



ISBN 978-9949-9085-2-3



9 789949 908523

ISSN 2228-0006



9 772228 000001

EGS Publikatsioonid XIV • VÄIKESED PILDID EESTIST • GEOGRAAFIA KARU-AABITS

Eesti Geograafia Seltsi Publikatsioonid XIV

VÄIKESED PILDID EESTIST
GEOGRAAFIA KARU-AABITS

Noorgeograafide
sügisümpoosioni
artiklite
kogumik



Eesti Geograafia Seltsi Publikatsioonid

XIV

VÄIKESED PILDID EESTIST GEOGRAAFIA KARU-AABITS

**Noorgeograafide sügissümposioni
artiklite kogumik**

EGSN ja EGEA-Tartu
2013–2014

Eesti Geograafia Seltsi Publikatsioonid XIV

VÄIKESED PILDID EESTIST

GEOGRAAFIA KARU-AABITS

Noorgeograafide sügissümpoosioni artiklite kogumik

Toimetanud:

Martin Küttim, EGSN, Tallinna Ülikooli Matemaatika ja Loodusteaduste
Instituut, Tallinna Ülikooli Ökoloogia Instituut

Agnes Anderson, EGSN, Tallinna Ülikooli Matemaatika ja Loodusteaduste
Instituut, Tallinna Ülikooli Ökoloogia Instituut

Karolin Mäe, EGSN, Tallinna Ülikooli Matemaatika ja Loodusteaduste
Instituut

Tiit Vaasma, EGS, Tallinna Ülikooli Ökoloogia Instituut

Kaanefoto: Kait Antso

Kaane kujundus: Jaanus Terasmaa

Kogumiku valmimist on toetanud Hasartmängumaksu Nõukogu ning
Maateaduste ja Ökoloogia Doktorikool

<http://www.egs.ee/egsn>

<http://www.egea.eu>

Autoriõigus: Eesti Geograafia Selts, 2014

Autoriõigus: toimetajad, artiklite ja fotode autorid, 2014

ISSN 2228-0006

ISBN 978-9949-9085-2-3

Eesti Geograafia Selts

Kohtu 6

10130 Tallinn

www.egs.ee

Trükk

OÜ Vali Press

SISUKORD

VÄIKESED PILDID EESTIST

- 9 **Agnes Anderson & Karolin Mäe:** Väikesed pildid Eestist
- 12 **Agnes Anderson & Karolin Mäe:** Eesti Geograafia Seltsi Noorteklubi tegemistest 2012. aastal
- 19 **Marten Jakobson:** EGEA-Tartu 2011/2012
- 22 **Marek Karm:** LIDAR-i mõõdistuste ja orienteerumiskaardi reljeefimudelite analüüs ja võrdlus
- 33 **Kirke Narusk:** Peipsi järve rannajoone ja suurtaimestiku kaardistamine keskmise ruumilise lahutusega satelliidipiltidelt
- 44 **Piret Vacht:** Maanteeäärsete muldade fauna ja diatomeefloora
- 54 **Anna-Helena Purre:** Samblakatte kujunemine freesväljal
- 64 **Janika Raun:** Turismi sihtkoha määratlemine Saaremaal külastanud välituristide külastuste geograafilise ja ajalise jaotuse näitel
- 77 **Veronika Mooses:** Ruumikasutuse etnilised eripärad pühade ajal

GEOGRAAFIA KARU-AABITS

- 97 **Martin Küttim:** Geograafia aabitsatund
- 101 **Martin Küttim:** Eesti Geograafia Seltsi Noorteklubi tegemistest 2013. aastal
- 107 **Epp Mäekivi:** Tartu ülikooli noorgeograafide klubi ehk EGEA-Tartu tegemistest aastal 2012/13
- 111 **Piret Vacht:** Sarvlestade (*Oribatid*, *Acari*) koosluste eripärad erineva inimõjuga alade mullas
- 122 **Mariell Jüssi:** Late Holocene environmental variability inferred from two Icelandic lake records

- 134 **Sven-Erik Enno:** Erakordselt võimsad äikesetormid Eestis
27.–28. juulil 2011
- 151 **Jüri Kamenik:** Äikesesademed Eestis 1991–2003 ja nende
pikaajaline muutlikkus 1950–2005
- 171 **Mihkel Männa:** Eesti päästekomandode ajalise katvuse
kartograafiline modelleerimine
- 184 **Damiano Cerrone & Daniel Giovannini:** Surveying
illumination in public spaces: a prototype
- 198 **Epp Vahtramäe:** Tööstusalade taaselavdamise
sotsiaalkultuurilised mõjud Telliskivi loomelinnaku näitel

VÄIKESED PILDID EESTIST

VÄIKESED PILDID EESTIST

Eesti Geograafia Seltsi Noorteklubi 8. sügissümposiumi "Väikesed pildid Eestist" oli inspireeritud eesti luuletaja Anna Haava samanimelisest proosateosest, mis kujutas tema lapsepõlvemiljööd Pala vallas Jõgevamaal. Anna Haava sünnikodu lähedal asuvas Kadrina mõisas toimus järjekorras juba 8. sügissümposium (5. –7. oktoober 2012). Kümnest ettekandest on kaante vahele jõudnud kuus artiklit, mis kirjutatud nii Tallinna Ülikooli kui ka Tartu Ülikooli tudengite poolt. Need artiklid ongi väikesed pildid Eestist, mis annavad ülevaate sellest, mida noorgeograafid tänapäeval uurivad.

Tartu Ülikooli tudeng Marek Karm on põiminud uurimustöö oma hobiga. Artiklis kirjutab ta, kuidas hinnata orienteerumiskaartide reljefifooniste täpsust ning leida tüüpilisi reljefi kujutamise erinevusi LiDAR-i reljefimudeliga võrreldes. Lisaks arutleb teemal, kui palju erineb üldisemas plaanis orienteerumiskaardi reljef LiDAR-i mõõdistuse reljefimudelitest.

Kirke Narusk vaatleb keskkonnaseire programmis seni rannaroostike klassifitseerimiseks kasutatud meetodi sobivust Peipsi järve näitel. Peipsi järve suurtaimestikuga, peamiselt hariliku pillirooga kaetud alade hindamine on oluline nii veekogu seisundi ja liigirikkuse seisukohalt, aga ka majanduslikus mõttes, säilitamiseks ligipääs rannaaladele kalastamise või vabaaja veetmise eesmärgil.

Piret Vachti artikkel kajastab maanteeäärsete muldade faunat ja diatomeefloorat. Nn väheväärtuslike maanteeäärsete alade mullad on elupaigaks hulgale liikidele, mis omavad endas informatsiooni sealse ökosüsteemi toimimise kohta. Säilivad eelkõige need liigid, kes on võimelised tugeva keskkonnastressiga kohanduma. Vaatluse alla on võetud vihmaussid ja hooghännalised ning ränivetikaid ehk diatomeed.

Anna-Helena Purre kirjutab samblakatte kujunemisest freesväljal. See teema on aktuaalne Eestis, kus toimub aktiivne turba kaevandamine. Freesturbaväljad on tekkinud turba kaevandamise taga-

järjel ning seal toimuvad mitmed soovimatud protsessid, näiteks süsinikdioksiidi õhkupaiskumine ja pinnase mineraliseerumine. Lisaks on freesväljad ka tuleohtlikud. Freesturbaväljade looduslik taastumine on väga pikaajaline protsess, kuid aktiivse taastamistegevusega on seda võimalik kiirendada.

Janika Rauni artikli eesmärgiks oli välja töötada metoodika turismi-sihtkohtade eristamiseks konkreetses piirkonnas, kasutades passiivse mobiilpositsioneerimise teel kogutud käitumuslikke andmeid, seda Saaremaad külastanud välisturiste näitel. Sellise meetodi abil on võimalik sihtkohti paremini arendada, turustada, reklaamida ning vältida dubleerimist sihtkoha juhtimisel.

Veroonika Mooses uuris, mismoodi erineb eesti ja vene keelt kõnelevate inimeste ruumikasutus pühade ajal. Saadav info rahvusrühmade ruumilise käitumise kohta pühade ajal on täienduseks traditsioonilistele segregatsiooniuuringutele ning vajalik linnaplaneerimisel ja integratsioonipoliitika kujundamisel.

Sümposiumil osalejad said kuulda ka Merle Muru ettekannet paleogeograafilistest rekonstruktsioonidest ja kiviaja asustuse arengust Narva-Luuga klindilahe alal. Mihkel Järveoja rääkis võimalike retsessioonimoreenide esinemisest Alutagusel. Hando-Laur Habichti posterettekannet LiDAR-kõrgusandmete kasutamisest Läänemere paleogeograafiliste rekonstruktsioonide koostamisel Tolkuse-Rannametsa piirkonna näitel. Allan Allik`u uurimus Eestist lähtuva ajutise töörande geograafilise päritolu erinevustest.

Sümposiumil olid külalisesinejateks Aavo Kokk ja Andres Eilart, kes on raamatute „Pintsliga tõmmatud Eesti“ ja „Pintsliga tõmmatud linnad“ autorid. Laupäeva õhtupooliku sisustasid noorgeograafid, kes rääkisid „Kyzyl-Kuragino“ ekspeditsioonist, kus nad möödunud suvel osalesid tänu Eesti Geograafia Seltsi ja Venemaa Geograafia Seltsi koostööle. Pühapäeval toimus postersessioon, millele järgnes ekskursioon Pala vallas, tutvuti kohaliku elu, kultuuri- ja looduseväärtustega. Kallaste rannas toimus piknik ja tänati sümposiumi esinejaid.

Toimetajad tänavad kommentaaride ja paranduste eest retsensente!
Samuti kõiki neid, kes on aitasid korraldada ja toetasid sümpoosioni toimumist!

Toimetajad ja sügissümpoosioni peakorraldajad
Agnes Anderson & Karolin Mäe
Tallinn, EGS

EESTI GEOGRAAFIA SELTSI NOORTEKLUBI TEGEMISTEST 2012. AASTAL

Agnes Anderson & Karolin Mäe

Eesti Geograafia Seltsi Noorteklubi (EGSN) esinaised 2012. aastal
koduleht: www.egs.ee/egsn, e-post: geograafiaselts@gmail.com

Aasta 2012 algas traditsioonilise maakonnaekskursiooniga. Seekord tutvusid noorgeograafid Ida-Harjumaaga (2.-4. märts). Märtsi esimene nädalavahetus oli kevadtalviselt päikseline, lumine ja karge. Lisaks meie noorgeograafidele olid Ida-Harjumaad avastama saabunud ka Tallinna Ülikooli välistudengid Tšehhist, Austriast, Inglismaalt ja Soomest. Esimesel öhtul ööbiti Kolgaküla Spordikeskuses, mille ümbruses olid suurepärased võimalused talverõõmude nautimiseks. Teisel päeval kulgesime nii Juminda kui ka Pärisea poolsaarel (Foto 1) ja õhtuks jõudsime Hääde Mõtete majja. Ideaalne koht, kus ajusid ragistada traditsioonilises EGSNi mälumängus – seekord ingliskeelses. Andis ikka nendele küsimustele vastata. Kolmandal päeval kogesime looduse võimsust nii Nõmmeveskil kui ka Jägala joal (Foto 2). Külastasime ka Muuksi linnamäge ja Kostivere karsti ala.



Foto 1. Maakonnaekskursioonil osalejad Juminda poolsaarel Koljulõukal jalutamas (Foto: Karolin Mäe)



Foto 2. Loodusemängud Nõmmeveskil (Foto: Karolin Mäe)

Reisijuttudeõhtu abil reisisime märtsis Omaani. Seekord käis külas Meeli Lepik, kes on kirjutanud raamatu „Minu Omaan“. See õhtu äratas ka vanematel EGSNlastel mälestused oma Omaani matkast. Pimedas novembrikuus rändasime tõusva päikese maale. Koostöös EGSi sarja KoKoKo-ga. Oma seiklustest pajatasid Mihkel Kangur, Tiiu Koff, Liisa Puusepp ja Annika Mikomägi.

Aprillikuu koondas nii vanemad kui nooremad geograafid Eesti Geograafia Seltsi aastakoosolekule Teaduste Akadeemia majja. Seda väärikat maja külastasime 12. aprillil. Suurepärane võimalus noorgeograafidel uudistada Ungern-Sternbergide paleed Toompeal (Kohtu tn 6, ehitatud 1865–1868, arhitekt Martin Gropius). Põhjalik ekskursioon andis väga hea ülevaate sellest suursugusest majast.

Maakonnaekskursioonil sai tõdetud, et kevadel võiks jalgratastega Tallinnat avastada. Sihtkohaks valiti Tallinna Lennujaama tagune suvilaterajoon ehk Soodevahe küla (3. mai). Õhtune jalgrattasõit lõppes Lasnamäe paekaldal, kus nautisime päikeseloojangut ja vaadet linnale (Foto 3).



Foto 3. Loodusemängud Nõmmeveskil (Foto: Karolin Mäe)

EGSN lõi kaasa ka „Teeme Ära“ talgupäeval 5. mail. Asukohaks valisime Paljassaare poolsaare, kuhu sai registreeruda Pikakari talgutele (koos Coca-Cola Hellenic’u, Tallinna Vee ja USA Saatkonna töötajatega). Talgute raames koristati Katariina kai juures asuvat Pikakari randa ja rannaäärset parkmetsa.

Kevadsuve üheks lemmikürituseks on kindlasti saarematk. Tee-kond viis meid kaugele Abrukale (1.–3. juuni). Sadamas tervitas meid saarevaht Rein Vahtra talust. Saarematkal on muutunud traditsiooniks korraldada üks talgupäev, kus EGSN annab oma

panuse saare elu edendamiseks. Niisiis aitasime koristada/puhas-
tada puiskarjamaad. Planeeritud pikk tööpäev sai juba lõunaks
(14.00) läbi. Noorgeograafid olid hoolega ja hoogsasti tööd teinud
(Foto 4). Kuigi ilmataat meid ilmaga ei soosinud, oli meil piisavalt
aega, et saarega tutvuda. EGSNi tegemistest võisime kuulda Kadi
Raadiost, kus reedeti kell 12.30 on Abruka uudiseid ja saarevaht
Rein jagab infot, mis saarel toimunud on.



Foto 4. Noorgeograafid lõunapausil peale talgutööd (Foto: Agnes
Anderson).

2012. aasta suve ootasid kaheksa noorgeograafi eriti, sest aasta alguses
oli võimalus kandideerida Vene Geograafia Seltsi ekspeditsioonile
Tõva Vabariiki (kolm vahetust: juuni, juuli, august) (Foto 5). Tõva
üllatas meid nii oma looduse kui ka kultuuriga. Omaette kogemus
oli töötada arheoloogilistel väljakaevamistel ja elada välilaagris.
Uurimistööd on seotud Kyzyl-Kuragino raudteeliini ehitusega.



Foto 5. Tuva maastik (Foto: Kait Antso)

Augustikuus ei saa mitte läbi ilma jalgrattamatkata, mis seekord viis ratturid Türielt Pärnusse (8.–12. august). Marsruut kulges: Türi, Kurgja, Soomaa, Nigula, Tolkuse raba, vana Pärnu-Ikla mnt.

Sügis tõi noorgeograafid sügissümposionile „Väikesed pildid Eestist“ (5.–7.oktoober). Seekordne sümposion kandis Anna Haava proosaraamatu pealkirja „Väikesed pildid Eestist“, mis kujutab Anna Haava lapsepõlvkodu Pala vallas. Järjekorras juba kaheksas noorgeograafide sügissümposion toimus Jõgevamaal Pala vallas Kadrina mõisas. Sümpoosionil esines 10 üliõpilast, nii Tallinna Ülikoolist kui ka Tartu Ülikoolist. Reede õhtul olid külalisesinejateks Aavo Kokk ja Andres Eilart, kes on raamatute „Pintsliga tõmmatud Eesti“ ja „Pintsliga tõmmatud linnad“ autorid. Laupäeva õhtul toimus Tõva reisirühmade õhtu, kus noorgeograafid rääkisid „Kyzyl-Kuragino“ ekspeditsioonist, kus nad möödunud suvel osalesid tänu Eesti Geograafia Seltsi ja Venemaa Geograafia Seltsi koostööle. Pühapäeval toimus postersessioon, millele järgnes eks-

kursioon Pala vallas, tutvuti kohaliku elu, kultuuri- ja loodusväärtustega (Foto 6). Bussiekskursiooni käigus toimus ka piknik Kallaste rannas ja tänati ettekandjaid. Lisaks külastasid Tallinnast tulnud sümposiooni osalejad ka Endla looduskaitsealal asuvat Männikjärve raba.



Foto 6. Sümposioonil osalejad uudistamas Ranna Tuhandeaastast tamme (Foto: Marko Vainu)

Aastakoosolekul tõdeti, et nii mõndagi sai tehtud ja aeg on valida EGSNi etteotsa uus juht. 2013. aastal on eesotsas taas meesjõud – noorgeograaf Martin Küttim. Jõudu, edu, jaksu!

Summary

YOUTH CLUB OF ESTONIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY IN THE YEAR 2012

The Youth Club of Estonian Geographical Society was re-established in 2004. Therefore 2012 was the eight active year for the Youth Club. The main events were the traditional county excursion to East-Harjumaa in the beginning of March, hike at Abruksa Island in June, bicycle tour from Türi to Pärnu in August and the autumnal symposium for young geographers in October. Also many other smaller and spontaneous events took place during the year.

Our main objective is to spread geographical knowledge and, at the same time, to gain geographical wisdom. Autumnal symposiums, which are the most important events for the Youth Club, help to present the main study themes of young Estonian geographers and to improve cooperation between students studying geography at different Estonian universities.

As all the main events were held as planned and main objectives were fulfilled, year 2012 can be considered successful for the Youth Club of Estonian Geographical Society.

EGEA-TARTU AASTATEL 2011/2012

Marten Jakobson

Tartu Ülikooli Noorgeograafide Klubi (EGEA-Tartu) president 2011/12 aastal
koduleht: www.egea.eu/entity/Tartu, e-mail: info@egea.ee

Käesolev kirjatöö kätkeb endas meenutusi EGEA-Tartu tegemistest ja toimetustest 2011/2012 õppeaastal. Nimetatud aastal olid koon-duse eestvedajateks presidendina Marten Jakobson ning juhatuse liikmetena Helin Tamm, Maria Laidla, Janika Raun ning Gerda Moor, kes kinnitati ametisse 25. oktoobril 2011. aastal. Uue juhatuse peamisteks eesmärkideks sai jätkata traditsioonide ülalhoidmist, tuua organisatsiooni tudengitele lähemale ning reformida mõnin-gaid iganenud lahendusi.

