttaimede (lõikheinalised (Cyperaceae), kõrrelised (Poaceae), kultuurkõrrelised (Cerealia), rukis (*Secale*), kanarbik (*Calluna*) ja oblikalised (*Rumex*)) õietolmu õietolmuprofiilidel alaesindatud võrreldes nende osakaaluga REVEALS rekonstruktsioonides.

Käesolevas töös käsitletud REVEALS'i mudeli põhiste rekonstruktsioonide puhul peab arvestama, et tegu on üldistatud andmestikuga. Erinevate autorite poolt erinevatel eesmärkidel kogutud ja analüüsitud ning erineval detailsuse tasemel dateeritud õietolmuandmetike omavaheline seostamine ei võimalda täpsemat ajalist jaotamist kui 500 aastat. Õietolmukõverad kajastavad keskmistatud andmeid. Erinevate järvede õietolmuandmestikku üksikajal võrreldes ilmnevad küllalt suured erinevused ka samas regioonis. Kui õietolmudiagrammidele

üldiselt statistilist usaldusväärsust iseloomustavaid veahinnanguid ei esitata, kajastavad REVEALS meetodil rekonstrueeritud taimerühmade ohtruse kõveratel toodud veapiirid algandmestiku varieeruvust. Regionaalsetest erinevustest rekonstrueeritud taimkatte koosseisu saab usaldusväärselt hinnata juhul kui kõverate veapiirid ei kattu.

REVEALS meetodil modelleeritud taimkatte arengu dünaamikat iseloomustav diagramm jaguneb kolmeks tsooniks. Esimest tsooni (11000–8800 a.t.) iseloomustab kõrgem kõrreliste ja paju osakaal. Iseloomulikult kõrge on ka lõikheinaliste osatähtsus. Teiste regiooni-dega võrreldes on lõikheinaliste osatähtsus suurem Lõuna-Eestis. Puude rühmas on jälgitavad regionaalsed erinevused nii lepa, kase kui ka männi puhul. Väiksema osakaaluga sarapuu ja jalaka puhul on regionaalsed erinevused samuti nähtavad. Tamme ja pärna selle perioodi metsades ei esine või on nende osakaal äärmiselt madal.

Esimene tsoon vastab ajaliselt Holotseeni stratigraafilisel skeemil ligikaudselt Pre-Boreaalsele ja Boreaalsele kronotsoonile (Raukas jt 1995). Öietolmu suhtelise jaotuse diagrammide põhjal on Vara-Holotseeni taimestikku iseloomustatud kui metsatundrilmelist, kus levisid hõredad ja valgusküllased kaasikud ja männikud, lagedatel aladel võisid olla rannikuluided ja liivikud, jõgede suudmealadel sood ning järvede soostumisel tarnadest ja sammaldest tekkinud õtssood (Laasimer 1965, Kukk jt 2000). REVEALS'i põhised rekonstruktsioonid kinnitavad seda seisukohta. Taimestikus on valdavad liigid kask ja mänd. Kukk jt. (2000) poolt välja toodud erinevus Lääne-Eesti saarte ja mandri vahel, kus Preboreaalis tänu Joldiamere vee alt vabanevatel aladel, peamiselt liivikutel valdasid männimetsad, on selgelt eristatav ka REVEALS mudeliga saadud taimkatte rekonstruktsioonis, kus männi osakaal on ligi 20% võrra suurem Põhja- ja Lääne-Eesti regioonis kui Lõuna-Eestis. Avatud maastikest annab tunnistust ka lõikheinaliste ja kõrreliste suur osatähtsus (joonis 2). Samas on Kukk jt (2000) alahinnanud jalaka ja sarapuu esinemist sel perioodil, viidates, et leidis vaid üksikuid puid. Laasimer (1965) on aga rõhutanud, et boreaalsel kliimaperioodil hakkas välja kujunema uhtlammimetsa tüüp, mille koosseisus esines nii leppa, sangleppa kui jalakat. Mudeli poolt rekonstrueeritud taimkattes on lepp, sarapuu ja jalakas neis metsades kindlalt esindatud (joonis 2).

Teises tsoonis (8800–1500 a.t.) metsade liigilises koosseisus regionaalsed erinevused praktiliselt puuduvad. See tendents ilmneb kõige selgemalt lepa, kase ja männi puhul, nende liikide osatähtsus on kogu Eestis ühetaoline. Mõningaid regionaalseid erinevusi esineb seoses kuuse levikuga. Lõuna-Eesti regioonis algab kuuse osatähtsuse suurenemine mõnevõrra varem kui mujal Eestis. Tsooni teises pooles on kuuse

osatahtsus väiksem Kirde-Eestis. Väiksem on Kirde-Eestis ka tamme esinemissagedus võrreldes teiste regioonidega, samas algab pärna osakaalu tõus Kirde-Eestis mõnevõrra varem kui teistes regioonides. Ülejäänud laialeheliste puuliikide puhul nende maksimaalse leviku korral regionaalseid erinevusi osatahtsuses ei esine. Seda perioodi iseloomustab ka rohttaimede äärmiselt väike osakaal.

Teine tsoon hõlmab stratigraafilise skeemil (Raukas jt 1995) Atlantilist kui Sub-Boreaalset kronotsooni ning selle võib võrdsustada Kesk-Holotseeniga. Sel perioodil levisid laialehised metsad, oma leviku maksimumi saavutasid jalakas, pärn, tamm, sarapuu. Laasimer (1965) on kirjeldanud sel perioodil kasvanud metsi kui lopsakaid tihedaid uhtlammimetsi, kus peale tamme ja pärna leidis rikkalikumalt ka harilikku leppa ja sangleppa ning koosseisu kuulus ka kask. REVEALS mudeli abil tehtud rekonstruktsioonide järgi (joonis 2) oli lepa ja kase osakaal taimestikis siiski väiksem. Kuigi Kukk jt. (2000) ja ka Poska jt. (2002) on välja pakkunud, et juba Hilises-Subboreaalis 5000 aastat tagasi võis maastik olla avatum ja teravilja kasvatamine oli laialdaselt levinud, siis meie uurimistöö tulemused seda ei kinnita. Nii rohttaimede kui kultuurkõrreliste osakaal ei ole varasemaga võrreldes sel perioodil oluliselt tõusnud üheski regioonis. Regionaalset erinevust võib täheldada vaid kuuse leviku osas. Kõige varem ilmub ta Lõuna-Eestis ja seda juba 8000 aastat tagasi ning selles osas pole lahkne mist ka varasemate uuringute tulemustega (Laasimer 1965, Saarse jt 1999).

Kolmandat tsooni (1500 a.t. – tänapäev) iseloomustab kultuurkõrreliste osakaalu järsk suurenemine. Võrreldes teiste regioonidega on kultuurkõrreliste osatahtsus suurem Lõuna-Eestis. Sarnaselt suureneb ka kõrreliste ja oblikaliste osatahtsus kõige enam Lõuna-Eestis, kuid ka teistes regioonides on nende osakaalu tõus märgatav. Kanarbiku osakaal suureneb kõige enam Kirde-Eestis, jäädes teistes regioonides tagasihoidlikumaks. Mõningast suurenemist, eriti just Lõuna-Eestis, esineb lõikheinaliste puhul. Metsade koosseisus on iseloomulik laialehiste puuliikide osakaalu pidev vähenemine kõigis regioonides. Suureneb aga paju osatahtsus. Sarnaselt teise tsooniga on lepa esinemissagedus kõikjal küllaltki madal ning regionaalseid erinevusi ei ilmne. Eesti metsades tänapäeval domineerivate puuliikide osas on aga jälgitavad selged regionaalsed erinevused. Tsooni vältel on suurem kase osakaal Põhja- ja Lääne-Eesti metsades. Kirde- ja Lõuna-Eestis on kase osatahtsus mõnevõrra madalam, kuigi proportsionaalselt on kask nende regioonide metsades sama osakaaluga. Kuuse puhul on jälgitav regionaalse erinevuse suurenemine perioodi alguses. Kõrgeim on kuuse osatahtsus Kirde-Eestis, madalaim aga Põhja- ja Lääne-Eestis. Männi

puhul eristub teistest regioonidest selgelt Kirde-Eesti, kus tema osakaal võrreldes teiste regioonidega on oluliselt kõrgem.

Rekonstrueeritud taimkatte diagrammi kolmas tsoon vastab stratigraafilise skeemil (Raukas jt 1995) Atlantilisele kronotsoonile ning on eristatav inimõjuga kaasnevate taimerühmade, nagu näiteks rukis ja teised kultuurkõrrelised, suurenenud osakaaluga, mis viitab maastiku avatumaks muutumisele. Oblikaliste ja kanarbiku osakaalu suurenemist võib seostada häiringuliste muutuste esinemisega maastikes. Eriti silmatorkav on maastiku avatumaks muutumine Lõuna-Eestis. Koos avatud maastike laienemisega ilmnevad ka märgid metsade liigilise koosseisu suuremas regionaalses erinevuses. Ilmselt on seda põhjustanud põllumajanduseks sobiva maa ülesharimine ja metsade raie.

## **Kokkuvõte**

Analüüsides pärastjääaegse rekonstrueeritud taimkatte arengut iseloomustavat kolme tsooni, siis võib öelda, et regionaalsel skaalal ilmnevad taimkattes olulised erinevused Holotseeni alguses, kus see on selgitatav uute liikide invasiooniga ning kasvukohtade väljakujunemisega. Olulised erinevused käesolevas töös käsitletud regioonide vahel ilmnevad ka viimase 1500 aasta jooksul, mille kestel inimtegevusega kaasnevate liikide osatähtsuse tõus kinnitab inimese olulisust taimkatte koosseisu ja struktuuri kujunemisel. Valdavas osas on viimase 11000 aasta jooksul regionaalsed taimkatte erinevused Eesti erinevate osade vahel minimaalsed. Seetõttu võib oletada et kliima ja mullastiku tingimuste muutumine eri regioonides ei ole viinud metsade liigilise koosseisu olulise varieeruvuseni. Kaasaegsete Eesti metsade varieeruvus on tingitud ilmselt viimase 1500 aasta jooksul üha intensiivistunud inimtegevusest.

Kokkuvõtteks võib öelda, et tänu empiirilistele andmetele, botaanilistele uuringutele ja õietolmudiagrammide analüüsile on meil olemas detailsed taimkatte rekonstruktsioonid. Kuid mitmete globaalsete küsimuste käsitlemisel on meil vaja suuremat üldistusastet ja ühesugust metoodikat õietolmuandmete interpreteerimiseks. Käesolevas uurimistöös kasutatud REVEALS mudel just seda võimaldabki. Esialgsed tulemused näitavad, et väga suuri vastuolusid eelnevate uurijate poolt läbiviidud rekonstruktsioonidega ei ole ja seda meetodit võib rakendada Eesti õietolmuandmete interpreteerimisel globaalses tähenduses. Uute diagrammide lisandumisel võivad senised tulemused ka täpsustuda.

## Kirjandus

- Etverk, I., Sein, H.** 1995. Metsad ja nende majandamine.– Raukas, A., toim. Eesti. Loodus. Eesti Entsüklopeediakirjastus, Tallinn, 402–417.
- Gaillard, M.-J. et al.** 2010. Holocene land-cover reconstructions for studies on land cover-climate feedbacks. *Climate of the Past* 6, 4, 483–499.
- Heinsalu, A., Veski, S.** 1991. Ermistu järve ajalugu. Inimene ja Geograafiline Keskkond. Eesti Teaduste Akadeemia, 14–18.
- Hellman, S., Gaillard, M.-J., Broström, A., Sugita, S.** 2008. The REVEALS model, a new tool to estimate past regional plant abundance from pollen data in large lakes: validation in southern Sweden. *Journal of Quaternary Science* 23, 1, 21–42.
- Kangur, M.** 2005. Palynostratigraphy of Holocene lake sediments on the Otepää Heights, southern Estonia. *Proceedings of the Academy of Sciences. Geology*. 52, 52–68.
- Koff, T.** 1990. Reconstruction of palaeogeographical conditions in NE Estonia on the basis of bog and lake deposits. – Hult, J., edit. Working papers. University of Joensuu, Karelian Institute, 99–116.
- Koff, T.** 1994. The development of vegetation. – Punning, J.-M., edit. The influence of natural and anthropogenic factors on the development of landscapes. The results of a Comprehensive Study in NE Estonia. Institute of Ecology, Tallinn, 24–57.
- Koff, T., Kangur, M.** 2003. Vegetation History in northern Estonia during the Holocene based on pollen diagrams from small kettlehole and lake sediments. – Tonkov, S., edit. Aspects of Paleoecology and Palynology. Festschrift in honour of Elisaveta Bozilova. PENSOFT publishers, Sofia, Moscow, 113–126.
- Kont, A., Kull, O., Rooma, I., Zobel, M.** 2007. Maastikuprofiili meetodil uuritud mõhnastike ökosüsteemid. – Koff, T., Raukas, A., toim. Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat, 36. 72–94.
- Kukk, T., Lõugas, L., Veski, S.** 2000. Eesti elustiku mitmekesisuse muutustest pärast jääaega.- Frey, T., toim. Kaasaegse ökoloogia probleemid. VIII: Loodusteaduslikud ülevaated Eesti Maa Päeval. Eesti Ökoloogiakogu., Tartu, 90–109.
- Laasimer, L.** 1958. Eesti NSV geobotaaniline rajoneerimine. Eesti NSV Teaduste Akadeemia.
- Laasimer, L.** 1965. Eesti NSV taimkate. Valgus.
- Lõhmus, E.** 2006. Eesti metsakasvukohatüübid. Eesti Loodusfoto, Tartu.
- Nielsen, A., Odgaard, B.** 2010. Quantitative landscape dynamics in Denmark through the last three millennia based on the Landscape Reconstruction Algorithm approach. *Vegetation History and Archaeobotany* 19, 4, 375–387.

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

**Niinemets, E., Saarse, L.** 2007a. Fine-resolution pollen-based evidences of farming and forest development, South-Eastern Estonia. *Polish Journal of Ecology*, 55, 283–296.

**Niinemets, E., Saarse, L.** 2007b. Mid- and late-Holocene land-use changes inferred from pollen records, in a south-eastern Estonian upland area. *Review of Palaeobotany and Palynology* 146, 1-4, 51–73.

**Niinemets, E., Saarse, L., Poska, A.** 2002. Vegetation history and human impact in the Parika area, Central Estonia. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Geology* 51, 4, 241–258.

**Pirrus, R., Rouk, A.-M.,** 1987. Geology and stratigraphy of the reference site of Lake Raigastvere in Saadjärv drumlin field. – Raukas, A., Saarse, L., edits. *Palaeohydrology of the temperate zone II. Lakes*. Valgus, Tallinn, 101–122.

**Poska, A.** 1994. Three Pollen Diagrams from Coastal Estonia. Uppsala Universitet, Uppsala-Tallinn.

**Poska, A., Saarse, L.** 1999. Holocene vegetation and land-use history in the environs of Lake Kahala, northern Estonia. *Vegetation History and Archaeobotany* 8, 3, 185–197.

**Poska, A., Saarse, L.** 2002. Biostratigraphy and C-14 dating of a lake sediment sequence on the north-west Estonian carbonaceous plateau, interpreted in terms of human impact in the surroundings. *Vegetation History and Archaeobotany* 11, 3, 191–200.

**Poska, A., Saarse, L., Veski, S.** 2002. Reflections of pre- and early-agrarian human impact in the pollen diagrams of Estonia. *Symposium on High Latitude Eurasian Paleoenvironments*. Elsevier Science Bv, Moscow, 37–50.

**Punning, J.-M., Ilomets, M., Koff, T., Paap, U., Rajamae, R.** 1987. On the development of the Lake Umrjärv (NE Estonia) in the Holocene. – Raukas, A., Saarse, L., edits. *Paleohydrology of the temperate zone, II Lakes*. Valgus, Tallinn, 123–136.

**Raukas, A., Saarse, L., Veski, S.** 1995. A new version of the Holocene stratigraphy in Estonia. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences* 44, 4, 201–210.

**Reimer, P. et al.** 2009. IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon* 51, 4, 1111–1150.

**Reintam, L.** 1995. Muldade kujunemine.- Raukas, A., toim. *Eesti. Loodus. Eesti Entsüklopeediakirjastus*, Valgus, Tallinn, 419–430.

**Saarse, L., Königsson, L.-K.** 1992. Holocene environmental changes on the island of Saaremaa, Estonia. *PACT* 37, 2, 97–131.

**Saarse, L., Liiva, A.** 1995. Geology of the Äntu group of lake. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Geology 44, 2, 119–132.

**Saarse, L., Poska, A., Kaup, E., Heinsalu, A.** 1998. Holocene environmental events in the Viitna area, North Estonia. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Geology 47, 1, 31 – 44.

**Saarse, L., Poska, A., Veski, S.** 1999. Spread of *Alnus* and *Picea* in Estonia. Proceedings of the Academy of Sciences. Geology 48, 170–186.

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

**Saarse, L., Veski, S., Heinsalu, A., Rajamäe, R., Martma, T.** 1995. Litho- and biostratigraphy of Lake Päidre, South Estonia. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. Geology 44, 1, 45–59.

**Soepboer, W., Sugita, S., Lotter, A. F.** 2010. Regional vegetation-cover changes on the Swiss Plateau during the past two millennia: A pollen-based reconstruction using the REVEALS model. Quaternary Science Reviews 29, 3-4, 472–483.

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

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

**Sugita, S., Parshall, T., Calcote, R., Walker, K.** 2010. Testing the Landscape Reconstruction Algorithm for spatially explicit reconstruction of vegetation in northern Michigan and Wisconsin. Quaternary Research 74, 2, 289–300.



## VEGETATION RECONSTRUCTIONS BASED ON POLLEN SPECTRAS OF ESTONIAN LAKE SEDIMENTS

Mihkel Kangur, Tiiu Koff and Shinya Sugita

### *Summary*

Contemporary vegetation in Estonia reflect regional differences assumed to be formed by the influence of different factors. We evaluate when and which factors have influenced the formation of vegetation structure in regional scale by using fossil pollen records from twenty lakes where at least three radiocarbon dates are available. This study applies the REVEALS model (Sugita 2007a) for quantitative reconstruction of the regional vegetation and land cover using 7 sites in the North and West, 5 sites in the North-East and 8 sites in the South-Estonia. Lake size varies from 2 ha to 456 ha. Pollen productivity estimates, critical parameters for REVEALS, are the same as those that are used in the LANDCLIM project (Gaillard et al. 2010). The preliminary results indicate that there are differences in the regional vegetation composition, particularly early successional taxa such as *Betula*, *Alnus*, and *Corylus*, and herbs such as Cyperaceae and Poaceae, at the beginning of the Holocene. However, the differences are not significant between 8500 and 1500 cal yr BP. Over the last 1500 years the differences become more clear. The extent of anthropogenic impact on land cover indicated by *Cerealia* types and other is significantly higher in the south than in the north. During the last millennium the percentage cover of *Pinus* and *Picea*, two of the dominant tree taxa in the second half of the Holocene, becomes lower in the south than in the north. The results suggest that in the regional scale the differences in vegetation composition are insignificant before the era of human impact.

## **8. AUGUSTI 2010. aasta TORM – *DERECHO* EESTIS**

Helve Meitern

### **Sissejuhatus**

Äike oli ja on üks ilmastikunähtustest, mis inimestes kelles rohkem, kelles vähem tekitab ebakindlustunnet ja hirmu. Kõige enam esineb äikest suvisel poolaastal (maist-septembrini), sest äikesepilved vajavad arenguks soojusenergiat. Suvised äikesed Eestis on tavalised, kuid sellised, millega kaasneb suvetorm – pagi, tromb, vesipüks või *derecho* – on õnneks haruldasemad. Enamik suvetorme on lokaalse iseloomuga ja lühiajalised. *Derecho* puhul on tegemist kiire liikumisega laialdast piirkonda hõlmava äikesetormiga. Suviseid torme, eelkõige trombe on Eestis põhjalikumalt uurinud J. Letzmann, H. Tooming ja EMHI-is H. Kotli ja M. Merilain (Tooming, Kotli, Peterson 1995; Tooming, Merilain 2003, 2004; Tarand 1995). Kui varasemaid tuule- ja äikesetorme on jälginud enamasti loodusuurijad ja äikesevaatelejad või on huvitavaid ilmastikunähtusi kirjeldanud juhuslikud pealtnägijad, siis viimastel aastakümnetel on äikesepilvede arengu ja liikumise jälgimist hõlbustanud radarite kasutusele võtmine ning infovahetus naaberriikidega, eelkõige Soome ja Lätiga.

*Derecho* on sama ohtlik ilmastikunähtus kui tornaado ja tekitab ka sarnaseid kahjustusi. Meie laiuskraadil esindab tornaadot enamasti tromb. Erinevalt trombiga, mille puhul on tegemist pööriselise õhu liikumisega, puhub *derecho* korral pilve tagalas otsesuunaline puhanguline tuul. Metsas tekitatud kahjustuste puhul asetsevad trombi poolt murtud puud risti-rästi, *derecho* korral on puud murdunud ühes suunas. Sellise erinevuse põhjal saab tuulemurru alusel tagantjärele määrata, kas tegemist oli trombi või pagituulega.

*Derecho* esineb enamasti külma kliimaga aladel soojal poolaastal. Seega lisaks tavapärastele tormiga kaasnevatele ohtudele (elektrikatkestused, kahjud taristule ja hoonetele), on *derecho* suureks ohuks väliste tegevusalade harrastajatele (matkamine, telkimine, mototurism). Väljas viibijaid ohustavad kukkuvad puud, tugev äike, paduvihm, ägedad tuulepuhangud.

8. augusti tormi ajal sai hädaabinumber 112 üle 10 000 kõne, kusjuures kõnekoormus suurenes tormi liikumiskiiruse ja purustusjõu suurenemisega samas tempos. *Derecho* saavutas oma maksimaalse purustava jõu umbes kell 17 UTC Väike-Maarjas, kui tugevad tuulepuhangud kiirusega 36,5 m/s (võimalik tromb) tõstsid maha Väike-Maarja kirikutorni. *Derecho*'ga kaasnes ka tugev vihmasadu, eriti Kasari jõgikonnas ning suured kahjud taristule. Elektrita jäi 60 000 klienti. Metsades põhjustas tormituul ränki kahjustusi umbes 670 hektaril. Kokku hinnati tormikahjudeks ligi 2 miljonit eurot. Enam said tormis kannatada Lääne-Viru maakond, aga ka Lõuna- ja Kesk-Eesti. Äikesetormist jäid puutumata Hiiumaa ja Saaremaa ning osaliselt ka Lääne-Eesti.

## Viimaste aastate tugevad äikesetormid

Tugevate äikesetormide esinemine on enamasti seotud kuumade suveilmadega. Viimaste aastakümnete ohtlikumad äikesetormid Eestis, millega kaasnesid ka trombid, möllasid 2001. a. 16. juulil Lääne-Virumaal ja 2002. aasta 4. juulil Pärnu-, Lääne- ja Harjumaal (Tammets 2008). Need äikesetormid olid seotud troopilise õhumassi sissetungiga Eestisse. Äikesetormide eel tõusis õhutemperatuur 30°C lähedale. Äikesepilved arenesid 10–12 km kõrguseks. Sarnane sünoptiline olukord valitses ka 2010. aasta 8. augustil. Tugevad äikesetormid olid samuti 2010. aasta 15. augustil ja järgmise aasta 28. juulil. Kõigil neil kordadel kohtusid Eesti kohal parasvöötme ja troopiline õhumass. Neljast äikesetormist kolm kulmineerusid oma purustusega Lääne-Virumaal, peamiselt Väike-Maarjas.

Kuna nii trombi kui ka *derecho* üks oluline tekke algtingimus on kõrge õhutemperatuur, siis on asjakohane märkida, et Eesti meteoroloogilise suve keskmise õhutemperatuuri poolsajandi pingereas kuuluvad kaks esikohta kahele viimasele kalendrisuuele (2010, 2011) 18,1 kraadiga. Järgnevad 2002. aasta – 17,9°; 1972. a – 17,8°; 2006. a. – 17,4° (pikaajaline suve keskmine õhutemperatuur on 15,5°C).

## Äikesepilve tüübid

Äikesepilve arenguks on vajalik soojus, niiskus ja labiilne ehk ebapüsiva stratifikatsiooniga õhumass. Äikesi jaotatakse tekke järgi õhumassisesteks ja frontaalseks. Enamasti on äike seda ägedam, mida erinevam on frondiga eraldatud õhumasside temperatuur ning mida suurem on niiskussisaldus tõusvas õhumassis. Seetõttu tekivad kõige tugevamad äikesed polaarfrondil, mis eraldab kuiva troopilist ja parasvöötme merelist õhumassi. Äikesepilved jaotatakse oma ulatuse järgi tüüpideks. Kõige tavalisem on **lihtäikesepilv**, mis tekib õhumassi sees konvektiivsete õhuvoolude toimel ja võib lisaks pikselöögile põhjustada tugevaid tuuleile ja rahet. Tegemist on suhteliselt ohutu lokaalse äikesega, mis kestab vähem kui tund ja ei tekita enamasti suurt kahju. Teiseks levinuks, kuid eelmisest suurema ulatusega on **liitäikesepilved**, kus on koos mitu erinevas arengustaadiumis konvektiivset äikesepilve. Kõige ohtlikum äike on seotud **mitmikäikesepilvedega** (ing. keeles *supercell*), selle pilvekobarad on tavaliselt isoleeritud teistest äikesetormidest ja see kujutab endast mesoskaala tsüklonit (läbimõõduga kuni mõnikümmend kilomeetrit). Mitmikäikesepilvedes võivad areneda väga erineva kõrguse ja ulatusega üksikpilved, sageli kaasneb nendega rahe, paduvihm, tugev tuul ja ägedad allalaskuvad pööriselised õhuvoolud. Mitmikäikesepilves võib kuni 30% tõenäosusega välja areneda mesotsükloni sisene tornaado.

Mitmikäikesepilvede hulka klassifitseeritakse ka *derecho*, mille arengut seostatakse sageli pagiliiniga, kus toimub äkiline tuule tugevnemine. Seetõttu kutsutakse *derecho*t ka sirgäikesetormiks. **Pagiliin** on kitsas ägedate konvektiivsete (äikesepilvede rida, mis ei ole seotud frondiga. Pagi võib areneda pilves oleva külma õhu allapoole liikumise tõttu. Pagi on laskuv õhuvool, mille tõttu õhutemperatuur maapinnalähedases õhukihis kiiresti langeb. Pagiliinil on palju üksikpilvi, seetõttu on ühel neist vähe võimalust areneda tornaadoks seal võib areneda *derecho*.

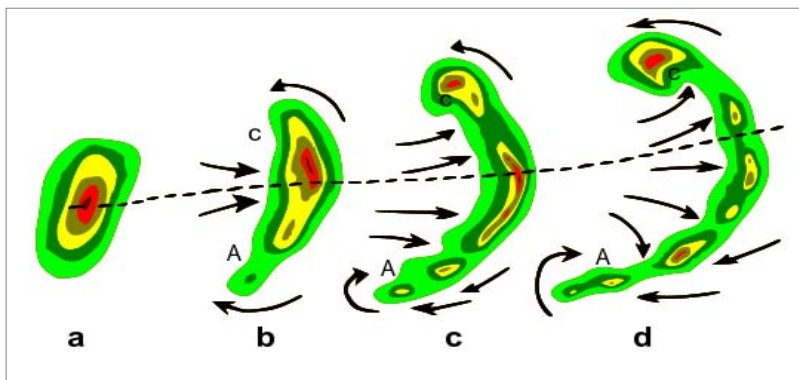
## Derecho üldine iseloomustus

Sõna "derecho" võttis 19. sajandi lõpus kasutusele Iowa Ülikooli füüsika-professor dr Gustav Hinrichs. Tuginedes analoogiale sõnaga tornaado, mis tuleneb hispaaniakeelsest sõnast "tornar" ja tähendab pöörlema, tähendab sõna „derecho“ otse. Nii defineeritakse *derecho*’t kui otse sirgeltliikuvat tormi. *Derecho* definitsioon avaldati esmakordselt Ameerika Meteoroloogia ajakirjas (*American Meteorological Journal*) 1888. aastal.

Vastavalt Rahvusvahelise Ilmateenistuse (*National Weather Service*) kriteeriumitele klassifitseeritakse *derecho*-t kui tormide vööndit, kus tuule kiirus kogu frondi ulatuses on vähemalt 25,8 m/s (50 sõlme) ja tormi kestvus vähemalt 6 tundi. *Derecho* on üks ohtlikumaid äikesetormi liikidest.

*Derecho* on suurt maa-ala hõlmav kiiresti liikuv (~100 km/h) konvektiivsete pilvede süsteem, kus pagiliinil kujunevad kiiresti allapoole liikuvad õhuvoolud. Pilvede tagaosas sööstab külm õhk maapinnale, mis põhjustab tugevaid tuulepuhanguid. *Derecho*-d kujunevad soojal aastaajal põhjapoolkera parasvöötmes ja on nagu enamik ägedaid äikeseid seotud sooja õhumassi kohalolekuga. Soodsad tingimused *derecho* kujunemiseks on kuiva troopilise õhumassi kokkupõrge jahedama parasvöötme õhumassiga, kusjuures jahedama õhu niiskussisaldus peab olema piisavalt kõrge.

*Derecho* puhul on tegemist tuuletormiga, mida iseloomustavad nii mesoskaala konvektiivne süsteem (MCS) kui ka pagiliin. Samuti on *Derecho* kujunemine sageli seotud statsionaarse frondiga, mis tähendab, et front osutub paralleelseks isobaaridega või on nende suhtes väikese nurga all. Selline front liigub väga aeglaselt, jääb paigale või liigub hoopiski tagurpidi. See seletab nii *derecho* suhteliselt pikka eluiga kui ka sirgjoonelist liikumist, mida Maa kumerus oluliselt ei mõjuta. Mõnikord tekivad *derecho*-d ka isoleeritud mesotsüklonites. Kõige paremini saab *derecho*-t eristada teistest äikesetormide tüüpidest kui analüüsida radaripilti (joonis 1).



**Joonis 1.** Äikesekolde kujunemine nähtuna radaril.

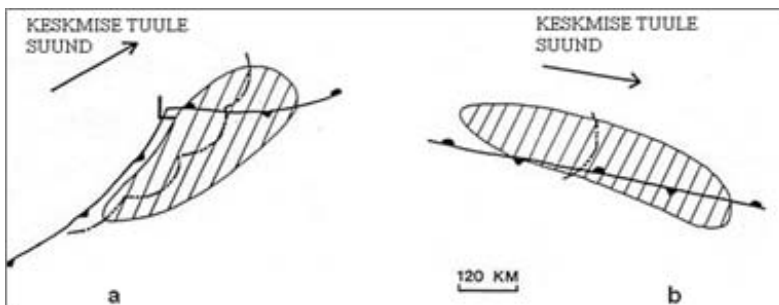
Pooleteise kilomeetri kõrguse ja tropopausi vahelises õhukihis on radaripildil nähtav pagiliin, mis on risti tuule keskmise suunaga (Johns, Hirt 1987), mis liigub keskmisest tuulest kiiremini. Tugevama saju piirkond jääb pagiliini põhjapoolsesse ossa. Samuti on Doppleri radaril näha pagiliini kaarpegeldus ('bow echo'), mille ettepoole suunatud kumerus näitab äikese edasiliikumise suunda vastavalt juhtvoolule ja mille tagalas leiavad aset ohtlikud ilmastikunähtused (tugevad tuuleiilid, tromb). Kõige tugevamad tuulepuhangud on tornaadodes, mis tekivad kaarpegelduse keskme tagalas. Radaripildil on *derecho* nähtav vibukujulise äikesepilvede võõndina, kus võivad areneda trombid. Lisaks tugevatele äikestele, tuulepuhangutele ja trombidele kaasnevad *derecho*'ga sageli ka tugev vihm ja rahe.

Joonis 1 näitab tüüpilise äikesekolde (a) kujunemist kaarekujuliseks (b, c) ja komakujuliseks (d). Pilvede telge ühendav katkendjoon märgib ära äikesepilve tagalas esinevate võimalike järskude tormiilide (pagituulte) esinemise piirkonna. Trombi tekkimise tõenäosus on suurem kaare või koma tsüklonaalse pöörise piirkonnas (c), kuid tromb võib tekkida ka antitsüklonaalse pöörise piirkonnas (a). Eristatakse kolme tüüpi *derecho*'t:

**Järjestikune *derecho*** – tegemist on mitme vibukujulise konvektiivsete pilvede süsteemiga, mis on seotud umbes 400 km pikkuse pagiliiniga. Need *derecho* 'd on tavaliselt seotud sügavate tsüklonitega.

**Progresseeruv *derecho*** – konvektiivsete äikesepilvede liin võtab vibukujulise kuju ja liigub sadu kilomeetreid piki statsionaarset fronti. 8. augustil 2010 oli tegemist just seda tüüpi *derecho*-ga.

**Hübriidne *derecho*** – neis kombineeruvad järjestikuse ja progresseeruva *derecho* omadused. Tavaliselt on need seotud sügava tsükloniga, kuid ulatus on väike nagu progresseeruv *derecho* 'l (joonis 2).



Joonis 2. Järjestikune *derecho* (a) ja progresseeruv *derecho* (b).

## Meteoroloogilised tingimused *derecho* korral

Enne *derecho* kohale jõudmist puhub maapinna lähedal enamasti nõrk lõunakaare tuul ning õhuniiskus nii 2 meetri kõrgusel kui ka 850 hPa pinnal on kõrge. 850 ja 700 hPa pinnal toimub sooja advektsioon. 700 hPa pinnal peab uute pilvede tekkeks olema kastepunkti temperatuur vähemalt 14°C. 500 hPa pinnal on välja arenenud lame harja seisund ja kastepunkti temperatuur on vähemalt 22°C (Mainville 1999). Äikesepilvede arenguks on vajalik labiilse õhumassi olemasolu ehk teisisõnu peab õhumassi kättesaadav potentsiaalne energia (CAPE) olema suur, mis tõstaks õhumassi vertikaalselt piisavale kõrgusele. Arvuliselt väljendatuna enam kui 1000 J/kg. Samuti peab olema suur temperatuuri erinevus tõusva õhumassi ja ümbritseva õhu vahel. See tähendab et tõstejõu indeks (LI) väärtus peab olema negatiivne.

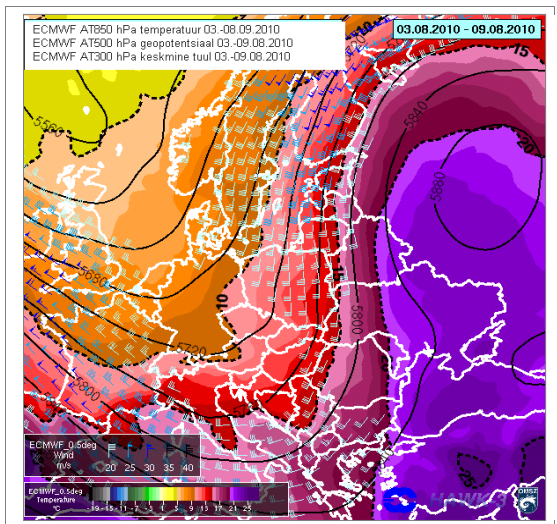
Samal ajal peaks eeldatavalt *derecho* asukohast ~400 km põhja pool liikuvale jugavoolul olema vähesel määral antitsüklonaalne kumerus ja sellest madalamal, 500 hPa tasemel, liigub õhk vähemalt kiirusega 20 m/s (Mainville 1999).

Ajal, mil *derecho* kujunemine toimub ja äikesepilv saavutab oma täisküpsuse, konvektsioonipinna alumine piir langeb allapoole. Alumises 2 km õhukihis on kindla suunakomponendiga tugev tuulenihe, mis kõrguse kasvades (2–4 km kõrgusel) nõrgeneb ja kaotab oma suunakomponendi. Tänu aurumisest põhjustatud õhu jahtumisele toimub keskmisel kõrgusel kuiva õhu sissetung tormipilve. Väike tuulenihe sellel kõrgusel vähendab sissetungiva jaheda ja ümbritseva õhu segunemist ja tänu hüdrosstaatiliselle tasakaalule liigub külmem õhk kiiresti allapoole. Jõudes maapinnale, põhjustab see tugevaid tuulepuhanguid. Selline tuulemuster on hädavajalik *derecho* arenguks. See seletab osaliselt, miks *derecho* liikumise kiirus ületab juhtvoolu kiirust.

## Sünoptiline olukord Euroopas enne *derecho* jõudmist Eestisse

5. augustiks oli kõrgemal atmosfääris (300 hPa pinnal) välja arenenud keskmiselt 20–30 m/s liikuv aktiivne lõuna-põhjasuunaline õhuvool, mis kulges Balkani põhjaosast üle Ukraina lääneosa, Baltimaade ja Soome Valgele merele. Keskmistel kõrgustel 500 hPa pinnal asus Kesk-Venemaa kohal järjest tugevnev kõrgrõhkkond (ülakõrge). Islandilt aga ulatus madalrõhulohk üle Taani Kesk-Euroopasse (joonis 3). Sarnane oli

baariline väli ka maapinna kaardil ning 7. augustiks joonistusi seal välja väga ebapüsiva õhumassiga piirkonnad, mis löid soodsad tingimused konvektiivsete õhuvoolude ehk teisisõnu kõrgete äikesepilvede arenguks. Kesk-Venemaa kohal olev ülakõrge soodustas maapinna lähedal asuva kõrgrõhkkonna püsimise ja blokeeris Läänemerele kujuneva madalrõhkkonna liikumise itta. Pikemat aega toimus Araabia kõrbetest „kuuma“ õhu sissetung üle Ukraina Venemaa põhjaaladele.



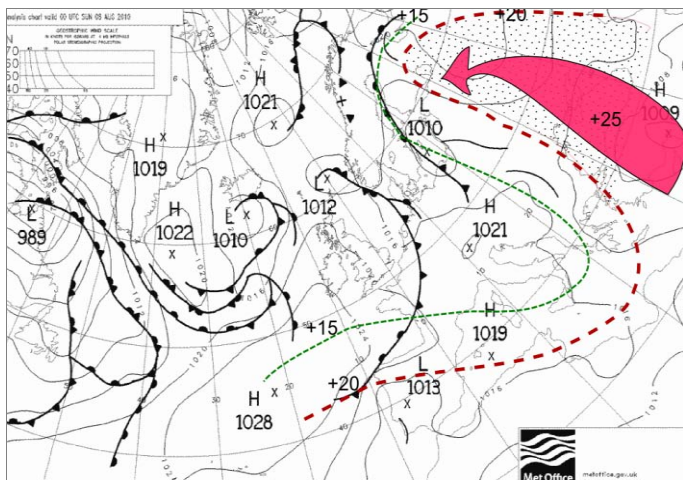
**Joonis 3.** 3.–9. augusti keskmistatud baariline ja termiline väli: 500 hPa geopotentsiaalne kõrgus (mustad isojooned); 850 hPa temperatuur (värvuskaala); 300 hPa tuul (tuulelipud). Kasutatud Convection Weak koostatud materjale (Kollath, Marcinonienė, Pelkwijk 2011).

Alates 6. augustist nihkus troopilise õhumassi läänepiir aktiivselt Lääne-mere suunas. 7. augustil kulges +20 kraadi isotherm pooleteise kilomeetri kõrgusel (850 hPa) Balkanilt üle Ukraina, Poola idapiiri ja Baltikumi lõunapoolmiku piki Ida-Eestit Peterburini. Eesti jäi kahe õhumassi piirilale ning ida poolt jätkus meile troopilise õhu sissetung. 8. augustiks oli kuum õhumass enda rüppe haaranud terve Eesti ja lõunapoolse osa Soomest (joonis 4).

Samal ajal püsis kõrgemates õhukihtides tugev lõunavool. Euroopa ohtlike ilmastikunähtuste andmebaasi kaart illustreerib ohtlike ilmastikunähtuste (tugevate tuulepuhangute vöönd, tromb, tugev vihm, rahe)

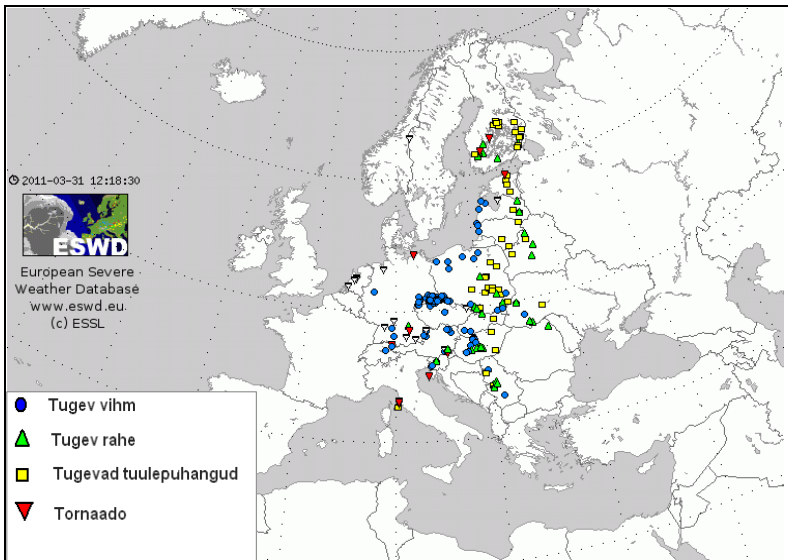


levikut piki juhtvoolu lõunast põhja (joonis 5.). Kui võrrelda ohtlike ilmastikunähtuste kaarti ja Euroopa 3.-9. augusti keskmistatud baarilist kaarti (joonis 3, 5.), siis on näha kuidas tugevate pagide, trombide, vihma ja rahe liikumise teekond jälgis idapoolse kuumade õhumasside anti-tsüklonaalse pöörise ja läänepoolse jahedama tsüklonaalse õhumassi piiri.



**Joonis 4.** Euroopa maapinna kaart 08.08.2010 00 UTC ja sooja adveksioon (+25) 850 hPa pinnal.

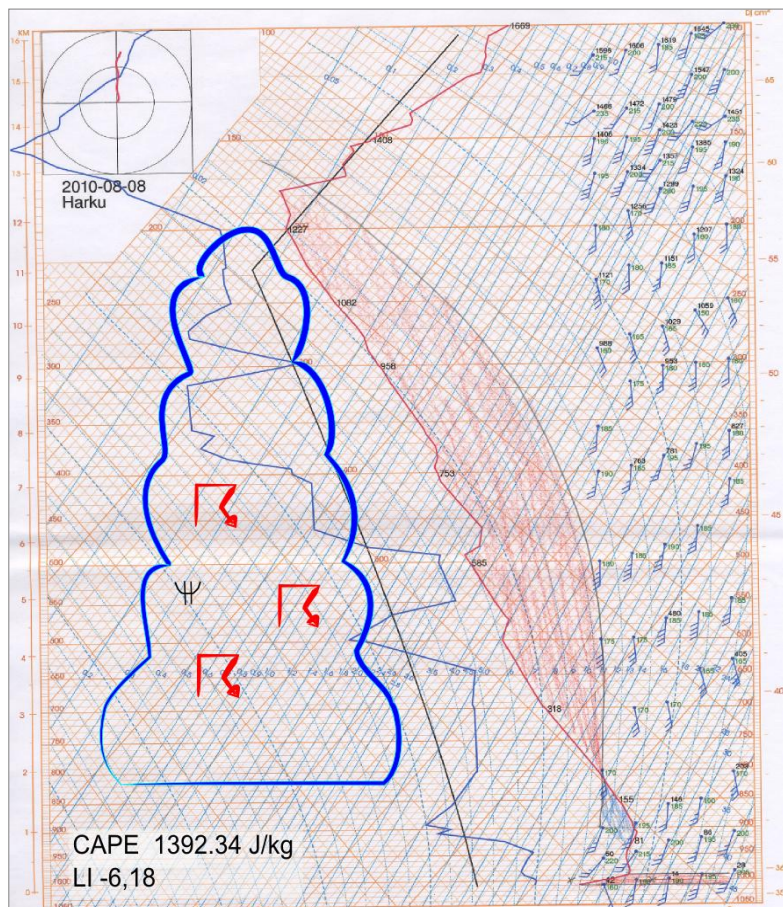
Euroopa ohtlike ilmastikunähtuste andmebaasis registreeriti 5. ja 6. augustil tromb, tugev vihm ja rahe Horvaatias, 6. augustil olid Ungaris ja Poolas tugevad tuulepuhangud, rahe ja vihm, mis põhjustas kohati suuri üleujutusi. 7. augustiks jõudis äikesetormide raskuspunkt Leetu, kus registreeriti tuuleilid kiirusega kuni 31 m/s ja hukkus neli inimest. 8. augustil arenes Lätis pagiliin, kus omakorda formeerus *derecho*, mis liikus keskmiselt kiirusega 60 km/h üle Eesti-Läti piiri meie põhjarrannikule. Maksimaalse liikumise kiiruse, kuni 90 km/h, saavutas *derecho* läbides vahemaa Eesti-Läti piirilt kuni Väike-Maarjani (joonis 6).



**Joonis 5.** Euroopa ohtlike ilmastikunähtuste andmebaasi (European Severe Weather Database) raport 03.-09.08.2010. Kasutatud Convection Week koostatud materjale (Kollath, Marcinonienė, Pelkwijk 2011).

## Sünoptiline olukord Eestis 7.–8. augustil

Pärast lühiajalist kuumuse leevendumist augusti algul, jõudis Lõuna-Venemaalt Ida-Eestisse uus kuum õhumass, mis 7. ja 8. augustil hõlmas kogu Eesti. Eesti mandriosa kohal 850 hPa pinnal oli õhumass temperatuuriga 20–22°C, samal ajal Läänemere kohal oli ligi kuue kraadi võrra madalam parasvöötme õhumass (joonis 4). Kahe meetri kõrgusel tõusis enamuses Eesti paikades temperatuur 30...34°C. Maksimaalne õhutemperatuur mõõdeti 7. juulil Narva-Jõesuu kliimajaamas +35,4°C. Ööpäeva keskmine õhutemperatuur jäi 20...26°C piiresse. 8. augustil oli Mandri-Eestis päevakeskmine temperatuur veel paari kraadi võrra kõrgem.



**Joonis 6.** Tallinn-Harku ilmajaama 8.08.2010 00 UTC raadiosondeering.

8. augusti öösel ja hommikul oli Euroopa kohal mitme keskmega madalrõhuala, mille üks osatsüklonitest asus Läänemere kohal (rõhk keskmis oli 1010 hPa) ja selle lohk ulatus Kesk-Soomeni. Kirde- ja edelasuunal piirasid madalrõhuala kõrgrõhkkonnad. Piki madalrõhuala kulges frontaaljoon, mis eraldas idapoolset kuiva troopilist ja läänepoolset jahedamat ning niiskemat õhumassi (joonis 4).

Päeva jooksul laienes madalrõhuala idaserv Läänemerelt üle Baltimaade, samal ajal tekkis selles erinevaid õhumasse eraldaval frontaaljoonel uusi väikesed laineid (pööriseid). Tormisüsteem, tõenäoliselt mesoskaala konvektiivne süsteem nihkus üheaegselt nii põhja kui ida suunas. Samal

ajal kõrgemates õhukihtides ulatus Islandilt üle Põhjamere Kesk-Euroopasse ülalohk, Eesti kohal oli aga kõrgrõhuala lääneserv, mis taandus aeglaselt lääne poolt tuleva madalrõhuala ees itta.

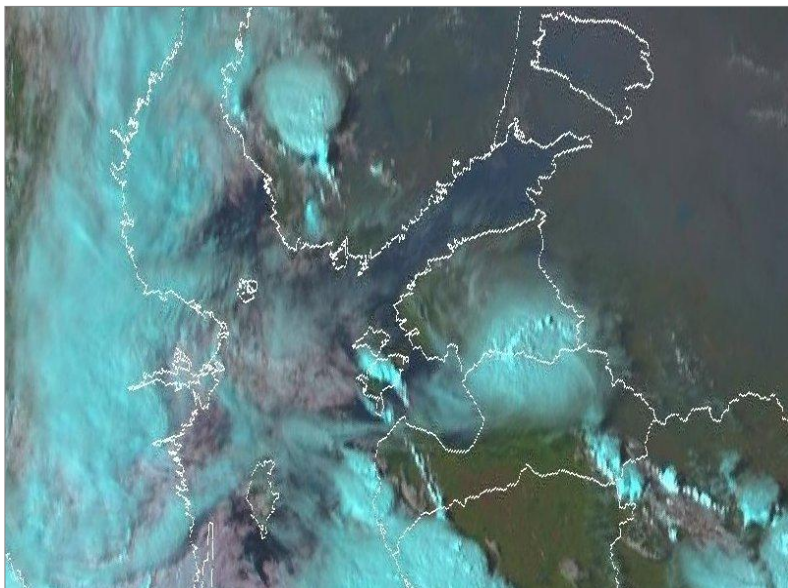
Tallinn-Harku kliimajaamas 8. augusti kesköisel (00 UTC) sondeeringul on näha suure niiskussisaldusega labiilse õhumassi olemasolu troposfääri allosas (joonis 6). See lubab prognoosida kuni 12 km kõrguste äikespilvede arengut. Tallinna kohal oleva õhumassi temperatuur 850hPa kõrgusel oli +20 °C, arvutatud CAPE indeks oli 1392 J/kg ja LI indeks -6,18. Mõlemad indeksid näitavad atmosfääri suurt ebastabiilsust ning lubavad prognoosida väga suure tõenäosusega äikespilvede ja isegi trombi teket.

## 8. augusti äikesetormi areng ja kulg

Kogu päeva oli ilm Eestis kuum ja rahulik. Sünoptiline olukord Läänemeremaade maapinna kaardil 15 UTC, so vahetult enne äikesetormi Eestisse jõudmist näitas Eesti kohal väheaktiivse madalrõhuala kohalolekut, mille kese asus Gotlandi lähistel. Teine väiksem madalrõhuala kese oli tekkinud Lõuna-Soomes. Samal kaardil on näha mitmeid äikesekoldeid Leedus ja Lätis. Neid erineva temperatuuri ja niiskussisaldusega õhumasse eraldasid põhja-lõunasuunaliselt üksteisest kaks frontaaljoont. Üks neist kulges üle Kesk-Eesti, teine üle Läänemere, ulatudes Leedu lääneosast üle Gotlandi Rootsi rannikule. Kuid hilisel pärastlõunal, kella kuue ajal (kohalik aeg), oli Eesti-Läti piiril näha tumedaid hirmuäratavaid äikesepilvi ja need liikusid kiiresti põhja suunas. Satelliidipildil on näha Lõuna-Eesti kohal pööriselist pilvemassiivi.

Kliimajaamade andmeil puhus Eestis soojas sektoris maapinna lähedal nõrk lõunakaare tuul. Maapinnalähedane õhutemperatuur langes 11 kraadi, liikudes üle Eesti idast lääne suunas. Kui saarte läänerannikul näitas termomeeter 22 °C, siis Ida- ja Kirde-Eestis oli sooja 33 kraadi.

Taevas oli osaliselt kaetud kõrgete kiht-(Ci) ja keskmise kihi pilvedega (Ac), kuid Võrus registreeris vaatleja juba rünksajupilvi (Cb). Õhurõhk näitas kõikjal nõrka languse tendentsi. Suhtelise õhuniiskuse protsent tõusis temperatuurile vastupidises suunas – Eesti idapiirilt saarte suunas 40% kuni 90%-ni. Sama kellaja radaripilt näitas Läti kohal ägedate konvektiivsete pilvede vööndit, mis lähenes kiiresti Eesti piirile (joonis 7).

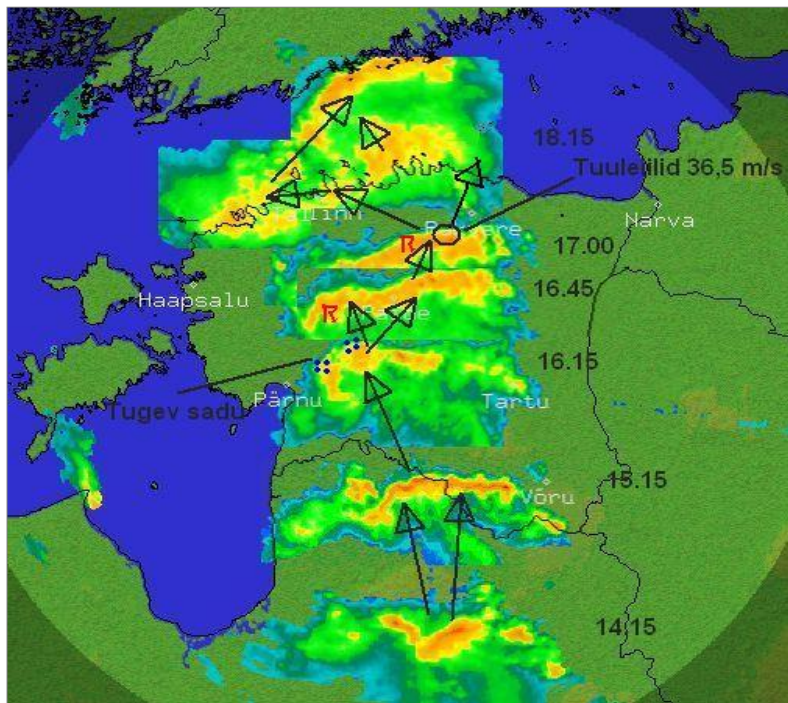


**Joonis 7.** Satelliidifoto 8. augustil 2010 kell 15 UTC Eesti kohale jõudvast pilvesüsteemist. (Allikas: Meteosat 8 EUMETSAT/EMHI).

Koos äikesepilvede saabumisega kell 16 UTC tõusid Kagu-Eestis äikesepilvealused tuulepuhangud 18 kuni 26 m/s ja sadas vihma (Tartus mõõdeti saju intensiivsuseks 5,4 mm/h). Õhutemperatuur langes ühe tunni jooksul 29...32 °C enam kui 10 pügalat, so 18..21 °C. Kõige järsem oli temperatuuri langus Tartus, kus ühe tunni jooksul õhk jahenes 12,4 kraadi (joonis 8).

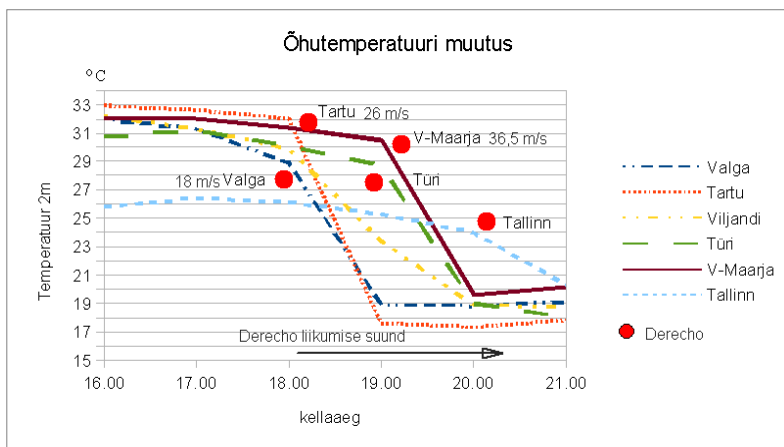
Konvektiivse pilveklastri radarpiltide detailne analüüs näitas klastri maksimaalseks peegelduseks 60 dBZ, üksikute pilvede kõrgus küündis 15,2 km. Kell 15.30 UTC pilveklastri läbilõikel olid eristatavad 7–11 pilveklastrit (Galuškina 2011). Edasi konvektsiooniprotsessid nõrgenesid ja pilvesüsteemi moodustas vaid 2–3 äikesepilvekobarat. Uus aktiivsem konvektsioonpilvede areng algas taas poole kaheksa paiku õhtul. Kell 16.45 UTC oli radaripildil näha uute pilveklastrite kujunemine. See kestis kuni kell 18 UTC-ni. Pärast seda konvektsiooniprotsessid tasapisi vaibusid.





**Joonis 8.** *Derecho* liikumisteede nähtuna radaripildil 08.08.2010. a.

Äikesepilvede peegeldus radaripildil näitas pilve edasiliikumise suunda ja osutas piirkonnale, kus suure tõenäosusega toimub õhu kiire allapoole laskumine, mis avaldub tugevate tuulepuhangutena. *Derecho* jätkaski liikumist põhja poole ning kell 17 UTC registreeriti kõige tugevamad tuulepuhangud Kesk- ja Ida-Eestis (joonis 8). Ida-lääne suunaline pikk ja kitsas äikesepilvede võond ulatus Raplamaalt Lääne-Virumaale.

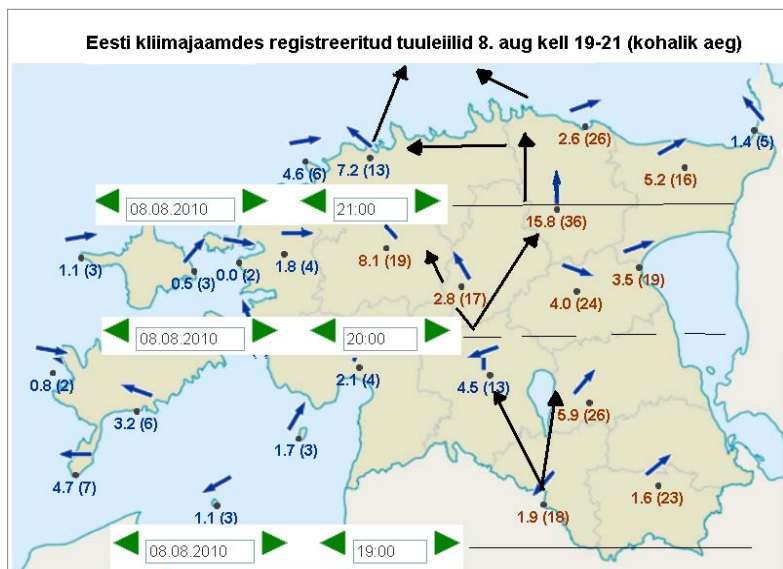


**Joonis 9.** Õhutemperatuuri muutus koos *derecho* üleminekuga Eestist.

Oma suurima purustava jõu saavutas *derecho* Väike-Maarjas. Sealses kliimajaamas õnnestus registreerida tuulepuhang kiirusega 36,5 m/s. Tõenäoliselt oli tegemist ka pilvealuse trombiga. Koos äikesetormi üleminekuga õhurõhk väga järsult tõusis, samas langes õhutemperatuur. Sadas äikesevihma, kõige tugevam oli sadu Kasari jõgikonnas 10–16 mm/h. Väike-Maarja elanike sõnade järgi: “Kõik juhtus mõne minutiga. Sellist tormi pole siinkandis enne nähtud. Lihtsalt sekundi-paariga viis majadelt katused. Me ei uskunud oma silmi, kui siin katused lendasid ja puud langesid. Et nagu luulut näeks.” (Delfi uudised).

Kell 18 UTC oli äikesetormi raskuspunkt koondunud põhjarannikule. Suur osa pilveklastritest koondus Tallinna ümbrusesse, teine osa suundus otse Soome lahele. Tallinnas Mähel oli näha, kuidas tumedad äikese-pilved nii ida, kagu kui ka lõuna poolt lähenesid pealinnale. Kuna aga pilvesisene energia vähehaaval vähenes ja konektsiivoonvoolud nõrgenesid, siis Tallinnas suuri tormikahjustusi ei esinenud. Kuid tormi jõudmisel Tallinna piirkonda läks rivist välja Harku radaristüsteem ja nii puuduvad radaripildid kell 17.15 kuni 18.00 UTC.

Põhjarannikul registreeriti kõige tugevamad edelatuule puhangud Kunda kliimajaamas – 26 m/s. Õhutemperatuur oli suuremas osas Eestis langenud 18...23 kraadini, vaid Kirde-Eestis oli veel 29 kraadi sooja. Edasi jätkas *derecho* teekonda üle Soome lahe Helsingi suunas. Kliimajaamades registreeritud pagit illustreerivad joonised 8. ja 10.



**Joonis 10.** Pagi (*derecho*) liikumine kliimajaamade vaatlusandmeil: tuule kiiruse ja õhurõhu muutus Valga-Tallinna ja Valga-Väike-Maarja joonel.

Lisaks vaatlustele maapinnal ja radariandmetele, registreerisid pikse-lööke ka äikesedetektorid. Eestis asub äikesedetektor Tõraveres ja kuulub põhjamaade äikesedetektorite võrgustikku NORDLIS ning määrab välgulöögi asukoha ühe km täpsusega. Äikesedetektori andmetel oli äike Lätis Daugavpilsis kell 12.40 UTC ning esimesed äikesepilved ületasid Eesti piiri 14.40 UTC Hargla-Saru vahelisel alal. Võrreldes radaripildil pilveklastri ristlõike põhjal määratud ulatusega oli äikesedetektori poolt registreeritud äikesepilvede vöönd laiem ja ei piirdunud üksnes pagi-liiniga, (tabel 1).



**Tabel 1.** *Derecho* liikumine äikesedetektori ja radariandmete järgi.

| Kellaaeg (UTC) | Registreeritud välgulöögid                                          |
|----------------|---------------------------------------------------------------------|
| 12.40          | Daugavpils, Läti                                                    |
| 13.15          | Lõuna-Läti                                                          |
| 14.00          | Kesk-Läti                                                           |
| 15.30          | Võrtsjärve lõunaotsast ida-lääne suunas;<br>Karksi-Nuiast Virumaani |
| 16.15          | kogu Eesti (Pärnust-Tartuni)                                        |
| 16.45          | Väike-Maarja                                                        |
| 17.00-18.00    | Põhjarannikul Tallinnast Kundani                                    |
| 18.15          | Helsingi lähistel                                                   |
| 18.35          | Eemaldunud Soome lahele                                             |

## Kokkuvõte

Pärast pikka kuuma perioodi arenes 8. augustil 2010. aastal Eesti kohal mitmeklastriline pilvesüsteem, mis liikus piki juhtvoolu lõunast põhja suunas. Tegemist oli statsionaarsel frondil tekkinud pagiliiniga, kus arenes välja äikese- ja tuuletorm – *derecho*. *Derecho* tekke üheks eelduseks oli kuiva troopilise õhumassi kokkupõrge niiskema parasvöötme õhumassiga. Soodsad tingimused *derecho* tekkeks kujunesid juba augusti algul Lõuna-Euroopas, kui Venemaa kõrgrõhuala blokeeris läänepoolt liikuvate madalrõhkkondade tee itta. Piki erinevate õhumasside ääreala kujunes välja aktiivne lõunavool, mis soodustas troopilise õhu liikumist atmosfääri kõrgemas osas kaugele parasvöötme põhjaaladele. Sürgavere radari ulatusse jõudsid esimesed peegeldused kõrgetest äikesepilvedest kell 14.15 UTC Daugavpils lähedal. Ägedal äikesetormil võttis aega sealt Eesti Läti piirile jõudmiseks kaks tundi ja edasi kuni Soome laheni jõudmiseks veel kolm ja pool tundi. Nii liikus *derecho* keskmiselt kiirusega 75 km/h.

8. augusti tuule- ja äikestorm klassifitseerus oma arengu järgi progresseeruvaks *derecho*'ks. Suure tõenäosusega tekkis Väike-Maarjas äiksepilve tagalas ka tugev pööriline õhuliikumine – tromb. Fujita-Pearsoni tornaadode skaalas tuule kiiruse alusel oli tegemist F1 klassi kuuluva tornaadoga; purustuste järgi F2 või F3 klassi trombiga. Rahvusvahelise TORRO keeristormi skaalas oli tegemist T1-T2 keeristormiga.

## Tänuõnad

Artikli valmimisele on kaasa aidanud Leedu sünoptik Izolda Marcinonienė, kellega koostöös valmis *derecho* liikumistee kindlaksmääramine üle Balti riikide ja kes hiljem lubas kasutada teiste Euroopa riikidega koostöös „Konvektiivse nädala“ raames valminud ettekande materjale. Samuti suur tänu EMHI töötajale Jelena Maltsevale, kes abistas radaripiltidega.

See töö on tehtud Eesti Teadusfondi grandi nr ETF9140 toetusel.

## Kirjandus

**Ahrens, C. D.** 1999. Meteorology Today: An introduction to weather, climate, and the environment. 6th Ed. Canada [etc.]: Brooks/Cole Pub Co, 528.

**Duke, J.W., Rogash, J.A.** 1992. Multiscale Review of the Development and Early Evolution of the 9 April 1991. – Weather and Forecasting, 7, 623–635.

**Galuškina, V.** Konvektsioonipilvede ja nendega seonduvate atmosfäärinähtuste raadiolokatsioon. Magistritöö. Tallinn, 2011. Käsikiri EMHI-s, 89 lk.

**Johns R.H., W.D.Hirt,** 1987. Derechos: widespread convectively induced windstorm. – Weather and Forecasting, 2, 32–49.

**Kallis, A.** 2005. Taifuunid, tornaadod, trombid. Universum valguses ja vihmas. OÜ Reves Grupp, Tallinn, 234–242.

**Kollath, K., Marcinonienė, I., Pelkwijk, H.** 2011. A Large scale Convective Event over Europe in the period 5–9 August 2010. EUMETCAL Convective Weak in website [http://www.eumetrain.org/resources/high\\_impact\\_weather\\_2011.html](http://www.eumetrain.org/resources/high_impact_weather_2011.html).

**Mainville, S.** The Derecho of 4–5 July 1999 in Southern Quebec. – Technical Note, Quebec Region, 99, 4.

**Santurette, P., Georgiev, G.Cr.** 2005. Weather Analysis and Forecasting, 179.

**Tammets, T.** 2008. Eesti ilma riskid. Tallinna Raamatutrükikoda, Tallinn, 152 lk.

**Tooming, H., Merilain, M.,** 2004. A tornado map of Estonia. – The Journal of Meteorology, 29, 286, 51–58.

**Tooming, H., Merilain, M.,** 2003. Dramatic days in Estonia. – Weather, 58, 3, 119125.

**Vasquez, T.** 2002. Weather Forecasting Handbook. 198.

**Kollath, K., Marcinonienė, I., Pelkwijk, H.** 2011. A Large scale Convective Event over Europe in the period 5–9 August 2010. EUMETCAL Convective Weak in website [http://www.eumetrain.org/resources/high\\_impact\\_weather\\_2011.html](http://www.eumetrain.org/resources/high_impact_weather_2011.html).

## **THE *DERECHO* OF 8 AUGUST 2010 IN ESTONIA**

Helve Meitern

### *Summary*

A derecho is defined as any rapidly moving extratropical convective system that produces downbursts causing significant damage. It lasts several hours covering a very long distance, possibly over 1000 km. Derechos may have some of the features of a mesoscale convective system as well as some of the features of a squall line. Derecho is a warm weather phenomenon what needs for developing the collision of dry tropical and moist temperate airmasses.

In the afternoon of August 8, 2010, violent straight-line wind- and thunderstorm was moving with a speed of 100 km/h across Estonia. The synoptic situation for derecho forming was favourable. A stationary high both at AT<sub>500</sub> hPa and at surface level was formed in Russia by 5<sup>th</sup> August. At the same time the trough reached from Island over Denmark to Central Europe. Estonia remained between the two.

On 8<sup>th</sup> August Estonia was boarded from the east by a stationary high and by tropical airmass which had a temperature about +20...+22 °C. From the west Estonia was edged by an airmass laying over the Baltic Sea which had a temperature about 6 degrees lower. The tephigram for Tallinn-Harku on the previous night (0000 UTC on 8 August, Fig. 6) pointed out the possibility of vigorous thundercloud development.

On 8<sup>th</sup> August the daily maximum air temperature reached at about +27...+32°C and daily mean temperature settled at about +20...+26°C.

The first thunderstorm cloud system at Estonian radar was seen at 14.15 UTC near Daugavpils in Latvia. An hour later the supercell crossed the Estonian–Latvian border. Three and half hours later the derecho got to the coast of Gulf of Finland. Derecho moved along a south-north orientation quasistationary frontal zone causing dangerous squalls. The Estonian weather stations on the way of the derecho recorded thundersqualls of about 23,4...36,5 m/s and downpour gave 16 mm of rain. The fastest squalls 36,5 m/s were recorded in Väike-Maarja. The radar CAPPIS (Figure 8) shows the situation at 17 UTC when the quell line had a number of “bow echoes” pointing in the direction of the mean wind aloft indicating downbursts and possible tornado formations in

Väike-Maarja. The heavy squalls or tornado destroyed the roof of the church of Väike-Maarja.

During the storms about 60 000 clients stayed without electricity, 670 ha of forest was damaged. The all storm damages together were estimated to reach 2 Million Euros.

# **ATMOSFÄÄRI TSIRKULATSIOONI MÕJU RÄNDLINDUDE KEVADISELE SAABUMISELE EESTIS**

Vello Palm, Mait Sepp, Aivar Leito

## **Sissejuhatus**

Eluslooduse iga-aastane arengutsüklitel, sesoonsed ilmingud ja muutused selles sõltuvad tugevasti ilmastikust ja kliimast. Otseselt väljendub see mitmesuguste fenoloogiliste faaside saabumisaajas. On hästi teada, et varajaste soojade korral kevadel algab näiteks taimede vegetatsioon või kalade kudumine reeglina varem, samas kui kestvad külmad võivad neid nihutada hilisemaks. Kaudne sõltuvus avaldub aga läbi teiste tegurite, mis rohkem või vähem kujundavad organismide elukeskkonda ning seetõttu ka nende elutegevust. Nii määrab ilmastik kindlaks toitumistingimused, mis omakorda peegelduvad taimede ja loomade energiavarudes ning siit edasi sigimises, talvitumises, rändes, resulteerudes lõpuks populatsiooni suuruses ja eluvõimelisuses. Pikema perioodi (aastakümned) jooksul nihkuvad liikide levikupiirid, organismid peavad kohanema muutuvate biotiliste ja abiotiliste oludega.

Ilmastiku ja kliima mõju lindude elutegevusele on suhteliselt hästi uuritud (Lehikoinen jt 2004; Gordo jt 2005; Palm jt 2009; Møller jt 2010). Enamasti kasutatakse siin lihtsamaid parameetreid nagu näiteks temperatuur, sademed, tuule suund ja kiirus. Soodne ilmastik reeglina soodustab rännet, samas kui halb ilm võib sundida linde maanduma ning jääma peatuma, kuni olud edasilennuks paranevad. Nii määravad valitsevad meteoroloogilised tingimused ära ka pesapaikadesse saabumise aja. Lihtsate näitajate kõrval rakendatakse samuti mitmesuguseid kompleksseid parameetreid. Üheks kõige tavalisemaks on siin Põhja-Atlandi ostsillatsiooni (NAO) indeks. See peegeldab Põhja-Atlandil

esineva põhja-lõuna suunalise õhurõhu gradiendi kõikumisi, mis põhjustavad muutusi Eestisse ulatuva läänevoolu intensiivsuses, valdavate tuulte suunas ja tugevuses. Tugeva läänevoolu korral valitsevad talvel suhteliselt soojad, sajused ja tormised ilmad, mille korral püsivat lumikatet ei pruugi tekkida. Nendes tingimustes saabuvad varem ka soojemad kevadilmad, mis aitavad kaasa kevadiste fenoloogiliste faaside ilmnemisele, sh lindude varasemale pesapaika jõudmisele ja pesitsuse algusele. Läänevool on samuti oluliseks faktoriks rändeteel ja seda eriti varajaste saabujate puhul, kes tulevad Eestisse valdavalt edelakaarest. Rändlindude Eestisse saabumise seoseid õhutemperatuuri ja NAO indeksiga on põhjalikult käsitletud artiklis Palm jt (2009), eesti keeles aga Palm (2009).

Kuna NAO indeks kirjeldab vaid suuremõõtmelisi protsesse, ei anna see alati häid tulemusi regionaalsel või kohalikul tasandil. Ka NAO seosed rändlindude Eestisse saabumisega on enamike liikide puhul suhteliselt nõrgad (Palm jt 2009). Selle asemel võib rakendada enamasti sünoptilises klimatoloogias kasutatavat meetodit, mille järgi klassifitseeritakse atmosfääri tsirkulatsioon suhteliselt väikeseks hulgaks tüüpideks (Yarnal 1993; Huth jt 2008). Need esindavad meie igapäevast ilma kujundavate kõrg- või madalrõhusüsteemide iseloomulikumaid asukohti. Tüübid määratakse tavaliselt arvutuslikult õhurõhuvälja andmete põhjal. Mõnede meetodite puhul toimub klassifitseerimine subjektiivselt ilmakaartide alusel. Iga tüüp võimaldab teha järeldusi ilmastiku üldise seisundi kohta uuritavas piirkonnas.

Tsirkulatsioonitüüpide ja eluslooduse vahelisi seoseid on Eestis mitmel korral analüüsitud (Aasa jt 2004; Pensa jt 2006; Sepp, Saue 2012), kuid atmosfääri tsirkulatsiooni mõju lindude rändele on seni suhteliselt tagasihoidlikult uuritud (Sepp jt 2011). Tavaliselt käsitletakse kogurände või ka mingi üksiku liigi rände seoseid konkreetse sünoptilise olukorraga ja/või erinevate ilmastiku parameetritega (Richardson 1978; Gordo 2007; Newton 2010).

Käesoleva töö eesmärk oli uurida rändlindude kevadise Eestisse saabumise ja tsirkulatsioonitüüpide vahelisi seoseid ning hinnata, millised atmosfääri tsirkulatsiooni klassifikatsioonid või klassifikatsioonimeetodid võiksid selle ülesande jaoks olla kõige sobivamad. Püstitasime hüpoteesi, et lähi- ja kaugrändurite kevadine saabumine on tsirkulatsioonitüüpidega seotud erinevalt ning ka sama liigi lindude erinevad saabumiskuupäevad Lääne- ja Ida-Eestis võivad olla põhjustatud regionaalsetest kliimaerinevustest ja lindude erinevatest rändeviisidest ja -teedest. Rändlindude traditsiooniline jagamine lähi- ja kaugränduriteks (tabel 1) põhineb talvitusala asukohal ja rändetee pikkusel (Berthold 1971, 1993; Newton 2010). Eestis pesitsevad lähirändurid lendavad

talvituma reeglina Lääne- ja Lõuna-Euroopasse ning Vahemere piirkonda. Nende kevadine saabumine pesapaikadesse toimub valdavalt edelast (Jõgi 1957; Kumari, Jõgi 1974; Kastepõld, Kastepõld 1991; Olavi Vainu andmed). Kaugrändurid talvituvad aga Ekvatoriaal- või Lõuna-Aafrikas, ent samuti Indo-Hiinas ja Väike-Aasias. Pesitsusaladele jõuavad nad põhiliselt lõunakaartest – otse lõunast või kagust.

Lisaks hinnati populatsiooni suuruse mõju lindude kevadisele saabumisele. Kliimamuutuste kõrval on populatsiooni arvukuse dünaamika üks olulisemaid tegureid, mis mõjutab rännet. Populatsiooni suurenemine survestab linde rändega varem alustama, kuna tugevneb konkurents soodsatele pesitsuspaikadele.

## **Andmed ja meetodid**

### ***Uuringuala kliimatingimused***

Eesti peamiseks meteoroloogilisi tingimusi mõjutavaks faktoriks on läänevool ja domineerivad Põhja-Atlandi tsüklonid, mis toovad ookeani kohalt merelisi õhumasse, põhjustades teiste samal laiuskraadil asuvate piirkondadega võrreldes märkimisväärselt kõrgemat õhutemperatuuri talvel ja mõnevõrra madalamat suvel. Merelise ja mandrilise õhu osakaal Eesti ilmastikus kogu aasta ulatuses on üldiselt võrdne. Kontinentaalne õhk mängib olulisemat rolli talve lõpus, kevadel ja suve alguses. Talvel ja kevadel võib esineda külmade õhumasside sissevoolu Arktikast. Läänemere mõju avaldub rohkem Eesti lääneosas, kus tal on kliimale soojal poolaastal jahutav ja külmal poolaastal soojendav toime. See kutsub esile ka väiksema aastase temperatuuriamplituudi rannikul. Sisemaa suunas Läänemere mõju väheneb. Asendist ja Läänemere mõjust tulenevalt iseloomustab Eesti kliimat suur aastasisene, aastatevaheline ja piirkondlik varieeruvus. Suur ajaline varieeruvus iseloomustab ka paljusid fenofaase (Jaagus, Ahas 2000; Aasa jt 2004; Palm jt 2009). Eriti on just varakevadised fenoloogilised protsessid suuresti ära määratud eelneva talve oludest ning võivad sellest sõltuvalt ilmned a nädalaid keskmisest varem või hiljem. Erinevate Eesti osade vahel võib kevadiste fenofaaside ilmnemise vahe olla kuni kolm nädalat (Jaagus, Ahas 2000).

Käesoleva töö jaoks valiti välja kaks vaatluspiirkonda – Tartu ja Kuressaare, mis asuvad Eesti erinevates kliimaraajoonides. Tartus valitseb mandrilisem ja Kuressaares merelisem kliima.

## *Lindude rändefenoloogilised andmed*

Käesolevas töös analüüsiti 42 linnuliigi kevadist saabumist Eestisse (tabel 1). Vaatlusperioodiks olid aastad 1958–2002, mis tuleneb kasutatud kliimaandmetest (vt allpool). Lähtematerjalina kasutati Eesti Looduseuurijate Seltsi (LUS) ja Eesti Ornitoloogia Ühingu (EOÜ) usaldusmeeste poolt üle-eestilises vaatlusvõrgus kogutud rändlindude esmasaabumiskuupäeva (ESK) andmeid. LUS-i andmebaas hõlmab perioodi 1957–1996 ning EOÜ oma aastaid 1997–2002. ESKd tähistavad kuupäevi, millal vaatluspunktis nähti esimesi linde (esimest lindu) vastavast liigist. Tuleb aga rõhutada, et käesolevas töös kasutatud ESKd on regionaalsed keskmised näitajad (Lint jt 1963). Eesti on jaotatud vastavalt 1950–1959 kehtinud rajoonide haldusjaotusele 39 vaatluspiirkonnaks. Ka Tartu ja Kuressaare on ühed nendest. Iga piirkonna jaoks on arvatud keskmised ESKd, kasutades vaatluspunktide ESKi vastavas piirkonnas. Seega iseloomustavad siin kasutatud ESKd tinglikult lindude saabumist Lääne- ja Ida-Eestisse.