Hooaeg sai avapaugu linnageograafilise bussireisiga Tallinnasse. Külastati Tallinna lääneosa kultuuriliselt ning geograafiliselt märkimisväärsed kohti ning objekte marsruudil Nõmme – Mustamäe – Õismäe – Kakumäe – Harku. Giididena avardasid maailmapilti professor Tiit Tammaru ning teadur Kadri Leetmaa.

Veel enne kalendriaasta lõppu jõuti läbi viia ekskursioon Avita kirjastusse, et tutvustada egealastele töövõimalusi kirjastusäris. Koosolekutel sai kõigi huviliste jaoks selgeks registreerimise võima-lused EGEA kongressidele ning üritustele. Traditsiooniliselt võeti osa rahvusülikooli 92. aastapäeva auks korraldatud tõrviku-rongkäigust ning toimus ka mini tudengivahetus, kui Emajõe Ateenat väisasid EGEA-Vilniuse geograafid. Aasta sai piduliku lõpu kombeks kujunenud egealaste jõulupeoga. Sedapuhku tegeleti lisaks piparkookide küpsetamisele ning jõuluroogade mekkimisele ka ühiselt kaunistatud kuuse kumas jõululaulude laulmise ning uueks aastaks eesmärkide seadmisega.



Foto 1. Rahvusülikooli 92. aastapäeva auks korraldatud tõrviku-rongkäik (Foto: EGEA-Tartu).

Uue aasta avaürituseks oli EGEA-Tartu poolt korraldatud reisi-klubi. Korporatsioon Filiae Patriae ruumides toimunud menukal üritusel astusid ülesse ühisel ümbermaailmareisil käinud geograafid Salu ning Sildmäe. Kalapüük Uus-Meremaal, passivargus Belizes või vaimukad sildid Jakarta lennujaamas olid vaid vähesed kummastavad seiklused, mis osalejate meeli köitsid. Toimus ka teine tööpõllu üritus, kui külastati Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Ametit (PRIA). Osalejatele tutvustati PRIA olemust, kuidas viiakse läbi kontrolli kaugseire teel ja kuidas toimub veebi-rakenduste baasil pindalakaartide esitamine.

Pikemaajalistest projektidest jätkus EGEA-Tartu ruumide korrastamine ning parendamine aadressil Vanemuise 46 asuvas hoones. Suurelt võeti ette organisatsiooni välise imago muutmine. Selleks kuulutati välja avalik konkurss ühenduse uue logo leidmiseks.

Logokonkursile laekus 5 tööd, milledest avaliku hääletuse tulemusena valiti võitjaks egealase Mihkel Järveoja kavand.

Euroopa suunal toimus kaks tudengivahetust. Eelneval aastal alguse saanud vahetuse EGEA Marburgiga teise poole käigus külastasid meie geograafid kaunist Saksamaa tudengilinna. Koostöös Madalmaade linna Leuveni geograafidega loodud tudengivahetuse raames avastasid hollandlased Tartut ning kohalikku geograafia maastikku. Populaarsed olid ka EGEA piirkondlikud konverentsid – külastati nii Põhja- ja Baltimaade kongressi Siguldas kui ka Lääne kongressil Hattingenis. Lisaks osalesid meie geograafid Venemaal Arhangelskis korraldatud arktika teemalises suveülikoolis.

Vahetult enne eksamite sessiooni toimus traditsiooniliselt EGEA Kevadkool. Ürituse eesmärgiks oli ja on edendada info ja teadmiste vahetust nooremate ja vanemate üliõpilaste vahel kaasates ka õppejõude ning eriala spetsialiste. Põlvamaal Koorastes toimunud üritusel astusid lisaks tudengitele üles ka Dieter Huemer EGEA-Viinist, tumeda elurikkuse spetsialist Robert Szava-Kovats, Tartu linnaarengu spetsialist Teivi Teder ning dendroloog Urmas Roht. Kahepäevane üritus võttis ka kokku ülimalt eduka ning tegusa aasta.

Summary

TARTU UNIVERSITY YOUNG GEOGRAPHERS CLUB (EGEA-TARTU) IN YEAR 2011/12

During the study year 2011/2012 EGEA-Tartu continued their mission of promoting and developing the studies of young geographers. The local events included excursions, introduction of work opportunities, travel clubs, participation in university anniversaries and more. On the international scale we facilitated and participated in several student exchange events, organised a spring school with international performers and sent our members to congresses abroad. Inside the organisation we started the planning for a new website, chose a new logo for the entity and recruited new members.

LIDAR-I MÕÕDISTUSTE JA ORIENTEERUMISKAARDI RELJEEFIMUDELITE ANALÜÜS JA VÕRDLUS

Marek Karm

Tartu Ülikool, Ökoloogia ja Maateaduste Instituut, Geograafia osakond
geograafia bakalaureuseõpe
marek.karm@hotmail.com

Sissejuhatus

Lennukite ning laserite leiutamisega jõuti 20. sajandi lõpuks uue reljeefi kaardistamise meetodi väljatöötamiseni, milleks on aero-laserskanneerimine, mis võimaldab automaatika abil kaardistada suuri maa-alasid lühikese ajavahemiku jooksul. On selge, et mistahes automaatika kasutamisel võib ilmnedagi erinevaid tõrkeid ja vigu ning inimene peab siiski kontrollima protsessi traditsioonilisemate mõõdistusviisidega.

Antud uurimistöö põhieesmärk on hinnata orienteerumiskaartide reljeefijooniste täpsust ning leida tüüpilisi reljeefi kujutamise erinevusi LiDAR-i reljeefimudeliga võrreldes. Teiseks eesmärgiks on teada saada, kui palju erineb üldisemas plaanis orienteerumiskaardi reljeef LiDAR-i mõõdistuse reljeefimudelist. Lisaks proovitakse vastata küsimusele, kas orienteerumiskaart võib olla kasulik kooste- või kontrollmaterjal mistahes reljeefimudelile, nt loodavale Eesti põhikaardi reljeefi andmekihile.

LiDAR-i tehnoloogia

LiDAR (ingl k *Light Detection And Ranging*) on aktiivne kaugseiretehnika, mis põhineb ajavahemike mõõtmisel, mille jooksul laserkiirguse impulss levib maapinnani ja peegeldub sellelt tagasi sensorisse (Lillesand & Kiefer, 2009). Mõõtetööde käigus on vaja ka

mitut maapealset väljamõõdetud kindelpunkti ning GPS-signaali ühendust 5–6 satelliidiga (Baltsavias, 1999a). Aerolaserskanneerimisel on tähis planeerida lennutrajektor nii, et uuritavasse maa-alasse ei jääks auke ega vahesid. Lennukõrgusest ja -kiirusest ning laserskanneerimise nurgast ja sagedusest sõltub saadava punktipilve tihedus (Lillesand & Kiefer, 2009).

LiDAR-i süsteemi poolt kogutud andmete täpsust mõjutavad mitmed tegurid (Nayegandhi, 2007): laserskanneerija täpsus, lennuki trajektoori ja asendi õigsus, GPS-positsioneerimine koos erinevate seadmete kellaaegade sünkroniseerimisega ning maastikulised iseärasused. Kogutud andmete täpsust mõjutab ka andmetöötlus: asukoha andmete teisendus ühest koordinaatsüsteemist teise või andmekogu struktureerimine, nt rasterdamine. Tahhümeetri ning LiDAR-i kõrgusandmeid võrdles põhjalikult Vain (2008, 2011) ning leidis, et väikseimad erinevused andmetes olid niidetud heinamaal ja õuemaal ning suurimad erinevused tiheda võsaga metsas ja looduslikul heinamaal (kuni 100 cm).

Orienteerumiskaardi reljeef

Reljeef ja selle iseärasused on üheks tähtsamaks orienteerumiskaardil kujutatavatest objektidest. Ülimalt tähtis on see, et suhteliste kõrguste vahe kahe kaardil kujutatud naaberobjekti vahel tuleb kaardistada nii täpselt kui võimalik. Orienteerumiskaardi valmistamise peamised etapid on sobivate aluskaartide valimine, väli- ja kameraaltööd. Kui välitöödel on situatsioon ja iseloomulikud reljeefipunktid (sadulad, künkatipud, augud) kaardil paigas, joonistatakse ülejäänud reljeef.

Reljeef on üks objektiklass, mida kaardistaja ei suuda absoluutse täpsusega valmivale orienteerumiskaardile joonistada. Erinevad kaardistajad tajuvad maastikku erinevalt, mistõttu on igal kaardistajal oma individuaalne käekiri ja sellest johtuvalt ka valmiv kaart isemoodi.

Metoodika

Uurimistöö käsitleb kuute 1 km² suurusega uurimisala/orienteerumiskaarti: Jõelähtme, Pikasaare, Pölula, Juudakunnu, Oore ja Võiste. Maa-ameti xyz-failide andmetöötluse käigus filtreeriti välja maa-pinna punktid ning andmed salvestati xlsx-failina. Orienteerumiskaardi reljeefiandmed (samakõrgusjooned) valmistati ette tarkvaraga OCAD ning eksporditi shp-failina. Saadud xlsx ja shp failid olid sobilikud formaadid tarkvaraga ArcGIS töötamiseks.

Orienteerumiskaardi reljeefijoonisest saadi reljeefimudel tööriistaga *Topo to Raster*, mis võtab arvesse samakõrgusjoonte kõrgusväärtusi. LiDAR-i andmetest reljeefimudeli loomisel tuli andmestik viia kõigepealt ArcGIS-i käsuga *Add XY Data*. Seejärel kasutati tööriista *Natural Neighbour*, mille eelis teiste interpoleerimismeetodite seas seisneb ebaühtlase punktijaotusega ruumist sujuvama mudeli loomisel (Ledoux & Gold). LiDAR-i andmetest ja orienteerumiskaardi reljeefijoonisest tuletatud reljeefimudelite võrdluseks loodi tööriistaga *Raster Calculator* kaardid, mis kujutavad kahe mudeli kõrgusväärtuse erinevusi LiDAR-i andmestiku suhtes ehk orienteerumiskaardi reljeefimudelitest lahutati LiDAR-i reljeefimudel. LiDAR-i andmetest loodi ka 2,5 m löikevahega samakõrgusjoonte kaardid tööriistaga *Contour*, et tuua esile mistahes samakõrgusjoonte erinevusi orienteerumiskaardi ja LiDAR-i andmestiku vahel. Profiiljooniste võrdlemiseks joonistati kõigepealt sirglõik, mille peale sai joonistada kaks samasugust profiiljoone sirglõiku (*Interpolate Line*) mõlema reljeefimudeli jaoks. Profiiljooned genereeriti töökäsuga *Create Profile graph*.

Tulemused ja arutelu

Orienteerumiskaardi reljeefimudeli kõikumised LiDAR-i reljeefimudeli suhtes kõikide uurimisalade omavahelises võrdluses on suurimad Pölula uurimisalal ning väikseimad Võiste uurimisalal. Võiste uurimisala kõrgusmudeliste suhtelist sarnasust võib põhjendada asjaoluga, et tegu on kõige madalama absoluutse kõrgusega

ning väikseima kõrguste erinevusega uurimisalaga ning kogu maastik on kaardistustöödeks hea või väga hea nähtavusega. Juudakunnu, Jõelähtme ja Oore uurimisaladel oli reljeefimudelite kõikumise ulatus sarnane. Võrreldes keskmist reljeefimudelite kõikumisväärtust, oli väikseim erinevus nulli suhtes Juudakunnu uurimisalal, suurim väärtus negatiivses suunas Jõelähtme uurimisalal ning suurim väärtus positiivses suunas Oore uurimisalal. Äärmärkimist väärib asjaolu, et Pikasaare, Põlula ja Võiste uurimisalade reljeefimudelite kõikumiste väärtusvahemikud ei sarnane normaaliaotusega, vaid kahe enamlevinud väärtusvahemike vahel on väärtusvahemik, mida esines naaberväärtusvahemikest oluliselt vähem. Seda võib põhjendada teadmisega, et antud uurimisalade orienteerumiskaartidel on liialdatud reljeefivormide kujutamisel horisontaalide, sh abihorisontaalidega (tabel 1).

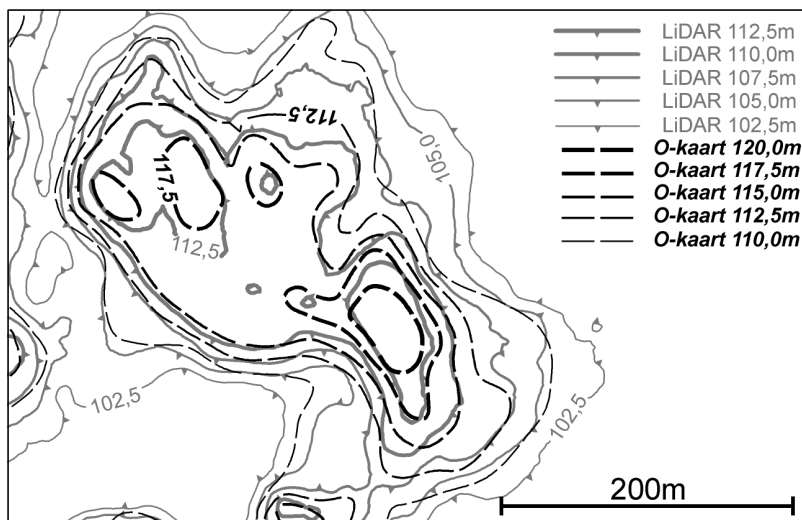
Tabel 1. Uurimisalade orienteerumiskaardi reljeefimodeli kõikumine LiDAR-i reljeefimodeli suhtes

Uurimisala	Juudakunnu	Jõelähtme	Oore	Pikasaare	Põlula	Võiste
Maksimaalne	+8,43 m	+6,86 m	+13,31 m	+12,64 m	+14,63 m	+5,28 m
Keskmine	+0,02 m	-1,96 m	+4,06 m	+0,40 m	+1,00 m	-0,77 m
Minimaalne	-8,28 m	-9,76 m	-3,66 m	-8,63 m	-9,55 m	-5,45 m
Ulatus	16,71 m	16,62 m	16,72 m	21,27 m	24,18 m	10,73 m
Üle +10 m	0,00%	0,00%	0,61%	0,01%	0,19%	0,00%
+8 ... +10 m	0,01%	0,00%	2,59%	0,09%	0,36%	0,00%
+6 ... +8 m	0,12%	0,02%	10,81%	0,67%	1,76%	0,00%
+4 ... +6 m	0,94%	0,12%	35,69%	2,76%	6,79%	0,07%
+2 ... +4 m	10,85%	1,49%	38,10%	19,38%	33,92%	2,72%
0 ... +2 m	37,68%	12,34%	10,60%	9,52%	7,93%	52,54%
-2 ... 0 m	38,86%	35,60%	1,58%	55,42%	43,88%	11,21%
-4 ... -2 m	9,47%	37,52%	0,02%	10,42%	4,23%	32,75%
-6 ... -4 m	1,92%	11,71%	0,00%	1,48%	0,61%	0,71%
-8 ... -6 m	0,14%	1,11%	0,00%	0,23%	0,22%	0,00%
-10 ... -8 m	0,01%	0,09%	0,00%	0,02%	0,11%	0,00%
alla -10 m	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Järeldused

Võrreldes kuue uurimisala orienteerumiskaardi ja LiDAR-i andmete reljeefimodelit ning orienteerumiskaardi reljeefijoonist LiDAR-i reljeefimodeli samakõrgusjoontega võib teha mitmeid järeldusi. Uurimisalade lõikes on kõikumised kahe reljeefimodeli vahel küllaltki erinevad. Mõned neist on põhjustatud orienteerumiskaardi kehvemast asukohatäpsusest, mille puhul paiknevad pinnavormid tegeliku asukoha suhtes nihkes, kohati ligi 50 m. Sellest järeldub, reljeefimodelite erinevusel tuleb arvesse võtta orienteerumiskaardi joonistamisel kasutatud alusmaterjale, millest võivad olla tingitud süstemaatilised vead, nt Oore orienteerumiskaardi reljeefimodeli suuremad absoluutsed kõrgused pea kogu uurimisalal (joonis 1). Üldiselt võib uurimuses valitud kuue uurimisala põhjal täheldada kerget seost – kõrguste erinevused on suuremad nendel uurimisaladel, millel on suuremad kõrguste vahed või millel on suurem absoluutne kõrgus.

Mitmed kahe reljeefimodeli maastikuprofiilid näitavad, et vaatamata orienteerumiskaardil olevate pinnavormide asukohavigadele on pinnavormide suhtelised kõrgused paljudel juhtudel võrreldavad LiDAR-i reljeefimodeliga, mis tõstab orienteerumiskaardi usaldusväärsust maastiku suhteliste kõrguste suhtes. Mõnel juhul leiti orienteerumiskaartidelt pinnavormide kujutamise liialdamist, mida esines rohkem positiivsete pinnavormide puhul. Pinnavormide liialdamist tõestab fakt, et kolmel uurimisalal kahe reljeefimodeli kõrguste erinevuste esinemiste hulk kõrgusvahemikes ei sarnanenud normaaljaotusele. Profiiljoonte käigud on kahel reljeefimodelil üldjoontes sarnased. See on tingitud asjaolust, et orienteerumiskaardil nõutaksegi suhtelistes kõrgustes ning pinnavormide suhtelises paiknemises täpsust, kusjuures absoluutne kõrgus polegi määrava tähtsusega.



Joonis 1. Väljalõige Oore uurimisala keskelt orienteerumiskaardi ning LiDAR-i reljefimodeli samakõrgusjoontega, millel on erinevad väärtused

Maastikuprofiililt võis näha ka orienteerumiskaardist reljefimodeli interpoleerimise nõrka omadust ehk kõrguse muutusi profiiljoonel ei kajastata nii täpselt, kuid annab üldiselt piisava usaldusväärsusega väljundi. Samuti interpoleeriti mõned soo tasapinnad liiga sügavaks ja nõgusaks, mis tähendab, et orienteerumiskaardi reljefijoonisest loodud reljefimudelisse tuleb suhtuda kriitiliselt soodes, sh nende äärealadel.

Mitmel juhul oli orienteerumiskaardil reljefi üldistatud küllaltki palju, mis tekitas samuti kahe reljefimodeli vahel kõrguste erinevusi (nt orienteerumiskaardi samakõrgusjoon läbis mitut LiDAR-i reljefimodeli samakõrgusjoont). Orienteerumiskaardil üldistatakse nt pinnavormi kuju või nõlva liigestatust.

Orienteerumiskaarti on võimalik kasutada LiDAR-i andmete kontrolliks või mistahes reljefimodeli täpsustamiseks vaid osaliselt. Orienteerumiskaart aitab mõista reljefi ka siis, kui LiDAR-i

reljeefimudel peaks mingil põhjusel olema mitteusaldusväärne, nt kui LiDAR-i reljeefimudelil puuduvad pinnavormid, mis orienteerumiskaardil on kujutatud. Kuna orienteerumiskaardil võivad olla pinnavormid kujutatud võimendatult, ei ole alati otstarbeks võrrelda LiDAR-i reljeefimudeli suhtelisi kõrgusi orienteerumiskaardiga, mille asukohatäpsus ei ole alati piisavalt hea.

Tänuavaldused

Autor tänab Raivo Aunapit juhendamise, igakülgse abi ja nõuannete eest ning andmete jagamise ja erialase informatsiooni andmise eest Sander Blehnerit, Kalle Kalmu, Enn Kukke, Kaido Nurjat, Tõnu Oja, Madis Orast, Eduard Pukkoneni, Sixten Silda.

Viiteallikad

Raamatud ja artiklid

Arold, I. 2005. *Eesti maastikud*. Tartu Ülikooli Kirjastus.

Baltsavias, E. P. 1999a. A comparison between photogrammetry and laser scanning. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 54, 83–94.

Baltsavias, E. P. 1999b. Airborne laser scanning: basic relations and formulas. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 54, 199–215.

Heritage, G. L. & Large, A. R. G. 2009. Laser Scanning for the Environmental Sciences.

Imhof, E. 1982. Cartographic Relief Presentation. Walter de Gruyter & Co.

Kala, V. 2001. Kartograafia alused. TTÜ Kirjastus.

Kink, H. 2002. Loodusmälestised 7. Lääne-Virumaa. Tallinn: Teaduste Akadeemia Kirjastus.

Klaar, T. 2010. Orienteerumisest iseõppijatele.

Lillesand, T. M. & Kiefer, R. W. 2009. Remote sensing and image interpretation. 700–705.

- Pukkonen, E.** 2011. Orienteerumismaastikud ehk miks me just jookseme seal, kus jookseme. *Orienteeruja*, 123, 30–31.
- Remm, K. & Raid, T.** 2012. Orienteerumiskaardi joonistamine ja usaldusväärsus. *Orienteeruja*, 127, 45–47.
- Sild, S.** 2011. LI-LLI nagu LI-DAR. *Orienteeruja*, 125, 32–34.
- Zentai, L.** 2009. The use of new technologies in making orienteering maps. *Scientific Journal of Orienteering*, 17, 56–64.
- Tasa, J.** 2003. Kas meie kaardid on hästi loetavad? *Orienteeruja*, 76, 25–27.
- Vaher, M.** 2002. Kaardiseminar Kuutsemäel. *Orienteeruja*, 69, 10–11.
- Vain, A.** 2008. Aerolaserskaneerimisest saadud maapinna kõrgusmodeli täpsuse hindamine. *Geodeet*, 36 (60), 38–41.
- Vain, A.** 2011. Aerolaserskaneerimise tööprintsip ja vigade päritolu – lühike kokkuvõte. *Geodeet*, 41 (65), 77–80.
- Viirsalu, V.** 2000. Kaasaegsete orienteerumiskaartide tegemine. *Orienteeruja*, 54, 18–21.
- Viirsalu, V.** 2006. Kaardirevolutsioon – kas oli või ei olnudki? *Orienteeruja*, 95, 29–32.
- Wehr, A. & Lohr, U.** 1999. Airborne laser scanning – an introduction and overview. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 54, 68–82.

Käsikirjad

- Boström, M.** 2011. The utilization of GPS in orienteering mapping in urban Helsinki and rural Kenya. Kättesaadav: **Error! Hyperlink reference not valid.** [07.04.2011.]
- Ledoux, H. & Gold, C.** 2004. An Efficient Natural Neighbour Interpolation Algorithm for Geoscientific Modelling. Kättesaadav: http://www.voronoi.com/wiki/images/f/f9/Efficient_nni_geoscientific.pdf [15.05.2012.]
- Medvedev, E.** 2004. Towards the full automation of laser scanning and aerial photography data processing. Kättesaadav: <http://www.isprs.org/proceedings/XXXV/congress/comm2/papers/119.pdf> [03.01.2012.]

Petrovic, D. 2011. Some experiences in making orienteering maps in Slovenia from airborne laser scanning data. Kättesaadav: http://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2011/Oral%20Presentations%20PDF/A3-Thematic%20maps,%20orienteering%20map/CO-011.pdf [30.04.2012.]

Solnask, S. 2009. LiDARi kasutamine metsaaluse maapinna reljeefi kirjeldamisel. Kättesaadav: TÜ raamatukogu.

Leica Geosystems AG. Leica ALS50-II Airborne Laser Scanner Product Specifications. Kättesaadav: <http://aamgroup.com/resources/pdf/products/LiDAR/ALS50-II.pdf> [03.04.2012.]

Maa-ameti geoportaal. Kõrgusandmed. Kättesaadav: <http://geoportaal.maaamet.ee/est/Andmed-ja-kaardid/Topograafilised-andmed/Korgusandmed-p114.html> [02.01.2012.]

Metsaregister. Kaardirakendus. Kättesaadav: <http://register.metsad.ee/avalik/> [11.05.2012.]

Metsur, M. 2009. LIDAR Leica ALS50-II. Kättesaadav: http://geoportaal.maaamet.ee/docs/fotogrammeetria/2009_LIDAR_2.pdf [02.01.2012.]

Nayegandhi, A. 2007. Lidar Technology Overview. Kättesaadav: http://lidar.cr.usgs.gov/downloadfile2.php?file=Nayegandhi_Lidar_Technology_Overview.pdf [03.04.2012.]

Rahvusvaheline Orienteerumisföderatsioon. Rahvusvahelised nõuded orienteerumiskaartide koostamiseks. (eestikeelne tõlge) Kättesaadav: <http://www.orienteerumine.ee/kaart/isomEST.pdf> [29.12.2011.]

Roots, L. Satelliitnavigeerimise täpsuse parandamine. Kättesaadav: <http://olev.mhb.ee/eava/4/materjal.html> [03.04.2012.]

Rügelis, M. 2010. "Metrum" izejmateriäli OS karšu zīmēšanai. Kättesaadav: <http://www.slideshare.net/estlat/metrum-orient-lidar1> [03.04.2012.]

Summary

THE COMPARISON OF LIDAR DATA AND ORIENTEERING MAP TERRAIN MODELS

This paper introduces terrain presentation from orienteering map and LiDAR data and compares them with different type of methods. The process of making an orienteering map and main principles of airborne laser scanning are introduced as well. The purpose for this research is to appraise accuracy of the relief on orienteering map and determine whether the orienteering map is possible collaboration material for the terrain model or control material for the LiDAR data products.

LiDAR or airborne laser scanning is a remote monitoring technology where the plane can collect large amounts of terrain data with special instruments within short period of time. The orienteering map is detailed topographic map with special specification and requirements. The stages of making an orienteering map are collecting the base maps or data, fieldwork and map drawing. Every stage and its methods could have an influence for the map accuracy and details.

The research was made on six specially chosen test areas – Juudakunnu, Jõelähtme, Oore, Pikasaare, Põlula and Võiste. The data for each test area included the relief of the orienteering map and LiDAR data which had to be processed to use it for terrain comparisons. All terrain models and their comparisons were made with ArcGIS software. The comparison of the terrain models bases mostly on the maps of altitude differences of both terrain models and comparisons of relief contours or profiles.

Comparing the terrain models of different test areas, it was possible to do some consequences which confirm the hypothesis completely or partly. The imprecise location accuracy was the main reason of the differences between the terrain models. The differences were

bigger if the absolute altitude of altitude differences were higher in test area. Even though there were location errors on the orienteering map the relative height differences were mostly similar on terrain profiles. In some cases, the relief forms on orienteering map were boosted, for example hills were higher than in reality. The generalisation also creates some differences between the terrain models.

The orienteering map can be used partly for terrain model corrections or LiDAR data product controlling only in some cases if the metadata of orienteering map is known. The weakest side of the orienteering map is its location accuracy.

PEIPSI JÄRVE RANNAJOONE JA SUURTAIMESTIKU KAARDISTAMINE KESKMISE RUUMILISE LAHUTUSEGA SATELLIIDIPILTIDELT

Kirke Narusk

Tartu Ülikool, Ökoloogia ja Maateaduste Instituut, Geograafia osakond
geograafia magistrant
kirke.narusk@gmail.com

Sissejuhatus

Suurtaimestiku, peamiselt pilliroo poolt kaetud alad on viimastel kümnenditel nii botaanikute sõnul kui kaugseireandmete (Tartu Observatoorium 2008-2011) järgi Eestis tunduvalt laienenud, seda nii suurjärvede (Peipsi järv, Võrtsjärv) kui ka Läänemere rannikul. Viimastel aastatel näib see tendents Peipsi järves olevat vähemalt ajutiselt peatunud (Tartu Observatoorium, 2011). Võrtsjärve andmete tuginedes on analüüsitud roostikuriba laiust mõjutavaid tegureid ning oluliseks osutus suuremate sissevoolude lähedus (Liira *et al.*, 2010), mis toetab üldlevinud hinnangut järvede eutrofeerumisele kui makrofüütide pindala suurenemise põhjusele (Mäemets, 2005; Valta-Hulkkonen *et al.*, 2005). Füüsikalise-keemiliste näitajate põhjal on Peipsi Suurjärve seisund kesine, Pihkva järve seisund halb (Keskkonnaministeerium, 2008). Veekogude seisundi parandamiseks tuleks muuhulgas hoida kontrolli all ka makrofüütide laienemist, mis võivad kahjustada teiste organismide elutegevust või muuta vee kvaliteeti (Euroopa Komisjon, 2002). Seetõttu on Peipsi järve suurtaimestikuga, peamiselt hariliku pillirooga kaetud alade hindamine oluline nii veekogu seisundi ja liigirikkuse seisukohalt, aga ka majanduslikus mõttes, säilitamiseks ligipääs rannaaladele kalastamise või vaba aja veetmise eesmärgil. Kaugseirepildid on üks võimalus täpsete kvantitatiivsete hinnangute

andmiseks suurtaimestiku kasvudünaamikas aastakümnete jooksul toimunud muutuste kohta. Käesolevas artiklis antakse ülevaade uurimusest (Narusk, 2012), mille eesmärgiks oli hinnata keskkonnaseire programmis seni rannaroostike klassifitseerimiseks kasutatud meetodi sobivust Peipsi järvel.

Peipsi järve suurtaimestik

Ehkki Peipsi kaldavees leidub teisigi kõrgekasvulisi taimi (järvkaisel, ahta- ning laialehine hundinui), on valitsevaks liigiks nii biomassilt kui ka levikult harilik pilliroog (*Phragmites australis*) (Mäemets *et al.*, 2008). Peipsi järve laiaulatuslikud rannalähedased vähem kui 3-4 m sügavused alad on soodne paik makrofüütide, sealhulgas pilliroo levikuks, mida on mõjutanud 40-aastat kestnud eutrofeerumine (Mäemets, 2005). Kõige kiiremini levis roostik seitsmekümnendatel ja kaheksakümnendate algul. Kasvuks sobival rannalõikudel on toimunud pidev levik piki rannikut põhja poole, eriti läänekaldal (Freiberg, 2007; Mäemets *et al.*, 2008). Siin kehtib ilmselt Klinge seadus, mille järgi on põhjapoolkera suurjärvede läänerannad enamasti kinni kasvanud, tuultele ja lainetusele avatud idarannad aga vähese taimestikuga.

Metoodika

Peipsi järve suurtaimestiku kaardistamisel satelliidipiltidelt on seni käsitletud rannajoonest avavee suunas jäävaid kaldaveetaimestikuga alasid (Tartu Observatoorium, 2009–2011). Head lahendust keskmise ruumilise lahutusega satelliidipiltidelt järvevees kasvavate roostike ja samade roostikulappide rannavööndi maismaal jätkuva ala omavaheliseks piiritlemiseks seni ei ole. Selles olukorras on mõistlik hinnata rannaroostike pikaajalist dünaamikat kokku-leppelise joone, järve rannajoone suhtes, mida on ka kasutatud (Tartu Observatoorium, 2009–2011). Eesti-poolisel rannikul kasutati käesolevas töös Eesti põhikaardi rannajoont (M 1:10 000) (Maa-

amet, 2012) ja Venemaa-poolsel osal Eesti baaskaardi rannajoont (M 1:50 000) (Maa-amet, 2012). Kuna asjakohased andmed Venemaa rannajoone kohta puuduvad (baaskaart on aastast 1996, uuemate topograafiliste kaartide kohta puuduvad metaandmed), katsetati uurimistöös rannajoone eristamist Landsat-piltidelt. Selleks kasutati eri aastate maikuu satelliidipilte (piksli suurus 30 m), mis jäid ajavahemikku 1985–2011. Maikuu pildid valiti seetõttu, et neil ei avaldu veel suurtaimestik. Töös kasutatud Landsat-piltidel oli keskmine veetase ligikaudu 240 cm üle mõõtejaama nulli, mis on ka Peipsi järve maikuu pikaajaline keskmine (EMHI, 2012). Rannajooned leiti maikuu tehtud piltidelt Idrisi rasterpaketi abil, kasutades Landsat 4. kanali lähisinfrapunaseid pilte. Selles lainealas paistab vesi maaga võrreldes palju tumedam ja neid on kerge eristada.

Landsat-piltidelt klassifitseeritud rannajoone hindamiseks kasutati Eesti rannikul Eesti põhikaardi rannajoont, Venemaa poolel aga Eesti baaskaardi rannajoont (Maa-amet, 2012). Lisaks avanes võimalus kasutada ka uusi digitaalseid Vene topograafilisi kaarte mõõtkavas 1:25 000, millelt digitaliseeriti GIS-paketi ArcGIS abil rannajoon.

Suurtaimestiku eristamise veahinnangute tarbeks kasutati suure ruumilise lahutusega satelliidi Quickbirdi 2006. aasta 18. augustil ja 6. augustil pildistatud multispektraalseid pilte ning Landsat-satelliidipilti 6. augustist 2006. Suure resolutsiooniga skanneri Quickbird satelliidipildid ortorektifitseeriti, kasutades kaugseirepiltide töötlemiseks mõeldud rakendustarkvara ERDAS IMAGINE. Augustikuised Landsat- ja Quickbird-pildid teisendati Idrisi rasterpaketi vegetatsiooniindeksi NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) piltideks, mille NDVI väärtused moodustavad sadula kujuga tihedusjaotuse (Liira *et al.*, 2010), kus väikeste, sealhulgas negatiivsete väärtuste piirkonda jäävaid taimestumata alasid esindavad pikslid (veepind, taimestumata rannaalad, järvepõhi), positiivsete väärtuste poole jääb kaldaveetaimestik. Klassifitseerimisotsuste

tegemiseks kasutati rannajoont. Seejärel võrreldi paketi ArcGIS Landsat-pildilt klassifitseeritud roostike pindalade täpsust Quickbirdi omadega, mille tulemusi loeti seejuures „õigeteks tulemusteks.“ Hilissuvised pildid valiti põhjusel, et siis on vegetatsioonimaksimum ja pilliroog kõige lopsakam (Liira *et al.*, 2010).

Tulemused

Landsat-piltidelt klassifitseeritud rannajoon ühtis järve põhja-rannikul ja enamjaolt ka läänerannikul Eesti põhikaardi rannajoonega, välja arvatud loodeosas ja Varnja ümbruses, kus see oli kohati kuni mõnikümmend meetrit maismaa pool. Eesti osas klassifitseerus kõige halvemini Lämmijärve kaldalõik Beresje lahest lõuna suunas, kus piltidelt klassifitseeritud rannajoon oli märgatavalt avavee suunas. See võib olla tingitud ka Beresje lahe käänulisest rannajoonest, sest üldiselt klassifitseerusid liigendatud rannalõigud Landsat-piltidel kehvemini kui sirged.

Venemaa-poolset Landsat-rannajoont saab võrrelda Eesti baaskaardi ja Vene 1:25 000 topograafilise kaardi rannajoonega. Siin lahkesid kolm vaadeldavat rannajoont tunduvalt rohkem kui Eesti põhikaardi ja Landsati oma Eesti poolel. Suurimad erinevused Landsat-piltidelt klassifitseeritud rannajoone ja võrreldavate rannajoonte vahel olid Pihkva järve kaguosas (erinevus kuni 200 m). Peipsi Suurjärves ei ole kallas aga nii käänuline ja seal olid kokkuvõttes ka erinevused väiksemad. Kuna kolm rannajoont on kaardistatud erinevas mõõtkavas, siis käänulise kaldajoone puhul tuleb arvestada ka mõõtkava tegurit ja generaliseerituse astet.

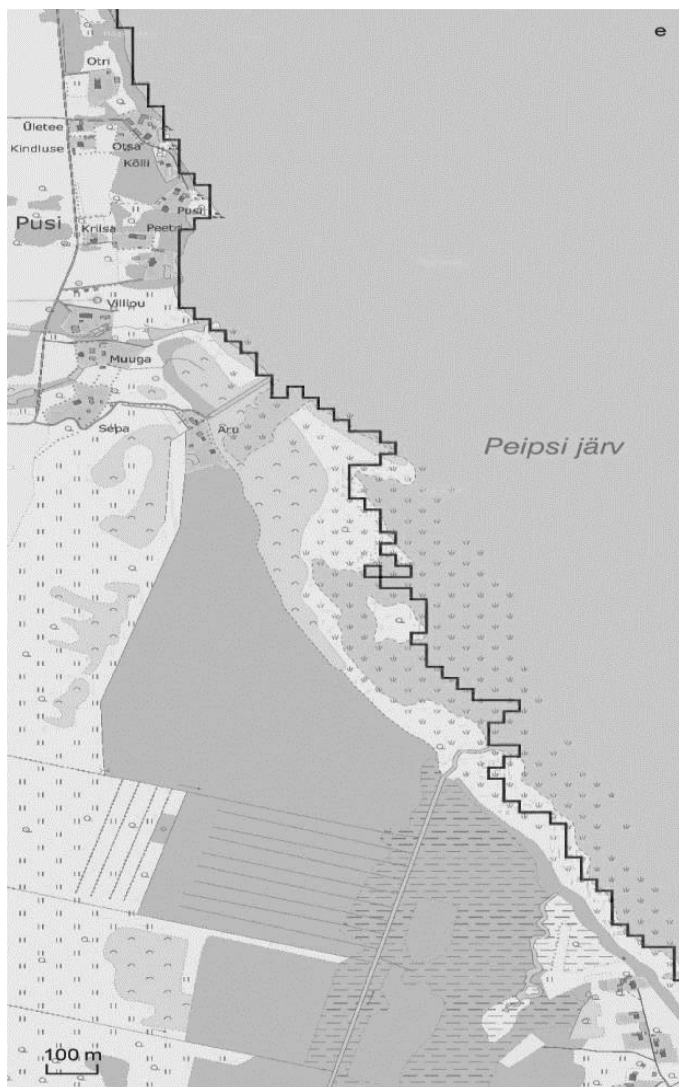
Landsat- ja Quickbird-piltidel klassifitseeritud roostikulappide pindala omavaheliseks võrdluseks jaotati Quickbird-piltidega kaetud rannajoone ala ligikaudu 500 m pikkusteks lõikudeks. Järve Eesti-poolsel alal tekitati nii kolmkümmend kolm rannalõiku, Venemaa poolel Eesti baaskaardi rannajoonest kaksikümmend. Venemaa poolel valiti baaskaart seetõttu, et selle rannajoon oli Landsati ja Vene

topograafiliste kaartidega võrreldes kõige enam maismaa pool, võimaldades suurema roostikupindala klassifitseerimist. Kaldaäärse suurtaimestiku pindalade võrdlemisel Quickbird- ja Landsat-piltidelt (joonis 1) Eesti ja Venemaa poolel oli determinatsioonikordaja R^2 vastavalt 0.97 ja 0.99 ning pindalad olid tugevas lineaarses seoses.