**Tabel 1.** Uuritud rändlinnuliikide esmasaabumiskuupäeva statistikud aastail 1958–2002.

| Linnuliik     | M (T)  | S.D. (T) | Z (T)   | M (K)  | S.D. (K) | Z (K)       | Z (W)       | T (p) |
|---------------|--------|----------|---------|--------|----------|-------------|-------------|-------|
| Künnivares    | 09 III | 13,4     | -3,8*** | 12 III | 13,9     | -<br>4,5*** | -3,2        | +     |
| Kuldnokk      | 20 III | 9,8      | 0,7     | 13 III | 8,3      | -0,4        | 6,7***      | 0     |
| Põldlõoke     | 20 III | 10,9     | -1,3    | 13 III | 10,8     | -0,9        | 7,5***      | -     |
| Kiivitaja     | 25 III | 9,4      | -0,1    | 19 III | 8,4      | -1,1        | 6,0***      | -     |
| Kalakajakas   | 25 III | 13,5     | -5,2*** | 22 III | 9,6      | -1,0        | 2,4         | 0     |
| Hiireviu      | 26 III | 10,1     | -3,4*** | 24 III | 12,3     | -<br>3,5*** | 1,7         | +     |
| Kanepilind    | 26 III | 10,5     | -1,3    | 26 III | 8,0      | 0,8         | 0,3         | -     |
| Naerukajakas  | 28 III | 8,9      | -2,9**  | 25 III | 9,2      | -<br>3,6*** | 3,6***      | -     |
| Musträstas    | 30 III | 8,9      | -0,6    | 16 III | 9,3      | 0,2         | 14,2**<br>* | +     |
| Hallrästas    | 30 III | 10,8     | -4,0*** | 25 III | 12,7     | -1,2        | 5,5         | -     |
| Sinikael-part | 01 IV  | 8,9      | -2,9**  | 26 III | 11,5     | -0,7        | 5,3***      | 0     |
| Metsvint      | 01 IV  | 6,1      | -0,2    | 28 III | 7,5      | -0,6        | 4,2***      | 0     |
| Tuuletallaja  | 01 IV  | 10,5     | 0,4     | 31 III | 10,3     | 0,2         | 1,6         | -     |
| Linavästri    | 04 IV  | 6,4      | -2,5*   | 05 IV  | 5,0      | -1,0        | -0,5        | +     |



|                                  |       |      |        |        |      |             |             |    |
|----------------------------------|-------|------|--------|--------|------|-------------|-------------|----|
| Sookiur                          | 05 IV | 6,2  | -0,5   | 31 III | 8,3  | -2,6**      | 4,8**       | -  |
| Laululuik                        | 05 IV | 12,4 | -3,1** | 21 III | 11,8 | -1,9        | 14,9**<br>* | +  |
| Vainurästas                      | 06 IV | 5,9  | -1,3   | 03 IV  | 8,2  | 1,9         | 2,7         | +  |
| Kaelustuvi                       | 06 IV | 7,6  | -1,9   | 30 III | 7,6  | 0,4         | 6,6***      | 0  |
| Laulurästas                      | 09 IV | 4,7  | -0,7   | 04 IV  | 7,6  | 1,3         | 4,7***      | 0  |
| Sookurg                          | 10 IV | 8,3  | -1,2   | 04 IV  | 10,0 | -<br>3,9*** | 6,0**       | ++ |
| Tikutaja                         | 10 IV | 6,2  | -0,3   | 07 IV  | 7,5  | -2,7**      | 2,6         | 0  |
| Punarind                         | 10 IV | 7,9  | -1,4   | 07 IV  | 7,3  | -1,0        | 2,6**       | 0  |
| Suurkoovitaja                    | 10 IV | 5,2  | 0,0    | 10 IV  | 5,9  | 0,3         | 0,7         | 0  |
| <u>Kivitäks</u>                  | 20 IV | 5,6  | 2,8**  | 19 IV  | 4,5  | 2,0*        | 0,6         | 0  |
| <u>Väike-lehelind</u>            | 22 IV | 5,4  | -1,2   | 24 IV  | 4,9  | -1,0        | -2,0**      | 0  |
| <u>Metskiur</u>                  | 26 IV | 5,0  | -0,6   | 27 IV  | 5,5  | 0,9         | -1,4        | -  |
| <u>Väänkael</u>                  | 29 IV | 4,7  | -0,7   | 01 V   | 4,5  | 1,1         | -2,2*       | -  |
| <u>Salu-lehelind</u>             | 30 IV | 4,6  | -3,2** | 04 V   | 3,8  | -2,7**      | -3,1***     | +  |
| <u>Must-<br/>kärbsenäpp</u>      | 30 IV | 4,1  | -1,4   | 04 V   | 4,9  | -1,6        | -3,2***     | 0  |
| <u>Lambahänilane</u>             | 01 V  | 5,2  | 0,8    | 03 V   | 7,1  | -1,9        | -2,0        | -  |
| <u>Suitsupääsuke</u>             | 01 V  | 4,7  | -1,5   | 03 V   | 4,1  | -<br>3,4*** | -2,3***     | -- |
| <u>Mets-lehelind</u>             | 02 V  | 4,7  | -0,7   | 05 V   | 5,4  | -1,4        | -3,6**      | 0  |
| <u>Kägu</u>                      | 05 V  | 3,3  | -0,1   | 09 V   | 2,6  | 1,2         | -4,0***     | 0  |
| <u>Räästapääsuke</u>             | 07 V  | 5,0  | -2,4*  | 06 V   | 5,3  | -1,4        | 0,7         | -  |
| <u>Ööbik</u>                     | 09 V  | 3,9  | -2,2*  | 13 V   | 4,9  | -<br>4,5*** | -3,6***     | +  |
| <u>Pruunselg-<br/>pöösaliind</u> | 12 V  | 4,2  | -2,5*  | 14 V   | 4,7  | -1,3        | -1,6*       | ++ |
| <u>Hall-<br/>kärbsenäpp</u>      | 15 V  | 4,4  | -0,4   | 16 V   | 4,8  | 0,5         | -1,0*       | 0  |
| <u>Käosulane</u>                 | 16 V  | 4,2  | -0,4   | 20 V   | 4,5  | -2,1*       | -3,2***     | +  |
| <u>Piiritaja</u>                 | 16 V  | 4,9  | -2,8** | 22 V   | 4,6  | -2,0        | -6,0***     | 0  |
| <u>Aed-pöösaliind</u>            | 18 V  | 4,6  | -1,8   | 20 V   | 4,8  | -2,1*       | -2,2**      | +  |
| <u>Karmiinleevike</u>            | 20 V  | 4,0  | 0,4    | 22 V   | 4,2  | -<br>4,0*** | -2,2**      | ++ |
| <u>Peoleo</u>                    | 21 V  | 4,4  | 0,4    | 22 V   | 5,1  | 1,1         | -0,4        | 0  |

ESKde seostamiseks populatsiooni suurusega kasutati Eesti keskmisi populatsioonitrende aastatel 1941–2002 (Lilleleht, Leibak 1993; Elts jt 2003, 2009). Populatsiooni suuruse ja populatsiooni trendide hindamise meetodeid on täpsemalt kirjeldanud Elts jt (2003). Populatsiooni muutused (trendid) võib jagada gruppidesse: tugev vähenemine (üle 50%), mõõdukas vähenemine (10–50%), püsiv populatsioon (arvestatavad muutused puuduvad), mõõdukas kasv (10–50%) ja tugev kasv (üle 50%). Tabelis 1 on toodud 42 linnuliigi esmasaatumiskuupäeva ja selle muutuse statistilised näitajad. Toodud on rändetüüp (lähirändurid on näidatud tavakirjas ja kaugrändurid allajoonituna), keskmine esmasaatumiskuupäev (M), standardhälve (S.D.), trend (Mann-Kendalli teststatistik Z) ja selle olulisus Tartus (T) ja Kuressaares (K) perioodil 1958–2002. Veerg Z (W) näitab saatumiskuupäevade erinevust Tartu ja Kuressaare vahel päevades ja selle statistilist olulisust Wilcoxon'i astakmargitesti järgi. Pikaajalised populatsioonitrendid Eestis aastatel 1941–2008 on esitatud veerus T (p) (++ = tugev kasv, + = mõõdukas kasv, 0 = muutumatu, - = mõõdukas kahanemine, -- = tugev kahanemine; (vt Lilleleht, Leibak 1993 ja Elts jt 2009). Olulisusnivood on näidatud kui: \* =  $p < 0,05$ , \*\* =  $p < 0,01$ , \*\*\* =  $p < 0,001$ .

### ***Atmosfääri tsirkulatsiooni andmed***

Atmosfääri tsirkulatsiooni andmed pärinevad COST 733 kataloogist 1.2, millest käesoleva analüüsi jaoks valiti domeen 05 ehk Läänemere piirkond (Huth jt 2008; Philipp jt 2010; COST 733 2010). Andmebaas koosneb tsirkulatsioonitüüpide kalendrist ja keskmisele merepinnale taandatud õhurõhu (MSLP) kaartidest (joonis 1 ja 2). Nende kaartide abil on võimalik teha kindlaks, millised ilmastikutingimused vastavad antud tüübile mingis piirkonnas. Kokku analüüsiti umbes 1300 tsirkulatsioonitüüpi 73 klassifikatsioonist. Need klassifikatsioonid esindavad 22 meetodit, mis omakorda on meetodite sarnasuse alusel ühendatud viide gruppi: 1) subjektiivsed, 2) peakomponentide analüüsil, 3) etteantud liidri, 4) piirmäära alusel ja 5) optimeerimise meetodil loodud klassifikatsioonid. 22 meetodi järgi on loodud kolm klassifikatsiooni versiooni vastavalt 9, 18 ja 27 tüübiga. Siia lisandub neljandana originaal ehk klassifikatsiooni autori poolt algselt defineeritud tüüpide arvuga versioon. Tüübid on nime saanud tüübi järjekorranumbri järgi klassifikatsioonis (tavaliselt esinemissageduse järgi) ja nad ei ole omavahel nime järgi võrreldavad. Tüüpide tegelik arv varieerub vastavalt klassifikatsioonile, aastaajale jne. Seetõttu ei esine mõnda tüüpi igal aastal või mõnel sessoonil. Tüüpide esinemissagedus on üldreeglina nii madal (alla 1%), et ei mõjuta otseselt uurimuse väljundit. Taolisi tüüpe on rohkem

suurema tüüpide arvuga (27 ja enam) klassifikatsioonidel. Kuna COST 733 klassifikatsioonid on genereeritud ERA 40 andmebaasi (Uppala jt 2005) õhurõhuväljadest, siis analüüsitavaks perioodiks on aastad 1958–2002. Täpsemat ülevaadet klassifikatsioonidest võib saada artiklist Sepp jt (2011). Eesti keeles on COST 733 tsirkulatsioonitüüpidest pikemalt kirjutatud kogumikus Jaagus (2011).

## ***Andmeanalüüs***

Analüüsi jaoks sorteeriti välja need tsirkulatsioonitüübid, mis valitsesid iga linnuliigi ESKl ja kahel sellele eelneval päeval. Eeldasime, et linnud 'otsustasid' rännata ja tegelikkuses ka rändasid Eesti suunas vastavalt nende kolme päeva ilmastikutingimustele. Tüüpide esinemissagedusi valitud päevadel võrreldi pikaajaliste esinemissagedustega kevadel (märts-aprill-mai). Eeldasime, et linnud „eelistavad“ Eestisse rändamiseks tüüpe, mille esinemissagedus nendel kolmel valitud päeval perioodil 1958–2002 ületas kõige rohkem nende pikaajalist esinemissagedust. Esinemissageduste erinevust analüüsiti  $\chi^2$ -testiga, olulisuse nivooks võeti  $p < 0,05$ . Sarnaselt leiti ka lindude poolt välditavad tüübid. Statistiliselt oluliste  $\chi^2$ -testi tulemuste alusel võrreldi ka tsirkulatsiooni klassifikatsioone. Eeldasime, et rändlindude saabumist kirjeldavad paremini need klassifikatsioonid, mille tüübid annavad suurema arvu  $\chi^2$ -testi olulisi tulemusi.

Järgnevalt uuriti tsirkulatsioonitüüpide MSLP kaarte ja määrati kindlaks, millised ilmaolud vastavad lindude poolt eelistatavatele ja välditavatele tüüpidele. Kaardid näitavad, milline õhurõhusüsteem – madal- või kõrgrõhkkond – valitseb domeenis antud tüübi korral. Õhurõhusüsteemide asukohtade järgi saab määrata üldise tuule suuna ja ilmastikutingimused, mis antud tüübi korral Eestis valitsevad.

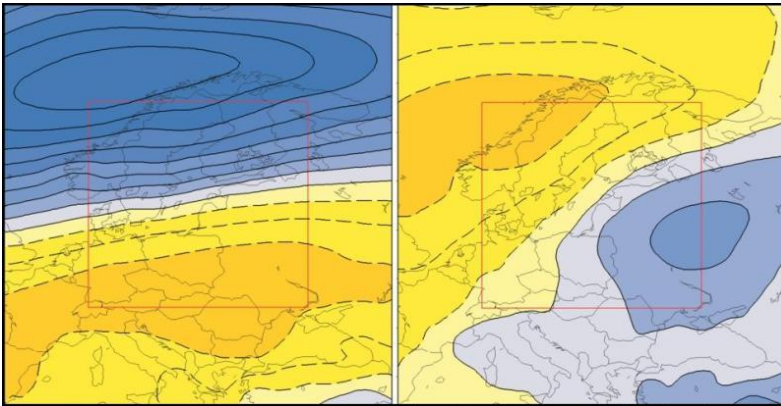
ESKde trendid leiti Mann-Kendalli testiga, saadud tulemusi võrreldi populatsiooni suuruse muutustega. Erinevuste leidmiseks Tartu ja Kuressaare ESK vahel kasutasime Wilcoxon'i astak-märgitesti.

## **Tulemused**

Uuritud linnuliikide kevadises saabumisajas ilmnesid Lääne- ja Ida-Eesti vahel suured erinevused (tabel 1). Kui lähirändurid jõuavad Kuressaarde võrreldes Tartuga kuni nädal aega varem, siis kaugrändurid tulevad esmalt Tartusse ja alles seejärel Kuressaarde. Selline saabumisaegade erinevus on hästi seletatav kliimaatilise varakevade ja kevade saabumise

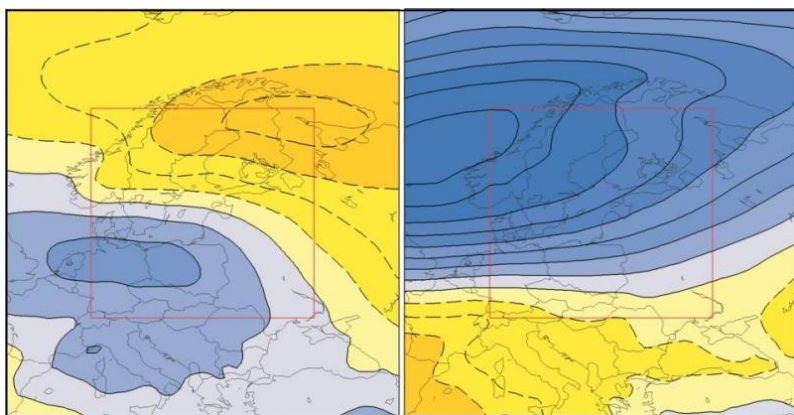
erinevustega Tartu ja Kuressaare vahel (Jaagus, Ahas 2000). Olulised erinevused kahe vaatluspiirkonna vahel ilmnesid 27 liigil. Saabumisaaja kõikumine on lähiränduritel aastati üldiselt suurem kui kaugränduritel. Keskmine standardhälve on esimestel Tartus 8,8 ja Kuressaares 9,2 päeva. Viimastel on aga vastavad näitajad 4,6 ja 4,7. Standardhälbe jaotus viitab sellele, et lähirändurid sõltuvad otseselt ilmastiku varieeruvusest. Ka on varakevadel Lääne-Eesti saarestiku ja Ida-Eesti vahelised ilmastikutingimused väga erinevad. Kaugrändurite saabumise ajaks on regionaalsed erinevused tasandunud.

Ehkki erinevus saabumiskuupäevades Tartu ja Kuressaare vahel on mõnel juhul väga suur, valivad sama liigi isendid siiski vaatluspiirkonnast sõltumata samu või väga sarnaseid atmosfääri tsirkulatsioonitingimusi (Sepp jt 2011). Lähirändurid, kes saavad Eestisse enamasti edelast, eelistavad selgelt pärituulega (st lääne- või edelatuultega) seotud tsirkulatsioonitüüpe (joonis 1). Tavaline on selline sünoptiline situatsioon, milles tugev madalrõhkkond asub Eestist loodes ning Eesti kohal valitseb suur õhurõhu gradient, mis põhjustab tugevat õhuvoolu edelast ja läänest. Lähirändurid väldivad neid tüüpe, mille puhul Läänemere piirkonnas valitseb antitsüklon, st domeeni keskel või keskosast loodes paikneb kõrgrõhuala.



**Joonis 1.** *Vasakul:* Näide tsirkulatsioonitüübist, mida lähirändurid eelistavad. Klassifikatsiooni LUND tüüp 1. Sinine tinglik madalrõhuala, kollane kõrgrõhkkond. *Paremal:* Näide tsirkulatsioonitüübist, mida lähirändurid väldivad. Klassifikatsiooni KHC18 tüüp 7 (COST 733 2010).

Kaugrändurite kevadränne toimub enam-vähem vastupidistes tsirkulatsioonioludes. Nad eelistavad üldiselt olukorda, mil domeeni kesk-, põhja- või kirdeosas valitseb antitsüklon (joonis 2). Sellisel juhul valitseb Eestis kas tuuletu ilm või vastavalt ida- ja kagutuul. Need tähistavad kaugrändurite jaoks päri- või küljetuult. Kaugrändurid näivad vältivat selliseid tüüpe, mille puhul Läänemere piirkonnas domineerib madalrõhkkond (joonis 2). Peab mainima, et erinevaid eelistatavaid ja välditavaid tsirkulatsioonitüüpe on kaugränduritel rohkem (seega hajuvus suurem) kui lähirändurite puhul (vt Lisa artiklis Sepp jt 2011). Nagu sissejuhatuses öeldud, tulevad kaugrändurid Eestisse erinevatest suundadest (lõunast ja kagust), mistõttu on ühiste eelistatavate või välditavate tsirkulatsiooniolude leidmine problemaatiline.



**Joonis 2.** Vasakul: Näide tsirkulatsioonitüübist, mida kaugrändurid eelistavad. Klassifikatsiooni LUND9 tüüp 4. Paremalt: Näide tsirkulatsioonitüübist, mida kaugrändurid väldivad. Klassifikatsiooni HBGWL tüüp 2 (COST 733 2010).

Lähirändurite poolt eelistatavad tüübid on Tartus 25% juhtudest samad, mis Kuressaares. Liigist ja atmosfääri tsirkulatsioonitüüpide klassifikatsioonist sõltuvalt varieerub see osakaal 0 ja 65% vahel. Kaugrändurite puhul on vastavad arvud 29% ning 0 ja 68% vahel. Keskmise kattuvus välditavate tüüpide osas oli 31% lähi- ja 24% kaugränduritel.

Tsirkulatsioonitüüpide klassifikatsioonide hulgas, mis seostuvad suurima hulga liikidega, paistavad silma klassifikatsioonid CKMEANSC09 ja NNW. Siiski peab „parima“ klassifikatsiooni määramisel arvestama, et 67% juhtudest on eelistatav tüüp ka kõige sagedamini esinev tüüp

kevadel. Seetõttu tuli analüüsida, kas saabumiskuupäevadel esindatud tüüpide sagedusjaotus erineb oluliselt nende esinemissagedusest kevadel. Oluline erinevus ilmnes 41% juhtudel 6132-st (42 liiki x 73 klassifikatsiooni x 2 vaatluspiirkonda;  $\chi^2$ -test;  $p < 0,05$ ). „Parimateks“ osutasid klassifikatsioonid SANDRAS ja CKMEANSC09, mille puhul olulisi erinevusi esines enam kui 90% juhtudel. Lisaks näitasid klassifikatsioonid ESLPC09, EZ850C10, HBGWL, NNW, SANDRASC09, SANDRASC18 ja SANDRASC27 olulisi erinevusi vähemalt 75% juhtudest (Sepp jt 2011).

20 linnuliigil 42-st oli ESKs negatiivne trend, st nende kevadine saabumine nihkus aastatel 1958–2002 oluliselt ( $p < 0,05$ ) varasemaks Kuressaares (12 liiki) ja/või Tartus (13 liiki) (tabel 1). Siiski erinesid enamikul liikidel keskmine ESK ja selle trendi olulisus vaatluspiirkondade vahel. Ainult hiireviul oli enam-vähem sama ESK ja trend nii Kuressaares kui Tartus. Üllatavalt tuli ilmsiks sarnane hulk lähi- ja kaugrändureid, millel oli negatiivne trend ESKdes. Ühel liigil, kaugrändurite hulka kuuluval kivitäksil, oli aga oluline positiivne trend mõlemas vaatluspiirkonnas, mis näitab selle liigi kevadise saabumise nihkumist hilisemaks.

Nende 11 lähiränduri hulgas, kellel oli oluline negatiivne trend ESKs, vähenes populatsiooni suurus vaatlusperioodi jooksul kolmel liigil; kolmel oli see aga muutumatu ja viiel kasvas (tabel 1). Sookurel oli suurim kasvav trend. Mitte ühegi liigiga selles grupis ei kaasnunud tugevat kahanevat trendi. Kaugrändurite hulgas, kellel oli oluline negatiivne trend ESKs, oli kahel liigil üheksast kahanev, ühel muutumatu ja kuuel kasvav populatsioon. Pruunselg-põõsalinnul ja karminleevikesel oli suur (üle 50%) populatsiooni kasv ja suitsupääsukesel toimus suur (üle 50%) populatsiooni kahanemine.

## Arutelu

### *Esmasaabumiskuupäeva trendid*

Tegelikult on lindude kevadrände ja ilmastiku vaheliste seoste uurimise üheks keerulisemaks küsimuseks populatsiooni suuruse dünaamika. Lihtsustatult võib öelda, et mida suuremaks mingi liigi populatsioon muutub, seda suurem on liigisisene konkurents toitumis- ja pesitsuspaikade pärast. Seda suurem on ka liigisisene surve asuda varem rändele, et varem hõivata sobivad elupaigad. Kahaneva populatsiooni tingimustes on aga tendents vastupidine – linnud saavad hiljem,

optimaalse pesitsusperioodi alguseks. Selline dünaamika tekitab ESKs kunstliku nihke, mis ei pruugi olla seotud kliimamuutustega (Møller jt 2010; Lindén 2011).

Käesolevas töös saadud tulemused näitavad, et 23 lähirändurist seitsmel populatsioon vaatlusperioodi jooksul kahanes, üheksal oli see muutumatu ja seitsmel kasvas (tabel 1). Siiski võib arvukuse dünaamikast tingitud muutusi hinnata enamiku liikide ESKs minimaalseteks, kuna nende populatsiooni muutus oli alla 50%. Erandiks on siin aga sookurg, kelle populatsioon suurenes mitu korda ning seda iseäranis Lääne-Eestis (Leito jt 2005). Kuna ka ESK nihkus Kuressaares vaatlusperioodil oluliselt varasemaks, siis järelikult sõltub sookure kevadise saabumise muutus mingil määral populatsiooni suurusest.

19 kaugrändurist viiel populatsioon kahanes, kaheksal oli see muutumatu ja kuuel kasvas (tabel 1). Arvestades tugevaid muutustrende, võiksid ESKd pruunselg-põõsalinnul ja karminleevikesel olla mõjutatud populatsiooni kasvust kevadise saabumise varasemaks nihkumise suunas ja suitsupääsukesel kevadise saabumise hilinemise suunas (Lindén 2011). Neist kolmest liigist on karminleevikese ja suitsupääsukese ESK Kuressaares oluliselt varasemaks nihkunud, samas kui pruunselg-põõsalinnul kahanes trend Tartus. Seega võivad pruunselg-põõsalinnu ja karminleevikese ränne olla seotud populatsiooni suuruse muutusega. Suitsupääsukesel on muutus ESKs arvatavasti põhjustatud siiski kliimamuutusest.

## ***Rändlinnud ja tsirkulatsioonitüübid***

Ehkki Tartu ja Kuressaare asuvad samal laiuskraadil (58°N) ja nende vaheline kaugus on suhteliselt väike (250 km), erinevad lindude ESKd neis üsna oluliselt. Lähirändurid saavad Kuressaarde kuni nädal aega varem kui Tartusse, kusjuures erinevus on seda suurem, mida varasem on saabumiskuupäev. Ühest küljest näitab see, et lähirändurite (nn ilmastikulindude) rändekäitumist on raske ennustada, eriti kui võrrelda kaugrändurite (kalendrilindude) omaga (Bertholdi 1971, 1993). Teisalt viitab see aga selgelt ilmastikuteguritele, mis põhjustavad geograafilisi erinevusi saabumisaegades. Kuressaares algab kliimaatiline varakevad keskmiselt neli päeva varem kui Tartus (Jaagus, Ahas 2000). Mere kliimat pehmen-dava toime tõttu külmal poolaastal on märtsis mere ja ranniku kohal soojem kui sisemaal. Lisaks tuleb silmas pidada, et lähirändurid rändavad Eestisse valdavalt läänest ja edelast, mistõttu on nende rändetee Kuressaarde lühem kui Tartusse. Kaugrändurite puhul ei ole selliseid olulisi erinevusi rändetee pikkuses, kuna nad tulevad valdavalt lõunast.

Tsirkulatsioonitüüpide analüüs ei näidanud siiski põhimõttelisi erinevusi tüüpide eelistamises rändlindude poolt nende saabumisel Kuressaarde või Tartusse. Seda isegi vaatamata asjaolule, et ainult umbes neljandik tüüpidest on mõlemas vaatluskohas ühised. Sarnaselt on lindude poolt välditavategi tüüpide kattuvuse osakaal suhteliselt väike. Siiski võib MSLP kaartidele tuginedes väita, et teistel tüüpidel, mis olid esindatud rändlindude saabumisaajal Tartusse ja Kuressaarde, oli sarnane rõhualade jaotus ja seega ka põhiline õhuvoolu suund. Siin on oluline märkida, et tüüpide erinevus, samuti nagu tüüpidesisene varieeruvus on sünoptilises klimatoloogias väga kriitiline ja vaidlusalune küsimus (Yarnal 1993), st keeruline on objektiivselt hinnata, kui sarnased või erinevad tüübid sisuliselt on. MSLP kaartidelt ilmneb, et lähirändurid eelistavad oma rändel Eestisse üldiselt tsüklonaalseid tsirkulatsioonitingimusi domineerivate tuultega läänest või edelast. See näitab, et linnud saabuvad Kuressaarde ja Tartusse erinevate lainetena, kasutades erinevaid rändeteid ja erinevate tsüklonitega seotud õhuvoolusid. Lähirändurid välditavad olusid, mille korral Eestis valitsevad kõrgrõhkkonnast põhjustatud ida- ja kirdetuul. Sellises olukorras puudub lindudel pärituule toetus, mis vähendaks lindude energiakulusid rändel (Alerstam, Lindström 1990; Newton 2010). Seega on tuul nende liikide jaoks oluline faktor, mis suures osas määrab kindlaks kevadrände. Samas pidurdavad rännet antitsüklonitega seotud varakevadised öökülmad aga mõningal juhul ka külmade õhumasside sissevool.

Kaugrändurid saabuvad Tartusse kuni pool nädalat varem kui Kuressaarde. See on kooskõlas kliimaatilise kevade saabumisega, mis Tartus algab keskmiselt umbes 5 päeva varem kui Kuressaares. Sisemaa soojeneb kevadel üldiselt kiiremini ja aprillist alates on seal juba märgatavalt soojem, kui mere ääres. Ka kaugrändurite saabumine on mõjutatud ilmastikutingimustest, kuid teistsugusel viisil. Vastavalt Palm jt (2009) tulemustele on kaugrändurite ESKd üldiselt nõrgalt korreleeritud selliste kliimanäitajatega nagu kuu keskmine õhutemperatuur ja NAO indeksid. Ainult kaheksa liiki olid oluliselt seotud kliimaatilise kevade alguse ja aprilli keskmise õhutemperatuuriga. Ka käesolevast analüüsist ilmnes, et erinevad kaugrändurite liigid eelistasid suhteliselt harva sarnaseid tsirkulatsioonitüüpe. Kaugränduritel ilmnes üldiselt vähem olulisi ( $p < 0,05$ )  $\chi^2$ -testi tulemusi kui lähiränduritel. Üldiselt peetakse kaugrändureid ka lindudeks, kes lähtuvad rändel peamiselt sisemistest (füsioloogilistest) teguritest kui välistest mõjuritest (Berthold 1971; Newton 2010). See tähendab, et vajadusel, kui rändelend on juba vallandunud, rännatakse ka ebasoodsates tingimustes, sh vastutuulega. See siiski ei näita, et kaugrändajad üldse ei sõltuks ilmastikust. Pikkadel rännakutel on õige õhuvoo leidmine ja kasutamine väga oluline. Pigem näitavad siin saadud nõrgad



tulemused seda, et liigid kasutavad erinevaid rändestrategiaid ja saabu-  
vad Eestisse erinevatest suundadest.

Siin leitud tulemused näitavad siiski, et üldiselt eelistavad kaugrändurid Eestisse rändamiseks pigem kõrgrõhkkondadele tüüpilisi olusid. Antitsüklonid pakuvad mõningal juhul pärituult või tuuletuid tingimusi, mis võimaldavad kaugrändurite kauakestvat katkematut rännet. Samuti lendavad paljud liigid öösiti, nende lennukõrgus võib võrreldes päevasel ajal rändajatega olla erinev ja tuule suund võib erineda sellest, mis on maapinna lähedal (Richardson 1978; Alerstam, Lindström 1990; Newton 2010). Lisaks sellele võimaldab kõrgrõhkkondadega kaasnev selge taevaskõrgus või minimaalne pilvisus ööranduritel kasutada tähtede järgi orienteerumist (Wiltschko, Wiltschko 1978; Newton 2010). Välditavate tüüpide osas paistavad silma need, milles domeeni kohal valitsevad tsüklonid, ehk tüübid, mida lähirändurid eelistavad. Enamus neist saabuvad Eestisse lõunast või kagust. Eestile tüüpilised läänest tulevad tsüklonid on seega enamiku kaugrändurite jaoks ebasoodsaks ilmastiku-tingimuseks.

Mõne liigi puhul peab silmas pidama ka erinevaid rändeteid. Näiteks sookurg jõuab Lääne-Eestisse edelast, kasutades Lääne-Euroopa rändeteed, samas kui Ida-Eestisse saabub ta lõunast, kasutades Kesk- ja Ida-Euroopa rännuteed (Leito jt 2005). Sookured saavad Kuressaarde keskmiselt kuus päeva varem kui Tartusse (tabel 1). Kõige tõenäolisemalt kasutavad Lääne-Euroopa rändeteed sookured läänetsüklonite soodsaid pärituuli ja idapoolsete rändeteede sookured lõunatsüklonite ja antitsüklonite pärituuli. Lõuna antitsüklonite puhul toetab soodsat pärituult ka hea nähtavus ja tõusvad õhuvoolud. Ka pehmem kevadtalv ja varakevad soodustab sookurgede varasemat saabumist Kuressaarde.

Sünoptilise klimatoloogia vaatenurgast on põhiküsimus, milline klassifikatsioon või klassifikatsioonide grupp annab parimaid tulemusi. Nagu ülalpool mainitud, paistsid silma klassifikatsioonid SANDRAS ja CKMEANSC09. Klassifikatsioonimeetodi SANDRAS kõik neli klassifikatsiooni versiooni olid üle keskmise heade tulemustega. Klassifikatsioonigruppide hulgas tulid esile optimeerimismeetodil loodud klassifikatsioonid. Teisest küljest oli klassifikatsioon, mis silmnähtavalt ei seostu lindude rändega, nagu näiteks klassifitseerimismeetodi WLKC kõik versioonid (Sepp jt 2011).

Üldise tendentsina selgus, et mida suurem on tüüpide arv klassifikatsioonis, seda vähem oli olulisi testide tulemusi. See näitab, et rändlinnud ei „oota“ mingeid kindlaid tsirkulatsioonitüüpe, vaid arvestavad üldisemate ilmaoludega. Siiski võivad mõned liigid kasutada spetsiifilisi tüüpe. Seda võimalust kinnitavad lähirändur metsvint ja kaugrändur

karminleevike, kelle puhul oli  $\chi^2$ -test oluline vastavalt 78 ja 62% juhtudest. See tähendab, et statistiliselt olulisi tulemusi andsid ka suure tsirkulatsioonitüüpide arvuga klassifikatsioonid. Mõned teised liigid (näiteks sookurg ja väike-lehelind) ei näi olevat otseselt mõjutatud tsirkulatsioonitingimustest.

## Kokkuvõte

Käesolevas töö tulemused näitavad, et uuritud 42 rändlinnuliigi kevadine Eestisse saabumine üldiselt siiski ei sõltu muutustest nende liikide populatsioonide suurus. Olulisem muutuja, mis mõjutab ESK, on ilmastiku aastatevahelised iseärasused. Vaatamata erinevatele populatsioonitrendidele ja lähirändurite ESK suuremale varieeruvusele on lähi- ja kaugrändurite liike, kelle saabumine nihkus vaatlusperioodi jook-sul varasemaks, enam-vähem võrdselt. See, kuidas need muutused on seotud muutustega tsirkulatsioonitüüpide esinemissageduses, vajab edasist uurimist.

Üldistatult saab järeldada, et rändlinnud eelistavad või väldivad Kuressaarde ja Tartusse saabumisel sarnaseid tsirkulatsioonitüpe. MSLP kaartide analüüs näitas, et lähirändurite saabumine toimub eelkõige olukorras, kus madalrõhkkond asub Eesti suhtes kas loodes või põhjas ja siin valitseb tugev õhuvool edelast või läänest. Välditavateks on reeglina aga tüübid, mille korral Läänemere piirkonnas domineerib kõrgrõhkkond. Kaugrändurite seosed tsirkulatsiooniga on mõnevõrra nõrgemad. Need liigid eelistavad olukorda, milles kõrgrõhkkond asub Eesti kohal ning väldivad tsirkulatsioonitüpe, mille korral siin valitsevad tsüklonid.

Rändlindude kevadist saabumist kirjeldavad mõnevõrra paremini klassifikatsioonid, mis kuuluvad optimeerimismeetodite gruppi, eriti meetodid SANDRAS ja CKMEANS. Üldise tendentsina selgus, et väiksema tsirkulatsioonitüüpide arvuga klassifikatsioonid kirjeldavad lindude kevadrännet paremini.

Kokkuvõttes andis tsirkulatsioonitüüpide meetod lindude rändefenoloogia kirjeldamisel regionaalsel tasemel suhteliselt häid tulemusi ja arendab oluliselt edasi lindude rände sünoptilise analüüsi meetodit. Eriti efektiivne võib see meetod olla lindude rändefenoloogia ja ilmastiku vaheliste seoste kompleksel uurimisel suurtel aladel, näiteks Euroopas, mille suurus on lähedane tsirkulatsioonitüüpide ulatusele.

## Tänuõnad

Täname nõuannete ja abi eest Jaak Truud ja Kalev Päädamit. Töö on tehtud ETF granti 7526 raames.

## Kirjandus

**Aasa, A., Jaagus, J., Ahas, R., Sepp, M.** 2004. The influence of atmospheric circulation on plant phenological phases in central and eastern Europe. – International Journal of Climatology, 24, 1551–1564.

**Alerstam, T., Lindström, A.** 1990. Optimal bird migration: the relative importance of time, energy and safety. – E. Gwinner (ed). Bird migration: Physiology and ecophysiology, Springer, Berlin, 331–351.

**Berthold, P.** 1971. Physiologie des Vogelzuges. – E. Schüz (ed). Grundriss der Vogelzugkunde, Paul Parey, Berlin, 257–299.

**Berthold, P.** 1993. Bird Migration: A General Survey. Oxford University Press. Oxford.

**COST 733.** 2010. Website: <http://geo21.geo.uni-augsburg.de/cost733wiki/cost733>. 28.03.2011.

**Eltis, J., Kuresoo, A., Leibak, E., Leito, A., Leivits, A., Lilleleht, V., Luigujõe, L., Mägi, E., Nellis, Rein, Nellis, Renno, Ots, M.** 2009. Eesti lindude staatus, pesitsusaegne ja talvine arvukus 2003–2008. – Hirundo, 22, 3–31.

**Eltis, J., Kuresoo, A., Leibak, E., Leito, A., Lilleleht, V., Luigujõe, L., Lõhmus, A., Mägi, E., Ots, M.** 2003. Eesti lindude staatus, pesitsusaegne ja talvine arvukus 1998.–2002. a. – Hirundo, 16, 58–83.

**Gordo, O.** 2007. Why are bird migration dates shifting? A review of weather and climate effects on avian migratory phenology. – Climate Research, 35, 37–58.

**Gordo, O., Brotons, L., Ferrer, X., Comas, P.** 2005. Do changes in climate patterns in wintering areas affect the timing of the spring arrival of trans-Saharan migrant birds? – Global Change Biology, 11, 12–21.

**Huth, R., Beck, C., Philipp, A., Demuzere, M., Ustrnul, Z., Cahynová, M., Kysely, J., Tveito, O. E.** 2008. Classifications of Atmospheric Circulation Patterns. Recent Advances and Applications. – Annales of New York Academia of Sciences, 1146, 105–152.

**Jaagus, J.** (toim.) 2011. Uurimusi Eesti kliimast. Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis, 109.

**Jaagus, J., Ahas, R.** 2000. Space-time variations of climatic seasons and their correlation with the phenological development of nature in Estonia. – Climate Research, 15, 207–219.

- Jõgi, A.** 1957. Lindude rõngastamine Eesti NSV-s aastail 1938–1955. – Abiks loodusvaatlejale, 33, 1–83.
- Kastepõld, E., Kastepõld, T.** 1991. Lindude rõngastamine Eestis aastail 1968–1979. Matsalu Riiklik Looduskaitseala, Tallinn.
- Kumari, A., Jõgi, A.** 1974. Lindude rõngastamine Eesti NSV-s aastail 1956–1967. – Abiks loodusvaatlejale, 67, 1–240.
- Lehikoinen, E., Sparks, T., Zalakevicius, M.** 2004. Arrival and departure dates. – A. P. Møller, W. Fiedler, P. Berthold (eds). *Birds and Climate Change. Advances in Ecological Research* 35, Academic Press, NY, 1–31.
- Leito, A., Keskpaik, J., Ojaste, I., Truu, J.** 2005. Sookurg. Eesti Loodusfoto, EMÜ PKI, Tartu.
- Lilleleht, V., Leibak, E.** 1993. Eesti lindude süstemaatiline nimestik, staatus ja arvukus. – *Hirundo*, 1(12), 3–50.
- Lindén, A.** 2011. Using first arrival dates to infer bird migration phenology. – *Boreal Environment Research*, 16 (Suppl. B), 49–60.
- Lint, A., Rootsmäe, L., Veromann, H.** 1963. Rändlindude saabumine Eestisse 1936–1940 ja 1948–1956. – Abiks loodusvaatlejale, 50, 1–56.
- Møller, A. P., Fiedler, W., Berthold, P.** (eds). 2010. *Effects of Climate Change on Birds*. Oxford Univ. Press, Oxford and New York.
- Newton, I.** 2010. *Bird Migration*. HarperCollins Publishers, London.
- Palm, V.** 2009. Kliimanäitajate ja rändetee pikkuse mõju rändlindude kevadisele saabumisele Eestis. Uurimusi eestikeelse geograafia 90. aastapäeval. *Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis*, 108, 313–329.
- Palm, V., Leito, A., Truu, J., Tomingas, O.** 2009. The spring timing of arrival of migratory birds: dependence on climate variables and migration route. – *Ornis Fennica*, 86, 97–108.
- Pensa, M., Sepp, M., Jalkanen, R.** 2006. Connections between climatic variables and the growth and needle dynamics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Estonia and Lapland. – *International Journal of Biometeorology*, 50(4), 205–214.
- Philipp, A. et al.** 2010. COST733cat – A database of weather and circulation type classifications. – *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*; Vol 35, Iss 9–12, 360–373.
- Richardson, W. J.** 1978. Timing and amount of bird migration in relation to weather: a review. – *Oikos*, 30, 224–272.
- Sepp, M., Palm, V., Leito, A., Päädam, K., Truu, J.** 2011. Effect of atmospheric circulation types on spring arrival of migratory birds and long-term trends in the first arrival dates in Estonia. – *Estonian Journal of Ecology*, 60, 111–131.

**Sepp, M., Saue, T.** 2012. Correlations between the Modelled Potato Crop Yield and the General Atmospheric Circulation. – *International Journal of Biometeorology*, 56(4) 591-603.

**Uppala S. M., jt** 2005. The ERA-40 re-analysis. – *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 131, 2961–3012.

**Wiltschko, R., Wiltschko, W.** 1978. Relative importance of stars and the magnetic field for the accuracy of orientation in night-migrating birds. – *Oikos*, 30, 195–206.

**Yarnal, B.** 1993. Synoptic climatology in environmental analysis. A primer Belhaven Press, London.

## **EFFECT OF ATMOSPHERIC CIRCULATION ON SPRING ARRIVAL OF MIGRATORY BIRDS IN ESTONIA**

Vello Palm, Mait Sepp, Aivar Leito

### *Summary*

In the present study, the spring arrival of 42 migratory bird species in Estonia in relation to integrated climatological variables (atmospheric circulation types) was analyzed. It was found that all short-distance migrants prefer cyclonic conditions. Those conditions design a tailwind system that favours the migration of birds to their breeding areas. The spring arrival of all long-distance migrants takes place mostly in anti-cyclonic windless or also eastern or south-eastern wind conditions, i.e. tail- or crosswinds. The hypothesis that different arrival times of the same species in western (Kuressaare) and eastern (Tartu) Estonia may be caused by the birds' different circulation type preferences was not confirmed – birds prefer similar types. Differences in the first arrival dates between western and eastern Estonia were related rather to climatic differences as well as differences in flyways and migratory routes. The spring arrival date significantly advanced during the period 1958-2002 in several species from both guilds but the rate and significance of the advances were in general higher in short- than in long-distance migrants. It was concluded that weather conditions and climate change affect the spring arrival of both short-distance and long-distance migrants. Among circulation classifications, the effects on migratory birds were most often detected in the case of classifications with a low number of circulation types (such as SANDRAS or CKMEANSC09), suggesting that birds are

generally not waiting for very specific types of circulation. The results indicate that methods of synoptic climatology are useful for studying bird migration phenology and migration patterns, especially at a large scale.

# **ÄIKESEGA KAASNENUD SADEMED EESTIS 1950–2005**

Jüri Kamenik

## **Sissejuhatus**

Sademed on nii looduse kui inimese seisukohast äärmiselt olulised. Kahju võivad teha nii sademete vähesus kui liig. Viimase võimaluse alla lähevad ka väga intensiivsed sademed, mis võivad põhjustada üleujutusi, majanduslikku kahju, inimeste hukkumist jpm. Tugevad sademed on väga tihti seotud konvektsiooni ja äikesega, sest ka äike tekib ja areneb konvektsiooni tõttu. Seetõttu pakub huvi uurida äikese ja sademete vahelisi seoseid, mida on põhjalikult tehtud näiteks USAs (Changnon, 2001) ja Poolas (Bielec, 2001; Bielec-Bakowska ja Lupikasz, 2009), kusjuures on näidatud, et tugevad sajud on enamasti seotud äikesega.

Käesoleva töö eesmärgiks oli uurida ja analüüsida sademete ja äikese vahelisi seoseid Eestis, sest varem pole seda tehtud. Perioodi 1950–2005 äikesega seotud sademete pikaajalist muutlikkust analüüsiti viie meteojaama andmete põhjal. Seevastu perioodi 1991–2003 kohta oli eesmärgiks uurida äikesega seotud sademete territoriaalset jaotust nii äikesepäevade sademete summa kui ka äikesega kaasnenud sajuhulga suhtena kuude, aastaalgade ja aasta sademete koguhulka.

## **Äiksesademetete uurimisest**

Senini maailmas tehtud äikese- ja sademetevaheliste uurimuste peaesmärgiks on olnud leida, kui palju sademeid (vett) langeb pilvedest keskmiselt välgulöögi kohta. Sademetehulk saadakse kas maapealsetest vaatlusjaamadest või radarihindangutest, mida kasutatakse rohkem. Vastavate seoste leidmiseks kasutatakse peamiselt kahte meetodit.

Esimesel juhul võetakse kas pilv-maa välkude või pilvesiseste ja pilv-maa välkude koguarv ning leitakse, kui palju langeb äikesetormist keskmiselt vett ühe välgu kohta. Sel juhul kasutatakse ühikut kg/fl ehk kilogrammi vett välgu kohta. Teine meetod seisneb selles, et uuritakse seda, kui palju sajab keskmiselt äikesepäeva kohta. Levinumaks meetodiks on siiski veehulga leidmine välgu kohta. Sealjuures on enamasti arvesse võetud pilv-maa välkude arv, kuid viimastel aastatel ka kogu äikese esinemisega seotud välkude arv (Soula, 2009).

Rohkem on selles valdkonnas tehtud uurimusi Austraalias ja Põhja-Ameerikas, kuid välja ei jää ka Euroopa, näitena võib tuua Prantsusmaa (Soula ja Chauzy, 2000) ja Hispaania (Pineda et al. 2006). Üldse esimesed äikese ja sademete vaheliste seoste uuringud viidi läbi 1965. aastal USA-s, kui uuriti 52 äikesetormi kuue suve jooksul Lõuna-Arizona kohal. Tolles uurimuses leiti vastavaks vee-välgu suhteks  $0,3\text{--}300 \cdot 10^7$  kg/fl. See uurimus oli huvitav selle poolest, et pilv-maa tüüpi välkude hulk saadi visuaalse loendamise teel ja sademete hulk maapealsest sademete mõõtmisvõrgustikust. Keskmine väärtus leiti olevat  $3 \cdot 10^7$  kg/fl, mis läheb hilisemates uurimustes leituga üpris hästi kokku. Näiteks 1978. a. uurimuses Illinoisi kohta saadi sama tulemus (Soula, 2009). 1990. aastal tehtud uurimuses, kus käsitleti 21 äikesetormi, mis asusid Tennessee Valley kohal, saadi keskmiseks tulemuseks eespool nimetatud väärtus,  $4 \cdot 10^7$  kg/fl, kuid äärmusväärtused olid  $0,9\text{--}20 \cdot 10^7$  kg/fl (Soula, 2009). USA-s uuriti 1998. aastal tekkinud äikesetorme suuremal maa-alal ning leiti, et sademete hulk välgu kohta on kuivema (mandrilisema) kliimaga aladel väiksem kui niiskema kliimaga aladel (Soula, 2009).

On uuritud ka korrelatiivset seost välkude hulga ja sajuhulga vahel. Sheridan et al. (1997) võtsid vaatluse alla Texase, Oklahoma, Kansase, Nebraska ja Louisiana osariigid ning leidsid oma uurimuses, et pilv-maa tüüpi välkude ja sajuhulga vahel küll on põhimõtteliselt positiivne korrelatsioon, kuid selle tugevus on üpris muutlik ning sõltub nii konkreetsest piirkonnast kui ka välgu esinemise ajast. Siiski üldiselt nimetatud korrelatsioon suureneb Mehhiko lähelt sisemaa ja põhja suunas (Sheridan et al. 1997).

Uurimusi, kus on arvestatud ka pilvesiseseid välkusid, on enam avaldatud viimastel aastatel, kusjuures pilvesiseste välkude arvestamine tõstab oluliselt välkude koguarvu. Üks esimesi selliseid uurimusi tehti 1982. aastal Kesk-Florida kohta, kus käsitleti kahte äikesetormi. Väärtusteks saadi  $0,67\text{--}0,85 \cdot 10^7$  kg vett välgu kohta (Piepgrass ja Krider, 1982).

Sademete-välgu suhet on uuritud ka globaalselt, näiteks Takayabu (2006). Sel juhul on hinnang tehtud satelliitide abil. Sellistes uurimustes



on lisaks üldisele vee-välgu suhte leidmisele püütud avastada ja näidata ka seoseid välkude sageduse ja sademetehulga vahel ning mitmetes uurimustes on vastav seos leitud (Soula, 2009).

Euroopas on samuti tehtud sarnaseid uurimusi, kusjuures on leitud, et kõige rohkem (67,2% üldarvust) oli selliseid äikesepäevi, kui sademeid registreeriti 0,1–10 mm. Äikesepäevi, kui sadas üle 60 mm tuli ette keskmiselt kord kümnendis. Pikaajalised trendid näitavad, et kasvanud on nende äikesepäevade arv, kui sajab 10,1–20,0 mm. Suurema sajuhulgaga äikesepäevade arv on seevastu vähenenud (Bielec, 2001). Ka hiljem Poola kohta tehtud uurimuses leiti, et üldiselt ei ole sademetega äikesepäevade arv statistiliselt oluliselt muutunud (Bielec-Bakowska ja Lupikasza, 2009). Samas uurimuses leiti veel sedagi, et mida rohkem konkreetsel päeval sajab, seda suurema tõenäosusega on tegu ühtlasi ka äikesepäevaga (Bielec-Bakowska ja Lupikasza, 2009).

Eestis on uuritud sademeid ja äikest eraldi. Eesti kliima on mõõdukalt mereline, täpsemalt üleminekukliima mereliselt mandrilisele. Sademete hulk on valdavalt 600–700 mm/a, kusjuures vähem sademeid on eelkõige mere kohal ja Peipsil, kõige rohkem Sakala kõrgustikul – keskmiselt kuni 750 mm (Jaagus ja Tarand, 1998).

Sellest hoolimata võib Eestis ette tulla sademeterežiimi äärmuseid. Nendeks on pöud, mis seostub antitsükloonaalse ilmastikuga, olles kevadiseks ja suviseks nähtuseks (mullavee vähesus) ning üleujutus, mis on põhjustatud nii konvektiivsetest sademetest kui tsüklonitest. Nii on leitud, et liigsademetega päevi on vaid suvel ja sügisel, kõige rohkem juulis-augustis (37% kõigist liigsademetega päevadest). Põuaperioode võib-olla igas kuus, kui selleks lugeda vähemalt 20-päevast sademeteta aega, ent kõige rohkem on siiski neid mais ja augustis (vastavalt 17 ja 22% aasta sademetepuudusega päevade arvust) (Tammets ja Jaagus, 2007).

Sademeterežiimi äärmuste varieeruvus Eestis on suur, sest sademetepuudusega päevade hulga erinevused olenevalt piirkonnast on mitmekordsed, kusjuures põuaohhtlikumad on Lääne-Eesti ja saared (Tammets ja Jaagus, 2007). Oluline on märkida, et ekstreemsete päevade arv ja varieeruvus on märkimisväärselt tõusnud, kusjuures hästi eristuvad põuased ja liigsademetega suved. Põuased suved olid näiteks 2002. ja 2006. aastal, kuid liigsajused 1978., 1987. ja 2005. aastal (Tammets ja Jaagus, 2007).

Kliimamuutus on mõjutanud ka ekstreemsademetete esinemist, sest väga vihmaste päevade ja paduvihmade hulk on viimase poole sajandi jooksul suurenenud, kusjuures statistiliselt olulisi trende on enim talvel. Paduvihmade sajuhulk on suvel kasvanud aga 8,2% ja talvel 4,8% (Päädam, 2009). Samuti on muutunud sademete hulk ja režiim, sest esiteks viimase poolteise sajandi jooksul on sademete hulk kasvanud, kusjuures eriti

märgatav on sademete kasv olnud talvel, mille põhjuseks on nii uut tüüpi sademetemõõtlate (Tretjakovi) kasutuselevõtt kui ka kliima merelisuse suurenemine. Samas suvekuudel ei ole leitud statistiliselt olulist sademetehulga suurenemist (Jaagus, 1992).

Äikese esinemise kohta Eestis on varasematel aastakümnetel tehtud mõningaid kokkuvõtteid, mis põhinevad peamiselt aasta keskmisel äikesepäevade arvul (Jürgenson et al. 1962; Tallinna Hüdrometeoroologia Observaatorium, 1969; Jürissaar, 1998). Näiteks on leitud, et kõige äikeserikkam piirkond on Kagu-Eesti (Tallinna Hüdrometeoroologia Observaatorium, 1969). 1960ndatel tehtud äikesevaatluste kokkuvõtetest selgus, et Pandivere kõrgustik ja Kagu-Eesti on Eesti kõige äikeserohkemateks piirkondadeks, kus on keskmiselt 20–25 äikesepäeva aastas, saartel ja rannikualadel oli äikest kuni kaks korda vähem (Ross, 1970). Hilisemal ajal 5-aasta andmerea põhjal (1987–1991) koostatud äikese esinemise kaardilt selgub samuti, et võrdselt kõige rohkem äikesepäevi on nii Pandivere kui Haanja kõrgustikul (Jürissaar, 1998). Samas peab arvestama, et perioodi pikkus on antud juhul kliimaatilise analüüsi jaoks liialt lühike.

Põhjalikumalt on Eestis äikesekliima uurimisele tähelepanu pööratud viimastel aastatel. Seetõttu on alles nüüdseks täpsemalt selgitatud ka äikese ajalis-ruumilist muutlikkust Eestis. Põhiline äikesehooaeg on Eestis maist septembrini, kui iga kuu pikaajaline keskmine äikesepäevade arv on üle ühe ja kõige vähem talvel. Suvekuudel (juuni, juuli ja august) on kuni 75% kõikidest äikesepäevadest, mais ja septembris kokku on kuni 20% äikesepäevadest ning talvekuudel (novembrist märtsini) vaid 0,5% äikesepäevadest (Enno 2007). Seda on kinnitatud ühes hilisemas töös (Alber, 2010).

Oluline on märkida, et äikesepäevade arv kasvab läänest itta, jõudes Lääne-Eesti 12–16 äikesepäevast Ida-Eesti 20–22 äikesepäevani aastas (Enno, 2007). Ka äikesetundide poolest on kõige rohkem, üle 60 tunni, äikest Pandivere kõrgustikul ja Kesk-Eestis, kõige vähem, alla 20 tunni, aga Loode-Eestis (Alber, 2010). Perioodil 1950–2000 oli kõige äikeserikkam Kagu-Eesti (Enno, 2007), kuid välgulöökide ajalis-ruumilise jaotuse uurimine 2005–2008 andmete alusel näitas seda, et pilv-maa löökide tiheduseks on keskmiselt 0,3 lööki/km<sup>2</sup> aastas, kusjuures äärmusväärtusteks saadi alla 0,1 kuni 0,8 lööki/km<sup>2</sup> aastas (maksimum Kirde-Eestis), mis on maailma ulatuses väikesed väärtused. Välgulöökide tiheduse uurimine kinnitas varem selgunud asjaolu, et tugev äikesemaksimum on soojal poolaastal, kui aprillist septembrini registreeriti 99,7% kõikidest välgulöökidest. Sealjuures on umbes pool või veidi enam kõikidest välgudest koondunud mõnele kõige äikeselisemale päevale (Enno, 2009).

Äikese uurimisel on selgunud, et tugeva merelise mõjuga piirkondades on äikesekliima teistsugune kui sisemaal. Näiteks välgulöökide ajalis-ruumilise jaotuse uurimine näitas, et mere kohal osutus välkude ööpäevane jaotus märksa ühtlasemaks ja väike suurenemine ilmnes südaöö paiku (Enno, 2009). Analoogiliselt oluline erinevus äikesekliimas on leitud hilisemas töös, kus selgus, et Vilsandil on äikesetundide maksimum augustis, mille põhjuseks võib pidada aeglaselt soojenevat merd (Alber, 2010).

Märkimisväärne on äikesepäevade suur varieeruvus aastati, sest kõige äikesevaesematel aastatel on olenevalt vaatluskohast registreeritud äikest 1–10 päeval ja kõige äikeserikkamatel 26–42 päeval. Samas pole leitud statistiliselt olulisi trende äikesepäevade arvu muutumises pika perioodi jooksul (Enno, 2007).

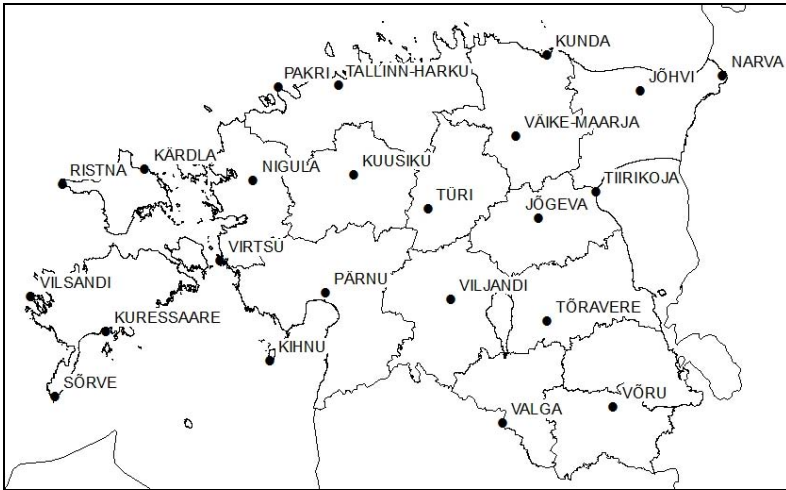
Kuna äike on seotud aluspinna omadustega, eriti selle temperatuuri ja soojenemise kiirusega, siis tuleb esile äikese esinemise ööpäevane jaotus. Eestis algab äike enamasti päeva teisel poolel (maksimum kell 18–21 suveaja järgi), kõige harvem aga varahommikul (miinimum kell 3–12 suveaja järgi), kuid see sõltub äikese tüübist. Samuti on leitud, et äikese kestus võib väga suuresti varieeruda, olles 12 minutist 14 tunni ja 18 minutini (Tammets, 2008, Alber, 2010). Kõige sagedamini kestab äike siiski 0,5–1 tundi (Alber, 2010).

## **Materjal ja metoodika**

Käesolevas uurimistöös kasutati Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudi (EMHI) äikesevaatluse andmeid perioodi 1950–2005 kohta Pärnu, Tallinna, Tartu-Tõravere, Vilsandi ja Võru vaatlusjaamadest ning perioodi 1991–2003 kohta kokku 22 vaatlusjaamast (joonis 1). Ehkki mõnede jaamade asukohta on muudetud, eeldati siiski aegride homogeensust.

Äikesepäevadeks loeti kuupäevad, kui vaatlaja kuulis meteoroloogilise ööpäeva jooksul (kell 18 UTC kuni kell 18 UTC) vaatlusjaamas vähemalt ühte müristamist. Kui ööpäeva jooksul nägi vaatlaja ainult põuavälku (välkudele või nende kumale kuuluvat müristamist ei järgnenud), siis seda meteoroloogilist ööpäeva ei loetud äikesepäevaks.

Äikesepäevade ja sademete seostamiseks kasutati EMHI andmebaasist saadud meteoroloogiajaamades mõõdetud ööpäeva sajuhulga andmeid. Sademete summa on mõõdetud meteoroloogilise ööpäeva lõpus kell 18 UTC ehk kell 20 kohaliku talveaja järgi.



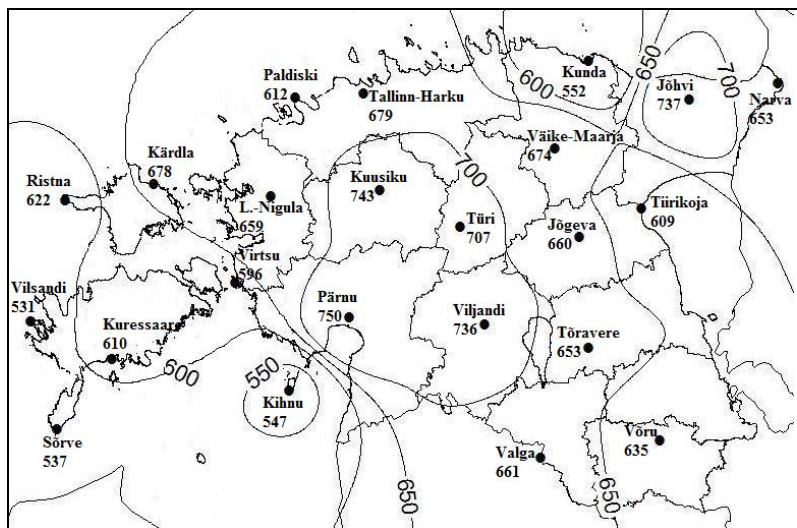
**Joonis 1.** Töös kasutatud EMHI vaatlusjaamade asukohad.

Seejärel seati sademete- ja äikesandmed omavahel vastavusse, et oleks võimalik arvutada äikesega päevade ja kõigi päevade sademete summa nii kuude kui aastate viisi. Saadud andmetabelitest arvutati omakorda äikesega seotud sademete osatähtsus nii kuude, aastate kui aastaaegade sademete koguhulgast. Lõpuks arvutati perioodi 1991–2003 kohta 22 jaama jaoks nii kuude, aastate kui aastaaegade 13-aasta keskmine sajusumma, äikesega seotud sajuhulgad ning äikesega seotud sademete osatähtsus nende koguhulgast. Viie meteojaama kohta tehti vastavad kokkuvõtted ka perioodi 1950–2005 kohta.

Töödeldud 13-aasta aegrea andmete alusel koostati *ArcGIS*-is ülevaatekaardid, kus kujutati samajoontena aprilli kuni novembri ning kevade, suve, sügise ja talve äikesega kaasnenud sademete protsent kogusummast. Samuti koostati aasta keskmise sajuhulga kaart ja aasta keskmise äikesepäevade sademete summa kaart perioodi 1991–2003 kohta. Lisaks uuriti aasta äikesepäevade sademete summa ja äikesesademetes pikaajalist muutlikkust perioodil 1950–2005 viies meteojaamas, mille puhul arvutati trendid ja tehti usaldusvärsuse kontroll tasemel  $p < 0,05$ .

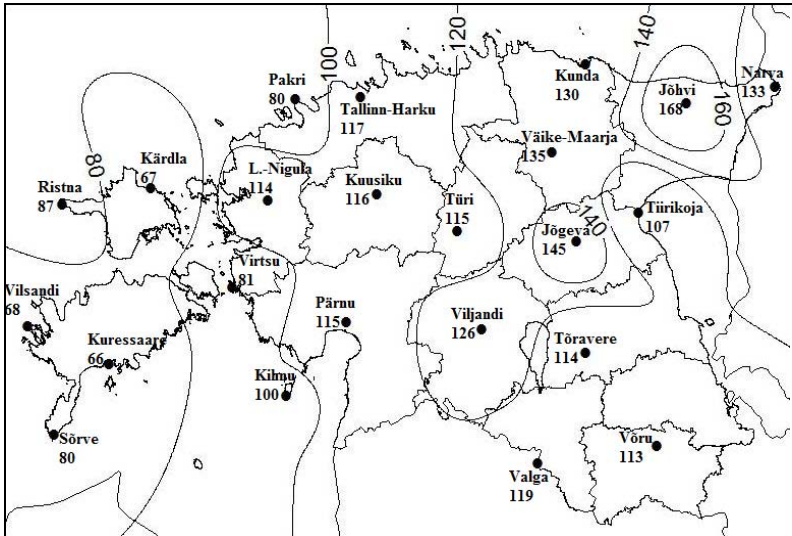
## Äikesesademetes jaotus Eestis perioodil 1991–2003

Aastail 1991–2003 oli 22 meteojaama andmete järgi Eesti aasta sademetehulk 550 kuni üle 700 mm sademeteharjal, mis jääb Sakala kõrgustikule ja ulatub sealt vööndina Harjumaani. Kõige vähem sademeid oli saartel (joonis 2).



**Joonis 2.** Aasta keskmine sademete hulk perioodil 1991–2003.

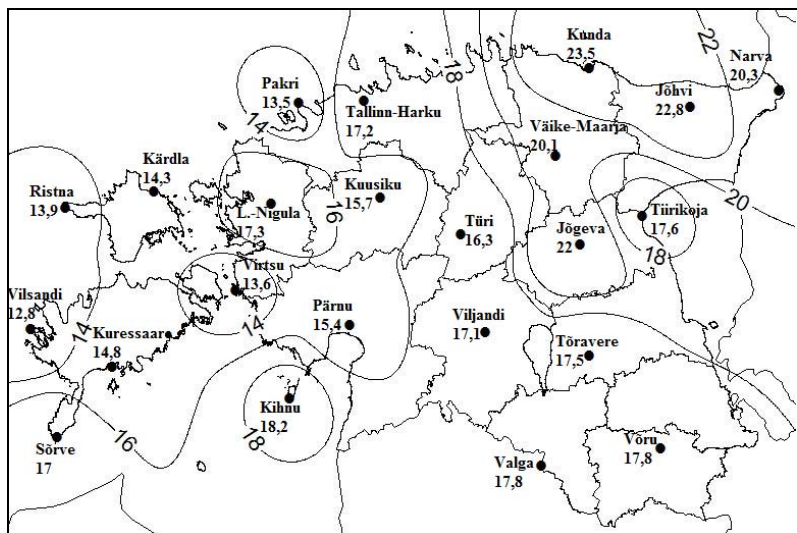
Töö tulemusena selgus, et perioodil 1991–2003 oli aasta äikesepäevade sademete koguhulk keskmiselt 80–160 mm. Äikesepäevade sademete summa suureneb läänest ja edelast ida ning kirde poole liikudes, olles maksimaalne Kirde-Eestis ja Jõgevamaal (joonis 3). Eestis leitud väärtused on palju väiksemad, kui USA kesk- ja idaosas, kus vastav näitaja on 250–450 mm. Samas on Eestis äikesega kaasnevad sajuhulgad võrreldavad või isegi suuremad USA lääneosa vastavatest näitajatest (Changnon, 2001). Eesti äikesesademetes maksimumi piirkond langeb kokku äikesepäevade maksimumiga Kirde-Eestis (Enno, 2007). Samas ei ühti see äikesetundide arvu maksimumiga (Alber, 2010), mis jääb Pandivere kõrgustikule ja Kesk-Eesti kohale. Ka äikesetundide miinimum, mis on Loode-Eestis, ei lange kokku äikesega kaasnevate sademete miinimumiga Saaremaal ja Hiiumaal.



**Joonis 3.** Äikesesademetes keskmine aastasumma perioodil 1991–2003 (mm).

Aasta keskmine äikesesademetes osatähtsus aasta sademetest perioodil 1991–2003 oli vahemikus 14–22 % (joonis 4). Miinimumid jäid saartele ja Eesti lääneosa rannikule, maksimum Kirde-Eesti rannikualadel. USA kesk- ja idaosaga (kuni 70% aasta sademetest) võrreldes on äikesesademetes osakaal aasta sademetesummast Eestis üsna madal. Samas sarnaneb Eesti näitaja USA kirdeosa ja läänerannikuga, kus see on vastavalt 20% ning 10% lähedal (Changnon, 2001). Äikesesademetes maksimumi asukoht on heas kooskõlas äikesepäevade maksimumiga (Enno 2007), kuid ei ühti äikesetundide arvu maksimumiga (Alber, 2010).

Äikesesademetes osatähtsuse miinimum on Paldiskis ja Virtsus ning nende vahel olev veidi suurema osatähtsusega Lääne-Nigula langevad hästi kokku äikesetundide jaotusega (Alber, 2010) ja suhteliselt hea kooskõla on ka äikesepäevade jaotusega (Enno, 2007). Saaremaa ja Hiiumaa lääneosa väike äikesesademetes osatähtsus langeb paremini kokku äikesepäevade jaotusega. Liivi lahe piirkond eristub muust Lääne-Eestist suurema äikesesademetes osatähtsuse poolest ning seal on rohkem registreeritud ka äikesepäevi (Enno, 2007) ja äikesetunde (Alber, 2010).



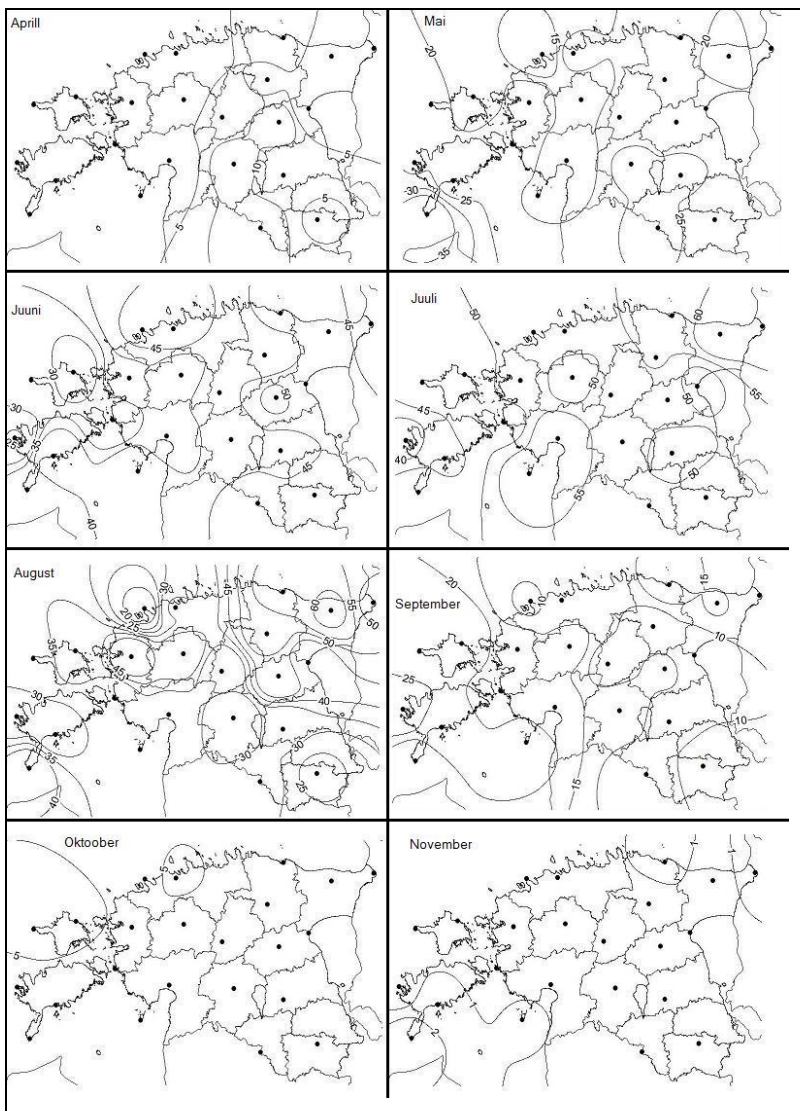
**Joonis 4.** Aasta keskmine äikesesademetes osatähtsus (%) aasta sademete summast perioodil 1991–2003.

Äikesesademetes maksimumi Kirde-Eestis saab seletada üldise edela-vooluga. Kui konveksioonipilved tekivad näiteks Pärnumaal, siis jõuavad need muutuda äikesega rünksajupilvedeks Kirde-Eestis. Rünksajupilvede teket soodustab kindlasti õhu liikumine maismaa kohal ja ebatasane pinnamood. Veel üheks äikesesademetes esinemist soodustavaks asjaoluks võib olla see, et laussajualad nõrgenevad õhuvoolu maismaa kohal liikumisel ja seda eriti kõrgustike ületamisel, mille arvel suureneb konvektiivsete sademete osakaal. Läänesaari ja Loode-Eestit mõjutab jahe meri, mistõttu konveksioonipilvi on vähem ning äikesega seotud sademete hulk ja osatähtsus sademete kogusummast on väiksem.

## Äikesesademetes sesoonse jaotuse perioodil 1991–2003

Äikesega seotud sademete sesoonse jaotuse uurimine näitas, et kevadel (aprillis) on äikesega kaasnevaid sademeid peamiselt sisemaal, eriti Kagu-Eestis kuni 10% sademete koguhulgast (joonis 5). Miinimum on Kirde- ja Lääne-Eestis (<5%). Selle põhjuseks on soojade õhumasside ja seega äikese varasem ja sagedasem saabumine kevade alguspoolel sisemaal, eriti Kagu-Eestis. Mere lähedal on äikest ja konvektiivseid

sademeid tunduvalt vähem mere kui jaheda aluspinna konvektsiooni pidurdava mõju tõttu. Erandiks on Sõrve, kus äikesesademetes hulk ulatus uuritud perioodil 35%-ni mai sademete koguhulgast. See võib-olla juhuslik,



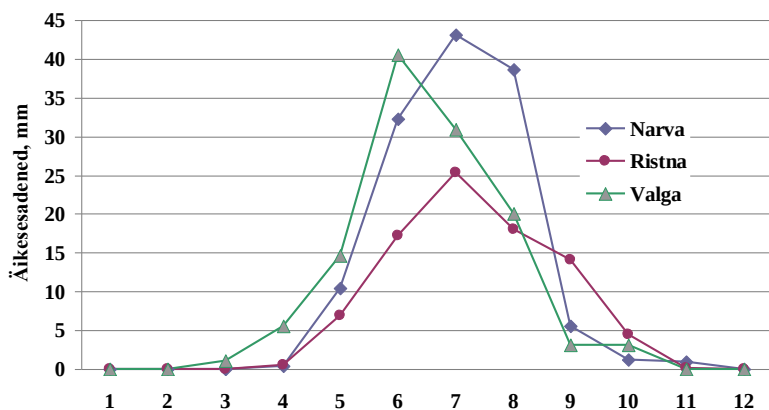
**Joonis 5.** Kuu keskmine äikesesademetes osatähtsus (%) kuu sademete hulgast perioodil 1991–2003.



tulenedes andmerea lühidusest. Äikesesademetes hulga miinimum püsib mere läheduses veel juuniski (25–35% kuu sademete hulgast), kuid sisemaal on erinevused juba väikesed (45–50%). Juulis on äikesesademetes osakaal suurim, olles enamasti üle 50 % ning Ida-Virumaal üle 60% sademete kuusumma, kusjuures, erinevused Eesti piires vähenevad. Augustis on pilt väga kirju, mis võib olla osaliselt seletatav ilmastiku kontrastidega, ent arvesse peab võtma ka andmerea lühiduse, mistõttu anomaaliad ei ole välja taandunud.

Sügisel on rohkem äikesesademeid saartel (20–25%), kuid Eesti mandriosas juba kuni kaks korda vähem suvekuudega võrreldes (10–15%). Oktoobris ja novembris on ka saartel vastav osakaal alla 10%. Kõrgem osakaal saarte piirkonnas on seotud mere mõjuga, sest meri jahtub maismaast aeglasemalt ja see soodustab konvektiivseid nähtusi saartel ja rannikualadel ka sügisel.

Kui uurida seda, milline on keskmine äikesesademetes sesoonne muutlikkus, siis tuleb siingi esile mere mõju. Merelistes jaamades algavad äikesesademed hiljem ja kestavad kauem, sh septembris, kui sisemaa jaamades on see näitaja juba väga väike (joonis 6). Selge maksimum on siiski kõikides jaamades ikkagi suvekuudel.



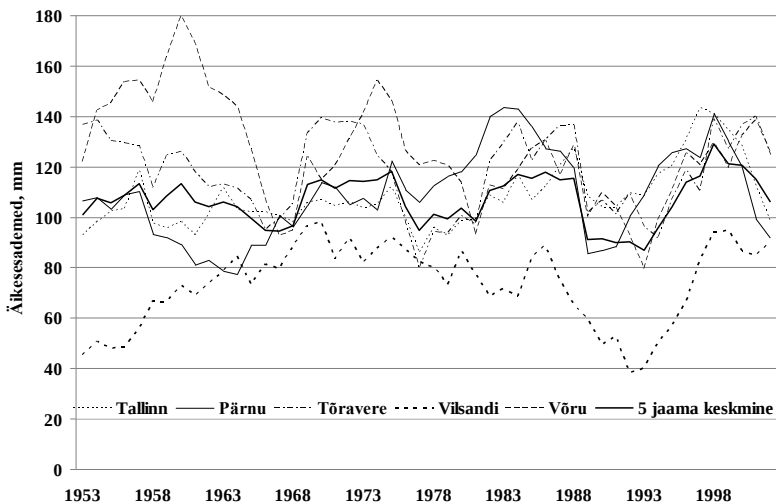
**Joonis 6.** Äikesesademetes hulga sesoonne muutlikkus mõnedes meteojaamades kuude viisi.

USA-s on leitud, et suvekuudel moodustavad äikesesademed Kesklaanes sademete hulgast kuni 80%, mis on mõnevõrra rohkem kui Kirde-Eestis juulis ja augustis. Samas USA läänerrannikul jääb vastav näitaja 20–40%

piiresse, mis on Eestiga võrreldav näitaja (Changnon, 2001). Ka Poolas on leitud, et kõige rohkem äikesega sajupäevi on suvel (Bielec-Bakowska, Lupikasz, 2009).

## Äikesesademetes muutlikkus aastail 1950–2005

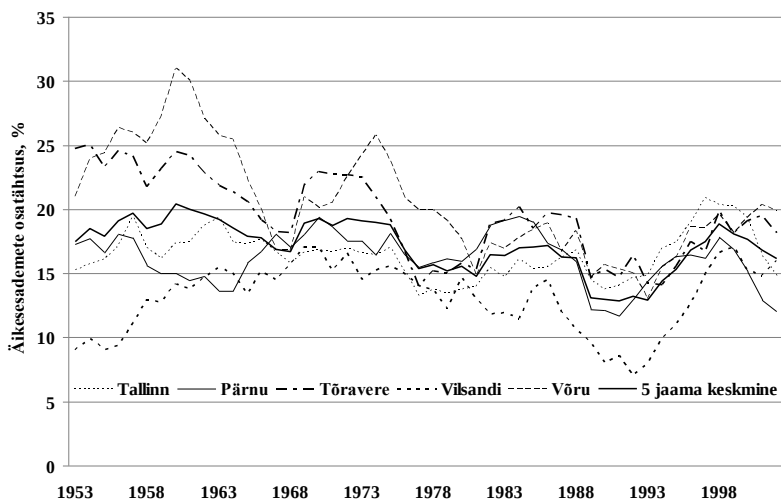
Äikesesademetes aastasumma 7-aasta libisev keskmine viie meteojaama andmetel on toodud joonisel 7. Võib märgata, et mõnede jaamade puhul ilmneb selge tsüklilisus perioodiga 12–13 aastat. Eriti hästi tuleb see esile sisemaa jaamades – Võrus ja Tõraveres, kusjuures viimase puhul kõige selgemalt. Maksimumid ilmnevad 1950ndatel, 1970ndate alguses, 1980ndate alguses ja 1990-ndate teisel poolel. Võru puhul on maksimumid võrreldes Tõraverre omadega veidi nihkes. Miinimumid jäävad 1960ndate ja 1970ndate lõppu ning 1980ndate lõpu ja 1990ndate algusesse. Ka Võru ja Tõraverre miinimumid on omavahel pisut nihkes, kuid üldiselt on nii miinimumid kui maksimumid omavahel suhteliselt heas kooskõlas.



**Joonis 7.** Äikesesademetes aastasumma 7-aasta libisev keskmine meteojaamades perioodil 1950–2005.

Pikaajaline tsüklilisus on rannikujaamade puhul halvasti või üldse mitte märgatav. Seega võib oletada, et perioodiline võib olla pigem sisemaa kohalike äikesetormide ja nendega seotud sademete esinemine, kuid merel ja rannikualadel domineerib frontaalne äike, mille esinemis-sageduse muutustes selged tsüklid puuduvad.

Sisemaal äikesesademetes summa tsüklilised kõikumised on siiski piisavalt suured, mistõttu tuleb ka viie jaama keskmise puhul 12–13 aastane tsükel selgelt esile. Trend samal ajal praktiliselt puudub ja usaldusväärseid muutusi perioodi 1950–2005 äikesepäevade sademete summas ei esine. Ka äikesesademetes osatähtsuse puhul aasta sademete koguhulga suhtes ilmnevad sarnased tsüklid just sisemaa jaamades Tõraveres ja Võrus (joonis 8). Miinimumid ja maksimumid langevad üldiselt kokku äikesesademetes summa vastavate miinimumide ja maksimumidega.



**Joonis 8.** Äikesesademetes osatähtsus aastas (%) 7-aasta libisev keskmine meteo-jaamades perioodil 1950–2005.

Pikaajaline tsüklilisus ilmneb ka viie jaama keskmise äikesesademetes osatähtsuse muutlikkuses, kusjuures äikesesademetes osatähtsuse aasta sademete hulgast on perioodil 1950–2005 vähenenud keskmiselt 4%,  $p < 0,05$ . Selle põhjuseks võib pidada talve või kogu aasta sademete hulga suurenemist (Jaagus, 1992), samal ajal kui suve sademete hulk ja äikesesademetes hulk pole oluliselt muutunud.

## Kokkuvõte

Käesolev töö on esimene, milles uuriti sademete ja äikese vahelisi seoseid Eestis. Töö põhineb Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudi (EMHI) sademete ja äikese vaatluse andmetel. Perioodi 1991–2003 kohta tehtud sademete ja äikese seoste territoriaalne analüüsil kasutati 22 vaatlusjaama andmeid. Ajavahemiku 1950–2005 kohta läbi viidud sademete ja äikese seoste pikaajalise muutlikkuse analüüsil kasutati viie meteoroloogia andmeid.

Töö tulemusena leiti, et perioodil 1991–2003 oli aasta äikesesademetes hulk 80–160 mm, kusjuures see suurenes läänest ja edelast ida ning kirde poole liikudes, olles maksimaalne Kirde-Eestis ja Jõgeva maakonnas. Aasta keskmine äikesesademetes osatähtsus aasta sajusummast oli 14–22 %, kusjuures maksimum jäi Kirde-Eesti rannikualadele. Maksimumi põhjustavad tõenäoliselt sisemaa kohal kujunenud äikesega seotud rünsajupilved, mis lõuna-edelavoolus Kirde-Eestisse kanduvad.