Joonis 1. Landsat 5 NDVI pildilt klassifitseeritud suurtaimestiku piir kollase vektorjoonisena Quickbird-valevärvipildi foonil. Musta joonega on kujutatud Eesti põhikaardi rannajoon. Pildil on järve rannik Varnja soo ümbruses.

Järeldused

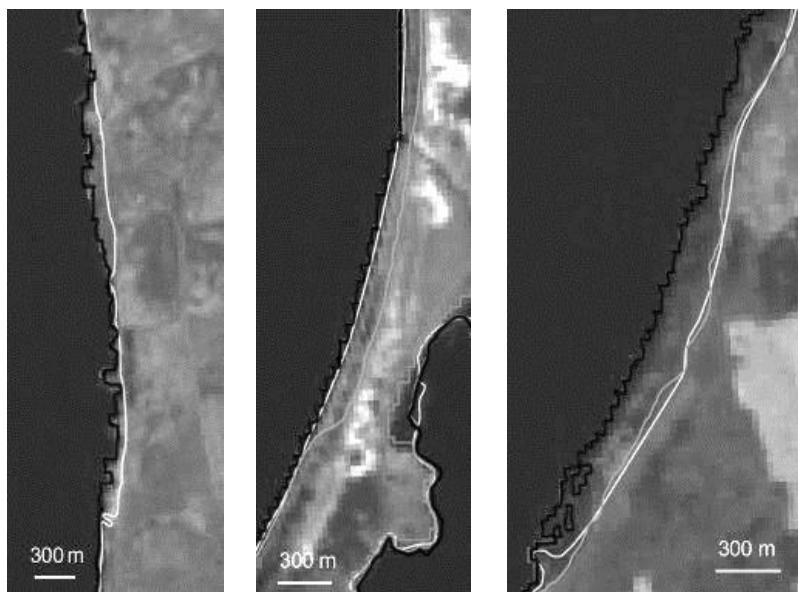


Joonis 2. Landsat-piltidelt klassifitseeritud rannajoon Eesti põhikaardi taustal Pusi küla lähistel (Eesti põhikaart, Maa-amet 2012).

Landsat-piltidelt klassifitseeritud rannajoon ühtis järve põhja-rannikul ja enamjaolt ka läänerannikul Eesti põhikaardi rannajoonega. Kuigi Peipsi järve veetase on maikuus keskmiselt ja oli ka selles töös kasutatud piltidel 40 cm üle pikaajalise keskmise, ei paistnud see nihutavat rannajoont oluliselt maismaa suunas. Loodeosas oli see küll mõnikümmend meetrit nii, kuid erinevuste korral paistis rannajoon üldiselt olevat pigem veidi avavee suunas. Oli ka löike, kus Landsati pilt näitas maismaad, Eesti põhikaart aga vett. Selline näide oli Pusi küla juures (joonis 2). Teisalt vanem versioon Eesti põhikaardi rannajoonest selles kohas ühtib Landsati piltidel kujutatuga. Ilmselt on tegu järve madalaveelise kinnikasvanud kaldalähedase osaga.

Venemaa-poolisel rannikul püüti leida kolme rannajoone vahel sarnasusi ja erinevusi. Sarnaselt Eesti rannikule ühtisid rannajooned sirgetel lõikudel. Suurte erinevuste korral Landsati rannajoone, Vene topograafilise kaardi ning baaskaardi vahel ei ole põhjus klassifitseerimisvigades, sest Landsati pilte uurides paistab nendel lõikudel, kus teised kaardid seda ei tunnista, tõepoolest olevat maismaa (joonis 3). Rannajoone erinevused Vene topograafilise kaardi ja Eesti baaskaardi vahel ilmnesid Landsat-satelliidipildi uurimisel enamasti väikeste väärtustega pikslite näol (tumedama alana), kuid siiski Landsat-pildi järgi maismaana. Seega võib tegu olla veetaseme muutustest, rannajoone nihkumisest, madalaveeliste alade kinnikasvamisest või kaardistusprintsipi erinevusest tingitud lahkkelidega.

Kokkuvõttes saab lähisinfirapunase kanali piltide eristusnivoo abil klassifitseeritud rannajoont kasutada maismaa ja veepinna vahelise piiri tekitamiseks, kuid arvestada tuleks rannajoone liigendatusega. Landsat-satelliidipilte saab vajadusel kasutada ka visuaalseks hinnanguks Venemaa topograafiliste rannajoonte kõrvutamisel.



Joonis 3. Landsat TM rannajoon (punane), Eesti baaskaardi rannajoon (helesinine), Vene topograafilise kaardi rannajoon (roosa) Landsat TM pildil (21.05.2007) a) Laptovitsi küla lähistel b) Lahe lahe juures c) lõik Molgovo ja Velikja jõe suudme vahel.

Veahinnangud Landsat NDVI piltidele näitasid suure ja keskmise ruumilise lahutusega piltidelt klassifitseeritud roostikulappide pindalade vahel tugevat lineaarset seost. Seega saab Landsati piltidelt edukalt hinnata Peipsi järve suurtaimestiku dünaamikat. Kokkuvõttes saavutati Eesti poolel veidi paremad klassifitseerimistulemused, kuna seal oli suurtaimestiku riba laius suurem. Rannavööndi puhul, mis ei ole ääristatud pideva suurtaimesiku ribaga, mängib Landsat-piksli suurus (30 m) suuremat rolli. Eesti-poolne lõik Kolkjast kuni Varnja sooni oli ääristatud ridaküladega ja rannäärne liigestatud paadikanalitega, mis eristusid hästi Quickbirdi pildil, kuid ei avaldunud Landsati pildi klassifitseerimistulemuses, kuna nende laius on piksli suurst arvestades väike.

Tulemustest lähtuvalt saab avaveelisi roostikualasid satelliidipiltide põhjal rannajoone olemasolul hästi piiritleda. Rannaäärse suurtaimestiku klassifitseerimisel keskmise ruumilise lahutusega satelliidipiltelt tuleks arvestada siiski ka suurtaimestiku riba laiuse ja liigestatusega. Tegelikkusele vastava rannajoone saamine on aga keeruline nii veetasemete kõikumiste kui ka rannajoone definitsiooni hägususe tõttu.

Viiteallikad

Euroopa Komisjon. 2002. Euroopa Liidu Veepoliitika Raamdirektiiv 2002

Freiberg, L. 2007. Pilliroo *Phragmites australis* levik ja omadused Peipsi järves. Magistritöö. Eesti Maaülikool, Tartu, 68 lk.

Keskkonnaministeerium. 2008. Eesti pinnaveekogude ökoloogiline seisund 2004–2008.

Liira, J., Feldmann, T., Mäemets, H., Peterson, U. 2010. Two Decades of macrophyte expansion on the shores of a large shallow northern temperate lake – A retrospective series of satellite image. *Aquatic Botany*, 93, 207–215.

Mäemets, H. 2005. Relationships of the macrophyte vegetation of Estonian lakes with environmental conditions and changes in the course of anthropogenic eutrophication. A thesis for applying for the degree of Doctor of Philosophy in Hydrobiology. Estonian Agricultural University, Tartu, 187 lk.

Mäemets, H., Freiberg, L., Palmik, K., Sudnitsõna, D., Kozõreva, K. 2008. Suurtaimestik. In *Peipsi* (Haberman, J., Timm, T., Raukas, A. toim). Eesti Loodusfoto, Tartu, 227–240.

Narusk, K. 2012. Peipsi järve rannajoone ja suurtaimestiku kaardistamine keskmise ruumilise lahutusega satelliidipiltidelt. Tartu Ülikool, Tartu, 53 lk.

Tartu Observatoorium. 2011. Eesti riikliku keskkonnaseire allprogrammi „Eesti maastike kaugseire“ 2010.a. aastaaruanne.

Tartu Observatoorium. 2009–2010. Eesti riikliku keskkonnaseire allprogrammi „Eesti maastike kaugseire“ 2009.a. aastaaruanne.

Valta-Hulkkonen, Kanninen, A., Ilvonen, R., Leka, J. 2005. Assessment of areal photography as a method for monitoring aquatic vegetation of varying trophic status. *Boreal Environment Research*, 10, 57-66.

Interneti-allikad:

EMHI internetilehekülg, 2012. Jõgede, järvede veetasemed **Error! Hyperlink reference not valid.**

Maa-ameti geoportaal, 2012

<http://geoportaal.maaamet.ee/est/Teenused/Avalik-WMS-teenus-p65.html>

Summary

MAPPING COASTLINE AND MACROPHYTES OF LAKE PEIPSI WITH MEDIUM SPATIAL RESOLUTION SATELLITE IMAGES

The reports (2009–2011) of Environmental monitoring subprogramme „Remote Sensing of Estonian Landscapes“ carried out by Tartu Observatory and based on satellite images from 1986 till 2011 reveal the extension of reed areas at Lake Peipsi. Eutrophication is considered to be the main driving factor in expansion of the coastal reed belts.

This study focuses on the quality of shoreline extraction and macrophyte classification accuracy from medium spatial resolution satellite images. To estimate the area of emergent aquatic vegetation in shallow water it is necessary to determine the border where to measure the macrophyte belt. In case of Lake Peipsi the coastline from the National Basic Map was used for the Estonian coast. Lack of updated large scale maps and uncertainty about the Russian coast was a trigger to compare available coastlines. The retrospective time series of Landsat Thematic Mapper (TM) and Landsat Enhanced Thematic Mapper Plus multi-temporal satellite images were used to extract the waterline of Lake Peipsi as one

possible coastline for Russia. Suitable images were selected from those acquired in May presuming that the vegetation is not yet presented in them (Liira *et al.*, 2010). 9 waterlines were classified by applying density slicing method to Landsat TM near-infrared band, and overlaid in order to find the arithmetic mean. The other possible coastlines to use were Estonian Base Map and Russian 1:25 000 Scale Topographic Map coastline.

A non-parametric image interpretation methodology based on the bimodal distribution of NDVI values (Liira *et al.*, 2010) was applied on images for emergent vegetation mapping. This method was also used for Lake Peipsi by Tartu Observatory. Satellite images from August 2006 were used to evaluate the accuracy of the classification method by comparing the classification results obtained with the Landsat images to areas classified from high spatial resolution Quickbird images.

The results of the study show that shoreline acquired from Landsat TM images corresponds quite closely to National Basic Map. Nevertheless, the three coastlines compared on the Russian side were more convoluted and thus more different. The areas of macrophytes classified from Landsat TM images were strongly correlated with those of Quickbird.

MAANTEEÄÄRSETE MULDADE FAUNA JA DIATOMEEFLOORA

Piret Vacht

Tallinna Ülikool, Matemaatika ja Loodusteaduste Instituut
ökoloogia doktorant
piret.vacht@tlu.ee

Sissejuhatus

Mulla-elustikul on oluline roll mulla aineriingetes, arengus ning talitluses. Samuti on mullas elavad organismid headeks mulla seisundi indikaatoriteks. Kui maapealsete ökosüsteemide mitmekesisust on uuritud üsna põhjalikult, piirduvad teadmised mulla-elustikust mõndade organismirühmade ja ökosüsteemitüüpidega. Nii on vihmausse ja hooghännalisi uuritud juba aastakümneid ning nad on laialdaselt kasutatavad indikaatororganismid. Ränivetikaid ehk diatomeesid on seni põhjalikult uuritud eelkõige veekeskkonnas, kuid muldades on nende bioindikatsiooni omadused veel vähetuntud ning väärivad seega tähelepanu.

Maanteeäärsete alade pindala, mida mõjutab nii transport ise kui ka sellega kaasnev teehooldus, on aastatega järjest kasvanud ning neid alasid peetakse seetõttu väheväärtuslikeks. Ometi on ka nende alade mullad elupaigaks tohutule hulgal liikidele, kes omavad endas informatsiooni sealse ökosüsteemi toimimise kohta. Neile organismidele saavad osaks mitmetest allikatest tulenevad häiringud, mis kujundavad aja jooksul koosluste taksonoomilist ülesehitust. Säilivad eelkõige need liigid, kes on võimelised tugeva keskkonnastressiga kohanduma.

Töö eesmärgid

1. Analüüsida maanteeäärsete muldade elustikku: hooghännaliste, vihmausside ja ränivetikate koosluste struktuuri ning mikroobi-koosluste aktiivsus- ja biomassinäitajaid.

2. Eritleda mullaelustiku ülesehituse muutusi erineva talvise seisunditasemega teede äärsetel aladel ja teest kaugenevalt ning seoseid mulla parameetritega ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, orgaanilise aine ja karbonaatide sisaldus kuivaines, niiskus).

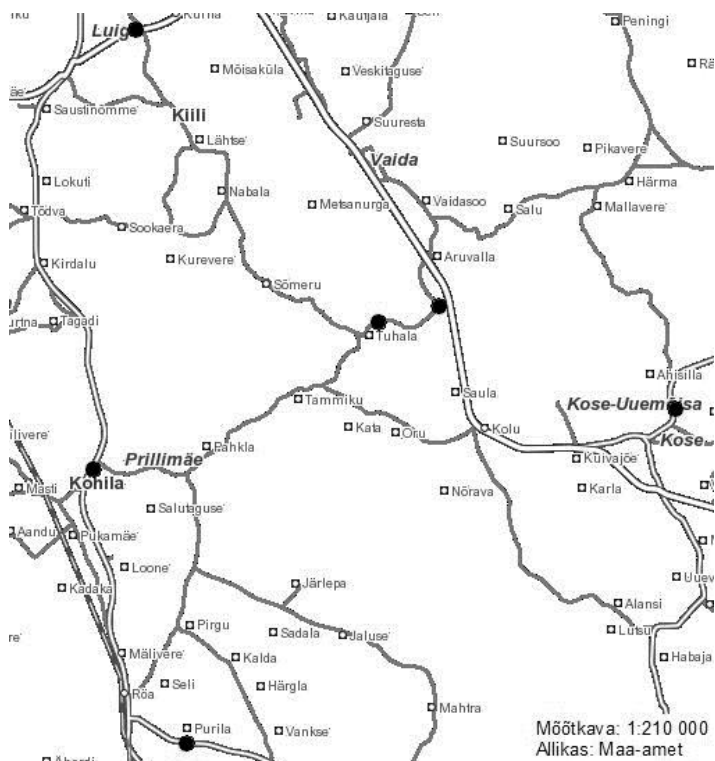
Uuringualad ja meetodika

Lähtuvalt tee talvisest seisunditasemest (Tee seisundinõuded, 2002) ja liiklussagedusest, mulla liigist ja -lõimisest ning visuaalsetest vaatlusest valiti Harju- ja Raplamaal kuus prooviala (joonis 1). Proovialad paiknevad Vaida-Urge, Kose-Kehra, Kose-Purila, Tallinna ringtee ning Tallinn-Rapla-Türi tee äärsetel gleistunud rähk- ja leostunud- ning rähksetel gleistunud muldadel. Domineerivateks lõimiseteks olid saviliiv ning kerge- või keskmine liivsavi.

Mais ja septembris 2011 mõõdeti teest 5, 10, 15 ja 20 m kauguselt mulla hetkeniiskus ning koguti proovid elektrijuhtivuse ($\text{EC}_{1:5}$) ja $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ mõõtmiseks laboris. 1, 5, 10 ja 20 m kauguselt teest koguti proovid veesisalduse ja kuivaine orgaanilise aine ning karbonaatide sisalduse määramiseks (Heiri *et al.*, 2001).

Mulla mikroobikoosluste, diatomee- ja vihmaussiproovid koguti koos mullaproovidega transektipõhiselt mais ja septembris 2011, hooghännaliste proovid septembris 2011. Vihmausside proovid koguti kolmes korduses lähtudes standardmetoodikast (Gunn, 1992; Meyer, 1996). Vihmausside liigiline kuuluvus määrati mikroskoobi abil (Timm, 1999). Hooghännaliste proovid koguti kuues korduses ning nad ekstraheeriti mullaproovidest kasutades Tullgreni lehtreid. Hooghännalistes loendas ja liigilise kuuluvuse määras (Gisin, 1960; Fjellberg, 1980) *PhD* Anneli Kuu. Mulla mikroobikoosluste analüüsid teostas *MSc* Sander Kutti Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledži mullabioloogia laboris. Mulla mikroobikoosluste biomass määrati substraadi poolt indutseeritud hingamise (SIR) meetodil (Anderson, Domsch, 1978; Öhlinger, 1996) ja mikroobikoosluste üldine aktiivus hingamisaktiivsuse alusel

(Brohon *et al.*, 2001). Diatomeeproovid koguti kolmes korduses, seejärel töödeldi neid laboris eemaldamaks proovidest üleliigsed komponendid ning prepareeriti. Diatomeerakud loendati ning määrati nende perekondlik, võimaluse korral ka liigiline kuuluvus (Krammer, Lange-Bertalot, 1988–1991, 1999–2004). Liigilise mitmekesisuse võrdlemiseks kasutati kõikide organismirühmade puhul Shannoni (Shannon-Wieneri) (Begon *et al.*, 1996) ja Simpsoni (1-D) indekseid (Somerfield *et al.*, 2008).



Joonis 1. Proovialade asend. Punasega on tähistatud suurima, oranžiga keskmise ning rohelisega madalaima liiklussagedusega teede ääres paiknevad proovialad

Andmete analüüsil lähtuti kirjeldava ja üldistava statistika meetoditest, millele lisaks kasutati ordinatsioonimeetoditena kanoonilist korrespondentanalüüsi (CCA) ja liiasusanalüüsi (RDA). Andmeanalüüsiks kasutati programme SPSS Statistics 17, STATISTICA 8.0, *Open Office Calc* 3.0.1, *TILIA GRAPH* (Grimm, 1990) ja *CANOCO* 4.52 (ter Braak, 1986; 1987; 1995).

Tulemused ja arutelu

Mulla elektrijuhtivuse näitajad jäid lähtuvalt mulla elektrijuhtivuse hindamise klassidest madalale või väga madalale tasemele (Roostalu, 2012) ja olid ka võrreldes linnamuldadega madalad (Ääremaa, 2012). Kevadel tingisid mulla elektrijuhtivuses esinenud anomaaliad olukorra, kus suurimad elektrijuhtivuse näitajad ei paiknenud alati kõrgeima ($159 \pm 16,7 \mu\text{S/cm}$), vaid hoopis keskmise talvise seisunditasemega (keskmise liikluskooormusega) teede äärsetel aladel ($179 \pm 30,8 \mu\text{S/cm}$). Sügiseks alanes elektrijuhtivus kõigil aladel ning säilis kõrgeima liikluskooormusega teede äärsete muldade keskmiselt kõrgem soolsusfoon ($95 \pm 13,6 \mu\text{S/cm}$). Seega vastab tõele eeldus, et suurema liiklussagedusega ja ka kõrgema talvise seisunditasemega teede äärsetel aladel on mulla elektrijuhtivus kõrgem, kuid kahtlemata tuleb siin arvesse võtta ka muldade loomulikku elektrijuhtivust. Teiste mullakarakteristikute varieeruvus oli ootuspärane – mulla hetkeniiskus ja orgaanilise aine sisaldus kuivaines suurenesid ning karbonaatide sisaldus kuivaines vähenes teest kaugenevalt. Mulla reaktsioon (nõrgalt happeline või neutraalne) peegeldas eelkõige piirkonnale iseloomulike muldade omadusi.

Vihmausside arvukus ja liigirikkus oli proovialade ja transektide lõikes ebaühtlane. Seega ei saa väita, et maanteeäärseim transekt või suurema liikluskooormusega tee äärne ala oleks alati kõrgemate või madalamate näitajatega. Küll aga võis sügisel täheldada vihmausside arvukuse, liigirikkuse ja liigilise mitmekesisuse statistiliselt

olulist ($p < 0,05$) vähenemist võrreldes kevadega. Liikidest domineerisid vähenõudlikud vihmaussiliigid (harilik mullauss, roosa mullauss) ning teest veidi kaugemal ka punane vihmauss. Samuti väljendab endogeiliste vihmaussiliikide suur osakaal (48%) maantee negatiivset mõju kooslusele.

Hooghännaliste arvukus, liigirikkus ja nende mitmekesisust kirjeldavad näitajad (Simpsoni domineerivuse indeks ja Shannoni mitmekesisuse indeks) näitasid küll erinevusi proovialade lõikes, kuid need ei olnud seotud tee liiklussagedusega. Samuti ei täheldatud märkimisväärsed seoseid ka kooslust tervikuna kirjeldavate näitajate ja keskkonnaparameetrite vahel. Küll aga oli *Lepidocyrtus lanuginosus*'i ja *Sminthurinus schoetti* arvukus seotud mulla elektri juhtivusega ($q > 0,5$; $p < 0,05$). Kõige enam esines *Isotomidae* perekonda kuuluvaid liike (~66%), kes elavad tavaliselt mulla pealmises kihis. Kuna mitmed leitud liigid (nt *Parisotoma notabilis*, *Lepidocyrtus lanuginosus*) taluvad ka varasemate uuringute sõnul mõõdukat reostust (nt Kuznetsova, 2009), võib öelda, et hooghännaliste liigiline koosseis oli ootuspärane.

Mikroobide biomassi ja aktiivsuse puhul täheldati eelkõige aastajalisi muutusi. Mikroobide biomass oli veidi madalam suurema liikluskoormusega teede äärsetel muldadel ($0,756 \pm 0,07$ mg biomass C/g K). Mikroobide hingamisaktiivsuses see-eest märkimisväärsed erinevusi ei täheldatud.

Ränivetikate arvukuse, liigirikkuse ja mitmekesisuse varieeruvus proovialade vahel oli kevadel ja sügisel statistiliselt erinev ($p < 0,05$). Paraku tuleb nentida, et mõõdetud keskkonnaparameetrite kompleks ei omanud ränivetikakooslustele ei kevadel ega sügisel statistiliselt olulist mõju ($p > 0,05$). Diatomeeanalüüsi kõige üllatavaks tulemuseks oli ränivetikate suur arvukus ja liigirikkus kõrgema liikluskoormusega teede maanteeäärseimatel transektidel. Peamiselt oli tegemist liikidega, mida iseloomustab kõrge reostustaluvusindeks (PTI) (Muscio, 2002). Proovides esines kõige arvukamalt *Hantzschia amphioxys* ja *Navicula mutica* rakke.

Järeldused

Töö tulemusena selgus, et maanteeäärsetes muldades leidub arvukalt erinevaid mullaorganisme, kelle liigilises koosseisus võib märgata muutusi lähtuvalt tee liikluskooormusest (ka talvisest seisunditasemest) ja transektist. Teeäärsetele muldadele on iseloomulikud kõrgeenenud mulla elektrijuhtivuse näitajad, mis sügiseks märkimisväärselt alanevad, kuid kõrgema talvise seisunditasemega teede äärsetel aladel säilib teistest aladest kõrgem soolsusfoon.

Maanteeäärsete alade mullad on elupaigaks eelkõige vähenõudlikele ja tihti ka endogeilistele vihmaussidele ning nende arvukus ja liigiline koosseis muutub teest kaugenevalt. Hooghännaliste koosluste ülesehitus on maanteeäärsetel aladel ühtlane, koosnedes peamiselt liikidest, kes on mõõduka reostuse suhtes tolerantset. Mikroobikoosluste näitajad (biomass ja hingamisaktiivsus) sõltusid selles uuringus pigem ala mullastikulistest isärasustest kui maantee lähedusest või liikluskooormusest. Ränivetikate arvukus ja liigirikkus see-eest võib suure liikluskooormusega (kõrge talvise seisunditasemega) ja ka tee lähedal olla üllatavalt kõrge. Selline stressoriterohkes keskkonnas elav diatomeekooslus koosneb reeglina vähenõudlikest ja madala reostustaluvusindeksiga (PTI) liikidest.

Viiteallikad

Anderson, J.P.E., Domsch, K.H. 1978. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 10, 215-221.

Begon, M., Harper, J.L., Townsend, C.R. 1996. *Ecology: Individuals, populations and communities*. Oxford: Blackwell Science.

Brohon, B., Delolme, C., Gourdon, R. 2001. Complementarity of bioassays and microbial activity measurements for the evaluation of hydrocarbon-contaminated soils quality. *Soil Biology and Biochemistry*, 33, 883-891.

Fjellberg, A. 1980. *Identification keys to Norwegian Collembola*. Stavanger: Norsk Entomologisk Forening.

Gisin, H. 1960. *Collembolenfauna Europas*. Geneva: Museum d'Histoire Naturelle.

Grimm, E.C. 1990. *TILIA and TILIA GRAPH. PC spreadsheet and graphics software for pollen data*. INQUA, Working Group on Data-Handling Methods. Newsletter. 4, 5-7.

Gunn, A. 1992. The use of mustard to estimate earthworm population. *Pedobiologia*, 36, 65-67.

Heiri, O., Lotter, A. F., Lemcke, M. J. 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology*, 25, 101-110.

Krammer, K., Lange-Bertalot, H. 1988-1991. Bacillariophyceae. – Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Eds). *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 2/2-4. Stuttgart/Jena: Gustav Fischer Verlag.

Krammer, K., Lange-Bertalot, H. 1999-2004. Bacillariophyceae. – Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Eds). *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 2/1-4. Heidelberg/Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.

Kuznetsova, N.A. 2009. Soil-dwelling Collembola in coniferous forests along the gradient of pollution with emissions from the Middle Ural Copper Smelter. *Russian Journal of Ecology*, 40, 6, 415-423.

Lange-Bertalot, H. 1979. Pollution tolerance as a criterion for water quality estimation. *Nova Hedwigia*, 64, 283-304.

Meyer, E. 1996. Methods in soil zoology II. – Schinner, F., Öhlinger, R., Kandeler, E., Margesin, R. (Eds). *Methods in soil Biology*. Berlin, Heidelberg: Springer LAB Manual. Springer Verlag.

Muscio, C. 2002. The Diatom Pollution Tolerance Index: Assigning Tolerance Values. [WWW] <http://teachers.sduhsd.net/ahaas/Quest%20Rsearch%20Methods/Diatoms/SR-02-02%20Revised%20Diatom%20Pollution%20Tolerance%20Index.pdf> (01.05.2012)

Roostalu, H. 2012. Mulla füüsilised omadused. In *Mullateadus. Õpik kõrgkoolidele* (Astover, A. Ed). Tartu: Eesti Maaülikool.

Somerfield, P.J., Clarke, K.R., Warwick, R.M. 2008. Simpson Index. Jorgensen, S.E., Fath, B. (Eds). *Encyclopedia of Ecology*. Amsterdam: Elsevier B.V.

Tee seisundinõuded. 2002. *Riigi Teataja määrus nr 45*.

Ter Braak, C.J.F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67, 1167-1179.

Ter Braak, C.J.F. 1987. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio*, 69, 69-77.

Ter Braak, C.J.F. 1995. Ordination – Canonical correspondence analysis (CCA). Jongman, R.H.G., ter Braak, C.J.F., van Tongeren, O.F.R. (Eds). *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. Cambridge: Cambridge University Press

Timm, T. 1999. *Eesti rõngusside (Annelida) määraja*. Loodusuurijate käsiraamatud 1. Eesti loodusuurijate seltsi väljaanne. Tartu-Tallinn: Teaduste Akadeemia Kirjastus.

Van Dam, H., Mertens, A., Sinkeldam, J. 1994. A coded check-list and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, 28, 117-133

Ääremaa, M. 2011. Tänavate soolatamise ja lumeladustamise mõju hindamine mulla kvaliteedile vihmaussikoosluste struktuuri ning käitumistesti alusel Tartus. Magistritöö. Tartu: Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž, Keskkonnakaitse õppetool.

Öhlinger, R. 1996. Soil Respiration by titration. In *Methods in soil biology* (Schinner, F., Öhlinger, R., Kandeler, E., Margesin, R. Eds). Berlin: Springer-Verlag.

Summary

ROADSIDE SOIL FAUNA AND DIATOM FLORA

Soil is a heterogeneous terrestrial ecosystem that offers habitat to a vast number of organisms. Soil biota has an important role in soil development, nutrient cycles and it can be used as an indicator of soil quality.

Research was conducted on six sites in Harju and Rapla county (Estonia) in the vicinity of roads with different traffic flow intensity and three different winter maintenance levels. Data was collected in May and September 2011. On these sites, the soils consisted of Gleyic Calcari-Skeletal Leptosols and Gleyic Cambisols and the soil texture was loamy sand or sandy loam.

The main objective of the study was to give an overview of roadside soil fauna (earthworm (Oligochaeta), springtail (Collembola) and diatom (Bacillariophyta) species composition, microbial biomass (SIR) and respiration values) and soil characteristics, and analyze whether the traffic flow intensity, distance from the road and soil properties affect the soil biota community.

As a result it was possible to observe certain differences in soil biota community composition between sites and transects. Soil electrical conductivity was relatively low, although the highest values generally belonged to the road with highest traffic flow intensity (also with the highest winter maintenance level). The variations of other soil characteristics receding from the road were as anticipated.

The earthworm abundance, species richness and other diversity characteristics were higher in spring than in autumn. The dominant earthworm species were the ones least demanding of soil conditions. Springtails were not generally affected by different road levels, but some positive correlations between specific species

(*Lepidocyrtus lanuginosus* and *Sminthurinus schoetti*) and soil electrical conductivity levels could be observed. Microbial biomass and respiration varied mostly seasonally and had little relation to traffic flow intensity or maintenance level. The vicinity of the road seemed to effect the diatom assables in some extent as the abundance and species richness were higher closer to the road. Therefore it can be said that the vicinity of the road and the intensity of traffic flow affects soil biota in some extent, although further research is necessary to confirm these results.

SAMBLAKATTE KUJUNEMINE FREESVÄLJAL

Anna-Helena Purre

Tallinna Ülikool, Matemaatika ja Loodusteaduste Instituut
geoökoloogia magistrant
annahele@tlu.ee

Sissejuhatus

Freesturbaväljad on tekkinud turba kaevandamise tagajärjel ning seal toimuvad mitmed soovimatud protsessid, näiteks süsinikdioksiidi õhkupaiskumine ja pinnase mineraliseerumine. Lisaks sellele on freesväljad ka tuleohtlikud. Euroopa Liidus kujundati arusaam rikutud märgalade kompenseerimise vajalikkusest 1995. aastaks, mil võeti kasutusele *no net loss* poliitika (Paal, 2011). Freesturbaväljade looduslik taastumine on väga pikaajaline protsess, kuid aktiivse taastamistegevusega on seda võimalik kiirendada. Eestis kasutatakse soode taastamiseks meie kliimale sobilikku Põhja-Ameerika tehnikat, mille etappe on kirjeldatud Rochefort'i *et al.* (2003) artiklis. Töö eesmärk oli uurida erinevate väetiste kasutamise, turbasamblaliikide külvi ning diaspooride kihi paksuse mõju samblakatte taastamise edukusele Ohtu katseala näitel. Samuti uuriti erinevate samblaliikide biomasside vahelisi korrelatsioone.

Turbasammaldest sobivad taastamiseks paremini looduslikes soodes mätastel kasvavad liigid, mis juhivad ja säilitavad paremini vett, eriti *S. fuscum* ning *S. rubellum* (Quinty & Rochefort, 2003). Taastamiseks sobivad samblad diaspoorid tuleb taastatavale alale külvata keskmise paksusega kihina, liiga õhuke või paks sambla diaspooride kiht vähendab sammalde ellujäävust (Rochefort *et al.*, 2003). Üldiselt on sammalde kasvu eelduseks piisaval hulgal taimedele omastatava fosfori ja lämmastiku kättesaadavus (Shaw & Goffinet, 2000), turbasamblad levivad aga keskkonnas, kus lämmastikku on u. 0,6% ja fosforit 0,03% (Richardson, 1981).

Turbasammalde kasvule aitab kaasa raba-karusambla (*Polytrichum strictum*) olemasolu, mis hoiab seni, kuni ta ise pole täiesti kuiv, turbasambla niiskena, stabiliseerib temperatuuri ning toimib ka seemnete ja eoste lõksuna (Groeneveld *et al.*, 2007). *P. strictum* on parim vahend freesturbaväljadel külmakohrutuse vältimiseks, kuna raba-karusambla kate vähendab turbapinna külmumiste ja sulamiste tsüklite arvu, aeglustades maapinna sulamist (Groeneveld & Rochefort, 2005). Taimestumata turbaalal, kus suvel langeb turba niiskusesisaldus alla 60%, püsib raba-karusambla vaibas niiskusesisaldus 90% lähedal (Ilomets, 2008).

Metoodika

Uurimisala paikneb Keila vallas Ohtu freesturbaväljal (59°17' N, 24°23' E). Katseala valmistati ette 2006. aastal, mil sinna külvati diaspoore kolme tihedusega: tihe (1,25-2,85 g/dm²), hõre (0,46-1,0 g/dm²) ja keskmine (1,0-1,24 g/dm²). Katsealale külvati erinevaid turbasamblaliike (*S. angustifolium*, *S. magellanicum*, *S. fuscum*) ja nende segusid (segamini *S. magellanicum* ja *S. angustifolium*; *S. capillifolium* ja *S. angustifolium*). Osadel katselappidel kasutati väetisena superfosfaati [(Ca(H₂PO₄)₂), 3 kg P ha⁻¹], karbamiidi [(NH₂)₂CO), 5 kg N ha⁻¹], kaaliumsulfaati [(K₂SO₄), 5 kg K ha⁻¹] ning ammooniumnitraati [(NH₄NO₃), 5 kg N ha⁻¹]. Katselapid multšiti keraheinaga. Ühe katselapi suurus oli 18 m², kokku 30 katselappi.

Välitööd teostati 2. novembril 2011. aastal, mil koguti kokku 57 samblaproovi biomassi, produktsiooni ja sambla juurdekasvu määramiseks. Proovid puhastati turbast ning soontaimedest (ja nende jäänustest) ning mõõdeti sammalde juurdekasvud. Produktsioonide ja juurdekasvude mõõtmisel kasutati looduslike markerite meetodit (*innate markers*), mida on kirjeldanud Pouliot *et al.* (2010). Peale juurdekasvude mõõtmist kuivatati proove ümbrikutes 48 tundi 60°C juures ning kaaluti. Samuti mõõdeti viimase kasvuhooaja (2011. a.) produktsioonid.

Andmeanalüüsiks kasutati statistikaprogrammi SPSS Statistics 17.0. Olulisusnivooks valiti 0,05. Seoseanalüüsis kasutati Spearmani korrelatsioonikordajat.

Tulemused

Katselappidel esines samblaid 4 perekonnast: *Polytrichum strictum*, *Pleurozium schreberi*, *Aulacomnium palustre* ning perekonda *Sphagnum* kuuluvad liigid (neid ei määratud liigini, kuna katselappidel kasvasid hoolimata algselt kindla turbasamblaliigi külvmisest proovivõtu ajal erinevad perekonda *Sphagnum* hulka kuuluvad liigid). Enim esines raba-karusammalt (54 proovis) ning harilikku palusammalt (52 proovis). Vähem leidis turbasamblaid (39 proovis) ning soovildikut (32 proovis). Keskmine sammalde juurdekasv oli antud katsealal 10,8 mm aastas. Suurima juurdekasvuga oli *P. schreberi* (2011. aastal keskmiselt 12,9 mm) ning väiksema juurdekasvuga *A. palustre* (2011. aastal 7,0 mm).

Aastane sammalde keskmine produktsioon katsealal oli 1,1 g dm⁻², kõrgemad produktsioonid mõõdeti raba-karusamblal ning turbasammalidel. Turbasammalde aastane produktsioon oli keskmiselt 0,5 g dm⁻². Katselappidel oli sammalde biomass keskmiselt 5,2 g dm⁻² ning sellest moodustas 44% *P. strictum*, 28% turbasamblad, 25% soovildik ning 3% harilik palusammal. Tabelis 1 on välja toodud katsealal esinenud sammalde biomassid erinevate väetiste, külvitiheduste ning külvatavate turbasamblaliikide kasutamise korral.

Tabel 1. Erinevate väetiste, külvatud turbasamblaliikide ja külvitiheduste mõju sammalde biomassile Ohtu katsealal.