Analüüs kalendrikuude viisi näitas, et aprillist alates hakkab äikesesademetes hulk suurenema, saavutades maksimumi juulis (mõnel aastal ka augustis), kui see on Kirde-Eestis kuni 60% sademete koguhulgast. Alates augustist hakkab äikesesademetes osakaal langema, olles oktoobris mõnel pool rannikualadel ja saartel veel 5% lähedal. Kevadel oli äikesesademeid rohkem Kagu-Eestis, suvel Kirde-Eestis ning sügisel Lääne-Eestis. Kevadine maksimum sisemaal on seostatav maismaa kiirema soojenemisega, sügise maksimum rannikualadel aga mere aeglase jahtumisega.

Äikesesademetes pikaajalise muutlikkuse analüüs näitas, et sisemaa jaamades (Tartu ja Võru) tuleb esile 12–13 aasta perioodilisus äikesesademetes koguhulgas ja nende osakaalus aasta sademete summast. Mere mõju suurenedes perioodilisus nõrgeneb (Tallinn ja Pärnu) või puudub hoopis (Vilsandi). Äikesesademetes summa pikaajalist muutust ei ilmnenud. Ainsaks statistiliselt usaldusväärseks trendiks osutus äikesesademetes osatähtsus aasta sademete hulgas, mis on perioodil 1951–2005 vähenenud 4% võrra. See on ilmselt seotud tsükloonaalsuse tõusust tingitud talviste sademete osakaalu suurenemisega.

## Tänuavaldused

Käesoleva artikli valmimise, kannatlikkuse ning nõuannete eest avaldan tänu oma juhendajale Sven-Erik Ennole ja vajalike andmete eest EMHI-le.

## Kirjandus

- Alber, R.**, 2010. Äikese ajaline kestus ja sesoonsus ning ööpäevane jaotus Eestis 1963–2008. Bakalaureusetöö. Tartu Ülikooli geograafia osakond.
- Bielec, Z.**, 2001. Long-term variability of thunderstorms and thunderstorm precipitation occurrence in Cracow, Poland, in the period 1896–1995. *Atmospheric Research* **56**, 161–170.
- Bielec-Bakowska, Z., Lupikasza, E.**, 2009. Long-term precipitation variability on thunderstorm days in Poland (1951–2000). *Atmospheric Research* **93**, 506–515.
- Changnon, S.A.**, 2001. Thunderstorm rainfall in the conterminous United States. *Bulletin of the American Meteorological Society* **82**, 1925–1940.
- Chèze, J.-L., Sauvageot, H.**, 1997. Area-average rainfall and lightning activity. *Journal of Geophysical Research* **102**, 1707–1715.
- Enno, S.-E.**, 2007. Äikese sageduse ajalis-ruumiline muutlikkus Eesti territooriumil. Bakalaureusetöö. Tartu Ülikooli geograafia osakond.
- Enno, S.-E.**, 2009. Välgulöövide ajalis-ruumiline jaotus Eesti piirkonnas 2005–2008 ja NORDLIS andmete võrdlus kliimajaamade vaatlustega. Magistritöö. Tartu Ülikooli geograafia osakond.
- Jaagus, J.**, 1992. Periodicity of precipitation in Estonia. In: *Estonian Geographical Studies. Estonia, man and nature*. Tallinn, pp. 43–53.
- Jaagus, J., Briede, A., Rimkus, E., and Remm, K.**, 2008. Precipitation pattern in the Baltic countries under the influence of large-scale atmospheric circulation and local landscape factors. *International Journal of Climatology* **30**, 705–720.
- Jaagus, J., Tammets, T.**, 2007. Äärmuslikult kuivade ja sajaste päevade esinemissageduse territoriaalne jaotus Eestis perioodil 1957–2006. Rmt: Jaagus, J. (toim.), *Uurimusi Eesti kliimast*. Tartu Ülikooli Kirjastus, 109–116.
- Jürgenson, M., Ross, V., Tooming, H.**, 1962. Äikesevaatluste juhend. Pärnutrükk, Pärnu.
- Jürissaar, M.**, 1998. Lennuliiklusele ohtlikud meteoroloogilised nähted. Rmt: Liivamägi, J. (toim.), *Meteoroloogia*. OÜ Greif, Tartu, 132–150.
- Petersen, W. A., Rutledge, S. A.**, 1998. On the relationship between cloud-to-ground lightning and convective rainfall. *Journal of Geophysical Research* **103**, 14025–14040.
- Pineda, N., Rigo, T., Bech, J., Soler, X.**, 2007. Lightning and precipitation relationship in summer thunderstorms: Case studies in the North Western Mediterranean region. *Atmospheric Research* **85**, 159–170.
- Päädam, K.**, 2009. Ekstreemsademet ajalis-ruumilisest jaotusest Eestis. Bakalaureusetöö. Tartu Ülikooli geograafia osakond.

**Ross, V.**, 1970. Äike ja äikesekahjustused. Rmt: Tooming, H. (toim.), Inimene ja ilm. Tallinn, 99–110.

**Sheridan, S.C., Griffiths, J.F., Orville, R.E.**, 1997. Warm season cloud-to-ground lightning–precipitation relationships in the South-Central United States. *Weather Forecasting* **12**, 449–458.

**Soula, S.**, 2009. Lightning and Precipitation. In: Betz, H.-D., Schumann, U., Laroche, P. (Eds.), *Lightning: Principles, Instruments and Applications*. Springer, Berlin, pp. 447–463.

**Soula, S., Chauzy, S.**, 2001. Some aspects of the correlation between lightning and rain activities in thunderstorms. *Atmospheric Research* **56**, 355–373.

**Takayabu, Y.N.**, 2006. Rain-yield per flash calculated from TRMM PR and LIS data and its relationship to the contribution of tall convective rain. *Geophysical Research Letter* **33**, L18705.

**Eesti NSV kliimaatlas**. 1969. Tallinna Hüdrometeoroloogia Observatoorium. Tallinn.

**Tammets, T.**, 2008. Äike. Rmt: Tammets, T., Kallis, A., (toim.), Eesti ilma riskid. Tallinn, 21–28.

**Zipser, E.J.**, 1994. Deep cumulonimbus cloud systems in the tropics with and without lightning. *Monthly Weather Review* **122**, 1837–1851.

## SPATIO-TEMPORAL DISTRIBUTION AND LONG-TERM CHANGES OF THUNDERSTORM-RELATED PRECIPITATION IN ESTONIA, 1950–2005

Jüri Kamenik

### *Summary*

This is the first study of thunderstorm-precipitation relationships in Estonia. The analysis bases on thunderstorm and precipitation data obtained from Estonian Meteorological and Hydrological Institute (EMHI). Between 1991–2003, data from 22 weather stations were used to compile territorial analysis of thunderstorm-precipitation relationships. Between 1950–2005 data from five weather stations were used to discover the long-term trends in thunderstorm-precipitation relationships.

It was found that between 1991–2003, the annual thunderstorm-related precipitation amounts were 80–160 mm. Lowest values were recorded on western islands and highest values appeared in Northeastern Estonia.

Thunderstorm-related precipitation gave 14–22% of total annual precipitation, maximum was recorded near the Northeastern coast of Estonia. This maximum is likely caused by thunderstorms that are formed over inland areas, and are then moved toward the Northeastern coast by south-western airflow.

Monthly analysis showed that thunderstorm-related precipitation begins to increase in April, peaks in July and August with up to 60% of total precipitation in Northeastern Estonia. Then it begins to decline, but still remaining at about 5% in October near the coast regions and on the islands. During spring, more thunderstorm-related precipitation occurred in Southeastern Estonia, during summer in Northeastern Estonia and during autumn in Western Estonia. Springtime maximum is associated with faster warming of inland areas, whereas coastal maximum during autumn is related to slower cooling of sea.

The analysis of variability of the data between 1950–2005 revealed a 12–13 year periodicity of annual amount of thunderstorm-related precipitation. This periodicity is especially obvious in the inland weather stations (Tartu and Võru), but is much weaker in the coastal stations (Tallinn and Pärnu) and is not visible at all in a maritime station Vilsandi. No statistically reliable trends appeared in the annual total amounts of thunderstorm-related precipitation. However, it was found, that the ratio of the annual thunderstorm-related precipitation has decreased by 4%.

## **LUITELISED RANNIKUMAASTIKUD TAHKUNA POOLSAAREL HIIUMAAL**

Agnes Anderson

Viimastel aastakümnetel on luiteliste rannikumaastike kasutamine muutunud intensiivsemaks, mistõttu on paljudes riikides need maastikud tugevasti rikutud. Luitelised rannikumaastikud on väärtuslikud elupaigad taime- ja loomaliikidele, mida kinnitavad ka Natura 2000 alade nimekirjad. Viimasel ajal aktiveerunud erosiooniprotsessid rannas kui ka rannaalade intensiivistunud looduskasutus on toonud kaasa mitmete elupaikade hävinemise või nende seisundi halvenemise. Näiteks Madalmaades tegeletakse endiste luitemaastike taastamisega. Flandria rannik on Euroopas kõige enam linnastunud, kus 20. sajandil laiendati suurtel aladel mereäärseid puhkeasustusi. Madalmaade ja Prantsusmaa piirialast on kujunenud väga tihedasti asustatud piirkond, kus vaid kohati esineb hoonestamata luitemaastikke. Isegi allesjäänud ja seadusega kaitstud aladel on palju ehitisi või läbivad neid teed, mistõttu on looduslik keskkond killustatud ning luitemaastike säilimine on raskendatud (Herrier *et al*, 2005; Dubaille, 2005).

Analoogsed probleemid esinevad ka Eesti luitelistes rannikumaastikes, mida esineb piiratult (ca 200 km<sup>2</sup>). Sellest tulenevalt teostati ka uuringuid Hiiumaa luitealadel. Uurimuse peamised eesmärgid on:

- iseloomustada uuringuala luitemaastikke ning hinnata nende seisundit,
- analüüsida maastikukomponentide vahelisi seoseid,
- selgitada luitelistes rannikumaastikes toimunud muutusi viimastel aastakümnetel.



## Luiteliste rannikualade iseloomustus

Rannikuluidete esinemine on Eestis seotud liivarandadega, mis paiknevad enamasti lahtede külgedel ja soppides (Orviku, 1993). Luiteliste rannikumaastike tekke eelduseks on piisaval hulgal liiva olemasolu, mida tuul on võimeline edasi kandma ja kujundama luideteks. Osakesed, mille diameeter on 0,1–0,3 mm on kõige kergemini edasikantavad. Jahe ja niiske mereline kliima aga takistab tuiskliiva koondumist kõrgetesse luidettesse. Meri muudab rannikuala kliima pehmemaks kui sisemaal. Tuule kiirus on kõige suurem pealtuule nõlvade ülemises osas ja madalam tuulealuste nõlvade allosades. Lumikatte püsivus on samuti mõjutatud tuulest. Kui tuule kiirus on 5–7 m/s, võib tuul lume ära kanda. Seetõttu jääb luitehari lumeta ja järelejääv õhuke lumekiht sulab kevadel varakult. Luidete mikrokliima võib suuresti varieeruda sõltuvalt ala reljeefi liigestatusest, avatusest tuulele ja taimestikust (Hellemaa, 1999).

Luitelistes rannikumaastikes on muldade lähtekivimiks enamasti karbo-naadivaesed erineva terasuurusega liivad. Vihmavesi nõrgub kiiresti mullast läbi ja viib toitained kaasa. Sellepärast on liivmullad kuivad ja toitainevaesed ning alluvad leetumisele. Tugev hoovihm võib põhjustada taimestikuta luidete nõlvadel märkimisväärset erosiooni.

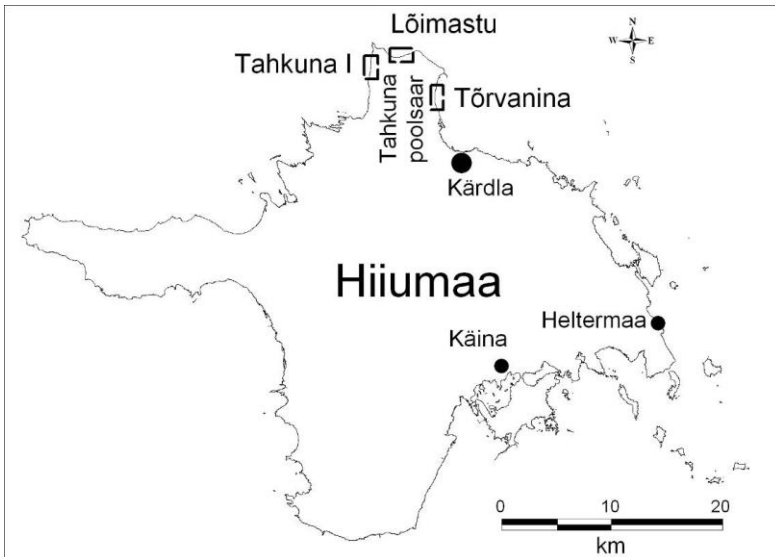
Luitemaastikud on kiiresti muutuvad. Olulisemad (suuremad) on muutunud nüüdisrannas. Viimastel aastakümnetel on registreeritud tormisuse tõusu ja tsüklonaalse tegevuse aktiveerumist, millega kaasneb ajutine merevee tõus, mis põhjustab suuri muutusi randades (Orviku *et al*, 2003; Riviis, 2005; Tõnisson, 2008). Oluline osa on ka liivarandade kujunemises tuuletegevusel.

Nüüdisrannaga piirnevad vanemad rannaalad ulatuvad kerkivatele rannikutele tänapäeva rannajoonest mitmete kilomeetrite kaugusele. Selles piirkonnas puudub meretegevuse otsene mõju. Need alad on jõudnud stabiliseeruda: neil on kujunenud noored mullad ja erinevad taimekooslused. Selles rannikumaastike osas on olulisemad inimtegevusega seotud muutused (Ratas *et al*, 2008). Enamasti on neil aladel kasvatatud metsa, kuid eelmise sajandi alguses kasutati rannaalasid ka karjamaana. Eesti rannikualad on olnud seotud ka militaartegevusega, millega kaasnesid muutused taimkattes kui ka pinnamoes (Gustavson, 1994; Nerman, 2008). Suur osa Eesti rannikust oli nõukogude perioodil aastakümneid piiritsooniks, kuhu tsiviilelanikud ei pääsenud ega saanud ka neid alasid kasutada. Viimastel aastakümnetel alates taasiseseisvumisest on suurenenud luitemaastikes rekreatiivne tegevus, mille tulemusena on püstitatud vastava otstarbega ehitisi. Hoogustunud on ka elamute ehitamine, peamiselt Tallinna ümbruses. Luiteliste rannikumaastike

kasutamine on mitmekesine ning, mida rohkem esineb rannikumaastikes konfliktseid tegevusi, seda enam on rannikumaastikud kahjustatud (Carter, 1998).

## Uurimisala üldiseloostus

Eesti üheks tuntuimaks luiteliste rannikumaastike piirkonnaks on Tahkuna poolsaar Hiiumaal (joonis 1). Aluspõhjakiivid asuvad siin sügaval ega mõjuta nüüdisaegsete maastike kujunemisest. Oluline osa on aga glatsiaalsetel ja postglatsiaalsetel pinnavormidel ning setetel, millest valitsevaks on liivad. Poolsaare pinnamood jaguneb üldjoontes kaheks: vähem liigestatud lääneosaks ja liigestatumaks idaosaks. Poolsaare lääneosas paikneb loode-kagusuunaline glatsiofluviaalne kõrgendik, kus maapinna kõrgus ulatub kuni 21 m ü.m. Kõrgendik, mille läänenõlval esineb luiteid, laskub üsna järsult merre. Tuntumaks on lääneosas Kauste luited, kus toimusid eelmise sajandi algul luiteliivade kinnistamise katsed (Tiismann, 1924).



**Joonis 1.** Maastikuprofilide asukohad Hiiumaal Tahkuna poolsaarel.

Poolsaare idaosa on madalam, kuid seal on reljeef rohkem liigestatud. Rannamoodustised on siin tekkinud Limneamere staadiumi vältel – u. 4500 aasta jooksul. Pinnamoodi liigestavad luited ja luitestunud rannavallid, mille vahele jäävad soostuvad ja soostunud nõod ning üksikud järved. Rannavallid on mõnesaja meetri kuni mitme kilomeetri pikkused. Põhjavee tase on kõrge ja iseloomulikuks protsessiks on alal mineraalmaa rabastumine (Kurm, 1962), mille tagajärjel nõod täituvad soosetetega ning turvas ”kasvab” üle madalate rannamoodustiste, mistõttu toimub pinnamoe tasandumine ja maastikulise struktuuri ühtlustumine (Rivis *et al.*, 2009). Rannaäärsetel aladel on positiivsetel pinnavormidel valitsevaks nõmme- ja palumetsad. Paljud siinsed kooslused kuuluvad Natura 2000 elupaigatüüpide hulka.

## Metoodika

Käesolevas töös on uuritud maastike väiksemaid üksusi – paigaseid. Paigaste eraldamisel on määravaks komponendiks pinnaehitus, mis suures osas määrab taimkattelis-mullastikulise kompleksi kujunemise ning seega ka erineva maakasutuse. Maastikulise struktuuri iseloomustamiseks ning maastikukomponentide vaheliste seoste leidmiseks koostati maastikuprofiilid. Tahkuna poolsaare erinevates osades koostatud kolm maastikuprofiili läbivad erinevaid paigasetüüpe. Tahkuna I maastikuprofiil (264 m, maapinna suurim kõrgus ca 12 m ü.m.), asub poolsaare lääneosas; Lõimastu maastikuprofiil (126 m, 6 m ü.m.) põhjaosas ja Tõrvanina maastikuprofiil (34 m, 2 m ü.m.) poolsaare idaosas. Maastikuprofiilidel kirjeldati 30. tugipunkti erinevaid maastikukomponente, lisaks võeti tugipunktidest mullaproove labortoorseks analüüsiks (valdavalt ülemisest 0–20 cm kihist). Mullaproovidest määratimehhaaniline koostis kui ka mõningadagrokeemilised näitajad. Taimestikku uuriti igas tugipunkti kolmel ühe m<sup>2</sup> suurusel prooviruudul, kus registreeriti liigiline koosseis ja määrati üldkatvus. Tahkuna luitelises rannikumaastikus asetleidnud muutuste kohta kasutati samadel võtmealadel varem tehtud uuringute andmeid Bachmann (2001).

## Tulemused ja arutelu

Luiteliste rannikumaastike kujunemisel on limiteerivateks teguriteks soolsus, veerežiim, liivade liikumine ja toitainete varu (Van der Maarel, 1997). Nende tegurite varieeruvusest sõltub erinevate paigasetüüpide kujunemine. Uuringualad on lihtsa maastiku struktuuriga, kus esineb neli

paigasetüüpi: liivaranna, luitestunud liivast rannavallide, luitestunud mereliivatasandike ja luitepaigased, mis paiknevad enamasti kitsaste vöönditena paralleelselt rannajoonega. Nendest enamus kuuluvad eluviaalsete maastike hulka, kus põhjavesi asub sügval ning taimed saavad niiskuse sademeteveest. Liivarannad kuuluvad, aga transakvaalsete maastike hulka, mida iseloomustab merevee sagedased ülejutused.

### ***Tahkuna maastikuprofiilidel eristatud paigaste iseloomustus***

**Liivaranna paigased** on kuni 14 m laiused ja ulatuvad rannajoonest kuni 1,3 m ü. m. Neid iseloomustab meretegevuse otsene mõju ning taimestiku ja mulla puudumine (joonis 2). Rannaprofiil on enamasti lauge, maapinna tõus on 9–14 cm ühe meetri kohta. Profiil lõpeb maismaa pool rannavallidesse murrutatud madala astanguga, mille kõrgus Tõrvaninal ulatub 1 meetrini (joonis 2,6). Setted on siin valdavalt peene- ja keskmiseteralised.



**Joonis 2.** Tahkuna poolsaare lääneosas asuva Tahkuna I maastikuprofiili liivarannapaigas (*vasakul*) ja poolsaare idaosas asuva Tõrvanina maastikuprofiili liivarand, mis on tugevasti murrutatud (*paremal*).

Intensiivse lainetuse tõttu on taimede kinnistumine liivarannale raskendatud. Kuna ala on mõjutatud mereveest, siis suudavad siin kasvada soolasele keskkonnale kohastunud taimeliigid. Kasvupinnase  $pH_{H_2O}$  varieerub vahemikus 5,1–6,1. Tormilainega visatakse rannaliivale sagedasti adru, mis on kasvukohaks üheaastastele nitrofiilsetele taimeliikidele (näiteks randmalts (*Atriplex littoralis* jt)).

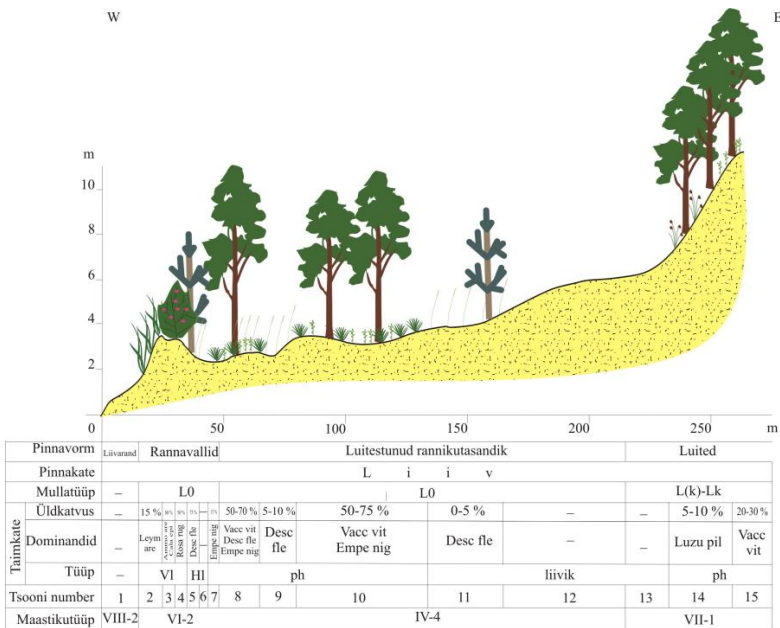
**Luitestunud rannavallide paigaseid** esineb Tahkuna poolsaare lääne- ja põhjarannikul. Pinnamood on siin liigestatud ja maapinna kõrgus küündib ligi 4 m ü.m. Pinnakattes esinevad keskmise- ja jämedateralised liivad. Vallistiku moodustavad madalad halvasti väljakujunenud vallid (suhteline kõrgus alla 0,5 m). Siin kohtab primitiivseid liivmuldi. Rohurinde üldkatvus on enamasti 15–40%, mida oluliselt mõjutab rannalt kantud liiv. Suuresti erineb muust osast merepoolsema rannavalli merepoolne nõlv, mis on tugevasti murrutatud ja kus muld puudub.

Peale liigestatud mikroliejefi ja avatuse meretuulele on oluline puude ja põõsaste olemasolu, mis vähendavad tuule mõju ning muudavad ka valgustingimusi. Mõnevõrra erineb Tõrvanina rannavallide taimkate eespool kirjeldatust, kus leetunud muldadel kasvab inimese poolt mõjutatud mustikamännik. Lõimastu rannavalli maapoolne nõlv on aga tugevasti mõjutatud inimtegevusest. Valli jalamit läbib nõukogude ajal rajatud piiririba, mis lõikub pinnasesse (joonis 3).



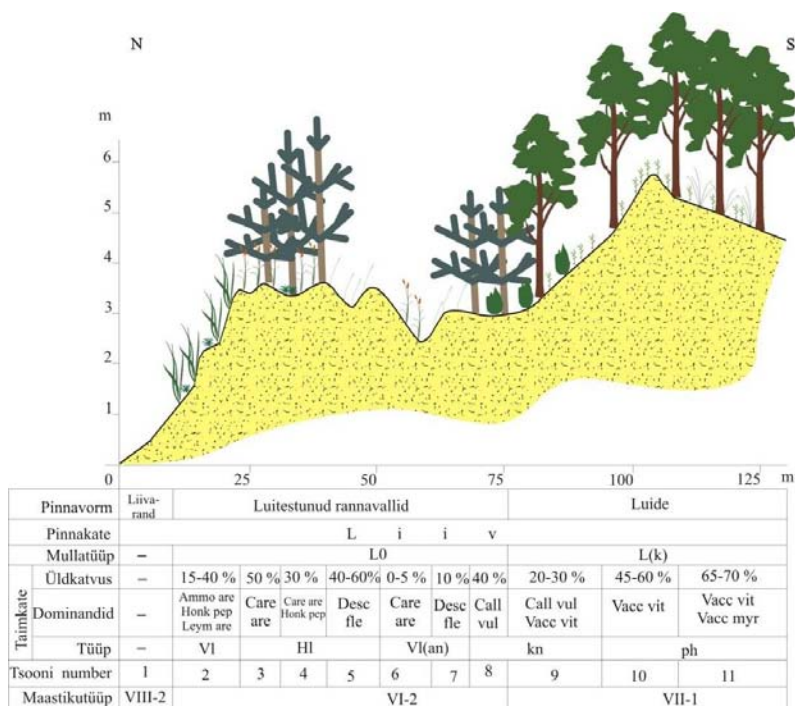
**Joonis 3.** Lõimastu maastikuprofiili läbiv kunagine piirivalvete (vasakul) ja Tahkuna I maastikuprofiili tasandikuline ala (paremal).

**Luitestunud mereliivatasandiku paigas.** Luitestunud mereliivadest kujunenud rannikutasandikku on kirjeldatud ainult Tahkuna I maastiku-profiilil, mis on liigestatud madalate luitetega ja uhtenõgudega (joonis 3). Tasandiku laius (ulatus piki maastikuprofiili) on ligi 170 m. Tasandiku merepoolses osas kasvavad männid. Sellele järgnev taimkatteta ala on tugevasti mõjutatud tuuleerosioonist ja setete mehaaniline koostis varieerub suuresti keskmiseteralisest liivast kuni väga jämedateralise liivani. Varieeruv on ka mullastik ja taimkate. Siin kohtab nii palumänniku laike humuslikel leedemuldadel kui ka lausalise taimkatteta ja mullata alasid. Palumänniku laikudes on alustaimestiku üldkatvus 50–70 %, tuulenõgudes, kus peamiselt kohtame erinevaid samblikuliike, vaid 0–5%. Mullaprofiili ülaosas  $pH_{H_2O}$  varieerub vahemikus 4,4 (metsa-laikudes) kuni 5,2 (taimestikuta alal).

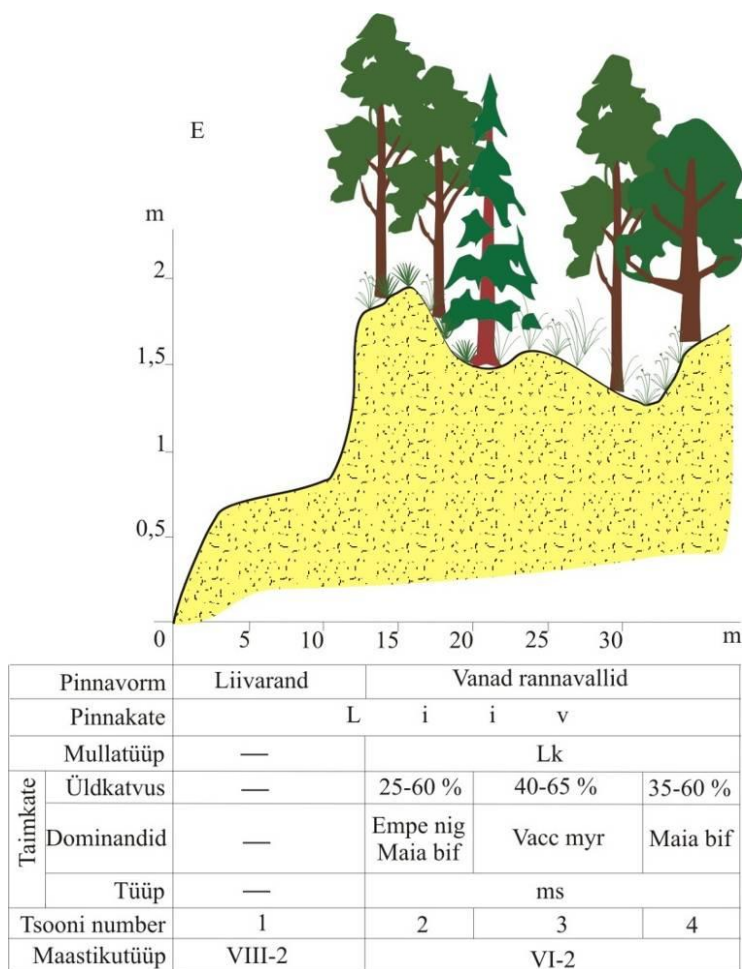


**Joonis 4.** Tahkuna I maastikuprofiil, profiili asukoht joonisel 1 (lühendid tabel 1).

**Luitepaigased** esinevad Lõimastu ja Tahkuna I maastikuprofiilil, kus maapinna absoluutne kõrgus ulatub ligi 12 m ü.m., suhteline kõrgus jääb 3–6 m vahemikku (joonis 4 ja 5). Luited koosnevad keskmiseteralistest liivadest. Tavaliselt kasvavad luidete harjadel ja tuulealustel nõlvadel pohla- ja kanarbikumännikud huumuslikel leedemuldadel ja leetunud muldadel. Mullaprofiili ülaosas  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  varieerub 4,1 kuni 4,8. Luidete maapoolsed nõlvad on tiheda alustaimestikuga, Lõimastus ulatub taimeistiku üldkatvus 70%. Reeglina on tuulepealsetel nõlvadel üldkatvus väiksem.



**Joonis 5.** Lõimastu maastikuprofiil (asukoht joonisel 1, lühendid tabelis 1).



**Joonis 6.** Tõrvanina maastikuprofiil (asukoht joonisel 1, lühendid tabelis 1).

**Tabel 1.** Maastikuprofiilidel kasutatavad lühendid.

MULD (kasutatud on Eesti mullakaardi 1 : 10 000 mullanimetusi)

|             |                      |
|-------------|----------------------|
| <b>Lo</b>   | primitiivne liivmuld |
| <b>L(k)</b> | huumuslik leedemuld  |
| <b>Lk</b>   | leetunud muld        |



TAIMKATTETÜÜP

|                         |                                |
|-------------------------|--------------------------------|
| <b>Metsad:</b>          |                                |
| <b>kn</b>               | kanarbiku                      |
| <b>ph</b>               | pohla                          |
| <b>ms</b>               | mustika                        |
| <b>Rannikutaimkond:</b> |                                |
| <b>VI</b>               | Valge luide                    |
| <b>VI(an)</b>           | Valge luide, tugevasti rikutud |
| <b>HI</b>               | Hall luide                     |

SOONTAIMED

| <b>Lühend</b>   | <b>Ladinakeelne nimetus</b>   |
|-----------------|-------------------------------|
| <b>Ammo are</b> | <i>Ammophila arenaria</i>     |
| <b>Atri lit</b> | <i>Atriplex littoralis</i>    |
| <b>Cala epi</b> | <i>Calamagrostis epigeios</i> |
| <b>Call vul</b> | <i>Calluna vulgaris</i>       |
| <b>Care are</b> | <i>Carex arenaria</i>         |
| <b>Desc fle</b> | <i>Deschampsia flexuosa</i>   |
| <b>Elyt jun</b> | <i>Elytrigia junceiformis</i> |
| <b>Empe nig</b> | <i>Empetrum nigrum</i>        |
| <b>Gali ver</b> | <i>Galium verum</i>           |
| <b>Honk pep</b> | <i>Honkenya peplodes</i>      |
| <b>Leym are</b> | <i>Leymus arenarius</i>       |
| <b>Luzu pil</b> | <i>Luzula pilosa</i>          |
| <b>Maia bif</b> | <i>Maianthemum bifolium</i>   |
| <b>Mela pra</b> | <i>Melampyrum pratense</i>    |
| <b>Rosa rug</b> | <i>Rosa rugosa</i>            |
| <b>Vacc myr</b> | <i>Vaccinium myrtillus</i>    |
| <b>Vacc vit</b> | <i>Vaccinium vitis-idaea</i>  |

MAASTIKUTÜÜP

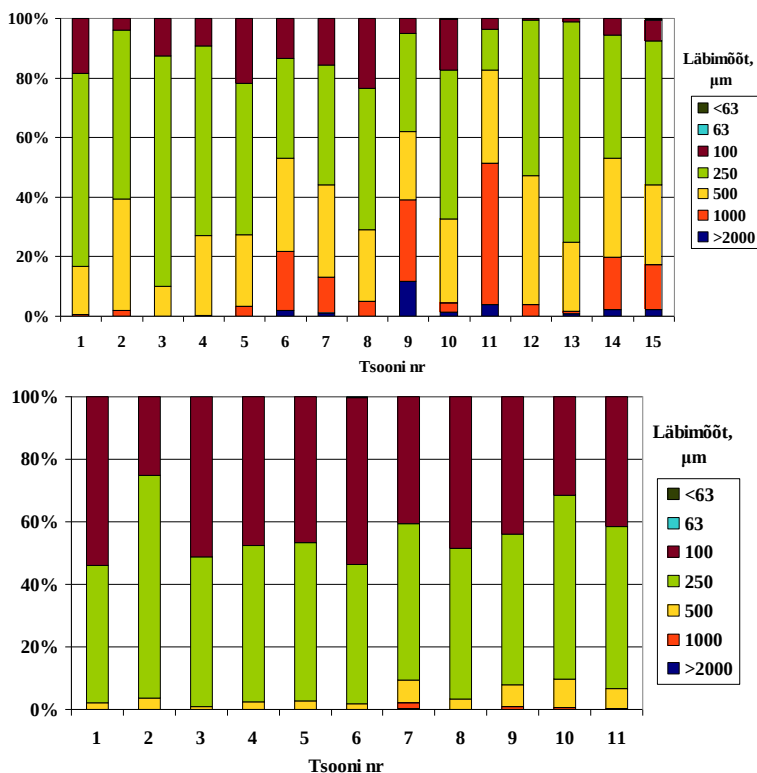
| Šiffer | Paigasetüüp                            |
|--------|----------------------------------------|
| IV-4   | Tüüpilised mereliivatasandike paigased |
| VI-2   | Liivast rannavallide paigased          |
| VII-1  | Luitepaigased                          |
| VIII-2 | Liivarandade paigased                  |

Nagu eelnevast nähtub, sõltub luiteliste **rannikumaastike mitmekesisus** oluliselt pinnaehitusest. Pinnakattes esinevad erineva terasuurusega liivad, mis mõjutavad taimestiku kujunemist ja maastike arengut (joonis 7).

Uuritud alale on iseloomulik avatud koosluste esinemine rannas ja selle vahetus läheduses ning deflatsioonialadel, kus muld puudub või esinevad primitiivsed liivmullad. Seal, kus kasvutingimused paremad, on kujunenud nõrgalt leetunud huumuslikel leedemuldadel ja leetunud muldadel nõmme- ja palumetsad. Metsade arengule on kaasa aidanud inimene männikultuuride rajamisega.

Tähtis osa on lainetusel, mis muudab rannaprofiili ja merevee ülejutusel, mis rikastab randa mereliste elementidega, eelkõige naatriumi ja klooriga (Kumler 1997; Ratas, Ravis, 2003) ning randa uhutaval adrul. Merevesi mõjutab tugevate tormidega ka eelluiteid ning vähemal määral (pritsmetega) neile järgnevaid kõrgemaid alasid. Rannajoonest kaugenedes muutub mere mõju väiksemaks. Olulisemaks muutub aga muldade kujunemine, kus põhiprotsessiks leetumine.

Luiteliste rannikumaastike taimekooslused on liigivaesed, domineerib sambla-samblikurinne, moodustades kuni 95 % üldkatvusest. Enamlevinud sambla- ja samblikuliigid on harilik kaksikhammas (*Dicranum scoparium*), liiv-karusammal (*Polytrichum piliferum*), samblikest harilik põdrasamblik (*Cladina rangiferina*), sarv-porosamblik (*Cladonia cornuta*).



**Joonis 7.** Tahkuna I (ülemine) ja Lõimastu (alumine) maastikuprofiili setete granulomeetriline koostis. Tsooni nr maastikuprofiilil rannast sisemaa suunas.

**Maastike muutused viimastel aastakümnetel** on põhjustatud nii maastike enda arengust kui ka keskkonnategurite muutustest ning inimtegevusest. Häiringud on seotud peamiselt vee- ja tuuleerosiooniga. Suuremaid muutusi on uuritaval alal põhjustanud viimastel aastakümnetel aktiveerunud rannaprotsessid. Need protsessid mõjutavad eelkõige nüüdisranda, mis allub kergesti lainete tegevusele. Kui merevee tase on keskmisest kõrgem ja lainetugevus suur, suudavadained tungida ajuveeranda ja viia ära sealt palju setteid. Seetõttu on nüüdisrannas kujunenud ca ühe meetri kõrgune astang ning ranna morfoloogia on oluliselt muutunud. Erosioonile on allunud merepoolsed rannavallid. Võrreldes Lõimastu 1999. ja 2009. aasta maastikuprofiile ilmneb, et rannajoon on taganenud umbes 10 meetrit. Pinnamoe muutused võivad olla tingitud ka inimtegevusest. Tõrvanina maastikuprofiilil on toimunud

väga tugevad muutused, mis on tingitud nii tugevatest tormidest kui ka Lehtma sadama ehitamisest (Raukas *et al*, 1994; Rivis, 2005). Seetõttu on setete liikumine häiritud. Nii ei pääse rannavööndis liikuv liiv enam teisele poole sadamaehitisi, kus intensiivistuvad. Alates 1976. aastat on Lehtma sadama varjust ära kantud ligi 100 m laiune avakooslustega rannavallide ala. Tänapäeval esineb ranna maapoolses osas ühe meetri kõrgune astang ja liivarand piirneb vahetult metsaga (joonis 6). Uuritud alast lõunapool on aga leidnud aset liivast maasääre pidev kasvamine (Rivis, 2005).

Taimekoosluste arengus ja taimkatte muustrite kujunemisel on oluline osa abiootilisel faktoril (substraat, reljeef jm). Abiootiliste faktorite muutumisega võib toimuda nihe ka liikide ja koosluste levikus (Altnurme, 2007). Selgemalt ilmnesid muutused taimkattes eelkõige liikide vahetumises, mida seostatakse ökosüsteemi, koosluse ning populatsiooni omaduste ajaliste muutustega (Glenn Lewin, Van der Maarel, 1992). Kordusuuringute vahelisel ajal on seoses intensiivistunud erosiooniga hävinud merehumura (*Honkenya peploides*) kasvukoht nii Tahkuna, Lõimastu kui Tõrvanina maastikuprofiilidel. 2009. aasta kordusuuringute ajaks oli merihumura kasvukoht rannas ära kantud ning rannajoon maismaa poole nihkunud. Merihumura kasvab nüüd vaid Lõimastu ja Tahkuna I profiilil merepoolseima rannavalli merepoolsel nõlval koos liiv-väreskaera (*Leymus arenarius*) ja rand-luidekaeraga (*Ammophila arenaria*).

Liikide vaheldumine võib kaasneda ka valgustingimuste muutusega, mis on aset leidnud männi loodusliku uuenemisega rannast kaugemal. Luitelistel liivadel esinevad taimede jaoks küllaltki ekstreemsed tingimused – väike toitainete hulk, niiskuse defitsiit, kõrge temperatuur jms, mis takistab seemnete idanemist ning seetõttu on eelis laiendada vegetatiivse paljunemisega taimedel, näiteks liivtarnal (*Carex arenaria*). Oluline muutus taimestikis on seotud kurdlehise kibuvitsa (*Rosa rugosa*) sissetulekuga (Tahkuna I profiil). Viimastel aastakümnetel on liik laiendanud oma kasvuala ka Eesti läänepoolsetesse randadesse. Kurdlehine kibuvits paljuneb väga hästi vegetatiivselt, moodustab ulatuslikke põõsastikke, mis vähendavad rannikualade liigirikkust ning puhkeala kasutusvõimalusi.

## Kokkuvõte

Luiteliste rannikumaastike mitmekesisus sõltub eelkõige pinnamoest, mis Tahkuna poolsaarel on üsna liigestatud, kuid ka setete mehaanilisest koostisest. Suuremaid muutusi on uuritaval alal põhjustanud aktiveerunud rannaprotsessid, oluline on ka maapoolses osas aktiveerunud rannaprotsessid. Võrreldes erinevatel aegadel tehtud uuringute tulemusi võib täheldada viimastel aastakümnetel Tahkunas järgnevaid valdavalt paigasesiseseid muutusi:

- mõningate liikide nagu nõmm-liivatee (*Thymus serpyllum*), vesihaljas haguhein (*Koeleria glauca*), ümaralehine kellukas (*Campula rotundifolia*) jt kadumine.
- Liivarandadele iseloomuliku merihumuri-vööndi kitsenemine või täielik kadumine.
- Metsanoorendike muutumine metsakooslusteks, mis põhjustab kooslustes valgustingimuste muutusi, metsakõdu juurdetulekut jm.
- Kõige suuremad muutused on tingitud liiva ärakandest, eriti Tõrvanina uurimisalal, kus on ära kadunud valge ja halli rannikuluidete taimekooslused.

## Tänuavaldus

Autor tänab Urve Ratast ja kõiki inimesi, kes on osalenud välitöödel ja aidanud kaasa andmete töötlemisel. Autor on tänulik Leiti Kannukesele ja Eva Nilsonile, kes määrasid sambla- ja samblikuliike. Uurimust on toetanud Eesti Teadusfondi grantid ETF7564, ETF9191 ning Eesti Haridus- ja Teadusministeerium sihtfinatseeritav teema nr. SF0280009s07 kaudu.

## Kirjandus

- Altnurme, Ü.** 2007. Harilaiu floora ja taimkatte dünaamika aastatel 1933–2001. Magistritöö. Tartu Ülikooli Botaanika ja Ökoloogia Instituut.
- Bachmann, K.** 2001. Tahkuna luitelised rannikumaastikud ja neis esinevad muutused. Bakalaureusetöö. Tallinna Ülikooli Matemaatika ja Loodusteaduste Instituut.
- Carter, R. W. G.** 1998. Coastal environments. An Introduction to Physical, Ecological and Cultural Systems of Coastline. Academic Press, London.
- Dubaille, E.** 2005. The French policy experience of purchasing coastal areas. In: *Proceedings Dunes and Estuaries 2005: International Conference on nature restoration practices in European coastal habitats, Koksijde, Belgium 19–23 September 2005. VLIZ Special Publication 19* (Herrier, J. L., ed.), pp. 69–76.
- Glenn Lewin, D. C., van der Maarel, E.** 1992. Patterns and processes of vegetation dynamics. In: *Plant succession: theory and prediction* (Glenn Lewin, D. C., Peet, R. K., Veblen, T. T., eds.), pp. 11–59. Chapman & Hall, London.
- Gustavson, H.** 1994. *Mõnda Naissaarest*. Varrak, Tallinn.
- Hellemaa, P.** 1999. The Development of Coastal Dunes and Their Vegetation in Finland. University of Helsinki, Department of Geography.
- Herrier, J. L., Van Nieuwenhuyse, H., Deboeuf, C., Deruyter, S., Leten, M.** 2005. Sledgehammers, cranes and bulldozers: restoring dunes and marshes by removing buildings and soil. In: *Proceedings Dunes and Estuaries 2005: International Conference on nature restoration practices in European coastal habitats, Koksijde, Belgium 19–23 September 2005. VLIZ Special Publication 19* (Herrier, J. L., ed.), pp. 79–94.
- Kumler, M. L.** 1997. Critical environmental factors in dry coastal ecosystems. In: *Dry Coastal Ecosystems. Ecosystems of the World 2C. General Aspects* (Van der Maarel, D., ed.), pp. 387–409. Elsevier, Amsterdam.
- Kurm, H.** 1962. Hiiumaa sood. *Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 1960/61*, lk. 174–195. Tallinn.
- Nerman, R.** 2008. Aegna. Tallinna Raamatutrükikoda, Tallinn.
- Orviku, K.** 1993. Nüüdisrandla. Rmt: *Eesti šelfi geoloogia* (Lutt, J., Raukas, A., toim.). lk. 29–39, Eesti Teaduste Akadeemia, Tallinn.
- Orviku, K., Jaagus, J., Kont, A., Ratas, U., Ravis, R.** 2003. Increasing activity of coastal processes associated with climate change in Estonia. *Journal of Coastal Research*. 19. 364–375.
- Ratas, U., Ravis, R.** 2003. Coastal dune landscapes of Estonia. In: *Forestry Studies / Metsanduslikud uurimused XXXIX* (Mandre, M., ed.), pp. 9–19. Eesti Loodusefoto, Tartu.

**Ratas, U., Ravis, R., Käärt, K.** 2008. Changes of coastal dune landscapes in Estonia. In *Forestry Studies / Metsanduslikud uurimused* 49 (Sibul, I., Ploomi, A., eds.), pp. 59–70. Greif OÜ, Lohkva.

**Raukas, A., Bird, E., Orviku, K.** 1994. The provenance of beaches on the Estonian islands of Hiiumaa and Saaremaa. *Proc. Estonian Acad. Sci. Geol.* **43**, 2, 81–92.

**Ravis, R.** 2005. *Shoreline dynamics in Estonia associated with climate change*. Vali Press, Põltsamaa.

**Ravis, R., Vilumaa, K., Ratas, U.** 2009. Development of aeolian coastal landscapes on the island of Hiiumaa, Estonia. *Journal of Coastal Research SI*, **56**, 655–659.

**Tiismann, B.** 1924. Hiisaare rannikluited, nende kinnitamine ja metsastamine. *Tartu Ülikooli Metsaosakonna toimetused* 1. Ülikooli Õppemetskond, Tartu.

**Tõnisson, H.** 2008. Development of spits on gravel beach type in changing storminess and sea level conditions. Vali Press, Põltsamaa.

**Van der Maarel, E.** 1997. Differentiation of dry coastal ecosystems. In: *Dry Coastal Ecosystems. Ecosystems of the World 2C. General Aspects* (Van der Maarel, E., ed.), pp. 191–194. Elsevier, Amsterdam.

## AEOLIAN COASTAL LANDSCAPES OF TAHKUNA PENINSULA

Agnes Anderson

### *Summary*

This study examined changes caused by natural processes and human activities in aeolian coastal landscapes in recent decades. The study areas are located in the northern part of Hiiumaa Island on Tahkuna Peninsula. The method of compiling landscape profiles, showing cross-sections of landforms, reveals interrelations between landscape components, structure and characterization. Grain-size analysis was used to describe the sediments. The vegetation was described on sample plots. The Tahkuna study sites are situated on the coastal areas of Tahkuna Peninsula. The dominating landforms are sandy beaches, ancient beach ridges, sandy plains and dunes which are located mostly in narrow zones parallel to the coastline. Diversity of coastal landscapes depends on topography. The investigated area is characterized by the presence of open habitats on the beach and its immediate vicinity, and deflation areas. Plant communities in coastal dunes landscape are not rich in

species, but the significance lies in the richness of moss and lichen species. Sand dune vegetation succession occurs in a sequence beginning with foreshore communities, through mobile dunes and fixed dunes including grassland, heath and forests. Grain-size varies between coastal landforms as well as regionally, which is explained by the difference between the source materials. The difference in beach grain-sizes may be due to surface erosion caused by wave activity – beaches are enriched with fine sediments. Most of the study areas belongs to the Tahkuna Nature Reserve (total area 1869 ha). The reserve is created to protect species and their habitats, protection of rare bird species, natural habitats of wild fauna and flora. Many communities are protected by the list of European Union Habitats (Natura 2000). Human influence that has changed the landscapes over time in different activities and their intensities. Coastal landscapes were used for forestry and pasture. In recent decades they have increasingly been used in recreational a purpose which leads to intensification of the use and destruction or degradation of various habitats. Therefore it is essential to improve the implementation of environmental management in these areas.



## **KUIDAS AVASTATI EESTI PÕLEVKIVI? ESMAMAINIMISEST ESMAKASUTUSENI**

Mait Sepp, Taavi Pae, Erki Tammiksaar

### **Sissejuhatus**

Ajaloolised ülevaated uuritavast objektist on teadusartiklite lahutamatu osa, seda ka Eesti põlevkivi käsitlevate tööde puhul. Sageli on sellised teemasse sissejuhatavad osad pinnapealsed, milles tuuakse ära vaid tähtsamad isikud ja daatumid. Üsna tihti kipuvad ajalooliste faktide loetelud teineteist kordama kuna põlevkivist kirjutavate autorite põhitähelepanu on suunatud nende jaoks olulisemate küsimuste käsitlemisele. Tavaliselt jääb puudu ka laiemast ajalooühusest ja mineviku sündmusi vaadeldakse tänastest teadmistest lähtuvalt ega peeta varemavaldatud teavet vajalikuks kontrollida või kriitiliselt analüüsida. Vahest pole ajaloolise informatsiooni kontrollimine sisuliselt ka võimalik või võtaks ebaproportsionaalselt palju aega. Nii ei ole harvad juhtumid, kus kunagi algallikasse sattunud viga kordub ja moondub järgnevates tekstides. Käesolevas töös vaadeldakse Eesti põlevkiviuurimise eelajalugu, mille all mõistetakse siin perioodi 1869. aastani, mil Kukruse „guaanolademete“ leidmine ärgitas põlevkivi põhjalikumalt uurima ja kasutusele võtmist kaaluma.

Eestis on põlevkiviuurimise eelajaloo osas välja kujunenud teatud traditsiooniline käsitlus, mis kordub nii teaduslikus kui ka populaarteaduslikus kirjanduses. Nõukogude perioodil ilmunud kirjutistes (näiteks Jeret 1965; Baukov, Mustjõgi 1968) esitatud eelajaloo versiooni ilmselgeks algallikaks on akadeemik Agu Aarna (1915–1989) populaarteaduslikud tööd (Aarna jt 1954; Аарна 1956; Aarna 1965), kes omakorda toetus oma kirjutistes raamatule „Riigi põlevkivitööstus 1918–1928“ ([Raud] 1928: 32–36) ja ka järgnevatele ilmselt M. Raua poolt sarnaselt koostatud ja osalt sarnase tekstiga juubeliraamatutele (ilmusid 1933 ja 1938). Eriti

hästi on see jälgitav Aarna 1989. aastal ilmunud raamatus „Põlevkivi“, milles ta kolmel leheküljel (vrd Aarna 1989: 23–25) peaaegu sõna-sõnalt tsiteerib ülalnimetatud raamatu lehekülgi (34–36). Aarna kirjutab küll oma raamatu sissejuhatuses, et „.../ autor on kasutanud kolleegide poolt kogutud materjale, millele vastavas kohas on viidatud“ (Aarna 1989: 5), kuid kirjanduse loetelus viide raamatule „Riigi põlevkivitööstus 1918–1928“ puudub.

„Riigi põlevkivitööstus 1918–1928“ ja ka järgnevad juubeliraamatud on ilmunud Tallinnas, kuid ilma autorita. Eesti riigiarhiivis säilitatav Eesti põlevkivitööstuse alusepanija insener Märt Raua (1878–1952, joonis 1) käsikiri „Eesti põlevkivitööstuse ajalugu 1918–1940“<sup>1</sup> võimaldab selle raamatu peamise autorina (vähemalt ajaloolistes osades) identifitseerida just M. Raua. Kuigi käsikiri on dateeritud 10. detsembriga 1948, võimaldab selle võrdlemine raamatuga „Riigi põlevkivitööstus 1918–1928“ lihtsalt selgeks teha, et lehekülgede kaupa on see juba 1928. aastal ära avaldatud. Seega on M. Raua käsikiri „Eesti põlevkivitööstuse ajalugu 1918–1940“ valminud suuresti juba 1920. aastate teisel poolel ja avaldas suurt mõju A. Aarna kirjutistele Eesti põlevkivi ajaloost. Pole võimatu, et M. Raua käsikiri oli mõeldud raamatuna avaldamiseks 1948, kui Eesti põlevkivitööstusel täitus avamisest 30. aastat. Mingit publikatsiooni M. Raua sulest 1940. aastate II poolel aga ei ilmunud ning Eesti põlevkivitööstusele alusepanija küüditati 1949. aastal Venemaale, kus ta oletatavasti 1952. aastal suri.

M. Raua teadmised Eesti põlevkivi uurimise ajaloost pärinesid Peterburi geoloogia komitee raamatukoguhoidjalt ja arhivaarilt Nikolai Pogrebovilt (1860–1942), kelle juhatusel M. Raud asus uurima Eesti põlevkivi küsimusi; M. Raud tundis ka N. Pogrebovi põhjalikke töid Eestimaa põlevkivi ajaloost (vrd [Raud] 1928: 15; 36). Sarnaselt M. Rauale kasutasid ka esimesed eesti teadlased põlevkiviuurijad – geoloog Hendrik Bekker (1891–1925) ning keemik Paul Nikolai Kogerman (1891–1951) Eestimaa põlevkivi ajaloost kirjutades Pogrebovit (vrd Bekker 1921: 6–8; Kogerman 1922: 4).

---

<sup>1</sup> Eesti Riigiarhiiv (ERA), 2491-1-89, l 1–69.



**Joonis 1.** Märt Raud (1878–1952). Eesti põlevkivitööstuse looja ja põlevkivi uurimise ajaloo alusepanija. (Eesti Kirjandusmuuseum, EKLA 181.1319).

Nii N. Pogrebov, M. Raud kui A. Aarna olid praktikud, ajalugu oli neile oluline vaid niivõrd, et paremini selgitada põlevkivitööstuse ees seisvaid ülesandeid. On aga selge, et kõige kompilatiivsem ja Eesti põlevkivi-ajalugu kõige üldjoonelisemalt kirjeldas just A. Aarna. Eesti ajaloost tingitult määrasid tema tekstid üldise teadmise Eesti põlevkivist ning kandusid edasi ja on hästi jälgitavad veel uuemateski kirjutistes Eesti põlevkivi uurimise ajaloost (näiteks Roose 1991; Kattai, Lokk 1998; Kattai 2003; Kattai jt 2000; Toomik 2008; Sepp 2009). Ent eelajaloo senises käsitlustes on faktivigu ja ekslikke järeldusi, mis mõningal juhul on jõudnud ka väljapoole Eestit (nt Porath 1999; Pönicke 1973).

Käesoleva uurimuse peamiseks ülesandeks on kriitiliselt üle vaadata meie senised teadmised Eesti põlevkivi uurimise eelajaloost ja nende paikapidavust lähtuvalt toonase (mitte tänase!) aja teadmistest. Üldjoontes tugineme uurimuses A. Aarna poolt kujundatud historiograafiale.

Meie ülesandepüstitus võimaldab korrigeerida mitmeid vigu praegustes tõekspidamistes Eesti põlevkivi avastamise ja uurimise eelajaloos ning tuua teaduskasutusse uusi allikaid, mis on olulised ka Eesti põlevkivi-ajaloo kontekstis.

## Esmamainimine ja August Wilhelm Hupel

Eesti põlevkivi esmamainijaks peetakse sageli Põltsamaa pastorit August Wilhelm Hupelit (1738–1819) (nt Bauert, Kattai 1997; Baukov, Mustjõgi 1968; Aarna 1989; Kattai, Lökk 1998; Toomik 2008). Esimene, kes tõi Hupeli eesti põlevkivi ajalukku oli M. Raud ([Raud], 1928: 32). Milliste andmete põhjal ta otsustas, et Hupel oli Eesti põlevkivi esmamainija, pole teada. 1925. aastal ilmunud brošüüris peab M. Raud põlevkivi esmamainijaks veel Johann Gottlieb Georgi tööd 1791. aastast (Raud 1925). Sellest võime teha järelduse, et teadmine Hupelist kui põlevkivi esmamainijast tekkis pärast 1925. aastat aga enne 1928. aastat. Hupel koostas 18. sajandi teisel poolel esimese üldise ülevaate Eesti- ja Liivimaa majandus- ning loodusoludest toetudes toona Saksamaal valitsenud riigistatistika põhimõtetele. Andmete kogumiseks rajas Hupel korrespondentide võrgu, kes siis talle raamatu jaoks andmeid saatsid (Jürjo 2004). Seega sõltus saadetud andmete kvaliteet suuresti korrespondentide haridusest ja teadmistest.

Hupeli neljaköitelise raamatu „Liivi- ja Eestimaa topograafilised sõnumid“ (*Topographische Nachrichten von Lief- und Ehstland*) teises köites on peatükis „Puhas maavaik“ (*Reine Erdharze*) kirjas: „Kiviõli, mida ühe mehe kinnitusel ühe väikese Eestimaa mõisa all pidi leiduma;... (*Steinöhl, welches man nach eines Mannes Versicherung unter einem kleinen ehstländischen Gut soll gefunden haben*;...)“ (Hupel 1777: 532). Midagi muud põlevkiviga seostatavat mainitud raamatus ei ole, kuid ilmselt just sõna „*Steinöhl*“ (sõnasõnalt kiviõli) peetakse Eesti põlevkivi esmamainimiseks, kuna teatavasti ajab põlevkivi kuumutamisel välja õli. 18. sajandi „maakirjeldustele“ tüüpiliselt napist teatest jääb selgusetuks, kes teate edastas, millal põlevkivi leiti ja millise mõisa kohta teade käis. Kuna Hupelist pole järgi jäänud ka arhiivi (Jürjo 2004), siis on vahetõenäoline, et kunagi ka midagi täpsemat selguks.

Kui aga vaadelda eelpoolmainitud lõiku kogu lause kontekstis, siis on Hupel kirja pannud järgmist: „Nagu ka väävli kohta, puuduvad mul usaldusväärsed teated kiviõli kohta, mida ühe mehe kinnitusel olevat leitud ühe väikese Eestimaa mõisa all ja samuti siinse kivisöe (*Steinkohlen*) kohta, mida ma pole seni ise näinud.“ (Hupel 1777: 532). Väävlit ega kivisütt Eestimaal tõesti ei leidu, *Steinöhl*-i aga ei tohiks võrdsustada tänapäevase põlevkiviga.

Selleks, et aru saada Hupeli poolt kirjapandu mõttest, tuleb süveneda 18. sajandi saksakeelsesse teadusmaailma, sealhulgas teadmistesse Maa geoloogiast (toona mineraloogia). Tänapäevase geoloogia üheks alusepanijaks peetakse saksa mineraloogi Abraham Gottlob Wernerit (1750–1817), kes rajas mineraalide ja geoloogiliste ladestute kirjeldamise süsteemi. Oma 1774. aastal ilmunud uurimuses „*Von den äusserlichen Kennzeichen der Fossilien*,” milles ta rõhutas fossiilide täpse kirjeldamise (mitte esmajärjekorras süstematiseerimise vajadust), mainis ta, et minetaloogia kui teadus on arenenud alles viimase 40 aasta jooksul. Mineraloogia arengus oluliste isikutena märkis Werner rootslasi Carl von Linné'd (1707–1778), Johann Gottschalk Walleriu (Wallerio) (1709–1785) ja Axel Cronstedti (1722–1765) (Werner 1774: 14). Selles polnud midagi imestamisväärtset, sest nii Saksimaa, kus Freiburgi mäeakadeemias töötas Werner professorina, kui ka Rootsi olid toona kõige arenenumad mae-tööstusmaad, kus mineraloogia tundmine oli hädavajalik. Neis kahes riigis töötati välja ka esimesed mineraalide klassifitseerimise süsteemid, mis Hupeli teksti ja ilmumise aega arvestades võinuks olla tema kirjapandu aluseks.

*Reine Erdharze* ehk maavaik (ladina keeles *Phlogista mineralia*) oli Hupeli kaasaegsetele mineraloogidele üldmõiste, millega iseloomustati kõiki tuldvõtvaid aineid (Cronstedt 1770: 160; Wallerio 1778: 89; Linné 1778). Need ained jagunesid omakorda vedelateks (nt tõrv, vitriol, stüüraks, asfalt, bituumen, petrooleum<sup>2</sup>) ja tahketeks (nt väävel ja sellega seotud ained,<sup>3</sup> merevaik, kivisüsi, turvas). Tahked ained muutusid põlevaks ainult tänu petrooleumist või vitriolist läbiimbumisele (Vogel 1776: 81, 375; Cronstedt 1770: 172). Cronstedt märkis seejuures, et vitriolist läbi imbunud kivisüsi, põlevkilt (*Brandschiefer*) ja tõrvaturvas (*Pechtorf*) peavad olema taimset ja loomset päritolu (Cronstedt 1770: 172).

Lähtudes eelnevast, olid Hupelil teksti järgi otsustades olemas üldised teadmised toonastest põlevatest ainetest ja nende klassifikatsioonist. Samas polnud ta tõenäoliselt ise vastavaid töid lugenud. Nii paigutas ta väävli eelkõige petrooleumiga seotud ainete ritta (merevaik, kiviõli) (Hupel 1777: 532), mida ükski toonane mineraloog ei teinud. Seejuures aga ei paigutanud ta turvast ja kivisütt erinevalt Cronstedtist vitrioliga seotud ainete hulka, kuigi vastav paragrahv tema raamatus leidub (Hupel

---

<sup>2</sup> Saksa autoritel *Steinöl*, Rootsi autoritel *Bergöl*.

<sup>3</sup> Väävlit ja väävlit sisaldavaid põlevaid aineid ei pidanud maatõrvaks nt saksa mineraloog Rudolf August Vogel, kuna nt petrooleum, asfalt, kivisüsi ei sisaldanud väävli. Nii paigutas ta väävli erinevasse põlevate ainete klassi (Vogel 1776: 357–358).

1777: 532–533). Cronstedt oli toona ainus, kes kirjutas oma raamatus konkreetsetl põlevkildast (*Brandschiefer*). Hupel aga kirjutab kivisöest ja toona hästi tuntud „kiviõlist“ ehk petrooleumist ning ei seostanud neid kahte mingil moel. „Kiviõli“ tuli toonaste teadmiste kohaselt iseenesest maa seest. Ent põlevkivist vabaneb õli ainult kuumutamisel, millest aga Hupeli tekstis juttu ei ole. Seega ei ole Hupeli teade „kiviõlist“ kvalifitseeritav täna põlevkiviõlina ja Hupeli teksti ei saa võtta Eesti põlevkivi esmamainimisena. On üsna tõenäoline, et nooruses Jena ülikoolis meditsiini tudeerinud Hupeli jaoks ei tähistanud *Steinöhl* geoloogilises mõttes põlevkivi vaid nagu eelpool märgitud, kivist või maast tulevat õli (naftat), mida kasutati tollal sageli alkeemias ja ravimite koostisosana. Sellesarnast vedelat maavara aga Eestis teatavasti ei leidu.

Baukov ja Mustjõgi (1968) mainivad Hupeli kõrval esimeseks põlevkivist kirjutajaks ka I. Fischerit (tõenäoliselt J. B. Fischer), täpsustamata peale ilmunisaasta (1791), millise allikaga on tegemist. Nad ei pea küll Fischerit otseselt põlevkivi mainijaks, kuid kuna artikkel käsitleb põlevkivi ajalugu, siis seda võib ka nii mõista. Viidatud teose näol on ilmselt tegu Jakob Benjamin Fischeri (1731–1793) raamatuga Liivimaa loodusest, kus põhjaliku Liivimaa loomastiku ja taimestiku loetelu kõrval leidub suhteliselt lühike ülevaade pinnakattest ja maavaradest. Muuhulgas kirjeldatakse Tallinnast leitud mustjaspruune kiltasid (*dunkelschwarzbraunen Schiefer*), millest aga ei saa jällegi järeldada, et mõeldud on põlevkivi, vaid pigem graptoliitargilliit (Fischer 1791: 736–737).

## Esmamainimine ja Johann Anton Gùldenstädt

Mitmete Eestimaa põlevkivi käsitlevate tööde järgi ei peeta Hupelit siiski esmamainijaks vaid põlevkivi tundmise ajalugu viiakse tagasi palju varasemasse aega. Baltisaksa päritolu põlevkivi keemilise koostise uurija Henry von Winkler (1870–1947) kirjutas 1930. aastal tema enda kokku pandud kogumikus „Der Estländische Brennschiefer: Untersuchung, Gewinnung und Verwertung“ teadaolevalt esimest korda, et Eestimaa põlevkivi mainis esimesena Johann Anton Gùldenstädt (1745–1781). Winkleri andmetel kirjutab Gùldenstädt oma reisimärkmetes, et 1725. aastal avastati Jõhvi lähedal kivi, mis võtvat süütamisel tuld. Winkler kirjutab: „Gùldenstädt, kelle kahekõitelises reisikirjas läbi Venemaa [on mainitud] põlevkivi, mis leiti 1725. aastal Jõhvi lähedal.“ (Winkler 1930: 1). Need reisimärkmed avaldas 1787. aastal, juba pärast Gùldenstädti varajast surma, tuntud saksa päritolu zooloog, geograaf ja Venemaa uurija Peter Simon Pallas (1741–1811).

Güldenstädti pidas Eestimaa põlevkivi esmamainijaks oma käsikirjas „Eesti põlevkivitööstuse ajalugu 1918–1940“ ka M. Raud. Ta kirjutas: „Teated kirjanduses eesti põlevkivist on üle 200 aasta vanad. Esimest korda kirjutab Jõhvis leiduvast kivist, mis põleb, keegi reisija A. J. Güldenstädt aastal 1725.“<sup>4</sup> Praegu teadaolev võimaldab väita, et Güldenstädti nime sissetoojaks eesti põlevkivi ajaloosse oli siiski Winkler ja mitte M. Raud, sest viimane pidas teadet Güldenstädti põlevkivi leiust nii ebausaldusväärseks, et alustas oma ülevaadet Eesti põlevkivi ajaloost Hupeli ja mitte Güldenstädtiga ([Raud] 1928: 32). Ometi on Güldenstädti nimi olnud Eesti põlevkivi historiograafia lahutamatu osa ja leidnud järjepidevalt mainimist (nt Markus 1938; Левыкин 1947; Aarna jt 1954; Aarna 1956; Lauringson, Reier 1981; Aarna 1989; Kattai, Loka 1998; Roose 1991; Toomik 2008; Sepp 2009).

Güldenstädti tegevuse kirjeldus on viidatud töödes aga alati olnud hägus ning mingit viidet tavaliselt ei lisatud. Sel moel ongi Güldenstädt kõige müstilisem teadlane Eesti põlevkivi ajaloo eelloos. Kui mõningatel juhtudel piirdusid autorid (nt Markus 1938; Левыкин 1947; Roose 1991) vaid põlevkivi esmamainimise aastaarvu 1725, kui üldtuntud fakti mainimisega, siis mõnest teisest tööst võib sõnastusest jääda ekslik mulje, nagu Güldenstädt ise käinuks 16 aastat enne oma sündimist Jõhvis (nt Aarna 1956; 1989; Jeret 1965; Lauringson, Reier 1981; Kattai, Loka 1998). Kolmandates töödes (nt Baukov, Mustjõgi 1968; Toomik 2008) on aga lisatud vigane viide, mis vihjab Güldenstädti ainsale reisi- raamatule „Reis läbi Venemaa ja Kaukaasia“ (*Reisen durch Rußland und im Caucasischen Gebürge*). Selle esimene osa nägi tõesti Pallase toimetatuna trükivalgust aastal 1787. Teine osa ilmus aga aastal 1791. Güldenstädti Kaukaasia reis (1768–1775) oli 18. sajandi Vene impeeriumi seisukohast väga oluline ekspeditsioon. Eriti tähtis on Güldenstädti raamat paljudele Kaukaasia rahvastele, kuna selles mainitakse neid esmakordselt trükisõnas ja tuuakse nende keelte näiteid (Копелевич 1997). Paraku Güldenstädti (1787–1791) raamatu kummaski osas ei leidu ühtegi vihjet Eestimaale, veel vähem põlevkivile. Põhjus on üsna lihtne – Peterburist alguse saanud ja seal lõppenud ekspeditsioon tänaseid Eesti alasid ei puudutanud.

Güldenstädti põlevkivi ajalukku rainunud Winkleri raamatu kasutatud kirjanduse loetelust aga selgub, et ei Winkler ega tema kaasautorid pole Güldenstädti reisikirju ise lugenud, vaid viitasid sellele üle kolmanda allika. Kasutatud kirjanduse loetelus on suhteliselt ebaharilik sissekanne: „Güldenstädt, kelle kahekõitelises reisikirjas läbi Venemaa [on mainitud]

---

<sup>4</sup> ERA 2491-1-89, l. 4.

põlevkivi, mis leiti 1725. aastal Jõhvi lähedal<sup>5</sup> ning viide ajakirjale (*Livländische Jahrbücher d. Landwirtschaft*, 1867), kust see informatsioon pärines. Lisatud on veel, et ilmselt on tegemist tõenäoliselt vanima teatega põlevkivist (Winkler 1930: 331–332). Esitatud viitel on aga kaks puudust. Esiteks lõpetas see ajakiri oma ilmumise 1866 aastal. Teiseks, 1861. aastal, mis tegelikult oli 14. aastakäik, pole viidatud lehekülgedel räägitud midagi põlevkivist, vaid seal on pikema artikli peatükk, mis räägib Luuga jõe ääres leitud fosforiidist. Artikli autoriks oli Tartu ülikooli keemiaprofessor Carl Schmidt (1822–1894) (Schmidt 1861).

Siinkohal on oluline märkida, et esimene kord ilmus üldnimetatud viide Eestimaa loodusvaradest kirjutanud (balti)saksa rakendusgeoloogide Franz Beyschlagi (1856–1935) ja Leo von zur Mühleni (1888–1953) 1918. aastal ilmunud artiklis. Seejuures oli kasutatud kirjanduse nimestik koostatud sel moel, et kui juttu oli põlevkivist, siis oli artikli ees märgitud B., kui diktüoneemast, siis D., kui fosforiidist siis O. ja kui tektoonikast siis T. C. Schmidt artikli ees oli märgitud ainult O. ehk siis see osa pikemast artiklist oli pühendatud ainult fosforiidi küsimustele. Artikli ilmumisaastaks oli aga juba siis märgitud ekslikult 1867 (vrd Beyschlag, von zur Mühlen, 1918: 149–150).

Pole selge kuidas saatuslik viga Guldenstädtist, kui Eestimaa põlevkivi esmamainijast, väga hea Eestimaa põlevkivikeemia eriteadlase Winkleri uurimusse jõudis. Võimalik, et ta oli lihtsalt Beyschlagi ja von zur Mühleni artikli kirjanduse loetelu enda uurimuse jaoks kasutades tähelepanematu. Samas Guldenstädti nimi ei saanud juhuslikult Winkleri teksti ilmuda. Seoses sellega on tõenäolisem, et Winkleri tehtud vea juured ulatuvad hoopis von zur Mühlenini, kellega Winkleril oli isiklik side ja kirjavahetus (vrd von zur Mühlen, 1921: 20). See on kirjalike tõendite leidmiseni ainult oletus, kuid ei saa välistada, et 1910. aastal Tartu ülikooli geoloogiaüliõpilasena Kaukaasias reisinud von zur Mühlen (Anonym, 1962) oli arvamisel, et samuti Kaukaasias reisinud Guldenstädt oli Eestimaa põlevkivi esmamainija. Winkler aga lihtsalt avaldas von zur Mühleni autoriteedile toetudes selle info. Seega just läbi Winkleri eksliku viite sai Guldenstädt Eesti põlevkivi esmamainijaks ja avastajaks.

Kuigi Winkler mainib põlevkivi esmamainimisena Guldenstädti Kaukaasia reise käsitlevaid teoseid, siis tõenäolisem oleks sellekohane viide Guldenstädti kõnes Peterburi teaduste akadeemia asutamise 50. juubeli

<sup>5</sup> „Guldenstädt, der eine zweibändige Reisebeschreibung durch Russland verfasst hat, berichtet 1725 von brennbaren Steinen aus der Jeweschen Gegend“. *Livländische Jahrbücher d. Landwirtschaft*, Dorpat 14 Bd 1867 S 169–173. Wohl die älteste Nachricht.



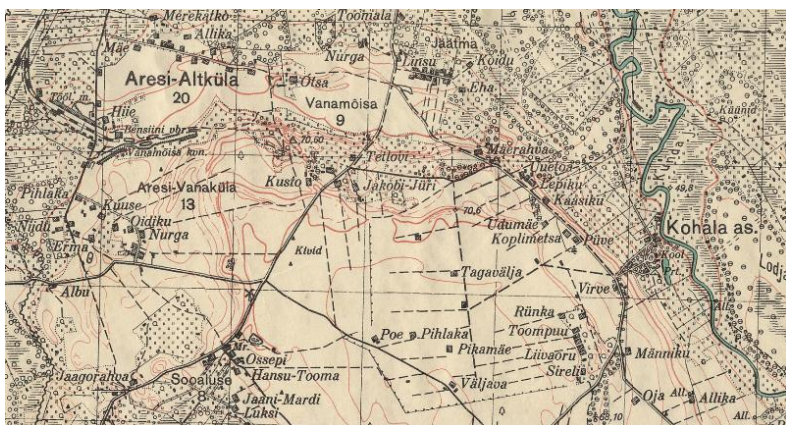
pidulikul tähistamisel 29. detsembril 1776, mis käsitles üksikasjalikult Vene impeeriumi sellel ajal teada olnud loodusvarasid. See kõne avaldati samuti Pallase toimetamisel algselt saksa-, siis vene- ja prantsuskeelse raamatuna (Копелевич 1997). Läbi vaadanud kõne saksa- ja venekeelse versiooni (Güldenstädt 1780; Гильденштетт, 1780) peab mainima, et seal pole sõnagi mainitud põlevkivist. Ühtegi viidet Eestimaa ja Güldenstädti vahelistest seostest ei leidu ka Güldenstädti biograafias (Копелевич 1997). Niisiis pole meil tänaste teadmiste valguses mingit alust arvata, et Güldenstädt oleks oma teostes maininud põlevkivi.

## **Tegelik põlevkivi esmakirjeldaja**

Sageli algavad Eesti põlevkivi uurimise ajaloo ülevaated anonüümse artikliga „Von einer feuerfangenden Erde aus der Revalschen Stadthalterschaft”, mille autorsust on omistatud alates Pogrebovist Johann Gottlieb Georgile (1729–1802) (vt. Tammiksaar, 2013: 21). Igal juhul on see esimene artikkel Eesti põlevkivist ja Georgi katsetest selle keemilise koostise kindlakstegemiseks. Selle artikli, mida ka siin segaduste vältimiseks viidatakse läbi Georgi nime, tähtsust on rõhutanud paljud põlevkivi ajalugu Eestis uurinud insenerid ja teadlased (nt. Левыкин 1947; Baukov, Mustjõgi 1968; Аарна 1956; Kattai, Loka 1998).

Nagu enamuse 18.–19. sajandi teadlasi, oli Pommerimaalt pärit Georgi laiade huvidega teadlane – hariduselt arst ja keemik, harrastuselt botaanik ja geograaf. Koos Pallase ja rootsi botaaniku Johan Peter Falckiga (1732–1774) võttis ta osa mitmest ekspeditsioonist Vene impeeriumis. Eriti huvitas teda Baikali järv. Georgi avaldas ka raamatu, kuhu olid kirja pandud kõik Vene impeeriumi tollal teadaolevad rahvad (Georgi 1776–1780).

Georgi ja põlevkivi seosed kulgesid läbi Vene vanima teadusseltsi ehk Peterburi vabamajandusseltsi (asutatud 1765), mille ülesandeks oli eeskätt arendada Venemaa põllumajandust. Seltsi kuulusid enamasti tsaariperekonna liikmed, suurmõisnikud ning Peterburi teaduste akadeemia liikmed. Viimased olid seltsis sageli juhtkohtadel. Nii näiteks oli Güldenstädt enne oma surma (alates 1780) seltsi president. Seltsi keemikuna töötas aga Georgi (Ходнев 1865).



**Joonis 2.** Kohala mõis (kaardil Kohal as.) ja selle ümbrus 1930-ndate topograafilisel kaardil. Punaste joontega on tähistatud samakõrgusjooned. Kusalil siin – tõenäoliselt kaardi keskosas kujutatud kõrgendiku jalamilt leiti põlevkivi, mida uurisid Georgi ja hiljem Helmersen. (Eesti topograafiline kaart 1:25 000. III-37. Vanamõisa. 1931).

Katsete tulemustest Eestimaalt leitud põlevkiviga tegi Georgi ettekande vabamajanduse seltsis 28. märtsil 1789<sup>6</sup> ja need ilmusid 1791. aastal saksa ja 1792. aastal vene keeles (Georgi 1791; Георги 1792). Põlevkivi omadusi analüüsides sai Georgi (1791) selle kuumutamisel 40 osa toorõli (*Bergharze*, *горная смола*), ülejäänu moodustas vesi, savi ja lubjakivi. Kümne untsi kivimi destilleerimisel sai ta ühe untsi kiviõli (*Bergöl*, *горное масло*). Oma ettekandes liigitas Georgi talle saadetud mineraali savikate, kiltjate, mustatõrvaliste maa(varade) (*глинистым шиферо-вателем черносмолистым землям*; *Terra bituminosa argillacea fissilis*) alla. Ilmselt kõrge õlisisalduse tõttu kasutas Georgi põlevkivi iseloomustamiseks sõna *Bergpecherde*, mida on tõlgitud, kui „mäepigiaine“ (Toomik 2008). Artiklist (Georgi 1791; Георги 1792) selgub, et pruunikat, kihulist, savikat ja bituumikat kivimit leiti Rakvere maakonnast parun Ungern Sternbergile kuulunud Kohala (*Tolks*, joonis 2) mõisa-südame lähedalt. Georgi mainib oma artiklis ka, et karjased loopivat põlevat kivi lõkkesse.

<sup>6</sup> Русский Государственный Исторический Архив (С. Петербург) (РГИА), 91(Вольное экономическое общество), 91-1-32, л. 53об.

<sup>7</sup> РГИА, 91-1-32, л. 54.

Georgi kasutas oletatavasti Walleriuse süstemaatilist mineraloogia käsi-raamatut oma määranu tegemiseks. Teisi allikaid, kus oluaks kasutatud terminit *Terra bituminosa argillacea fissilis* pole seni õnnestunud leida.

Paraku on viited Georgi andmetega ilmunud artiklitele tüüpiline näide sellest, et hilisematele põlevkiviuurijate põlvkondadele oli algallikate lugemine keeruline või vähetähtis. Näiteks N. Pogrebov kirjeldab joonealuses tekstis, kuidas ta sai Peterburi teaduste akadeemia liikmelt, geoloog Aleksandr Karpinskilt (1847–1936) teada, et esimeseks põlevkivi kirjeldajaks enne Gregor von Helmerseni (1803–1885) oli Georgi ja kuidas ta otsis kirjalikke teateid selle kohta (Погребов 1919: 292, joonealune nr. 2). Pogrebov tunnistab siiski, et Georgi artiklit ta ise näinud ei olnud. Omakorda selle vähese, mis Pogrebov oli Georgi uuringute kohta kirja pannud võttis 1928. aastal ajaloolisesse ülevaatesse Raud ([Raud] 1928: 32). Sellest raamatust aga läks kogu info peaaegu sõna-sõnalt üle juba Aarna raamatusse (Aarna, 1989: 21). Sedagi nappi informatsiooni Georgi katsete kohta on mitmed autorid omamoodi interpreteerinud. Seetõttu on trükikirjanduses üsna palju arusaamatust näiteks sellises põhimõttelises küsimuses, kes tegelikult põlevkivi Kohalast leidis, Peterburi toimetas ja katseid tegi. Nii on mitmetes töödes (nt Погребов 1920; Aarna 1989; Toomik 2008) mainitud alates 1780. aastatest Peterburis elanud endist Liivimaa peaökonomiadirektorit (tänapäeval mõistes maksuameti peadirektor) Anton Johann von Engelhardti (1725–1808), kui põlevkivi esimest (teaduslikku) uurijat. Näiteks Toomiku (2008) sõnadest võib järeldada, et Engelhardt tegi põlevkiviga mitmeid katseid ning neid jätkas ja avaldas Georgi 1798. aastal. 1798. ilmus Georgi sulest küll raamat Venemaa loodusvaradest, kuid põlevkivi on seal vaid põgusalt mainitud (Georgi 1798: 333–334). Pogrebovi (1919) ja Aarna (1989) vahendusel saame teada, et Engelhardt leidis 1789. aastal Rakverest kümnekonna kilomeetri kaugusele jääva Kohala mõisa (joonis 2) maadelt põlevkivi ning kandis Peterburis sellest ette vabamajandusseltsile.