			Biomass (g/dm ²)				
			<i>Sphagnum</i>	<i>P. strictum</i>	<i>A. palustre</i>	<i>P. schreberi</i>	<i>Samblad</i>
kasutatud väetised	K ₂ SO ₄	keskmine	0,91	1,93	2,41	0,47	5,72
		std. hälve	1,35	1,60	2,12	0,85	1,70
	(NH ₂) ₂ CO	keskmine	3,48	2,61	1,64	0,29	8,02
		std. hälve	2,63	2,45	1,42	0,30	3,17
	NH ₄ NO ₃	keskmine	2,22	3,07	0,80	0,01	6,10
		std. hälve	2,20	1,85	1,01	0,01	2,18
	Ca(H ₂ PO ₄) ₂	keskmine	3,06	1,88	1,94	0,54	7,42
		std. hälve	2,88	1,42	1,20	1,06	2,82
külvatud turbasamblaliigid	<i>S. angustifolium</i>	keskmine	1,60	2,20	2,10	0,30	6,20
		std. hälve	1,80	1,80	1,70	0,50	3,40
	<i>S. angustifolium</i> + <i>S. capillifolium</i>	keskmine	0,00	1,20	1,00	0,90	3,10
		std. hälve	0,00	0,40	0,20	1,20	1,00
	<i>S. fuscum</i>	keskmine	5,20	4,70	0,20	0,00	10,10
		std. hälve	1,10	2,40	0,30	0,00	0,60
	<i>S. magellanicum</i>	keskmine	1,90	2,40	1,00	0,10	5,40
		std. hälve	1,80	1,20	1,00	0,20	2,20
<i>S. magellanicum</i> + <i>S. angustifolium</i>	keskmine	2,70	2,60	1,40	0,10	6,80	
	std. hälve	2,00	1,90	1,30	0,20	2,90	
külvitihedused	hõre	keskmine	1,30	2,20	1,20	0,00	4,70
		std. hälve	1,70	1,40	1,40	0,00	2,40
	keskmine	keskmine	2,70	2,90	1,80	0,60	8,00
		std. hälve	2,30	2,10	1,50	0,70	3,90
	tihe	keskmine	2,30	2,40	1,30	0,20	6,20
		std. hälve	1,80	1,60	1,40	0,40	2,40

Kõrgeim sammalde produktsioon ning biomass leiti katselappidel, mida oli sammalde külvi ajal töödeldud karbamiidiga. Karbamiidiga töödeldud katselappidel oli sammalde keskmine biomass $7,4 \text{ g dm}^{-2}$ ning viimase aasta produktsioon $1,6 \text{ g dm}^{-2}$. Karbamiid oli ka kasutatud väetistest üks väheseid, millega töötlemisel olid nii biomass kui ka sammalde produktsioon kõrgemad kui väetamata katselappidel. Võrreldes väetamata aladega olid ammooniumit-
raatiga väetatud katselappidel kõrgemad turbasammalde ja raba-
karusambla biomassid ning aastased produktsioonid. Super-
fosfaadi kasutamisel olid nii biomass kui ka produktsioon kõrge-
mad väetamata katselappide näitajatest turbasammaldel, soovildi-
kul ning harilikul palusamblal, kuid väiksem biomass ning pro-
duktsioon mõõdeti raba-karusamblal, kusjuures superfosfaadiga
väetatud katsealadel oli sammalde keskmine produktsioon väiksem
kui väetamata katselappidel.

Kõrgeim turbasammalde keskmine produktsioon ning biomass olid
katselappidel, kuhu oli eelnevalt külvatud *S. fuscum*. Neil katse-
lappidel oli ka raba-karusambla biomass ning produktsioon kõr-
geim, kuid *A. palustre* ning *P. schreberi* produktsioonid ja biomassid
väikseimad ning perekonna *Sphagnum* aastased juurdekasvud
samuti väiksemad. Katselappidel, kuhu oli varasemalt külvatud
S. angustifolium ja *S. capillifolium* segu, puudusid turbasamblad.
Samuti olid seal raba-karusambla teistest katselappidest väiksemad
produktsioonid ning biomassid. Väikseimad varieeruvused bio-
massides ning produktsioonides olid katselappidel kuhu oli külva-
tud *S. fuscum* ja samuti *S. magellanicum* ja *S. angustifolium* seguga
katselappidel.

Peaaegu kõik uuritud parameetrid olid kõrgeimad keskmise turba-
sammalde külvitihedusega katselappidel. Tiheda külvitihedusega
katselappidel moodustas sammalde biomass 77% (hõreda külvi-
tihedusega katselappidel 68%) keskmise külvitihedusega katselap-
pide sammalde biomassist.

Turbasammalde biomass ja produktsioon olid positiivses korrelatsioonis raba-karusambla vastavate näitajatega (tabel 2). Turbasammalde biomass oli aga väiksem juhul kui soovildiku produktsioon oli suurem. Raba-karusambla biomass ning produktsioon olid negatiivses korrelatsioonis soovildiku biomassi ja produktsiooniga. Soovildiku biomass ja produktsioon olid suuremad kui hariliku palusambla produktsioon ja biomass olid suuremad.

Tabel 2. Sammalde biomasside ja produktsioonide vahelised korrelatsioonid.

		1	2	3	4	5	6	7
1.	<i>Sphagnum</i> biomass							
2.	<i>P. strictum</i> biomass	0,42**						
3.	<i>A. palustre</i> biomass	-0,23	-0,35**					
4.	<i>P. schreberi</i> biomass	0,03	-0,04	0,29*				
5.	<i>Sphagnum</i> produktsioon	0,96**	0,38**	-0,19	-0,02			
6.	<i>P. strictum</i> produktsioon	0,14	0,81**	-0,36**	-0,10	0,11		
7.	<i>A. palustre</i> produktsioon	-0,27*	-0,37**	0,91**	0,26	-0,24	-0,34**	
8.	<i>P. schreberi</i> produktsioon	-0,04	-0,06	0,36**	0,90**	-0,08	-0,09	0,31

* - statistiliselt oluline olulisusnivool 0,05

** - statistiliselt oluline olulisusnivool 0,01

Järeldused

Suurimad biomassid leiti läbiviidud uuringu käigus lämmastikku sisaldava karbamiidiga väetatud katselappidel. Dokumenteeritud on aga ka karbamiidi ja lämmastikväetiste negatiivset mõju turbasammalde biomassile ja katvusele (Mäkipää, 1994). Leitud on, et

lämmastikuvaeses keskkonnas tõuseb pärast lämmastiku lisamist turbasammalde kasv järsult (Aerts *et al.*, 1992). Vitti *et al.* (2003) andmed kinnitavad, et kõrgemad lämmastikutasemed on põhjustanud ka suuremat *S. fuscum* primaarproduktsooni ning samuti seda, et turbasamblaliikidel tekib lämmastikust põhjustatud stress siis, kui lisanduva lämmastiku kogus on umbes 15 kg ha⁻¹ aastas.

Sarnaselt antud töös väljatoodule leidsid ka Chirino *et al.* (2006), et pruuni turbasambla (*S. fuscum*) külvamine tagas kõige ulatuslikuma samblakatte tekke. Teised andmed kinnitavad, et *S. fuscum* sobib paremini turbaalade taastamiseks seal, kus veetase on sügavamal (Campeau & Rochefort, 1996). Kuigi antud töös ei käsitletud veetaseme mõju turbasammalde biomassile, võisid pruuni turbasambla kõrged biomassid tuleneda just sellest, et katsealal oli veetase suhteliselt sügaval, mis oli teiste turbasamblaliikide kasvuks ebasobiv.

Sarnaselt teistes uurimustes leitule (Rochefort *et al.*, 2003) mõõdeti ka Ohtu katsealal kõrgeimad sammalde biomassid, produktsoonid ning ka aastased juurdekasvud neil katselappidel, kuhu turbasamblad olid külvatud keskmise tihedusega. Sammalde kõrgemad biomassid keskmise külvitihedusega katselappidel võisid tuleneda sellest, et liiga hõre samblakülv ei suuda tagada kasvuks vajalikke hüdroloogilisi tingimusi. Tiheda külvi all olevate sammalde kasvu takistab aga valguse puudumine, kuna neid katavad eluvõimetud diaspoorid.

Raba-karusambla head levimist hävinud turbaaladel on kinnitanud mitmed allikad (Groeneveld *et al.*, 2007; Ilomets, 2008; Triisberg *et al.*, 2011). Tulenevalt raba-karusambla positiivsest mõjust turbasammaldele (nt Groeneveld *et al.* (2007) leidsid turbasamblaid esinemas vaid koos raba-karusamblaga, kuid *P. strictum* võis esineda ka ilma turbasammaldeta) on turbasammalde tulemuslikumaks külvamiseks soovitatav lasta levida ka raba-karusamblal, keda pole vaja teadlikult enamasti levitada tema hea levimisvõime tõttu.

Tänuavaldused

Autor tänab oma juhendajat Mati Ilometsa vajalike ja edasiviivate näpunäidete eest, millela antud töö valmimine ei oleks võimalik olnud. Samuti tänab autor kõiki, kes on tegelenud samblakatte taastamisega Ohtu katsealal või aidanud muul moel kaasa antud töö valmimisse.

Viiteallikad

Aerts, R., Wallen, B., Malmer, N. 1992. Growth-limiting nutrients in *Sphagnum*-dominated bogs subject to low and high atmospheric nitrogen supply. *J. Ecol.*, 80, 131-140.

Campeau, S. & Rochefort, L. 1996. *Sphagnum* regeneration on bare peat surfaces: Field and greenhouse experiments. *J. App. Ecol.*, 33 (3), 599-608.

Chirino, C., Campeau, S., Rochefort, L. 2006. *Sphagnum* establishment on bare peat: The importance of climatic variability and *Sphagnum* species richness. *App. Veg. Sci.*, 9, 285-294.

Gorham, E. & Rochefort, L. 2003. Peatland restoration: A brief assessment with special reference to *Sphagnum* bogs. *Wet. Ecol Manag.*, 11, 109-119.

Groeneveld, E. V., Masse, A., Rochefort, L. 2007. *Polytrichum strictum* as a nurse-plant in peatland restoration. *Rest. Ecol.*, 15 (4), 709-719.

Groeneveld, E. V. & Rochefort, L. 2005. *Polytrichum strictum* as a solution to frost heaving in disturbed ecosystems: A Case Study with Milled Peatlands. *Rest. Ecol.*, 13 (1), 74-82.

Ilomets, M. 2008. Samblakatte taastamise katse sügavalt kuivendatud freesväljal. *Samblasõber*, 11, 6-9.

Mäkipää, R. 1994. Effects of Nitrogen Fertilization on the Humus Layer and Ground Vegetation under Closed Canopy in Boreal Coniferous Stands. *Silva Fennica*, 28 (2), 81-94.

Paal, J. 2011. *Jääksood, nende kasutamine ja korrastamine*. Tartu: Eesti Turbaliit.

- Pouliot, R., Marchand-Roy, M., Rochefort, L., Gauthier, G.** 2010. Estimating moss growth in arctic conditions: a comparison of three methods. *The Bryol.*, 113 (2), 322-323.
- Quinty, F. & Rochefort, L.** 2003. Peatland Restoration Guide, second edition. Quebec: Canadian Sphagnum Peat Moss Association and New Brunswick Department of Natural Resources and Energy.
- Richardson, D. H.** 1981. The Biology of Mosses. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Rochefort, L., Quinty, F., Campeau, S., Johnson, K., Malterer, T.** 2003. North American approach to the restoration of *Sphagnum* dominated peatlands. *Wet. Ecol. Manag.*, 11, 3-20.
- Shaw, A. J. & Goffinet, B.** 2000. Bryophyte Biology. Cambridge: Cambridge University Press.
- Triisberg, T., Karofeld, E., Paal, J.** 2011. Re-vegetation of block-cut and milled peatlands: an Estonian example. *Mires and Peat*, 8, 1-14.
- Vitt, D. H., Wieder, K., Halsey, L. A., Turetsky, M.** 2003. Response of *Sphagnum fuscum* to nitrogen deposition: A case study of ombrogenous peatlands in Alberta, Canada. *Bryol.*, 106, 2, 235-245.

Summary

FORMATION OF MOSS CARPET ON AN ABANDONED PEATFIELD

The paper's main aim is to give an overview about restoration techniques of a milled peatland and factors that have effect on moss carpet development on milled peatlands. 57 bryophyte samples were gathered in late fall of 2011 from the Ohtu experiment site, located near Keila (N-Estonia), where the restoration experiment started at 2006. Annual length increment was measured by innate markers method. Also dry matter biomass and production were measured.

Highest biomasses were found on the plots *S. fuscum* was sowed. Greatest moss biomasses were found on the plots with medium sowing rate. The difference in biomass between plots with sparse and medium sowing rate was 77%. Plots with urea fertilization had the highest moss biomasses and productions, but superphosphate led to lowest bryophyte biomass. *P. Strictum* biomass had positive correlation with *Sphagnum* biomass, *P. strictum* biomass was negatively correlated with *A. palustre* biomass and production.

TURISMISIHTKOHA MÄÄRATLEMINE SAAREMAAD KÜLASTANUD VÄLISTURISTIDE KÜLASTUSTE GEOGRAAFILISE JA AJALISE JAOTUSE NÄITEL

Janika Raun

Tartu Ülikool, Ökoloogia ja Maateaduste Instituut, Geograafia osakond
geograafia magistrant
janika.raun@gmail.com

Sissejuhatus

Turismisihtkohtade määratlemine on nii teoreetiliselt kui empiiriliselt keeruline ülesanne. Ajalooliselt on olnud mitmeid erinevaid lähenemisviise turismisihtkoha mõiste seletamiseks. Traditsiooniliselt on sihtkohta käsitletud geograafilise piirkonnana nagu riik, saar või linn (Hall, 2000). Uuemad lähenemised ulatuvad sügavemale staatilisest vaatepunktist ja näevad turismisihtkohta kui sotsiaalselt konstrueeritud ruumi (Framke, 2002; Saarinen, 2004). Sihtkoht on pidevas muutumises ning on keeruline määratleda selle füüsilisi piire (Saraniemi, Kylänen, 2011). Kuusiku (2011) kohaselt võib isegi üritusi (kontserdid, festivalid jms) pidada sihtkohtadeks, juhul kui külastatud üritus on olnud peamiseks põhjuseks reisi tegemisel.

Käesoleva artikli eesmärk on välja töötada metoodika turismisihtkohtade eristamiseks konkreetsetes piirkonnas, kasutades passiivse mobiilpositsioneerimise teel kogutud käitumuslikke andmeid. Meetod põhineb mobiilsideseadme asukoha määramises mobiilsidevõrgu kaudu (Ahas, Mark, 2005; Ahas *et al.*, 2008). Passiivse mobiilpositsioneerimise korral salvestuvad telefoni asukoha andmed automaatselt kõnetoimingute sooritamisel telefonioperaatori mälus (logides). Kasutatud andmebaas sisaldab kõikide 2011. aastal Saaremaad külastanud välisturistide kõnetoimingute aegu ja

asukohti. Uuringu eesmärgiks on välja töötatud metoodika alusel väita, kas Saaremaa kui tuntud turismipiirkonda võib käsitleda eraldi sihtkohana või on Saaremaa näol tegu osaga suuremast riiklikust turismisihtkohast. Turismisihtkohtade eristamise vajadus tuleneb praktilistest kogemustest. Teades turismisihtkohti külastavate inimeste profiili ning nende ajalis-ruumilist jaotumist, on võimalik sihtkohti paremini arendada, turustada, reklaamida ning vältida dubleerimist sihtkoha juhtimisel.

Teoreetilised lähtekohad

Maailma Turismiorganisatsioon defineerib kohalikku turismisihtkohta kui füüsilist ruumi, kus turist veedab vähemalt ühe öö. See sisaldab erinevaid teenuseid ja atraktsioone ning on määratletud füüsiliste või administratiivsete piiridega, mis on olulised sihtkoha juhtimisel (UNWTO, 2007). UNWTO kohaselt on reisi põhisihtkohaks paik, mis on olnud määravaks teguriks reisiotsuse tegemisel. Juhul kui sellist kohta ei ole võimalik määratleda, loetakse turismisihtkohaks see paik, kus külastaja on veetnud suurema osa oma reisist. Kui ka sellist paika ei ole võimalik tuvastada, loetakse külastaja põhisihtkohaks paik, mis on kaugeim tema tavalisest elukohast (UNWTO, 2010).

Traditsiooniliselt on sihtkohta vaadeldud mitmetel erinevatel geograafilistel tasemetel (Hall, 2000, UNWTO, 2007). Sihtkohtadeks võib pidada mandreid, riike, regioone, omavalitsusüksuseid, kuurorte või ka üksikuid turistidele mõeldud atraktsioone (Saari-
nen, 2004). Näiteks Jaapani puhkuseturisti sihtkohaks võib olla terve Euroopa, kus ta külastab kahe nädala jooksul kuut erinevat linna, kuid Saksamaa ärituristi sihtkohaks on ainult London. Osade inimeste jaoks võib sihtkohaks olla kruisilaev, samas kui teistele reisijatele samalt laevalt on sihtkohtadeks hoopiski külastatavad sadamad (Buhalis, 2000). Paljudel juhtudel hõlmab suurem sihtkoht

mitmeid väiksemaid atraktsioone või paiku. Näiteks võib Sini-mägesid Austraalia idaosas lugeda nii eraldi sihtkohaks kui ka Sydney kui turismisihtkoha osaks (Lew, McKercher, 2006).

Saraniemi ja Kylänen (2011) on traditsioonilised lähenemised sihtkoha käsitlesele jaganud kolme suuremasse valdkonda. Esimese moodustavad majandusest lähtuvad vaatenurgad. Selle suuna aluseks on Butleri sihtkoha elutsükli mudel (Butleri, 1980). Teise suurema traditsioonilise sihtkoha käsitusena on tuntud turundusest ja juhtimisest orienteeritud lähenemisviise. Sel juhul on sihtkohaks piirkond, mis pakub turistidele kõikvõimalikke teenuseid ja hüvesid (Murphy *et al.*, 2000). Kolmanda sihtkoha määratluse moodustavad sihtkoha olemuse käsitlemisel kliendile suunatud lähenemisviisid. See tähendab, et külastajate eelistused on seatud keskseimale kohale ja nende põhjal ehitatakse üles kogu sihtkoht.

Traditsioonilised sihtkoha käsitlused ei anna piisavalt aimu sihtkoha olemuse keerukusest. Nende alusel nähakse sihtkohta kui geograafilis-staatilist piirkonda, kus turismitegevus väliste tegurite tõttu aset leiab, kuid ei vaadelda sihtkoha teket, arengut ja ümberkujunemist (Saarinen, 2004; Saraniemi, Kylänen, 2011). Pärast ruumi mõiste avardumist geograafias on ka turismisihtkohta hakatud vaatlema kui sotsiaalkultuurilist konstruktsiooni, mis on seestmiselt aktiivne ja mõjutab ise oma tulevikku (Saarinen, 2004). Sotsioloogial põhinev käsitus leiab, et sihtkoht tekib sotsiaalse praktika (suhtluse, tegevuse, tunnetuse) käigus ning sisaldab endas pigem väärtusi ja tähendusi kui füüsilisi atraktsioone (Framke, 2002; Saraniemi, Kylänen, 2011). Üha enam leiab kõlapinda mõte, et sihtkoht on tajutav kontseptsioon, mida iga tarbija võib erinevalt tõlgendada, sõltuvalt kultuurilisest taustast, haridustasemest, külastuse eesmärgist, reisikavast ja varasemast kogemusest (Buhalis, 2000). Taani professor Wolfgang Framke (2002) sõnul moodustub sihtkoha identiteet erinevate teenuste, atraktsioonide, infrastruktuuri, huvide ja tegevuste koosmõjul. Sihtkoha staatiliseks

dimensiooniks on füüsiline koht ja dünaamiline mõõde koosneb turistile mõeldud vajadustepõhisest toodete ja teenuste kogumist (Framke, 2002).