Ega ka Georgi (1791) artiklist ei ole tegelikult hästi aru saada, mis roll Engelhardtil selles loos oli ja kas Georgi käis ise põlevkivi kohapeal uurimas. Artikli esimeses lõigus on vaid kirjas, et „tõeline riiginõunik von Engelhardt näitas ühinguale märtsis 1789 pruunikat, kerget, kihelist maavara, millest leiti tilluke mereloomade kivistis ja mis tulle visates põles. See [maavara] leiti Kohalast“ ja majandusühing andis Georgile „ülesande põlevat kivi uurida.“ Uuemad arhiiviuuringud (vt. Tammiksaar, 2013: 19–22) näitavad, et teated Kohalast leitud põlevast maast jõudsid suure tõenäosusega kõigepealt Peterburi vabamajanduse seltsi arhivaari Eberhard Johann Schröteri (1725–?) kätte. Engelhardt pelgalt vahendas oma kontaktide kaudu Eestimaal Kohalast saadud põlevkivi Peterburi. Samas Schröter oli juba varem intensiivselt tegelenud küttesüsteemidega ja nendele sobiva kütte otsimise küsimustega.

Miks üldse põlevkivi vastu huvi hakati tundma? Kuna Venemaa Euroopa osas metsavarud vähenesid, siis pöördus selts oma liikmete poole, et saada infot põlevate maavarade kohta, millega saaks puitu asendada. Vastavatele üleskutsetele oli Venemaa sisealadelt tulnud ka reageeringuid, mis avaldati ära seltsi teadetes.<sup>8</sup> Et põleva kivi kohta rohkem infot saada, tegi selts Georgile ülesandeks koostada küsimustik. Selle aga koostas hoopis Schröter ning see saadeti Kohala mõisnikule Fabian Reinhold Ungern-Sternbergile (1738–1795) vastamiseks.<sup>9</sup> Huvitav on, et Georgi ise pidas leitud kivimit esialgse info põhjal maksakiviks (*Leberstein*).<sup>10</sup>

Ungern-Sternbergi vastused küsimustele on arhiivis säilinud. Esiteks huvitas seltsi leiukoha ulatus. Mõisnik oletas, et kogu 4–5 sülla (ca 8–10 meetrit) kõrgune liivane kõrgendik tema mõisa maal võib sellest koosneda. Alust selliseks oletuseks andis talle tõsiasi, et „põlev kivi“ (*brennbarer Stein*) tuli välja nii nelja sülla sügavuselt, kui avati üht allikat kõrgendiku nõlval ja ka viimasest omakorda mõnesaja sülla kaugusel mõne aasta eest rajatud kaevust.<sup>11</sup> Kihhi paksus oli pool sülda (umbes 1 m). Samas teatas mõisnik, et mitte kusagilt mujalt pole seni põlevat kivi leitud.<sup>12</sup>

Küsimusele, kas seda põlevat kivi on peetud mõisas kasutatavaks, vastas Ungern-Sternberg järgnevalt: „Ainult karjused kasutavad neid põlevaid tükke aasadel kui nad öösiti lehma karjatavad. Talupojad ei kasuta seda juba ainuüksi sel põhjusel, et see [põlev kivi] põleb tugeva [...] haisuga. Mõis ei ole teinud ka sellega suuremaid katseid, seepärast et [põleva kivi] murdmine sügavuse tõttu [on] raskendatud ja puidust puudust ei ole.“<sup>13</sup> Ungern-Sternberg tunnistas, et vahepeal on siiski väikesi katseid põlevkiviga tehtud ja nii aeti näiteks veekatel seda põletades suurema vaevata keema. Mõisnik märkis, et tuli andis seejuures tugevat kuuma.<sup>14</sup>

Seega, kui tavaliselt peetakse Eesti põlevkivi „sünnimaaks“ Ida-Virumaad (tuleneb ju Eesti põlevkivi teaduslik nimetus „kukersiit“ Kukruse mõisa nimest), siis tegelikult oli esimest korda kirjeldatud põlevkivi pärit hoopis Lääne-Virumaalt, Kohalast.

<sup>8</sup> РГИА, 91-1-414, л 59.

<sup>9</sup> РГИА, 91-1-32, л 39об.

<sup>10</sup> РГИА, 91-1-408, л 58.

<sup>11</sup> РГИА, 91-1-408, л 58.

<sup>12</sup> РГИА, 91-1-408, л 59.

<sup>13</sup> РГИА, 91-1-408, л 58.

<sup>14</sup> РГИА, 91-1-408, л 58.

## Esmakirjeldaja Gregor von Helmersen

Peamiselt põlevkivikeemia ja põlevkivi kaevandamise ajalugu puudutavate artiklite (nt Фокин 1913; Поргенов 1919; Aarna 1965; Kann 2003; 2010) puhul algab põlevkivi teaduslik uurimine geoloog Gregor von Helmerseni (1803–1885) töödega aastal 1838. Erinevalt eelnevatest põlevkiviurijatest polnud akadeemik Helmersen enam entsüklopedistist maailmarändur vaid selgelt geoloogiale spetsialiseerunud eriteadlane. Tema haare oli geoloogina siiski ka tohutult lai. Hüdrogeoloogia, rannaprotsessid, Peipsi ja Narva jõe geoloogia, jääajast kujunenud pinnavormid ja setted – see on vaid lühike loend Helmerseni huvialadest, mida ta uuris Eestis. Venemaal leitud kulla- ja kivi-sõemaardlad tegid temast tuntud ja mõjuvõimsa teadlase-praktiku. Helmersen oli üks esimesi eluta looduse kaitsmise eestkõnelejaid Eestimaal (Raukas, Viiding 1993).

Ligi pool sajandit pärast „põleva kivi“ avastamist Kohalas avastati see seal uuesti. Vastav teave koos „põleva kivi“ (*brennbarer Stein*) prooviga jõudis Vene rahandusminister Fedor Cancrinini (1774–1845), kelle ministeeriumi alluvusse kuulus Mäekorpus. Avastatud kivimiga tehti Peterburis mitmeid katseid, mida juhtis teaduste akadeemia liige rakendusliku keemia alal Hermann Heinrich Hess (1802–1850) ja leiti, et „/.../ mineraali parim rakendus oleks põletusmaterjal mõnes ettevõttes, kus vajatakse väga kõrget kuumust [*grosse Flammenglut*]“ (Helmersen 1838a: 56). Asi vääris uurimist ning Eestimaale saadeti endale kivisöe uurimise alal juba nime teinud Helmersen. Oma reisist avaldas Helmersen esialgse raporti (Гельмерсен 1838) ja pärast materjalide analüüsi põhjaliku ülevaate Eestimaal põhjaranniku geoloogiast (Helmersen 1838a;b; Гельмерсен 1839), milles muuhulgas hindas ka „põleva kivi“ tasuvust kütena.

Helmersen alustas oma uuringuid Keila-Joalt, kus oli leitud graptoliitargilliidi (*Brandschiefer (bituminöser Thonschiefer)*), millel Peterburi keemikute hinnangul tööstuslik väärtus puudus (Helmersen 1838a: 56). Seejärel suundus Helmersen Kohalasse mõisaomaniku Reinhold Johann von Wrangelli (1789–1865) juurde. Wrangell teatas talle, et pruuni põlevkivi (*der braune Brandschiefer*) leiti juhuslikult Vanamõisa küla juures (praeguse Aresi, Kohala ja Jäätma küla vahel, joonis 2) oleva terrassi jalamiilt. Seejuures ta täpsustas, et „/.../ avastus tehti [1837. aasta sügisel kaevu kaevates] teistkordselt /.../, sest [kivimit] tunti juba varem, kuid sellele ei pööratud edaspidi tähelepanu“ (Helmersen 1838a: 69–70). Venekeelses versioonis on öeldud, et põlevkivi tunti juba varem, kuid ei antud [mõisnikule] teada (Гельмерсен 1839: 177). Kivi põlemisomadused tulid seejuures välja tänu poisikestele, kes viibisid kaevu

kaevamise juures ja tegid lõket põlevkivi tükkidest ümbritsetud lõkke-ase mel. See pakkus juba huvi Wrangellile ning teave leiust jõudis Cancrinini.

Helmersen tegi kindlaks, et Vanamõisa juures leidub kahte liiki põlevkivi: üks mis põleb paremini ja teine, mille põlemisomadused nii head ei olnud (Helmersen 1838a: 70). Vastavalt sellele pakkus Helmersen, et esimest liiki võiks kasutada ettevõtetes, teist aga õli saamiseks. Helmerseni initsiatiivil ja kohalike mõisnike abil rajati Kohala mõisa maadele 10 šurfi (Гельмерсен 1838: 262), et teha kindlaks põlevkivi levikut. Põlevkivi sealt ei leitud. Samas leidis seda igal pool naabermõisates (Andjas, Uhtnas). Arvestades kõiki eeltoodud asjaolusid leidis Helmersen, et Peterburi viimiseks oleks põlevkivi võrreldes inglise kivisõega liiga kallis, „/.../ kuid kohalikele elanikele võiks selle mineraali kasutamine tuua märkimisväärselt kasu“ (Гельмерсен 1838: 265; vrd ka Helmersen 1838a: 73). Samas on Helmersen küsimust käsitlenud selgelt formaalselt. Ta uuris Kunda sadamast ühe puuda kauba Peterburi toimetamise hinna, korrutas selle vajaliku põlevkivi kogusega ning jõudis järeldusele, et odavam on tuua Inglismaalt kivisütt.

Eestimaa mõisnikud põlevkivile rakendust siiski ei leidnud, seda vaatamata asjaolule, et Helmerseni töödest ja avastatud kivimi omadustest ilmus põhjalik artikkel nädalalehes *Das Inland* (Der in ... 1838). Piirkonnas puudusid tööstusettevõtted, mis vajanuks „kõrget kuumust.“ Õli ajamine põlevkivist oli aga tülikas ja põllumajandus- tootmisele orienteeritud mõisatele majanduslikult tulutu. Mingit raken- dust polnud põlevkivist ka talupoegadele, sest küttepuidust puudust polnud. Peterburi linn sai aga oma sõe kas Inglismaalt või Venemaa Euroopa osa sisealadelt, kus just Helmersen viis 1830. ja 1840. aastatel läbi suuremahulisi uuringuid kivisõemaardlate avastamiseks. Nende uuringute eesmärk oli rajada tööstust Venemaa Euroopa osas, mis oleks Uuralitega võrreldes Peterburile lähemal. Helmerseni uuringuid saatis erakordne edu, mis omakorda muutis Eestimaa põlevkivi riigile kasutuks ja selle olemasolu vajus jälle unustushõlma.

## Veel üks avastamine

Siinkohal lisame veel ühe iseseisva põlevkivi avastamise loo ja seda geograafiliselt üsna ebatavalisest kohast. 1850. aastal ilmus nädalalehes *Das Inland* teade uuest põlevast kivist Eestimaal (Petzholdt 1850a). Tartu ülikooli põllumajanduse ja tehnoloogia professor Georg Paul Alexander Petzholdt (1810–1889, neist Tartus 1846–1872, joonis 3) kirjeldab, et Rannapungerja ja Väike-Pungerja postijaama vahel leidis ta

Siluri (Ordoviitsium eraldati Silurist 1879. aastal) kihtide vahel põlevat kivi, mis on helepruuni värvi, õhukesekihiline, kerge ja käte vahel lihtsasti murduv. Kui kivim purustada piki kihte, on näha erinevate eelajalooliste loomade skelette. Petzholdt tegi ka keemilisi uuringuid ning leidis, et kivim koosneb 65,6% orgaanikast. Petzholdt proovis kivimist ka gaasi saada ja sai seda 555 cm<sup>3</sup> 5,5 kg-st. Lõpuks järeldab ta, et kivim on küttematerjalina 1/4 võrra kehvem kui hea kivisüsi ja 1/3 võrra parem kui kasepuu ning oletab, et seda võib levida kogu Põhja-Eestis. Petzholdt avaldas oma töö tulemused ka mitmes teadusajakirjas (Petzholdt 1850c; 1852).

Kolm nädalat pärast teate avaldamist ajakirjas *Das Inland* ilmus Petzholdti sulest uus artikkel (Petzholdt 1850b). Vahepealse aja jooksul oli talle kätte puutunud Helterseni 1838. aasta töö põlevatest kividest Kohalas ja Keila-Joal (Heltersen 1838a) ning Petzholdt tegi oma artiklile täiendusi. Ta lisas, et ilmselt oli tema leitud kivimi näol tegemist sama kivimiga, mida Heltersen leidis Kohalast ning arvas, et need kohad pole kindlasti isoleeritud, vaid on omavahel ühenduses.

Petzholdti töö küsimärgiks on aga põlevkivi leidmise koht – Rannapugerja ja Väike-Pungerja postijaamade vahel. See tähendaks piirkonda lisaku ümbruses kus põlevkivikihid on tulenevalt üldisest Eesti aluspõhja sette kivimite kallakusest kuni 100 m sügavusel. Niisiis tulenevalt põlevkivikihtide sügavusest jääb ära võimalus, et Petzholdt leidis seda mõnest süvendist – kivimurrust, kuivenduskraavist või kaevust. Võimalik, et Petzholdt ka eksis kohanimedes.

Samas artiklites leiduvad viited, et leiukoht jääb Kohalast umbes 60 versta kaugusele ja paikneb Peipsi rannikust põhja pool, kummutavad need oletused. Ka segijamine mõne teise põleva kivimiga, eelkõige graptoliitargilliidiga on võimatu, sest see paikneb põlevkivikihtidest veelgi sügavamal. Jääb veel võimalus, mis ilmselt on kõige tõenäolisem, et Petzholdti avastatud põlevkivi paiknes mõnes jääajal rändpangasena lõuna poole kantud kivimimassiivis?! Nende mõne artikliga Petzholdti osa Eesti põlevkivi uurimise ajaloos piirdubki. Teadaolevalt ta rohkem selle teemaga ei tegele, nii ei leidu põlevkiviuuringud mainimist ka tema elu ja tegevust valgustavas põhjalikus artiklis (Pönicke 1960). Petzholdti tegevus oli seotud põllumajandusega ning põlevkiviuuring oli ilmselt üks kõrvalepinge.



**Joonis 3.** Professor Georg Paul Alexander Petzholdt (1810–1889) õpetas aastatel 1846–1871 Tartu ülikoolis põllumajandust ja tehnoloogiat. (TÜ raamatukogu fotokogu Norm. 17.215).

Tuleb mainida, et see lugu ei kuulu Eesti traditsioonilisse põlevkivi avastamise narratiivi, kuigi Petzholdt päris tundmatu ei ole. Carl Schmidt (1869: 437, 444) on pidanud just tema 1850. aasta artiklit esimeseks, millest võib lugeda põlevkivi uurimise ajalugu. Vitali Levõkin (Левыкин 1947) on Petzholdti artiklid „Baltikumi põlevkivide spetsiaalse kirjan-duse“ loetelus viitena ära toonud. Agu Aarna (1989: 22) on Petzholdti väga põhjalikult refereerinud, tuues seda näitena Tartu ülikooli teadlaste varasest huvist põlevkivi vastu ning peab seda artiklit esimeseks tööks, milles on Eesti põlevkivi keemiliselt iseloomustatud. Paraku on aka-deemik kõrvale hiilinud küsimusest, kust täpselt Petzholdt põlevkivi leidis.



## Põlevkivi avastamine läbi guaano

Viimane käesolevas artiklis käsitletav põlevkivi avastamine on ehk kõige põnevam. 1869. aasta kevadel külastas Eestimaad Carl Funk. Pole teada, kas tegemist oli Venemaa või riigisakslasega<sup>15</sup>. Igal juhul töötas ta 1869. aasta lõpul Berliinis keemikuna (Funk 1869: 514), olles enne seda olnud pikki aastaid vene mõisnike teenistuses tõenäoliselt väetiste spetsialisti või agronoomina. Millalgi 1860. aastate keskpaigas oli tal õnn kelleltki Eestimaa härra Pollackilt saada üks tükk tundmatut maavara. Raha-puudus ei võimaldanud tal endal aga vajalikke analüüse teha ning Funk saatis selle tüki Berliini keemik Carl Scheibleri (1827–1899) labor-tooriumisse. Scheibleri vastus pani Funki rõõmsalt tegutsema, sest analüüsitud kivimist leiti 17,4% fosforiühendeid (Funk 1869: 514; Функ 1869: 421). Olukorras, kus olulist väetist, guaanot, oli üha keerulisem kätte saada (vrd Anon 1869), tähendanuks uue fosforirikka maardla avastamine Eestimaal olulist rahalist tulu.

Funk otsis guaanot Tallinna ümbruse kõrgendikel, kuid edutult. Siis ta küsitles Pollackit, et teada saada, kust ikka mineraal pärineb. Viimane kinnitas, et Undla (Kadrina khk) talupojalt. Funk käis kohal ja üritas Undlat rendile võtta, kuid ebaõnnestunult (Funk 1869: 516). Seepeale läks ta Tallinnas apteeki ja uuris, kus veel võib sellist kivimit leida. Seal ta kuulis, et midagi sarnast olla avastatud Kukrusel (joonis 4), kus mõisnik Robert von Toll (1802–1876) viis alates 1860. aastatest läbi kuivendustöid. 1870. aastaks oli sinna rajatud 4 km kuivenduskraave (Schamarin 1870: 3). Kukrusel tegi Funk kindlaks, et sealne leiukoht on sarnane Undla omaga. Kukruse rendile võtmine või ostmine olnuks keeruline, kuid sellegipoolest teavitas Funk Tolli tema maadel asuvast maavarast ja palus, et viimane läheks proovidega edasi ning pärast saaks ka Funki enda kulud tasutud (Funk 1869: 516). Kuna Tolli asi ei huvitanud, otsustas Funk teda survestada seeläbi, et informeeris oma avastusest nii Eestimaa tsiviil-kuberneri kui riigivarade ministeeriumi ja avaldas artikli (Функ 1869), milles ta tõi üsna põhjalikud arvutused, kui palju selle kõrge fosfori-sisaldusega maavara kaevandamine kasumit võiks tuua.

Funki artikkel tekitas üle Venemaa suurt vastukaja ja artiklit refereeriti mitmetes teistes väljaannetes (nt *Revalsche Zeitung* 17./29. 07. 1869). Väetiselademetest Virumaal kirjutas ka 30. juuli 1869 *Eesti Postimees*. Teadaolevalt on see esimene, küll ekslik, vihje põlevkivile eestikeelses kirjasõnas.

---

<sup>15</sup> Tõenäoliselt oli ta Venemaa sakslane, kuna tema alaline elukoht asus Tšernigovi kubermangu Višenki külas, mis oli suur Venemaa sakslaste keskus ([http://rusdeutsch-panorama.ru/jencik\\_statja.php?mode=view&site\\_id=34&own\\_menu\\_id=3612](http://rusdeutsch-panorama.ru/jencik_statja.php?mode=view&site_id=34&own_menu_id=3612)).

Teade guaanolademete leidmisest äratas aga kahtlusi Carl Schmidtis, kes oli Põhja-Eestis kivimilise koostisega üldjoontes kursis. Schmidt käis 1869. aasta augustis isiklikult Kukrusel ning võttis kaasa kraavidest välja tulnud kivimit. Schmidt kirjutas spetsiaalse vastuse Vene Läänemereprovintside ainukeses põllumajanduslehes *Baltische Wochenschrift*. Oma vastuses Funkile märkis ta, et ammu on juba ära tõestatud, et Kukrusel on tegemist põlevkivi (*Brandschiefer*) ja mitte guaanoga. Seejuures süüdistas Schmidt Funki kivimite tahtlikus ära vahetamises (Schmidt 1869: 437).

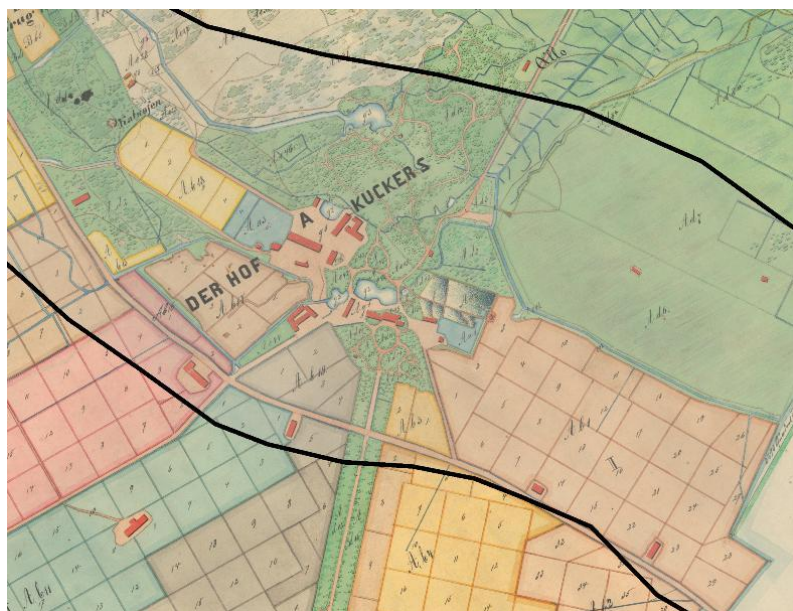
Funk püüdis end oma vastuses *Baltische Wochenschrifti* veergudel kaitsta, kuid pidi tunnistama, et Peterburis tema enda tehtud katse tõestas, et Kukrusel leitud kivim ei sisaldanud hoopiski nii palju fosforit kui ta oli oodanud (Funk 1869: 516). Seega oli ta läbi kukkunud ja loodetud tulu jäi tulemata ning kulud tasumata. Suure tõenäosusega oli Funkile kätte puutunud kivim fosforiit.

Funki tegevusest oli aga Eestimaa põlevkivi kasutuselevõtmisel suur kasu. Nimelt märkis Schmidt oma vastuses Funkile, et keemiaüliõpilane Richard Hehn (sünd 1846) hakkab tema käe all analüüsima Kukruse põlevkivi. Eriti huvitas Schmidt kivi õlisisaldust „kui tulevane baas selle tehniliseks rakendamiseks“ (Schmidt 1869: 444). Hehn avaldaski oma kuiva destillatsiooniuuringute tulemused 1871. aastal (Hehn 1871). Seejuures on Hehni artikli juures joonealune, kus keegi D. R. kirjutab: „Kuna nimetatud põlevkivi asub praegu käigus oleva Balti raudtee liiklemisalas, siis tohiks järgneva töö olla sobilik, et alustada ja kaasa aidata raudtee tehnilisele laiendamisele,“ (Hehn 1871: 35). Siiski toona veel nii ei läinud ning tuli veel oodata ligi pool sajandit, et Eestimaa põlevkivi leiaks laiemat tööstuslikku kasutamist.

Veel enne kui ilmus Hehni uurimus, avaldas Schmidt õpilane keemiamagister Aleksander Šamarin ülevaate Kukruse põlevkivi (*Brandschiefer*) keemilistest omadustest (Schamarin 1870). Lisaks võrdles Šamarin põlevkivi kütteväärtust kivisöe, turba, pruunsöe ja kasepuuga. Kuigi põlevkivi kütteväärtus oli kivisöe järgi teine, ei pidanud Šamarin põlevkivi selle suure põlemisjäägi pärast palju väärtuslikumaks kütteaineks kui kasepuu (Schamarin 1870: 42). Samas ta leidis, et „/.../ Eestimaa põlevkivi (eriti alumiste rikkamate lasundite) kõige ratsionaalsem kasutamisalala põlevgaasi saamine ja küttematerjalina kasutamine“ (Schamarin 1870: 46).

Pole küll teada, kuid on võimalik, et just Šamarini uurimuse toel alustas põlevkivi kütmisega Eestimaa maanõunik Robert von Toll (1802–1876). Teda tuleb pidada praegu teadaolevate andmete põhjal esimeseks põlevkivi kasutajaks Eestis. Ta kaevandas aastas umbes 3000 puuda (50 tonni) põlevkivi kui paekivi kõrvaltoodet. Põlevkivi kasutas ta seejuures vähesel hulgal segamini puudega kaminakütteks ning oma viinakatla ahju kütmiseks (Алексеев 1878: 32).

1870. aastatel oli jõudnud ka laiem teave põlevkivist ja selle võimalikust tähtsusest Eestimaa mõisnikeni. Sellele aitasid oluliselt kaasa põlevkivi leiud kuivenduskraavide rajamisel Kohtlas, Erras, Purtse ja Jõhvi vahel (Алексеев 1878: 31, 32), Peterburi kubermangus Opolje ja Koporje postijaamade vahel (Шмидт 1879: 44) ning Balti raudtee ehitamisega kaasnenud kaevude rajamisel (Алексеев 1878: 31). 1878. aastal avaldas mäeinsener Pavel Aleksejev (1817–1881) pikema artikli põlevkividest Peterburi ümbruskonnas pöörates erilist tähelepanu Eestimaa põlevkivile, mida isiklikult käis uurimas. Ta kirjutas: „Kohalikud inimesed täiesti mõistavad põlevkivi tähtsust küttematerjalina ja gaasi ning õli lähtematerjalina. Kuid seoses leitud põlevkivi lasundite vähese paksusega peaaegu maapinnal ja nende avastamise juhuslikkusega ei kaevandata seda iseenda tarbeks mitte kusagil“ (Алексеев 1878: 32). Aleksejev oli veendunud, et paksemaid põlevkivi kihte on võimalik avastada, kuid see nõuab juba geoloogilist luuret, mis jõukohane vaid riigile või suurtele erafirmadele. Igal juhul oleks siis aga põlevkivist suur majanduslik kasu, kirjutas Aleksejev (Алексеев 1878: 32).



**Joonis 4.** Kukruse mõisa plaan 1870-ndatest. Musta joonega on tähistatud põlevkivi avamusala piirid – kogu mõisasüda asub alal, kus põlevkivi kihid paljastuvad otse pinnakatte all. (EAA.2062.1.171).

## Kokkuvõte

Esimese eestikeelse põlevkiviajaloo kirjutas mäeinsener Märt Raud. Tema töid kasutas peaaegu sõna-sõnalt Agu Aarna, keda senini peetakse kõige autoriteetsemaks Eesti põlevkivi ajaloost kirjutajaks. Et M. Raua töö polnud nii põhjalik tänase põlevkivi ajaloo uurimise seisukohast, on seletatav sellega, et ta oli põlevkivi eriteadlane ja mitte teadusajaloolane. Samuti polnud A. Aarna teadusajaloolane ja usaldas M. Raua poolt kirjapandut.

Sagedasti põlevkivi esmamainimiseks peetavat viidet A. W. Hupeli topograafilistest teadetest 1777 aastast ei saa pidada esmamainimiseks. Lähtuvalt tollastest geoloogialastest teadmistest tähistas A. W. Hupel märksõnaga *Steinöl* kindlasti midagi muud kui põlevkivi. Ka põlevkivi ajaloo viimine J. A. Güldestädti ja 1725. aastani ei oma mingeid faktilisi tõestusmaterjale.

Käesolevast artiklist lähtudes võime aga väita, et põlevkivi esmakiireldajateks tuleb pidada tandemit J. G. Georgi ja, E. J. Schröter, kes A. J. von Engelhardti vahendusel ning Kohala mõisniku Ungern Sternbergi abiga kirjeldasid põlevkivi ning tegid sellega esimesi katseid. Esimene Eestimaa põlevkivi kirjeldus ilmus trükis aastal 1791. Samas, nagu nähtub esimestest kirjalikest allikatest, ei leitud pärast põlevkivi omaduste analüüsimist sellele mingit rakendust. Küttena kasutati enamasti puitu, mida metsade rohkust arvestades oli toona Eestimaal küllaga. Kui arvestada seda, et korstnad olid vaid mõisahoonetel, siis põlemisel kibedat suitsu ajavat põlevkivi keegi vaevalt kütusena kasutas. Ka õlitootmine ei pakkunud kellelegi majanduslikku ega muud huvi ning nii vajasid Georgi uurimused unustusse.

Alles 1830. aastate lõpus asuti taas kord põlevkivi uurima ja siin olid mängus juba suurriiklikud huvid pealinnale võimalikult lähedalt kvaliteetse küttematerjali saamisel. Kuigi meil pole faktilist tõestusmaterjali, kuidas jõudis informatsioon Kohala ümbruses leiduvast põlevast kivist Venemaa ametkondadeni, võib siiski oletada, et mingi moel olid teadmised Georgi, Schröteri ja Engelhardti ajast säilinud. Tuleb meeles pidada, et 18.–19. sajandi infoliikumise seisukohalt ei garanteerinud teabe ilmumine trükis veel selle üldist levikut. G. von Helmerseni tööd põlevkivi analüüsimisel on juba sedavõrd põhjalikud, et selgitatakse lisaks keemilisele koostisele ja kütteväärtusele välja ka maavara majanduslik otstarbekus, mida hinnati väikeseks. Taaskord võime tõdeda, et põlevkivi, eelkõige tema kasutamise seisukohast, unustati. Siinkohal peame toonitama, et kaks esimest põlevkivi avastamislugu on seotud Kohala mõisa ümbrusega, mitte Kukruse või Jõhvi kandiga.

1850. aastal leiame veel ühe põlevkivi avastamise, seda hoopis Iisaku ümbrusest. G. P. A. Petzholdti leiud pärinevad tema kirjelduse järgi Iisaku ümbrusest, kus põlevkivi paikneb aga ligikaudu 100 m sügavusel. Siiski, kirjeldused ei jäta kahtlust, et analüüsitakse põlevkivi. Kuigi avastamiskoht jääb saladuseks, võime seda pidada põlevkivi kolmandaks avastamiseks, millele aga ei järgnenud samuti mingeid põhjalikumaid uuringuid, rääkimata kasutusest.

19. sajandi 1850. aastate keskpaigast tegeles eelkõige Põhja-Eesti geoloogiaga Friedrich Schmidt. Kuigi tema tegevus ei olnud suunatud otseselt põlevkivi uurimisele, võime teda lugeda uurijaks, kes oma Siluri uuringutega aetas põlevkivi geoloogilises mõttes kindlasse süsteemi, andes edasistele uuringutele kindla aluse (vt Schmidt 1858; Шмидт 1879; Левыкин 1947: 96). See võimaldas edasistel uurijatel tegeleda põlevkiviga juba teadusliku geoloogia kontekstis. Siiski pakub põlevkivi avastamise lugu veel ühe üllatava keerdkäigu. Peamiselt põllumajandusliku taustaga Carl Funk pidas 1869. aastal põlevkivi guaanoks (tõenäoliselt sattus talle kätte küll fosforiit) ja ta lootis, et nii on tal võimalik rikastuda. Siiski oli selleks ajaks teadmine põlevkivist juba sedavõrd hea, et Funk jäi oma unistustega rumalasse olukorda. Samas võib öelda, et Funki aktiivne tegevus (mitmed artiklid eelkõige põllumajanduslikes väljaannetes ja refereering ka Eesti Postimehes) viis põlevkiviuuringud uuele tasemele ning 1870 aastatel ilmus juba mitmeid teaduslikke uurimusi põlevkividest.

Kokkuvõtvalt saame öelda, et põlevkivi on Eestimaal avastatud mitmeid kordi ja vahepeal on teadmine temast jällegi unustuses olnud. Peamiseks põhjuseks oli ilmselt asjaolu, et selle kasutamine pole olnud eriti mugav ning muid kütteaineid (eelkõige puit) oli piisavalt. Ka geoloogilise süsteemi puudumine enne 19. sajandi keskpaika ja üldised teadmised geoloogiast raskendasid nii tollaste teadlaste tööd, kui ka praegustel uurijatel mõista, millest tookord kirjutati ja mida erinevate mõistetega tähistati.

## Kirjandus

**Aarna, A., Kask, K., Reier, A., Öpik, I.** 1954. Põlevkivi. Eesti Riiklik Kirjastus, Tallinn.

**Aarna, A.** 1965. Põlevkivikeemia probleeme Eesti NSV-s. Eesti Raamat, Tallinn.

**Aarna, A.** 1989. Põlevkivi. Mosaiik. Valgus, Tallinn.

**Anonym.** 1869. Ausländische Nachrichten, Berlin 02.05./20.04.1869. Baltische Wochenschrift, 7(18), Sp 256–258.

**Anonym.** 1962. Leo von zur Mühlen. Nekrolog. – *Baltische Briefe*, 15(5): 10.

**Bauert, H., Kattai, V.** 1997. Kukersite oil shale. – A. Raukas, A. Teedumäe (comp). *Geology and mineral resources of Estonia*. Estonian Academy Publishers, Tallinn, lk. 313–327.

**Baukov, S., Mustjõgi, E.** 1968. Eesti NSV põlevkivi leiukoha geoloogilise uurimise ajalugu. – A. Allik (koost.). *50 aastat põlevkivi kaevandamist*. Valgus, Tallinn, lk 355–362.

**Bekker, H.** 1921. The Kuckers stage of the Ordovician Rocks of NE Estonia. Tartu.

**Beyschlag, F., Von zur Mühlen, L.** 1918. Die Bodenschätze Estlands. – *Zeitschrift für praktische Geologie*, 26(10): 141–150.

**Cronstedt, A.** 1770 *Versuch einer Mineralogie*. Copenhagen und Leipzig.

**Der in Esthland bei Fall und Tolks entdeckte brennbare Schiefer.** 1838. *Das Inland*, 30, 48.

**Fischer, J. B.** 1791. Versuch einer Naturgeschichte von Livland. F. Nicolovius, Königsberg.

**Funk, C.** 1869. Entgegnung. – *Baltische Wochenschrift*, 7(39), 514–519.

**Georgi, J. G.** 1776–1780. Beschreibung aller Nationen des Russischen Reichs, ihrer Lebensart, Religion, Gebräuche, Wohnungen, Kleidungen und übrigen Merkwürdigkeiten, 4 Bde. St. Petersburg.

**Georgi J. G.** 1791. Von einer feuerfangenden Erde aus der Revalschen Statthalterschaft. – Auswahl ökonomischer Abhandlungen, welche die freie ökonomische Gesellschaft in St. Petersburg in deutscher Sprache erhalten hat, Bd III, S 330–331.

**Georgi J. G.** 1798. Geographisch-physikalische und Naturhistorische Beschreibung des Russischen Reichs zur Übersicht bisheriger Kenntnisse von demselben. III Teil. Bisher bekannt gewordene Naturprodukte. Friedrich Nicolovius, Königsberg.

**Güldenstädt, J. A. von.** 1787–1791. Reisen durch Russland und im Caucasischen Gebirge, Th 1–2. St. Petersburg.

**Güldenstädt, J. A. von.** Akademische Rede über die natürlichen Produkten Russlands, welche zur Unterhaltung eines beständig vortheilhaften auswärtigen Handel dienen können, gehalten den 29-ten December 1776. – *St. Petersburgisches Journal*, 4, Julius, 13–57, August, 87–120.

**Hehn, R.** 1871. Die Produkte der trockenen Destillation des Brandschiefers. – *Baltische Wochenschrift*, 9(1–2), 22–28, 35–38.

**Helmersen, G.** 1838a. Über den bituminösen Tonschiefer und ein neu entdecktes, brennbares Gestein der Übergangsformation Estland, mit Bemerkungen über einige geologische Erscheinungen neuerer Zeit. – *Bull. Acad. Sci. St.-Petersb.*, Nr 100, 101, t V, Nr 4, 5, Sp 56–73.

**Helmersen, G.** 1838b. Mémoire sur le schiste argileux-bitumineux d'Esthonie et sur une nouvelle roche combustible découverte dans cette province.– Annuaire du Journal des Mines de Russie. St.-Petersb.

**Hupel, A. W.** 1777. Topographische Nachrichten von Lief- und Ehistland, Bd 2. J. F. Hartknoch, Riga.

**Jeret, Ü.** 1965. Mööda tööstuslikku Põhja-Eestit: Kalevipoja aarete maal. Tallinn.

**Jürjo, I.** 2004. Liivimaa valgustaja August Wilhelm Hupel 1737–1819. Riigiarhiiv, Tallinn.

**Kann, J.** 2003. Editor's page. – Oil Shale, 20(4), 441–442.

**Kann, J.** 2010. In remembrance of Agu Aarna. Oil shale chemist and technologist. – Oil Shale, 27(4), 361–365.

**Kattai, V., Lokk U.** 1998. Historical review of the kukersite oil shale exploration in Estonia. – Oil Shale, 15(2), 102–110.

**Kattai V., Saadre, T., Savitski L.** 2000. Eesti põlevkivi: geoloogia, ressurs, kaevandamistingimused. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn.

**Kattai, V.** 2003. Põlevkivi – õlikivi. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn.

**Kogerman, P. N.** 1922. The chemical composition of the Estonian M.-Ordovician oil-bearing mineral „Kukersite“. Dorpat.

**Lauringson, V., Reier, A.** 1981. Eesti NSV maapõuevarad ja nende kaevandamine. Perioodika, Tallinn.

**Linné, C. von** 1778. Natursystem des Mineralreichs nach der zwölften lateinischen Ausgabe in einer freien und der vermehrten Übersetzung von Johann Friedrich Gmelin, Bde. 3. Nürnberg.

**Markus, E.** 1938 Der Brennschieferbau Estlands: eine geographische Analyse. Tartu.

**Mühlen von zur, L.** 1921. Die Ölschiefer des europäischen Russlands. Teubner, Leipzig und Berlin.

**Petzholdt, A.** 1850a. Ein neues brennbares Gestein in Estland. – Inland, 32, 502–504.

**Petzholdt, A.** 1850b. Ein neues brennbares Mineral in Estland. – Inland, 35, 548–549.

**Petzholdt, A.** 1850c. Ein neues brennbares Mineral in Estland. – Journal für praktische Chemie, 51, 112–113.

**Petzholdt, A.** 1852. Ein neues brennbares Mineral in Estland. – Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde, 68.

**Porath, S.** 1999. Erzeugung von Chemierohstoffen aus Kukersit durch Pyrolyse. <http://ediss.sub.uni-hamburg.de/volltexte/1999/23/html/inhalt.html>.

**Pönicke, H.** 1960. Georg Paul Alexander Petzholdt. – Hamburger Mittel- und Ostdeutsche Forschungen, 2, 47–70.

**Pönicke, H.** 1973. Ländliche Industrieunternehmungen in den baltischen Provinzen Russlands im 18. und 19. Jahrhundert. Wiesbaden.

**Raud, M.** 1925. Põlevkivi ja põlevkivi-tööstus Eestis. Riigi Põlevkivitööstus, Tallinn

**[Raud, M.]** 1928. Riigi põlevkivitööstus 1918–1928. Riigi Põlevkivitööstuse Kirjastus, Tallinn

**Raukas, A., Viiding, H.** 1993. Akadeemik Gregor Helmersen ja tema osa Eesti geoloogias. H. Viiding, A. Raukas (toim). Teaduse ajaloo lehekülgi Eestis IX. Tallinn, lk 86–98.

**Roose, A.** 1991. Põlevkivist ehitatud Eesti. – Virumaa Fondi Toimetised 3. Tartu-Jõhvi.

**Schamarin, A.** 1870. Chemische Untersuchung des Brandschiefers von Kuckers. Dorpat.

**Schmidt, F.** 1858. Untersuchungen über die Silurische Formation von Ehistland, Nord-Livland und Oesel. Dorpat.

**Schmidt, C.** 1861. Agricultur-chemische Untersuchungen. – Livländische Jahrbücher der Landwirtschaft, 3, 109–173.

**Schmidt, C.** 1869. Das vermeintliche Guanolager von Kuckers. – Baltische Wochenschrift, 7(34–35), 437–445.

**Sepp, M.** 2009. Piiludes põlevkivitööstuse hälli. – Eesti Loodus, 11, 44–47.

**Tammiksaar, E.** 2013. Põlevkivitööstuse algus Eestis – eeldused ja põhjused: Ajalooline sissevaade. I. – Akadeemia 25(1): 15–48.

**Toomik A.** 2008 Saateks. – N. Varb, Ü. Tambet (koost). 90 aastat põlevkivi kaevandamist Eestis. GeoTrail KS, Tallinn, lk. 10–16.

**Vogel, R. A.** 1776. Practisches Mineralsystem. Leipzig.

**Wallerio, J. G.** 1778. Systema mineralogicum, quo corpora mineralia, in classes, ordines, genera et species suis cum varietatibus divisa, describuntur, T 2. Vindobona.

**Werner, G. A.** 1774. Von den äusserlichen Kennzeichen der Fossilien. Leipzig.

**Winkler H. (Red.)** 1930. Der Estländische Brennschiefer: Untersuchung, Gewinnung und Verwertung. Wassermann, Reval (Tallinn).

**Аарна, А.** 1956. Эстонские горючие сланцы. Эстонское государственное издательство, Таллинн.

**Алексеев, П. Н.** 1878. О балтийском горючем сланце и сравнении его с Олонским антрацитом и другими горючими материалами близ С.-Петербурга. – Записки Императорского Русского технического общества, 1, 26–39.



**Гельмерсен Г.** 1838. Отчеты по исследованиям, произведенным в 1838 году над месторождениями горючего сланца, открытого в Эстляндской губ. в окрестностях мызы Фалл, принадлежавшей г. Генерал-адъютанту графу Бенкендорфу, и мызы Толкс барона Врангеля. – Горн. Журнал., III, 258–265.

**Гельмерсен Г.** 1839. О месторождении смолистого глинистого сланца и внов открытом горющем минерале в переходной минерале в переходной формации Эстляндской губернии, дополненно некоторыми замечаниями о геологических явлениях новейшего времени. – Горн. Журнал., III, 149.

**Георги Й. Г.** 1792. О возгорающей земле из Ревельскаго наместничества. – Труды Вольного Экономического общества, XV, 350–353.

**Гильденштетт, А. И.** 1780. Речь о произведениях Российских, способных и содержанию всегда выгодного превосходства в продаже в чужие края Российских товаров пред локуною иностранцев, говоренная Декабря 29 дня, 1776 года в присутствии их Имп. Высочества. Академические известия, 4, 354–379; 457–471, 5, 19–52, 141–165.

**Копелевич Ю. Х.** 1997. Иоганн Антон Гилденштедт 1745–1781. Наука, Москва.

**Левыкин, В.** 1947. Горючие сланцы Прибалтики: (геология, гидрогеология, условия эксплуатации). Ленгостоптехиздат, Ленинград, Москва.

**Погребов, Н.** 1919. Прибалтийские горючие сланцы. Естественные производительные силы России. Полезная ископаемая, составлен Геологическим Комитетом. Т. IV. № 20, с. 288–323.

**Фокин, Л.** 1913. О строении и продуктах распада битуминозных горючих пород Эстляндии. Горн. Журн., II, 117.

**Функ, К.** 1869. Открытие залежей гуано в Эстляндии. Земледельческая газета, (35)27, 420–421.

**Ходнев А. И.** 1865. История Императорского Вольного экономического общества с 1765 до 1865 года. Санктпетербург.

**Шмидт, Ф. Ф.** 1879. Взгляд на новейшее состояние наших познаний о силурийской системе С.-Петербургской и Эстляндской губерний и острова Эзеля. – Труды С.-Петербургского общества естествоиспытателей, 10, 42–48.

## **PREHISTORY OF OIL SHALE RESEARCH IN ESTONIA – FROM THE FIRST MENTION TO FIRST USAGE**

Mait Sepp, Taavi Pae, Erki Tammiksaar

### *Summary*

There is a traditional narrative on how oil shale was first described in Estonia formed by Märt Raud and Agu Aarna. Our study reveals its mistakes and misinterpretations. We found that the assumptions that oil shale was first mentioned by August Wilhelm Hupel in 1777 and that Johann Anton Güldenstädt had dealt with oil shale had no proof. We specify how oil shale was first discovered and described in Kohala estate by Johann Gottlieb Georgi in 1791 and then by Gregor von Helmersen in 1838. We also show how oil shale was detected by Georg Paul Alexander Petzholdt in 1850 near Iisaku. Finally, we describe the chain of events that lead to studies of oil shale near Kukruse estate in 1869.

## **VANEMAEALISTE RÄNNE EESTIS PERIOODIL 2000–2008**

Kadi Mägi, Kadri Leetmaa

### **Sissejuhatus**

Rändesuundi ja rändepõhjuseid on sageli analüüsitud erinevate rahvastikurühmade, näiteks soo-, vanuse, haridustaseme ja rahvusgruppide viisi (Ränne üleminekuaja, 2003; Geyer ja Kontuly 1993). Üks olulisemaid rännet mõjutavaid tegureid on vanus – eri vanusrühmade inimeste rändamise sagedus ja elukohaeelistused on tavaliselt erinevad. Noored rändavad üldjuhul kõige rohkem ning see on seotud spetsiifiliste elusündmustega, näiteks õppima asumine, töölase karjääri või kooselu algus. Keskeas inimesed on paiksemad ning nende rännet mõjutavad lisaks töökoha asukohale ka teiste pereliikmete vajadused. Tööturult lahkudes suureneb rändeintensiivsus mõnevõrra, sest pensioniealiste inimeste rännet ei mõjuta enam niivõrd tööturuga seotud tegurid. Nii kujunevadki inimeste eri eluetappides välja tüüpilised rändesuunad: noorte ränne on sageli suunatud suurematesse linnadesse, vanemate inimeste ränne aga näiteks oma sünnikohta või teistesse kaugematesse paikadesse, mida varasemast elust paremini tuntakse.

Käesolev uurimus keskendub vanemaealiste (65-aastaste ja vanemate) inimeste rändele Eestis perioodil 2000–2008. Kuna seoses rahvastiku vananemisega pensioniealiste osatähtsus arenenud riikide (sh Eesti) rahvastikus tulevikus kasvab (IVAR 2010, 12), siis muutub selle vanusegrupi rändesuundade teadasaamine aina olulisemaks. Uuringu eesmärgiks on välja selgitada, millistesse piirkondadesse rändavad pensioniikka jõudnud inimesed Eestis. Uuring võimaldab võrrelda vanemaealise elanikkonna rännet varasemate perioodidega (nt 1990ndate aastatega: Jõeveer 2003) ja teiste riikidega (Novak jt 2011, Friedrich

2008). Kui üleminekuaja esimest kümnendit Eestis iseloomustas pigem majanduslik ebakindlus ning ühiskonnas toimuvad suured ümberkorraldused, siis käesolevas artiklis käsitletavat perioodi iseloomustas ülikiire majanduskasv, mis tõenäoliselt mõjutas ka inimeste rändetsuseid. Uue lähenemisena, võrreldes varasemate uuringutega Eestis, vaadeldakse siin eraldi nooremate (65–74) ja vanemate (75+) pensioniealiste inimeste rändesuundasid.

Analüüsiks kasutati Eesti Statistikaameti siserände andmebaasi põhjal koostatud andmestikku, mis võimaldas vaadelda rände ajal eri vanuses olevate inimeste rändesuundi kohaliku omavalitsuse täpsusega. Jooksva rändestatistika kvaliteeti Eestis on üldjuhul peetud ebapiisavaks (Sjöberg ja Tammaru 1999) ning seetõttu pole registripõhine rändeandmestik leidnud Eesti rändeuuringutes viimasel ajal laialdast kasutamist. Vanemaaliste rände registreerimise kvaliteeti võib aga pidada keskmisest usaldusväärsemaks, sest vanemaaliste rändeintensiivsus tervikuna on reeglina madalam, neil on säilinud harjumus elukohamuutusi registreerida ning sageli puuduvad neil ka praktilised põhjused end tegelikust elukohast erinevasse kohta ümber registreerida. Käesolev uurimus on üks väheseid kaasaegse rahvastikuregistri andmete põhjal tehtud rändeanalüüsides Eestis.

## **Vanemate inimeste rände üldpõhimõtted**

Üleminekul tööelt pensionile muutub inimeste elu märkimisväärselt. Varasematel perioodidel pensioniaega ei eksisteerinudki. Vanemaks saades mindi nõudlikumatelt töödelt üle vähenõudlikumatele, vähesed said vabatahtlikult tööst loobuda. Paljudes riikides on pensionisüsteemi sisseviimine muutnud situatsiooni ja lubanud inimestel lõpetada töötamine viletsust kartmata. Tänapäeval saabki pensioniiga vaadata täiesti eraldiseisva eluetapina. Keskmise oodatava eluea kasv, mis arenenud riikides aset on leidnud, tähendab seda, et aina enam inimesi vaatab kaugemale tulevikku. Vanemate inimeste suurenev osakaal ühiskonnas on selle vanusegrupi rände uurimise muutnud populaarseks (Boyle jt 1998). Nüüdseks on hilisema elu rännet uuritud juba rohkem kui 50 aastat. Lisaks teadlastele pakub teema huvi planeerijatele, poliitikutele, sotsiaaltöötajatele ja teistele (Haas jt 2006).

Litwak ja Longino on loonud palju tsiteeritud (Bradley jt 2008, Jauhiainen 2008, Lundholm 2010) ja väga tuntud tüpoloogiat, mis aitab mõista vanemate inimeste rändemustreid. Selle alusel esineb vanemas eas kolme tüüpi rännet. Esimene rändeviis ilmneb alles pensionile jäänud inimeste hulgas, kes on enamasti veel terved ja jõukad. Seda iseloomus-

tavad tavaliselt ränne hüvederikastesse, mõnikord ka madalate maksudega piirkondadesse. Tihti mängivad rolli ka meeldivam naabruskond ning puhtam ja ilusam looduskeskkond. Teist tüüpi ränne iseloomustab vanemaealisi, kelle elu on tabanud negatiivne sündmus – abikaasa surm, tervise või majandusliku olukorra halvenemine. See on nn abiotsiv ränne, mis viib pensioniealised tihti oma täiskasvanud laste või teiste sugulaste lähedale või odavamale elamispinnale. Kolmandat tüüpi ränne haarab enda alla väga halva tervise või tõsise puudega inimesed, kes vajavad pidevat hoolt ning peavad seetõttu minema vanadekodusse või hooldekodusse. Võib teha üldise järelduse, et rändesündmuse põhjus vanemas eas on seotud tervisega: hea tervisega on seotud esimene rändeviis, halvaga teine ja kolmas (Wilmoth 2010).

Eeltingimused rändeks on pensionieas teistest eluetappidest erinevad. Sel perioodil saavad inimesed vabamalt valida oma elukohta, nad ei sõltu enam tööst ja on vabad piirangutest, mis on seotud laste koolide ja muu töö- ja perealiste inimeste infrastruktuuriga. Põhjamaade rändeuuringud peavad vanemate inimeste rändes oluliseks sotsiaalseid ja keskkonnaga seotud motive, tööturg on selle eagrupi jaoks vähem oluline. Rändepõhjuseks võib olla ka vajadus toetuse ja hoolitsuse järele, soov elada lähemal perekonnaliikmetele ning soov minna tagasi paika, mis on tuttav ja mille identiteet on inimesele omane. Tavaliselt sõltub rändetsutus mitmesugustest teguritest. Nagu eelpool juba mainitud, on tervis vanemate inimeste rände puhul peamiseks teguriks. Tõukefaktoriteks, mis inimesi ühest piirkonnast teise viivad, võivad olla ka kõrged eluasemekulud, ülerahvastatus, keskkonna saastatus või kuritegevus. Tööga mitte seotud olles, on võimalus elukohta valida vabam (Lundholm 2010).

Nagu rändepõhjusedki, on ka rände sihtkohad eri vanusegruppides erinevad. Noored inimesed rändavad tavaliselt linnakeskkonda, samas on vastulinnastumine tavalisem just vanemaealiste seas (Lundholm 2010, Hoggart 1997; Geyer ja Kontuly 1993). Vastulinnastumine kujutab endast liikumist asustussüsteemis väiksematesse linnaregioonidesse ja perifeersematesse piirkondadesse (Fielding 1989). Samuti räägitakse vanemate inimeste rändasuundade puhul tagasirändest (Jauhiainen 2008, Lundholm 2010). Põlvkonnad, kes on tänaseks jõudnud ja jõudmas pensioniikka, on sageli ise üles kasvanud maalises keskkonnas ning neile võib nostalgia tuttava paiga suhtes olla rändeks piisav tõmbefaktor, eriti kui piirkonnaga on läbi aja hoitud kontakti (Lundholm 2010). Vanuse kasvades võib suureneda ka ränne linnadesse (Glasze ja Graze 2007), kus on parem tervishoiusüsteem ning ollakse lähemal täiskasvanud lastele. Viimane rändevoog on võrreldes teistega olnud senini siiski tagasihoidlik (Jõeveer 2003), kuid näiteks Hjälme (2011) näitab, et väga suur osa vanemaealistest Rootsis elab väga lähestikku oma täiskasvanud lastega.

Paljudes uurimustes vaadeldakse hilisemat eluiga ühe tervikliku eluetapina. Conway ja Houtenville (2003) väidavad aga, et nooremate ja vanemate pensioniealiste vahel võib rändemustrite ja rännet mõjutavate tegurite osas olla mitmeid erinevusi. Nooremaid pensionäre meelitavad tihti rohkem looduslähedasemad ja kultuuriliselt atraktiivsemad sihtkohad. Vanemad pensioniealsed kolivad aga tihti eluasemekulude tõusmise tagajärjel (kui üks osapool sureb, siis teine ei suuda enam üksi end ülal pidada), samuti on selle vanusegrupi rändepõhjuseks tihti halvenev tervis ja rändeotsuse võib inimese eest teha tema pere.

Kokkuvõttes võib eeldada, et rändeteooriad suunavad meid vanemaalaste rühma jagama vanuse alusel kitsamateks eagruppideks, et jälgida rände dünaamikat inimese hilises eluetapis. Lisaks võivad vanemaalaste rändeotsused olla seotud sellega kuivõrd majanduslikult kindlustatud vastavas ühiskonnas vanemaalased on. Vaesemas ühiskonnas on tõenäoliselt esiplaanil toimetulekuga seotud (abiotsiv) ränne ning jõukamas ühiskonnas rändega elukeskonna kvaliteedi parandamise eesmärgil.

## Eesti geograafiline kontekst

Tänapäeva rändeprotsessidest aru saamiseks on vaja mõista, et rännet mõjutavad paljud erinevad inimesest otseselt sõltumatud tegurid, näiteks kultuur, poliitika, majandus (Boyle jt 1998). Nii on ka Eestis ränne olnud väga tugevalt seotud riigikorralduse muutustega, see on mõjutanud nii rändeintensiivust kui ka rändesuundi (Marksoo 2005). Kuigi nõukogude perioodi lõpupoole algas siserände tulemusel rahvastiku hajumine, seda nii linnade tagamaale kui kaugematesse maapiirkondadesse (Marksoo 2005), siis suures osas iseloomustab nõukogude perioodi siiski linnastumine asustussüsteemis. Viimane omakorda annab aga edaspidisteks perioodideks eelduse teistele rändesuundadele, näiteks elu jooksul linna kolinud inimeste eeslinnastumisele või vastulinnaastumisele nende vanevas elueas.

Nõukogude aja elamuehitusele oli iseloomulik 1960. aastatel alguse saanud riiklikult korraldatud massiline standardiseeritud korrusmajade ehitus. Ühepereelamuid ehitati suhteliselt vähe ning nendele olid alternatiiviks alates 1960. aastatest massiliselt rajama hakatud suvila-kooperatiivid (Leetmaa jt 2012; Anniste 2007). Selline elamuehituse poliitika on samuti oluliselt mõjutanud järgnevate perioodide rändesuundi, näiteks tänapäeval on nõukogudeaegsed paneel elamud linnades peamiseks elukohaks linna saabuvale rahvastikule mujalt Eestist, sarnased korterelamud maapiirkondades ja väikelinnades, aga ka või-

malus suvilaid ümber ehitada, meelitavad linnaelanikke odavamate eluasemekuludega linnast väljas.

Nagu paljudes teistes üleminekuriikides (Brown ja Shafft 2002; 2007; Ouředníček ja Hirt 2007) oli ka Eestis 1990. aastatel kõige olulisem rändesuund eeslinnastumine (Tammaru jt 2003b), mida on enamasti defineeritud kui rännet linnaregiooni kesklinnast tagamaale (Tammaru jt 2003b, Champion 2001, Boyle jt 1998). Selle ulatust mõjutasid 1990. aastatel mitmed tegurid. Neist olulisimad olid tõenäoliselt seotud majandusarengu, eluasemete erastamise ning panganduse arenguga. Suurenenud sissetulek ning erastatud eluaseme müügist saadud raha löid eeldused kortermajadest eramutesse kolimiseks. Lisaks võimaldas suvilate ümberehitamine ja talude tagastamine kolida suurematest linnadest nende tagamaale neil inimestel, kelle rahaline olukord ei võimaldanud uut eramaja osta. Üleminekuriikide eripäraks oligi nende inimeste eeslinnastumine, kellel oli raskusi suuremates linnades majanduslikult toime tulla. Muuhulgas oli üleminekuaja eeslinnastumises oluline roll vanemaealistel (Leetmaa ja Tammaru 2007). Vanemaealiste inimeste olukord üleminekuajal oli vanusegruppidest ilmselt kõige ebakindlam. Kui noorematel inimestel sissetulekud tõusid, nad said võtta elamuasemelaenu, siis pensionile jäänud inimestel üleminekuajal seda võimalust ei olnud, riiklik pension oli üsna väike ja rahalised võimalused seega piiratud. Samas võitsid vanemaealised korterite erastamisest linnades, korteri müügist saadud tulu võimaldas elamistingimusi sobitada tõoturul lahkumise ja elukeskkonna eelistustega.

Siserände vanuserinevusi üleminekuaja esimesel kümnendil (1989–2000) on uurinud põhjalikumalt Jaana Jõeveer (2003). Tema tööst selgus, et noorte (15–29) mõju üleminekuaja summaarsetele rändesuundadele on kõige olulisem (28%) ning pensioniealiste (65+) mõju kõige vähem oluline (8%). Pensioniealiste valitsev rändesuund aga erines teistest rahvastikurühmadest: 65+ rahvastiku seas oli rändesaldo negatiivne suuremates linnaregioonides, maakondade lõikes lahkuti vanemates vanuserühmades maakonnakeskustest nii nende tagamaadele kui ka maakondade äärealadele. Jõeveer (2003) võrdles tulemusi ka varasema ajaga ning leidis, et võrreldes nõukogude aja lõpuga toimusid 1990. aastatel suurimad muutused just pensioniealiste rändes: 1980. aastatel valitses nende inimeste rändes linnastumine, 1990. aastatel aga vastulinnastumine. Ilmselt on selliste muutuste põhjused seotud toimunud ühiskonnamuutustega ja ülalmainitud põhjustega: linnades on kasvanud eluaseme- ja muud kulud oluliselt kiiremini kui maal ning kuna vanemate inimeste elukohavalikut ei mõjuta enam töökohtade koondumine suurematesse linnadesse, on neil lihtne suurematest linnadest lahkuda. Vastulinnastumise tendentsile asustussüsteemis ülemineku-

ajal pensioniealiste hulgas viitasid oma uuringus ka Kontuly ja Tammaru (2006). Sarnaseid tendentse on täheldatud Ungaris (Ladányi ja Szelényi 1998).

1990. aastate rännet on Ann Marksoo (1992) iseloomustanud nn oota-ja-vaata hoiakuga: ebakindluse tõttu ühiskonnas ja majanduses oli rändeintensiivsus äärmiselt madal. Eeldatavasti kaasnes majanduskasvuga alates 1990. aastate lõpust ka rände mõningane elavnemine. Kui 1990. aastate rännet on olnud võimalik analüüsida rahvaloenduse andmete alusel, siis 2000ndate aastate kohta samalaadseid andmeid pole. Registripõhise rändeandmetiku alusel on Tammur (2009) leidnud, et perioodil 2000–2007 oli vanuse poolest kõige aktiivsem elukohavahetajate rühm 15–29-aastased noored ning vanuse kasvades elukohavahetajate hulk vanuserühmas vähenes. Noorte peamiseks rände sihtkohaks oli Tallinn ja selle tagamaa (vt ka: Marksoo 1990). Vanemaalised asusid elama keskussuunalisest väljapoole jäävatesse piirkondadesse ning asustussüsteemis toimus vanemaaliste hajumine. (Tammur 2009).

## Uurimisküsimus, andmed ja meetodika

Ülaltoodud varasematele analüüsidele tuginedes on järgneva analüüsi eesmärk täpsustada vanemaaliste rahvastiku rändesuundi Eestis perioodil 2000–2008 ning selgitada nooremas ja vanemas pensionieas inimeste rändesuundade võimalikud erinevused. Nooremas pensionieas ehk “tööjätueas” inimestena vaadeldakse järgnevas analüüsis 65–74-aastaseid inimesi ning vanemas pensionieas inimestena ehk “eakatenä” käsitletakse 75-aastast ja vanemat rahvastikku. Nende kahe vanemaaliste rühma rändeerisusi pole Eestis seni põhjalikult uuritud. Kirjanduse põhjal võib aga öelda, et tööjätueas inimeste ja eakate rändesuund on tavaliselt põhimõtteliselt erinevad. Nende kahe grupi rändesuundade agregereerimisel võivad analüüsis nooremate ja vanemate pensioniealiste rändeerinevused üksteist tasandada ja märkamatuks jääda.

Üldjoontes kasutatakse käesolevas uurimuses sarnast uurimismetoodikat nagu 2003. aastal läbi viidud uurimisprojekti „Siseränne ülemineku-perioodil“. Uurimistulemused näitavad seega, millised muutused on vanemaaliste siserändes toimunud üleminekuaja hilisemas etapis ehk 2000ndatel aastatel. Hiljem on võimalik 2011. aasta rahvaloenduse tulemustel põhjal analüüsi edasi arendada ja tulemusi täpsustada. Valitud 9-aastane uurimisperiood (1. jaanuar 2008 – 31. detsember 2008) on periood, mida iseloomustab ülikiire majanduskasv. Mitmed teised



rändeanalüüsid (nt: Tammaru jt 2009 uueselamuehituse analüüs) on näidanud, et see oli optimistlike ootustega periood (erinevalt “oota-ja-vaata” hoiakutest üleminekuaja alguses), mil kasvas inimeste valmisolek parandada elamistingimusi, näiteks kolida sotsialismiajal ehitatud kitsaste oludega linnakorterist avaramale ja kaasaegsemale pinnale eramajas või uues korteris. 2008. aastal alanud majanduskriisi mõjud siin analüüsitud perioodi rändesuundi veel oluliselt ei mõjutanud (rändeintensiivsus 2008. aastal oli vaid mõningal määral madalam).

Töö põhineb Statistikaametist saadud Eesti Rahvastikuregistril põhinevatel rändeandmetel. Töös kasutati agregaatandmeid perioodil 2000 kuni 2008 toimunud omavalitsusüksuste vaheliste rändevoogude suuruse kohta. Omavalitsusüksused olid omakorda grupeeritud maakondade ja asustushierarhia tasemete (keskuslinn, tagamaa, ääremaa) lõikes. Vaadeldi järgmisi asustushierarhia üksusi: pealinn, pealinna tagamaa, regioonikeskused (Tartu, Ida-Viru linnastu, Pärnu), regioonikeskuste tagamaa, maakonnakeskused, maakonnakeskuste tagamaa, perifeersed väikelinnad ja maavallad. Linnade tagamaaks loeti analüüsis neid satelliitlinna ja linnalisi valdu, millest vähemalt 30% töötajatest käib keskuslinna tööle (analoogselt 2003. aasta siserände uurimisprojektile: Tammaru jt 2003).

Siserände uurimisel on kasutatud klassikalisi demograafilisi näitarve: rändesaldot, rändesaldokordajat ja rändeintensiivsust. Rändesaldo on uuritavast ruumiüksusest lahkunute ja sinna saabunute vahe ajavahemikul 2000–2008. Rändesaldokordaja (SK) on uuritava ruumiüksuse rändesaldo (S) jagatuna üksuse perioodikeskmise rahvaarvuga (R) promillides (tuhande uuritava ruumiüksuse elaniku kohta):  $SK = S/R \times 1000$ . Positiivne rändesaldokordaja näitab väljarändest suuremat siserännet piirkonda vastavas vanusrühmas, negatiivne aga rändekadu. Rändeintensiivsus on elukohavahetuste suhe tuhande uuritavas piirkonnas elava inimesega. Perioodikeskmise rahvaarvu arvutamisel on kasutatud uuritava perioodi alguse ja lõpu rahvaarvu (Statistikaameti andmed) keskmist:  $R = (N_{2000} + N_{2008})/2$ .

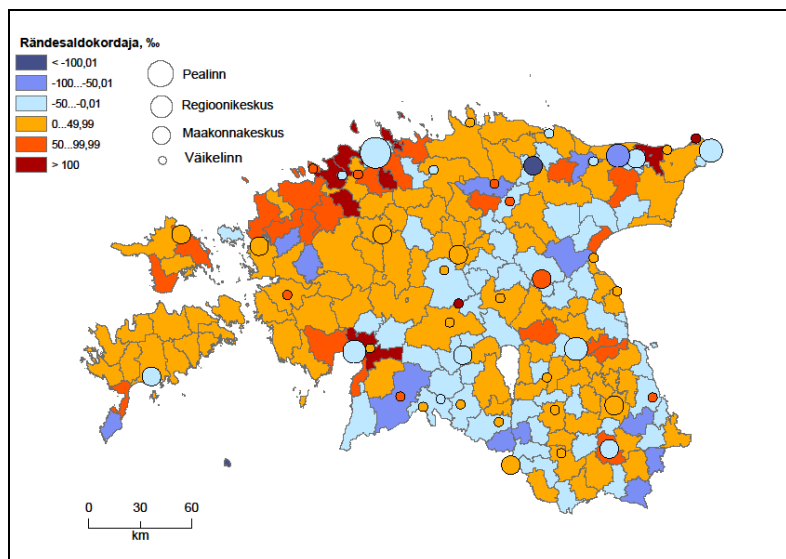
## Tulemused

Vaadeldaval perioodil vahetas elukohta 18768 üle 65-aastast inimest ehk 8% vanemaealistest inimestest. Neist enamus (10930 in) olid tööjätuaealised (65–74), kes moodustasid 58% vanemaealiste rändest. Eakad (75+) vahetasid elukohta 7838 korral, mis teeb 42% kõikidest pensioniealiste elukohavahetustest. Rändeintensiivsus oli aga eakate seas mõnevõrra suurem (tabel 1).

Vaatlusaluse vanuserühma (65+) rändesaldokordaja oli positiivne 162 ja negatiivne 88 kohalikus omavalitsuses (joonis 1), sh positiivne 32 ja negatiivne 15 linnas. Pealinn, regioonikeskused ja enamus maakonnakeskustest kaotasid vanemate inimeste arvelt rahvastikku ehk teisisõnu vanemaealised lahkusid just suuremates linnadest. Väikelinnad ja väiksemad maakonnakeskused (Haapsalu, Põlva, Paide jt) võitsid aga pensioniealiste arvelt rahvastikku juurde. Valdadest paistavad negatiivse rändesaldo poolest silma mitmed Lõuna- ja Kagu- Eesti ääremaa vallad (Misso, Meremäe, Hummuli jt), samuti ka paljud Kesk-Eesti vallad (Koigi, Imavere, Türi jt). Positiivne rändesaldo on enamikel Põhja- ja Lääne-Eesti valdadel, eriti paistavad rände sihtkohana silma Harjumaa omavalitsused.

**Tabel 1.** Vanemaealiste (65-aastaste ja vanemate) rändeintensiivsus.

| Vanus-grupp  | Rahvastik     |               | Elukohavahetused |               | Rände-intensiivsus |
|--------------|---------------|---------------|------------------|---------------|--------------------|
|              | Arv           | Osatähtsus, % | Arv              | Osatähtsus, % |                    |
| 65–74        | 138490        | 60            | 10930            | 58            | 79                 |
| 75+          | 91955         | 40            | 7838             | 42            | 85                 |
| <b>Kokku</b> | <b>230445</b> | <b>100</b>    | <b>18768</b>     | <b>100</b>    | <b>81</b>          |



**Joonis 1.** Vanemaealiste (65+) rändesaldokordaja omavalitsusüksustes.

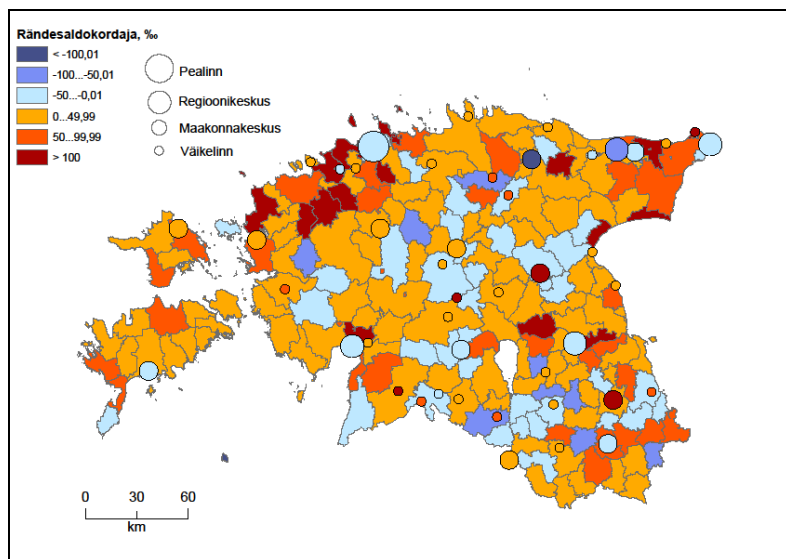
**Tabel 2.** Kogurahvastiku (vanuses 65+) rändesaldo ja rändesaldokordaja asustuse hierarhias ja linnaregioonides.

| Asustusüksus                     | Keskus |               | Tagamaa |               | Kokku |               |
|----------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|-------|---------------|
|                                  | Saldo  | Saldo-kordaja | Saldo   | Saldo-kordaja | Saldo | Saldo-kordaja |
| Tallinna linnaregioon            | -237   | -3,9          | 16      | 1,2           | -221  | -3,0          |
| Regiooni-keskuste linnaregioonid | -597   | -14,0         | 11      | 0,9           | -586  | -10,8         |
| Maakonna-keskuste linnaregioonid | 168    | 8,4           | 132     | 9,2           | 300   | 8,7           |
| Väikelinnad                      | 224    | 13,8          |         |               | 224   | 13,8          |
| Maalised vallad                  | 283    | 5,5           |         |               | 283   | 5,5           |

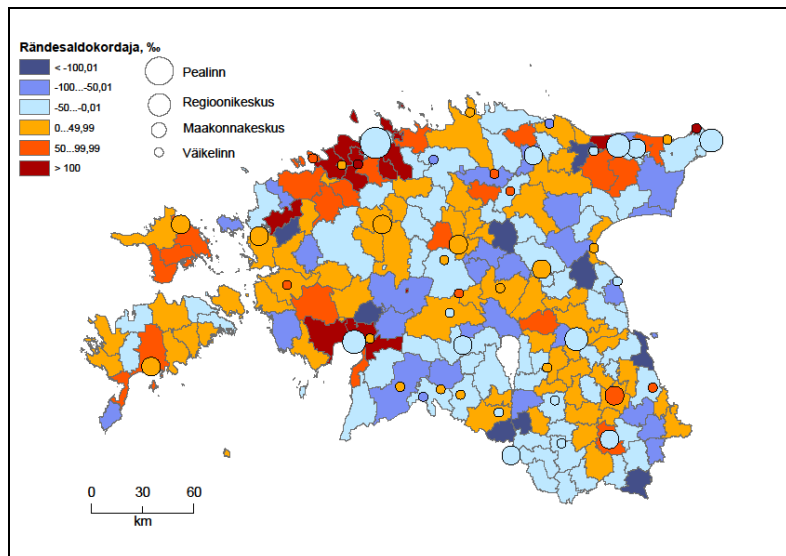
Pensioniealiste peamise rändesuunana võib välja tuua eeslinnastumise – suurematest keskustest liigutakse nende tagamaadele. Nii Tallinna kui ka regioonikeskuste saldokordajad olid negatiivsed, kuid nende linna-regioonide tagamaade saldokordajad olid positiivsed (tabel 2). Maakonnakeskuste rändesaldokordajad olid positiivsed, kuid tagamaal olid saldokordajad isegi kõrgemad. Samuti võib esile tuua rände perifeersesse väikelinnadesse. Mitmete Lõuna-Eesti väikelinnu ümbritsevate valdade rändesaldokordajad on negatiivsed, väikelinnade endi näitajad aga positiivsed (joonis 1). Vanemaealiste rändesaldokordajad nii ääremaa väikelinnades kui ka maalistes valdades on kogu Eestis lõikes positiivsed. Järgnev analüüs tööjätuealiste ja eakate kohta eraldi aitab mõnevõrra heterogeenset pilti selgitada.

Nagu eeldatud, on tööjätuealiste ja eakate ruumilised rändemustrid erinevad. Tööjätuealiste rändesaldokordaja oli positiivne 186 omavalitsusüksuses ning negatiivne 64-s (joonis 2), sh positiivne 33-s ning negatiivne 14-s linnas. Veidi enam oli negatiivse rändesaldokordajaga omavalitsusüksusi eakate rändes (joonis 3): positiivse kordajaga oli 126 omavalitsusüksust ning negatiivsega 124 (positiivne 27 ja negatiivne 20 linnas).

Tööjätuealiste ränne on võrreldes eakatega üle Eesti jaotunud ühtlasemalt. Suuremad linnad kaotavad rahvastikku, maakonnakeskustest on osad sellele eagrupile atraktiivsed, teised mitte, väikelinnad enamasti saavad rahvastikku juurde. Samuti rändavad pensionile jäävad inimesed nii linnaäärsetesse kui ka maalistesse valdadesse. Eakate puhul tuleb tugevalt esile väljaränne paljudest ääremaa omavalitsustest, eriti Lõuna- ja Kagu-Eesti valdadest ning Kirde-Eestist. Tööjätuealiste puhul väljarännet äärealadelt nii märkimisväärselt ei toimu. Samuti tuleb eakate puhul eriti selgelt esile eeslinnastumise tendents.



**Joonis 2.** Töjätuealiste (65–74-aastaste) rändesaldokordaja omavalitsusüksustes.



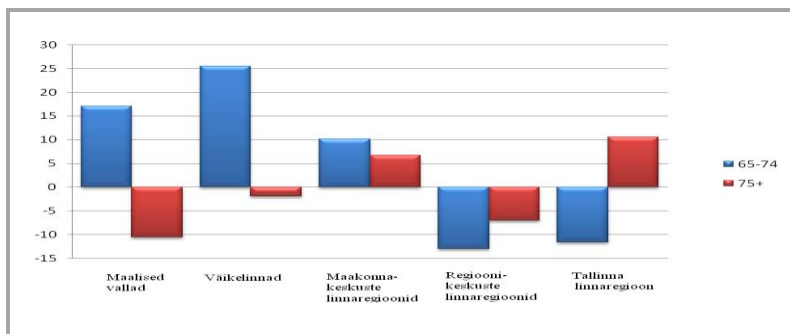
**Joonis 3.** Eakate (75-aastased ja vanemad) rändesaldokordaja omavalitsusüksustes.

**Tabel 3.** Tööjätuealiste rändesaldo ja rändesaldokordaja asustuse hierarhias ja linnaregioonides.

| Asustusüksus                     | Keskus |               | Tagamaa |               | Kokku |               |
|----------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|-------|---------------|
|                                  | Saldo  | Saldo-kordaja | Saldo   | Saldo-kordaja | Saldo | Saldo-kordaja |
| Tallinna linnaregioon            | -420   | -11,4         | -101    | -12,2         | -521  | -11,6         |
| Regioonikeskuste linnaregioonid  | -417   | -16,0         | -20     | -2,8          | -437  | -13,0         |
| Maakonna-keskuste linnaregioonid | 128    | 10,7          | 78      | 9,3           | 206   | 10,1          |
| Väikelinnad                      | 240    | 26,0          |         |               | 240   | 25,5          |
| Maalised vallad                  | 515    | 17,1          |         |               | 515   | 17,1          |

**Tabel 4.** Eakate rändesaldo ja rändesaldokordaja asustuse hierarhias ja linnaregioonides.

| Asustusüksus                     | Keskus |               | Tagamaa |               | Kokku |               |
|----------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|-------|---------------|
|                                  | Saldo  | Saldo-kordaja | Saldo   | Saldo-kordaja | Saldo | Saldo-kordaja |
| Tallinna linnaregioon            | 183    | 7,7           | 117     | 23,0          | 300   | 10,5          |
| Regiooni-keskuste linnaregioonid | -180   | -11,0         | 31      | 6,8           | -149  | -7,1          |
| Maakonna-keskuste linnaregioonid | 40     | 4,4           | 54      | 11,1          | 94    | 6,7           |
| Väikelinnad                      | -13    | -1,9          |         |               | -13   | -1,9          |
| Maalised vallad                  | -232   | -10,6         |         |               | -232  | -10,6         |



**Joonis 4.** Töötajutealiste (65–74) ja eakate (75+) rändesaldokordaja asustuse hierarhias ja linnaregioonides

Võrreldes töötajutealiste ja eakate rändesuundasid asustuse hierarhias (tabel 3 ja 4), selgub et töötajutealiste arvelt kaotasid rahvastikku nii Tallinna linnaregiooni keskus kui ka tagamaa, samuti regioonikeskused ja veidi vähem viimaste tagamaad. Töötajutealiste peamiseks sihtkohtadeks olid väikelinnad, maakonnakeskuste linnaregioonid ja nende tagamaad. Samuti võitsid rahvastikku töötajutealiste arvelt maavallad. Eakate rändesuunad on vastupidised (joonis 4). Märkimisväärsel hulgal lahkutakse maavaldadest, samuti on rändesaldokordaja negatiivne väikelinnades. Eakate puhul on kõikide linnaregioonide (Tallinna linnaregioon, regioonikeskuste linnaregioon ja maakonnakeskuste linnaregioon) tagamaa rändesaldokordaja positiivne, mis kinnitab eakate eeslinnastumise tendentsi. Eriti intensiivne on eeslinnastumine Tallinna linnaregioonis. Eakad lahkuvad regioonikeskustest, maakonnakeskused on neile aga sihtkohaks. Seega leidis kinnitust eeldus, et vanemaealiste rändesuundi tuleb analüüsida eraldi nooremate ja vanemate pensioniealiste lõikes.

## Arutelu ja kokkuvõte

Käesoleva uurimuse peamised tulemused näitavad, et vaadeldaval perioodil iseloomustas kogu vanemaealiste vanusrühma rännet suuremate keskustest (pealinn, regioonikeskused, enamik suuremaid maakonnakeskuseid) lahkumine (analoogselt Tammur 2009 uuringutulemusele). Rände sihtkohaks oli peamiselt suuremate linnaregioonide tagamaa. Kuigi pensioniealised suundusid ka väikelinnadesse ja maa- piirkondadesse jäi traditsiooniliselt vanemaealiste rändega seostatav vastulinnastumine eeslinnastumise tendentsi kõrval mõnevõrra tagaplaanile. Eriti intensiivselt ilmnas eeslinnastumine Tallinna linnaregioonis.

Vanemate inimeste puhul ei saa ilmselt rääkida traditsiooniliselt eeslinnastumisega seotud uusasumitesse kolimisest. Selles vanuses on peredes lapsed suured ja puudub vajadus avarama elamispinna järele (nagu tavaliselt eeslinna uuselamusse kolivate pereeliste puhul). Lisaks on uusasumisse kolimine pensioniealiste sissetulekuid arvestades sageli liiga kallis. Pigem ongi põhjuseks linnade tagamaadel pakkumisel olev odavam elamispiind: endised suvilad, tagastatud talud, aga ka nõukogude perioodil ehitatud korterid satelliitlinnades ja majandite keskasulates. Vanemaealisi saavad rohkem juurde need omavalitsusüksused, kus paiknevad enamik endistest suvilapiirkondadest (Leetmaa 2002), nt Harjumaal Harku, Keila ja Kernu vallad ning Maardu linn. Valdadesse, kus suvilapiirkondi pole, on ka vanemaealiste sisseränne väiksem. Tallinna tagamaad iseloomustab ka teiste odavamate eluasemete suur pakkumine, korteritesse kolimise võimaluse andis sõjaväelaste lahkumise järel vabanenud elamufond (Leetmaa 2004) ja hajaasustusse kolimise võimaluse talude tagastamine õigusjärgsetele omanikele.

Vanemaealiste tagamaale kolimise põhjuseid võib olla mitmeid. Tavaliselt on tüüpiliseks eeslinnastumise põhjuseks soov maalisele tagamaale kolimise teel parandada oma elukvaliteeti, teiseks levinumaks põhjuseks on olnud majanduslikud kaalutlused ja linna kallinevate eluasemekuludega toimetulek (Anniste 2007). See, millist rolli üks või teine motiiv pensioniealiste eeslinnastumises mängib, vajab edaspidistes uuringutes täpsustamist. Tõenäoliselt võivad paljude rändetsustes need kaks linnast lahkumise põhjust olla ka kombineeritud: sissetulekud vähenevad, linnas muutub elu kallimaks, lastele on vaja esimest elamispiinda linnas, varasem maapiirkondades elamise kogemus soodustab tagasipöördumist oma juurte juurde ning meeldivamasse keskkonda, ning kõige selleks annab võimaluse tööturult lahkumine. Vanemaealiste eeslinnastumise tendents Eestis ja teistes üleminekuriikides (Ouředníček 2007) täiendab linnaregioonide sisese rände analüüsimisel eeslinnastumise diskussiooni. Nimetatud rändesuunda ei ole seni seostatud vanemate inimeste rändega. Praegused uurimistulemused lubavad järeldada, et eeslinnastumise ja vastulinnastumise vaheline piir võib olla sümbolne ning tegelikult suunab rändeprotsesse vastavates piirkondades pakkumisel olev elamufond.

Teine ja võibolla selle uurimuse kõige olulisem tulemus oli tööjätuealiste ja eakate rändesuundade erinevuse selgumine. See tulemus kinnitab, et nende kahe vanusrühma eraldi analüüsimine on edaspidi hädavajalik, et anda rahvastikupoliitika kujundajatele, planeerijatele ja poliitkarakondadele adekvaatset informatsiooni vanemaealiste rände kohta. Üheks kõige olulisemaks kahe alarühma erinevuseks oli see, et tööjätuealised lahkusid nii suuremate linnaregioonide (Tallinna linnaregioon ja



regioonikeskuste linnaregioonid) keskusest kui ka tagamaalt ning suundusid väikelinnadesse ning isegi maavaldadesse. Eakad aga lahkusid märkimisväärsel hulgal maapiirkondadest ning suundusid suuremate linnaregioonide tagamaale. Ilmselt on eakate maapiirkonnast lahkumise juures oluline tervislik aspekt ja nn abiotsiv ränne. Kuna Eestis on aastate jooksul perifeersete maapiirkondade olukord aina halvenenud (suletakse poode, apteeke, perearstikeskusi, ühistranspordi liine vähendatakse jne), siis muutub kehvena tervisega vanuritel oma eluga hakkama saamine maapiirkondades aina raskemaks ning mõistlik ja vajalik on kolida teenustele lähemale. Eakate lahkumine perifeersetest piirkondadest võib toimuda ka soovi tõttu elada lähemal oma täiskasvanud lastele kui potentsiaalsetele abistajatele (hooldekoduteenus pole Eestis veel arenenud riikidega samaväärselt kasutusel). Töøjätuealiste tervislik seisund on enamjaolt parem ja nemad eeltoodud teguritest sedavõrd ei sõltu. Nende rändeotsuseid mõjutavad kindlasti rohkem tavapärased vastulinnastumise motiivid ehk soov lahkuda linnakeskkonnast elama rahulikumas paika.

Võrreldes üleminekuajaga on vanemaealiste rändesuunad 2000. aastate majanduskasvu perioodil veidi muutunud ning rändeaktiivsus kasvanud. Perioodil 1989–2000 vahetas elukohta samuti 8% vanemaealistest (Jõeveer 2003). Kui üleminekuaja kohta tehtud uurimistöodes (Jõeveer 2003, Kontuly ja Tammaru 2006), kus on analüüsitud kõiki pensioniealisi koos, seostati pensioniealisi kõige enam vastulinnastumisega, siis käesoleva töö tulemusi arvestades saab vastulinnastumisega seostada üksnes töøjätuealisi. Kõige vanema eagrupi eeslinnastumine on aga tendents, mis vajab edaspidi täiendavat analüüsi – ka linnade tagamaadel võivad välja kujuneda üksnes vanemaealistest koosnevad asumid (nt endised suvilapiirkonnad), mis sel juhul vajaksid spetsiifilisi infrastruktuuri lahendusi (arstiabi kättesaadavus jms).

Kokkuvõttes võib öelda, et käesoleva uurimistöö tulemused on olulised, sest varem ei ole töøjätuealiste ja eakate rändesuundi Eestis eraldi uuritud. Edasine uurimistöö peaks selgitama täpsemalt eeslinnastuvate ja vastulinnastuvate vanemaealiste rändemotiivid ning vanemaealiste rolli linnalähedaste ja perifeersete piirkondade arengus.

## Kirjandus

- Anniste, K. 2007.** Eeslinnastumine Tallinna tagamaa suvilapiirkondadesse. Bakalaureusetöö inimgeograafias. TÜ geograafia instituut.
- Boyle, P., K. Halfacree ja V. Robinson 1998.** Exploring Contemporary Migration. Harlow: Pearson/Prentice Hall.
- Bradley, D.E., C. F. Longino, E.P.Stoller, W.H. Haas 2008.** Actuation of Mobility Intentions Among the Young-Old: An Event-History Analysis. *Gerontologist* 48:2, 190–202.
- Brown, D., Schafft, K.A. 2002.** Population Deconcentration in Hungary during the Post-Socialist Transition. *Journal of Rural Studies* 18, pp. 233–244.
- Champion, T. 2001.** Urbanization, suburbanization, counterurbanization and reurbanization. Teoses: *Handbook of Urban Studies* (toim. R. Paddison). London: Sage Publications, 143–161.
- Conway, K.S., A.J. Houtenville. 2003.** Old with the old, in with the old: A closer look at younger versus elderly migration. *Social Science Quarterly*. 84:2, 309–328.
- Eesti majanduse arengukava aastateks 2003–2008.** Allikas: Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium: <http://www.mkm.ee/arengukavad-3/> 20.05.2011.
- Fielding, A.1989.** Population redistribution in Western Europe: trends since 1950 and the debate about counterurbanization. Teoses: *Advances in Regional Demography* (toim P. Conglon ja P. Batey). London: Belhoven, 167–179.
- Friedrich, K. 2001.** Binnenwanderungen älterer Menschen. Teoses: Nationatlas Bundesrepublik Deutschland: Bevölkerung. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg, Berlin, 124–125.
- Geyer, H., Kontuly, T. 1993.** A Theoretical Foundation for the Concept of Differential Urbanization. *International Regional Science Review* 17, pp. 157–177.
- Glasze, G., Graze, P. 2007.** Raus aus Suburbia, rein in die Stadt? Studie zur zukünftigen Wohnmobilität von Suburbaniten der Generation 50+. *Raumforschung und Raumordnung* 65, pp. 467–473.
- Haas, W.H., D.E. Bradley, C.F. Longino, E.P. Stollerand, W.J. Serow 2006.** In Retirement Migration. Who Counts? A Methodological Question With Economic Policy Implications. *Gerontologist* 46:6, 815–820.
- Hirt, S. 2007.** Suburbanizing Sofia: Characteristics of Post-Socialist Peri-Urban Change. *Urban Geography* 28, pp. 755–780.
- Hjälml, A. 2011.** A family landscape. On the geographical distances between elderly parents and adult children in Sweden. Doctoral dissertation, Umea University.

**Hoggart, K. 1997.** Rural migration and counterurbanization in the European periphery: The case of Andalicía. *Sociologia Ruralis*. 37:1, 134–153.

**IVAR (Eesti inimvara raport: võtmeprobleemid ja lahendused) 2010.** Raportöör: Eesti Koostöö Kogu.

**Jauhiainen, J.S. 2009.** Will the retiring baby boomers return to rural periphery? *Journal of Rural Studies* 25:1, 25–34.

**Jõeveer, J. 2003.** Siserände vanuserisused üleminekuaja Eestis. Rmt: *Ränne üleminekuaja Eestis* (toim. H. Kulu ja T. Tammaru). Tallinn: Statistikaamet.

**Katus, K., A. Puur. 2005.** Siseränne põlvkonnavaates. Rmt: *Asustus ja ränne Eestis*. (toim. H. Kulu ja T. Tammaru). Tartu Ülikool Kirjastus, 117–149.

**Kontuly, T., T. Tammaru. 2006.** Population subgroups responsible for new urbanization and suburbanization in Estonia. *European Urban and Regional Studies*, 13:4, 319–336.

**Kulu, H. 2005.** Siseränne üleminekuajal: mitmetasandiline analüüs. Rmt: *Asustus ja ränne Eestis*. (toim. H. Kulu ja T. Tammaru). Tartu Ülikool Kirjastus, 150–169.

**Ladányi, J., Szelényi, I. 1998.** Class, Ethnicity and Urban Restructuring in Postcommunist Hungary. In: G. Enyedi, ed., *Social Change and Urban Restructuring in Central Europe*, pp. 67–86. Budapest: Akadémiai Kiadó.

**Leetmaa, K., Brade, I., Anniste, K., Nuga, M. 2012.** Socialist Summer Home Settlements in Post-Socialist Suburbanisation. *Urban Studies*, 49:1, 3–21.

**Leetmaa, K., T. Tammaru. 2007.** Suburbanization in Countries in Transition: Destinations of Suburbanizers in the Tallinn Metropolitan Area. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*. 89 B:2, 127–146

**Leetmaa, K. 2004.** Eeslinnastumine Tallinna linnaregioonis sotsialismijärgsel perioodil. Magistritöö inimgeograafias. TÜ geograafia instituut.

**Leetmaa 2002:** Suvilapiirkonnad Tallinna regioonis. Allikas: Harju Maavalitsus: [http://www.harju.ee/public/Uuringud/suvilapiirkonnad\\_2002.pdf](http://www.harju.ee/public/Uuringud/suvilapiirkonnad_2002.pdf). 16.05.2011.

**Lundholm, E. 2010.** Returning Home? Migration to Birthplace among Migrants after Age 55. *Population, Space and Place*, Article first published online: 19 OCT 2010.

**Marksoo, A. 1992.** Dynamics of Rural Population in Estonia in the 1980s. In: J.-M. Punning (ed.), *Estonia: Man and Nature*. Tallinn: Estonian Academy of Science, 129–153.

**Marksoo, A. 2005.** Linnastumine ja ränne nõukogude perioodil. Rmt: *Asustus ja ränne Eestis*. (toim. H. Kulu ja T. Tammaru). Tartu Ülikool Kirjastus, 59–81.

**Novak, J., Čermak, Z., Ouředníček, M. 2011.** Migration of Seniors. In: Ouředníček, M., Temelova, J., Pospisilova, L. (eds.) *Atlas of Socio Spatial Differentiation of the Czech Republic*. Karolinum: Prague. 97–98.

- Ouředníček, M. 2007.** New Suburban Development in the Post-Socialist City: the Case of Prague. *Geografiska Annaler, Series B: Human Geography* 89, pp. 111–126.
- Raagmaa, G., J. Kliimask. 2005.** Elamuhituse lained asustussüsteemis. Rmt: *Asustus ja ränne Eestis*. (toim. H. Kulu ja T. Tammaru). Tartu Ülikool Kirjastus, 82–116.
- Sjöberg, O., T. Tammaru. 1999.** Transitional statistics: Internal migration and urban growth in post-Soviet Estonia. *Europ-Asia Studies*, 51:5, 821–842.
- Tammaru, T., H. Kulu ja I. Kask 2003a.** Siserände üldsuunad. Rmt: *Ränne üleminekuaja Eestis* (toim. H. Kulu ja T. Tammaru). Tallinn: Statistikaamet, 5–19.
- Tammaru, T., H. Kulu ja I. Kask 2003b.** Kokkuvõte ja arutelu. Rmt: *Ränne üleminekuaja Eestis* (toim. H. Kulu ja T. Tammaru). Tallinn: Statistikaamet, 142–150.
- Tammur, A. 2009.** Siserände suundumused. Rmt: *Ränne üleminekuaja Eestis* (toim. T. Tammaru ja A. Tammur). Tallinn: Statistikaamet, 35–43.
- Wilmoth, J.M. 2010.** Health Trajectories Among Older Movers. *Journal of Aging and Health*. 22:7, 862–881.

## MIGRATION OF ELDERLY IN ESTONIA DURING THE PERIOD FROM 2000 TO 2008

Kadi Mägi, Kadri Leetmaa

### Summary

The main results of the study demonstrate that in the case of the migration of the elderly, moving away from the centres (such as the capital city, regional centres, most of the larger county centres) dominates. The destinations of the migration are mainly the suburbs of major cities and county seats. Therefore, the dominant migration pattern among the elderly was suburbanisation. Counterurbanisation, that has been traditionally associated to the migration of people in their later life stages, has remained rather modest. The main explanation could probably be the independence from the former place of employment, but certainly also economic considerations – the living costs in towns have increased and elderly in post-socialist countries do not usually enjoy high living standards. The prospect of the supply of cheaper housing outside major cities (former summer homes, cheaper apartments in satellite towns etc.) also plays an important role. Probably the reasons to leave the city combine.

The study compared the migration patterns of the recently retired (65–74-year olds) and senior citizens (75+). Several remarkable differences were revealed. The recently retired group mostly left larger urban regions (both centres and suburban areas) to peripheral small towns and even to rural municipalities. As regards the oldest people, the migration from rural areas to county centres and to the suburbs of major cities was noticeable, i.e. the tendency for suburbanisation characterized the seniors. These differences are probably related to the health conditions and the infrastructure and services that do not correspond to the needs of elderly in the peripheral regions of the country. Therefore, the need to move closer to major centres, and probably also closer to the adult children arises. The health reasons do not affect the recently retired so remarkably, and therefore they can more easily apply their free choice in their migration decisions. The study demonstrated that in the research on elderly migration, different groups of older people should be differentiated to be able to give adequate information to policy makers and others aiming create better living conditions for the increasing share of elderly population in societies.

# **RAHVUSERINEVUSED EESTI SISERÄNDES AASTAIL 2000–2008 50+ VANUSES RAHVASTIKU NÄITEL**

Marianne Leppik, Kadri Leetmaa

## **Sissejuhatus**

Paljud endised Nõukogude Liidu liiduvabariigid kogesid sotsialismi-perioodil märkimisväärselt venekeelse elanikkonna kasvu. Nii sai ka sisuliselt üherahvuselisest Eestist perioodil 1945–1990 mitmekultuuriline ühiskond. Venekeelse elanikkonna paiknemist on enim mõjutanud nende esialgne Eestisse saabumise sihtkoht. Peamiselt asus immigrantrahvastik riiki saabudes elama pealinna Tallinnasse ja selle ümbrusse ning Ida-Virumaa tööstuslinnadesse. Hilisemat rahvusrühmade proportsiooni eri piirkondades on hakanud mõjutama riigi siseränne, sest uut märkimisväärselt immigratsioonivoogu pole Eesti seni kogenud (Tammaru ja Kulu 2003).

Rändeuuringutest on teada, et siserände suunad ja intensiivsus võib rahvastikurühmiti oluliselt erineda (Geyer ja Kontuly 1993) ja seetõttu on oluline erinevate rahvastiku gruppide rännet analüütilisilt eristada. Üks nendest põhitunnustest, mis Eestis kui etniliselt heterogeenses ühiskonnas võib rännet mõjutada, on samuti inimese rahvus. Oluline on teada, kas ja kuidas saabudes kindlatesse regioonidesse koondunud rahvastik on hiljem ümber paiknenud. Varasemad uuringud ongi näidanud, et rahvusvähemuste rändesuunad Eestis on põhirahvusest erinevad (Tammur 2003).

Käesolevas artiklis võrreldakse eesti ja venekeelse elanikkonna siserände suundi Eestis ajavahemikus 2000–2008. Täpsemalt oleme vaatluse alla võtnud vanemas tööeas ning pensioniealise elanikkonna (vanuses 50 ja vanemad inimesed). Ühelt poolt tuleneb selline vanusrühma valik prakti-

listest asjaoludest. Nimelt saab rändesündmusi Eestis rahvaloenduste vahelisel perioodil jälgida vaid Eesti rahvastikuregistri andmete alusel. Rändeandmeid on elukoha registreerimise puudujääkide tõttu aga mõne vanusrühma kohta ebapiisavalt. Teades aga, et vanemaealised inimesed rändavad noorematega võrreldes harvem (Boyle et al 1998), saame rändestatistikat vanemaealise elanikkonna kohta rohkem usaldada. Eeldatavalt on vanematel inimestel rohkem säilinud ka varasem harjumus oma elukohta registreerida ning nad on harvemini motiveeritud näitama tegelikust elukohast erinevat kohta.

Valitud 50+ vanuses rahvastik on rahvusrühmade rändeerinevuste hindamiseks väga huvipakkuv rühm. Nimelt on selles vanuses venekeelne elanikkond sageli isiklikult läbi teinud ka esmase siserände Eestisse — nemad moodustavad siinsest immigrantrahvastikust esimese põlvkonna. Rändekirjanduses on kujunenud üldine seisukoht, et esimese põlvkonna immigrantrahvastik erineb järgnevatest põlvkondadest (juba sihtkohariigis sündinud siserändajate järglastest) oluliselt nii kontaktide poolest põhirahvusega kui ka elukohavalikute osas. Samas on selle osa venekeelse elanikkonna puhul tegemist tänaseks juba aastakümneid Eestis elanud inimestega. Meie uuringu eesmärk ongi selgitada välja 50+ vanuses mitte-eestlaste rändesuundade erijooned võrreldes samaealiste eestlastega.

Etniliste vähemuste rändekäitumine erineb enamasti põlisrahvastiku omast ning seetõttu kirjeldatakse siin enamlevinud teoreetilisi mudeleid vähemusgruppide rändekäitumise kohta nende uues asukohariigis. Samuti anname ülevaate venekeelse vähemuse kujunemisest Eestis ning arutleme selle üle, kuidas saab Eestis elava rahvusvähemuste rändes otsida analoogiat teiste kõrge immigrantrahvastiku osatähtsusega riikidega. Seejärel selgitame, milliseid andmeid ja meetodeid analüüsis kasutasime ning analüüsimise siserände rahvuserinevusi kohalike omavalitsuste, maakonnasisese hierarhia ja asustuse hierarhiatasemetel vahel.

## **Rände rahvuserinevused**

Etniliste vähemuste rändekäitumise iseloomustamisel on kesksed kontseptsioonid “ruumiline segregatsioon” ja “kontsentratsioon”. Segregatsiooniks võib nimetada ühe või mitme rahvastikurühma eraldumist teistest sama ühiskonna rühmadest rassilise, rahvusliku, usulise või muu erinevuse põhjal (van Kempen ja Özüekren 1998). Ruumiline segregatsioon tähendab, et vähemusrühmad elavad eraldatult ja puutuvad seetõttu muu rahvastikuga suhteliselt vähe kokku. Mõningates piirkondades on vähemusrühmad üksteisest aga alaesindatud. Seega eeldab ruumiline segregatsioon alati ka

ruumilist kontsentreerumist. Kui piirkonnas elab valdavalt vähemusrahvastik (või valdav osa riiki elama asunud vähemusrühmast), on tegu vähemuse kontsentratsioonialaga. Kontsentratsiooniala võib olla elukohaks ka erinevate etniliste gruppide liikmetele (van Kempen ja Özüekren 1998). Paljudes immigrantide sihtriikides ongi riiki elama asunud enam kui üks rahvusrühm ning valikud, kellega koos elada on mitmekesisemad kui üksnes põhi- ja oma rahvusega koos elamine. Vähemusrühmade segregatsiooni seletamisel on abiks erinevad teoreetilised mudelid. Käsitleme siinkohal neist kahte: "ruumilise assimilatsiooni" ja "etnilise enklaveerumise" mudeleid.

Assimilatsiooni all selle sotsiaalses tähenduses mõeldakse üldjuhul vähemuse eripära allasurumist ning enamuse keele ja kommete paratamatut ülevõtmist, millega kaasneb ühtlasi ka identiteedi muutus. Ruumiline assimileerumine tähendab aja jooksul põhirahvastikuga sarnasemaks muutuvat rändekäitumist ja elukohavalikuid. Immigrandid saabuvad enamasti lainetena ning valivad sageli elukohaks etnilise kontsentratsiooniala. See võib olla tahtlik, aga ka vältimatu otsus. Oma rahvusrühmaga koos elades on uustulnukatele tagatud abi, näiteks tugi esimese eluaseme või töökoha saamisel. Samas saavad rahvusvähemused nii säilitada oma harjumuspärase (päritolumaa) elustiili. Tavaliselt on immigrantrahvastiku koondumispiirkondade (nt teatud linnaosad) sotsiaalmajanduslik staatus madal, ent see ei pruugi üles kaaluda eeliseid, mida pakub elamine etnilises kogukonnas (Bolt ja van Kempen 2010).

Kui immigrantrahvastik kohaneb sihtkohamaa kultuuriga (toimub nn akulturatsioon), muutuvad ka vähemusegrupi liikmete eelistused elukoha suhtes. Sellega paralleelselt toimub edasijõudmine sotsiaalsel redelil. Akulturatsioon tagab soovi ja huvi ning sotsiaalmajandusliku staatuse kasv võimalused, et immigrantrahvastik saaks elama asuda enamusrahvastikuga sarnastesse piirkondadesse ja elukeskkonda ehk ruumiliselt assimileeruda (Bolt ja van Kempen 2010).

Üldjuhul on nii, et mida kauem vähemusrahvus sihtkohaühiskonnas elab, seda enam hakkavad tema elukohaelistused sarnanema põlisrahvuse omaga. Etnilise enklavei elukohana eelistamine osutab pigem vähemuste individuaalsetele elukohaelistustele. Ka suhteliselt kõrge sotsiaalmajandusliku staatusega vähemuse esindajad ei soovi alati vaesematest piirkondadest lahkuda. Vastupidi, nad võivad otsustada elada oma kaasmaalaste läheduses, kuna seeläbi saavad nad oma etnilise kogukonna käekäigule kaasa aidata ja säilitada oma kultuurilised sidemed (Bolt ja van Kempen 2010).

Ruumiline kontsentratsioon tähistab küll etniliste vähemuste valikut ruumis koonduda, ent alati pole tegu vabatahtliku segregatsiooniga.



Vähemused võivad luua nii oma kaitsva territooriumi, et tõmbuda eemale enamuse vaenulikkusest käitumisest ning vältida nii ebakindlust. Samuti võivad nad koonduda vastastikuse abi eesmärgil, mis varieerub ametlikest vähemustele orienteeritud institutsioonidest ja ettevõtetest kuni mitteametlike sõprus- ja sugulussidemeteni. Etniliste instituut-sioonide olemasolu kaitseb vähemusrahvust, näiteks teeb nad sõltumatuks võimalikust riigi põlisrahvuse poolsest diskrimineerimisest. Etnilised võrgustikud võivad pakkuda alternatiivi enamusrahvuse poolt hõivatud tööturule või sotsiaalset kaitset riiki saanud inimestele, kes pole veel ametliku sotsiaalspoliitika sihtgrupiks (Knox ja Pinch 2010). Kogukond võib olla algselt kujunenud küll tänu diskrimineerimisele ja kaitsele, ent ka psühholoogilised ja kultuurilised põhjused jäävad endiselt oluliseks segregatsiooni säilimisel (Castels ja Miller 2009). Paljud ei soovigi kultuuriliselt läheneda sihtkohariigi elanikkonnale.

Segregatsiooni ja kontsentratsiooni peetakse parimal juhul ajutisteks probleemideks. Üldiselt leitakse aga paljudes immigrantrahvastikuga ühiskondades, et etniline (või rassiline) eraldumine kaldub olema püsiv. Hoolimata pingututest segregatsiooni leevendada elavad rahvusühmad sageli põlvkond põlvkonna järel muust elanikkonnast eraldi (Wilson 1987). Elukeskkonnas omandatakse sotsiaalsed suhted, mis määravad edasise käekäigu tööturul. Viimased omakorda ei võimalda kinnisest eraldatuse ringist väljuda. Halvimal juhul võib selline eraldatus viia vähemuse poliitilise ja majandusliku isoleerituseni (van Kempen ja Özüekren 1998) ning rahvustevaheliste konfliktideni. Eraldatus pole tegelikult ka seotud üksnes vähemusrahvuse eelistuste ja rändega. Schellingi (1969) arvates ei ole segregatsiooni kadumine võimalik seetõttu, et isegi kui vähemusrahvuse sotsiaalmajanduslik staatus ja kultuuriline lähenemine põhirahvusele lubab neil lahkuda esialgsetest kontsentratsioonialadest, hakkab ka põhirahvus ise vältima neid piirkondi, kuhu vähemused kolivad (vt ka Frey ja Liaw 1998).

## **Venekeelse vähemuse kujunemine Eestis**

Kuigi teame, et Eestis toimus immigrantrahvastiku kujunemine teistsugustel alustel, on siiski huvitav jälgida, kas pärast sotsialismiperioodi hakkavad esialgu välja kujunenud segregatsioonimustrid süvenema või hääbuma.

Eestis kujunes märkimisväärne välispäritolu rahvastik 20. sajandi teisel poolel. Kui vahetult pärast Teist maailmasõda oli Eestist saanud etniliselt homogeenne piirkond, siis pärast sõja lõppu algas intensiivne vene keelt kõneleva elanikkonna sissetänne. Krusell (2010) jaotab sõjajärgse

immigrantrahvastiku kujunemise Eestis tinglikult kahte perioodi. Esimene periood hõlmas ajavahemiku 1944. aastast kuni taasiseseisvuseni. Kogu esimese perioodi vältel ületas sisse- ja väljarännet. Kuni 1960. keskpaigani tuldi siia peamiselt poliitilistel põhjustel, samuti saabus esimestel nõukogude perioodi kümnenditel siia sõjaväepersonal. 1960. aastate keskpaigast kuni 1970. aastate keskpaigani oli sisse- ja väljarände põhjuseks eelkõige industrialiseerimise tõttu suurenenud nõudlus lisatööjõu järele. Kuuekümnendate teisest poolest hakkas Eestisse rändajate koosseis muutuma. Kuni selle ajani olid tulijad peamiselt Eestile lähematest Nõukogude Liidu piirkondadest pärit inimesed, ent 1960. aastate teiselt poolt saabuti juba ka palju kaugematest Nõukogude Liidu piirkondadest ning neil saabujatel puudusid varasemad kontaktid Eestiga. 1970. aastate lõpust kuni 1980. aastate lõpuni hakkas sisse- ja väljarännet toetama märkimisväärselt ka abiellumisega seotud ränne. Abielluti peamiselt Eestisse varem tulnutega (Tammaru 1997). Intensiivse sisse- ja väljarände tulemusena vähenes eestlaste osatähtsus 97 protsendilt 1945. aastal 61,5 protsendini 1989. aastal. Välissündinute osakaal oli 1989. aastaks tõusnud 26 protsendini (Tammaru 1997).

Venekeelse vähemuse peamiseks sihtkohtadeks Eestis olid suuremad linnad, kus asusid suuremad tööstusettevõtted, militaarrajatised ja millel oli oluline administratiivne funktsioon. Tammaru (2003) näitas, et linnarahvastiku osatähtsus eestlaste hulgas ulatus nõukogude perioodi lõpul vaid 60 protsendini, samal ajal kui venekeelse elanikkonna seas ulatus linnades elava rahvastiku osatähtsus koguni 90 protsendini. Marksoo (2005) selgitas, et immigrantrahvastik pigem eelistas elada suuremates linnades, kus paiknes nn etniline infrastruktuur ning algselt väiksematesse linnadesse saabunud mitte-eestlased püüdsid aja jooksul kolida suurematesse linnadesse. Viimastes omakorda koondusid nad nõukogude ajal rajatud elamispiirkondadesse, kuhu paigutati ka immigrantrahvastikule suunatud koolid, lasteaiad, kultuuriasutused ja muud venekeelse elukeskkonna loomist toetavad asutused.

Eesti taasiseseisvuses vähenes sisse- ja väljaränne märgatavalt ning väljaränne hakkas saabuvat rändevoogu ületama (Krusell 2010). Peamiselt lahkuti piirkondadest, kus elas kõige rohkem rahvusvähemusi ning kus paiknesid suurimad tööstusettevõtted ning sõjaväetüksused. Vahemikus 1989–1994 lahkus Eestist üle 80000 inimese ning väljarände tulemusena kasvas 2000. aastaks eestlaste osatähtsus rahvastikus 68 protsendini (Tammur 2003).

Nii nagu paljudes Lääneriikides ei ole immigrantrahvastik aastakümnete jooksul sihtkohaühiskonnaga kokku sulandunud, saame sama öelda ka venekeelse elanikkonna kohta Eestis, sest integratsioon põhirahvusega jäi nõukogude perioodil üsna nõrgaks. Kultuuriline sulandumine ei olnud sel perioodil ka seotud sotsiaalmajanduslikus staatuses kõrgemale astmele

jõudmisega, seetõttu puudus immigrantrahvastikul ka praktiline vajadus integratsiooniks. Esiteks oli vene keel kõikides liiduvabariikides aktsepteeritud igapäevane asjaajamiskeel ning teiseks asus saabuv immigrantrahvastik elama kindlatesse regioonidesse ning neisse linnaosadesse, kuhu rajati nn etniline infrastruktuur (Marksoo 2005). Praegu on venekeelne kogukond koondunud Tallinna ning Kirde-Eestisse. Pealinnas on venelasi ja teisi vene keelt emakeelena kõnelevaid rahvusvähemusi veidi alla poole elanikkonnast, Ida-Viru maakonna linnad on aga valdavalt venekeelsed. Teistes suuremates linnades ei ole venekeelne elanikkond küll enamasti saavutanud ülekaalu nende kontsentratsioonialadel (v.a. Lasnamäel Tallinnas), kuid suurem osa Tallinna ja Tartu immigrantrahvastikust elab paneelalamupiirkondades, mis moodsa elamufondina rajati sisserände kõruperioodidel.

Eesti Vabariigi taasiseseisvudes Eestis elava venekeelse elanikkonna sotsiaalne staatus muutus. Varasemast põhirahvusest endises Nõukogude Liidus said praktiliselt üle öö vähemusrahvuste killud erinevates uutes ja taasiseseisvunud riikides (Kaiser 1995; Laitin 1998). Ebakindluse tõttu 1990. aastate alguses oli ka tagasiränne Venemaale üsna ulatuslik (Leetmaa jt 2009). Palju on analüüsitud seda, kas venekeelne elanikkond kohanes tööturu struktuuriliste muutuste tõttu põlisrahvusega võrreldes kehvemini (Leping ja Toomet 2008; Lindemann 2009). Selle põhjuseks võis olla näiteks nende varasem sagedasem hõivatus tööstussektoris ning avaliku sektoris töötamise võimaluste seostumine keeleoskuse ja kodakondsusega. Teisalt aga on oluline ka venekeelse elanikkonna sidemete katkemine oma tavapärase sotsiaalse võrgustikuga mujal endises Nõukogude Liidus (Vihalemm ja Kalmus 2009).

Üleminekuaeg tõi mitte-eestlaste rändesse muutused. Esiteks lahkus üks osa neist riigist 1990. aastate esimesel poolel toimunud intensiivse tagasirände tulemusena. On võimalik, et lahkujateks oli aktiivsem osa rahvastikust, kellel oligi suurem tõenäosus elukohta vahetada. Teiseks näitavad uuringud, et mitte-eestlaste rändamise tõenäosus 1990. aastate Eesti siserändes oli eestlastega võrreldes madalam (Tammur 2003). Tegelikult oli aga kõigi rahvastikurühmade rändamise tõenäosus arenenud riikidega võrreldes üleminekuaja esimesel kümnendil madal, sest majanduslangus ja inimeste sissetulekute ebakindlus kujundas rändekäitumises nn oota-ja-vaata olukorra (Marksoo 2005). 2000. aastaid iseloomustas aga majanduslik optimism ja mõistagi ka sellega kaasnev investeeringute kasv elamistingimuste parandamisse. Võib oodata, et sel perioodil kasvas mõlema peamise rahvusrühma rändamise tõenäosus Eestis. Järgnevas analüüsis vaatamegi lähemalt, milliseks kujunesid esimese põlvkonna immigrantrahvastiku rändesuundumused sel perioodil Eesti asustussüsteemis.

## Andmed ja metoodika

Käesoleva artikli põhiandmestiku moodustavad rahvastikuregistril põhinevad rändeandmed. Lisaks kasutatakse 2000. aasta rahva ja eluruumide loenduse andmeid. Rahvastikuregistri andmed on ainsad jooksevstatistika andmed, mis võimaldavad hinnata rändesuundi pärast 2000. aasta rahvaloendust. Samas on teada, et ei registreerita sugugi kõiki elukohamuutusi ning seetõttu pole jooksva rändestatistika andmed korrektsed.

Artiklis on uurimise all eesti- ja venekeelne elanikkond alates vanusest 50 aastat. Väike osa inimestest, kelle rahvus oli rahvastikuregistris märkimata, jäi analüüsist välja. Käesolevas töös vaadeldakse samal perioodil ligikaudu samadel põhjustel Eestisse kolinud immigrant-rahvastikku ühtse rühmana. Nagu mainitud, on enamasti tegemist esimese põlvkonna immigrantidega ehk inimestega, kes ise ja kelle vanemad on sündinud väljaspool Eestit. Kui nende rändekäitumises on toimunud märgatavad muutused, siis võib eeldada veelgi ulatuslikumat muutust järgmistes immigrantrahvastiku põlvkondades.

Andmeanalüüs toimus kolmel geograafilisel üldistustasemel: kohaliku omavalitsuse, maakonnasisese asustussüsteemi ja Eesti asustuse hierarhia taseme järgi. Kasutatud on Eesti haldus- ja asustusjaotuse klassifikaatorit 2010. aasta lõpu seisuga. Maakondade territoorium on jagatud kolmeks: maakonnakeskus, maakonnakeskuse tagamaa ja maakonna ääreala. Asustuse hierarhias eristatakse viit taset: pealinna, regioonikeskuste, ülejäänud maakonnakeskuste linnaregioonid, maakondade äärealadel asuvad väikelinnad ja maalised vallad. Linnaregioonide tagamaa koosneb satelliitlinnadest ja linnalistest valdadest, kust vähemalt 30 protsenti töötajatest käib keskuslinna tööle.

Siserände suundade analüüsimisel on olulisemad kasutatud näitajad järgmised: rändeintensiivsus, rändesaldo, rändesaldo üldkordaja ja siserände üldkordaja. Rändeintensiivsus on elukohavahetuste (nii siserände kui ka väljarände) suhe piirkonna 1000 elaniku kohta. Rändesaldo on siserände ja väljarände vahe ajavahemikul 2000–2008 ruumiüksuste viisi. Rändesaldo üldkordaja (‰) on rändesaldo piirkonnas elava tuhande inimese kohta, siserändekordaja (‰) näitab sisserännet piirkonna tuhande elaniku kohta samal ajavahemikul. Suhtarvude ehk kordajate arvutamisel kasutati perioodikeskmist elanikkonda, mis arvutatakse perioodi alguse ja perioodi lõpu elanike arvu keskmisena. Saldokordaja väärtused võivad olla nii positiivsed kui ka negatiivsed, mida väiksem on rändesaldo üldkordaja, seda suurem on rahvastiku suhteline rändekadu. Erinevad kordajad võimaldavad võrdlust kohalike omavalitsuste, maakondade ning asustushierarhia tasemete viisi kogu Eestis.

## Rändeintensiivsus

Eestis oli aastail 2000–2008 rändeintensiivsus vanemate kui 50 aastaste seas kokku 97 %. Sellest võib järeldada, et vaatluse all oleva 9 aasta jooksul on haldusüksuste vahel elukohta vahetanud ligikaudu kümme vanemat kui 50 aastast Eesti elanikku tuhandest. Ühe aasta arvestuslik keskmine rändeintensiivsus on 11 % ehk kesktlābi 5000 elukohavahetust aastas. Elukohavahetusi oli mõnevõrra vähem perioodi alguses ja lõpus (2000. ja 2008. aastal). Käsitletav periood iseloomustab ennekõike kiire majanduskasvuga perioodi, kui varasematest majanduse struktuurimuutustest oli üle saadud ning 2008. aasta majanduskriis veel rännet oluliselt ei mõjutanud.

Kui vaadelda rändeintensiivsust tervikuna, siis perioodil 2000–2007 oli Eesti rändeintensiivsus 208 %, mis teeb ühe aasta kohta 26 % (Tammur 2009). Seega peab paika väide, et 50+ vanuses rahvastiku (vanemas tööeas inimesed ja pensioniealised) rändeintensiivsus on olnud keskmisest oluliselt madalam. Kui võrrelda antud näitajat läänერიკide keskmisega, siis selgub, et kui Eestis on kogu rändeintensiivsus aasta kohta keskmiselt 3%, siis näiteks Austraalias, Uus-Meremaal ja Põhja-Ameerikas kolib iga aasta 15–20 % linnamajapidamistest; Euroopas varieerub sama näitaja vahemikus 5–10 % (Boyle *et al* 1998).

Erinevate rahvastikurühmade rändeintensiivsus on aga erinev. Üle 50-aastaste eestlaste ja mitte-eestlaste rändeintensiivsuse võrdlemisest selgub, et selles vanuses eestlased on tunduvalt mobiilsemad: eestlaste osatähtsus selles vanusgrupis on 67 %, ent elukohavahetajate seas 76 % (tabel 1), mitte-eestlaste osatähtsus on 33 % ning elukohavahetajate seas 24 %.

**Tabel 1.** Eestlaste ja venekeelse elanikkonna rändeintensiivsus perioodil 2000–2008 (50+ rahvastik).

|                       | Rahvastik* |     | Elukohavahetus |     | Rände-<br>intensiivsus<br>‰ |
|-----------------------|------------|-----|----------------|-----|-----------------------------|
|                       | Arv        | %   | Arv            | %   |                             |
| Eestlased             | 307847     | 67  | 34301          | 76  | 111                         |
| Venekeelne elanikkond | 154079     | 33  | 10704          | 24  | 69                          |
| Kokku                 | 461926     | 100 | 45005          | 100 | 97                          |

\*Riskialune rahvastik ehk nii 2000. kui ka 2008. aastal Eestis elanud 50-aastased ja vanemad inimesed.

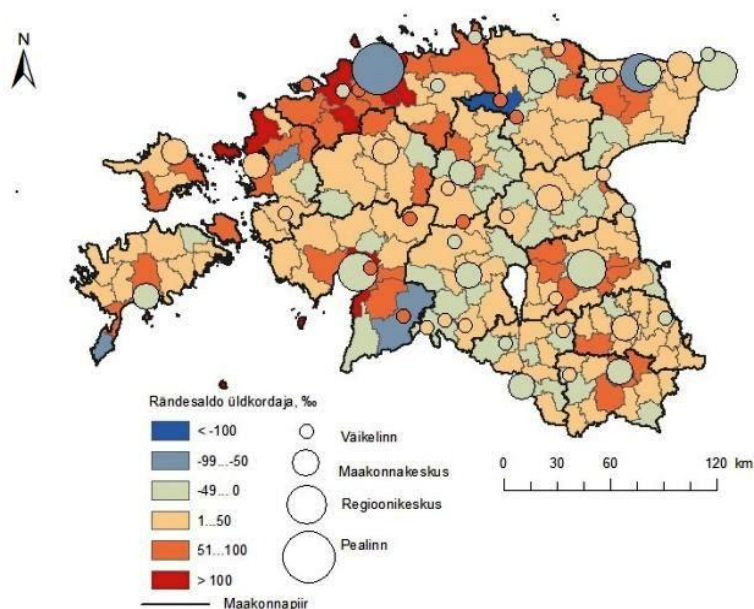
Eesti rahvusest elanike rändeintensiivsus on mitte-eestlaste omast märgatavalt suurem, eestlastel on see näitaja 111 %, ent venekeelsel elanikkonnal 69 %. Tõenäoliselt lahkus just mobiilsem osa venekeelsest vähemusest Eestist 1990. aastatel, mil toimus majanduse ümberstruktureerimine ja vene sõjaväe lahkumine riigist (Tammur 2006).

Lääneriikide uurimused näitavad, et üldiselt on immigrantrahvastik mobiilsem kui põlisrahvus (Castels ja Miller 2009), ent Eesti puhul see antud analüüsi põhjal paika ei pea. Vähemuste madal mobiilsus näib peegeldavat ka nende tagasihoidlikku lõimumist ning Eestile omast ühiskonna polariseerumist rahvustunnuse lõikes (Aasland ja Fløtten 2001). Rahvusvähemuste madal rändeintensiivsus võib tuleneda ka nende halvast keeleoskusest ja vähesest integreeritusest (Tammur 2006). Üldine reegel Eesti kontekstis on olnud ka see, et rahvusvähemused elavad suuresti samadel territooriumitel, kuhu nad end saabudes sisse seadsid (Kulu ja Tammaru 2000). Üldiselt näitab aga rändeintensiivsuse analüüs seda, et 2000. aastate rändeprotsessidest mõjutab edasist rahvusrühmade eraldumist või ühtlustumist pigem eestlaste ränne.

## Ränne kohalikes omavalitsustes

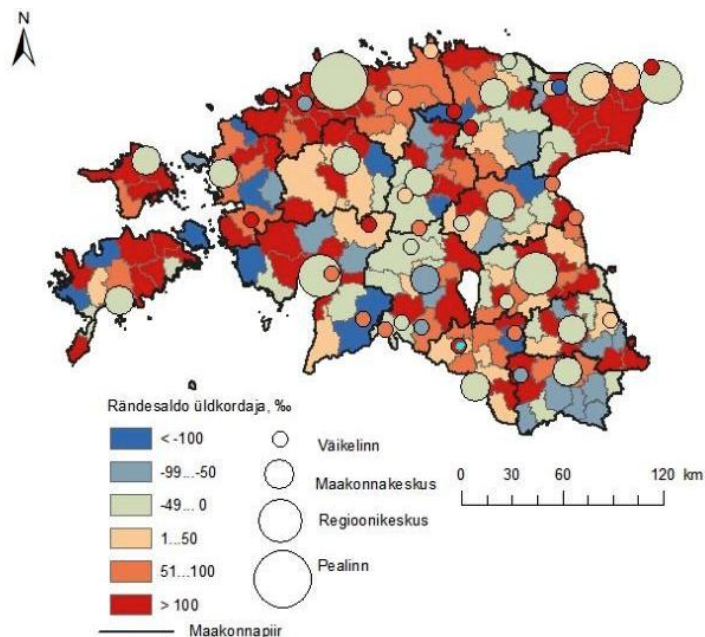
Eestlaste rändesaldo oli aastatel 2000–2008 positiivne 174 kohalikus omavalitsuses, sealhulgas 26 linnas ja negatiivne 63 kohalikus omavalitsuses (joonis 1). 0-saldoga omavalitsusi oli kokku kolm. Seevastu venekeelse elanikkonna rändesaldo samal ajavahemikul oli negatiivne 63 ning positiivne 154 linnas ja vallas, 23 linnas ning vallas oli rändesaldo null (joonis 2). Niisiis oli venekeelse elanikkonna puhul positiivse ja 0-rändesaldoga omavalitsusi märgatavalt enam kui eestlastel.

Kõige rohkem positiivse rändesaldoga omavalitsusi mõlema rahvusrühma puhul oli Harjumaal ning saartel. Samuti on positiivne rändesaldo täheldatav väikelinnade puhul (Tapa, Tamsalu Otepää, Lihula). Regioonikeskuste (Tallinn, Tartu, Pärnu, Narva ja Kohtla-Järve) rändesaldod olid negatiivsed, kuid nende tagamaade rändesaldod olid positiivsed, seda nii eestlaste kui ka venekeelse elanikkonna puhul. Valdav enamus maakonnakeskusi oli mõlema rahvusrühma puhul negatiivse rändesaldoga, seevastu nende tagamaade saldo oli pigem positiivne.



**Joonis 1.** Eestlaste rändesaldo üldkordaja valdades ja linnades (%).

Üldistusi on üsna raske teha, kuna positiivse ja negatiivse rändesaldoga linnasid ja valdasid leidis kõikjal. Saadud tulemuste põhjal võib väita, et kõige rohkem rahvastikku võitsid mõlema rahvusrühma puhul Harjumaa vallad ja linnad, eriti need, mis paiknevad pealinnale lähemal tagamaal. Ka regioonikeskuste ja enamike maakondade tagamaale oli ränne võrdlemisi ulatuslik. Venekeelne elanikkond on rohkem rännanud Tallinna ning Kirde-Eesti linnade tagamaale, samuti Hiiu- ja Saaremaale, ent viimane on pigem seletatav immigrantspärilolu elanike vähesusega nendes piirkondades. Sellest võib järeldada, et vanemas tööeas inimeste ja pensionäride seas on levinud rändesuund eeslinnastumine. Suurimad rahvastiku kaotajad on linnad, vähemal määral ka perifeersed maavallad ning suurimad võitjad suuremate linnade tagamaad, seda nii eestlaste kui ka mitte-eestlaste näol.



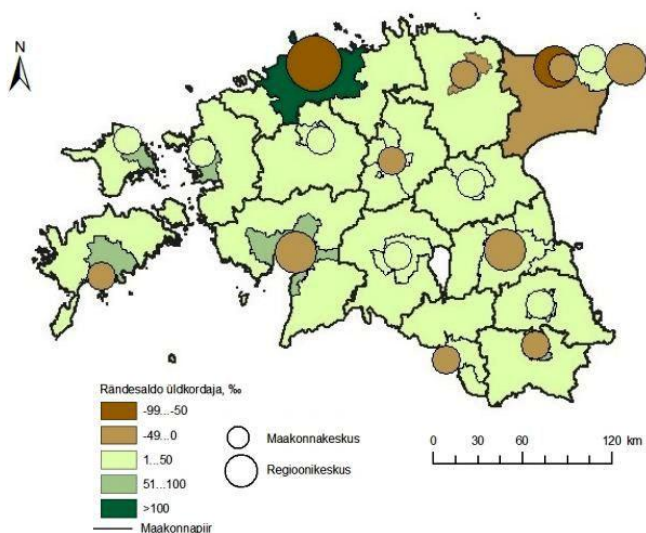
**Joonis 2.** Venekeelse elanikkonna rändesaldo üldkordaja valdades ja linnades (%).

Võrreldes varasema olukorraga on venekeelse elanikkonna asuala Eestis laienenud, sest paljudes kohtades üle riigi, kus venekeelse elanikkonna osatähtsus oli enne äärmiselt madal, on see nüüd tõusnud. Olgugi et, etniliste vähemuste puhul peaks olema valdavaks rändesuunaks linnastumine, oli see Eestis elavate venekeelsete vähemuste puhul 2000. aastatel teisiti.

## Ränne maakonnasiseses hierarhias

Maakondade jagamisel maakonnakeskuseks, tagamaaks ning maakonna äärealaks selgub, et eestlaste rändesaldo oli positiivne kõikide maakonnakeskuste tagamaadel ning saldokordaja väärtused olid suurimad Harju- ja Pärnumaal (joonis 3). Kõikides maakondades oli äärealade saldo positiivne, välja arvatud Ida-Virumaal. Rändesaldo üldkordaja väärtused olid suurimad Tallinna tagamaal, samuti Kärkla, Kuressaare, Haapsalu ja Pärnu linna tagamaal. Negatiivne rändesaldo oli vaid Rakvere linna tagamaal.

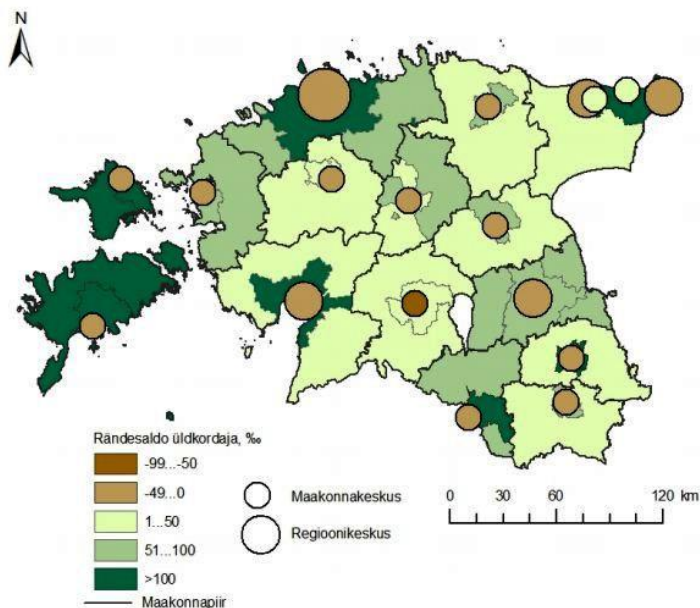




**Joonis 3.** Eestlaste rändesaldo üldkordaja maakonnasiseses hierarhias (%).

Kõikide maakonnakeskuste tagamaade rändesaldo oli maakonnakeskuse suhtes positiivne, millest võib järeldada, et vanemaealised eestlased on suurematest linnadest kui ka teistest maakonnakeskustest lahkunud tagamaadele või äärealadele. Sellest omakorda võib järeldada, et valdavas enamuses maakondades olid levinud nii ees- kui ka vastulinnastumine. Võimalik, et vanemate rahvastikurühmade puhul ei saagi neid kahte protsessi eristada.

Sarnaselt eestlastega oli ka venekeelse elanikkonna rändesaldo kõikide maakonnakeskuste tagamaadel positiivne (joonis 4). Rändesaldo oli negatiivne kõikides maakonnakeskustes, erandiks on siinkohal ainult Jõhvi. Rändesaldo üldkordaja väärtus oli suurim regioonikeskuste Tallinna ja Pärnu tagamaal, samuti Kärddla, Kuressaare, Valga ja Põlva tagamaadel. Rändesaldo üldkordaja väärtus oli suur ka Ida-Virumaa linnade tagamaal. Selles seisnes ka peamine erinevus eestlastega, kellel oli nii suur rändesaldo kordaja väärtus vaid Tallinna tagamaal.



**Joonis 4.** Venekeelse elanikkonna rändesaldo üldkordaja maakonnasiseses hierarhias (%).

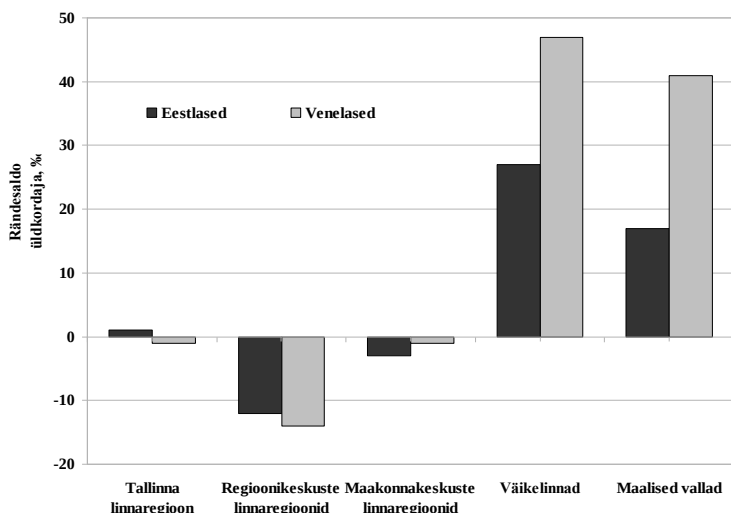
Maakondade äärealade positiivne rändesaldo kinnitab venekeelse elanikkonna puhul nende asuala laienemist ning lükkab ümber oletuse, et etnilised vähemused koonduvad linnadesse. Siiski on enamikes maakondades venekeelse elanikkonna seas valdav ees-, mitte vastulinnastumine. Maakondade äärealade positiivne rändesaldo venekeelse vähemuse puhul viitab taaskord nende asuala laienemisele üle Eesti, kuigi rändevood ei ole eestlastega võrreldes suured.

## Ränne asustuse hierarhias

Eestlaste ja mitte-eestlaste rändesaldokordajad asustuse hierarhias olid üsna sarnased, erandiks vaid Tallinn linnaregioon, mis võitis eestlasi ja kaotas mitte-eestlasi (joonis 5). Eestlaste rändes valitses selgelt vastulinnastumine, kuna rändesaldo üldkordaja väärtused on suurimad väikelinnade ja maaliste valdade puhul. Vastulinnastumise tendentsi võib järeltada ka rändesaldo üldkordaja negatiivsetest väärtustest regiooni- ja maakonnakeskuste linnaregioonide puhul. Mis puudutab Tallinna linna-

regiooni, siis eestlaste puhul on esindatud eeslinnastumisele või linnastumisele viitavad arengud. Venekeelse elanikkonna rände-eelistused ilmselgelt jälgendavad eestlaste omi: rahvastikku võidavad väikelinnad ja perifeersed maavallad, rahvastikku kaotavad regioonikeskused ja maakonnakeskused ning nende tagamaad. Üllatav on venekeelse elanikkonna puhul Tallinn linnaregiooni rändesaldo üldkordaja negatiivne väärtus, kuna venekeelse vähemuse puhul võiks eeldada koondumist pealinna. Üldtendents on aga, et nõukogude perioodil koondus venekeelne elanikkond ennekõike suurematesse linnadesse, nüüd aga toimub esimese põlvkonna immigrantrahvastiku seas ka asustussüsteemi hajumine.

Tabelitest 6 ja 7 selgub, et eestlaste ja venekeelse vanemaealise elanikkonna linnaregioonidesisene rändekäitumine oli ühesugune: regiooni- ja maakonnakeskustest lahkuti ning nende tagamaad ja ka kaugemale jäävad väikelinnad ja maavallad võitsid rahvastikku juurde. Huvitav on fakt, et nii eestlaste kui ka venekeelse elanikkonna puhul asustussüsteemi perifeersed osad (väikelinnad, maavallad) võidavad rahvastikku ning mitte-eestlaste puhul on rahvastiku kasv seal proportsionaalselt isegi suurem. Venekeelse elanikkonna liikumise puhul tuleb kindlasti arvesse võtta ka seda, et rändesaldo üldkordaja suurem väärtus valdades ja väikelinnades võib tuleneda sealsest venekeelse elanikkonna vähesusest.



Joonis 5. Rändesaldokordaja asustuse hierarhiaüksuste viisi.

Linnaregioonide siseses rändes valitses eeslinnastumine. Eeslinnastumise trendi võib täheldada kõigi regiooni- ja maakonnakeskuste tagamaadel. Eeslinnastumise intensiivsus sõltus linnaregiooni suurusest – Tallinna linnaregioonis oli eeslinnastumine kõige ulatuslikum ning maakonnakeskuste linnaregioonides tagasihoidlik. Samuti oli mitte-eestlaste eeslinnastumine mõnevõrra intensiivsem kui eestlastel, mis on taas seotud sellega, et Tallinna tagamaal oli varasematel aastatel linnaga võrreldes eestlaste osakaal suhteliselt suurem.

Kogu rahvastiku puhul (tabel 8) domineerisid samad rändesuunad nagu rahvusrühmadel eraldi: suurima rahvastikukasvuga oli pealinna tagamaa, ka regioonikeskuste tagamaadele koondus märkimisväärselt rahvastikku. Tähelepanuväärne on ka perifeersetes valdades suur positiivne rändesaldo. Kokkuvõtvalt võib öelda, et on toimunud asustushierarhia tasemete vaheline rahvastiku hajumine.

## Kokkuvõte

Käesoleva artikli huvipakkuvaim tulemus on 50+ vanuses mitte-eestlaste hajumine oma esialgsetelt asualadelt eeslinnadesse ja teistesse regioonidesse, eriti aga perifeersetesse väikelinnadesse ja maavaldadesse. See on vastupidine nõukogude perioodile, mil valitses linnastumine. Üldine reegel välispäritolu rahvastiku puhul on olnud, et inimesed elavad samadel aladel, kuhu nad end saabudes sisse seadsid. Samuti peaks etnilistel vähemustel olema märkimisväärselt väiksem tõenäosus lahkuda suurematest linnadest ning nad peaksid olema seda vähem mobiilsemad, mida pikemalt nad asukohariigis elanud on. Käesoleva uurimuse tulemused on aga tõestanud vastupidist – ajavahemikul 2000–2008 on Eestis aset leidnud vanemas tööeas ning pensioniealise venekeelse elanikkonna ruumiline assimileerumine

Samas aga näitasid tulemused, et venekeelse elanikkonna rändeintensiivsus oli eestlaste omast kordades madalam, st eestlaste seas oli elukohavahetajaid märgatavalt rohkem. See osutab venekeelse elanikkonna püsimisele samades piirkondades, kuhu nad end saabudes sisse seadsid (Harju- ning Ida-Virumaa). Vaadeldava perioodil (aastad 2000–2008) oli küll tegemist majanduskasvuga, ent sellest hoolimata vene keelt kõnelev elanikkond vahetas oma elukohta vähem kui eestlased ning eelistas elada kogukonnakaaslaste vahetus läheduses.

**Tabel 6.** Eestlaste rändesaldo ja rändesaldo üldkordaja asustuse hierarhiaüksuste viisi.

| Asustusüksus                    | Keskus |               | Tagamaa |               | Kokku |               |
|---------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|-------|---------------|
|                                 | Saldo  | Saldo-kordaja | Saldo   | Saldo-kordaja | Saldo | Saldo-kordaja |
| Tallinna linnaregioon           | -4401  | -62           | 2597    | 136           | 74    | 1             |
| Regioonikeskuste linnaregioonid | -1593  | -40           | 907     | 54            | -686  | -12           |
| Maakonnakeskuste linnaregioonid | -724   | -19           | 580     | 29            | -144  | -3            |
| Väikelinnad                     | 588    | 27            |         |               | 588   | 27            |
| Maalised vallad                 | 1513   | 17            |         |               | 1513  | 17            |

**Tabel 7.** Venekeelse elanikkonna rändesaldo ja rändesaldo üldkordaja asustuse hierariaüksuste viisi.

| Asustusüksus                    | Keskus |               | Tagamaa |               | Kokku |               |
|---------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|-------|---------------|
|                                 | Saldo  | Saldo-kordaja | Saldo   | Saldo-kordaja | Saldo | Saldo-kordaja |
| Tallinna linnaregioon           | -1251  | -21           | 1165    | 169           | -86   | -1            |
| Regioonikeskuste linnaregioonid | -1149  | -26           | 473     | 111           | -676  | -14           |
| Maakonnakeskuste linnaregioonid | -115   | -8            | 101     | 65            | -14   | -1            |
| Väikelinnad                     | 351    | 47            |         |               | 351   | 47            |
| Maalised vallad                 | 356    | 41            |         |               | 356   | 41            |

**Tabel 8.** Kogurahvastiku rändesaldo ja rändesaldokordaja asustuse hierarhiaüksuste viisi.

| Asustusüksus                    | Keskus |               | Tagamaa |               | Kokku |               |
|---------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|-------|---------------|
|                                 | Saldo  | Saldo-kordaja | Saldo   | Saldo-kordaja | Saldo | Saldo-kordaja |
| Tallinna linnaregioon           | -5652  | -43           | 3762    | 124           | -1890 | -12           |
| Regioonikeskuste linnaregioonid | -2742  | -32           | 1380    | 65            | -1362 | -13           |
| Maakonnakeskuste linnaregioonid | -839   | -16           | 681     | 32            | -158  | -2            |
| Väikelinnad                     | 939    | 32            |         |               | 939   | 32            |
| Maalised vallad                 | 1869   | 19            |         |               | 1869  | 19            |

Mis puudutab üldisi rändemustreid, siis need on mõlemal rahvusrühmal üsna sarnased. Liigutakse linnadest nende tagamaadele ning vähemal määral äärealadele. Kõrge siserändega linnapiirkonnad kaotavad ja maapiirkonnad kasvavad siserände arvelt. Samal ajal eksisteerib ka kahesuunaline ränne – koonduti Tallinna linnaregiooni, ent teiselt poolt ka maakondade tagamaadele ja äärealadele. Nii eestlaste kui ka venekeelse elanikkonna rändesaldod olid regioonikeskustes ja teistes suuremates linnades negatiivsed, mitte-eestlastel isegi rohkem kui eestlastel. Suurim rahvastikukaotaja oli Tallinn, samas võitis ta ka enim rahvastikku. Täheldatav oli ka venekeelse elanikkonna väljaränne Ida-Virumaalt, enamasti Harjumaale, kus omakeelne keskkond on samuti olemas. Mõlema rahvuse puhul võitsid rahvastikku maakonnakeskuste tagamaad ning äärealad.

Kokkuvõttes võib öelda, et meie immigrantrahvastik käitub sootuks teisiti kui on välja pakutud lääneriikide puhul kehtivates teooriates. Seda kindlasti seepärast, et Eestis elava vene keelt kõneleva elanikkonna taust on erinev. Nende inimeste sotsiaalmajanduslik staatus oli saabudes pigem kõrge ning raskustesse sattusid nad pärast Eesti taasiseseisvumist, mil toimusid olulised ühiskondlikud ning majanduslikud muudatused. Praegune olukord näitab, et Eestisse sõjajärgselt sisserännanud inimesed ühelt poolt ei assimileeru ruumiliselt, kuna nende rändeintensiivsus on madal. Teisalt, kui nad rändavad, siis nad hajuvad. Paikseks, näiteks linna, jäämine, eriti kui eestlased rändavad sel ajal rohkem, võib kokkuvõttes tähendada ikkagi seda, et suureneb venekeelse elanikkonna kontsentreerumine. Tulemustest selgus ka, et nii mõnedki lääneriikidele omased teooriad nagu ruumilise assimilatsiooni ning enklaavistumise teooria on rakendatavad ka Eesti puhul. Assimilatsioon on täheldatav, kuna kõnealusel perioodil toimus venekeelse elanikkonna asustusala laienemine, teisalt on märgatav ka enklaavistumine – suur osa vene keelt kõnelevast elanikkonnast on jätkuvalt koondunud Harju- ja Ida-Virumaale, kus neile on tagatud rahvuskaaslaste tugi ja abi.

Tulevikus võib eeldada venekeelse elanikkonna jätkuvat ruumilist assimileerumist. Mitte-eestlaste senine segregatsioon võib jätkuda vanemas tööeas elanikkonna ja pensionäride puhul, ent suured 1980. ja 1990. aastatel Eestis sündinud põlvkonnad ilmselt järgivad assimilatsiooni suundumust rohkem. Need vene keelt kõnelevad inimesed, kes rändavad, suure tõenäosusega eralduvad rahvuskaaslastest rohkem.

## Kirjandus

- Bolt, G., van Kempen, R.**, 2010. Ethnic Segregation and Residential Mobility: Relocations on Minority Ethnic Groups in the Neatherlands. *Journal of Ethnic and Migration Studies* 36, 2, 333–354.
- Boyle, P., Halfacree, K., Robinson, V.**, 1998. *Exploring Contemporary Migration*. Pearson education limited. Essex, UK, 282.
- Castles, S., Miller, M.**, 2009. *The Age of Migration*, 4th edition. Palgrave macmillan. Hampshire, UK, 369.
- Frey, W.F., K-L. Liaw, K-L.**, 1998. Immigrant Concentration and Domestic Migrant Dispersal: Is Movement to Nonmetropolitan Areas „White Flight“? *Professional Geographer* 59, 2, 215–232.
- Geyer, HS., Kontuly, T.** 1993. A Theoretical Foundation for the Concept of Differential Urbanization. *International Regional Science Review*, 15, 2, 157–177.
- Hallik, K.**, 2002. *Nationalising Policies and Integration Challenges. The Challenge of the Russian Minority*. Tartu University Press, 65–88.
- Kaiser, R.J.**, 1995. Prospects for the Disintegration of the Russian-Federation. *Post-Soviet Geography* 36, 7, 426–435.
- van Kempen, R., Özüekren, A.**, 1998. Ethnic Segregation in Cities: New Forms and Explanations in a Dynamic World. *Urban Studies* 35, 10, 1631–1656.
- Knox, P., Pinch, S.**, 2009. *Urban Social Geography An Introduction*. 6th edition, 373.
- Kulu, H., Tammaru, T.**, 2000. Ethnic Return Migration from the East and the West: The Case of Estonia in the 1990s. *Europe-Asia Studies*, 52, 2, 349–369.
- Laitin, D.**, 1998. *Identity in Formation: The Russian-Speaking Populations in the Near Abroad*. Ithaca, N.Y. Cornell University Press.
- Leetmaa, K., Tammaru, T., Anniste, K.** 2009. From priorities- to market-led suburbanisation in a post-communist metropolis. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 100, 4, 436–453.
- Leping, K.-O., Toomet, O.** 2008. Emerging Ethnic Wage Gap: Estonia during Political and Economic Transition. *Journal of Comparative Economics*, 36, 4, 599–619.
- Lindemann, K.** 2009. Ethnic Inequalities in Labour Market Entry in Estonia. The Changing Influence of Ethnicity and Language Proficiency on Labour Market Success. *MZES Working Papers*, 125.
- Marksoo, A.**, 2005. Linnastumine nõukogude Eestis. *Kogumikus: Asustus ja ränne Eestis, Uurimusi Ann Marksoo* 75. sünnipäevaks. Tartu Ülikooli kirjastus, 59–81.

- Schelling, T.C.**, 1969. Models of Segregation. *The American Economic Review*, 59, 2, 488–493.
- Tammaru, T.**, 1997. Venelased Eestis: Ränne ja kohanemine. *Akadeemia* 9:8, 1657–1677.
- Tammaru, T.**, 1997. Venelaste kohanemise regionaalsed erisused ja kohanemist mõjutavad tegurid. *Akadeemia* 9:11, 2283–2301.
- Tammaru, T.**, 2000. Differential urbanisation and primate city growth in soviet and post-soviet Estonia. *Tijdschrift voor economische en sociale geografie* 9, 1, 20–30.
- Tammaru, T.**, 2001. Linnastumine ja linnade kasv Eestis nõukogude aastatel. Tartu Ülikooli kirjastus. Tartu, 305.
- Tammur, A.**, 2003. Siserände rahvuserinevused. Kogumikus Ränne üleminekuaja Eestis. *Statistikaamet*, lk. 66–82.
- Tammur, A.**, 2006. Sisserännanute põlvkonnad Eesti tööjõuturul 2000.aastal. *Magistritöö TÜ geograafia osakonnas*.
- Tammur, A.**, 2009. Siserände suundumused. Kogumikus Ränne. *Statistikaamet*, 35–49.
- Vihalemm, T., Kalmus, V.** 2009. Cultural Differentiation of the Russian Minority. *Journal of Baltic Studies*, 40, 1, 95–119.
- Wilson, W. J.**, 1987. *The Truly Disadvantaged: the Inner City, the Underclass and Public Policy*. University of Chicago Press.

## **ETHNIC DIFFERENCIES IN ESTONIAN INTERNAL MIGRATION DURING THE PERIOD 2000-2008 AN EXAMPLE OF 50+ AGED POPULATION**

Marianne Lepik, Kadri Leetmaa

### *Summary*

The aim of this research is to investigate the older working age and retired (aged 50+) Estonians and Russians internal migration during the period 2000–2008. Generally the immigrants are more mobile than natives, but in this case the Russians had rather low intensity of migration and the migration patterns were strikingly similar to natives. The differences between Estonians and Russians are not so remarkable,



demographic characteristics are rather similar. The discrepancy comes out within professional stratification, geographical spread and integration into society (Fløtten ja Aasland 2001).

Immigration is the strongest and fastest influencing factor on the location of the regional population and other demographic changes in the processes. For example, an intensive in-migration into the area might explain the growth of the fertility, but out-migration can mean region populations are ageing. Knowledge of the composition of immigrant population provides the information about the effects of in- and out-migration in a particular region. Positive in-migration does not always mean the growth of regions population, because the average migrant may be older (and the natural increase is negative) (Tammur 2009).

The one-way and the intense population concentration into cities in Estonia have been left far behind for today. While the retirees went into the larger cities at the end of the Soviet period, then at the transition time, the dominant movement was from larger cities into the small towns and rural areas and this trend continues today. Estonia has followed the global population development in Europe, what is caused by rising living standards and technical innovations (Kulu 2005). As it turned out, a few of Western countries specific migration trends as spatial assimilation and clustering are taking place in Estonia also. Assimilation was particularly significant because in the period of 2000–2008 the Russian-speaking population in Estonia has expanded their settlement area and in-migration into rural areas implies to a good knowledge of local language and culture. Russians concentration into the Harju and Ida-Viru County can be seen as residential clustering. The migration-behavior of Estonians did not give any unknown results: as expected, the counterurbanization as well the suburbanization took place.

## **VELLO TARMISTO JA EESTI GEOGRAAFIA SELTS**

Laine Merikalju



Aeg kaob kiirelt. Tulevik, olevik ja minevik kulgevad ajameres alati käsikäes ning ikka ühtviisi: lootusrikas tulevik loovutab kuidagi märkamatult oma koha tegusa oleviku kaudu minevikule, millesse omakorda tulvab järjest enam möödaniku lugusid-lookesi.

Siin kirjapandu ongi üks lugu olnust olevale, see on lugu Eesti Geograafia Seltsi (EGS) loojast ja kauaaegsest juhist Vello Tarmistost.

Pärast Tallinna Polütehnilise Instituudi kiitusega lõpetamist astus V. Tarmisto Leningradi Riikliku Ülikooli aspirantuuri, täiendamaks tead-

misi majandusgeograafias. Aspirantuuri ajal oli noor teadusesse pürgija tollase NSV Liidu Geograafia Seltsi (NSVL GS: 1845. aastal asutatud Imperaatorliku Vene Geograafia Seltsi õigusjärglane) raamatukogu ja arhiivi agar külastaja. Vaatamata üldisele ideoloogilis-poliitilisele survele adus V. Tarmisto seltsi töötajate enamiku üsnagi ootamatut vabameelsust. See tagas meeldiva õhkkonna teadustööks ning suhtlemiseks tollaste tippteadlaste ja samuti seltsi väisanud välismaalastega. Viimastega suhtlemist hõlbustas sõjaeelses kodus ja koolis omandatud hea keelteoskus. Hilisemates jutuajamistes on V. Tarmisto meenutanud, et oli ikka uhke ja samas kodune tunne seltsi avara fuajee kaarjast roheline plüüšvaibaga kaetud trepist üles minna, kui seintel kõrguvatelt portreedelt jälgisid sind Lütke, Krusenstern, Bellingshausen, Wrangel, Baer ja teised geograafia suurmehed. Kõik need baltisakslastest vene meresõitjad, maadeavastajad, -uurijad ja teadlased – Imperaatorliku Vene Geograafia Seltsi loojad – olid ju pärit Eestist. Ja nii olevatki selts kogu oma aristokraatlikus kõiksuses lummanud teda kohe esimesel külas-käigul. See maailma vanemaid ja suuremaid geograafide ühendusi tegutseb Neevalinna südames vaikselt Demidovi põiktänaval möödunud sajandi algul seltsi tarvis rajatud majas. Sellele tsaaririigis väga mõjuvõimsale teadusseltsile tema erivajadusi arvestava kolmekorruselise hoone projekteerimine ning ehitamine sai teoks tsaari õukonna ning vene suurtöösturite ja jõukate kaupmeeste rahalisel toel.

Imperaatorlikul Vene Geograafia Seltsil oli oluline roll tsaaririigi kogu teadus-, majandus- ja kultuurielus. Märkimisväärne on tõik, et seltsi teadusuuringutesse oli aegajalt kaasatud ka mitmeid eesti haritlasi, neist tuntuimad Friedrich Reinhold Kreutzwald ja Jakob Hurt. See huvitav fakt juhtis V. Tarmisto mõtted Eesti ärkamisaegse rahvusliku seltside liikumise juurde. Juba oma kultuurilembesest haritlaskodust oli ta kaasa saanud tõdemuse, et ühistegevusel on oluline koht mitte üksnes rahvaste majandus- ja kultuurielu edendamisel, vaid ka rahvusliku iseteadvuse kujundamisel ja tugevdamisel. Innustatuna vene geograafide sõjajärgsest laiahaardelisest seltsilisest tegevusest ning saades välisväljaannete kaudu aimu ka rajatagustes seltsides toimuvast, hakkas V. Tarmisto järjest enam tunnetama vajadust eesti geograafide organisatsiooniliseks ühendamiseks. Väitekirja lõpetamise aegu seltsi raamatukogu vaikuses rariiteetsete raamatute keskel küpseski tal otsus koju tagasi jõudes alustada eesti geograafide oma ühenduse loomist.

Tartu Riikliku Ülikooli geograafiakateedris, kus V. Tarmisto värske geograafiakandidaadina mõnda aega lektoriametit pidas, leidis seltsi asutamise idee kohe üksmeelse toetuse. Vello Tarmisto oskuslik asjaajamine ning tollal ka Tartu geograafide tarmukas tegutsemine eesotsas kateedrijuhataja Endel Varepiga tagas vajalike eeltööde üsnagi ladusa

kulgemise. Soodustavalt mõjus asjaolu, et samal ajal laiendas NSV Liidu Geograafia Selts oma allorganisatsioonide võrku. Et kõik tollaste liiduvabariikide geograafiaseltsid olid akadeemilised, tegi Eesti organisatsiooni asutamise initsiatiivgrupp eesotsas V. Tarmistoga, kes siis juba TA Majanduse Instituudis töötas, ettepaneku luua eestlaste selts NSV Liidu Geograafia Seltsi filiaalina Eesti NSV Teaduste Akadeemia juurde. Pärast pikki läbirääkimisi ja bürokraatlikku asjaajamist olid V. Tarmistol lõpuks kõik seltsi asutamiseks vajalikud dokumendid olemas. Nende alusel kinnitas NSVL Geograafia Seltsi teadusnõukogu Eesti filiaali asutamise. See toimus Leningradis 15. novembril 1955. aastal. Seda kuupäeva loetaksegi meie seltsi sünnipäevaks. Ideoloogilisest surutisest hoolimata jätkus V. Tarmistol ja tema mõttekaaslastel meelekindlust esitada uue filiaali<sup>1</sup> ametlikuks nimeks „Eesti Geograafia Selts“ (NSV „unustati“ lihtsalt ära!). Seda nime on selts väärikalt kandnud tänaseni.

Eesti Geograafia Seltsi esimene üldkoosolek korraldati V. Tarmisto algatusel Tallinnas 2. novembril 1956. Äsja seltsi liikmeks astunud geograafid valisid seal oma organisatsiooni esimesed juhtivorganid – teadusnõukogu ja selle presiidiumi ning revisjonikomisjoni. Ootuspäraselt valiti seltsi esimeheks V. Tarmisto. Oli ju tema kanda olnud kogu senise ettevalmistustöö raskus ja vastutus, aseesimeheks sai teine oluline tegija E. Varep. Selle üldkoosolekuga oli selts astunud oma esimese, organisatsioonilises mõttes tähtsa sammu. Järgmise seadmisel tuli otsustada, mismoodi edasi minna ehk V. Tarmisto sõnutsi „Kuidas toimida, et seltsi tegemistest tõuseks tulu eesti teadusele ning kasvaks kasu kultuuriloole“. Ühtlasi tuli seltsil edasise tegevusega õigustada enda kui akadeemilise organisatsiooni ellukutsumine. Ei olnud ju saladus, et mitmed mõjukad teadlased kahtlesid geograafide iseseisva organisatsiooni vajalikkuses. Kuluaarides küsiti, mis jääks eesti teaduses või kultuuriloo tegemata-olemata, kui geograafid loobuksid oma hulljulge idee realiseerimisest.

Et seltsist saaks arvestatav tegija, tuli kõiki ettevõtmisi alates teadusuuringutest kuni erialaste teadmiste levitamiseni targalt läbi mõelda. Kollektiivses juhtimiskeskuses – teadusnõukogus ja selle presiidiumis – tehtava ulatusliku teaduslik-organisatoorse töö planeerimise tulemuslikkus sõltus paljuski V. Tarmisto kui juhi oskustest, võimekusest, tema suunavast mõttetööst. Juhi ette kerkinud küsimused, kuidas tagada noore organisatsiooni teovõime ja elujõud, ootasid kohest vastust. Lahenduse leidmiseks otsustas esimees pidada nõu „kõigi nende Eestimaa geograafidega“. Selleks korraldati 30. märtsil 1957. aastal Tallinnas geograafide esimene vabariiklik nõupidamine. Teaduste akadeemia

<sup>1</sup> NSVL GSi filiaalset tõusis EGS vabariikliku seltsi kategooriasse aastal 1964.

suures saalis Toompeal sai kokku sadakond geograafi ja geograafia piiriteaduste esindajat. Tulijaid oli kõikjalt üle Eesti. Entusiastliku kaasaelamisega arutati läbi vastavad programmilised ettekanded meie füüsilisest, majandus- ja kooligeograafiast. Pärast pikka ja asjalikku arutelu võtsid kokkutulnud vastu seltsi jaoks elutähtsa dokumendi – edasisi sihte seadva detailse tegevuskava. Selles V. Tarmisto käe all koostatud programmilises otsuses (vt Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 1957, lk 240–243) esitatu pole kaotanud oma aktuaalsust tänini.

Pärast kordaläinud nõupidamist võis noor selts innustatuna geograafia-avalikkuse heatahtlikust tähelepanust ja moraalsest toest juba julgelt edasi minna. Selleks ajaks oli V. Tarmisto jõudnud teaduste akadeemia presiidiumis selgeks rääkida ka seltsi rahastamise ja mitmed muud pakilised probleemid. Esimehe sihikindel asjaajamine tagas seltsile nii iseseisva eelarve kui ka teadussekretäri palgalise ametikoha.

Kuna jõudsalt kasvav liikmeskond lülitus noore organisatsiooni tegevusse märkimisväärse entusiasmiga, võidi peagi asuda märtsinõupidamise otsuses püstitatud ülesannete täitmisele. Kuna Eesti oli üks vähestest liiduvabariikidest, kus puudus oma akadeemiline geograafia instituut, pidi selts kuni selle asutamiseni (mis ei saanudki teoks!) täitma ajuti ka „väikese instituudi“ funktsioone.

Seltsi liikmeskonna teadmiste-oskuste potentsiaali sihipärase kasutamise eesmärgil otsustati ühesuguse kitsama erialaga liikmed rakendada tegevusse vastavates erialasektsioonides, millest saidki seltsi struktuuri põhitalad. Tallinnas käivitati kooligeograafia ja hüdrometeoroloogia sektsioon ning V. Tarmisto algatusel ja esialgu ka tema juhtimisel veel majandusgeograafia sektsioon. Endel Varepi käe all asutati Tartus füüsilise geograafia sektsioon, hiljem kasvas sellest Tartu osakond. Terminoloogia- ja toponüümika-alase töö korraldamiseks moodustati V. Tarmisto ettepanekul omaette üksus – terminoloogiakomisjon. Liikmete pidev juurdekasv ja nende erialane mitmekesisus tingis seltsi struktuuris hiljem veel mitmeid muudatusi.

Tallinna ja Tartu teadlaste koostöö sujus hästi, sest oma rahvusliku geograafiateaduse arendamise suhtes valitses ühesugune arusaam. Vello Tarmisto ja Endel Varepi juhendamisel käivitati kõigepealt Eesti geograafia uurimisseisundi üksikasjalik hindamine, et selle alusel juba täpsemalt paika panna edasise tegevuse põhisuunad. Majandusgeograafiliste uuringute korraldamine kujunes majandusgeograafia sektsiooni pärisosaks, kusjuures V. Tarmisto oli aastaid sektsioonis mitme uurimisprobleemi ja paljude teemade juhendaja. Uuriti põhiliselt Eesti looduslike ressursside ratsionaalse kasutamise ja tootlike jõudude territoriaalse paigutamise ning riigi regionaalse sotsiaalmajandusliku

seisundiga seonduvaid probleeme. Tegeldi veel rahvastiku- ja asulastiku-geograafia ning puhke- ja turismialaste uuringutega. V. Tarmisto enda meelistemaatikasse kuulus Eesti tootlike jõudude paigutamise-arendamise kõrval ka majanduslik rajoneerimine. Kõik mainitud tööd on EGSi majandusgeograafia sektsiooni jõukohane panus Eesti majandusliku ja sotsiaalse arengu regionaalses uurimises.

Uurimistööde planeerimisel leidis V. Tarmisto koostöös ülikooli geograafiakateedri õppejõududega võimalusi ka nende võimekamate üliõpilaste rakendamiseks, kelle diplomi- või kursusetööd olid ühitatavad seltsi temaatikaga. Oluline oli, et selts sai tollal katta tudengite välitööde sõidukulud ja päevaraha ning andekamatel noortel oli võimalus avaldada oma töid seltsi väljaannetes. See oli algajatele teadushuvilistele väga oluline, sest nende jaoks tollal muid võimalusi polnudki.