Saarinen (2001) seevastu käsitleb sihtkohta kui ajaloolist ja dünaamilist regiooni, mis areneb ajas ja ruumis läbi kindlate diskursuste. Esimene on teadmistest ja tähendustest koosnev regiooni diskorsus, mis kujuneb erinevate tekstide alusel. Kuusiku (2011) hinnagul sõltub sihtkoha tähendus külastuse eesmärgist. Sellest järeldub, et kui soovitakse külastada mõnda riiki või linna, näiteks Pariisi, on sihtkohaks geograafiline piirkond. Kui külastuseesmärgiks on aga Pariisis asuv Disneyland, on sihtkohaks inimtekkeline turismi-atraktsioon. Sama kehtib ka looduslike vaatamisväärsuste kohta. Kolmandal juhul võib aga külastuse eesmärgiks olla mõnel Pariisis toimuval kontserdil või spordiüritusel käimine. Viimasel juhul on turismisihtkohaks üritus ise.

Andmed ja meetodika

Käesolevas uurimuses on empiirilise materjalina kasutatud passiivse mobiilpositsioneerimise andmeid. Viimaste kogumise ning meetodikate arendamisega Eestis tegeleb Tartu Ülikooli *spin-off* firma Positium LBS. Passiivse mobiilpositsioneerimise korral salvestuvad telefoni asukoha andmed automaatselt kõnetoimingu sooritamisel telefonioperaatori mälus (logides) ja igale kõnetoimingu sooritajale omistatakse unikaalne identifitseeriv number, mida ei saa seostada ühegi konkreetse telefoninumbri ega inimesega (Ahas *et al.*, 2008; Ahas *et al.*, 2010). Mobiilpositsioneerimisel saadavad andmed korreleeruvad hästi üldise majutusstatistikaga. Seos on tugevam arenenuma turismisektoriga Saare, Pärnu, Hiiu, Harju ja Lääne maakonnas ning nõrgem Jõgeva, Võru ja Valga maakonnas, kus turismisektori osakaal on väikesem.

Käesolevas töös uuritakse väliskülastajaid, kelle viibimine registreeriti (kõnetoimingute alusel) Saaremaal vahemikus 01.01.2011 kuni 31.12.2011. Kasutatud andmebaas sisaldab EMT võrgus Saaremaal kõnetoiminguid teinud rändlusteenuse (*roaming*) klientide telefoni registreerimise riiki, esimese ja viimase kõne tegemise aega riiki sisenemisel ja lahkumisel ning kõnepäevade arvu maakonniti. Rändlusteenuse kasutajate puhul on kõnetoiminguteks igasugune aktiivne mobiiltelefoni kasutamine: sissetulevad ja väljuvad kõned, lühisõnumid ning andmeside (Ahas *et al.*, 2007).

Passiivse mobiilpositsioneerimise teel saadud andmete alusel on Saaremaad külastanud kokku 32 221. Enim oli soomlasi, kes moodustavad välis turistidest kolmandiku, ja lätlasi, kelle hulk moodustab neljandiku kogu turistide hulgast (tabel 1). Kolmandal kohal on 8%-ga rootslased. Neile järgnevad Saksamaa, Leedu ja Venemaa turistid. Uurimisalusel perioodil on Saaremaad külastanud kokku 68 eri rahvuse esindajad.

Tabel 1. Saaremaad külastanud välis turistid ja nende külastuste jaotumine päritoluriigi alusel (mobiilpositsioneerimise andmed).

Päritoluriik	Turiste		Külastusi	
	Turistide arv	Turistide osakaal	Külastuste arv	Külastuste osakaal
Soome	11009	34%	14028	38%
Läti	7701	24%	8413	23%
Rootsi	2438	8%	2771	7%
Saksamaa	2176	7%	2322	6%
Leedu	2082	6%	2193	6%
Venemaa	1617	5%	1759	5%
Suurbritannia	826	3%	907	2%
Poola	720	2%	778	2%
Prantsusmaa	476	1%	489	1%
Itaalia	369	1%	374	1%
Muud	2807	9%	3049	8%
Kokku	32221	100%	37083	100%

Töös käsitleti lahus ainult Saare maakonnas kõnepäevi omavaid turiste ja neid, kes on kõnetoiminguid teinud ka teistes maakondades. Esimesed loetakse ainult Saaremaad külastanud turistideks ja teised on viibinud Saaremaal osaliselt, külastades ka teisi maakondi. Ainult Saaremaa külastuste puhul eeldatakse, et Saaremaa on olnud väliskülastajate peamiseks sihtkohaks, kuna teistes maakondades pole nende viibimine kõnetoiminguga registreeritud.

Antud töös analüüsiti turistide rahvuslikku koosseisu, külastuste pikkust ning nende ajalist ja geograafilist jaotust. Külastuse pikkusena vaadeldi kõnepäevade arvu Saare maakonnas. Külastuste aastaajalise jaotumise puhul kasutati klassikalist kevad-, suve-, sügis- ja talvekuudeks liigitamist. Terve Eesti külastuse raames Saaremaal viibinud välisturistide osas analüüsiti lisaks eelnevale ka teiste maakondade külastatust üldiselt ja rahvuste lõikes.

Tulemused ja arutelu

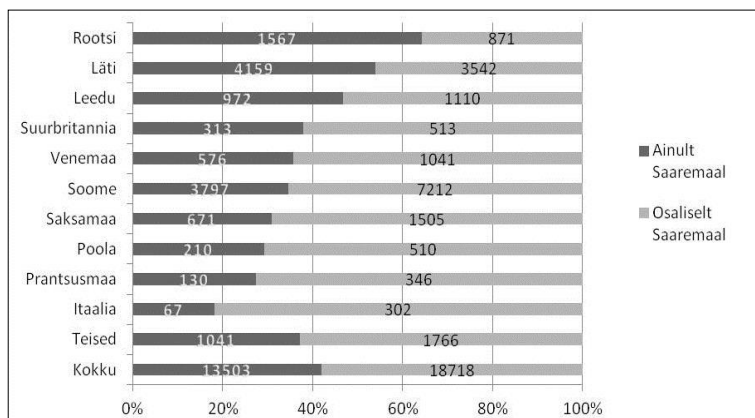
2011. aastal külastas Saaremaad 32 221 välisturisti, kellest 42% viibisid ainult Saaremaal ning 58% külastas ka teisi Eesti maakondi (tabel 2). Nende poolt tehtud külastuse osakaalud jagunevad vastavalt 38% ja 62%. Vaadeldes Saaremaal veedetud päevade arvu on selges ülekaalus osaliselt Saaremaal viibinud turistid, kelle saarel veedetud aeg moodustab 70% kõikide välisturistide Saaremaal veedetud ajast.

Tabel 2. Turistide ja nende külastuste jagunemine geograafia alusel.

	Turiste		Külastusi		Kõnepäevi	
	Turistide arv	Turistide osakaal	Külastuste arv	Külastuste osakaal	Päevade arv	Päevade osakaal
Ainult Saaremaal	13503	42%	14260	38%	23200	30%
Osaliselt Saaremaal	18718	58%	22823	62%	53996 ¹	70%
Kokku	32221	100%	37083	100%	77196	100%

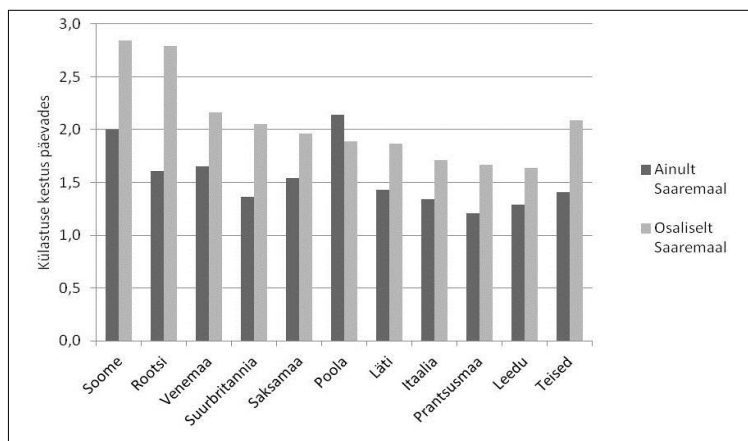
¹ Saaremaal veedetud päevad

Riigipõhiselt on suurima ainult Saaremaa külastajate osatähtsusega Rootsi. Tervelt 64% rootsi turistidest on külastanud ainult Saaremaad (joonis 1). Ka Läti turistidest on rohkem kui pooled (57%) külastanud ainult Saaremaad. Neile järgnevad Leedu turistid (47%). Ülejäänud rahvuste puhul on selgelt ülekaalus lisaks Saaremaale ka teiste maakondade külastamine. Näiteks kaks kolmandikku Soome turistidest on viibinud ka muudes maakondades, mis on suuresti tingitud Saaremaa asukohast Soome suhtes. Teiste maakondade külastamise kõrvalt viibivad Saaremaal ka Prantsusmaa ja Itaalia turistid, kuna kaugemalt tulnute jaoks on sihtkohaks pigem terve riik või regioon kui pelgalt üks väike piirkond.



Joonis 1. Ainult või osaliselt Saaremaad külastanud turistide jagunemine riikide siseselt.

Pikemaid külastusi Saaremaale teevad osaliselt maakonda väisavad turistid, veetes Saaremaal keskmiselt 2,4 päeva. See on 0,7 päeva võrra pikem võrreldes ainult Saaremaad külastavate turistidega. Ainult Saaremaad külastavate turistide osas teevad pikemaid külastusi Poola ja Soome turistid (joonis 2). Osaliselt Saaremaad väisavate külastuste pikkuse eesotsas on Soome, Rootsi ja Venemaa turistid, kes veedavad saarel üle kahe päeva.

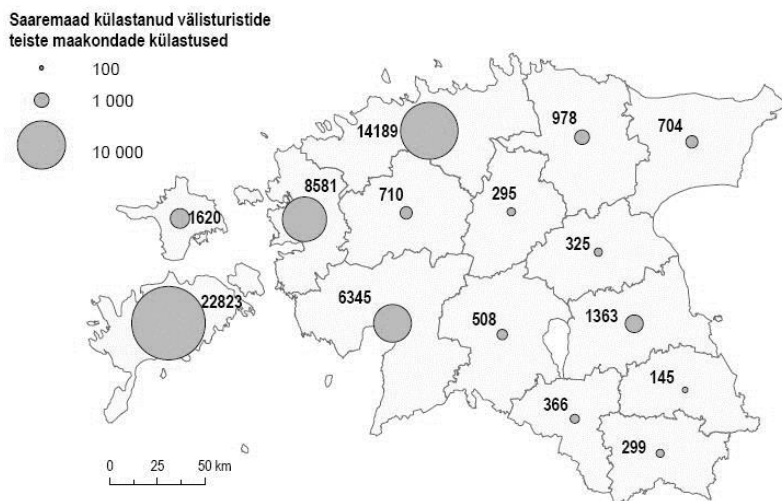


Joonis 2. Ainult ja osaliselt Saaremaale tehtud külastuste kestus.

Lisaks Saaremaale ka teistes maakondades viibinud turistide saarel veedetud aeg moodustab kogu külastusest keskmiselt 51%. Üle poole külastuse ajast veedavad Saaremaal soomlased (57%), rootslased (52%) ja lätlased (51%). Seega võib nende jaoks pidada Saaremaad eraldi sihtkohaks. Teiste rahvuste puhul jääb Saaremaal veedetud aeg alla 50% kogu külastuse pikkusest, mistõttu võib Saaremaad käsitleda osana suuremast turismisihtkohast. Vähim aega veedavad oma külastusest Saaremaal itaallased ja prantslased (alla 40%). Nende põhieesmärgiks on tõenäoliselt terve Eesti või ka kogu Baltikumi külastamine, mistõttu on Saaremaa neile Eesti kui sihtkoha osa.

Saaremaa külastustele on iseloomulik tugev sesoonsus, sest ligi pooled neist tehakse suvekuudel. Suvekülastuste osakaal on suurem nende reiside puhul, kus Saaremaa on üheks külastatavaks kohaks reisil ja väiksem ainult Saaremaa külastuste puhul. Sesoonsuse probleem on suurem kaugemalt riikidest pärit turistide seas. Ligikaudu 80% Prantsuse, Saksa ja Itaalia turistide külastustest on tehtud suvekuudel. Samas kui Vene, Läti ja Rootsi turistide suvekülastuste osakaal jääb 40–50% kanti. Sesoonsus on väikseim Vene turistide hulgas.

Osaliselt Saaremaal viibinud välisturistide teisteks külastatavamateks maakondadeks Saaremaa kõrval on Harju-, Lääne- ja Pärnumaa (joonis 3). Ülekaalukalt on enim külastatud Harju maakonda (62%), kuna Tallinn on peamiseks välisturistide Eestisse saabumise „väravaks“. Teisele kohale jääb 38%-ga Läänemaa ja kolmandale Pärnumaa (28%). Harjumaa külastatus on keskmisest veelgi kõrgem soomlaste puhul. Nimelt 73% Soome turistide külastustest on hõlmanud ka Harjumaad. Lätlaste puhul seevastu on külastatuim maakond Pärnumaa, kus on viibitud 64%-l külastusest.



Joonis 3. Saaremaad külastanud välisturistide teised külastused Eestis. Number näitab maakonda tehtud külastuste arvu.

Järeldused

Läbiviidud analüüsist lähtuvalt võib Saaremaad eristada eraldi sihtkohana meie lähinaabrite soomlaste, lätlaste ja rootslaste seas,

kuna nad veedavad rohkem kui poole oma tervest külastuse ajast Saaremaal. Kaugematest riikidest nagu Itaalia ja Prantsusmaa pärit turistide jaoks ei eristu Saaremaa eraldi sihtkohana. Nende jaoks on Saaremaa näol tegu pigem ühe kohaga, mida külastada Põhja-maades, Baltikumis või terves Eestis.

Seatud 50% külastusaja lävend on tinglik ja üks paljudest võimalikest kriteeriumitest, mida sihtkoha eristamisel kasutada. Passiivse mobiilpositsioneerimise teel kogutud käitumuslikud andmed võimaldavad meil kasutada erinevaid kriteeriume lähtuvalt külastuste ajalisest ja ruumilisest jaotumisest. Näiteks võime eristada turiste nende piirkonda sisenemise ja/või lahkumiskoha järgi, või külastatud kohtade alusel. See, millised parameetrid sihtkohtade eristamiseks paremini sobivad, on pikema arutelu ja analüüsi teema.

Käitumuslike andmete kasutamine turismisihtkohtade eristamises aitab vältida dubleerimist sihtkohtade juhtimisel ja majandamisel. Teades turismisihtkohta külastavate inimeste profiili ning nende ajalis-ruumilist jaotumist, on võimalik sihtkohta paremini arendada, turustada ning reklaamida. Turismisihtkohtade eristamine loob võimaluse suunata arendustegevust, meelitada piirkonda uusi sihtgrupe, ühtlustada külastajatevooge ning arendada koostööd ümbritsevate regioonidega.

Tänuavaldused

Suurimad tänusõnad minu juhendajale professor Rein Ahasele, kes aitas sisuliste nõuannete ja ettepanekutega töö valmimise käigus.

Viiteallikad

Ahas, R., Aasa, A., Roose, A., Mark, Ü., Silm, S. 2008. Evaluating Passive Mobile Positioning Data for Tourism Surveys: An Estonian Case Study. *Tourism Management*, 29, 469–486.

Ahas, R., Aasa, A., Silm, S., Tiru, M. 2007. Mobile Positioning Data in Tourism Studies and Monitoring: Case Study in Tartu, Estonia. In *Computer Science: Information and Communication Technologies in Tourism* (M. Sigala, L. Mich, J. Murphy, toim). Springer, 119–128.

Ahas, R., Mark, Ü. 2005. Location based services – new challenges for planning and public administration? *Futures*, 37 (6), 547–561.

Ahas, R., Silm, S., Leetmaa, K., Tammaru, T., Saluveer, E., Järv, O., Aasa, A., Tiru, M. 2010. Regionaalne pendelrändeuuring. Lõpparuanne. Tartu Ülikool, inimgeograafia ja regionaalplaneerimise õppetool/Siseministrium.

Buhalis, D. 2000. Marketing the competitive destination of the future. *Tourism Management*, 21, 97–116.

Butler, R.W. 1980. The concept of a tourism area cycle of evolution: Implications for the management of resources. *Canadian Geographer*, 24, 5–12.

Framke, W. 2002. The Destination as a Concept: A Discussion of the Business-related Perspective versus the Socio-cultural Approach in Tourism Theory. *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism*, 2 (2), 92–108.

Hall, C.M. 2000. Tourism Planning: Policies, processes, relationships. UK: Prentice Hall.

Kuusik, A. 2011. Segmentation of repeat visitors using passive mobile positioning data: customer loyalty based approach. *Dissertationes Rerum Oeconomicarum Universitatis Tartuensis*, 39. Tartu University Press.

Lew, A., McKercher, B. 2006. Modeling Tourist Movements: A Local Destination Analysis. *Annals of Tourism Research*, 33 (2), 403–423.

Murphy, P., Pritchard, M., & Smith, B. 2000. The destination product and its impact on traveler perceptions. *Tourism Management*, 21, 43–52.

Saarinen, J. 2001. The Transformation of a Tourist Destination—Theory and Case Studies on the Production of Local Geographies in Tourism in Finnish Lapland. *Nordia Geographical Publications*, 30 (1), 105. Oulu: Oulu University Press.

Saarinen, J. 2004. Destinations in Change. The Transformation Process of Tourist. *Tourist Studies*, 4 (2), 161–79.

Saraniemi, S., Kylänen, M. 2011. Problematizing the Concept of Tourism Destination: An Analysis of Different Theoretical Approaches. *Journal of Travel Research*, 50 (2), 133–143.

Statistics Estonia. 2012. Majutatute ööbimised maakonna ja majutatute elukohariigi järgi. Available at: URL=<http://pub.stat.ee/px-web.2001/Database/Majandus/databasetree.asp> (Accessed April 2012.)

United Nations World Tourism Organization (UNWTO). 2007. A Practical Guide to Tourism Destination Management. Spain: UNWTO. Available at: URL=http://pub.unwto.org/WebRoot/Store/Shops/Infoshop/4745/8BCE/AD9A/ECA8/048B/C0A8/0164/0B7A/071115_practical_guide_destination_management_excerpt.pdf (Accessed May 2012.)