Vello Tarmisto pidas oluliseks teadlaste omavahelist koostööd ning sellesse ka praktikute kaasamist. Tema suhtlemisoskus ja lai tutvuskond hõlbustas paljusi noorele organisatsioonile vajalike sidemete loomist. Nii arendas selts iseseisvate uuringute kõrval tihedat seltsivälist koostegvust teaduste akadeemia instituutide, komisjonide, samuti teiste teadusasutuste ning kõrgkoolidega. Taolise koostöö tulemuslikkuse parimaks näiteks oli Tartu Ülikooli geograafide juhtimisel ja paljude tollaste uurimisasutuste ühistööna valminud Eesti kompleksse territoriaalplaneerimise skeem. Selle koostamisel osalesid mitmed EGSi sektsioonid, nende seas ka majandusgeograafia sektsioon V. Tarmisto juhendamisel.

Selts asus taaselustama pärast sõda soikunud teaduslikku kodu-uurimist. Too omal ajal kõrgele tasemele jõudnud rahvahariduslik ja üldkultuuriline liikumine oli saanud V. Tarmistole südamelähedaseks juba tema varases koolipõlves. Sestap ei saanud ta kodu-uurimuslikus tegevuses leppida nõukogude „krajevedenije“ piiratusega. Tema eesmärgiks oli sõjaeelsete nn maakondlike koguteoste<sup>2</sup> taoliste regionaalsete kogumike koostamine ja väljaandmine. Peagi sai selgeks, et selline äärmiselt töömahukas ettevõtmine eeldanuks seltsis veel ühe koosseisulise töötaja rakendamist. Tollased eeskirjad seda ei võimaldanud. Lihtsam oli luua juurde üks uus organisatsioon! Selle ettevalmistamisele kulus verisulis seltsil oma esimehe eestvõttel vaevalt aasta: juba 1958. aastal sai eluõiguse Eesti Kodu-uurimise Komisjon (1990. aastast Eesti Kodu-uurimise Selts). Kahe elujõulise akadeemilise üksuse loomine nii lühikese ajaga eeldab nende ellukutsujal eriomaseid organisatorlikke

---

<sup>2</sup> Eesti Kirjanduse Seltsi kodu-uurimistoimkonna ja Tartu Ülikooli geograafiakabineti kodu-uurimisosakonna ühistööna jõuti aastatel 1925–1939 avaldada koguteose „Eesti“ kaheksa maakonna köidet.

võimeid ja neid jätkus meie esimehel küllaga. Kõrvuti EGSi juhtimisega tegeles V. Tarmisto aastaid ka kodu-uurimise komisjonis, algul ase-esimehe, hiljem esimehe ülesannetes.

Hindamatu oli V. Tarmisto osa seltsi kirjastamisalase töö kujundamisel ja arendamisel. Just trükised pidid saama seltsi tegevuse peamisteks tutvustajateks. *Verba volant, scripta manent* – seda sententsi silmas pidades püüdis ta kõik märtsinõupidamisel sõnadesse vormitu kiiresti „raamatusse raiuda“. Nii jõudiski juba samal, 1957. aastal lugeja lauale seltsi esimene aastaraamat. Selles V. Tarmisto koostatud esikväljaandes olid talletatud märtsinõupidamise ettekannete ja EGSi edasist tegevust käsitleva otsuse tekstid; nendele lisaks veel mitme autori ammu avaldamisootel olnud artiklid. Geograafide järjest vilkama teadustegevusega kaasnes kiiresti erialaste artiklite hulk. Nende avaldamiseks aastaraamatu mahust varsti enam ei piisanud. Tuli otsida uusi võimalusi. Lahendus leidis ühel koosolekul V. Tarmisto vihjamisi lausutus, et võiks ju kaaluda veel ühe, just mahukamate uurimistööde sarja üllitamist. Ja 1960. aastal nägigi ilmavalgust uus sari – „Eesti Geograafia Seltsi Publikatsioonid“.

Tänu V. Tarmisto edukale *lobby*-tööle avanes EGSi esindajatel juba möödunud sajandi kuuekümnendatel aastatel võimalus NSVL GSi delegatsioonide koosseisus osaleda Rahvusvahelise Geograafia Uniooni kongressidel. Taoline positsioon lõi meie seltsi jaoks soodsa eelduse eesti geograafiateaduse vahetuks tutvustamiseks välismaal. Sellest johtuvalt alustas selts ingliskeelsete teadusartiklite sarja „*Estonia*“ väljaandmist. Sarja esimene kogumik „*Estonia. Geographical Studies*“ pühendati RGU XXII kongressile, mis toimus 1972. aastal Kanadas. Seal eesti geograafe esindanud EGSi ase-esimehe E. Varepi sõnutsi olevat kõik kaasavõetud kogumikud marjaks ära kulunud, kusjuures nendega tutvunud delegaadid olevat andnud üksmeelselt väikese Eesti geograafide tööle kõrge hinnangu.

Märkimisväärne on V. Tarmisto roll eesti sõjajärgse turismikirjanduse väljaandmisel. Tema tugeval surveal alustas Eesti Riiklik Kirjastus 1958. aastal meie linnu ja looduskauneid paiku tutvustavate brošüüride sarja kirjastamist. Selts avaldas sarjas üle 40 nimetuse, neist kümme kahe- kuni neljakordses täiend- või kordustrukis. Koos kodu-uurimise komisjoniga üllitati ka mitu regionaalset kodu-uurimuslikku kogumikku.

Vello Tarmisto oli tegev kõigi seltsi väljaannete toimetuskolleegiumides, täites temale omase põhjalikkuse ja asjatundlikkusega nii toimetaja kui retsensendi ülesandeid. Seltsi trükistes on tema sulest ilmunud arvukalt sisutihedaid artikleid ning teaduskokkutulekute ülevaateid. Aastatepikkuse kirjastamistegevuse tulemit – aastaraamatuid, monograafiaid,

mitmeid sarju ja paljusid sarjaväliseid kogumikke – pidas V. Tarmisto arvestatavaks seltsipoolseks panuseks Eesti teadus- ja kultuurivaramus.

Eesti Geograafia Seltsi tegevuse suunamisel lähtus V. Tarmisto põhimõttest, et seltside ja muude teadusühenduste kaudu saavad teadlased hoida üldsust kursis nii oma koduriigis kui mujal maailmas vastavas teadusvaldkonnas toimuvaga ja et seltside vahendusel on võimalik laiema avalikkusega asjalikku aru pidada ka kohalikes küsimustes. Seda arvestades hakkas selts juba esimestel tegevusaastatel korraldama konverentse, seminare, teaduspäevi ja muid teadusliku suunitlusega kokkutulekuid. Seltsi poolt iseseisvalt või koos teistega organiseeritud teadusürituste temaatika on olnud laiahaardeline, alates geograafia ajaloost ning lõpetades küsimustega matemaatiliste meetodite rakendamisest geograafias. Nende vahele on mahtunud loodus-, majandus-, sotsiaal- ja kooligeograafia ning geoinformaatika, kartograafia ja keskkonnaprobleemid kogu erialases mitmekesisuses. Kuigi V. Tarmisto osales pea kõigis organiseerimistoimkondades, jäid otseselt tema juhendada majandusgeograafilisi või puhtmajanduslikke küsimusi käsitlevad ettevõtmised. Ajaga sammu pidades püüdis ta alati pakkuda arutamiseks vastaval perioodil kõige aktuaalsemaid probleeme ja seda nii teoreetilises kui rakenduslikus plaanis. Tema algatusel peeti nõupidamisi mitmete paikkondade tootlike jõudude paigutamise ja loodusvarade kasutamise küsimustes. Algust tehti Peipsi-Pihkva järve seisundit käsitlevate ettekannetega 1961. aastal Mustvees ning viimane, Lääne-Eesti saarestikku hõlmav arutus peeti tollases Kingissepas aastal 1972. Seoses osavõetuga Eesti kompleksse territoriaalplaneerimise skeemi koostamisest organiseeris selts V. Tarmisto osalusel asjaosaliste juhendamiseks sarja metoodilisi seminar-nõupidamisi. Koostöös ENSV TA Majanduse Instituudi ja Tartu Riikliku Ülikooliga korraldati aastatel 1960–1980 ka mitmed territoriaalplaneerimisele pühendatud vabariiklikud konverentsid.

Teadusliku kodu-uurimise edendamiseks alustati V. Tarmisto algatusel 1958. aastal kooliõpetajate sellealaseks teaduslik-metoodiliseks väljaõppeks vajalike seminaride korraldamist. Koos Eesti Kodu-uurimise Komisjoniga organiseeriti algul ainult geograafia-alaseid, hiljem juba kompleksse suunitlusega vabariiklikke seminar-kokkutulekuid.

Juba EGSi esimestel tegevusaastatel algatas V. Tarmisto seltsi jaoks olulist teaduslik-organisatsioonilist koostööd väljaspool Eestit tegutsevate teadusasutuste ja teiste organisatsioonidega. Aastatega nende arv kasvas. Esialgu kujunes tihedam ja tulemuslikum suhtlemine NSVL GSi keskorganisatsiooni kõrval ka läti ja leedu teadlastega. Kitsamas ringis nendega vesteldes sai selgeks, et kolme naaberriigi majandus- ja ka geograafiateaduse ees seisab palju ühtelangevaid probleeme. See viis



mõttele hakata nende arutamiseks korraldama ühiseid teadusnõupidamisi. Nii saidki V. Tarmisto initsiatiivil teoks Balti riikide majandusteadlaste ja geograafide regulaarsed teaduskonverentsid. Neist esimest, 1960. aastal Tallinnas ja Tartus toimunut võib pidada osavõtjate geograafilist haaret arvestades juba teadlaste üleliiduliseks foorumiks. Esmakordselt tollases NSV Liidus arutati seal linnageograafia küsimusi. Taolisi mitmesuguse temaatikaga kokkutulekuid peeti vaheldumisi Eestis, Lätis ja Leedus kuni 1991. aastani. Suurest töökoormusest ja halvenevast tervisest hoolimata vastutas V. Tarmisto kuni 1980. aastate keskpäigani kõigi nende Eestis läbiviidud konverentside hea käekäigu eest. Edaspidistele kokkutulekutele andis ta omapoolse panuse orgkomitee liikmena ja alati oli temalt ka Eesti probleeme käsitlev ettekanne.

Kuna Eesti oli toonases NSV Liidus tuntud oma teadusürituste organiseerimise kõrge taseme poolest, tuli V. Tarmistol seltsi esimehena võtta vastutus või kaasvastutus mitme üleliidulise teaduskokkutuleku läbiviimisel meie vabariigis. Neist kaalukamad olid territoriaalplaneerimist, sotsiaalmajanduslikke ja keskkonnakaitselisi probleeme ning matemaatiliste meetodite rakendamist käsitlevad konverentsid, seminarid ja suvekoolid.

Ühiskondlikest kohustustest vastutusrikkaim tuli V. Tarmistol kanda seoses XXIII rahvusvahelise geograafiakongressi kokkukutsumisega NSV Liidus 1976. aasta suvel. Toonase geograafide suurürituse ettevalmistamisel ja läbiviimisel osales V. Tarmisto otseselt RGU orgkomitee liikmena. Tema juhtis Moskvast ka 36-liikmelist eesti delegatsiooni. Meie teadlased esitasid kongressil 12 ettekanne, nende seas oli V. Tarmistolt uurimus teemal „Sotsiaalmajanduse regionaalse arengu kontseptsioonid kui regioonisisese majandusgeograafilise prognoosimise alus“. Tema kaasorganiseerimisel läksid hästi korda ka kongressijärgsed välisdelegatsioonidele Eestit tutvustavad ettevõtmised: Eesti NSV Teaduste Akadeemia Raamatukogu fuajees eksponeeritud ulatuslik teksti- ja illustratsiooniderohke näitus „Geograafia-alasest uurimistööst Eesti NSV-s“, samuti meie pealinna ja selle lähiümbrust tutvustavad väljasõidud.

Vello Tarmisto nägi EGSi olulist rolli ka üldises rahvahariduslikus liikumises ja seda eelkõige meie inimeste igakülgse geograafilises harimises. Ta pidas vajalikuks anda rahvale enam teavet, kui pakkus tollane kool ja kõikvõimalikud kultuuriasutused. Üheks väljundiks geograafia-alaste teadmiste levitamisel kujunesid seltsi avalikud ettekande- ja arutluskoosolekud. Tallinnas korraldas neid esimesena V. Tarmisto juhitud majandusgeograafia sektsioon, tehes otsad lahti sektsiooni esimehe enda loengutega. Suur lugemus, välisreisid ja ümbritseva terane jälgimine ning aastatega kogetu-kogutu oskuslik süntees olid V. Tarmis-

tost teinud hinnatud lektori. Ta suutis panna kuulajad endaga kaasa mõtlema ning tihti tehti tema teaberohketest ettekannetest konsepte. Seltsi avalikud loenguõhtud äratasid kiiresti huviliste tähelepanu. Esimehe eeskujul hakkasid seltsi liikmed peagi jagama teadmisi ka seltsiväliselt selleks soovi avaldanud asutustes-ettevõtetes nii linnas kui maal. Kuuekümnendatel aastatel astus V. Tarmisto üsnagi julge sammu: tema ettepanekul käivitati Tallinna Kultuuriülikoolis turismi propageeriv üksus – turismikool ning rajati uus fakulteet „Maailma maad ja rahvad“. V. Tarmisto oli üks kuuekümnendatel aastatel õpilastele mõeldud televiktoriinide sarja „Gloobus“ algatajaid ning tema toel said teoks mitmed telekooli geograafiatunnid.

Geograafilise silmaringi avardamisel olid omal kohal ka teadusliku suunitlusega ekskursioonid ja õppekäigud. Vilunud juhendajate käe all õpiti tundma eeskätt Eestimaad, kuid peagi jõuti kodupiiridest kaugemale – tollase NSV Liidu huvipakkuvatesse paikadesse. Kuid lisaks „maakera ühe kuuendiku“ tundmaõppimisele tahtis V. Tarmisto oma seltsi rahvast tutvustada ka läänepoolse maailmaga. Esimese soodsa võimaluse pakkus selleks 1960. aastal Rootsi Kuningriigis peetud XIX rahvusvaheline geograafiakongress. Meie seltsi esimehel õnnestus NSV Liidu Geograafia Seltsi kaasabil saada nõusolek Eesti Geograafia Seltsi liikmetel kongressil osalemiseks. Nii sai seltsi esimene välisreis teoks juba 1960. aastal. See oli toona täiesti pretsedenditu juhtum, et esimest korda välismaale ja kohe kapitalistlikku riiki! Seltsi reisimiste kuldne aeg algas aastast 1967, kui V. Tarmisto hankis pea igal aastal seltsile võimaluse omaette turismigrupi komplekteerimiseks. Tookordsetes oludes oli see üsna erandlik, kuid seltsi liikmetele väga oluline nähtus, sest enamik neist pääses esmakordselt välismaale just mainitud reiside kaudu.

Geograafilise harituse vääramatuks mõõdupuuks pidas V. Tarmisto erialast lugemust. Hea lugemuseni jõudmine on mõeldamatu ilma väärtraamatuteta. Et seltsi liikmetel oleksid alati käepärast vajalikud teatmeteosed, erialased teadus- ja populaarteaduslikud väljaanded, otsustas ta asuda seltsile oma raamatuvaramu loomisele. Raamatute soetamisele pandi alus koostöös ülikooli geograafiakateedri sõjajärgse juhataja Jakob Kentsi lesega, kes oli nõus müüma abikaasast järelejäanud raamatuid seltsile küllaltki soodsatel tingimustel. Loodava raamatukogu nimistusse kanti 16. mail 1957 esimestena Eesti Entsüklopeedia täiskomplekt, koguteose „Eesti“ kaheksa köidet, sõjaväe topograafiline atlas ja paljud muud rariteetsed väljaanded. Neid kõiki väaristas J. Kentsi *ex libris*. Peagi täienes nimistu NSV Liidu Geograafia Seltsilt kingitusena saadud geograafia-ajaloolise väärtusega monograafiate, koguteoste ja perioodiliste väljaannetega. Vello Tarmisto soovitusel vaadati avasilmi ringi ka raamatuantikvariaadis. Sealt sattus seltsi lugejani nii mõnigi

tollal juba keelatud trükis. Antikvariaadi vahendusel hakati komplekteerima ka „*National Geographical Magazine*“-i sõjaeelseid aastakäike. Hoogsalt alanud ja neli-viis aastat tõusujoones kulgenud raamatukogunduslik tegevus sai ootamatu tagasilöögi, kui kuuekümnendate aastate algul teaduste akadeemia eriosakond kõrvaldas meie väikesest fondist erialases mõttes kõige väärtuslikuma osa. Hiljem pärssis kogu täiendamist ruumikitsikus ja ka rahast oli nappus. Nii takerdus seltsi oma raamatukogu ja samuti erialase fototeegi idee. Need olid siiski esimehe paljudest väärtmõtetest ühed vähesed, mis jäid ukerdama poolele teele.

Vello Tarmisto jõudis palju. Pingeline töö Eesti NSV Teaduste Akadeemia Majanduse Instituudis nii sektorijuhataja kui direktori ametis, energiline ühiskondlik eneseteostus Eesti Geograafia Seltsi ja Eesti Kodu-uurimise Komisjoni loomisel ning juhtimisel, samuti töö kõrvalt majandusdoktori teaduskraadini väitlemine ei piiranud tema osalemisaktiivsust väljaspool Eestit asuvates teadusorganisatsioonides. Ta oli NSVL GSi teadusnõukogu liige ja EGSi esindaja Nõukogude Geograafide Rahvuslikus Komitees. Alates RGU XIX rahvusvahelisest geograafiakongressist (1960) on ta esinenud pea kõigil RGU kongressidel ja paljudel teistel ülemaailmsel teaduskokkutulekutel. Neid üritusi kasutas ta edukalt eesti geograafiateaduse tutvustamiseks ning Eesti Geograafia Seltsi rahvusvaheliste suhete edendamiseks. Teeneka teadlase ja teadusorganisaatorina oli ta peale Eesti Geograafia Seltsi valitud veel NSV Liidu Geograafia Seltsi (praegune Vene Geograafia Selts) ja Ungari Geograafia Seltsi auliikmeks. Ta oli ka Eesti NSV Teaduste Akadeemia korrespondentliige.

Eesti Geograafia Seltsi liikmete jaoks oli V. Tarmisto autoriteetne ja lugupeetud juht. Teda hinnati kui väsimatut ideede genereerijat ning väga head meeskonnatöö valdajat, kes suutis seltsile kasulike ideede realiseerimisele innustada alati ka teisi tublisid tegijaid. Peale eriomase tööväime paistis seltsi esimees silma veel oma sihikindluse, vastutustunde, täpsuse (juuksekarva poolitamata!), optimismi ja mõnusa huumoriga. Ta oli alati heatahtlik, abivalmilt tähelepanelik ja delikaatne kolleeg, kes ka keerukates olukordades toimis tasakaalukalt, kunagi häält tõstmata. Kui pikaleveninud arupidamistel (algusaastatel oli neid sageli) kippus asi vahel tuliseks minema, viskas seltsi esimene mees „veikse“ nalja või tuletas meelde mõne vana anekdoodi ning peagi oli ühine keel leitud ja arutelu võis jätkuda. Seltsi ees ja seltsi eest seisis tõeline härrasmees.

Niisugune sai lugu V. Tarmistost (1918–1991), kes juhtis Eesti Geograafia Seltsi aastatel 1955–1985. Kolme tegusasse aastakümnesse mahub seltsi loomine, aktiivne tegutsemine teadusseltside akadeemilises peres ning eesti geograafiateaduse väärikas esindamine rahvusvahelisel

areenil. Prof. Ann Marksoo hinnangul on tema töö ja tegevus olnud eesti geograafias olulise tähendusega. Toonast aega silmas pidades oli kogu eeltoodu saavutamine jõukohane üksnes sellisele tugevale isiksusele nagu oli seda V. Tarmisto.

## **VELLO TARMISTO AND THE ESTONIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY**

Laine Merikalju

### *Summary*

Vello Tarmisto (1918–1991) was a founding member of the Estonian Geographical Society (EGS). He was the leader of the society for 30 years (1955–1985). These years include foundation of the society, its active participation in the work of academic societies and dignified representation of Estonian geography on the international arena. According to Prof. Ann Marksoo, V. Tarmisto's contribution to Estonian geography was of epoch-making significance. Considering the times it was only a strong personality who could be capable of achieving all he did. Undoubtedly V. Tarmisto was such a leader.

After graduating from Tallinn Polytechnic Institute with honours V. Tarmisto took a post-graduate course at Leningrad State University in economic geography. The young man eager to become a researcher was a zealous visitor of the library and archives of the USSR Geographical Society. In those days the atmosphere in the USSR GS was conducive to research work as well as to develop contacts with the then leading Soviet geographers and foreigners visiting the society. It was the time when V. Tarmisto began to understand the need for organisationally uniting also Estonian geographers.

The idea of founding a geographical society was unanimously supported by fellows at the Department of Geography of Tartu State University. At that time the USSR GS was expanding the network of its organisations in the then Soviet republics. The initiative group for founding an Estonian organisation led by V. Tarmisto, who worked in the Institute of Economics of the ESSR Academy of Sciences, put forward a proposal that the EGS be founded at the Academy as a branch of the USSR GS. The Scientific Council of the USSR GS approved the foundation of its

Estonian branch on 15 November 1955<sup>3</sup>. This date is considered to be the birthday of the EGS.

The first general meeting of the EGS was held in Tallinn on 2 November 1956. At this meeting the first leading bodies of the society – its scientific council, presidiums and auditing committee – were elected. Vello Tarmisto became the first chairman of the society and the head of the Department of Geography of Tartu State University Endel Varep was elected vice-chairman. The first all-Estonian meeting of geographers was convened in Tallinn already on 30 March 1957. The meeting adopted a detailed activity plan for the following years. Among research topics rational utilisation of natural resources, territorial localisation of productive forces and problems connected with regional socio-economic situation of the country are worth special mentioning. Also population and settlement geography and recreation and tourism industry were studied. Vello Tarmisto's own favourite topics included besides localisation of productive forces in Estonia also economic regionalisation.

To make rational use of the potential of the rapidly growing membership of the society divisions formed on the basis of specialities were formed. These became the cornerstones of the structure of the EGS. In Tallinn the divisions of school geography, hydrometeorology and economic geography and in Tartu the division of physical geography, which later became Tartu department, were launched. For organising work in the fields of terminology and toponymics a special unit – terminology commission – was established.

The society began to revive scientific research on native place. Already in 1958 the Estonian Commission of Regional Studies (from 1990 the Society of Regional Studies) was established

Society's publications were aimed at introducing its activities to the general public. Already in 1957 the EGS's first yearbook, compiled by V. Tarmisto, was published. The number of research papers written by members of the EGS increased rapidly and in autumn 1960 a new series "*Eesti Geograafia Seltsi Publikatsioonid*" [Publications of the Estonian Geographical Society] was born. On V. Tarmisto's initiative in 1958 *Eesti Riiklik Kirjastus* began to publish a series of paperbacks about Estonian towns and picturesque places. In cooperation with the Estonian

---

<sup>3</sup> In 1964 EGS was elevated from the GS branch of the USSR into Republican Society category. The society disengaged from USSR GS in 1989 and became an independent socio-scientific organization.

Commission of Regional Studies several collections of papers on regional studies were completed.

Thanks to V. Tarmisto's successful lobbying representatives of the EGS had already in the 1960s an opportunity to participate as members of the delegation of the USSR GS in events arranged by the International Geographical Union (IGU). This helped Estonian geographers to disseminate their research results abroad and the society began to publish collections of papers in English under the general title *Estonia*. The first book in this series – *Estonia. Geographical Studies* – was dedicated to the XXII IGU Congress, held in Canada in 1972.

The society began to arrange conferences, seminars, workshops and other meetings already during its first years of existence. Keeping pace with the times, the society always tried to focus on the most topical theoretical and applied problems of the day. In cooperation with the Institute of Economics of the ESSR Academy of Sciences and Tartu State University several all-Estonian conferences to discuss problems of territorial planning were held in 1960–1980. Over years the EGS tightened collaboration with research institutions and organisations outside Estonia, especially with its close neighbours – the USSR Geographical Society as well as its Latvian and Lithuanian counterparts. Joint conferences were arranged with researchers from the other Baltic republics. In 1960–1991 such conferences were held alternately in Estonia, Latvia and Lithuania.

As Estonia was known in the Soviet Union for its high level of organising scientific events, V. Tarmisto as the chairman of the EGS had to fulfil several tasks of high responsibility. One of the most important among these was undoubtedly his work in the capacity of a member of the organising committee of the IGU XXIII International Geographical Congress in Soviet Union in summer 1976. Vello Tarmisto also headed the 36-member Estonian delegation at this congress. On this occasion an exhibition on geographical research in the ESSR was arranged in the foyer of the library of the ESSR Academy of Sciences and trips to Tallinn and its vicinity were organised.

In V. Tarmisto's vision an important role of the EGS was providing the general public all-round geographical education. The society began to build up its own library. Public lectures held by EGS members became quickly popular. In the 1960s a tourism school and a new faculty "Countries and Peoples of the World" were founded at Tallinn Cultural University on V. Tarmisto's initiative. He was also one of the initiators of the series of TV quizzes "The Globe" for schoolchildren in the 1960s and several geography lessons on TV were carried out with his support.

Also trips and outings with educational purpose served the aim of disseminating geographical knowledge. Under the guidance of experienced persons mostly Estonia was studied but interesting places outside the home country, primarily within the then Soviet Union, were also visited. The first opportunity to go to a Western country was opened by the XIX International Geographical Congress held in Sweden in the 1960s, in which V. Tarmisto could participate supported by the USSR GS. The golden age of the society's trips began in 1967, since when V. Tarmisto found a possibility for the society to put together a tourist group almost every year.

Vello Tarmisto managed to do a lot. He worked for decades for the Institute of Economics of the ESSR Academy of Sciences (as head of a division and later as director), was one of the founders and the leader of the Estonian Geographical Society and the Estonian Commission of Regional Studies, got the degree of Doctor of Sciences without leaving work for doctoral studies and participated actively in scientific organisations outside Estonia. He was a member of the Scientific Council of the USSR GS and the representative of the EGS in the National Committee of Soviet Geographers. Beginning with the IGU XIX International Congress in 1960 he made a report at almost all IGU congresses and other international meetings. He used these events successfully for introducing Estonian geographical science and promoting the development of EGS's international cooperation. Being a merited scientist and science organiser, V. Tarmisto was an honorary member of the USSR Geographical Society (now Russian GS) and of the Hungarian Geographical Society. He was also a corresponding member of the Academy of Sciences of the ESSR.

Vello Tarmisto was a highly respected leader for the members of the Estonian Geographical Society. They thought highly of him as an untiring generator of ideas and a master of teamwork always capable of inciting other efficient persons to realise ideas useful for the society.

## **KAKS REISI JA KAKS DOKUMENTAALFILMI**

Erki Tammiksaar

9. oktoobri 2009. aastal varahommikul kl. 7.00 – 180 aastat pärast Ararati mäe esmavallutamist Tartu ülikooli geofüüsikaprofessori Friedrich Parroti (1791–1841) poolt – seisis Ararati tipus Vahur Luhtsalu (Eesti Vabariigi suursaatkonna Türgis teine sekretär), Jaan Künnap (alpinist), Riho Västriku (filmimees), Marko Johanson (alpinist), Urmas Peiker (alpinist) ja Erki Tammiksaar (teadusajaloolane). Esimene tõsine samm filmi „Tee-kond Araratile“ (esilinastus 13. detsember 2011 Eesti Rahva Muuseumis) valmimiseks oli tehtud. 29. juulil 2011 viibis Eesti Vabariigi delegatsioon koosseisus Simmu Tiik (Eesti Vabariigi suursaadik Vene Föderatsioonis), Riho Västriku ja Erki Tammiksaar Kotelnõi saarel Walteri neemel. Seal toimus baltisaksa polaaruurija Tartu ülikooli vilistlase arst Hermann Walteri (1864–1902) ümbermatmine. Alus dokumentaalfilmi vāntamiseks polaaruurijast Eduard von Tollist on olemas.

Mõtte teha filme baltisaksa loodusteadlastest ja nende jälgedes käia, istutas Riho Västriku veekogude ja vee-elustiku uurija ja kaitsja Jaak Tambets. Tambetsi mõte oli vāndata film ema poolt eesti sugu baltisaksa uurimisreisijast ja Taimõri uurijast Alexander Theodor von Middendorffist (1815–1894). Tartu Baeri majas töötav Tambets viis 2004. aastal kokku ka allakirjutanu ning Västriku. Toona kirjutasin oma õpetaja Natalja Suhhovaga raamatut Middendorffist „Александр Федорович Миддендорф“ (Москва, 2005). Sellest ajast algas meie koostöö ja sõprus. 2006. aastal valmis Västriku film „Middendorffi jälgedes“. Siis ta veel ei teadnud, et see on esimene film trilooalias baltisaksa reiseimeestest ja uurijatest.



## Friedrich Parroti jälgedes Türgis ja Armeenias

2009. aasta varakevadel teatas minu hea sõber teadusajaloolane Ken Kalling, et välisministeerium küsis temalt, kas ta on valmis koostama näitust Friedrich Parrotist, mille Eesti Vabariik kavatseb kinkida Türgi Vabariigile. Kalling arvas, et õigem isik selleks oleksin mina, ja küsis minu arvamust. Olin nõus. Välisministeeriumi poolt oli projekti initsiaator Vahur Luhtsalu, kes planeeris seoses 180 aasta möödumisega Ararati vallutamisest Türgis mitmeid üritusi, et Eestit seal rohkem nähtavaks muuta. Neist olulisim – näituse avamine – oli planeeritud oktoobri algusesse Ararati jalamil asuvasse Ishakpaşa paleesse Doğubayazıt'i linna. See Ida-Türgi olulisim turismiatraktsioon oli Luhtsalu veendumuse kohaselt parim koht Eesti Vabariigi kingituse igaveseks ja väärikaks eksponeerimiseks. Kuigi Luhtsalu käis ise näituse kohta kohapeal üle vaatamas, ei andnud tema tehtud pildid väljavalitud ning alles äsja renoveeritud palee ruumist selget ülevaadet.

Eesti poolt pidi Luhtsalu idee realiseerimist koordineerima välisministeeriumi kultuuribüroo eesotsas Sten Schwede ja Jane Sõnajalaga. Välisministeeriumis peetud koosolekutel sai selgeks, et kogu näitus tuleb Eestist Türgi kaasa võtta. Kohapealsetele võimalustele ei saanud lootma jääda. See asjaolu esitas näituse koostamisele ja eksponeerimisele suure väljakutse. Näitus pidi olema ühteaegu tehniliselt lahenduselt originaalne, kuid kerge, et välisministeeriumi kulusid kontrolli all hoida. Tehnilise poole lahendamiseks kaasasin ma Tartu arhitekti Andres Kulli ja näituse kunstilise poole eest vastutas Margot Sakson Tartu ülikooli ajaloomuuseumist. Näituse tekstide (inglise ja türgi keeles) ja pildimaterjali eest olin vastutav mina.

Andres Kull esitas originaalse idee, kuidas näitust eksponeerida. Tema mõtte kohaselt tuli roostevaba metallist torud liitmikega nii kokku seada, et tekiks visuaalne kujund Suurest ja Väikesest Araratist. Selline konstruktsioon oli kerge ja vaid ühe võtmega kokkupandav. Tekkivate „mäekülgede“ vahele sai aga tõmmata koormapresendi, millele trükitigi siis näituse materjalid. Kuna polnud selge, kas eeldatav palee ruum on kaetud või lageda taeva all, siis tuli arvestada keeruliste ilmamõjudega näitusele. Välisministeerium oli pakutava lahendusega nõus ja augustiks 2009 oli näitus valmis ja nädal enne sõitu Istanbuli „avasime“ selle külastajatele nädalaks Tartu ülikooli ajaloomuuseumis. Mõte oli selles, et katsetada enne Ishakpaşa paleed, kuidas ja kui kiiresti näituse kokkupanek sujub.

Veel enne Istanbuli sõitu sai selgeks, et Türgi tuleb Luhtsalu aktiivse veenmistöö tulemusel kogu üritust filmima Riho Västriku. Viimast kan-

nustas mõte jõuda Ararati tippu, et koguda materjali Parroti filmi jaoks. 29. septembril 2009 lendasime Västriki, mina, Jaan Künnap, Marko Johanson ja Urmas Peiker Eestist Istanbuli. Seal võttis meid vastu Vahur Luhtsalu. 1. oktoobril asusime saatkonna Mercedes Vito mikrobussiga teele läbi terve Türgi, katusel väärtuslik Eesti „laegas“ (kingitus) Türgi Vabariigile. Läbida oli meil vaja ligi 2000 km. Plaanisime sõiduks Doğubayazıt'i kaks päeva. Läks aga kolm, sest enne Erzincani linna Kesk-Türgis kaotasime seelsel mägismaal ca 2000 m kõrgusel maas leba-vast reduktorist üle sõites oma Mercedesi. Ise pääsesime küll vaid ehmatusega, näituskki ei saanud kannatada, kuid auto elutähtsad osad alates mootorist lõpetades sildadega olid rivist väljas. Nii tuli teed jätkata liikluses lubamatul moel – puksiirautos, kuid ikka Mercedeses istudes. Erzincanis me abi ei saanud ja nii sõitsime edasi, kes takso, kes puksiir-autoga Erzurumi, kus oli Mercedesi teenindus. Mercedes meist sinna jäigi, me ise liikusime aga Doğubayazıt'i Ağrı provintsi kubermneri saadetud bussiga.

4. oktoobril sai näitus üles pandud ja tehtud väike aklimatiseerumisretk. Järgmisel päeval avasime Ağrı provintsi kubermneri, Eesti Vabariigi suursaadiku Aivo Orava, Tartu ülikooli rektori Alar Karise ja mitmete oluliste Türgi asjameeste kohalviibimisel Parroti näituse Ishakpaşa palees. 6. oktoobril siirdus suurem grupp mägironijaid Kreekast, Türgist, Iraanist ja Eestist (märke tõusis ka Toomas Holmbergi juhtimisel suurem grupp Tallinna mägironijaid) bussidega Eli külla (2200 m.ü.m.) Ararati nõlval. Sealt edasi liikusime juba jalgsi mööda Lõunarada esimesse vahelaagrisse 3200 m kõrgusel. Olime sunnitud seal veetma kaks päeva, kuna ilm oli halb. Laagris selgus ka, et meil on suur probleem joogiveega. Liustik enam ei sulanud nii hilisel aastajal, vaid vastupidi kasvas uuesti. Nii juhtuski, et ühes kuivanud ojasängi kose uurdes oli veidi vett, kuid sellest laagri veetarbeks ei piisanud. See tähendas, et Ararati tipust alla tulles ei ole meil mõtet 3200 kõrgusel ööbida, vaid laskuda tuleb kohe Eli küllani.

8. oktoobril tõusime laagrisse 4200 m kõrgusel. Samalt kõrgusel, kuid mäe teisel küljel, alustas oma viimast mäkketõusukatset ka Parrot. 9. oktoobril kl. 2.00 alustasime viimast tõusu. Temperatuur oli –7,5 kraadi ja veidi oli tuult. Juba kl. 7.00 olime tipus ning varasel pärastlõunal tagasi 4200 laagris. Hea ajavaru võimaldas õhtuks laskuda Eli küllani ja jõuda ööseks tagasi tsivilisatsiooni Ishakpaşa palee kõrval olevas kämpingus Murat. Nii õnnestus meil korrata Parroti esimest Ararati tõusu täpselt 180 aastat hiljem. Seejuures oli meil kogu reisi ajal väga head ilmaolud. Miks oli Parrot Araratil nii hilisel aastaajal, mil ilm mäel on väga ebastabiilne? Nimelt uuris Parrot lumepiiri miinimumkõrgust erinevates mäestikes. See oli toona oluline piirkonna kliima täpsemaks määramiseks. Mäe vallutamine oli seejuures talle lisaSiimuliks.

Ararati tipust avanes lummas vaade kolmele piirkonna riigile: Armeeniale, Türgile ja Iraanile. Korraga oli võimalik olla ka nende kolme riigi mobiilivõrkude levis. Tipputõus oli päris järsk ja lumes sumpamine ei olnud kerge. Ararati lõunanõlva liustiku pind oli aga hästi käidav, nii et isegi „kasse“ polnud vaja tipputõusmiseks alla panna. Minule isiklikult tuli 5137 m kõrgune Ararati vallutamine suhteliselt kergelt, kuid mägi ise pole ka väga raske.

11. oktoobril sõitsin edasi Karsi, mis pikka aega oli 19. sajandil Vene kontrolli all. Et linnas on valitsenud venelased, on selle arhitektuurist hästi aru saada. Karsist sai külastatud armeenlaste kunagist pealinna Anit (täna Türgi ja Armeenia piiril) ning eestlaste küla Karacaöreni Karsi külje all. Külastasime seal viimast eesti päritolu inimest Olga Albukit, kes suhtles vene keeles. 13. oktoobril lendasin Karsist Istanbuli ja 14. oktoobril tagasi Tallinnasse. Reisi esimene pool oli läbi saanud. Ees seisis teine osa – reis Armeeniasse.

Filmi teist osa lendasime operaator Joosep Matjusega Armeeniasse filmima 26. aprillil 2010. Västrik oli juba kohapeal. Kuni 7. maini elasime külalishahkes, kuid üli rahvuslikult meelestatud Jerevanis. Sealt tegime väljasõite Armeenia lõunaosa piirkondadesse, eriti aga armeenlaste usukeskusesse Etšmiadzini, kus Parrot peatus oma Ararati ekspeditsiooni ajal. Katolikose vahendusel õnnestus meil filmida nii kirikus kui diakonite koolis. Meie peamine eesmärk oli filmida Araratti ja armeenia karjust selle taustal. See polnud lihtne ülesanne, sest karjused olid alkoholilembesed ja Ararati tipp oli kogu meie reisi vältel aastaajale mittekohaselt mähkunud tihedasse pilvevöösse. Eriti hämmastas ja ühtlasi rõõmustas meid armeenlaste suur austus Parroti ja tema reisi-kaaslaste Hatšatur Abovjani (1809–1848) vastu. Abovjani nimelisi paiku, eriti koole, kohtab üle Armeenia.

Kogutud materjali põhjal valmis film Friedrich Parrotist ehk teine osa triloogiast baltisaksa teadlastest maadeuurijatest.

## **Hermann Walteri ja Eduard von Tolli jälgedes Kotelnõi saarel Uus-Siberi saarestikus**

Kaks vene helikopterit MI-8 maabuvad Kotelnõi saare läänerannikul asuvale Walteri neemele. Helikopterite müra ajab unest üles kaks jääkaru, kes pagevad eemale neemele püstitatud väikesest laagrist, mille elanikke oli Põhja-Jäämere valitsejad juba paar päeva nälgaselt seiranud. Saagist on nad seni ilma jäänud, kuid oma raske käpa ja teravate küünistega on purustatud üks laagriliste telk ja laud. Seetõttu tuuakse helikopteriga kohale ka uued lauad peiete pidamiseks. Baltisaksa päritolu Vene polaaruurija Hermann Walteri pidulik ümbermatmine võib alata.



valmima triloogia kolmas film. Kuna Uus-Siberi saartele pääsemine on väga keeruline, siis sobis meile alustuseks väga hästi Hermann Walteri ümbermatmine.

Kogu lugu sai alguse Västriku filmist „Leena delta“ 2010. aasta suvel. Ta filmis Leena deltas ja pärast ekspeditsioonilt tagasitulekut kohtus Tiksis juhuslikult Kotelnõilt tulnud ekspeditsiooni liikmetega. Ekspeditsiooni liige Tiksi ajaloolis-seikluskлубi juht Sergei Rõzhi küsis Västriku, et kes on Walter ja kas tal on järglasi. Põhjus oli ebatavaline. Selgus, et Toll ja tema kaaslased oli ebaõnnestunud valinud doktori matmispaiga. Arvestades hauapaiga geoloogilisi iseärasusi, mis oli kaevatud igikeltsa aktiivsesse kihti, oli see lihtsalt vajunud ühte väikesesse tiiki. Et Walteril oleks ka edaspidi oma haud, tuli ekspeditsiooni juhil Jekaterina Kolesnikoval midagi kiiresti ette võtta. Walter tuli ümber matta, aga kuhu – kas sinnasamasse Kotelnõile, Tartusse, kus ta elas või Läti Valmiera kanti, kus ta sündis? Otsustati küsida Walteri sugulaste arvamust. Västrik saatis mulle SMS-i venelaste küsimustega. Mina vastasin, et tean Waltereid. Olin nimelt 1990. aastate keskel kohtunud Baeri maja külastanud Walterite perekonna liikmetega, sh. Aacheni tehnikaülikooli geoloogiaprofessor Roland Walteriga. Nii olimegi mängus sees. Pealegi nimetasid vene keelt mitteoskavad Walterid mind perekonna esindajaks läbirääkimistel venelastega.

Nagu Toll, ei jõudnud tema reisikaaslane, Tartus arstina töötanud Hermann Walter, samuti koju tagasi. Erinevalt Tollist suri ta aga reuma ja sellele järgnenud südameataki tagajärjel 1902. aasta algul. „Zarja“ meeskond mattis oma ekspeditsiooni arsti, zooloogi ja majandusülevaataja Kotelnõi saarele ja püstitas talle korraliku haua rauast risti ja pommidest kokkupandud aiaga.

Walteri sugulased eesotsas insener Hans-Otto von Walteri ja geoloogiaprofessor Roland Walteriga leidsid, et Walter tuleks ümber matta Tartusse. Poliitiliste ja isiklike läbirääkimiste tulemusel, milles aktiivselt osalesid Walterid, Vene ja Sahha välisministeerium ning Eesti suursaatkond Venemaal eesotsas suursaadik Simmu Tiigiga, jõuti lõpuks otsusele, et Walteri põrm jääb Kotelnõile, kus talle kaevatakse uus haud ning korraldatakse pidulik ümbermatmine 29. juulil 2011.

Kogu ettevõtmise juht ja mootor oli Venemaal kõrgelt hinnatud polaaruurija ja -seikleja Dmitri Šparo, kelle klubi „Prikljutšenie“ on pühendunud Arktika tutvustamisele kooliõpilaste seas, Arktikas leiduvate polaarmälestusmärkide otsimisele ja jäädvustamisele kuid ka inimvõimeid proovile panevatele sportlikele ettevõtmistele. Šparo on kahel korral pääsenud Guinnessi rekordite raamatusse: jõudes esimese venelasena suuskadel põhjapoolusele (1979) ja suusatades üle Beringi väina

Aasiast Ameerikasse. Šparo ja tema poeg Matvei olid ka esimesed inimesed, kes suusatasid koos invaliidiga üle Gröönimaa jääkilbi. Lisaks on Šparo suurepärane lobbist, kes suudab leida üritustele sponsoreid nii poliitikute kui eraettevõtjate seast.

Eesti poolne delegatsioon koosseisus Simmu Tiik, Riho Västriku ja Erki Tammiksaar lendasid Moskvast koos Hans-Otto, Roland ja Axel Walteriga Jakutskisse 27. juulil. Sealt edasi tšarterlennuga Tiksisse (1700 km), kust helikopterid Mi-8 viisid meid Kotelnõi saarele (550 km).

Jakuutia territoorium on 3,1 miljonit km<sup>2</sup> ja seal elab 950 000 inimest, neist 45% on sahhad (venepäraselt jakuudid). Seega on see hiiglaslik territoorium väga hõredalt asustatud – iga inimese kohta tuleb 3,2 km<sup>2</sup>. Pealinnas Jakutskis elab ligi kolmandik kogu vabariigi rahvastikust. Õhust on puutumata loodus hästi näha ja selle võimsus selgelt tunnetatav. Lennuki all voolab igikeltsal veerohkeim Siberi jõgi Leena. Leena keskjooksust allavoolu pole seni ehitatud ühtegi silda ja vaatamata plaanile Jakutskisse 5 km pikkune sild ehitada, võib see võimsate kevadiste jääminekute tõttu plaaniks jääda. Kuna igikeltsa pole võimalik puurida kaevusid, ammutavad elanikud Leenast ka kogu eluks vajaliku vee. Lisaks on Leena Jakuutia tähtsaim liiklustee ja oluline kalapüügiala (tšir, oomul, nelma, Leena tuur, räabis (meie heeringa suurune)).

Leenat piirab idas vabariigi võimsaim mäestik Verhojanski ahelik, mida esimesena uuris põhjalikumalt parun Toll. Silmale avaneb pilvede vahelt võimas ja raskesti läbitav mäestiküsteem, kuhu inimjalga sageli ei satu. Ligi 3 tundi kestval lennul Jakutskist Tiksisse jõuab taiga asenduda kidura tundaraga. Tollil pidi oma esimesel ekspeditsioonil 1886. a. olema väga raske seda piirkonda uurida ja siis veel edasi liikuda. Alles lennukis saab see kõik selgemaks, mis Tolli raamatutest loetud. Kuid ta sai selle üliinimliku pingutusega hakkama ja suundus Uus-Siberi saartele. Seal nägi ta esimest korda enda arvates Jakov Sannikovi poolt nähtud maad, mis kaartidelt oli tuntud Sannikovi maana. 1900. aastal oli tal lõpuks oma ekspeditsioon, et asuda kuunaril „Zarja“ otsima oma unistuste maad. Meiegi tahame aru saada, mida võis Toll endale ette kujutada Sannikovi maana.

Kui Tollil kulus oletatava Sannikovi maa piirkonda jõudmiseks aasta, siis meil kulub selleks vaid pool päeva. Ida-Siberi suurim meresadam Tiksi (praegu elab seal 500 elanikku, oli 15000) võtab meid vastu hall-niiske moega. Temperatuur +9°C. Veel mõned päevad tagasi oli siingi 20 kraadi sooja. „Seda oli meie jaoks liiga palju,“ teatab üks stjuardess. Seega oleme tüüpilises polaar-suves, kus ilm muutub mitte tundide, vaid sageli minutitega. Et end ootamatuste eest kaitsta, kisume selga oma Brynje aluspesu, et Kotelnõil lubatud paaris soojakraadis ja niiskuses mitte

haigestuda. Kuna sõidame matustele, peame olema lipsustatud, mis sest, et jalas on vene sõjaväe kummikud. Kummikuteta pole Kotelnõil võimalik suvel ringi liikuda

Paljudele Leena suudmeala piirkonna külastajatele jääb Tiksi viimaseks paigaks, kuhu on võimalik jõuda. Edasi on vaja erilubasid ja suurt rahakotti, sest kunagine nõukogude aegne infrastruktuur Suure Põhja meretee näol enam ei eksisteeri. Just infrastruktuuri puudus ja helikopterite kallidus tingib seda, et metsiku looduse nautijad eelistavad Ida-Siberile Kanada Arktikat. Meil aga on kõik kooskõlastused olemas ja tee läheb helikopteritel edasi Kotelnõile. Keegi ei kontrolli isegi meie pileteid. Ees on ligi 3 tundi lendu üle Põhja-Jäämere. Esialgu pidi meil olema vahetankimine Stolbovõi saarel, kuid viimasel hetkel muudeti see vene asjaajamisele tüüpiliselt ära. Ekspeditsiooni juht Dmitri Šparo palub väliskülastajatel vähe teed juua, sest helikopterites ei ole tualette. Näitame üles arusaamist. Ja siis tõuseme õhku. Poleks iialgi arvanud, et üks helikopter teeb nii palju müra. Esimene sõit on aga väga huvitav. Tee läheb Tiksist otse kirdesse Walteri neemele Kotelnõil. Lendame üle Bõkovski poolsaare, kust 1806. aastal tõi Peterburi teaduste akadeemia adjunkt Michael Adams kaasa mammuti skeleti, mis pandi üle akadeemia zooloogiamuuseumis. Kuulus paik! Toll kadestanuks meid, sest helikopter võimaldanuks tal hinnata jää hulka ja olusid Jäämeres.

Viimasel aastatel on teadlased tõestanud, et Arktika on kõige kiiremini soojenev piirkond Maal. Meie lend näib seda kinnitavat. Laptevite meres pole esialgu näha ühtegi märki jääst. Terve tund läheb enne kui näeme esimest hulpivat jäätükki. Lennu arenedes on jääd näha küll rohkem, kuid uurimislaevale „Zarja“ ei pakkunuks selle läbimine mingit takistust. Samas on siiski asjatundjale näha, et kuigi suurem jää on läinud, on meres palju jääpudru, mis sulab ja keeriseliselt meres ringi liigub. Nende läheduses on näha nõ jääpilvi ja meres kauge maaga sarnanevaid uduseinu. Mitmel korral osutus arvatav maa tegelikult otse merest tõusvaks nii 20 meetriseks uduseinaks. Kas need uduseinad võisidki olla Tolli „Sannikovi maa“? Vastust meil sellele ei ole ja ka kunagi ei tule. Pärast ligi kolme tunnist lendu asenduvad fantoommaad ootamatult reaalse maaga. Udu seest tuli välja meie all laiuv Stolbovõi saar. Saare põhjatipust võtame suuna Kotelnõi läänerannikule. Oleme jõudnud arhipelaagi kohale. Kõik helikopterites olivad pildistavad või filmivad. Hea meelega hoitaks kõiki helikopterite aknaid lahti, kuid nii ei säilitaks kopter stabiilsust. Kotelnõi paistab, madal, kaljune vähese tundraga ja rikkalike igikeltsavormidega saar – Eduard Tolli ja vast ka Hermann Walteri „Eldoraado“.

Kotelnõil on kaks kraadi sooja. Hülgejaht, milles tõesti viigerhüljest ka näha on, on suhteliselt jäävaba. Mõne tunniga on see aga rüüsi jääd täis

kantud. Kõik loodusolud muutuvad siin kaug-põhjas väga kiiresti. Kes neid hästi ei tunne, need ei jää siin kauaks ellu. Niiskus tungib kiiresti kontidesse. Ilma aluspesu, tuulekindla mütsi, fliisi, Goretex jope ja kinnasteta tunneks ennast kehvasti. Ja ometi on väljas suvi. Vaimule on muserdav ühetooniline maastik ja taimestik. Ootasime, et järsku näeb Kotelnõil ka põhjalale iseloomulikke marju, kuid sealne kliima on selleks juba liiga külm. Hea, et eriti tuult ei ole, sest siis oleks olemine väljakannatamatu. Kuidas küll suutsid Walter, Toll ja nende kaaslased omaaegse riietusega seal vastu pidada ja saarel talvituda! Seda on raske ette kujutada. Nagu tõestavad Hermann Walteri kirjad Kotelnõilt oma lähedastele, oli temagi muserdatud kui talvekorterisse jõuti. Ta oli juba reumasse haigestunud, sest ei riietunud vaatamata Tolli nõudmisele korralikult. Ja pealegi oli ta ühel jahilkäigul Taimõril põhjapõdrale vette järgi jooksnud. Seejärel ei olnud tal aga võimalik terve päev kuivi riideid selga panna...

Hermann Walterit olnuks aga meie ekspeditsioonil, nagu ka toona hädasti vaja. Oli ju tema ekspeditsiooni oskuslikem jahimees, kes edukalt laskis põhjapõtru ja astus julgelt vastu jääkarudele. See oli üks olulise- maid, kui mitte peamine põhjus, miks Toll sõbra ekspeditsioonile kutsus. Jahi kaudu said mehed lähedasteks Tolli kälimehe Hellenurme mõisniku Ernst von Middendorffi vahendusel. Hellenurmes toimusid suure- joonelised jahid, millest mõlemad osa võtsid. Toll jäädvustas väga oma- pärasel moel Hellenurme, andes Hellenurme nime ühele neemele Taimõri looderannikul. Tean veel ainult ühte eesti kohanime, mis tähis- tab väljaspool Eestit üht geograafilist punkti. See on Tallinna mägi.

Meie, erinevalt Walterist, meie laagrit seiravaid jääkarusid maha ei lase, kuigi nad on näljastena ohtlikud. Neid maailma suurimaid kiskjaid pildistada ja filmida on nagu lotovõit. Meie „talvitumine“ kestab erinevalt „Zarja“ ekspeditsiooni liikmetest ainult pisut üle 4 tunni, kuigi Kotelnõiga paremaks tutvumiseks tahaks saarel veeta päevi. Meie asi on pidulikult ümber matta oma hauast ilma jäänud Hermann Walter.

Matusetseremoonia kesksel kohal on Walterite esindajad, neid püüavad kümned fotoaparaadid ja telekaamerad. Hermann Walterist on üleöö saanud „suurim polaaruurija, kelle nime teab igaüks“, nagu teatab oma kõnes Jakuutia asepeaminister Skrõbõkin. Vähemate epiteetidega ei saagi ta läbi, sest just Jakuutia võimud otsustasid jätta Walter Kotelnõile. Tānu neile oleme meie aga nüüd siin. Pidulike kõnede järel lasevad haua kaevanud abiekspeditsiooni liikmed Hermann Walteri uude – saare aluskivimisse raiutud hauda. Nad on valmistanud ka uue hauatähise – vana eeskujul. Kõik, mis hauast ja kirstust säilinud, viiakse aga Tiksi koduloomuuseumisse. Millisesse, pole veel selge. Võib kindel olla, et uues paigas jääb haud püsima ja ei ole mõjutatud igikeltsa protsessidest.



Kõige rohkem läheb kohalolijaile hinge Simmu Tiigi kaasa toodud Tartu mulla viskamine Hermann Walteri hauda. Oli ju tahtnud Toll pärast ekspeditsiooni lõppu tuua Walter tagasi Liivimaale. Hans-Otto von Walter on pisarates ja teisedki kohalolijad on liigutatud. See on ümbermatmise ülevaim hetk. Seejärel järgneb pärgade panek ja minnakse laagrisse vene kombe kohaselt lahkunu auks pitsi tõstma ja sööma. Parimaks peeti seejuures meie kaasatoodud eesti viina. Laua ääres antakse üle ka sündmuse jäädvustamiseks tehtud spetsiaalseid mälestusesemeid. Jakuutia valitsus on tellinud 5 Walteri pronksbüsti, millest ühe asukohaks saab Tartu Ülikooli ajaloomuuseum. (Büsti annab Šparo üle Tartu ülikooli rektorile Alar Karisele septembris, spetsiaalsel üritusel Tartu ülikooli nõukogu saalis). Walterid annavad üle mõned spetsiaalselt ümbermatmise puhuks valmistatud vimplid.

Nii vähe kui saarel liikumiseks aega jääb, saan kinnitust, et kunagi mammutite elupaigaks olnud Kotelnõil leiab veelgi märke, mis on pühendatud Tolli ekspeditsioonile. Enamasti on püstitatud väikesi mälestustahvleid, tähistamaks „Zarja“ talvitumise kohta, kuid jälgi leiab peale Walteri ka Eestist. Ühel pooleldi mädanenud lauatahveli pahupoolel on roostetanud venekeelne metallist silt „Eduard Toll, Tallinnfilm, 1977“. Selgelt on näha toona noore operaatori, varem kaks aastat Tartu ülikoolis geograafiat õppinud Ago Juliusovitš Ruusi nimi. Nad tegid esimese lühifilmi Tollist. Nüüd loodame Västrikuga teha pikema dokumentaalfilmi Tollist ja tulla tagasi Kotelnõile, et paremini mõista Walteri, Tolli ja nende kaaslaste üleelamisi. Selle tulevikulootusega ka saarelt lahkume. Ühtlasi on hinges rahu, et Hermann Walteri põrm on leidnud kindla koha.

Põrm on küll kindlas kohas, kuid meil on vaja Uus-Siberi saartele tagasi minna, olgu siis laeva või koerterakendiga. Meil on liiga vähe kaadreid tehtud, et film Tollist saaks valmis. Filmi valmimiseks on meil võetud kolme aasta perspektiiv.

## EKSPEDITSIOON TÕVA VABARIIKI, KOLMEMAAILMA PIIRILE

Martin Küttim

*„Kui kõnnid vilet lüües ringi, nina püsti, õpid linna tundma alt üles: aknalauad, tuules laperdavad eesriided, purskkaevud. Kui lähed, pea norus, küüned peopessa surutud, peatub sinu pilk maapinnal, rentslitel, kanalistsiooni-  
aukude kaantel, kalasoomustel, paberiprahil. Sa ei saa öelda, et üks pilk linnale  
oleks õigem teisest...“*

*/Italo Calvino – „Nähtamatud linnad.“/*

Meie nägime Tõvat mõlemast perspektiivist, vahel ninapidi taimi uudistades ja mullakaevude tehes käpuli maas olles, kuid enamasti siiski silmapiirini ulatuvaid mäeahelikke imetledes ning jõgede laiust ja stepi avarust tajudes pilku kaugusesse suunates. Seetõttu pakkusid nähtud paigad nii vapustavat ilu kui kohutavat viletsust, uskumatuid veidrusi ja meeldivaid üllatusi. Kõik see oli omamoodi eksootiline, huvitav segu idamaa ja endise nõukogude olustikust.

Tõva Vabariik asub kolme maailma piiril – seal, kus kohtuvad vene, mongoli ja hiina kultuur. Oma väiksuses on Tõva Eestiga väga sarnane ja ometi nii erinev. Saades 2012.a. kevadel Vene Geograafia Seltsilt kutse osaleda geograafilis-arheoloogilisel ekspeditsioonil Tõva Vabariiki, ei mõelnud me kaua, sest olime juba pikemat aega heietanud mõtteid pikemast retkest mägedesse, oskamata ometi nii suurelt ja nõnda kaugetest paikadest unistada. Pika teekonna võtsid ette noored geograafid Tuuli Kurisoo ja Valeria Kirejenko juunis, Agnes Anderson, Kadri Vilumaa, Karolin Mäe ja Martin Küttim juulis ning Triin Tanilas ja Kait Antso augustis. Käesolev artikkel põhineb juulikuise vahetuse tegemistel ja käikudel.



**Joonis 1.** Tõva Vabariigi paiknemine. Kasutatud ESRI Data & Maps CD andmeid.

2. juuli 2012 varahommikul asusime neljakesi üsna muretult Tallinna lennujaamast tee. Peale kaht päeva Moskvast, mis vene ellu sisseelamiseks suurepäraselt sobisid, lendasime Hakassia pealinna Abakani, kust jätkasime bussiga teekonda Tõvasse. Abakanist on Tõva pealinna Kõzõli umbes 400 km, mille jooksul muutub maastik oluliselt lagedamaks ja mägisemaks. Reisiväsimust trotsides üritasime tabada mõõduvate külade eripäraseid detaile ning jälgida maastikupildi vaheldumist. Varsti pärast Jenissei ületamist keerasime maanteelt sisse ning viimased 13 km telklaagrini kulgesid mööda mägistepi sissesõidetud konarlikku pinnast.

„Долина Царей“ laager (51°45'N 94°10'E) koosnes suuremalt osalt suurtest sõjaväetelkidest, millest igaühte mahtus kümme välvoodit. Lisaks olid samasugustes telkides ka sööklad, köök, hoiuruumid, meditsiinipunkt ning dušid. Hiljuti oli valminud ka saun, mis vaatamata halvale ehitusvaliteedile oli kõige kindlam ehitis laagris ja sellest sai ka üks eestlaste meelispaiku. Seega olid tingimused telklaagri kohta väga head. Väikese veidrusena olid venelased keset mägistepi püsti pannud ka pisikese majakese pangautomaadiga. Telklaagri lähedal oli paisjärv, kus vaatamata halvale veele sai ujumas käia.

Ligi sajast ekspeditsioonil osalejast olid juulikuises vahetuses enamuse venelased, lisaks paarkümmend kohalikku ja kümnekond välismaalast. Meie vahetuses olid peale Eesti esindatud veel Ukraina, Valgevene, Tšehhi, Prantsusmaa, USA ja Taiwan. Saime venelastega kohe hea kontakti, sest meie telginaabrid olid pea kõik väga aktiivsed suhtlejad ja huvitavad isiksused. Sarnaselt meile olid nemadki laulu- ja seiklushimulised loodusteaduste või ajaloo tudengid. Põhiliseks suhtlus- ja töökeeleks oli vene keel.

Ekspeditsioon, kus me osalesime, oli osa Kõzõl-Kuragino projektist, mille eesmärgiks on ehitada Tõva pealinna ja Krasnojarski piirkonda ühendav raudtee. Enne seda tuleb aga ehituse alla jääv maa-ala läbi uurida, sest kunagise siiditee ühe haruna on see eeluuringute käigus pakkunud juba üle 80 arheoloogilise objekti (kalmed, kaljujoonised jne), millest varasemad pärinevad juba neoliitikumist. Seetõttu otsustati seal uuringuid jätkata, kaasates sellesse ka üliõpilasi. uurimistööd rahastab Vene Geograafia Selts ning uuringuid viivad läbi nii Vene TA Arheoloogia ja Etnograafia Instituudi, Peterburi Ajaloo Instituudi kui ka Tõva Humanitaarinstituudi arheoloogid. Kui esimesel, 2011. a. suvel osalesid nelja-aastases projektis vaid tõvalased ja venelased, siis nüüd on tegemist juba rahvusvahelise üritusega ning Tõva väljakaevamiste alale lisandus Krasnojarski laager. Ekspeditsiooni üliõpilastest osalejad jaotati suvekuude kaupa kolme vahetusse, kuid suurem osa teadlastest veetis väljakaevamistel terve suve, sest plaani järgi tuleb aastas läbi töötada vähemalt 20 objekti.

Arheoloogilised väljakaevamised toimusid korraga viiel alal ning nende järgi jaotati inimesed väikestesse rühmadesse, mis suures osas kattusid telkkondadega. Meie ala asus kõige kaugemal ning igal hommikul tuli veoauto kastis sinna üle poole tunni loksuda. Tööpäev kestis kella kaheksast poole kolmeni ning töötada tuli ka laupäeviti. Töö seisnes põhiliselt kaeveruutude pinnase läbitöötamises, juhendajateks noored Peterburi arheoloogid. Meie ala oli üks huvitavamaid, sest leide tuli pea iga päev: pronksist ehteid ja tarbeesemeid, erinevate loomade luid ja keraamikat, rääkimata sõetükkidest ja puidust, mida oli massiliselt. Viimasel nädalal avastasime ka hilispronksiaegse matmispaiga koos kahe imiku luustikuga.

Tõva on kogu maailmas arheoloogide seas hästi tuntud paik ning seda peetakse paljude maailma ajaloo kultuuriliste ja etniliste fenomenide võtmealaks, sest paleoliitikumis toimunud suurte rännete jooksul oli Tõva paljudele rahvastele oluliseks rändeteeks. Samuti on siin suurim kalmete kontsentratsioon Kesk-Aasias, kokku üle 3500 erineva kalmistu, sh erinevad kivikalmed, monumenaalsed kääpad jms. Juba esimesel hooajal, mil töötati läbi 32 objekti, leiti hulgaliselt väärtuslikku: haruldased rauast noad ja kirved, matmisrituaalides kasutatud pronksesemed, keraamika, vesikivid, eriliste joonistega rituaalsed kivid ja palju muud.

Tõva kuulub maailma vanimate inimasustuse alade hulka ning ka piirkonna ajalugu on üpris kirju: esimesest aastatuhandest eKr kuni teise sajandini pKr elasid seal hunnid, 5.–8. saj oli Tõva Turgi khaaniriigi osa, kuni 8. saj lõpus hiinlased selle vallutasid. Hiljem aga võtsid uiguurid piirkonna oma kontrolli alla ja ehisasid sinna mitu kindlust. 1207.a. jõudsid sinna mongolid, kes jäid Tõvat valitsema mitmeks sajandiks. 1757–1912 kuulus Tõva Uraiankhai nime all Mandžuuria-Hiina feodaalidele. Juba seitse aastat peale Vene võimu kehtestamist 1914 kuulutas 1921. a. Tannu-Tõva Rahvavabariik end iseseisvaks, kuid liideti 1944. a. Nõukogude Liiduga.

6. juuli õhtul toimus „Долина Царей“ laagri teise hooaja ametlik avatseremoonia, kus esinesid sõnavõttudega nii kohaliku omavalitsuse tegelased, projekti organisatorid kui arheoloogid. Esines ka kohalik lauljatar, kelle mägede vahel esitatud tõva- ja venekeelsed laulud suurepärase õhkkonna lõid. Avatseremoonia lõpuks tutvustati meile tõva rahvuslikku maadlust *hureši* ning soovijate vahel toimus ka väike maadlusturniir. *Hureši* eripäraks on kaalukategooriate puudumine, seega on kogukamatel maadlejatel eelis, kuid tihti saadab edu ka hea tehnikaga väiksemaid mehi. Iga matš algab maadleja jaoks meditatiivse kotkantsuga. Maadluskostüümiks on nahksaapad, säärteta lühikesed püksid ning käistega eest lahtine, vaid nõoriga kinniseotav pluus. Matši lõppedes seob kaotaja alistumise märgiks oma nõõri lahti. Hiljem Kõzõlis külastasime ka *hureši* meistrivõistlusi, kus suur staadion oli puupüsti rahvast täis. Lisaks meile „Долина Царей“-s demonstreeritud *hureši*-atribuutikale kandsid kohtunikud siin rahvuslikke siidrüüsid. Matši lõppedes asetas kohtunik võitja pähe oma mütsi ning võitja tegi taas paar tantsuliigutust.

Paar korda külastasime ka Tõva pealinna Kõzõli. See on suurte kontrastidega linn, kus viletsad hurtsikud seisavad kõrvuti uhkete valitsushoonete ja pühamutega. Läbi linna voolab Jenissei jõgi, mis on Tõva jaoks suure tähtsusega, sest jõekaldad on ainus koht, kus juurvilja kasvatada saab ning mille äärde suurem osa piirkonna rahvastikust

koondunud on. Jenissei ääres asub ka Aasia geograafiline keskpunkt ning sellele pühendatud monument, mille üle tõvalased väga uhked on. See on ka üheks põhiliseks Kõzõli turismiatraktsiooniks. Teiseks selliseks on Tõva rahvamuuseum, mis on hiljuti kenasti korda tehtud. Eksponeeritud on nii šamanistlikku pärandit kajastavad esemed kui ka näiteks kunagiste parteitegelaste elusuuruses portreed. Eraldi sissepääsu ja karmide turvanõuetega on aga osakond, kus asuvad 1998–2003.a. väljakaevamiste peamised leiud – 20 kg kuldehteid. Ühel vihmasel nädalavahetusel käisime ka Aržani kalmetel, kuhu see 7. saj eKr pärinev varandus maetud oli. Suurem osa kuldehetest oli maetud koos kuningaga, kuid hauaröövlite eksitamiseks polnud kuningas maetud keskele, see-eest olid aukohal hobused.

Kõzõl pole turismimagnet ning turiste, rääkimata välismaalastest, siin palju ei kohta. Linnas Nigeeriast pärit Kõzõli ülikoolis inseneriharidust omandava Emmanueliga juttu rääkides astus mitu korda paar kohalikku ligi ning tahtis „ainsa kohaliku neegriga“ pilti teha. Teistmoodi pilguga vaadati ka meid ning kummalisel kombel suutsid kohalikud meid ilmeksimatult venelastest eristada.

Kõzõlis külastasime ka budistlikku templit – neid on seal mitmeid, samuti leiab kõikjalt Tõvast budistlikke tähiseid ja ohverduskohti. Ametlikult ongi Tõva budistlik piirkond, kuid tegelikkuses on nende maailmapilt ja uskumused ka tugevate šamanistliku traditsiooni mõjudega, just nagu eestlastelgi kumavad luterliku kultuurikihi alt vanad paganlikud kombel ja uskumused selgelt läbi. Tõvalased usuvad hingedesse, nii näiteks ilma mõjuva põhjuseta taimi ei murta. Samuti on tõva kultuuris olulised turgi-islami mõjud. Tõva keel, mis on 308 000-st kohalikust emakeeleks umbes 160 000-le, kuulub kirdeturgi keelte hulka ja on võrreldes teiste turgi keeltega säilitanud oma arhailise kuju, sest on jäänud puutumata araabia ja pärsia keele mõjust. Küll aga on geograafilise läheduse tõttu mitmeid mongoli, tunguusi ja vene laene. Ehkki iseseisvusajal pandi tuva keelt kirja ladina tähestikus, siis tänapäeval on kasutusel täiendatud kirillitsa. Enne seda on kasutatud ka turgi ruune ja mongoli tähestikku.

Avara maastiku ja pikkade vahemaade tõttu on tõvalaste elu aastasadu sõltunud hobustest, seetõttu on hobune sealmail püha loom. Ka meil õnnestus laagri lähedal talus paar korda ratsutamas käia. Kuna haljast rohtu oli vähe, võis varahommikuti hobuseid näha järve ääres põlvini vees rohelist taimi nosimas. Lisaks hobustele kasvatati veel lambaid ja väikest kasvu lehma, kes enamasti suurte karjadena vabalt mägistepis ringi uitasid.

Tänapäeval ehk läänes kõige tuntum tõva kultuuri osa kõrilaul, mis oli algselt samuti üks šamaanide transsi mineku vahendeid. Tõva kõrilauljad on Eestiski esinemas käinud, kuid seal olles me ühelegi kontserdile ei sattunud. Küll aga joristas kohalik poiss Kim, kes Kõzõlis ka laulmist õppis, pidevalt omaette kõrilaulu ning üritas seda pisut ka meile õpetada. Paljude Kimi laulude kitarrisaade imiteeris hobuste kappamist – seegi on tõva muusikale väga iseloomulik. Ka pillide ja šamaanirüüde valmistamisel kasutatakse laialdaselt hobuse nahka ja luid, samuti on palju laule hobustest.

Kui alguses tundus, et Kimi kitarr on häälest ära, siis pärast esimest laulu saime aru, et tõva muusikas kasutatakse mittetempereeritud häälestust ning nende esituses kõlab see loomulikuna. Üldse on tõva muusika väga rikkalik ning kolme nädalaga, mis me seal veetsime, sellest kindlasti täit ülevaadet ei saa. Naaberalade instrumendid olid ajalooliselt kõik Tõvas olemas, kuid mitte vastupidi, mis viitab muusika keskele kohale sealses kultuuris. Olulisemateks tõva muusikariistadeks on puhkpill *amarõha*, tõva flööt *igl*, löökpill *hap-tšek* ja muidugi hobusenahast šamaanitrumm, hilisemast ajast ka budistlikud instrumendid, nagu *tambre* ja erinevad kellad.

Šamaanide riietuses, mis tihtipeale on väga värviküllane ja rikkalik, pole tegelikult midagi juhuslikku. Iga šamaani riietuse element on oma tähendusega, eriti häälte kaudu, mis on vaimudega ühenduse saamisel primaarsed. Transsi minekuks kasutavad šamaanid ka narkootilisi aineid, kuid nende hulk on siiski üpris väike ning mõjuvad vaid koosmõjus hingamise, helide, lõhnade ja valgusega.

Korra pidime Kõzõlis käima ka pisut ebameeldivatel asjaoludel. Nimelt tuli välja, et meie laagri joogivesi ei kõlba juua, mistõttu suur osa vabatahtlikest, kaasa arvatud meie, saime vastiku kõhuviiruse. Kuna tegemist oli epideemiaga ja kogu laagrit ähvardas seetõttu sulgemine, pidid kõik haiged Kõzõli haiglas kontrollis käima ning vajalikud analüüsid tegema. Haigla ooteruumist leidsime täiesti töötava nõukogudeaegse kopikatega taksofoni. Meid vastu võtnud arst oli küll rohkem huvitatud meie Eesti päritolust kui haigusest, kuid viimaks saime vajalikud ravimid siiski kätte. Teravaid elamusi pakkus aga analüüsides andmine, mis oma brutaalse meetodikaga pisut šokeerivad olid. Ehkki me olime kolm päeva kuivikute peal ja kaotasime nii mõnegi kilo, lõppes kõhuviiruse epideemia laagri jaoks siiski kiiresti ja valutult ning edaspidi jõime vaid pudelivett.

Ilmad olid üldiselt päikesepaistelised ja soojad, kuid oluliselt kuivemad kui Moskvas, mistõttu oli palavus paremini talutav kui merelisema kliimaga aladel. Vaid juuli keskel oli nädalane sajuperiood, millega kaasnesid ka tugevad tuuled. 11. juuli õhtul tabas telklaagrit aga orkaan, mis viis kaasa kogu köögi, kaks sööklat, dušid, tüdrukute tualeti katuse ning murdis eest sauna ukse. Keegi õnneks vigastada ei saanud ning juba järgmisel päeval jätkus elu laagris normaalses rütmis.

Ühtedeks Tõva reisi tipphetkedeks olid kindlasti mägimatkad. Umbes 4/5 Tõva territooriumist on kaetud mägedega, Sajaanide ja Tannu-Ola eelmäestikega, kust algab ka Jenissei jõgi. Silmapiirini ulatuvad eriilmelised mäeahelikud pakuvad tõeliselt maalilisi vaateid, kusjuures ilma muutudes võivad ka mäed tundmatuseni muutuda. Ehkki Tõva kõrgemad tipud küündivad pea nelja kilomeetrini, siis meie telklaager asus umbes 800 m ümp ning ümbruskonna kõrgemad tipud 1700 m ümp – need me ka vallutasime. Vapustav oli jälgida, kuidas märke tõustes iga sammuga vaade avardus ning järjest kaugemad paigad nähtavaks muutusid. Isegi madalamatelt tippudelt paistis ära 34 km kaugusel asuv Kõzõl ning sellest läbi voolav Jenissei seda ümbritseva roheline vööndiga. Maastikuline varieeruvus on Tõva piires väga suur, sest Eestist umbes kolm ja pool korda suuremal territooriumil võib leida nii poolkõrbi, kõrbi, metsa- ja mägistepi kui taigat. Ehkki meie kohtasime vaid koduloomi ning väiksemaid närilisi, on muuhulgas Tõva koduks ka mägedes elutsevale lumeleopardile ja kõrbealadel kasutusel olevale kaamlile. Tõva jääb suurelt osalt ka igikeltsa alale ning paaris kohas oli tõepoolest juulikuus ka lumi maas. Kuivuse, kõrguse ja igikeltsa tõttu on mägistepis taimestik hõre: mõned üksikud männid ja lehised, läätspuud, kõrrelised ja sukulendid ilmestavad pisutki muidu väga lagedat ja kivist maastikku.

Aeg-ajalt toimusid ka mõned arheoloogia ja tõva kultuuri alased loengud, üht-teist kuulsime jooksvalt ka oma arheoloogidest juhendajatelt tööd tehes. Samuti oli mõnede vabatahtlike endi eriala või uurimistöö ühel või teisel moel Tõvaga seotud. Kõige huvitavam oli sellest muidugi kohalikega vestelda. Kooliharidus on Tõvas vene keeles, ehkki valdav osa kohalikke räägib emakeelena tõva keelt. Ei tea kas ajupesutõttu või siiralt, aga kui kohalikelt küsida, kas Tõva ei tahaks taas iseseisvaks riigiks saada, vastasid kõik ei, neil on Venemaagagi hea ning autonoomse vabariigina saavad nad paljugi ise otsustada. Osalt on nii mugavam, sest Tõva on majanduslikult Venemaa vaeseim piirkond ning Venemaa tehtavad investeeringud on tõepoolest suured. Samas on Tõvas ka mitmeid maavarasid, nagu kivisütt, rauda, kulda ja koobaltit – neid veetakse aga suures mahus Tõvast välja ning eks peamiselt seetõttu ka raudtee-ehitust alustati. Spordivõistlustel, mida laagris toimus mitmeid (jalgpall,



võrkpall, lauatenis jne), elasid tõvalased tuliselt teistele tõvalastele kaasa ning venelased omakorda venelastele. Välismaalasi ergutati seni, kuni nad oma kaasmaalasi ei ohustanud. Tõvalased võtsid üldse sporti tõsiselt. Kui meie üritasime mõnusalt naudinguga mängida, siis kohalikud tahtsid kindlasti võita. Üldjuhul see neil ka õnnestus.

Lähim küla Eerbek jättis üpris trööstitu mulje. Majakesed olid enamasti viletsad ja käepärastest materjalidest ehitatud, paljud neist tühjad. Ühes majas oli ka pisike poekene, mida pidasid kaks venda. Vaatamata kasinale valikule ostjaid jagus. Küla vahel jalutades saime jutule kohaliku vanamehe Genaga, kel nagu enamikul tuvakatel oli väga halb hambumus. Mehel oli hea meel, et ta kellegagi rääkida sai ning jättis hämmastavalt kiiresti meie nimed meelde. Kuid kohalikust elust rääkides muutus ta väga kurvaks: eelmisel päeval oli küla õpetajanna vaid 48-aastaselt surnud. Mees ise oli Tšetšeenia sõja veteran ning lonkas seetõttu kõvasti. Sama keelt rääkis ka kohalik surnuaed: kohalike eluiga polnud kuigi pikk, keskmiselt 45–50 eluaastat. Paljud kohalikud noormehed olid jäänud Afganistani või Tšetšeenia sõtta. Vaatamata kurvale saatusele on Eerbek kaunis asukohas, mägede ja Jenissei vahel, kus on hea nii põllumajanduse kui karjakasvatusega tegeleda ning pealinna Kõzõli on sealt vaid 20 km.



**Joonis 2.** Pärast mäetipu vallutamist tähistasime paiga EGSi kiviga. Vasakult: Martin Küttim, Kadri Vilumaa, Agnes Anderson ja Karolin Mäe.

Õhtud olid pikad ning laagris korraldati ka erinevaid üritusi, näiteks valiti „Долина Царей“ tsaar ja tsarinna. Konkursiks pidid osalejad endale käepärastest vahenditest kostüümi valmistama. Selleks kasutati nii kohalikke taimi, kilekotte kui ka töökindaid. Õhtu jooksul pidid osalejad end tutvustama, esitama midagi loomingulist ning sõnu seletama. Võitjateks olid Irina, kes õppis näitlejaks ja deklameeris Bulgakovit, ning Jakob Tšehhist, kes esitas paar tšehhikeelset laulu. Häid etteasteid oli teisigi, näiteks õppis Galja selgeks laulud kõigis laagris räägitavates keeltes, kaasa arvatud „Nii vaikseks kõik on jäänud“ eesti keeles. Tsaar ja tsarinna said autasuks ehtsad tõva rahvariided.

Viimasel nädalavahetusel sõitsime Dus-Kholi soolajärve äärde (51°22'N, 94°22'E), mis asub populaarses suvituspiirkonnas ning on tuntud oma ravimuda poolest. Kokku on Tõva Vabariigis üle 8000 järve, kuid suuremaid on vaid sadakond, mitmed nende hulgas ka soolajärved. Dus-Kholi järv on väga madal, sügavaimas kohas on sügavus ligikaudu meeter ning järve keskosas avanevad ka mõned kuumaveeallikad. Soolasisaldus on seal 280 g/l (võrdluseks Surnumeres 350 g/l). Järve põhjas leidis rohkelt pehmet setet, millega end hoolega kokku määriti ning peale mudakihi päikese käes kuivamist see järves maha loputati, seejuures hoolega jälgides, et soolane vesi silma ei satuks. Ka peale hoolikat pesemist jäi kehale tihke soolakiht ning seetõttu sõitsime edasi ujuma kümme-kilomeetrit eemal asuva magedaveelise järve äärde. Lõplikult tuli sool siiski maha alles õhtul saunas.

25. juuli oli meie viimane päev Tõva Vabariigis. Hommikune tööpäev kujunes pigem pikaks hüvastijätuks juhendajatega. Pärastlõunal selgus, et pärastlõunal jagati kätte tunnistused väljakaevamistel osalemise kohta. Eerbekis heitsime viimase pilgu päikeseloojangu värvides Jenisseile ning alustasime terve öö väldanud teekonda Abakani. Keskööl jätsime hüvasti viie julge kaaslasega, kes alustasid teekonda Sajaanidesse ja Baikali järve äärde.

Lend Moskvasse lükati mootoririkke tõttu edasi ja nii avanes meil võimalus ka pisut Abakaniga tutvuda. Võrreldes Kõzõliga oli tegemist oluliselt suurema ja kaasaegsema linnaga. Reisi viimased neli päeva veetsime aga Moskvas. Meie õnneks oli teisigi Tõvas kohatud inimesi Moskvasse jäänud, seega seltskonna pärast me muretsema ei pidanud. Teisel õhtul sattusime erakordselt toredale tantsufestivalile Moskva jõe äärses pargis, kus neljal laval oli võimalus õppida ja tantsida väga erinevaid tantse, salsast iiri rahvatantsuni. Järgmise õhtu veetsime aga ühes omanäolises Moskva tsiklimeeste klubis, mille sisustus oli vanarauast kokku keevitatud. Üritasime külastada ka Moskva Riiklikku Ülikooli, kuid isegi passide ettenäitamisel välismaalasi sisse ei lubatud. Pikem väljasõit viis meid Arhangelskoje parki, kus ka Moskva jões värskendava supluse tegime.

30. juuli õhtul kell 22:30 maandus meie lennuk Tallinna lennuväljal ning vihmast Eestimaa õhku tundes oli tunne kakspidine: me astusime kodu poole nii õnne kui igatsusega. Sel hetkel meenus, et kummalisel kombel tähendab lätikeelne sõna „tuva“ lähedalasuvat paika. Aga tõsi ta on – seal veedetud kolme nädala jooksul oli Tõva oma looduse ja inimestega meie jaoks erakordselt lähedaseks muutunud.

Eduka reisi eest täname professor Sulev Mäeltsemeest, tänu kellele avanes võimalus ekspeditsioonil osaleda; samuti täname EGSi teadussekretär Tiit Vaasmad ja Dmitri Loni Vene Geograafia Seltsist, kes aitasid reisiga kaasneva bürokraatiaga hakkama saada; täname ka Galjat ja Dariat, kes näitasid meile Moskva varjatumaid külgi, ning meie juhendajaid ja lektoreid, kelle teadmistel põhineb käesoleva artikli faktiline osa.

## **TERVITUS JOHANNES GABRIEL GRANÖ AUDITOORIUMI AVAMISEL TARTU ÜLIKOOLIS 4. NOVEMBRIL 2010**

Esmalt tahaksin tänada kutse eest siinsele koosolekule, mis on pühendatud ülikooligeograafia õpetamise alguse 90. aastapäevale. Mul on väga hea meel, et mu tervis on võimaldanud kohale tulla. Sellest on nüüd möödas ligi 40 aastat kui ma pääsesin esimest korda siia auditooriumi, kus mu isa oli hakanud läbi viima geograafia-alast õppetööd.

Auditooriumile nime andmine on erakordne auavaldus mu isa mälestusele. Lubage mul selle eest avalda südamlik tänu. Auditooriumile nime andmine, nii nagu Granö-loengusarja korraldamine ja koos Turu Ülikooliga *Villa Tammekannus* Granö-keskuse rajaminegi, annab tunnistust sellest, et Tartu Ülikool hindab kõrgelt seda tööd, mida Johannes Gabriel Granö tegi Tartu Ülikooli ning geograafia õpetamise ja uurimise heaks, töötades siin professorina sügisest 1919 kevadeni 1923.

Enne Eestisse tulekut oli ta ligi 20 aastat olnud assistendi ja dotsendina Helsingi Ülikooli teenistuses, uurides samal ajal Siberi ja Kesk-Aasia mäestikke. Viimased kolm aastat oli ta elanud ja töötanud Helsingi Ülikooli stipendiaadina Omskis. Stipendiumiaja lõppedes naasis ta aastavahetusel 1916/17 Helsingisse, sõites sinna koos perekonnaga läbi rahutu Venemaa. Tal oli kavatsus minna tagasi Omski ja jätkata uuringuid Altais, niipea kui Venemaa olud seda lubavad, kuid riigipöördega kaasnenum sündmused ei andnud selleks enam võimalust.

Koos perekonnaga Tartusse kolimine toimus juba sügisel 1919, mil sõjategevus Eestis polnud veel lõppenud. Granö lahkumine Soomest oli Helsingi teadlaskonnale täielik üllatus.

Kevadel 1923 läks ta Tartust tagasi Helsingisse, kuhu ta kutsuti professoriks. Nelja aasta pärast, suvel 1926, lahkus aga tema pere Helsingist, sest Granö oli võtnud vastu kutse tulla professoriks Turu uude

soomekeelsesse ülikooli. See oli veelgi suurem üllatus kui tema varasem Tartusse siirdumine ning tekitas tugeva vastutegevuse, et ta ikkagi jääks Helsingisse. Töötanud paarkümmend aastat Turus, kutsuti ta 1945 uuesti Helsingisse, kus tegutses viis aastat oma vanal ametikohal.



Kaks Granöt Tartu Ülikooli J. G. Granö auditoriumis 4. novembril 2010.

Kui Granöle pakuti professuuri Tartus, anti samas teada, et siin on võimalik pidada loenguid kas saksa või vene keeles. Ta lükkas selle ettepaneku aga tagasi ja vastas, et tema õpetamiskeel saab olla ainult eesti keel. See oli paljulubav vastus, sest kuigi ta tundis eesti kõnekeelt Siberi aastailt, oli eesti kirjakeel talle siiski võõras. Algas eriti karm ja usin töötegemine, mis jätkus Tartus. Keelte peale andekana oli ta võimeline lisama seniseile veel seitsmendagi keele ja alustama õppetööd eesti keeles. Selle poolest erines ta teaduskonna muist välismaalt kutsutud professoreist, kes õpetasid kas saksa või vene keeles.

Eesti keel teaduskeelena oli Granöle tollal fundamentaalne küsimus. Granö arhiivis on säilinud kirjapanek (tõenäoliselt mingid märkmed Tartus peetavaks ettekandeks), milles ta muuseas sedastab, et eesti üliõpilased pole mitte tema ja ta ameti jaoks, vaid tema on üliõpilaste jaoks. Just nemad peavad saama ülikooliõpetust oma emakeeles, millest nad on sadu aastaid ilma jäänud. Väiksel rahval peavad olema samasugused õigused kui suurel rahval. Eesti keel peab saama ka teaduskeeleks, eelkõige alal, mille kohustusse kuulub oma isamaa uurimine.<sup>1</sup>

Tartus alanud uurimis- ja õpetustöö esimene taotlus oli näidata oma rahvale ja ümbritsevale maailmale, missugune on uus iseseisev Eesti oma regionaalstruktuuri poolest. Sellisest tegevusest võrsus Granöl uus nägemus geograafia kohta. Tartu ajajärk on niisiis mõjunud selliselt, et uurimisreisija ja Kesk-Aasia mäestike tundja hakkas arendama metodoloogilisi küsimusi geograafiast kui iseseisvast teadusalast. Sellise uurimistöö tähenduse püsivust näitab muuseas ka tõsiasi, et teadusala teoreetilist tuumikut käsitleva teose *Reine Geographie* ja *Puhdas maantiede* aastail 1929 ja 1930 ilmunud saksa- ja soomekeelsele trükile lisandus Ameerikas umbes 70 aastat hiljem ingliskeelne *Pure Geography*. Juhtum on näide sellest, et rahvuslik ja kohalik uurimus võib jõuda ka rahvusvahelise teaduse esirinda.

Ma pole võimeline hindama oma isa tähendust Eestile, kuid tean väga hästi seda, et Eestis töötatud aeg oli talle endale küll eriti tähtis, sest see muutis põhjalikult tema õpetamis- ja teadustegevust. Olen saanud aru, et mu isa võlus Tartus nimelt see, et ülikooli ringis osati viljakal moel ühendada eestlaste innustav rahvuslus ja rahvuspiire ületav intellektuaalne rahvusvahelisus, mis tugines vanale euroopalikule haridus- ja ülikoolitraditsioonile. See lõi hea põhja Granöle tegutsemiseks Tartu uue eesti ülikooli nähtavuse parandamiseks rahvusvahelise teaduse ringis. Nii sai temast muuseas ka ülikooli oma üllititistesarja esimene toimetaja.

---

<sup>1</sup> Keele kohta on säilinud järgmised J. G. Granö eesti keeles kirjutatud märkmed.

1) *Kas mina Eesti rahva jaoks siin või Eesti rahvas minu jaoks?*

a. *Kas pean mina Eesti keele ära õppima või peab Eesti noorsugu minu keele ära õppima?*

*Vastus on selge: Ma pean ennast selles suhtes ohverdama, et minu tööst oleks võimalikult suur kasu.*

*Ja tõepoolest: Kuidas suudaksin mina a) seminariharjutusi juhatada, b) aineid hästi lugeda jne.*

*Mujal ka nõnda lugu: Inglismaal ei loe professorid saksa keeles või Saksamaal prantsuse keeles. Ka Rootsis mitte eesti keeles. Mõõduandev on rahvas, mis tahab elada, mitte kui suur see rahvas on.*

Tähtsamad kohas selles kreedos on Granö enda alla joonitud. – O. K. (vt Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 27. Tallinn: Valgus 1992, lk 150).

Paljud tollaseist geograafia üliõpilasist sattusid sõja lõpus muudesse maadesse. Olen mõningaid neist kohanud ja saanud nende kaudu ettekujutuse tollase Tartu Ülikooli õpetajas- ja üliõpilaskonnas valitsenud atmosfäärist. Neist tahaksin eriti esile tuua siinses loenguruumis tegutsenud August Tammekannu ja Edgar Kanti, kellega olen päris palju vestelnud neist vanust asjust. Nende meelde oli eriliselt jäänud professor Granö juhitud innustavad eestikeelsed seminariharjutused, mis olid tollases Tartu Ülikoolis läbi viidud täiesti uut moodi. Tollased üliõpilased hakkasid mõistma ka emakeele kui tähtsa instrumendi tähtsust teadusliku mõtlemise arendamises ja teadusliku hariduse juurutamises.

Siirdudes hiljem Helsingist Turgu, rajama uut geograafia instituuti, võttis ta kaasa Tartu pärandi ja kujundas otsustaval viisil ümber õppeaine struktuuri ja sisu. Olles Turu Ülikoolis tegev ka keskses haldusjuhtimises rektori (1932–1934) ja kanstlerina (1945–1955), võis sealgi märgata Tartu Ülikooli päevilt saadud kogemuste rakendamist.

*Olavi Granö*, akadeemik,  
Tartu Ülikooli audoktor

Soome keelest tõlkinud Ott Kurs

## **Raamat Johannes Gabriel Granö elust ja tööst**

Allan Tiitta. *Sinisten maisemien mies. J. G. Granön tutkijantie 1882–1956*. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Historiallisia Tutkimuksia 256, 2011. 541 s.

Hiljuti ilmus Soomes teos Aasia-uurijast ja mitmekülgsest teadlasest Johannes Gabriel Granöst, kes oli ka Eesti teadusliku geograafia rajaja ja esimene geograafiaprofessor aastail 1919–1923. Juba 2004. a. Ettevalmistustööd alustanud Allan Tiitta käis ka Eestis materjali kogumas ning meie maateadlasi usutlemas. Teose valmimisele on igati kaasa aidanud ka J. G. Granö poeg akadeemik Olavi Granö. Raamat koosneb kaheksast peatükist, millele järgnevad rohked viited allikaile ja lähtekirjandusele, samuti isiku- ja kohanimede registrid (lk 481–541). Peatükis „Eesti ülikooligeograafia rajaja” (lk 196–259) käsitletakse tema Tartusse tulekut, geograafiakabineti rajamist, uurimis- ja õppetööd, õpilasi ja kolleege, teadusliku kodu-uurimise käivitamist, linnauurimise alustamist, Soome naasmist ja 14. mail 1923 peetud lahkumisloengut „Maastik ja ümbrus”. Raamat on suurepäraselt illustreeritud ning tekst hoolikalt toimetatud.

*Ott Kurs*

## **SULEV KÜNNAPUU**

### **100. sünniaastapäevaks**

Arvo Järvet

28. septembril 2012 möödus 100 aastat Eesti ühe värvikama ja mitmekülgsema loodusgeograafi ja geomorfoloogi, Sulev Künnapuu sünnist. Ta sündis Rakveres jõuka töösturi perekonnas ja kandis kuni 1935. aastani perekonnanime Valentin. Koolihariduse sai ta Tallinnas, kus ta 1933. aastal lõpetas Gustav Adolfi gümnaasiumi. Seejärel algas tema keeruline ja kirev ülikoolihariduse tee. 1934. aastal alustas ta isa mõjutusel õpinguid Tartu Ülikooli vastavatud tehnikateaduskonnas masinaehituse erialal. Kahe aasta pärast, kui avati Tallinna Tehnika-ülikool, siirdus S. Künnapuu sama eriala edasi õppima Tallinna. Kuid valitud eriala talle siiski ei meeldinud ja 1939. a. sügisel läks ta tagasi Tartusse, kus nüüd jätkas õppimist matemaatika-loodusteaduskonnas geograafia erialal, mille lõpetamise kohta sai ta tunnistuse 1942. aastal. Saksa ajal töötas ta Maakorralduse Valitsuses kartograafina.

Vahetult pärast sõjasündmusi 1944. aastal alustas Sulev Künnapuu taas õppimist TPI-s, seekord mäenduse alal, kus tema eluloo vastu tunti vähem huvi kui ülikoolis. Peagi kutsuti ta Tartusse õppejõuks! 1945. a. jaanuaris alustas ta töötamist TRÜ geograafia kateedri assistendina (alates 1949. a. sügisest vanemõpetaja), olles esimene pärast sõja aegne geograafia kateedri töötaja. Tema õlule langes kateedri ruumide ja inventari esialgne korrastamine. (Alles 1945. a. suvel asus tööle Jakob Kents ja sügisel Endel Varep). Kuid Tartus tuli S. Künnapuul taotleda veel üks akadeemiline diplom, sest tema 1942. a. Saksa okupatsiooni-aegse ülikooli lõputunnistust nõukogude ülikoolis ei arvestatud. Pärastsõja-aastate eripära arvestades tegi ta (nähtavasti formaalselt) läbi bioloogia osakonna õppekava, kuid ülikooli rektori otsusega 31. oktoobrist 1945 anti talle geograafia eriala lõpetamise tunnistus. Sellega oli tema sik-sakiline kõrghariduse omandamise teekond õnnelikult lõppenud.



## Tartus õppejõuna

Geograafia osakonna taastamise järel Tartu ülikoolis oli suur puudus pädevatest õppejõududest, eriti neist, kellel teaduskraad. Sulev Künnapuu oli juba enne sõda alustanud materjali kogumist väitekirja jaoks, mida ta jätkas ka Saksa okupatsiooni ajal. Ta pani kokku kandidaadiväitekirja pealkirjaga „Tallinn – Nõmme“. Töö oli linna-geograafia alalt ja käsitles tema kodulinna Nõmme tuumikala – seda osa Nõmmeist, mis paiknes liivikul. Töös iseloomustati põhjalikult Nõmme loodustingimusi: aluspõhja, pinnakatet, reljeefi, põhjavett, taimestikku ja kliimat. Eriti põhjalik oli töös Nõmme põhjaveerežiimi analüüs, sest selleks sai kasutada paljude Nõmme kaevude veetaseme andmeid. Töö põhiline eesmärk oli anda ülevaade Nõmme elamutest ning elamutüüpide järgi piiritleda erinevad linnaehituslikud alad. Autor töötas läbi väga suure hulga materjali – 3240 elamu andmed, praktiliselt kogu tolleaegse Nõmme hoonestuse. Elamud klassifitseeriti põhiplaani, katuse ja korruste arvu järgi. Kokku eristati 132 tüüpi elamuid, neist 44 tüüpi olid esindatud ainult ühe hoonega. Domineerivad olid individuaal-väikeelamud, kus tubade arv kõikus vahemikus 2–6 ja tubade pindala 11–14 m<sup>2</sup>. Territoriaalselt eristas Künnapuu Nõmmel kuus elamutüüpide valdkonda.

Kuna S. Künnapuu oli õppinud tehnilisi erialasid oli Nõmme elamute kirjeldamine tehtud asjatundlikult. Lisaks elu- ja kõrvalhoonetele oli ülevaade järgmistest rajatistest: tarad, keldrid, basseinid, kaevud ja nende seisund, lehtlad. Kuid töös oli tagasihoidlikult linnageograafia vajalikku analüüsi ja üldistavat käsitlust. Arvatavasti seetõttu, kuid võib-olla ka poliitilistel põhjustel, jäi väitekirja kaitsmisele esitamata. Tema juhendajaks oli Jakob Kents, kes sel ajal aga haiguse tõttu aktiivselt õppe- ja uurimistöös enam ei osalenud. Nõmme hoonestuse ajaloo uurimisel on Künnapuu väitekirjas toodud materjal väärtuslik linna(osa) esimese perioodi hoonestuse kirjeldamisel ja pole aktuaalsust kaotanud tänaseni.

Ülikoolis töötades õpetas S. Künnapuu geomorfoloogiat ja Nõukogude Liidu füüsilist geograafiat. Lisaks oli ta õppejõu ametis ka Tartu Õpetajate Instituudis, kus õpetas kahte ainet: kartograafiat ja topograafiat ning Nõukogude Liidu geograafiat. Tartu ülikooli perioodist sai alguse tema Põhja-Eesti jõeorgude geomorfoloogiaalaste uuringute jätkaja Ivar Aroldi teadlasete. Neid viis kokku huvi Eesti põhjaranniku kujunemise vastu. I. Arold oli teinud ülikooli stuudiumi algusaastail kaks kursuse-tööd rannikute kujunemisest Karl Pärna juhendamisel. Selleks ajaks oli ligi 15 aastat möödunud A. Tammekannu uurimuse „The Baltic Glint“ ilmunisest. Vahepealsetel sõja-aastatel ja sellele järgnenud segastel aegadel katkesid nii klindi kui rannikumaa uuringud. III kursuse

üliõpilastel oli ette nähtud ligi kolm kuud välipraktikat. I. Aroldi huvi kandus Pirita jõe alamjooksule, mis huvitas ka S. Künnapuud. Välitööd (mõõdistamine nivelliiriga ja kaevete tegemine) toimusid Pirita orus ja selle pervealadel vahemikus Nehatust kuni jõe suudmeni. Nivelleeriti ristprofiilid ja oruterrassid, määrati setete koostist ning selgitati oru kujunemist. Välitöödel oli Ivar latipoisiks ja Sulev geodeediks, kuid vahete-vahel „ametit“ vahetati omavahel.

Uuringute tulemusena iseloomustati detailselt Pirita jõeoru morfoloogiat ja terrasside kujunemist, mille kohta avaldas S. Künnapuu artikli EGSi esimeses aastaraamatus 1957. aastal. Järgmisel aastal toimusid uurimuskäigud Vääna jõe alamjooksule ja pärast I. Aroldi ülikooli lõpetamist 1958. aastal Jägala jõe alamjooksule. Sellega jätkati A. Tammekannu poolt alustatud Põhja-Eesti jõeorgude uurimisega, millele lisandusid kümmekond aastat hiljem samalaadsed uuringud ja üliõpilaste lõputööd Lõuna-Eesti aluspõhjalistest jõeorgudest Endel Hangu juhendamisel.

Ülikooli geograafia osakonnas oli tol ajal vähe õppejõude ja seepärast tuli Sulev Künnapuul juhendada diplomitöid väga erinevatel teemadel. Tema käe all said esmase akadeemilise „tööõpetuse“ kümme üliõpilast, kelle diplomitöö juhendajaks ta oli. Hiljem jõudsid neist teaduste kandidaadi kraadini Elviira Brik, August Loopmann ja Eivi Vedler.

Tähelepanuväärivate ettevõtmistena Sulev Künnapuu ülikoolitöö perioodist Tartus tuleb esile tõsta esimeste õppe-ekskursioonide ja ekspeditsioonide korraldamist Nõukogude Liidu erinevatesse piirkondadesse. (Lisada tuleb, et I Maailmasõja puhkemise ajal oli ta Šveitsis tutvumas sealsete pinnavormidega.) Esimene õppe-ekskursioon toimus S. Künnapuu juhendamisel Leningradi 1947/48. õppeaasta talvisel vaheajal. Tartu ülikooli geograafiaosakonna esimene sõjajärgne kaugem ekspeditsioon toimus 1948. aastal Kaukaasiasse, kui seal käisid Künnapuu juhendamisel Kallio Kildema ja Agu Kongo. Järgmisel aastal käisid Künnapuu ja Kildema Kesk-Aasias. 1950.a. suve lõpul ja sügisel korraldas väsimatu S. Künnapuu ekspeditsiooni Pamiiri, millest võttis osa kolm üliõpilast: Agu Kongo ja Ilja Kala geograafia osakonnast ning Viktor Masing bioloogia osakonnast. Venemaa ja Kesk-Aasia olustikku arvestades oli tegemist suuresti seiklusreisiga.



**Joonis 1.** Sulev Künnapuu välitööl Vääna orus 1957. aastal. I. Aroldi foto.

Tolleaegsete liikumisvõimaluste kirjeldamiseks sobib hästi pikem väljavõte Sulev Künnapuu 18. augusti kirjast I. Kalale ja V. Masingule: „Kongo sõitis reedel Tartust välja. Tal oli raskusi pileti saamisega, kuid õnnestus siiski saada otsepilet Moskvani. Pileti komposteerimisel Kaasani vaksalis oli hirmus trüginine olnud. Tänu õnnele, tema pikemale kasvule ja valgele mütsile õnnestus temal pileti komposteerida ja kavatsetud rongiga sõita edasi. Inimesed ootavad selles vaksalis nädal aega oma pileti komposteerimist. Ka sai Kongo vaid lihtsa istekoha, seega 5 ööd-päeva sõita istudes Taškendini.

Nüüd järgnevalt endist. Kongo ei saanud sõiduluba piiritsooni, mistõttu sõidab rongiga vana kava alusel. Ta soovib teie mõlemaga kohata Stalinabadis. Arvestades ränku tingimusi Moskvast rongiga sõidul lõunasse, soovitan teil mõlemal Moskvast lennata Taškendini ja säält Stalinabadi rongiga. Stalinabadist Pamiiri (Horogi) saab sõita ka

*autoga, mille sõiduhind on teadmata, igatahes tugevasti odavam kui lennupilet, mille hind on 510 rubla. Minu sõidukava on alljärgnev:*

*Rongiga Tallinn – Moskva.*

*Lennukiga Moskva – Sverdlovsk – Karaganda – Alma-Ata – Frunze – Taškent.*

*Rongiga Taškent – Stalinabad.*

*Lennukiga Stalinabad – Horog.*

*Ma loodan Kongoga kohata Buhaaras neljapäeval 24. augustil, kust sõidame koos Stalinabadi. Seal väljume lõunasse Kurgan-Tjube linna, kust saabume Stalinabadi tagasi 29.-30. augustil. Kui teie mõlemad lendate otse Moskvast Stalinabadi, siis saabute kohale järgmisel päeval. Et ma Kongoga ei sõida varem Kurgan-Tjubesse, siis palun saatke Tartust lühike telegramm, et teie lendate. Siis me tuleme teile lennuväljale vastu. Juhul kui meid pole lennuväljal või raudteejaamas vastas, on postkontoris teie nimel postkaart teatega, kus me oleme ja kuidas saame kokku. Stalinabadis teeme täpse kava, mida Pamiiri kaasa võtta. Omalt poolt jätan Tartu maha ja palun ühiselt kaasa võtta telk ja 1,6 kg kuivpiiritust.“ Keerulistele oludele vaatamata Pamiiri ekspeditsioon õnnestus igati ja sellest tiivustatuna käis Künnapuu järgmisel aastal rekordiliselt pikal matkal Kamtšatka poolsaarel, mida neil aastail peeti väga tõsiseks ettevõtmiseks.*

1953. aastal korraldas Sulev Künnapuu IV kursuse geograafiatudengite esimese õppekäigu Kaukaasiasse ning 1956. a. põhjaaladele Karjalasse ja Koola poolsaarele. Koola matka, eriti selle algust, meenutab I. Arold kui tõsist füüsilist proovilepanekut. Matk algas polaarjoone taga lumesajus 3. septembril. See oli olnud üsna karm käimine – ühe päevaga ilma telkimisvõimaluseta ligi 40 km läbi Hibiinide (Koolal käinutele hästi teada Ramsay kuru kaudu) Kirovskist Imandra järve äärsesse POVIRi polaarkatsejaama (Johann Eichfeldi rajatud enne II Maailmasõda), kuhu jõuti öösel kuuvalguses. Suurem osa tudengitest olid paar päeva üsna liikumisvõimetud, kuid osa käis Fersmani tipul. Edasine retk viis Hundi-tundrutesse ja lõpuks Murmanski lahe äärde.

Sulev Künnapuu organiseeritud õppekäikudega sai alguse Tartu geograafiatudengite iga-aastased ekspeditsioonilised matkad: III kursuse järel käidi Koolas ja Karjalas ning IV kursusele järgneval suvel Kesk-Aasias või Kaukaasias. Need käigud aitasid kaasa mitte ainult tolleaegse Nõukogude Liidu erinevate piirkondade paremale tundmaõppimisele, vaid ka geograafidele vajaliku silmaringi avardamisele ning andsid paljudele noorgeograafidele tuge samalaadsete ürituste korraldamiseks pärast ülikooliaega. Sulev Künnapuu algatatud õppekäigud toimusid kuni nõukogude aja lõpuni.

## Töö Tallinnas

1957. aastal vabastati S. Künnapuu ülikooli teenistusest ja ta läks tagasi kodulinna Tallinna. Kuni 1965. aastani oli ta lektoriks mitmesugustel kursustel ning kohakaasluse korras Tallinna Pedagoogilises Instituudis; lühemat aega töötas ka TA Kodu-uurimise komisjonis vanembibliograafina. Alates 1966. a. kuni pensionile minekuni 1983 oli tal töökohaks TA Geoloogia instituudi hüdrogeoloogia sektor. Teadustöös oli S. Künnapuu põhitegevus A. Raukase juhendamisel väitekirja kokkupanek Tallinna ja selle ümbruse pinnamoe ja pinnakatte ning aluspõhja pealispinna reljeefi kohta.

Tallinna periood oli S. Künnapuu viljaka uurimistöö aeg. Nüüd sai ta pühenduda geoloogilisele ja geomorfoloogilisele uurimisele täie innuga, sest hüdrogeoloogiliste uuringutega teda ei koormatud. Ta kujunes Tallinna piirkonna pinnakatte ja aluspõhja reljeefi kõige paremaks asjatundjaks. Lisaks tegi S. Künnapuu pikka aega hoolikalt välitöid rändrahnude uurimisel ja mõõtmisel ning suurte puude kirjeldamisel. Oluliseks küsimuseks Tallinna linnaruumi uurimisel on olnud rannajoone asukoha muutumine maakerke tulemusena, mida on selgitanud samuti S. Künnapuu. Ta avaldas EGSi aastaraamatus, lisaks ka LUSi aastaraamatus kümme artiklit Tallinna ja selle ümbruse geomorfoloogiast, lisaks sisutihedad artiklid ajakirjas Eesti Loodus ning koos kaastöötajatega TA toimetistes geoloogia seerias. Laiemale üldsusele olid huvipakkuvad tema rohked ajalehelood. Laialdast kasutamist leidis Sulev Künnapuu ja ajaloolase Heino Gustavsoni koostatud raamat „33 puhkepäevamatka tallinlasele“, mis ilmus 1977. a. Seda inforohket raamatut on kasutanud rohkem kui üks põlvkond pealinlasi tutvumaks Tallinna ümbruse huvipakkuvate kohtadega.

Ükski suur ettevõtmine ei valmi üksikpingutuse viljana. Võib olla seetõttu jäi Sulev Künnapuul kokku panemata kandidaaditöö Tallinna ümbruse geomorfoloogiast ja geoloogiast. Üha suurema täiuslikkuse taotlemine viis selleni, et ta ei suutnud enam piisaval määral üldistada kogutud väga rohket andmestikku. Väitekirja ei valminud tema ülipõhjalikkuse ja suure nõudlikkuse tõttu, sest ikka oli tal kaardile kandmata mõni puurauk või paljand. Ka ei jõudnud ta kõiki pisikesi sookesi läbi puurida. S. Künnapuu koostatud geoloogilistel töökaartidel ulatub info-punktide arv tuhandeteni.

Kõrge vanuseni elanud Sulev Künnapuu elas Pääskülas, 1926. aastal valmis saanud isa ehitatud kahekorruselises suures puumajas, mis oli ehitatud suurele (üle 3000 m<sup>2</sup>) krundile ja mis kujutas rohkem looduslikku rohumaad kui iluaeda. Suure elumaja kõrval oli väiksem külalis-

temaja maapealse kivist keldriga. Isa oli tal kõrgepalgaline juhtiv töötaja turbatööstuses ja teisteski valdkondades ja jõudis ehitada enne sõda väärrika elamu.

Inimesena oli Sulev Künnapuu väga tagasihoidlik ja vähenõudlik, üsna erakliku eluviisiga, armastades teha uurimiskäike loodusesse üksinda. Ta oli kõva kõndija, läbis uurimiskäikudel jala suuri vahemaid. Samuti tundis ta suurt huvi teiste loodusuurijate tegevuse vastu ja sõitis tihti Tartusse Loodusuurijate seltsi koosolekule. Vaatamata eraklikkusele oli S. Künnapuu ümbritseva elu suhtes tähelepanelik ja uudishimulik. Päev algas tal enamasti välismaa raadiojaamade uudiste kuulamisega. Ta pidas kinni sisseharjunud elukommetest ja käikudest elu lõpuni. Näiteks ei olnud tal tellitud koju ajalehti, vaid ta käis neid ostmas Pääsküla jaamast. Sõpru oli tal vähe. Suuremateks suhtlejateks temaga olid ülikooli õppejõu päevilt ning Karjala-Koola õppekäigult lähedasteks saanud järgmise põlvkonna geograafid (Ivar Arold, Helve ja Alar Kotli, Hindrek-Peeter Meri), hiljem ka tema juhendaja Anto Raukas. Sulev Künnapuu suri 30. märtsil 1995. aastal.

## Sulev Künnapuu olulisemad trükipublikatsioonid

**Künnapuu, S.** 1957. Pirita jõe alamjooksu oru genees. – Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 1957, 74–87.

**Künnapuu, S.** 1959. Põhja-Eesti glindi kujunemisest. – Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 1958, 41–47.

**Künnapuu, S.** 1959. Rannamoodustised Tallinnas. – Loodusuurijate Seltsi aastaraamat 1958, kd. 51, 301–314.

**Künnapuu, S.** 1960. Kaks XVI sajandi maakaarti. – Eesti Loodus, 6, 358–360.

**Künnapuu, S.** 1962. Mandrijää taandumisest Tallinna ümbruses. – Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 1960/61, 29–36.

**Künnapuu, S.** 1962. Ülemiste järve kujunemine. – Eesti Loodus, 1, 41–44.

**Künnapuu, S.** 1962. Iru linnuse geomorfoloogiast. – Eesti Loodus, 5, 289–292.

Treial, H., **Künnapuu, S.** 1962. Maalihe Väana jõe orus. – Eesti Loodus, 5, 292–294.

**Künnapuu, S.** 1966. Tallinna põlised puud. – Eesti Loodus, 6, 358–361.

**Künnapuu, S.** 1968. Esialgseid andmeid liivadega kaetud turbalasundite kohta Tallinnas. – Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 1966, 89–105.

Kessel, H., **Künnapuu, S.** 1970. Kvaternaari geoloogiline matk Tallinna ümbruses. – Eesti Loodus, 9, 566–571.

**Künnapuu, S.** 1971. Harku-Männiku liivikud. – Eesti Loodus, 12, 728–733.

**Künnapuu, S.** 1974. Tallinna suured rändrahnud. – Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 1973, 52–58.

**Künnapuu, S.** 1974. Eesti suurim ja tema naabrid. – Eesti Loodus, 1, 42–44.

**Künnapuu, S.** 1975. Tallinna ja selle ümbruse geomorfoloogiline iseloomustus. – Loodusuurijate Seltsi aastaraamat, 63, 18–39.

**Künnapuu, S., Raukas, A.** 1976. Pinnamood ja pinnakate. – Pullat, Raimo (koost.). Tallinna ajalugu 1860-ndate aastateni. Tallinn, 20–36.

**Künnapuu, S.** 1976. Viimsi poolsaare suured rändrahnud. Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 1974, 55–71.

**Künnapuu, S.** 1977. Suurupi poolsaare suured rändrahnud. Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 1975/76, 54–62.

Gustavson, H., **Künnapuu S.** 1978. 33 puhkepäevamatka tallinnlasele. 116 lk.

Heinsalu, Ü., Pill, A., **Künnapuu, S.** 1980. Varsaallikad. – Eesti Loodus, 9, 584–587.

**Künnapuu, S.** 1980. Mis juhtus Maardus 29. märtsil 1979? – Eesti Loodus, 3, 165–166.

**Künnapuu, S.** 1981. Vired (laine- ja vooluvired rannalähedasel merepõhjal). – Eesti Loodus, 2, 112–115.

**Künnapuu, S., Raukas, A., Tavast, E.** 1981. Tallinna ja tema lähema ümbruse aluspõhja reljeef. – Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised. Geoloogia. 30, 4, 167–172. (vene keeles).

**Künnapuu, S., Raukas, A.** 1983. Pinnamood ja pinnakate. – Pullat, R. (koost.). Tallinna ajalugu XIX sajandi 60-ndate aastateni. Tallinn: Eesti Raamat, 19–37. (vene keeles).

Tavast, E., Raukas, A., **Künnapuu, S.** 1983. Tallinna vanadest mattunud vagumustest. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised. Geoloogia. 32, 2, 79–85. (vene keeles).

**Künnapuu, S., Raukas, A., Tavast, E.** 1984. Aluspõhja reljeefi kesk- ja väikevormide morfoloogiast ja kujunemisest. – Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 1980; 38–48.

**Künnapuu, S.** 1984. Tehispinnavormidest Eesti NSV-s. – Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 1980, 157–162.

**Künnapuu, S., Loopmann, A., Miidel, A., Eilart, J.** 1986. – Iru looduse õpperada. – Eilart, J. (koost.). Looduse õpperajad. Tallinn, 92–100.

## **MEIE HULGAST LAHKUNUD**

---

### **KIIRA AAVIKSOO**

**Innustunud ja teisi vaimustanud sooteadlane**

**10.12.1955–15.10.2011**



15. oktoobril 2011. aastal lahkest meie hulgast aastaid kestnud raske haiguse tagajärjel kauaaegne kolleeg Kiira Aaviksoo. Ta lõpetas 1974. aastal Tartu 5. Keskkooli ja loodusteaduslike huvide ajendil asus õppima Tartu ülikoolis geograafiat. Ülikooli lõpetas ta 1979. aastal loodus-geograafia erialal. Pärast lõpetamist algas teadustöö Eesti soode uurimisel ülikooli taimesüstemaatika ja geobotaanika kateedris prof Viktor Masingu juhendamisel. Eesti taasiseseisvumise perioodil asus Kiira tööle ülikooli geograafia osakonda, kus ta pärast doktoritöö kaitsmist 1993. a. jätkas teadurina. 1996. aastast alates töötas ta Keskkonnaministeeriumi



info- ja tehnokeskuses kaugseire peaspetsialistina. Viimastel aastatel oli ta taas tööil TÜ geograafia osakonnas.

Kiira Aaviksoo doktoritöö “*Markovi mudelite kasutamine Eesti soomaastike taimkatte- ja maakasutustüüpide dünaamika uurimisel*” oli üks esimesi taasiseseisvumise aastatel kaitstud doktoritöid geograafias, millel on olnud teedrajav tähendus. See oli kokkuvõtte tema teadlastee esimesel perioodil tehtust, kui soomaastike uurimisel kasutati kaardistustööl aerofotosid. Väitekirjas esitati sootaimkatte dünaamika uurimise kaasaegne meetod suuremõõtkavaliste (1:10000) kordusaerofotode alusel. Taimkatte- ja maakasutustüüpide klassifikatsioon töötati välja aerofotode interpreteerimistunnuste (toon, muster, kuju) alusel, mis võimaldas piiritleda soomaastike tüüpe ja koostada tüpoloogilisi kaarte. Tema väitekirja ning sellel põhinevaid artikleid ajakirjades “*Landscape Ecology*” ja “*Landscape and Urban Planning*” tsiteeritakse tänaseni rohkesti maailma erinevate uurimisrühmade poolt.

Tähelepanuväärne oli 1997. a. Kiira eestvõttel ja peamiselt tema tööpanusena välja antud populaarteaduslik raamat „Kaug- ja lähivõtteid 30 Eesti soost.“ Põhjendatult on seda nimetatud esimeseks eestikeelseks raamatuks telmatograafiast ehk soode kirjeldamisest. Esmakordselt tutvustati aerofotode ja ka satelliidipiltide abil Eesti soode maastikulisi iseärasusi ja taimkatte struktuuri, mis on eelastmeks nende arengu seaduspärasuste selgitamisele. Kuna nõukogude perioodil olid aerofotod salastatud, siis sai taoline ülevaade ilmuda alles pärast Eesti taasiseseisvumist. „Kaug- ja lähivõtteid...“ on ka meie soode uurimise metoodika üleminekuperioodi kajastav väljaanne. Kui aastakümneid kasutati väliuurimistel aerofotosid, mis tehtud lennukitelt või kopteritelt, siis 1990ndate esimesest poolest alates muutus peamiseks satelliidipiltide kasutamine. Kiira oli üks esimesi satelliidiinfo kasutajaid Eesti maastike uurimisel ja esimene, kes tegi seda sooteaduses. Tema koostatud on Eesti esimene maakattetüüpide klassifikatsioon *CORINE Land Cover* projekti raames 1990ndate teisel poolel. Selleks vajaliku hea ettevalmistuse sai ta Stockholmi ülikooli kaugseire laboratooriumis, kus ta töötas aasta pärast doktoritöö kaitsmist.

Stockholmi, Wageningeni, Salzburgi, Turu ja Genti ülikoolides, kus Kiira ka ise mitme projekti käigus ning loengute pidamisel viibis, meenutatakse teda kui rahvusvahelise mainega kaugseire spetsialisti. Tema tööd soode kaugseire arendamisel ning Eesti *CORINE*’i maakattekaardi koostamisel on rajanud aluse, millele toetub ka paljude praeguste uurijate töö. Kiira eestvõttel algatati keskkonnaministeeriumis 2007. aastal Eesti maastike kaugseire programm. Tema teadusuuringud on lühidalt kokku võttes olnud seotud aerofotode ja satelliitpiltide aegridade interpreteerimisega, et selgitada soode taimekoosluste arengut ja maakatte-

tüüpide muutusi. Kiira panust soomaastike uurimisse kaasaegsete võtetega, sh kaugseire meetodite rakendamist telmatograafias, on rahvusvaheliselt tunnustatud temale pühendatud Wiley-Blackwell kirjastuse poolt välja antud raamatuga „*Wetland Environments. A Global Perspective*.” Raamatu autorid J.S. Aber, F. Pavri ja S.W. Aber kirjutavad pühenduses: „*In memory of Kiira Aaviksoo (1955–2011), who pursued her passion for wetlands, stimulated a generation of students, and inspired our interest in Estonian bogs*.” See on suur tunnustus Eesti rahvusvaheliselt tuntud sooteaduse koolkonna esindajale.

Kiiras olid parimal viisil ühendatud kaugseire- ja infotehnoloogiaspetsialisti ning soodes välitöid tegeva loodusteadlase omadused. Talle sobisid ühte viisi hästi nii kostüüm koosolekul ja teadusettekanne pidamisel kui ka presentmantel ja kummikud välitöödel. Ta oli äärmiselt kohusetundlik ja nõudlik eelkõige enda suhtes. Juba haigusest tingitud raskustega võideldes andis ta endast kõik, et ette võetud tööd lubatud ajaks tehtud saaksid. Samas leidis Kiira alati aega oma pere jaoks ning linna- ja maakodu rajamiseks. Kolleegide ja sõprade jaoks oli ta ikka seesama elurõõmus, sõbralik ja nakatavalt naerev Kiira.

*Arvo Järvet*

## Kiira Aaviksoo trükipublikatsioonid

**Аавиксоо, К.** 1984. Болота северо-западной Эстонии. – В кн.: В. Кууск, Л. Лаасимер, В. Мазинг (ред.). Водоболотная флора и растительность. Путеводитель XVII конференции-экскурсии прибалтийских ботаников по Хаапсалускому району Эстонской ССР. Академия наук Эстонской ССР. Таллинн, с. 17–21.

**Aaviksoo, K.** 1984. Sood lennukilt nähtuna. – Eesti Loodus 2, 82–90.

Masing, V., **Aaviksoo, K.**, Zobel, M. 1984. Autogenic succession of mires: a markovian approach. – In: L. Merikalju et al. (eds.). Estonia. Nature, man, economy. Academy of Sciences of the Estonian SSR. Tallinn, pp. 56–67.

**Aaviksoo, K.** 1986. Kordusaerofotode kasutamine maastike dünaamika uurimisel. – Rmt-s: H. Hallemaa (toim.). Geograafia rakendusprobleeme Eesti NSV-s. Eesti II noorte geograafide suvekooli teesid. Paavli, 25.–29. aug. 1986.a. Tallinn, lk. 9–13.

**Aaviksoo, K.** 1986. Taimkatte- ja maakasutustüüpide dünaamika jälgimise metoodika. – Rmt-s: L. Saarse (toim.). Eesti maastike kujunemine ja kaitse. Tallinn, lk. 5–7.

**Аавиксоо, К.** 1988. Дешифрирование фации верховых болот Эстонии на аэрофотографиях. – Учёные записки Тартуского государственного университета 812. Труды по ботанике. Структура, состав и динамика бореальных растительных сообществ. с. 193–208.

**Aaviksoo, K.** 1988. Kolmkümmend aastat Eesti rabamaastike dünaamikat. – Rmt-s: T. Frey (toim.). Kaasaegse ökoloogia probleemid. Ökoloogia ja ühiskond. Vabariikliku IV ökoloogiakonverentsi teesid. Tartu, 23.–25. märts 1988, lk. 7–9.

**Aaviksoo, K.** 1988. Natural and anthropogenous changes in a mire and its neighbourhood. – In: M. Zobel (ed.). Dynamics and ecology of wetlands and lakes in Estonia. Academy of Sciences of the Estonian SSR, Tallinn. pp. 90–105.

**Aaviksoo, K.** 1988. Soode maastikulisest uurimisest. – Rmt-s: A. Keskpäik, R., Noorkõiv (toim.). Eestimaa geograafiaprobleeme. Eesti III noorte geograafide suvekooli teesid. Rõuge Ööbikuorg, 22.–25. aug. 1988, Tallinn, lk. 48–52.

**Аавиксоо, К. Д.** 1989. Изучение структуры растительности верховых болот и динамики болотных ландшафтов на основе крупномасштабных аэрофотоснимков. – В кн.: С.С. Холод (ред.). Крупномасштабное картирование растительности. Тезисы докладов. Академия наук СССР, Всесоюзное ботаническое общество. Ленинград, с. 4–5.

**Аавиксоо, К. Д.** 1989. Методика изучения динамики болотного ландшафта с применением аэрофотоснимков. – В кн.: М. А. Иломес (ред.). Структура и развитие болотных экосистем и реконструкция палеогеографических условий. Тезисы докладов Всесоюзного семинар-экскурсий, 30.08.–03.09.1989. Академия наук Эстонской ССР. Таллинн, с. 7–11.

**Аавиксоо, К. Д., Кадарик, Н. Р.** 1989. Динамика болотных ландшафтов и достоверность прогноза их развития. – Экология, 4, 33–39.

**Aaviksoo, K., Kadarik, H.** 1989. Dynamics of wetland landscapes and reliability of prediction of their development – Soviet Journal of Ecology, 20, 221–226.

**Аавиксоо, К. D.** 1992. Изучение структуры растительности верховых болот и динамики болотных ландшафтов на основе крупномасштабных аэрофотоснимков. – Геоботаническое картирование. 1991, 63–69.

**Aaviksoo, K.** 1993. Application of Markov models in investigation of vegetation and land use dynamics in Estonian mire landscapes. – *Dissertationes Geographicae Universitatis Tartuensis*. 4. 56 pp. + Appendix.

**Aaviksoo, K.** 1993. Changes of plant cover and land use types (1950's to 1980's) in three mire reserves and their neighbourhood in Estonia. – *Landscape Ecology*, 8, 287–301.

**Aaviksoo, K.** 1993. Markov chains in modelling the dynamics of vegetation and land use. – In: *Agricultural Landscapes in Europe*. IALE Congress: Summaries of Oral Presentation and Posters. Rennes, France, 6–10 June 1993. pp. 120.

**Aaviksoo, K., Ilomets, M., Zobel, M.** 1993. Dynamics of mire communities: a markovian approach (Estonia). – In: B. C. Patten (ed.). *Wetlands and shallow continental water bodies*. Vol. 2. SPB Academic Publishing bv. The Hague, The Netherlands. pp. 23–43.

**Aaviksoo, K.** 1995. Simulating vegetation dynamics and land use in a mire landscape using a Markov model. – *Landscape and Urban Planning*, 31, 129–142.

**Aaviksoo, K., Kadarik, H., Masing, V.** 1997. Kaug- ja lähivõtteid 30 Eesti soost. EV Keskkonnaministreeiumi Info- ja Tehnokeskus, Tallinn. 96 lk.

Sagris, V., **Aaviksoo, K.**, Kask, R., Meiner, A. 1997. CORINE Land Cover Project: an Estonian approach. – *Abstracts of GIS Baltic Sea states'97 Conference & Exhibition*. Tallinn, Estonia 13–15 November, 1997.

**Aaviksoo, K., Kadarik, H., Möllits, K.** 1997. Endla looduskaitseala taimekatte kaart. – *Eesti Loodus*, 10, 400–402.

**Aaviksoo, K.** 1998. Sood. – Rmt-s: E. Roosalu, J. Kask, M. Ektermann (toim.). *Läänemaa, II. Loodus*. Lääne Maavalitsus, Haapsalu. lk. 81–89.

**Aaviksoo, K., Meiner, A.** 1998. Using GIS and remote sensing in land cover monitoring. – *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, 32, 53–59.

**Aaviksoo, K.** 1999. CORINE Land Cover maakattetiüptide klassifikatsioon. Rmt: Meiner, A. (toim.). Eesti maakate. CORINE Land Cover projekti täitmine Eestis. EV Keskkonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskus. Tallinn, lk 15–20.

**Aaviksoo, K.**, Paal, J., Dišlis, T. 2000. Mapping of wetland habitat diversity using satellite data and GIS: an example from the Alam-Pedja Nature Reserve, Estonia. – Proc. Estonian Acad. Sci. 49. Biol. Ecol., 2, 177–193.

**Aaviksoo, K.**, Meiner, A. 2001. Satellite monitoring of Estonian landscapes. – In: Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis, 92, 233–238.

**Aaviksoo, K.**, Paal, J. 2001. Lodumetsast laukarabani. – Eesti Loodus, 9/10, 392–393.

Leivits, A., Vilbaste, E., **Aaviksoo, K.** 2001. Monitoring and conservation of mire birds in Estonia. In: Bird Numbers 2001. Monitoring for Nature Conservation. Abstracts: 15th International Conference of the EBCC 26th–31th March 2001. Nyiregyhaza, Hungary. BirdLife Hungary, 2001, 41.

Aber, J.S., **Aaviksoo, K.**, Karofeld, E. & Aber, S. 2002. Patterns in Estonian bogs as depicted in color kite aerial photographs. – Suo. /Mires and Peat/, 53 (1), 1–15.

**Aaviksoo K.** 2004. Eesti maastike kaugseire – olemus, tulemus, tulevikunägemus. – Rmt: T. Oja ja T. Nilson (toim.). Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis, 95, 185–200.

**Aaviksoo, K.**, Leivits, A., Leivits, M. 2008. Kaug- ja linnuseire Nigularabas 1950–2000. – K. Väljataga ja K. Kaukver (toim.). Kaugseire Eestis. Keskkonnainfo, lk. 106–122.

## **Olulisemad käsikirjalised tööd**

### **Keskkonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskuses**

**Aaviksoo, K.** 1997. Maastike kaugseire 1996. a. 49 lk.

**Aaviksoo, K.** 1998. Maastike kaugseire 1997. a. aruanne. Soomaa, Alam-Pedja ja Saarejärve testalade satelliitseire. 100 lk.

**Aaviksoo, K.** 1999. Maastike kaugseire 1998. a. aruanne. Lahemaa testala satelliitseire. 170 lk.

**Aaviksoo, K.** 1999. Maastike kaugseire aasta-aruanne 1998. a. 56 lk.

**Aaviksoo, K.** Maastike kaugseire aasta-aruanne 1999. a. 119 lk.

**Aaviksoo, K.** 2000. Maastike kaugseire aasta-aruanne 2000.a. 172 lk.

**Aaviksoo, K.** 2001. Alam-Pedja, Soomaa, Lahemaa ja Saarejärve maastike mitmekesisuse satelliitseire 1988-1995. 307 lk.

**Aaviksoo, K.** 2002. Endla maastike mitmekesisuse satelliitseire 1988-1995. 81 lk.

**Aaviksoo, K.** 2003. Maastike kaugseire aastaaruanne. Kõnnumaa maastikulise mitmekesisuse satelliitseire 2001. 90 lk.

## KROONIKA

---

### TARTU ÜLIKOOLI GEOGRAAFIA OSAKONNA 2010.–2012. AASTAL LÕPETAJAD

#### 2010

##### Bakalaureuseõpe

|                |                 |                |
|----------------|-----------------|----------------|
| Regina Alber   | Eleri Hirv      | Andreas Porman |
| Laura Altin    | Mihkel Järveoja | Tõnis Prangli  |
| Mart Andresson | Andreas Kiik    | Liina Roop     |
| Tanel Anton    | Esther Linask   | Elen Rüütel    |
| Reelika Ermel  | Kerli Müürisepp | Siim Sildmäe   |
| Mihkel Haav    | Anette Org      |                |

##### Magistriõpe

##### Loodusgeograafia ja maastikuökoloogia

|                 |               |
|-----------------|---------------|
| Birgit Kuningas | Kaarel Linder |
|-----------------|---------------|

##### Turismigeograafia

|                    |                  |
|--------------------|------------------|
| Helen Ilves        | Laura Kõrgvee    |
| Annika Prokopovitš | Maive Riismandel |

##### Geoinformaatika ja kartograafia

|               |             |                                |
|---------------|-------------|--------------------------------|
| Eerik Absalon | Kreet Masik | Püü Polma ( <i>cum laude</i> ) |
|---------------|-------------|--------------------------------|

##### Inimgeograafia ja regionaalplaneerimine

|             |                   |               |
|-------------|-------------------|---------------|
| Martin Gauk | Kristiina Kamenik | Mariann Menne |
|-------------|-------------------|---------------|

**Geograafiaõpetaja**

Kadri Kalda  
Marili Pruuns

Liselle Mürk  
Tõnis Rüütel

**2011****Bakalaureuseõpe**

Kertu Anni  
Indrek Hoop  
Jaanus Juhani

Grete Kindel  
Marianne Leppik  
Sander Lõuk

Leana Parts  
Joonas Pärn  
Kaspar  
Põder (*cum laude*)

Mari-Liis Järs

Veronika  
Mooses (*cum laude*)

Anneli Suurkivi

Tõnis Järs  
Riin Kadarik

Kadi Mägi  
Mart Naris

Taavo Tani  
Velle Toll

Pilleriine Kamenjuk

Jako Niit

Johannes Vind

**Magistriõpe****Loodusgeograafia ja maastikuökoloogia**

Helen Hiimaa

Tõnn Tuvikene

**Turismigeograafia**

Katrin Koppas  
Gerle Oks

Grete Kukk  
Ann Vainlo

Piret Must  
Meeli-Mari Vana

**Geoinformaatika ja kartograafia**

Berit Hännilane (*cum laude*)  
Gerda Spuul (*cum laude*)

Liis Murov (*cum laude*)  
Meelis Tapo



## **Inimgeograafia ja regionaalplaneerimine**

|            |               |                         |
|------------|---------------|-------------------------|
| Peep Bušin | Kerli Mustrik | Tuomas Petteri Lehtonen |
| Kati Nilbe | Janika Põldma | Nele Tiiman             |

## **Geograafiaõpetaja**

|                          |                  |
|--------------------------|------------------|
| Liisa-Lotte Aksli-Avastu | Maria Isabel Aro |
| Ita Ilves                | Piret Voivod     |

## **2012**

### **Bakalaureuseõpe**

|                    |               |                |
|--------------------|---------------|----------------|
| Allan Allik        | Karin Küla    | Anniki Puura   |
| Katrin Alliku      | Preedik Lemba | Janika Raun    |
| Imre Banyasz       | Kaur Maran    | Kristjan Rea   |
| Raigi Gläser       | Kirke Narusk  | Markus Roose   |
| Hando-Laur Habicht | Liisi Nõgu    | Grete Ruberg   |
| Madis Jaanus       | Sander Olo    | Egle Rüütli    |
| Martin Jüssi       | Jaanus Padrik | Kristi Sõmer   |
| Katre Karja        | Anna Palusalu | Markus Untera  |
| Marek Karm         | Ingmar Pastak | Meeli Vilbaste |
| Edgar Koppel       | Reeta Pere    | Annika Väiko   |

### **Magistriõpe**

## **Loodusgeograafia ja maastikuökoloogia**

|                                      |               |
|--------------------------------------|---------------|
| Regina Alber                         | Reeli Hansen  |
| Mihkel Järveoja ( <i>cum laude</i> ) | Mihkel Pindus |

## **Turismigeograafia**

|               |                 |
|---------------|-----------------|
| Kai Jesse     | Rando Kängsepp  |
| Liina Selgmäe | Aili-Kadri Vaga |

## Geoinformaatika ja kartograafia

Kätlin Haas

Ingrid Järve

Õie Nikkel (*cum laude*)

## Inimegeograafia ja regionaalplaneerimine

Laura Altin

Katrín Anier

Ingrid Grigorjeva

Kati Kadarik (*cum laude*) Liisi PärsikKadri Reinsoo (*cum laude*) Sille Sommer

Tiina Tamm

## Keskkonnakorraldus ja planeerimine

Kadri Aasamaa

Ilmar Aasmäe

Sirje Ehasalu

Liina Kaasik

Piret Must

Niil Ormisson

Harald Raid

# UUSI DOKTOREID (*DOCTOR PHILOSOPHIAE*) TARTU ÜLIKOOLIST GEOGRAAFIA JA KESKKONNATEHNOLOOGIA ERIALADEL AASTAIL 2010–2012

## Margit Kõiv

21. juunil 2010 kaitses Margit Kõiv doktoritööd "*Treatment of landfill leachate and municipal wastewater in subsurface flow filters using mineralized peat and hydrated oil shale ash*" (Prügila nõrgvee ja olmereovee puhastamine pinnasfiltrites mineraliseerunud turba ja hüdratiseerunud põlevkivituha abil) keskkonnatehnoloogia erialal. Doktoritöö juhendaja oli TÜ geograafia osakonna juhataja prof Ülo Mander. Oponent oli professor Yves Comeau Montreali Tehnikaülikoolist Kanadast. M. Kõiv lõpetas 2004. a. Eesti Maaülikooli keskkonnakaitse erialal ning 2006. a. TÜ magistriõppe keskkonnatehnoloogia erialal.

Margit Kõivu uurimistöös selgitati hästi lagunenud turba ja kaltsiumirikka hüdratiseerunud põlevkivituha kasutamise võimalusi prügila nõrgveest ja olmereoveest erinevate saasteainete, eelkõige fosfori (P) ja lämmastiku (N) eemaldamiseks ning orgaanilise aine lagundamiseks vertikaal- ja horisontaalvoolulistes pinnasfiltrites.

2003. aastal tehti Väätsa prügilas esimesed katsed prügila nõrgvee puhastamiseks. Eesmärgiks oli kindlaks määrata hästi mineraliseerunud turba (pH vahemikus 6,7–7,2) efektiivsus vertikaalvoolulises pinnasfiltris (filtri maht  $1,0 \text{ m}^3$ , hüdrauliline koormus  $290 \text{ mm/d}$ ) reoainete eemaldamises toornõrgveest ja puhastussüsteemis eelnevalt puhastatud nõrgveest. Aastatel 2005–2006 viidi läbi Väätsa prügilas teine katse, kui rajati kaks paralleelset vertikaalvoolulise filtriga puhastussüsteemi, mis täideti turba ja hüdratiseerunud põlevkivituhaga (pH 12,3) ning üks filter mõlemas katses mõlema materjaliga (ülemine 0,5 m turbaga ja alumine 0,5 m tuhaga).

Mõlema katse tulemused näitasid, et vertikaalvoolulistes turbafiltrites toimub efektiivselt nitrifikatsioon (ammoniumlämmastiku sisaldus vähenes kuni 93%). Häid tulemusi saadi ka fosfori sidumisel erineva puhastusastmega nõrgveest ja toornõrgveest (efektiivsus kuni 99%), samuti soodustasid aeroobsed tingimused vertikaalvoolulistes filtrites orgaanika lagundamist ( $\text{BHT}_7$  vähenemine kuni 95%). Kombineeritud turba/tuha filtritega saadi samuti päris häid tulemusi orgaanilise aine lagundamisel (efektiivsus 64–78%) ning ka tuhafiltrites oli efektiivsus keskmiselt 50%.

Kolmas katse hüdratiseerunud tuhaga ja turbaga toimus aastatel 2006–2007, kui uuritavaid filtermaterjale katsetati vertikaal- (maht  $0,86 \text{ m}^3$ ) ja horisontaalvoolulises (maht  $1,24 \text{ m}^3$ ) filtersüsteemis eesmärgiga teha kindlaks hüdratiseerunud põlevkivituha fosfori ärastusvõime eelpuhastatud prügila nõrgveest (Väätsa prügila katse, kestvus üks aasta) ja tavapuhasti läbinud heitveest (Tapa katse, kestvus kuus kuud). Kuna eelnevad katsed hüdratiseerunud tuhaga näitasid head P ärastuse efektiivsust, aga orgaanika ja lämmastiku eemaldamises oli efektiivsus väike, siis kombineeriti filtersüsteemides tuhka mineraliseerunud turbaga.

Hüdratiseerunud tuha P sidumise efektiivsus oli hea mõlemas katses, horisontaalvoolulistes filtrites üle 90% (viieaeg 5–7 ööpäeva) ja vertikaalvoolulistes filtrites rohkem kui 50% (madalam efektiivsus oli põhjustatud lühikesest viieaajast). Stabiilset ja kõrget efektiivsust ei mõjutanud ka erinev reovee koostis ja reostusaste. Keskmise tuha P akumulatsioonivõime oli 100–180 mg P/kg ning arvutuslik kumulatiivne P sidumine ei vähenenud kogu aasta vältanud katse jooksul ( $R^2=0,99$ ).

Tehtud katsetes mineraliseerunud turbaga ja hüdratiseerunud tuhaga saavutatud head tulemused näitavad, et kindlasti on vajalikud ka täiendavad täismõõtmelised katsed erineva reostuskoormuse ja fosforisisaldusega reovee puhastamiseks, selgitamaks nende materjalide efektiivsust igapäevastes pinnasfiltersüsteemides.

## Igor Zaitsev

17. detsembril 2010 kaitses Igor Zaytsev doktoritööd "*Bioaugmentation in LWA-filled horizontal subsurface flow filters for wastewater treatment: Impact of flow regime, temperature and donor system*" (Bioaugmentatsioon LWA substraadiga horisontaalfiltris reovee puhastusseks: voolurežiimi, temperatuuri ja doonorsüsteemi mõju) keskkonnatehnoloogia erialal. Doktoritöö juhendajad olid TÜ geograafia osakonna juhataja prof Ülo Mander ja PhD (keskkonnatehnoloogia) teadur Kaspar Nurk. Oponent oli Tšehhi Põllumajandusülikooli professor Jan Vymazal, kes on üks enimtsiteeritud teadlasi keskkonnateaduste ja ökoloogia valdkonnas. I. Zaitsev saabus õppima Tartusse soome-ugri hõimurahvaste programmi raames. Eelnevalt oli ta lõpetanud Mari Riikliku Ülikooli agronoomia erialal. 2006.a. kaitses ta Tartus teadusmagistri kraadi.

I. Zaitsev uuris lämmastikuärastuse efektiivsuse tõstmist hübriidses reoveepuhastuse tehismärgalas, kasutades tagasipumpamise erinevaid režiime ning spetsiifilise mikroobikoosluse lisamist ehk bioaugmentatsiooni. Tagasipumpamise mõju osutus selgelt lämmastikuärastust parandavaks meetmeks, mistõttu edaspidi keskenduti seni vähem uuritud küsimusele, kas vastrajatud hübriidse tehismärgala horisontaalvoolulise filtri denitrifikatsioonivõimet ja lämmastikuärastust saab kiirendada, kasutades selleks bioaugmentatsiooni. Välikatseid viidi läbi ilmastikuliselt erinevates tingimustes: talvel ja suvel. Katseperioodil rakendati madalat hüdraulilist koormust. Selgus, et talvel vastrajatud horisontaalvoolulistesse mesokosmidesse viidud mikroobikooslus jäi elama ja paljunes ning bioaugmentatsiooni tulemusel võis töödeldud mesokosmides täheldada denitrifikatsiooni intensiivistumist. Teises katses toimus bioaugmentatsioon soojal aastaajal ja suure hüdraulilise koormuse juures kahest sarnase substraadiga, aga erineva voolurežiimiga doonorsüsteemist võetud mikroobikooslusega. Katsete tulemusel leiti, et sarnase voolurežiimiga doonorsüsteemist pärineva mikroobikooslusega bioaugmenteeritud mesokosmide väljavoolu nitraatlämmastiku kontsentratsioon oli oluliselt madalam kontrollmesokosmide omast, samas aga erineva režiimiga süsteemist võetud kooslusega bioaugmentatsioonil olulist mõju ei olnud. Kokkuvõttes võib öelda, et hübriidsele tehismärgalale vajaliku denitrifikatsioonivõime kujunemist saame oluliselt kiirendada, lisades mikroobikooslust, mis on võetud sarnaste tingimustega hästi toimivast tehismärgalast.

Põhjapoolse parastvõetme tingimustes on hübriidseid tehismärgalasid otstarbekas ehitada kompaktsena. See võimaldab märgala soojuskadusid vähendada ja talvel puhastusprotsessi toimimiseks vajalikku temperatuuri säilitada.

## Ene Indermitte

30. augustil 2010 kaitses TÜ geograafia doktorinõukogu koosolekul doktoriväitekirja Ene Indermitte "*Exposure to fluorides in drinking water and dental fluorosis risk among the population of Estonia*" (Eesti elanike ekspositsioon joogivees sisalduvale fluoriidile ja sellest tulenev hambafluuroosi risk) geograafia erialal. Töö juhendajad olid prof Astrid Saava TÜ tervishoiu instituudist ja geograafia osakonna vanemteadur PhD Ain Kull. Oponent oli Dr Ilkka Arnala Kanta-Häme keskhaiglast Soomest. Tegemist on meditsiinigeograafia alase tööga. E. Indermitte on lõpetanud Tartu Ülikooli bioloogia osakonna ning töötanud esialgu hüdrobioloogia instituudis, alates 1999. aastast arstiteaduskonna tervishoiu instituudis, kus jätkab ka praegu oma teadustööd. Enne väitekirja kaitsmist oli E. Indermitte avaldanud trükis 37 artiklit, neist 12 eelretsenseeritavates ajakirjades.

Doktoritöö eesmärgiks oli analüüsida joogivee fluoriidisalduse regionaalseid erinevusi Eestis, määrata elanike ekspositsioon joogivee fluoriidisaldusele ning hinnata joogivee liigsest fluoriidisaldusest tulenevat hambafluuroosi riski. Töös lähtuti neljaastmelisest terviseriski hindamise mudelist ning andmete saamiseks viidi läbi kaks spetsiaalset uuringut. Joogivee proovid võeti kõikidest ühisveevärkidest, kus oli vähemalt 100 tarbijat (kokku 735 veeproovi). Elanike ekspositsiooni määramiseks seoti fluoriidiuuringu andmed veetarbijate arvuga veevärkide viisi. Uuring hõlmas 94% ühisveevärgi tarbijatest ja 78% Eesti rahvastikust. Hambafluuroosi levimuse ja joogivee fluoriidisalduse seose hindamiseks (doosi-vastuse suhe) viidi läbi retrospektiivne uuring Tartu linna kuues piirkonnas, kus joogivee fluoriidisaldus oli erinev.

Joogivee fluoriidisaldus Eestis varieerub suurtes piirides: 0,05 kuni 6,95 mg/l. Fluoriidisaldus sõltub kasutatavast veekihist, regioonist ja seguvee kasutamisest veevõrkides. Suurema fluoriidisaldusega vesi pärineb Siluri-Ordoviitsiumi veekihist, mis on Pärnu ja Lääne maakonnas sageli ainsaks joogiveeallikaks. Fluoriidirikas vesi on ka Kesk-Alam-Devoni-Siluri veekihis, mida kasutatakse Kesk-Eestis. Eesti elanike joogivee kaudne fluoriidiekspositsioon varieerub suurtes piirides ning sõltub veeallikast ja paikkonnast. Optimaalse fluoriidisaldusega (0,5–1,5 mg/l) vett tarbib vaid 38 % uuritud elanikkonnast. Samal ajal on fluoriidivaese (<0,5 mg/l) vee kasutajaid üle poole (58 %) uuritustest. Fluoriidivaene on joogivesi Võru, Põlva ja Valga maakonnas. Joogivee normist suurema fluoriidisaldusega (>1,5 mg/l) vett tarbib 42 570 (4 %) isikut, kes elavad peamiselt Pärnu, Lääne, Rapla ja Tartu maakonnas.

12-aastaste koolilaste retrospektiivne uuring Tartus näitas, et hambafluuroosi levimus oli keskmiselt 30 %, enamikul juhtudest esines fluuroosi kerge vorm. Hambafluuroosi levimuse ja joogivee fluoriidisalduse vahel saadi tugev seos:  $r = 0,93$ . Eesti elanike joogivee liigsest fluoriidisaldusest tulenevat terviseriski hinnati šansside suhtena ekspositsiooni neljas intensiivsuse kategoorias maakondade viisi. Teades joogivee tarbijaid maakonniti fluoriidiekspositsiooni intensiivsuse järgi, on võimalik igas maakonnas ja iga veevärgi puhul hinnata, kui suur on hambafluuroosi haigestumise tõenäosus, mis tuleneb joogivee fluoriidisalduse piirnormi ületamisest.

## Kaido Soosaar

21. detsembril 2010 kaitses TÜ geograafia doktorinõukogu koosolekul doktoritööd Kaido Soosaar "*Greenhouse gas fluxes in rural landscapes of Estonia*" (Kasvuhoonegaaside emissioon Eesti maastikes) doctor philosophiae kraadi saamiseks geograafia erialal. Töö juhendaja oli prof Ülo Mander, oponent oli prof Siegfried Fleischer Halmstadi Ülikoolist Rootsist. K. Soosaar on lõpetanud Tartu Ülikooli keskkonnatehnoloogia bakalaureusõppe 2004. aastal ja kaitses teadusmagistri väitekirja samal erialal kaks aastat hiljem. Praegu töötab K. Soosaar TÜ geograafia osakonnas teadurina.

Kasvuhoonegaase on maailmas väga põhjalikult uuritud. K. Soosaare doktoritöö sisaldab 165 *ISI Web of Science* andmebaasis publitseeritud artikli ülevaadet ja laiamahulist uurimustööd, mille raames mõõdeti Eestis  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  ja  $\text{CO}_2$  emissioone 14 erinevalt maakasutusega alalt. Suurim lämmastikoksiidi emissioon leiti kuivendatud (osaliselt taastatud) turbaaladelt ja lammialadelt (vastavalt 7,2 ja 6,5 kg  $\text{N}_2\text{O}-\text{N}$  ha/a). Emissiooni intensiivsusest järgnesid põllumaad hüdro-morfsetel muldadel (4,5 kg), väetatud heinamaad (4,2–4,7 kg) ja lehtpuumetsad hüdro-morfsetel muldadel (3,8 kg). Kõigi kolme mõõdetud kasvuhoonegaaside emissioonid näitasid nii ruumilist kui ka ajalist varieeruvust ning erinevusi vastavalt keskkonnatingimustele. Suurimad  $\text{CH}_4$  mediaanväärtused määrati hüdro-morfsetes veekogu kaldaäärsetes metsamuldades ning poldri (kuivendamissagedus kord aastas) muldades. Kõrgeimad  $\text{N}_2\text{O}$  emissioonid esinesid väetatud autotroofsetel põllumuldadel, autotroofsetel kaldaäärsetel metsamuldadel ning kõdumetsamuldadel. Suurimad  $\text{CO}_2$  aastased emissioonid (mediaanväärtused) olid automorfsetel söötis maa ja heinamaa muldadel. Kui  $\text{CO}_2$  ja  $\text{CH}_4$  emissioonid näitasid uurimisaladel erinevusi vastavalt aastaegadele, siis dilämmastikoksiidi emiteerimisel ei leitud selgelt ajalist trendi.  $\text{CO}_2$  emissioonide puhul leiti

tugev korrelatsioon (kõikidel uurimisaladel  $R^2=0,72$ ) mulla temperatuuriga. Seega emissioonid olid suuremad suveperioodil.  $\text{CH}_4$  puhul ilmnis erinevus auto- ja hüdro-morfsete muldade vahel, mil esimesed olid eelkõige metaani sidunud ning hüdro-morfsete mullad emiteerijad.

Viiratsi ja Porijõe veekogude kaldaäärsete kaitsevööndite puhul leiti tugevad seosed mõõdetud gaaside ja kuu keskmise õhutemperatuuri ning  $\text{CH}_4$  emissiooni ja kuu sademete hulga vahel. Kui veetase oli kõrgemal kui 20 cm maapinnast, siis  $\text{CH}_4$  emissioon suurenes ning  $\text{N}_2\text{O}$  ja  $\text{CO}_2$  vähenes. Reovee järelpuhastina kasutava pilliroostiku uurimistulemused näitasid, et keskmine  $\text{N}_2\text{O}$  emissioon oli suhteliselt madal, varieerudes - 5,0 kuni 3,7 g  $\text{N}_2\text{O}$   $\text{m}^2/\text{h}$ .  $\text{CH}_4$  emissiooni puhul ilmnesisid suured ajalis-ruumilised erinevused, kusjuures suurimad väärtused mõõdeti märgala sissevoolus. Keskmine  $\text{CO}_2$  emissioon roostikust varieerus 14,3 kuni 334 mg  $\text{CO}_2\text{-C}$   $\text{m}^2/\text{h}$ .

## Jaan Pärn

22. detsembril 2010 kaitses Jaan Pärn doktoriväitekirja "*Landscape factors in material transport from rural catchments in Estonia*" (Toitainete ärakande maastikulised tegurid Eesti valglatest) loodusgeograafia erialal. Doktoritöö juhendaja oli prof Ülo Mander ning oponent prof Gilles Pinay Birminghami Ülikoolist Inglismaalt. Keeruliste ilmastikutingimuste tõttu oponent ei saanud Tartusse ei sõita ning oponeerimine toimus Skype'i vahendusel. See oli Tartu Ülikoolis esmakordne juhus, kus kaitsmisel tuli Skype appi võtta. J. Pärn lõpetas Tartu Ülikoolis geograafia balaureusõppe 2003. a. ja kolm aastat hiljem kaitses teadusmagistri tööd. Praegu töötab ta TÜ geograafia osakonnas teadurina.

Uurimistöö eesmärk oli selgitada Eesti põllumajandusmaastikes fosfori, lämmastiku ja orgaanilise süsiniku liikumist. Uurimistöö käigus arutati ja modelleeriti Porijõe ja selle alamvalglate fosfori ja lämmastiku ärakanne. Lisaks arutati orgaanilise süsiniku ärakanne Eesti vooluvete seire andmeid kasutades 11 valgalt. Ökotonide analüüsiks Rõngu-Palupera moreentsandikul kasutati redokspotentsiaali indikaatoritena selgeid mullaniiskuse piire. Selleks määrati 24 redoksbarjääri lõiku ning uuriti nendega risti paiknevatel transektidel ruumilisi erinevusi taimkattes.

Uurimistöö tulemuseks olid uudsed järeldused Eesti valglate toitainete voogudest, eriti mis puudutab süsinikuühendite ärakande suurenemist seoses kliimamuutustega. Samuti analüüsiti luha ja mineraalmaade vahelisi ökotone seni vähe käsitletud maastiku geokeemilisest aspektist. Selgus, et fosfori ärakanne on tugevalt seotud voolunõvade ja voolutakistustega.

Seetõttu on fosfori puhul eriti selged seosed maastikumustri ja vee-  
kogude puhverribadega. Lämmastiku väljakande määravad paljuski  
põllumajandusega seotud tegurid ja mulla niiskuserežiim. Lämmastiku  
ärakande suurim varieeruvus tuvastati väikestes valglates. Orgaanilise  
süsiniku kontsentratsioon ja ärakanne Eesti jõgedes aastatel 1992–2007  
kasvas. Seejuures väljakanne suurenes hoolimata äravoolu vähenemisest.  
Peamiseks kasvu põhjustajaks olid aastatel 2000–2007 sagenenud madal  
suvine veetase, mille mõju suurendasid omakorda kuivendussüsteemid.  
Seda kinnitab statistiliselt tugev korrelatsioon hüdroloogilise põua  
näitajaga.

Lammide ja mineraalmaa piiril paiknevate redoksbarjääride analüüs  
näitas, et neid tähistavad maastikus erinevate taimkatteüksuste servad.  
Vastavad ökotonid asuvad tüüpilisel põlluserva vahetus läheduses  
künniterrasside all. Põllumaade kuivendamisega eemaldatakse redoks-  
barjäärid ja kaovad ökotonid, maastikumuster lihtsustub ja suureneb  
ökoloogiliste häiringute tõenäosus. Selliseid ökotone võib kasutada  
soode ja muude määrgalade piiritlemisel ning põllumajandusmaastiku  
jätkusuutliku kasutamise planeerimisel.

## Triin Saue

19. mail 2011 kaitses Triin Saue doktoriväitekirja "*Simulated potato crop  
yield as an indicator of climate variability in Estonia*" (Modelleeritud  
kartulisaak kui kliima varieeruvuse näitaja Eestis) loodusgeograafia  
erialal. Doktoritöö juhendaja oli TÜ klimatoloogiaprofessor Jaak Jaagus  
ja bioloogiakandidaat Jüri Kadaja Eesti põllumajandusuuringute insti-  
tuudist. Oponent oli Dr. Pierluigi Canaca Sveitsi Reckenholz-Tänikoni  
põllumajandusuuringute jaamast. T. Saue on lõpetanud Eesti Mere-  
akadeemia ja Tallinna ülikooli hüdrometeoroloogia erialal ning kaitsnud  
magistritöö Tallinnas Euroülikoolis. Alates 2005. aastast töötab ta Sakus  
Eesti põllumajandusuuringute instituudis teadurina.

Väitekirja autor on kasutanud kliima mõju hindamiseks maksimaalse  
produktiivsuse printsibiist ja etalonsaakide meetodist tuletatud meteoro-  
loogiliselt võimaliku saagi mõistet (MVS – suurim võimalik saak  
olemasolevate meteoroloogiliste tingimuste korral). See kontseptsioon  
tähendab põllumajandustaimede saagikuse arvutamist matemaatilise  
mudeli abil ja võimaldab vaadelda meteoroloogiliste tingimuste ja nende  
muutlikkuse otsest mõju saagile. Lisaks on võimalik tõlgendada saadud  
tulemusi ka teisipidi ja kasutada arvatud saagirida integraalse muutu-  
jana, mille abil on võimalik hinnata kokkuvõtlikult suvekuude ilmastikku  
ja kliimat erinevatel aastatel ja erinevates piirkondades.



Uurimistöös püüti hinnata, kas ja kuivõrd annab MVS kliima varieeruvuse kohta lisainformatsiooni võrreldes traditsiooniliste meteolementidega. Selleks arvutati kartuli produktsooni mudeli POMOD abil pikaajalised MVS read ühe hilise ja ühe varase kartulisordi jaoks kolme Eesti meteojaama (Tartu, Tallinn, Kuressaare) andmete abil, mis iseloomustavad Eesti erinevaid kliimatingimusi.

Tegelikku kartulisaaki mõjutavad eelkõige kevadised (aprill-mai) ilmastikutingimused. Positiivne seos esines saagi ja temperatuuri vahel, negatiivne saagi ja sademete summa vahel. Suuresti toimivad need seosed mullatemperatuuri ja -niiskuse kaudu, kuna kartuli mahapanek toimub alles maikuu ja aprilli-mai meteolementide mõju taimekasvule ei ole seetõttu otsene. Sademete positiivne mõju avaldub saagile alates õitsemise faasist, mil hakkab toimuma mugulate moodustumine.

Sajandipikkustes modelleeritud MVS ridades esinevad vaid nõrgad ja statistiliselt mitteolulised trendid, kuigi statistiliselt usaldusväärseid trende võib leida üksikute lühemate perioodide kohta. Kõigis kolmes jaamas esinevad statistiliselt olulised polünomiaalsed seosed MVS ja summeeritud meteolementide vahel, kuid lineaarsed seosed on usaldusväärsed ainult Eesti läänesaartel (Kuressaares). MVS varieeruvuse usaldusväärne suurenemine, mis määrati Tartus uuritava perioodi teises pooles, esines vaid nõrgalt sademete reas ja puudus täiesti temperatuuri ja kiirguse andmetes.

Hindamaks reljeefist tulenevaid mullaniiskuse erinevusi ja nende mõju kartulisaagile, täiendati mudelit POMO alamprogrammiga, mis võimaldab hinnata sademetevee ümberjaotumist nõlval. Tulemusena leiti, et Kuressaares on mullaniiskuse positiivne mõju iseloomustatav MVS muutuse kaudu nõlva ülaosast allapoole – mida rohkem lisavett on taimele juurdevoolu tulemusena kättesaadav, seda kõrgem saak. Tallinnas on olukord teistsugune, halvemad kasvutingimused esinevad kõige rohkem lisaniskust saaval nõlvajalamil, kuid soodsas olukorras ei ole ka kõige rohkem niiskust kaotav nõlva ülaosa. Tallinnas olid reljeefist põhjustatud saagikaod oluliselt suuremad kui Kuressaares; eriti halvasti mõjusid ekstreemsete sademetega aastad.

## Katrin Rosenvald

21. juunil 2011 kaitses Katrin Rosenvald doktoriväitekirja "*Factors affecting ectomycorrhizal roots and rhizosphere in silver birch stands*" (Imijuuremorfoloogiast ja risosfääriprotsesse mõjutavad tegurid arukaasikutes) loodusgeograafia erialal. Doktoritöö juhendajad olid prof Krista Lõhmus TÜ botaanika ja taimeökoloogia osakonnast ning vanem-

teadurid Ivika Ostonen ja Jaak Truu geograafia osakonnast. Oponent oli prof Leena Finer Soome metsauurimise instituudist. K. Rosenvald on lõpetanud 1999.a. Virumaa kõrgkooli rakendusõppe täppisteaduste erialal ja 2005.a. TÜ balaureusõppe keskkonnatehnoloogia erialal.

Mineraaltoitainete, eelkõige lämmastiku kättesaadavus on peamine metsaökosüsteemi produktiivsust ja süsiniku salvestumist limiteeriv tegur. Peenjuurtesse ( $D < 2$  mm) võib minna kuni 75% metsade neto-produktsioonist, mistõttu on peenjuurteil süsinikuringes väga oluline roll. Ektomükoriissete puude, sh arukase mineraalse toitumise seisukohalt on peenjuurestikus olulisimad imijuurad, mis seenpartneri ehk ektomükoriisaseene niidistiku abil omastavad mullast vett ja mineraalaineid. K. Rosenvaldi doktoritööl oli kaks põhieesmärki:

- 1) analüüsida arukase kui Põhja-Euroopas levinud ja majanduslikult olulisima lehtpuuliigi imijuurte morfoloogilisi adaptatsioone ja risosfääriefekti erinevates kasvukohatingimustes;
- 2) selgitada puude vanuse mõju imijuurte morfoloogiale ja risosfääriefekti avaldumisele seoses puu mineraalse toitumusega.

Kasvukoha mõju kaskede ektomükoriissete imijuurte morfoloogiale ja risosfääriefektile analüüsiti endistel põllumaadel kasvavates noortes kaasikutes. Vanuselisi muutusi ektomükoriissete imijuurte morfoloogias ja risosfääriefekti uuriti jänesekapsa kasvukohatüübis looduslikult uuenenud kaasikute ja tasandatud põlevkivikarjääridele istutatud kaasikutes. Toitainete kättesaadavust puistus hinnati lehe lämmastiku-, fosfori- ja kaaliumikontsentratsiooni ja juure füsioloogilist aktiivsust juure lämmastikukontsentratsiooni kaudu.

Kasvukoht ja puu vanus avaldasid olulist mõju nii imijuurte morfoloogiale kui ka risosfääriefekti avaldumisele. Imijuurte eripind ja eripikkus olid suuremad väiksema lehelämmastiku, seega halvema lämmastikutoitumuse korral nii endistel põllumaadel kui ka metsamaal kasvavates kaasikutes. Kase imijuurte morfoloogia dünaamika oli sarnane nii happelisel metsamaal kui ka lubjakivirikkal karjääripuis-tangul kasvavate puistute vanuseridades, kusjuures muutused imijuurte morfoloogias toimusid kiiremini nooremas eas. Mõlemas kaasikute vanuseraas kahanesid imijuurte eripind ja eripikkus puu vanusega, kuna imijuurte kudede tihedus ja diameeter suurenesid puu vanuse kasvades. Metsamaa arukaasikute vanuseraas mõõdeti lehtede eripinnad ja lämmastiku kontsentratsioon, mis samuti kahanesid puu vanuse kasvades. Tõenäoliselt olid vanemate kaskede imijuurte suurem kudede tihedus ja diameeter tingitud nende pikemast keskmisest elueast. Seega olid kiired kasvu, kõrget efektiivsust ja füsioloogilist aktiivsust näitavad lehe- ja juureparameetrid suuremad nooremates puistutes ning võib järeldada, et lehtede ja imijuurte morfoloogia dünaamika on kooskõlas puistu

arenguga. Töö tulemused aitavad püstitada uusi hüpoteese juurte ja risosfääri adaptatsiooni edasiseks uurimiseks ja on kasutatavad erinevate keskkonnamõjude, sealhulgas muutuva maakasutuse tagajärgede prognoosimisel arukaasikutes.

## Ülle Marksoo

8. detsembril 2011 kaitses Ülle Marksoo doktoriväitekirja "*Long-term unemployment and its regional disparities in Estonia*" (Pikaajaline töötus ja selle regionaalsed erinevused Eestis) inimgeograafia erialal. Doktoritöö juhendaja oli TÜ inimgeograafia professor Tiit Tammaru. Oponent oli prof Örjan Sjöberg Stockholmi majanduskõrgkoolist. Ü. Marksoo on lõpetanud TÜ majandusgeograafia erialal 1979. aastal. Ta töötas nõukogude perioodil TA Majanduse instituudis teadurina ja alates 1992. a. Sotsiaalministeeriumis; praegu tööpoliitika info- ja analüüsi osakonnas. Väitekirja kaitsmise ajaks oli Ü. Marksool trükitud avaldatud üle 30 teaduspublikatsiooni.

Pikaajalist töötust Eestis on vähe uuritud, eriti regionaalsest aspektist. Ü. Marksoo doktoritöös analüüsitakse pikaajalise töötuse kujunemist ja selle struktuuri muutusi ligi kahe aastakümne jooksul. Seejuures analüüsitakse pikaajalist töötust ka regionaalselt, võttes aluseks viis regiooni: Põhja-, Lääne-, Kesk-, Kirde- ja Lõuna Eesti. Peamised uurimisküsimused olid järgmised:

- 1) Kuidas on muutunud pikaajalise töötuse dünaamika ja struktuur Eestis alates taasiseseisvumisaja algusest kuni 2010. aastani, eriti majanduskasvu ja majanduslanguse perioodidel.
- 2) Milliste sotsiaal-demograafiliste tunnustega ja millistes regioonides elavatel inimestel on suurem risk jääda pikaajaliselt töötuks.

Metoodika aluseks on Rahvusvahelise Tööorganisatsiooni (ILO) välja töötatud mõisted, mis tagavad tulemuste rahvusvahelise võrreldavuse. Peamise andmeallikana kasutati Statistikaameti tööjõu-uuringu andmeid, mis võimaldavad saada pikaajalisest töötusest kõige terviklikuma ülevaate.

Analüüsist selgus, et pikaajalise töötuse tekkele Eestis viisid eelkõige struktuurimuutused majanduses, millega kaasnes kiire töökohtade kadumine ja töötuse kasv. Uued loodavad töökohad vajasisid uute oskustega inimesi. Töötute oskuste mittevastavus tööturu nõuetele ja töökohtade regionaalse paiknemise mittevastavus tööjõu pakkumisele viisid töötötsingute kestuse piknemisele ning struktuurse tööpuuduse tekkele. Vaadeldava perioodi jooksul võis täheldada kolme pöördepunkti, mis põhjustasid töötuse järsu tõusu:

- a) Taasiseseisvumise järel majanduse restruktureerimisega seotud ümberkorraldused 1990. aastate alguses.
- b) Venemaa majanduskriis aastatel 1998–1999 ja ülemaailmne majanduskriis, mille mõju tööturule hakkas avalduma 2008. aasta teisel poolel.
- c) Seevastu kiire majanduskasvu aastatel 2004–2007 vähenes peale lühiajalise töötuse ka pikaajaline töötus ning mitteaktiivsus.

Eesti tööturul toimusid lühikese aja jooksul pikaajalise töötuse dünaamikas väga suured muutused. Kõige raskemini mõjutas tööturgu 2008. aastal alanud majanduskriis. 2010. aastal oli Eestis rekordarv, ligi 53 000 pikaajalist töötut, s.o. 45% kõikidest töötutest. Pikaajalise töötuse määr ulatus 7,7%-ni, mis oli kaks korda kõrgem kui Euroopa Liidus keskmiselt (3,8%). Analüüsi tulemused näitasid, et mitte-eestlastel, üle 50-aastastel ja madala haridustasemega isikutel on suurem šanss jääda pikaajaliseks töötuks nii majanduskasvu kui majanduslanguse perioodil. Seejuures oli elukoha regioon statistiliselt oluline ainult majanduskasvu aastail. Nendel, kes elasid Kirde-Eestis ja maapiirkondades, oli suurem risk jääda pikaajaliseks töötuks kui mujal Eestis. Soolises võrdluses on meestel olnud alati suurem pikaajalise töötuse määr kui naistel, eriti majanduskriisi perioodidel. See näitab, et mehed töötavad enam sektorites (tööstus, ehitus), mis on tundlikumad majanduse tsükliliste kõikumiste suhtes.

Võis täheldada riigi ida- ja läänepoolsete alade polariseerumist. Töötuks jäämise risk oli suurem noortel, madala haridustasemega inimestel ja mitte-eestlastel, kelle elukoht on peamiselt Kirde- ja Põhja-Eestis. Eesti idapoolsetes regioonides on püsinud kõrgem (pikaajalise) töötuse määr juba ligemale paarkümmend aastat. Regioonide erinevused 2009. aastal küll vähenesid, kuid hakkasid uuesti suurenema 2010. aastal. Majandusbuumi ajal oli pikaajalise töötuse määr Kirde-Eestis 4–5 korda suurem kui ülejäänud regioonides. Majanduslanguse ajal kasvas pikaajaline töötus kõigis regioonides (Kirde-Eestis kuni 12%-ni, ülejäänud regioonides 7–8%-ni) ja vahed muutusid oluliselt väiksemaks.

Idapoolsed regioonid (valdavalt venekeelse elanikkonnaga tööstuslik Kirde-Eesti ja põllumajanduslik Lõuna-Eesti) olid varem seotud tihedalt Venemaa turuga, mistõttu kannatasid struktuurimuutuste tõttu kõige rohkem. Läänepoolsed regioonid (Lääne- ja Põhja-Eesti) võitsid oma arengus majandusbuumi ajal rohkem kui idapoolsed regioonid. Kõige mitmekülgsem majandus ja haritum tööjõud on Põhja-Eestis.

Kuna tööjõu-uuringute andmebaas ei võimalda valimi väiksuse tõttu detailset analüüsi maakondade viisi, tuleks pikaajalise töötuse regionaalsel analüüsil edaspidi keskenduda registreeritud töötuse andmes-

tikule. Samuti oleks vaja hinnata pikaajalistele töötutele pakutavate tööturumeetmete efektiivsust, et välja selgitada kõige tõhusamad meetmed, mis aitaksid töötuse kestust vähendada.

## Hando Hain

12. juunil 2012. a. kaitses Hando Hain inimgeograafia erialal doktoritööd teemal *"The role of voluntary certification in promoting sustainable natural resource use in transitional economies"* (Vabatahtliku sertifitseerimise roll keskkonnasõbraliku metsanduse edendamisel ülemineku-majanduse tingimustes). Väitekirja juhendaja oli TÜ geograafia osakonna inimgeograafia professor Rein Ahas, oponent prof. Olof Stjernström Rootsist Umea ülikoolist. H. Hain lõpetas TÜ geograafia osakonna 2003. a. loodusgeograafia ja maastikuökoloogia erialal ning 2007. a. kaitses ta teadusmagistri kraadi. Väitekirja autor on pikemat aega olnud tegev metsasertifitseerimise alal.

Doktoritöös on uuritud vabatahtliku sertifitseerimise rolli ja mõjusid Ida-Euroopa üleminekutingimustes. Uurimus tugineb suurel määral juhtumiuuringule Eestis, kus möödunud 20 aasta jooksul on toimunud üleminek nn nõukogude plaanimajanduslikult majandusmudelilt kapitalistlikule turumajandusele. Tulemuste laiendamiseks Ida-Euroopale, uuriti FSC sertifitseerimisauditite käigus selle piirkonna metsamajandajatele kehtestatud parandusnõudeid. Ülemineku-majanduse tingimuste välja selgitamiseks ja üldistuste tegemiseks on sertifitseerimise mõju Ida-Euroopas võrreldud Lääne-Euroopaga. Töös järeldatakse, et sertifitseerimine täiendab edukalt avaliku sektori püüdlusi reguleerida metsade jätkusuutlikku kasutust ülemineku-majanduse tingimustes, kus valitsuse suutlikkus ühiskaupade kasutuse edukaks reguleerimiseks on piiratud.

Peale Eesti iseseisvumist 1991 toimusid mitmed olulised muudatused. Omandireformi ja mitmete poliitiliste reformide samaaegne käivitamine tõi kaasa üldise poliitilise ja seadusandliku vaakumi. Metsasektoris tõi see kaasa raiemahu mitmekordse suurenemise ja ebaseadusliku raie, mis omakorda mõjus negatiivselt Eesti metsanduse ja puidutööstuse mainele. Nendes tingimustes tekkis valitsusvälistel keskkonnaorganisatsioonidel ja tööstusel ühine huvi võtta kasutusele alternatiivseid puidu kasutust suunavaid vahendeid, mis aitaksid parandada Eesti metsanduse toimimist ning mainet.

Analoogsed protsessid toimusid ka teistes Ida-Euroopa riikides ning 21. sajandi alguses omandasid paljud (valdavalt avaliku sektori) metsamajandajad FSC sertifikaadi. Töö tulemused Eestis ja Ida-Euroopas näitavad,

et sertifitseerimise käigus on nõutud mitmeid olulisi praktilisi muudatusi, mille järgimine aitab otseselt kaasa säästva metsamajanduse laiendamisele. Sertimisel on olnud positiivne mõju näiteks kemikaalide kasutuse vähendamisel, keskkonnariskide maandamisel, kaitsealade ja kaitsealuste liikide kaitse korraldamisel, bioloogilist mitmekesisust soodustavate elementide säilitamisel, läbipaistvaval suhtlusel huvigruppidega ja töötajate tööohutusnõuete rakendamisel. Eestis kaasati metsanduslikku diskussiooni uusi huvigruppe juba säästvat metsandust defineeriva standardi koostamise etapis, mille käigus tekkis mitmeid uudseid ideid, mis leidsid rakendamist ka praktikas. Samas ei ole sertifitseerimine Eestis mõjutanud näiteks lageraie osakaalu ega raie intensiivsust. Lisaks ei rakendatud sertimist laialdaselt erametsades, kus vajadus positiivsete muudatuste järele oli üleminekutingimustes suurim.

Töö tulemused annavad alust järeldada, et metsade vabatahtlik sertifitseerimine on oluline täiendav võimalus soodustada jätkusuutlikku loodusressursside kasutust üleminekutingimustes, kus avaliku sektori võimekus ressursikasutust kontrollida ja suunata on piiratud. Samas on ka sertifitseerimise enda suutlikkus piiratud. Vabatahtliku iseloomu tõttu on sertifitseerimise kasutuselevõtt vähene väiksema vastutustundega majandajate seas.

## Jüri-Ott Salm

14. juunil 2012 kaitses Jüri-Ott Salm doktoritööd maastikuökoloogia ja keskkonnakaitse erialal teemal "*Emission of greenhouse gases CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, and N<sub>2</sub>O from Estonian transitional fens and ombrotrophic bogs: the impact of different land-use practices*" (Kasvuhoonegaaside CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O vood soodes: kuivenduse ja maakasutuse muutuse mõju). Töö juhendaja oli prof. Ülo Mander, opponent Dr Jukka Alm Joensuu olevast Soome metsanduse uurimisinstituudist. Väitekirja autor on lõpetanud varem TÜ inimegeograafia erialal ning töötanud pikemat aega Eestimaa Looduse Fondi tegevjuhina ja juhatuse liikmena. Samuti on ta olnud mitme mittetulundusühingu nõukogu liige. Kuna arvatav kliima soojenemine ja CO<sub>2</sub> kontsentratsiooni suurenemine atmosfääris on looduskaitsete uurimisobjektiks olnud viimastel aastakümnetel, ei pääsenud teemast mööda ka tema. Seda enam, et ELF-i üheks peamiseks tegevusalaks on märgalade kaitse.

J.-O. Salmi töös on hinnatud kasvuhoonegaaside bilanssi boreaalsetes soodes tehtud uurimustulemuste ja Eesti erineva maakasutusega siirdesoodes ning rabades läbi viidud CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ja N<sub>2</sub>O mõõtmiste põhjal. Saadud mõõtmistulemuste alusel hinnati kuivenduse, turba kaevandamise

ja päideroo (*Phalaris*) kasvatamise mõju kasvuhoonegaaside emissioonile ja süsiniku bilansile. Bilansiarvutused näitavad väga ilmekalt, et sood, kus on toimunud või toimub kaevandamine, on väga selgelt ka CO<sub>2</sub> ja vähesel määral metaani allikad. Hinnanguliselt võivad ligikaudu 30000 ha mahajäetud ja aktiivsed turbakaevandamisalad emiteerida 191,5 t CO<sub>2</sub> ekv. aastas. Juhul, kui need alad oleksid looduslikus olekus, toimuks seal süsiniku sidumine 24,4 t CO<sub>2</sub> aastas. Seeläbi on Eestis kaevandamise poolt rikutud rabade ja siirdesoode kasvuhooneefekt ligikaudu 10 korda suurem kui juhul, mil need alad oleksid endiselt looduslikus olekus. Süsinikubilanss arvutati ka päideroo istanduse kohta. Uuringute tulemusel saab järeldada, et võrreldes turba kaevandamisega muudab päideroo kasvatamine jääksoodes need alad süsiniku emiteerijast süsiniku akumuleerijaks.

Lisaks gaasimõõtmistele analüüsiti päideroo kui energiakultuuri elutsüklit. Üks variant on kaevandamisala rekultiveerida, teine aga see, et seal kasvatada energiakultuure. Esialgsed andmed siiski näitavad, et päiderool suurt perspektiivi pole. Soomes intensiivselt käima läinud päideroo kasvatus on nüüdseks jõudnud tupikusse. Soomaa rahvuspargis asuvas Kuresoos aitasid uurimiserühma mõõtmised koguda andmeid taastamiseelse olukorra kohta. Kuresoos toimub loodusliku veerežiimi taastamine ja kuivenduskraavide kinnipanek ning sestap on võimalus võrrelda olukorda, mis oli sellel alal enne ja pärast taastamist. Senist praktikat soode taastamisel on olnud umbes paarkümmend aastat ja paljud uuringud, mis on taastamisjärgselt tehtud, näitavad, et alguses on taastatud alad suured kasvuhoonegaaside emiteerijad. Kui looduslik soo seob CO<sub>2</sub>, aga emiteerib hulga metaani ja vähesel määral naerugaasi, siis taastatud alad on osutunud lisaks metaanile ja naerugaasile siiski ka CO<sub>2</sub> emiteerijaks. Seega looduslik süsiniku sidumise võime tekkimine võib nendel aladel võtta väga pikka aega. Seega pole praegu põhjust hakata kiirkorras soode olukorda kuidagi sunniviisiliselt parandama. Nendel soosaladel, kus inim mõju on aga olnud juba märgatav, tuleks väga põhjalikult kaaluda ja uurida, mis oleks kõige optimaalsem kasutusviis. Sest asi ei puuduta ainult kasvuhoonegaaside bilanssi, vaid kogu loodusliku elurikkuse säilimist.

## Kristjan Karabelnik

30. augustil 2012 kaitses doktoriväitekirja keskkonnatehnoloogia erialal Kristjan Karabelnik. Töö, mille pealkiri oli *Advanced design and management of hybrid constructed wetlands: environmental and water purification effects* (Täiustatud meetodid kombineeritud tehismärgalade rakendamisel: keskkonnamõjud ja puhastusefektiivsus), juhendas TÜ

geograafia osakonna juhataja prof. Ülo Mander. Oponent oli prof. Otto R. Stein USA-st Montana ülikoolist. K. Karabelnik lõpetas TÜ bioloogia-geograafia teaduskonna 2003. a. keskkonnatehnoloogia erialal ning samas kaitses ta neli aastat hiljem ka magistrikaadi. Praegu töötab ta keskkonnakonsultatsioonifirmas Alkranel projektijuhina.

Kristjan Karabelnik jätkas oma doktoritööga TÜ geograafia osakonnas Ülo Manderi juhtimisel väljakujunenud uurimissuunda reoveepuhastus tehismärgalades. Tehismärgalade kasutamine reovee puhastamisel on levinud reoveepuhastuse ökoloogilise alternatiivina tavareoveepuhastuse tehnoloogiate (aktiivmudapuhastid, biofiltrid jne) kõrval. Seejuures sõltub reovee puhastamise efektiivsus oluliselt hapniku kättesaadavusest puhastussüsteemis. Seega, minimeerimaks tehismärgala pindala ning koos sellega ka reovee puhastamise kulusid, on oluline arendada tehnoloogiaid, mis parandavad tehismärgala hapnikuvarustust ning seeläbi ka reovee puhastamise efektiivsust. K. Karabelnik on tegelenud tehismärgalade hapnikuvarustuse parandamiseks kasutatavate meetodite uurimisega. Doktoritöö peamiseks eesmärgiks on hinnata mitmete tehniliste võtete rakendatavust parandamaks tehismärgalade ning pinnasfiltersüsteemide puhastusefektiivsust ning võrrelda uudse annus-tüüpi pinnasfiltersüsteemi efektiivsust seni kasutatavate läbivooluliste süsteemidega.

Väliuringute tegemiseks rajati kaks katselist pinnasfiltersüsteemi, millest esimene puhastas olmereovett ning teine majapidamise hallvett. Annus-tüüpi pinnasfiltersüsteemi puhul saavutati madala reostusastmega olmereovee puhastamisel väga head tulemused. Olgugi, et katselise pinnasfiltri õhustusvõime oli mõnevõrra madalam, kui näiteks viimasel aastatel levinud vertikaalvooluliste pinnasfiltrite puhul, võib eeldada, et kontsentreerituma reovee puhul ja/või suurema vooluhulga korral on võimalik saavutada ka oluliselt parem õhustamine.

Hallvee puhastamiseks rajatud kompaksete mitmekihiliste filtritega pinnasfiltersüsteemide puhul saavutati väga head puhastusefektiivsuse tulemused kõrge reostuskoormuse korral, mis julgustavad sarnaste täismõõduliste kompaksete süsteemide lasutamist kohtades, kus puudub ühiskanaliseerimine ning kus pinnasfiltri rajamiseks kasutatav maa-ala on väike. Kombineeritud pinnasfiltrites võiks vertikaalvoolulise filtri täitena kasutada kergkruusa fraktsiooni osakeste läbimõõduga 4–10 mm, horisontaalvoolulises filtris aga põlevkivituhaga setet. Puhastatud hallvett on võimalik edukalt taaskasutada näiteks vesiklosetis ja/või kastmisveena.



# TALLINNA ÜLIKOOLI GEOÖKOLOOGIA JA LINNAKORRALDUSE ERIALA LÕPETAJAD 2010.–2012. AASTAL

## 2010

### Bakalaureuseõpe

|                           |                      |
|---------------------------|----------------------|
| Triin Tanilas             | Aleksander Podgornov |
| Martin Küttim             | Pille Roosaar        |
| Johanna-Lisebel Järvelill | Airika Roosma        |
| Karin Kaja                | Sirje Sildever       |
| Ott Kalberg               | Helena Tammik        |
| Seila Kastein             | Liis Multer          |
| Jaanus Kirsi              | Elen Neito           |
| Raul Kurrista             | Helen Paas           |
| Henri Vetevood            | Egle Soe             |
| Egle Puusepp              | Piret Vacht          |
| Erik Põldma               | Maarja Vaikre        |

### Magistriõpe

#### Geoökoloogia

|                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| Tõnis Danilov         | Jelena Molodtsova |
| Svetlana Gornostajeva | Ene-Ly Männing    |
| Marko Häelm           | Riin Sikka        |
| Kristi Kobli          | Kerttu-Liina Tuju |
| Kristjan Kuusk        | Laura Väljaots    |

#### Geograafiaõpetaja

Merlyn Pajur

## 2011

### Bakalaureuseõpe

Annela Kütt  
Darja Lopatina  
Mirjam Pullerits  
Erika Raudsepp  
Liina Kukkur  
Silver Lind

Reelika Lust  
Berta Nurme  
Merle Soots  
Liisa Umbleja  
Kait Vader

### Magistriõpe

#### Geoökoloogia

Agnes Anderson

Marili Mühlbach

Hedvig-Ester Helme  
Silve Grabbi-Kaiv  
Janno Kuusik  
Karolin Mäe

Anna Nedelskaja  
Kaija Pärtli  
Marko Vainu

#### Geograafiaõpetaja

Tiia Onga

Maiki Lauri

#### Linnakorraldus

Ulrika Rosenblad

## 2012

### Bakalaureuseõpe

Andres Järve  
Valeria Kirejenko  
Maret Rebase  
Liina Saarm  
Agnes Burget  
Kati Elmi  
Mariell Jüssi  
Kai Koks  
Priit Kübar

Kaisa Metsla  
Elise Perle  
Anna-Helena Purre  
Kristjan Schmidt  
Dagmar Seppor  
Taavi Taavita  
Nele Väits  
Siim Laikask

## Magistriõpe

### Geoökoloogia

Karin Kaja  
Seila Kastein  
Signe Mäeküla

Egle Puusepp  
Piret Vacht

### Geograafiaõpetaja

Katri Mirski  
Heddy Riismaa

Pille Roosaar

### Linnakorraldus

Lauri Henno  
Kadri Koppel  
Julia Käen  
Liis Laine

Madle Lippus  
Annika Palu  
Robert Sadovski  
Erik Vest

## TALLINNA ÜLIKOOLI ÖKOLOOGIA DOKTORINÕUKOGUS KAITSTUD DOKTORITÖÖD 2009–2012

### Rando Tuvikene

25. augustil 2009 kaitses Rando Tuvikene Tallinna Ülikooli loodusteaduste doktorinõukogu koosolekul ökoloogia erialal väitekirja „Keemilise koostise ja struktuuride funktsionaalsõltuvused Läänemere vetika-kooslustes (*Functional dependencies of the chemical composition and structures in the Baltic Sea algal communities*)“. Töö juhendaja oli Tallinna Ülikooli Matemaatika ja Loodusteaduste Instituudi dotsent Dr. Kalle Truus, oponendid Dr. William Helbert Pierre ja Marie Curie Ülikooli Roscoff'i Bioloogiajaamast ja Dr. Katrin Laos Tallinna Tehnika-ülikoolist. Autor on lõpetanud Tallinna Pedagoogikaülikooli põhikooli loodusteaduslike ainete õpetaja diplomioõppe 2003. aastal ning on kaitsnud teadusmagistri kraadi füüsikalise keemia alal 2005. aastal Tallinna Ülikoolis. Aastatel 2010–2012 oli R. Tuvikene järel doktor Tokyo Mere- teaduse- ja Tehnoloogia Ülikoolis ning töötab praegu vanemteadurina Tallinna Ülikoolis.

Rando Tuvikese uurimistöö eesmärgiks oli Läänemere punavetikatest *Furcellaria lumbricalis* ja *Coccotylus truncatus* pärinevate sulfaaditud galaktaanide struktuur-omaduste väljaselgitamine. Töö käigus uuriti ekstraktsioonitingimuste mõju Kassari punavetikakoosluse biomassist pärinevate polüsahhariidide molekulaarstruktuurile, mineraalse osa koostisele, molekulmassi jaotusele ja reoloogilistele omadustele. Võrdlusainetena kasutati tuntud galaktaanpreparaate ning punavetikate *Ahnfeltia tobuchiensis* ja *Eucheuma cottonii* polüsahhariide. Tuvastati punavetikagalaktaanide (karraginaanide ja agarite) makroskoopilise geelimumoodustumise peamised etapid ning hinnati vastasioonide mõju furtsellaraangeelide struktuurile.

Leiti, et *F. lumbricalis* galaktaanide põhikomponendid on  $\beta$ -D-galaktoos ( $15 \pm 1\%$ ),  $\beta$ -D-galaktoos-4-sulfaat ( $36 \pm 1,5\%$ ), 3,6-anhüdرو- $\alpha$ -D-galaktoos ( $29 \pm 1\%$ ),  $\alpha$ -D-galaktoos-6-sulfaat ( $6 \pm 0,5\%$ ),  $\beta$ -D-galaktoos-6-sulfaat ja 6-O-metüül- $\beta$ -D-galaktoos. *C. truncatus* polüsahhariidide peamised komponendid on  $\beta$ -D-galaktoos-4-sulfaat ( $44 \pm 2\%$ ), 3,6-anhüdرو- $\alpha$ -D-galaktoos-2-sulfaat ( $30 \pm 1,5\%$ ),  $\alpha$ -D-galaktoos-2,6-disulfaat ( $12 \pm 2\%$ ) ning 4',6'-püruvaaditud karrabioos-2-sulfaat (1,4%). Kaug-Ida vetikaliigi *A. tobuchiensis* galaktaanide koostisse kuuluvad  $\beta$ -D-galaktoos (58%), 3,6-anhüdرو- $\alpha$ -L-galaktoos ( $30 \pm 3,5\%$ ), 2-O-metüül-3,6-anhüdرو- $\alpha$ -L-galaktoos ( $8 \pm 1\%$ ) ja  $\beta$ -D-galaktoos-6-sulfaat. Selgitati, et *F. lumbricalis* galaktaanide maksimaalne geelitugevus  $970 \text{ g/cm}^2$  (1,5% geelide puhul) on saavutatav optimaalsete ekstraktsioonitingimuste juures  $\text{Rb}^+$ -ioone sisaldavas leeliselises keskkonnas. *C. truncatus* polüsahhariidide geelimumoodustumisvõime seevastu on väike (geelitugevus 30–40  $\text{g/cm}^2$  2% geelide korral) ning ei sõltu oluliselt ekstraktsioonitingimustest. Tuvastati, et sõltuvalt galaktaani makromolekulaarse ahela koostises esineva 3,6-anhüdروgalaktoosi ruumilisest konfiguratsioonist (D- või L-isomeer) toimub vetikapolüsahhariidide geelistumine põhimõtteliselt erinevalt. Geelistumist soodustavate katioonide ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Rb}^+$ ,  $\text{Cs}^+$ ) esinemine  $\kappa$ -tüüpi karraginaanide kuumades vesilahustes indutseerib niitjate, geeli mikrostruktuuri tihendavate lisaelementide moodustumise geelistumisprotsessi käigus.

## Erkki Soika

Erkki Soika kaitses doktoriväitekirja „Keskkonna müra konstruktiivne roll ökooloogilistes mudelsüsteemides (*Constructive Role of Environmental Noise in Ecological Modelsystems*)“ Tallinna Ülikooli loodusteaduste doktorinõukogus 11. juunil 2010. aastal. Tema juhendajaks oli TLÜ Matemaatika ja Loodusteaduste Instituudi professor Romi Mankin ning oponentideks prof. Teet Örd Tartu Ülikooli Füüsika Instituudist ja prof.

Vladimir Gribkov Teoreetilise ja Eksperimentaalse Füüsika Instituudist. Väitekirja autor töötab praegu Tallinna Ülikooli Matemaatika ja Loodusteaduste Instituudis vanemteadurina.

Uurimistöö põhieesmärgiks oli välja selgitada, kas keskkonna mürasarnane toime ja vaadeldavate mudelsüsteemide sisemise deterministliku dünaamika koosmõju tulemina võivad ilmned kvalitatiivselt uued, eeterministlikul juhul mitteesinevad süsteemi olekud ja ülemineku protsessid. Uuriti kolme bioloogias huvipakkuvat mudelsüsteemi: 1) Beddingtoni troofilise kostega kiskja-saakloom tüüpi metapopulatsioonid, 2) bistabiilse potentsiaaliga Browni süsteemid ja 3) viskoelastse mäluga fraksionaalsed ostsillaatorid.

Väitekirjas avaldatud tulemused kuuluvad stohhastiliste protsesside teooria valdkonda. Käsitletud modelid on pigem üldised ja seetõttu võib tulemusi siduda erinevate teadusvaldkondade eksperimentide ja vaatlustega. Läbi viidud uuringud viitavad, et käsitletud mittetasakaalulised efektid on vähetundlikud värvilise müra ja ka süsteemides esineva interaktsiooni modifikatsioonide suhtes. Antud baasmudelite uuringute tulemused on interdistsiplinaarsed ning neid võiks kasutada võimalike seletustena ökosüsteemides esinevatele keskkonna fluktuatsioonide indutseeritud üleminekutele, mis mõnikord on katastroofilised. Tõepärane mudel, mis kirjeldab ökosüsteemides faasiüleminekute ja keskkonna parameetrite fluktuatsioonide omavahelist seost, pakub väärtuslikku informatsiooni säilitamiseks ökosüsteemide stabiilsust tehnogeenses keskkonnas.

## Tiit Vaasma

Tiit Vaasma kaitses doktoriväitekirja „Järvesetete lõimisanalüüs: uurimismeetodid ja rakendamine (*Grain-size Analysis of Lake Sediments: Research Methods and Applications*)“ Tallinna Ülikooli loodusteaduste doktorinõukogus 27. augustil 2010. aastal. Tema juhendajaks oli geograafiadoktor ja TLÜ professor Jaan-Mati Punning ja TLÜ Ökoloogia Instituudi vanemteadur Jaanus Terasmaa ning oponentideks Dr habil. (geoloogia) professor Wojciech T.J. Stankowski Adam Mickiewiczi Ülikooli Geoloogia Instituudist Poolast ja PhD (geoloogia ja minetaloogia) vanemteadur Leili Saarse Tallinna Tehnikaülikooli Geoloogia Instituudist. Autor on lõpetanud Tallinna Pedagoogikaülikooli geoökoloogia erialal 2004. aastal, kaks aastat hiljem kaitses teadusmagistri kraadi ja on töötanud paralleelselt TLÜ Ökoloogia Instituudis ning on 2011. aastast EGS-i teadussekretär.

Doktoritöö peamine eesmärk oli arendada lõimisanalüüsi eeltöötlusmeetodit sobivaks orgaanikarikaste kohhesiivsete järvesetete uuringuteks paleolimnoloogias. Tehti kindlaks, et kiireim ja usaldusväärsem oksüdeerimise meetod tuleb läbi viia kuumutusplaadil töödeldes proovi järjestikku 10% HCl-ga, seejärel 30%  $\text{H}_2\text{O}_2$  lahuses ning siis 10% KOH lahuses. Lisameetodina tuleb kasutada mikroskoopilist analüüsi, mis võimaldab jälgida eeltöötluste käiku ja selle toimet proovile. Erinevaid analüüsitud meetodeid kasutati paleolimnoloogilise suunitlusega uurimustes Martiska ja Peipsi järve setete uurimisel. Detailne võrdlus hästi dokumenteeritud Martiska järve veetaseme kõikumise andmete ning järvesette mineraalne ja terasuurse vahel näitas, et terasuurse jaotus varieerub sõltuvalt järve sügavusjaotusest ning proovivõtukohta paiknemisest kalda suhtes. Veetaseme kõikumine muudab järve sügavusjaotust ja settimisalade paiknemist ning seetõttu mõjutavad otseselt setete kujunemist, resuspensiooni ja sellega kaasnevalt ka akumulatsioonide ainetes veekeskonda sattumist. Koostati uus ja usaldusväärsem Peipsi järve pindmiste setete kaart. Selle põhjal saab pindmised setted jagada kolme gruppi: liiv, segasetted ja aleuriit. Peipsi Suurjärve kohta saab üldistatuna öelda, et rannalähedaste erosiooni- ja transpordialade setete koostis varieerub suuresti – leidub liiva- ja mudapõhja, paiguti esineb moreeni. Akumulatsioonialadel, kus vee sügavus ja kaugus rannast on suur, kuhjub peamiselt peente materjal segatuna autohtoonse orgaanilise ainega. Kuna antud materjal on kergesti ümberpaigutatav, näiteks hoovuste, lainetuse ja bioturbatsiooni mõjul, siis kandub seda suurel määral rannast kaugemale. Detailne põhjasetete kaardistamine ning sette päritolu ja dünaamika uurimine annab olulist teavet mõistmaks järve arengulugu ja ökoloogilist seisundit. Settesse on ladestunud looduskeskonnale kahjulikke ühendeid, mis teatud tingimuste kokkulangemisel võivad uuesti vette tagasi pääseda.

## Kaja Peterson

Kaja Peterson kaitses doktoriväitekirja „Keskkonnamõju hindamise tõhusust määravad tegurid (*Drivers of Effectiveness of Environmental Impact Assessment*)“ Tallinna Ülikooli loodusteaduste doktorinõukogus 21. jaanuaril 2011. aastal. Tema juhendajaks oli TLÜ keskkonnamõju hindamise osakonnast professor Tõnis Pöder ning oponentideks professor Markku Kuitunen Jyväskylä Ülikooli Bioloogia ja Keskkonnateaduste osakonnast ja professor Tõnu Oja Tartu Ülikooli geograafia osakonnast. Kaja Peterson on uurinud keskkonnamõju hindamise tõhusust määravaid tegureid ja jõudnud järeldusele, et keskkonnamõju hindamise tõhusus sõltub sellest, mis on hindamise eesmärk ja kas kõik asjaosalised mõistavad seda samamoodi.

K. Petersoni töös võeti vaatluse alla keskkonnamõju hindamise tõhusust määravatest teguritest dokumentide, eelkõige hindamise aruannete, ja menetluse kvaliteet. Euroopa Komisjoni juhendi alusel hinnatud 50 keskkonnamõju hindamise aruande kvaliteet on küll aastate jooksul paranenud, kuid siiski on jäänud suuremateks puudusteks kavandavate tegevuste ebapiisav kirjeldamine, millest tuleneb ka eeldatavate mõjude mittetäielik käsitlemine ja alternatiivsete lahenduste ühekülgne analüüs. Paremini on aruannetes käsitletud keskkonnafooni. Autori poolt Eestis läbiviidud keskkonnamõju hindamise aruannete kvaliteedi uuringute tulemused sarnanesid mujal saadud tulemustega. Töös pakutakse välja keskkonnamõju hindamise efektiivsust määravateks teguriteks järgmised näitajad: 1) selgelt defineeritud eesmärk ja oodatav tulemus, 2) efektiivne osapoolte kaasamine ja ärakuulamine, 3) kõrgekvaliteedilised dokumendid, 4) keskkonnamõju hindamise positiivne mõju projektile või kavale ja otsusele, mille kaudu suurendatakse keskkonnahüvesid ja mille saavutamist kontrollitakse järelhindamisega, 5) kõrge aja- ja kuluefektiivsus. Nimetatud tegureid tuleb rakendada koos. Ühe või teise teguri välajätmisel ei ole keskkonnamõju hindamise efektiivsus tagatud.

Keskkonnamõju hindamise puhul on tegemist keeruka, paljude funktsioonide ja väljunditega protsessiga, mis seab kõigile menetlusosalistele teatud eeldused. Eelduste puhul on kesksel kohal regulatiivne tõhusus, millega määratakse ära oodatav lõpptulemus ja protsessi kul. Samas on olulisel kohal dokumentide kvaliteet, mis omakorda sõltub ekspertide ja ametnike pädevusest, kes dokumente koostavad või läbi vaatavad. Keskkonnamõju hindamisel on oluline avalik ehk sotsiaalne aspekt, kuivõrd hindamise käigus arutletakse väärtuste üle ning toimub süvaõppimine ja oskuste arendamine. Seetõttu on protsessi tõhususe oluliseks eelduseks ka usaldus menetlusosaliste vahel. Keskkonnamõju hindamise tõhusust mõjutavaid kõiki tegureid tuleks hindamise ja otsustamise puhul arvestada koos, kuivõrd ühe või mitme teguri arvestamine eraldi ei taga säästva arengu eesmärkide saavutamist kohalikul, riiklikul kui ka globaalsel tasandil.

## Liisa Puusepp

7. veebruaril 2011 kaitses Liisa Puusepp Tallinna Ülikooli loodusteaduste doktorinõukogu avalikul koosolekul ökoloogiaalast väitekirja “Diatomeekoosluste ajalis-ruumilised jaotused järvesetetes (*Spatio-temporal variability of diatom assemblages in lake sediments*)”. Töö juhendajad olid TLÜ professorid Jaan-Mati Punning ja Tiiu Koff ning Stockholmi Ülikooli füüsilise geograafia ja kvaternaargeoloogia teadus-

konna dotsent Jan Risberg. Oponendid olid Helsingi Ülikooli Kesk-konnateaduste teaduskonna dotsent Jan Weckström ja Eesti Maaülikooli Põllumajandus- ja keskkonnakaitse instituudi vanemteadur Sirje Vilbaste. Autor lõpetas Tallinna Pedagoogikaülikooli geoökoloogia bakalaureuseõppe 2002. aastal ning 2004. aastal kaitses teadusmagistri kraadi. Praegu töötab Liisa Puusepp TLÜ Ökoloogia Instituudis paleoökoloogia teadurina.

Liisa Puusepa väitekirja laiemaks eesmärgiks oli hinnata mõningate keskkonnaparametrite (järve vee sügavus, sette litoloogiline struktuur, kaugus kaldast, valgla taimkate) mõju ränivetika ehk diatomeekoosluste ajalis-ruumilisele jaotusele järvesetetes. Diatomeed on mikroskoopilised organismid, kes reageerivad kiiresti veekogu seisundi (happelisus, toitelisus, soolsus, temperatuur jne) muutustele ning paljudele liikidele on omane kitsas ökoloogiline amplituud. Nende ränist rakukest säilib setetes veel aastatuhandeid pärast selle kandja surma. Nimetatud omadused teevad neist head keskkonnaindikaatorid veekogu seisundi hindamisel ja setete analüüsi tulemuste põhjal veekogu arenguloo kirjeldamiseks. Diatomeeanalüüsi tulemuste interpreteerimisel ning selle põhjal järve arengut rekonstrueerides tuleb tähelepanu pöörata, et erinevates veekogudes mõjutavad diatomeekooslusi ning settinud diatomeepantsrite jaotusmustrit erinevad tegurid. Doktoritöös käsitletakse kolme erinevat uuringuobjekti: Väike Juusa järv Otepää kõrgustikul; Ķūži järv Vidzeme kõrgustikul Lätis ning suur ja madal Peipsi järv. Uuringu läbiviimiseks kasutati peale diatomeeanalüüsi mitmeid teisi paleolimnoloogilisi uurimismeetodeid ning andmete töötlemisel erinevaid statistilisi võtteid. Muutused ränivetikate koosluses võivad küllaltki selgelt peegeldada järve veetaseme kõikumisi möödanikus, näiteks uuritud Väike Juusa järve puhul. Ent on veekogusid (Ķūži järv), kus veetase on pikema perioodi jooksul olnud stabiilne ning muutusi järve ökosüsteemis põhjustavad muud tegurid, sh muutused järve valgla taimkattes ning inimtegevus järve ümbritseval alal. Doktoritöös kirjeldati ränivetika kooslusi Peipsi järve pindmistes settekihtides ja võrreldi neid 1970ndatel tehtud uurimistulemustega. Varasemaga võrreldes diatomeede liiginimekirjad oluliselt ei erine ning järves domineerivad samad liigid. Diatomeede kontsentratsioon ehk nende hulk settes ning nn tuumikalad, kuhu on settinud rohkem ränivetika massi, on aga veerandsajandi jooksul muutunud. Tõenäoliselt peegeldab see muutusi Peipsi hoovustes, mis kuhjavad peeneterised setted koos ränivetika kestadega settimisaladele.



## Egert Vandel

26. augustil 2011 kaitses Egert Vandel Tallinna Ülikooli loodusteaduste doktorinõukogu koosolekul väitekirja „Makrojäänuste koosluste moodustumine Baltikumi järvelistes setetes ning nende paleolimnoloogiline indikaatiivsus (*Formation of plant macrofossil records in lacustrine sediments of the Baltic region and their palaeolimnological implications*)“. Töö juhendaja oli TLÜ Matemaatika ja Loodusteaduste Instituudi professor Tiit Koff, oponentideks prof. Minna Välikanta Helsingi Ülikoolist ja Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudi teadur Helle Mäemets. Autor on lõpetanud Tallinna Pedagoogikaülikooli geoökoloogia erialal 2005. aastal, kaks aastat hiljem kaitses teadusmagistri kraadi ja on töötanud TLÜ Ökoloogia Instituudis.

Dissertatsiooni peamisteks eesmärkideks oli uurida, mil määral võib taimkate mõjutada paleolimnoloogilise materjali säilimist järve litoraalses alas, mil määral on tänapäeva taimestik esindatud järvede pindmistes setetes makrojäänustena ning tuvastada võimalikud veetaseme muutuse indikaatorliigid ja rakendada saadud teadmisi Kõži järve veetaseme kõikumise uurimisel Holotseeni vältel. Tulemused näitasid, et 50 % uuritud järvede tänapäevasest veesisesest ning ujulehtedega taimede liikidest olid esindatud pindmistes setetes makrojäänustena. Headeks kaldaäärsete alade indikaatoriteks osutusid inimtegevusega seotud taimede ning kuuse ja männi makrojäänused. Samuti leidis kollase vesikupu ning penikeelte seemneid valdavalt taimede kasvukoha läheduses, mis sobivad hästi 0,5–3,0 m sügavusvahemiku indikaatoriteks. Samas ajalooliselt täheldatud muutused Verevi järve taimestikus olid vaid osaliselt esindatud settes makrojäänustega. Domineeriva mändvetika asendumine rāni-kardheinaga on jälgitav settes vaid mändvetikate oospooride arvu vähenemisena ning kardheina rohkus pole makrojäänustena täheldatav. Orgaanikarikka põhjasette lagunemine on olnud kiire ning rohkest suurtaimestikust on jõudnud settesse vähe materjali.

Orgaanilise aine lagunemise kiirust settes võib mõjutada ka kasvav taimkate, mida näitasid Kiruvere järves läbiviidud alfa tselluloosi lagunemise eksperimendi tulemused. Taimkattega kaetud ala setetes oli lagunemine kiirem kui taimkatteta ala setetes, olles kiireim settekihi ülemises viie cm paksuses osas. Makrojäänuste analüüsi rakendati edukalt paralleelselt õietolmu ning sette litoloogilise koostise analüüsiga Kõži järve arenguloo uurimisel. Järve arengus eraldati viis peamist perioodi tuginedes valdavalt rekonstrueeritud veetaseme kõikumisele. Makrojäänuste analüüs andis vajalikku lisainformatsiooni, mis võimaldas teha täpsemaid ning usaldusväärsemaid paleolimnoloogilisi rekonstruktsioone.

## Galina Kapanen

16. märtsil 2012 kaitses Galina Kapanen Tallinna Ülikooli Matemaatika ja Loodusteaduste Instituudi loodusteaduste teadusnõukogu koosolekul ökoloogia erialal väitekirja „Fosfori jaotus Peipsi järve põhjasetetes: keskkonnategurite ja inimõju järve ökosüsteemile (*Phosphorus in the bottom sediments of the large shallow Lake Peipsi: environmental factors and anthropogenic impact on the lake ecosystem*)“. Doktoritöö juhendajad olid TLÜ Matemaatika ja Loodusteaduste Instituudi professor Jaan-Mati Punning ning TLÜ Ökoloogia Instituudi vanemteadur Jaanus Terasmaa. Oponendid olid Helsingi Ülikooli Bioloogia ja Keskkonnateaduste teaduskonna teadur Juha Niemistö ning TTÜ Geoloogia Instituudi vanemteadur Anu Kisand. Töö autor lõpetas Tallinna Tehnikaülikool (arvutisüsteemid) 1990. aastal ning 2002. aastal kaitses teadusmagistri kraadi Tallinna Ülikoolis geoökoloogia erialal. Praegu on G. Kapanen Ökoloogia Instituudi teadur.

Galina Kapaneni väitekirja laiemaks eesmärgiks oli hinnata looduslikke ja inimtekkelisi mõjusid suurele ja madalale Peipsi Suurjärvele, kasutades selleks hüdroloogilisi, litoloogilisi ja geokeemilisi näitajaid ning järve põhjasetete koostist, keskendudes peamiselt fosfori ajalisruumilisele jaotusele setetes. Fosfori fraktsioneerumine ning stabiilsus sõltub sette lõimisest. Fosforifraktsioonide jaotus korreleerub hästi põhjasetete keskmise terasuurusega ja nende eripinnaga. Sette flokulatsioonimehhanism ja aleuriidi osakesed mängivad olulist rolli saasteainete levikul Peipsi järves. Seda tõendab ka polüaromaatsete süsivesinike (PAH) jaotus põhjasetetes. PAH-i vähenemine esinemine madalaveelises kaldalähedases tsoonis viitab sellele, et need ühendid levivad õhu kaudu ning settivad veekeskkonnas kiiresti koos planktilist päritolu orgaanilise materjaliga. Üldfosfori kontsentratsioon on kõrgeim orgaanikarikaste peenteriste setete pindmises kihis, kus domineerib orgaaniline fosfor (kuni 52 % üldfosforist). Fosfori episoodilise ümbersettimise tõttu ei jäta järve veetaseme kõikumine otsest jälge mobiilsete elementide (nagu P) sisalduse muutuses järvesettes. Uuring näitas, et Püld sisaldus on olnud suhteliselt stabiilne Holotseeni algusest kuni 19. sajandi keskpaigani (settekihi sügavusel 0,5–6 m). Kõrge fosfori kontsentratsioon läbilõike ülemise osa vähetihenenud poorsetes setetes (veesisaldus üle 88 %) on ilmselt seotud fosfori aktiivse difusiooniga vee ja sette piirikihis. Fosfori kontsentratsioon on viimase 100 aasta setetes väga varieeruv. Kõige rohkem fosforit ladestus aastatel 2005–2008 ja 1914–1935. Orgaanilise fosfori domineerimine põhjasetetes näitab elustiku olulist rolli fosfori liikumisel vee ja sette vahel. PAH sisalduse ning sissekande analüüs lubas eristada kolme perioodi: 1) enne intensiivse inimõju kujunemist (kuni 1920-ndate aastateni), 2) mõõdukas sissekande suurenemine (eelmisest pe-

rioodist edasi kuni 1960-ndate aastateni) ning 3) põlevkivitööstuse mõjul järsk sisalduse tõus ning langus tänapäevaks. Seega saab PAHi sisaldust setetes kasutada markerina intensiivse inimtegevuse mõju selgitamisel. Viie sentimeetri paksuses ülemises settekihis Peipsi Suurjärve akumulatsioonialas (1830 km<sup>2</sup>) on ladestunud 395–490 tonni üldfosforit aastas. Viimase 15 aasta jooksul on potentsiaalselt mobiilset fosforit settesse ladestunud umbes 55 tonni aastas (~14 % üldfosforist) ning keskmine akumulatsioonikiirus viimase 100–125 aasta jooksul on olnud 63 mg m<sup>2</sup>/a.

## Tuuli Kauer

25. oktoobril 2012 kaitses Tuuli Kauer Tallinna Ülikooli loodusteaduste doktorinõukogu avalikul koosolekul ökoloogiaalast väitekirja “Veealuse valgusvälja ja fütoplanktoni primaarproduktiooni hindamine eri tüüpi Eesti järvedes (*Estimation of the underwater light field and phytoplankton primary production in different Estonian lakes*)”. Töö juhendajad olid TLÜ Matemaatika ja Loodusteaduste Instituudi professor ja TÜ Eesti Mereinstituudi juhtivteadur Helgi Arst. Oponendid olid Helsingi Ülikooli geofüüsika professor Matti Leppäranta ja Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituudi juhtivteadur Tiit Kutsar. Autor lõpetas Eesti Maaülikooli rakendushüdrobioloogia bakalaureuseõppe 2006. aastal ning 2008. aastal kaitses magistrikraadi. Praegu töötab Tuuli Kauer TÜ Eesti Mereinstituudis kaugeire ja mereoptika osakonnas.

Tuuli Kaueri doktoritöö põhieesmärgiks oli edasi arendada ja järve-uuringutes praktiliselt rakendada primaarproduktiooni mudeleid, automatiseerides neid ning määraes primaarproduktiooni vertikaalsete profiilide muutlikkust päeva jooksul, samuti integreeritud produktiooni päeva- ja kuusummasid kolmes Eesti järves: Peipsi, Võrtsjärv ja Harku järv. Tulemused saadi järgmiste juhtude jaoks: a) 32 üksikpäeva erinevatel aegadel kõigis kolmes järves; b) alates 1.05.2009 kuni 31.08.2009 Peipsis ja Võrtsjärves kokku 246 päeva jaoks; c) Võrtsjärve integraalse primaarproduktiooni aastasumma hinnang ajavahemiku 1982–2009 jaoks, arvatatud kuusummade alusel. Tulemused kinnitasid, et primaarproduktiooni profiilide päevane muutlikkus (väärtused ja kuju) pole põhjustatud mitte ainult päikese kaldenurga muutumisest päeva jooksul ja inhibitsioonist, vaid väga olulist rolli mängib ka pilvisus. Vahelduva pilvisuse tingimustes kujunevad ebaregulaarsed profiilid. Oluline oli veel hinnata, kuidas muutuvad mudeli kvantifitseerimise parameetrid, kui mudeli koostamisel kasutatakse erinevaid väärtusi. Selleks kvantifitseeriti, verifitseeriti ja automatiseeriti primaarproduktiooni mudelid uuesti, kasutades uusi fütoplanktoni erineeldumiskoeffitsiendi spektrite

algoritme. Primaarproduktiooni mudelite võrdlus näitas, et probleemi lahendus peitub adekvaatses kvantifitseerimises, sest saadi väga hästi kokkulangevad tulemused. Töös kasutatud mudeli rakendamiseks on vaja andmeid vaid kolme kergesti mõõdetava parameetri kohta: veepinnale langev kiirus, selle difuusne nõrgenemiskoeffitsient vees ja klorofüll *a* kontsentratsioon.

## Kadri Semm

Kadri Semm kaitses doktoriväitekirja “Miljööd naabruskonna kohaloomes” (*Milieus in Neighbourhood Place-making*) Tallinna Ülikooli humanitaarteaduste doktorinõukogu koosolekul 10. detsembril 2012. Töö juhendajaks oli TLÜ professor Hannes Palang ning oponentideks Turu Ülikooli professor Jussi S. Jauhiainen ja Åbo Akademi Ülikooli professor Mikko Lagerspetz. Autor on lõpetanud Tartu Ülikooli geograafia erialal 2004. aastal ning kaks aastat hiljem kaitses humanitaarteaduste magistrikaadi Tallinna Ülikoolis kultuuriteooria erialal.

Väitekirjas analüüsiti miljöö mõiste erinevaid rakendamisvõimalusi linnaliste naabruskondade kujunemisel. Keskenduti naabruskonna miljöö institutsioonilisele ning isiklikule tähendusloomele. Selleks uuriti ekspertide strateegilistel hinnangutel põhinevat miljöö tähendust, mida tehti planeerimisdokumente ning planeerimispraktikat analüüsides. Strateegilise miljöö tähenduse kõrval mõtestati paigaseoseline miljöö tähendus, mis kujuneb naabruskonna argisest elukeskkonnast ning põhineb inimese ja keskkonna muutuval suhtel. Miljöö paigaseoselist tähendust võib tõlgendada naabruskonnas pideva õppimisprotsessina, mille oluline tähtsus seisneb naabruskonnatasandil eneseteadlikkuse suurendamisel. Planeerimiskontekstist lähtuvalt analüüsiti, kas ja kuidas paigaseoselise miljöö integreerimine planeerimispraktikasse võimaldab naabruskonna miljöö loomet tema praeguse identiteedi pinnalt. Katsetati kvalitatiivsete meetodite sobivust isikliku paigaseose väljatoomiseks, mida saaks rakendada planeerimispraktikas. Ühiskondlikult võetuna kinnitab paigaseoselise miljöö tähenduse väljatoomine vajadust sotsiaalselt tõhusama planeerimiskontseptsiooni järele, milles naabruskonna elanike kogemused ning arvamused oleksid rohkem esile tõstetud. Miljöö mõiste tähenduse mõtestamine sotsiaalsruumilise paigaseosena arvestaks naabruskonna sotsiaalse infrastruktuuri puudujääkidega ning oleks seotud paigapõhiste arengutega. Empiirilise analüüsi keskmes olid Berliini ning Tallinna naabruskonnad, millega seostatakse halba mainet, kõrget kriminoogeensust, sotsiaalseid probleeme ning materiaalse keskkonna välisilmet.

## **EESTI GEOGRAAFIA SELTSI TEGEVUSEST AASTATEL 2009–2011**

Eesti Geograafia Selts on geograafe ja geograafiahuvilisi ühendav ning Eesti Teaduste Akadeemiaga assotsieerunud organisatsioon. Seltsi tegevuse põhisuunad on erialaste trükiste avaldamine, teadustöö, teadusürituste korraldamine ja geograafiateadmiste levitamine.

Eesti Geograafia Seltsi koosseisus tegutseb kolm sektsiooni: kooligeograafia, loodus- ja inimgeograafia sektsioon ning Tartu osakond ja lisaks aktiivne noorteklubi, millel on välja kujunenud traditsioonilised tegevused, mis on suunatud noorte kaasamisele akadeemilisse ühistegevusse ning Eesti geograafiliste tingimuste tundmaõppimisele, mis paljudel juhtudel täiendab ülikoolide praktikume.

### **2009**

2009. aastal tabas Seltsi suur kaotus – surma läbi lahkus 21. novembril president professor Jaan-Mati Punning (sündinud 13.03.1940). Mati oli Seltsi presidendiks alates 1985. aastast kuni surmani. Tema tööd jätkas kuni uute valimisteni Seltsi asepresident akadeemik Anto Raukas.

### **Teadustöö ja teadmiste levitamine**

2009. aastal oli Seltsi teadustöö plaanis mitu uurimisteemat:

Eesti geograafia (juhendaja akadeemik Anto Raukas) järgmiste allteemadega:

1. Pikaajalised muutused tuule suundade korduvuses Eestis ja nende seosed atmosfääri suuremõõtmelise tsirkulatsiooniga (Jaak Jaagus, Ain Kull).
2. Eesti Holotseeni meteoriidikraatrite morfoloogia ja ehitus (Reet Tiirmaa).
3. Peipsi ja Võrtsjärve rannavööndi ehitus ja kujunemine (Elvi Tavast).

Kooligeograafia järgmiste allteemadega:

1. Geograafia ainekava arendus (Lea Koppel).
2. Keskkonnakäsitluse teemade muutumine geograafia õpikutes alates 1970. a. tänapäevani (Sirje Siska).
3. Meisterõpetajate metoodilisi võtteid geograafia õpetamisel gümnaasiumis (Sirje Siska).

Eesti kartograafia ajalugu (juhendaja geograafiakandidaat Heino Mardiste): A. J. von Krusensterni Vaikse ookeani kaardid.

Geograafia ajalugu (juhendaja PhD (geogr) Erki Tammiksaar): Antarktilise kontinendi retseptsoon 19. ja 20. sajandi teaduskirjanduses ning kirjavahetustes.

Trükis ilmus Seltsi publikatsioonide XI osa: Puusepp, L. (toim.). 2009. Agu Sihvka annab aru...: Noorgeograafide sügisümpoosioni artiklite kogumik. EGS publikatsioonid XI. EGSN ja EGEA-Tartu, TLÜ Kirjastus, 124 lk.

19. aprillil toimus Seltsi üldkoosolek. Teadusettekandegaga „Kas taastuvenergia on väljapääs?“ esines akadeemik Anto Raukas.

Tartu Ülikooli raamatukogu konverentsisaalis toimus 24. aprillil kartograafiakonverents „Eestikeelne atlas 150“. Avati näitus eestikeelsetest geograafilistest atlastest (Tartu Ülikooli geograafia osakond, Eesti Geograafia Selts, Heino Mardiste).

Noorteklubi (EGSN) ühisüritusena Tartu noorte geograafidega (EGEA) toimus oktoobris 2009 Alatskivil Juhan Liivile pühendatud sügisümpoosion teemal „Kui seda metsa ees ei oleks“ (Kait Antso). Sümpoosionil esitatud ettekanded avaldatakse Eesti Geograafia Seltsi publikatsioonide sarjas omaette väljaandena, mis annab võimaluse tutvustada noorte uurimistöid laiemale avalikkusele. Noorgeograafid aitasid kaasa Eesti Loodusuurijate Seltsi geoloogiasektsiooni eestvedamisel läbi viidud tudengitööde konkursi korraldamisel ning andsid välja EGSN eripreemia.

EGS kooligeograafia sektsioon (Ulvi Urgard) osales tavapäraselt koostöös Tartu Ülikooli geograafia osakonna ning Haridus- ja Teadusministeeriumiga geograafia õpetamise teaduslik-metoodiliste probleemide lahendamisel, gümnaasiumi geograafia riigieksamite ettevalmistamisel ja eksamitulemuste analüüsimisel, samuti keskkonnahariduse edendamisel ja õpetajate enesetäiendamisel (Lea Koppel, Ulvi Urgard).

12. veebruaril 2009 toimus Tallinna ja Harjumaa geograafiaõpetajate aktiivi osavõtul geograafia ainekava arutelu. 17.–18. aprillil 2009 osaleti geograafiaõpetajate kevadpäevadel Tartus (Ülle Liiber, Ulvi Urgard).

Tallinna ja Harjumaa kooligeograafia sektsiooniga käidi 19.–22. septembril 2009 Kuramaa reisil (Ulvi Urgard, Kersti Ojassalu). Sügisel jätkus Harju-Rapla Looduskaitsekeskuse korraldusel sariüritus „Harime Harjumaal“, osalesid EGS kooligeograafid. Jätkus geograafia teemapäevade korraldamine õpilastele: veebruaris Turba Gümnaasiumis „Aafrika“ (Merike Palts), aprillis Viimsi Keskkoolis „Euroopa Vahemere regioon“ (Andres Tõnisson ja Kersti Ojassalu) ning oktoobris Saue Gümnaasiumis „Eesti loodus“ (Ulvi Urgard ja Andres Tõnisson).

Koostööd arendati paljude teadusasutuste, organisatsioonide ja kõrgkoolidega. Samuti peeti ühendust välisriikide teadlastega. Seltsi esindatus Rahvusvahelises Geograafia Liidus ja Läänemere Regiooni Geograafia Seltside Assotsiatsioonis, samuti Seltsi liikmete osalemine välismaa teadus-foorumitel, väljaannete levitamine võõrsil ning välisteadlaste tutvumine Seltsi tööga kohapeal on aidanud eesti geograafiateadust tutvustada ka väljaspool Eestit.

## Huvihariduslikud tegemised

Klubiõhtutel (8) kuulati reisimuljeid ja geograafiauudiseid. Noorteklubi traditsiooniline maakonnaekskursioon viis osalejad 25.–26. jaanuaril 2009 Lääne-Harjumaale ja mais külastati Pakri saart. Traditsiooniks saanud noorgeograafide rattamatk algas Tartust ja viis matkajad Lõuna-Eesti vahelduvatele maastikele. Soosõprade klubi käis 1. mail 2009 Kastna rabas, 20. juunil matkati Roosna-Allikult läbi Iiripilli raba üle Jägala jõe, 20.–22. juulil käis rühm geograafe Vilsandil. 28. juulil toimus jalgsimatk Viimsi poolsaarel.

Augustis suundus bussitais geograafe Seltsi traditsioonilisele suveekskursioonile Saaremaale ja Abrukale, kus Seltsi tegevliikme Urve Kirsiga ja Abruksa maja perenaise Mari Tuuliku juhatusel saime teada palju huvitavat saarte loodusest ja inimestest, nii minevikust kui tulevikust. Augusti lõpul toimus Eesti Geograafia Seltsi ja Eesti Tuletorni Seltsi ühismatk Naissaarele.

## 2010

Eesti Geograafia Seltsi üldkoosolek toimus 11. aprillil 2010, kus valiti uus juhatuse: Mihkel Kangur, Anto Raukas, Arvo Järvet, Tiit Petersoo, Kalev Kukk, Ulvi Urgard, Hannes Palang, Anu Printsman, Liisa Puusepp, Hanna Maran, Tiit Vaasma, Mart Reimann. Presidendiks sai Mihkel Kangur. Lisaks kuulati Kalev Kuke ettekannet „Euro – kas ikka ja miks?“.

Samal koosolekul valiti Seltsi uueks presidendiks Tallinna Ülikooli Ökoloogia Instituudi direktor PhD (ökoloogia) Mihkel Kangur. Esimest oktoobrist hakkas teadussekretäriks PhD (ökoloogia) Tiit Vaasma.

### Teadustöö ja teadmiste levitamine

Seltsi teadustöö plaanis jätkusid 2009. aasta teemad akadeemik Anto Raukase, Sirje Siska, geograafiakandidaat Heino Mardiste ja PhD (geograafia) Erki Tammiksaare juhendamisel.

Trükis ilmusid järgmised väljaanded:

Kangur, M., Kraav, V., Palang, H., Punning, J.-M. (toim-d) (2010). *Eesti Geograafia Seltsi Aastaraamat 37*. Tallinn: Eesti Geograafia Selts.

Antso, K. (toim) (2010). *Eesti Geograafia Seltsi publikatsioonid XII. Kui seda metsa ees ei oleks. Noorgeograafide sügissümposiumi artiklite kogumik*. EGSN ja EGEA-Tartu. Eesti Geograafia Selts, Vali press.

Eesti Geograafia Selts korraldas 12. märtsil 2010 koos Tallinna Ülikooliga Seltsi kauaaegse presidendi, professor Jaan-Mati Punningu pärandikonverentsi tähistamiseks tema 70. sünniaastapäeva. Konverentsil esitati tunnustatud Eesti teadlaste poolt järgmised ettekanded: J.-M. Punningu panusest Pleistotseeni stratigraafiasse (Anto Raukas); Liustike isotoopuuringud (Rein Vaikmäe); Radiosüsiniku dateerimismeetod (Aivo Rajamäe, Enn Kaup); Arengutest Holotseeni paleogeograafilistes uuringutes (Tiit Koff); Kurtina kompleksuuringud koos J.-M. Punninguga (Martin Zobel); Aeg ja ruum paleolimnoloogias (Jaanus Terasmaa); Geoökoloogia õppetoolist Tallinna Ülikoolis (Henn Kukk); Eesti jätku- suutlikust arengust (Jüri Kann).

17. novembril 2010 toimus geograafide eestvõttel üleriigilise planeeringu „Eesti 2030+“ avalik arutelu. Arutelu peaettekandjaks oli „Eesti 2030+“ projektijuht Kaur Lass, kes tutvustas planeeringu aluseks oleva ruumilise arengu visiooni ja põhiteese. Osaleti ettekannete päeval „90 aastat Tartu Ülikooli geograafia osakonda Vanemuise tänavas“. Ühtlasi tähistati Tartu Ülikooli endise õppejõu Leo Tiigi 100. sünniaastapäeva sarjas „Eesti maa- teadlasi“ avaldatud raamatu „Leo Tiik“ (koostaja Ott Kurs) esitlusega.



Eesti Geograafia Seltsil täitus 15. novembril 55 aastat asutamisest. Tähtpäeva puhul korraldati Eesti Teaduste Akadeemia saalis Tallinnas ettekannete päev, kus anti ülevaade seltsiga seonduvatest ainevaldkondadest ja uurimistöödest.

Noorgeograafid olid peakorraldajateks koostöös teiste loodusteaduslike organisatsioonidega vabariiklikul maateaduste alasel tudengitööde konkursil.

Noorteklubi iga-aastase ühisüritusena Tartu noorte geograafidega (EGEA) toimus 01.–03. oktoobril 2010 Tõstamaal sügisümpoosion pealkirjaga „Lendav maailm“. Sellel Tallinna ja Tartu ülikoolide geograafia eriala üliõpilaste sügisüritusel anti ülevaade noorte uurimistöödest ning arutati Eestit ja kogu Maad puudutavaid geograafia valdkonda kuuluvaid probleeme.

Eesti Geograafia Seltsi kooligeograafia sektsioon osales tavapäraselt koostöös Tartu Ülikooli geograafia osakonna ning Haridus- ja Teadusministeeriumiga geograafia õpetamise teaduslik-metoodiliste probleemide lahendamisel, gümnaasiumi geograafia riigieksami ettevalmistamisel ja eksamitulemuste analüüsimisel, samuti keskkonnahariduse edendamisel ja õpetajate enesetäiendamisel (Lea Koppel, Ulvi Urgard). Jaanuaris toimusid loengud geograafiaõpetajatele. Õpilastele korraldati teemapäevad Tabasalus ja Nissis. Koostöös Keskkonnaametiga toimusid aprillis väljasõidud Harjumaa kaitsealadele, mais käidi Naissaarel. 16.–18. mail 2010 toimus geograafiaolümpiaadi üleriigiline voor Haapsalus. Bioloogia-geograafia Õpetajate Liidu korraldusel käidi õppesõidul Soomes Saimaa järvestul. Geograafiaõpetajate augustinõupidamine viidi läbi Saue Gümnaasiumis, kus osaleti ka GPS-orienteerumismängus.

## Huvihariduslikud tegemised

Noorteklubi traditsiooniline maakonnaekskursioon viis osalejad jaanuaris Läänemaale. Kevadel mindi kajakkidel Pedassaarele ja Koipsile. Suvine rattamatk toimus Lõuna-Eestis. Külastati näitust “Vulkaan – looja ja hävitaja” ning kohtuti Tallinna Tehnikaülikooli üliõpilasseltsidega.

Klubiõhtutel (6) kuulati huvihariduslikke reisimuljeid ja geograafiauudiseid.

Soosõprade klubi käis mais Pääsküla rabas ja juuni algul Mohni saarel, sh tutvuti ka Viinistu kunstimuseumiga.

2.–4. augustil 2010 suundus geograafe täistuubitud buss tutvuma Viljandi- ja Valgamaa huviväärsustega. Kauni looduse kõrval jätsid sügava mulje Olustvere uuenenud mõisakompleks, Pärimusmuusika ait

Viljandis, Anu Raua muuseum Heimtalis, Kappide perekonna ja Kitzbergi majamuuseum ning EMÜ Võrtsjärve limnoloogiakeskus.

Koostööd arendati paljude teadusasutuste, organisatsioonide ja kõrgkoolidega. Samuti peeti ühendust välisriikide teadlastega.

## 2011

### Teadustöö ja teadmiste levitamine

2011. aastal oli Seltsi teadustöö plaanis neli uurimisteemat:

1. „A. J. von Krusensterni Vaikse ookeani kaardid“, täitja Heino Mardiste.
2. „Raplamaa loodus“, täitja Tiit Petersoo.
3. „Eesti geograafia ajalugu“, teemajuht Arvo Järvet.
4. „Rahvusvaheliste keskkonnaprojektide ja -probleemide käsitlemine geograafia tundides“, teemajuht Ulvi Urgard.

Eesti Geograafia Seltsi liikmed osalesid rahvusvaheliste organisatsioonide poolt korraldatud teaduskonverentsidel, sümposiumidel, seminaridel jms. Professor Sulev Mäeltsemees osales Frankfurdi Geograafia Seltsi aastapäeva teaduskonverentsil, kus kohtus ka teiste riikide geograafia seltside esindajatega. Mitmed Seltsi teadlased on tegevad *International Geographical Union*’iga (IGU) assotsieerunud organisatsioonides. Seltsi esindatus Rahvusvahelises Geograafia Liidus ja Läänemere Regiooni Geograafia Seltside Assotsiatsioonis, samuti Seltsi liikmete osalemine välismaa teadusfoorumitel, väljaannete levitamine võõrsil ning välisteadlaste tutvumine Seltsi tööga kohapeal on aidanud eesti geograafiateadust tutvustada ka väljaspool Eestit.

Eesti Geograafia Selts on alati rõhku pannud geograafia alaste teadmiste levitamisele nii eesti kui ka võõrkeeltes. Praeguseks on meie olulisemad väljaanded EGS aastaraamatud, IGU rahvusvaheliste kongresside ingliskeelsed kogumikud ja noorgeograafide poolt välja antavad publikatsioonid. Kõik Seltsi väljaanded leiavad laialdast ja rohket kasutamist koolides (põhikoolist ülikoolini) ja on kättesaadavad raamatukogudes.

IGU rahvusvaheliste kongresside puhul antakse välja ingliskeelseid kogumikke „*Estonia. Geographical Studies*“, mis hõlmavad olulist geograafilist materjali Eesti kohta. Mitmete kongresside kokkuvõtetes on toonitatud Eesti geograafilise teaduskirjanduse arvestatavat taset. Ka 2012. aastal Saksamaal Kölnis toimuva kongressi jaoks koostati kogumik, mille toimetajateks olid Anto Raukas, Kalev Kukk ja Tiit Vaasma.

## Teadusaasta

Eesti Geograafia Seltsi tegemised olid 2011. aastal tihedalt seotud Haridus- ja Teadusministeeriumi poolt välja kuulutatud „Teadusaastaga“. Seltsi president Mihkel Kangur valiti ka maateaduste valdkonna saadikuks. „Teadusaasta“ raames korraldas Selts Saue Gümnaasiumis kaks soode teemalist geograafia tundi, Imavere Põhikoolis rahvaloenduse teemaga seotud geograafia ja ühiskonnaõpetuse tunni. Paleolinnoloogia alase tunni Haljala Gümnaasiumis andis EGS juhatuse liige Liisa Puusepp. Teadusaasta raames algatati teemapäevad õpetajatele. Suurt huvi pakkus EGS-i liikme Andres Tõnissoni loeng “Tuntud ja tundmatu Eestimaa 20. sajandi esimesel poolel”.

Traditsiooniline Tallinna ja Tartu ülikoolide geograafia eriala üliõpilaste sügissümposium toimus seekord 30.09.–02.10. Kiltsi mõisas (maadeuurija A. J. von Krusensterni elukoht), kus noored andsid ülevaate oma uurimistöödest ning arutati geograafia valdkonda kuuluvaid probleeme. Sügissümposiumil esitatud ettekanded avaldatakse ka seekord artiklite kogumikus EGS-i publikatsioonide sarjas.

Selts organiseeris mitmeid huvihariduslikke ettekandeid ja seminare. 10. mail toimus Tallinna Ülikooli ettekannepäev „Karst ja karstiala“, kus Enn Pirrus rääkis karstist üldiselt ja Rein Perens kõneles Nabala piirkonna hüdrogeoloogiast. Selts tähistas Eesti Vabariigi taasiseseisvumise 20. aastapäeva õdusa vestlusõhtuga, kus eeskõnelejateks geograafid, kellel suur roll meie riigi taasülesehitamisel: Elvi Sepp, Sulev Mäeltsemees, Kalev Kukk ja Andrus Ristkok. Selts oli üheks osapooleks, kes korraldas konverentsi "Põlevkivi – võimalused koostöös" Jõhvi kontserdimajas 10. novembril 2011, mille teemaks oli koostöövõimaluste arendamine erinevate sektorite vahel põlevkiviga seotud valdkondade tasakaalustatud ja jätkusuutliku arengu tagamiseks. EGS liikmetest tegid ettekanded president Mihkel Kangur ja Tiiu Koff. Võeti osa GIS-päevast (16. november, Rahvusraamatukogu).

Eesti Geograafia Seltsi kooligeograafia sektsioon osales koostöös Tartu Ülikooli geograafia osakonna ning Haridus- ja Teadusministeeriumiga geograafia õpetamise teaduslik-metoodiliste probleemide lahendamisel, mis olid seotud üleminekuga uuele põhikooli ja gümnaasiumi õppekavale, geograafia riigieksamite ettevalmistamise ja eksamitulemuste analüüsimisega. 2011. aasta sügisel osalesid õpetajad geograafiaõpetajate sügiskoolis, mille peateema oli “Uue riikliku õppekava rakendussuundimused geograafias”. Sektsiooni liikmed tegutsesid aktiivselt loodus- ja keskkonnahariduse edendamisel, kaasates EGS-i teadureid. Rahvusvahelises keskkonnaprojekti „Läänemereäärsete piirkondade jätkusuutliku arengu tagamine.“ Rootsi ja Eesti loodushuvilistele noortele

esines EGS-i president Mihkel Kangur teemal “Kliimamuutused, kas müüt või tegelikkus?” Projekti tunnustas Saue linnavalitsus “Aasta tegu 2011” kolmanda preemiaga.

Enesetäiendamisel toimusid loengud geograafiaõpetajatele Tallinna Õpetajate Majas ja praktiliseks looduse tundmiseks kalatuur Peipsi äärde, väljasõit Vormsi saarele ja Silma looduskaitsealale, õppereis Gotlandile jne. Jätkusid traditsioonilised teemapäevad õpilastele, kus oma uurimustulemusi tutvustas ELF-i lendoravaekspert Uudo Timm. Osavõtt sügisest GIS-päevast Rahvusraamatukogus on saanud kooligeograafidele traditsioon.

## **Huvihariduslikud tegemised**

Soosõbrad tegid juulis retke Ruhnu, millest andis ajalehes „Nädaline“ (3. september 2011) ülevaate Tiit Petersoo. Lisaks toimus iga-aastane suveekskursioon, mis seekord viis huvilised Läänemaale (ka Vormsi saarele). Nooreograafidel toimusid samuti traditsioonilised üritused: maakonnaekskursioon Lääne-Tartumaale, saarematk Piirissaarel ning suvine rattamatk Lõuna-Eestist Kesk-Eestisse ja lisaks teisi ettevõtmisi. Noorgeograafid olid korraldajateks koostöös teiste loodusteaduslike organisatsioonidega vabariiklikul maateaduste alasel tudengitööde konkursil. Klubiõhtutel (6) kuulati huvihariduslikke reisimuljeid ja geograafiauudiseid.

*Tiit Vaasma*, teadussekretär

## SISUKORD

|                                                                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Mihkel Kangur, Tiit Koff, Shinya Sugita.</b> Eesti järvesetete<br>õietolmuspektrite põhised taimkatte rekonstruktsioonid..... | 7   |
| <b>Helve Meitern.</b> 8. augusti 2010. aasta torm – <i>derecho</i> Eestis .....                                                  | 22  |
| <b>Vello Palm, Mait Sepp, Aivar Leito.</b> Atmosfääri tsirkulatsiooni<br>mõju rändlindude kevadisele saabumisele Eestis .....    | 41  |
| <b>Jüri Kamenik.</b> Äikesega kaasnenud sademed Eestis 1950–2005 .....                                                           | 59  |
| <b>Agnes Anderson.</b> Luitelised rannikumaastikud<br>Hiiumaal Tahkuna poolsaarel.....                                           | 76  |
| <b>Mait Sepp, Taavi Pae, Erki Tammiksaar.</b> Kuidas avastati<br>Eesti põlevkivi? Esmamainimisest esmakasutuseni .....           | 93  |
| <b>Kadi Mägi, Kadri Leetmaa.</b> Vanemaealiste ränne Eestis<br>perioodil 2000–2008 .....                                         | 119 |
| <b>Marianne Lepik, Kadri Leetmaa.</b> Rahvuserinevused<br>Eesti siserändes aastail 2000–2008 50+ vanuses rahvastiku näitel ..... | 138 |
| <b>Laine Merikalju.</b> Vello Tarmisto ja Eesti Geograafia Selts.....                                                            | 158 |
| <b>Erki Tammiksaar.</b> Kaks reisi ja kaks dokumentaalfilmi .....                                                                | 172 |
| <b>Martin Küttim.</b> Ekspeditsioon Tõva Vabariiki,<br>kolme maailma piirile.....                                                | 182 |
| <b>Olavi Granö.</b> Tervitus Johannes Gabriel Granö auditooriumi<br>avamisel Tartu Ülikoolis 4. novembril 2010 .....             | 192 |
| <b>Arvo Järvet.</b> Sulev Künnapuu 100. sünniaastapäevaks .....                                                                  | 196 |

## MEIE HULGAST LAHKUNUD

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| Kiira Aaviksoo – innustunud ja teisi vaimustanud sooteadlane ..... | 204 |
|--------------------------------------------------------------------|-----|

## KROONIKA

|                                                                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tartu Ülikooli geograafia osakonna lõpetajad ja uusi doktoreid<br>geograafia ja keskkonnatehnoloogia erialadel aastail 2010–2012..... | 211 |
| Tallinna Ülikooli geoökoloogia ja linnakorralduse eriala lõpetajad ja<br>kaitstud doktoriväitekirjad aastail 2010–2012.....           | 229 |
| Eesti Geograafia Seltsi tegevusest aastatel 2009–2011 .....                                                                           | 241 |

## CONTENTS

|                                                                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Mihkel Kangur, Tiiu Koff, Shinya Sugita.</b> Vegetation reconstructions based on pollen spectras of Estonian lake sediments ....                         | 7   |
| <b>Helve Meintern.</b> The <i>Derecho</i> of 8 august 2010 in Estonia.....                                                                                  | 22  |
| <b>Vello Palm, Mait Sepp, Aivar Leito.</b> Effect of atmospheric circulation on spring arrival of migratory birds in Estonia.....                           | 41  |
| <b>Jüri Kamenik.</b> Spatio-temporal distribution and long-term changes of thunderstorm-related precipitation in Estonia, 1950–2005 .....                   | 59  |
| <b>Agnes Anderson.</b> Aeolian Coastal Landscapes of Tahkuna Peninsula .....                                                                                | 76  |
| <b>Mait Sepp, Taavi Pae, Erki Tammiksaar.</b> Prehistory of oil shale research in Estonia – from the first mention to first usage .....                     | 93  |
| <b>Kadi Mägi, Kadri Leetmaa.</b> Migration of Elderly in Estonia during the Period from 2000 to 2008 .....                                                  | 119 |
| <b>Marianne Lepik, Kadri Leetmaa.</b> Ethnic differencies in Estonian internal migration during the period 2000–2008 an example of 50+ aged population..... | 138 |
| <b>Laine Merikalju.</b> Vello Tarmisto and the Estonian Geographical Society .....                                                                          | 158 |
| <b>Erki Tammiksaar.</b> Two documentaries about expeditions to Walter Cape on the Kotel'nyy Island and Mount Ararat .....                                   | 172 |
| <b>Martin Küttim.</b> Expedition to the Tuva Republic, to the Edge of Three Worlds .....                                                                    | 182 |
| <b>Olavi Granö.</b> Opening address in occasion of Johannes Gabriel Granö Lecture Hall in University of Tartu on November 4, 2010 .....                     | 192 |
| <b>Arvo Järvet.</b> 100. years anniversary of Sulev Künnapuu.....                                                                                           | 196 |

### IN MEMORIAN

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| Kiira Aaviksoo – a passionate and inspiring wetland scientist..... | 204 |
|--------------------------------------------------------------------|-----|

### CHRONICLE

|                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| List of graduates with of Department of Geography of University of Tartu in 2010–2012..... | 211 |
| List of graduates of Department of Geoecology of Tallinn University in 2010–2012 .....     | 229 |
| Activities of Estonian Geographical Society in 2009–2011.....                              | 241 |