United Nations World Tourism Organization (UNWTO). 2010. International Recommendations for Tourism Statistics 2008. New York: UNWTO. Available at: URL=http://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesM/SeriesM_83rev1e.pdf (Accessed May 2012.)

Summary

DEFINING TOURISM DESTINATION BY ANALYSING PASSIVE MOBILE POSITIONING DATA: A CASE STUDY OF SAAREMAA

Tourism is one of the biggest and fastest-growing industries in the world and destination is one of the key concepts of it. In order to manage and develop destinations we must know how to define it. Traditional theories see the destination as a geographical area (continent, country, city, resort etc) (Hall, 2000) but due to the changes in spatiality, destination is now considered as a socially constructed dynamic space (Framke 2002, Saarinen 2004, Saraniemi, Kylänen, 2011). The aim of this paper was to analyse whether Saaremaa is an individual destination or a part of a bigger national destination.

This research is based on passive mobile positioning data of foreigners who visited Saaremaa during the year 2011. Behavioural indicators (number of visits, length of stay and spatial and temporal distribution of visits) were used to determine the specifics of Saaremaa as a tourism destination. The analysis showed that 42% of tourists visited only Saaremaa and the rest of visitors spent time also in other counties of Estonia. Seasonality is one of the main problems concerning the tourism in Saaremaa because half of the visits are made during summertime. It is notable that the length of stay is longer in off-seasonal times and when other places besides Saaremaa are visited. The most visited counties besides Saaremaa for Finns are Harjumaa and Läänemaa and for Latvians Pärnumaa and Läänemaa. Saaremaa can be considered as a tourism destination for Finns, Latvians and Swedes because they spent more than half of their visitation time in Saaremaa. For other distance countries (e.g. Italy, France) Saaremaa is just one place to visit in Baltic States or in Estonia.

Using behavioural indicators for determining the tourism destination can be useful in destination management, development and marketing. Knowing the profile of people who are visiting tourism destinations and their spatial and temporal distribution we can be more effective and work out new strategies for advertising places.

RUUMIKASUTUSE ETNILISED ERIPÄRAD PÜHADE AJAL

Veronika Mooses

Tartu Ülikool, Ökoloogia ja Maateaduste Instituut,
Geograafia osakond
inimgeograafia magistrant
veronika.mooses@gmail.com

Sissejuhatus

Etniline segregatsioon tähendab etniliste rühmade ruumilist eraldatust (Massey *et al.*, 2009). See on keeruka toimemehhanismiga sotsiaalne ja geograafiline protsess, mis mõjutab oluliselt ühiskonna toimimise erinevaid tasandeid alates linna naabruskondade arengust ja nende elanike väljavaadetest kuni riikidevaheliste suheteni (Tammaru *et al.*, 2012). Rahvusrühma ruumiline eraldatus võib avalduda erinevatel tasanditel: elukoha, töökoha või kooli ning vaba aja segregatsioonina (Wong & Shaw, 2011, Ellis *et al.*, 2011, Schnell & Yoav, 2011). Oluline on seejuures teadvustada, et inimesed võivad segregatsiooni kogeda erinevates tegevusruumide osades erinevalt (Wong & Shaw, 2011). Etniline segregatsioon võib oluliselt avaldada mõju inimeste (sh eriti immigrantide) ligipääsule haridusele, töökohtadele ja erinevatele teenustele. See, kuivõrd etniline vähemus suudab end sihtühiskonnas teostada, nii majanduslikus kui ka kultuurilises ja sotsiaalses võtmes, mõjutab nende käitumuslikke motiive ja suhtumist konkreetse ühiskonda. Sellest tulenevalt on rahvusvähemuste ja põhirahvuste vaheliste seoste mõistmine muutunud igapäevaelu korraldamise ja ühiskonna juhtimisel hädavajalikuks osaks.

Etnilist segregatsiooni on mõõdetud enamasti erinevate rahvusrühmade elukohtades, vähem on vaadeldud töö ja kooli ning vaba aja segregatsiooni. Selleks, et mõista seda nähtust sügavuti, tuleb

vaadelda inimeste tegevusruumi tervikuna (Wong & Shaw, 2011). Lisaks igapäevasele rutiinile hõlmab tegevusruum ka vaba aja tegevusi. Vaba aja veetmisel võivad inimestel olla regulaarsed tegevused (nt suvekodu või hobidega seotud) ja ka ebaregulaarsed ning juhuslikud tegevused. Üks huvitav osa vaba aja veetmisest on pühadega seotu. Pühad on iga inimese ja rahvusgrupi jaoks erineva tähendusega ning sellega seotud tegevused väljendavad nende identiteeti, sotsiaalseid võrgustikke ja tõekspidamisi. Tänu sellele võib pühadega seotud tegevuste uurimine anda uut informatsiooni erinevate inimeste ja rahvusrühmade kohta.

Tänapäevani on aga tegevusruumide terviklikuks käsitlemiseks olnud saadaval vähe kvaliteetseid uurimisandmeid. Traditsioonilised loendused katavad eelkõige elukohaga seotud tegevusi, küsitlus-uuringud on keskendunud kindlatele tegevustele ja reisipäevikud on tavaliselt lühiajalised. Tegevusruumi terviklikuks käsitlemiseks on kaasajal avanenud uued võimalused uute IKT-põhiste andmeallikate kasutuselevõtuga. Mitmesugused mobiilpositsioneerimise, GPS ja Bluetooth jälgimise seadmed võimaldavad koguda andmeid inimeste ajalis-ruumilise käitumise kohta. Niisugused ajalis-ruumilised andmed on tavaliselt salvestatud pika aja jooksul ja selletõttu on need sobilikud ka pühade ja teiste „eriliste“ päevade uurimiseks.

Pühade kui tavarutiinist erilisemate päevade mõju inimeste liikumisele on siiani käsitletud vähesel määral transpordiuuringutes, segregatsiooniuuringutes aga mitte. Pühad on seotud kultuuri, rahvuse, traditsioonide ja religiooniga. Mõnede pühadega on inimestel suurem emotsionaalne side, mistõttu sellel ajal võetakse ette teistsuguseid toiminguid ja reise, teised tähtpäevad on jällegi sarnased tavapäevadega, mil liigutakse igapäevaolu oluliste tegevuskohtade (kodu-töö-pood-treening) vahel. Mõned uurijad väidavad, et pühade ajal liiguvad inimesed liiklusloenduse andmetel oluliselt vähem kui tavapäeval (Cools *et al.*, 2007). Seevastu on teatud pühade ajal (jõulud, uus aasta Idamaades *et al.*) paljude

inimeste päevane läbitud geograafiline vahemaa mingi ajaperioodi lõikes suurim (Isaacman *et al.*, 2011). Samuti toimub pühade ajal rohkem liiklusõnnetusi kui tavapäevadel (Anowar *et al.*, 2013). Eestis on mobiiliandmete põhjal inimeste ruumikasutust vaadeldud jõulude ajal, mil iga neljas inimene liigub oma elukohast mõnda muusse Eesti omavalitsusse (Sepp, 2010).

Pühad viitavad sageli ajaloolise, religioosse või rahvusliku tähtsusega sündmusele või tähtpäevale, olles seega tugevalt seotud etnilise identiteediga. Kuna rahvusvahelised rändevood on tänapäeval muutunud aina intensiivsemaks, siis lähtub üha suurem hulk inimesi oma kultuuriruumile omastest kommetest ja traditsioonidest ka rände sihtriigis, mis võivad aga oluliselt erineda põhirahvuse kombestikust. Assimilatsiooniprotsessi käigus võtavad vähemusrahvused üle põhirahvuse kombed, karakteristikud ja kultuurilised aspektid, hüljates oma rahvusest tulenevaid eripärasid (Gordon 1964). Teoreetiliselt jaguneb assimilatsioon seitsmeks alaprotsessiks, millest käesoleva töö kontekstis on tähtsaim akulturatsioon. See ilmneb siis, kui vähemusrahvuse kultuuritavad muutuvad põhirahvuse omadega sarnaseks. Puhkust ja vabu päevi võib lugeda kultuurilise assimilatsiooni mehhanismiks, mille vältel kohtuvad põhi- ja rahvusvähemus ning toimub suhtlemine (Shaull & Gramann 1998). Samas tuleb arvestada sellega, et põhi- ja vähemusrahvus võivad tegeleda vabal ajal hoopis erinevate tegevustega, mis pärsib omavahelist kokkupuutumist ja seega ka assimileerumist (Floyd 1999, Gobster 2002 cit Silm & Ahas, 2014, Silm & Ahas, 2014, Dixon & Durrheim, 2003). Neid erinevusi seletab etnilisuse (*ethnicity*) teooria, mille järgi vaba ajaga (sh pühade tähistamisega) seonduvad eelistused tulenevad kultuurilise taustaga seonduvatest normidest, väärtustest ja sotsialiseerumise praktikatest, mis seisavad eraldi sotsiaal-majanduslikest faktoritest (Floyd, 1999). Põhirahvuse rahvuspühade tähistamist on märgitud ühe osana akultureerumise protsessis (Eshel & Rosenthal-Sokolov, 2010). Üldiselt on pühadeaegseid käitumiserisusi ja segregatsiooni väga vähe uuritud, mistõttu see teema vajab põhjalikku käsitlemist.

Käesoleva töö eesmärk on välja selgitada, kuidas erineb eesti ja vene keelt kõnelevate inimeste ruumikasutus pühade ajal. Ruumikasutust on hinnatud väljaspool elu- ja töökohta kahel tasandil: kodulinna Tallinnas ning Eestis väljaspool Tallinna. Hinnatud on ruumikasutuse kolme aspekti: 1) põhi- ja vähemusrahvusest inimeste hulk kodulinna ja väljaspool, 2) rahvusrühmade ruumiline jaotus, 3) külastatud piirkondade seos piirkonna elanike etnilise koostisega. Info rahvusrühmade ruumilise käitumise kohta pühade ajal on täienduseks traditsioonilistele segregatsiooniuuringutele ning vajalik linnaplaneerimisel ja integratsioonipoliitika kujundamisel.

Andmed ja valim

Käesolevas töös kasutati passiivse mobiilpositsioneerimise andmesetikku, mis koosneb kõnetoimingu asukohast ja ajast, indiviidi anonüümsest ID'st, inimese soost, vanusest ja eelistatud suhtluskeelest operaatoriga. Vene keelt kasutavad suhtluskeelena mobiilioperaatoriga suhtlemisel lisaks venelastele ka teised endistest Nõukogude Liidu riikidest pärit rahvused (ukrainlased, valgevenelased jm). Valim koosneb juhuslikult valitud 12 500 vähemalt 18 aasta vanustest Tallinnas elavatest inimesest, kellest pooled (6250) on eesti keelt ja pooled vene keelt kõnelevad inimesed. Vastavalt 2000. aasta rahvaloendusele, elas Tallinnas 54% eestlasi ja 44% vene rahvusest inimesi. Uurimisperiood oli neli aastat (2007–2010). Analüüsiti ainult väljaspool elu- ja töökohta tehtud kõnetoiminguid, mis iseloomustavad vaba aja tegevuskohti. Elu- ja töökoht leiti ankurpunktide mudeli abil (Ahas *et al.*, 2010). Inimeste külastatud kohti analüüsiti kahel tasandil: 1) Tallinnas (25 sarnase hoonestuse ja funktsiooniga piirkonda), 2) Eestis väljaspool Tallinna (216 omavalitsusest; omavalitsused, milles ei ole mobiilimasti, jäeti analüüsist välja).

Pühad jagati 5 gruppi: 1) Eesti riigipühad, mis on seadusega sätestatud ning vabad päevad (nt jaanipäev, EV iseseisvuspäev), 2) Vene riigipühad, mis on Venemaa seadustega sätestatud (nt Venemaa päev, õigeusu jõulud), 3) Eesti muud pühad, mis on Eesti riiklikud ja rahvuslikud tähtpäevad (nt emadepäev, vastlapäev), 4) Vene muud pühad, mis on Vene rahvuslikud tähtpäevad (nt Maslenitsa, õigeusu lihavõtted), 5) rahvusvahelised pühad, mida tähistatakse samal päeval nii Eestis kui ka Venemaal (nt uus aasta, naistepäev). Sinna kuuluvad nii riigipühad kui ka muud pühad.

Analüüsimeetodid

Andmed arutati isikpäevadeks, st summeeriti inimeste arv ühel päeval analüüsitud ruumilisel tasandil. Inimese viibimist uuritaval alal kindlal kuupäeval näitab seal tehtud kõnetoiming(ud). Isikpäevade kasutamine vähendab kõnetoimingute hulga mõju inimeste ruumikasutuse näitajatele. Keskmiselt tegi eesti keele kõneleja 4,3 kõnet ja vene keele kõneleja 4,4 kõnet päevas, mis viitab sarnasele kõnetoimingu tegemise sagedusele.

Esimeseks hinnatavaks näitajaks oli inimeste arv Tallinnas ja mujal Eestis. Rahvusrühmade ruumilise jaotuse hindamiseks arutati iga päeva kohta erinevuse (*dissimilarity*) indeks, mis väljendab, kui ebaühtlaselt kaks keelegruppi ruumis paiknevad. See näitab keelegrupi indiviidide suhtelist hulka, kes peaksid oma asukohta vahetama selleks, et saavutada ruumiüksuste lõikes ühtlane jaotus. Indeksi väärtus võib olla vahemikus 0 kuni 1, kus 0 tähistab segregatsiooni puudumist ehk ühtlast jaotust ja 1 maksimaalset segregatsiooni ehk ebaühtlast ruumilist jaotust. Külastatud kohtade etnilise koosseisuga seose leidmiseks arutati iga päeva kohta korrelatsioon (Pearsoni korrelatsioonikoefitsient) mobiilpositsioneerimise andmetel igat piirkonda külastanud venekeelsete inimeste osatähtsuse ja vastava piirkonna elanike rahvaloenduse (2000) andmete venekeelsete inimeste osatähtsuse vahel.

Statistiliste meetoditega analüüsiti kolme sõltuvat tunnust: inimeste arvu, erinevuse indeksi väärtuseid ja Pearsoni r . Inimeste arvu puhul rakendati üledispersiooni Poissoni regressioonanalüüsi, erinevuse indeksi ja korrelatsioonikoefitsientide puhul kasutati üldist lineaarset mudelit (GLM). Regressiooni mudelitega hinnati esiteks pühade erinevust tavapäevadest ning teiseks erinevate pühade tüüpide erinevust tavapäevadest. Mõlemal juhul tehti regressioonimudelid kahel viisil: esiteks mudelid, kuhu lisati ainult pühade (püha/tavapäev või püha tüübid/tavapäev) tunnus ning teiseks mudelid, kuhu lisati lisaks eelnevalt mainitud püha tunnusele ka aastaaeg ja dihhotoomne tunnus nädalavahetus, mis tähistab, kas tegu on nädalavahetusega või mitte.

Inimeste arvu puhul summeeriti inimeste hulk (isikpäevad) Tallinnas ja Eestis väljaspool Tallinna, ID indeksi ja Pearsoni r puhul arvutati isikpäevad Tallinna piirkondade ja muu Eesti omavalitsuste kaupa.

Tulemused

Inimeste arv Tallinnas ja Eestis väljaspool Tallinna

Pühade ajal on eestlaste ja venekeelsete inimeste arvu erinevus väljaspool elu- ja töökohta nii Tallinnas kui ka mujal Eestis suurem kui tavapäevadel. Tallinnas on nii tavapäevadel kui ka pühade ajal venekeelseid inimesi rohkem kui eestikeelseid (tabel 1). Pühade ajal on Tallinnas väljaspool oma elu- ja töökohta keskmiselt (mediaan) 2566 venekeelset ja 2309 eestikeelset inimest (erinevus on 257 inimest), tavapäevadel aga 2736 venekeelset ja 2672 eestikeelset inimest (erinevus on 64 inimest). Eestis väljaspool Tallinna on eestikeelseid inimesi rohkem kui venekeelseid. Pühade ajal on eestlaste ülekaal 338 inimest, tavapäevadel aga 179. Need erinevused on statistiliselt olulised ($p < 0,01$) ka kõigi tunnustega mudelis (tabel 1).

Eri liiki pühadel on inimeste ruumikasutusele erinev mõju. Inimeste hulk nii Tallinnas kui ka Eestis väljaspool Tallinna erineb võrreldes tavapäevadega kõige rohkem Eesti riigipühade ajal (tabel 1). Eesti riigipühadel on Tallinnas tavapäevadega võrreldes 40% vähem eestlasi ja 23% vähem venekeelseid inimesi. Eestis väljaspool Tallinna on aga Eesti riigipühade ajal eestlasi 2 korda ja venekeelseid inimesi 1,1 korda rohkem kui tavapäevadel. Eesti riigipühadega sarnaselt, kuid väiksemas ulatuses, erinevad tavapäevadest ka rahvusvahelised pühad. Tallinnas on rahvusvaheliste pühade ajal eestikeelseid inimesi tavapäevadega võrreldes 26% ja venekeelseid inimesi 11% vähem. Eestis väljaspool Tallinna on eestlasi tavapäevadest 39% rohkem, kuid venekeelsete inimeste arv tavapäevadest statistiliselt oluliselt ei erine. Eesti riigipühad ja rahvusvahelised pühad erinevad tavapäevadest statistiliselt oluliselt ka kõigi tunnustega mudelites. Ülejäänud pühad aga kõigi tunnustega mudelites tavapäevadest statistiliselt oluliselt ei erine.

Eesti- ja venekeelsete inimeste arvu muutus Tallinnas võrreldes pühale eelnenud nädal aega varasema päevaga on kõige suurem esimesel jõulupühal, mil eestlasi on 1499 (51%) ja venekeelseid inimesi 756 (27%) võrra vähem. Sellele järgneb jaanipäev, mil eestlasi on 1459 (56%) ja venekeelseid inimesi 731 (28%) võrra vähem. Eestlaste puhul on märgatav inimeste arvu muutus veel teisel jõulupühal ja jõululaupäeval, mil inimesi on pealinnas vähem. Seevastu venekeelsete inimeste puhul on suur inimeste absoluutarvu muutus vana-aasta õhtul ja naistepäeval, mil inimesi on tavapärasest vastavalt 216 (23%) võrra ja 157 (19%) võrra rohkem.

Tabel 1. Keelegruppide erinevused ruumikasutuse näitajates. Esitatud on püha tunnuse mõju, referentsgrupiks on tavapäev.

	Regressioonimudel (Poisson) ¹				Regressioonimudel (GLM) ²			
	<i>EST arv</i>		<i>VEN arv</i>		<i>Erinevuse indeks</i>		<i>Korrelatsioon</i>	
Tunnus	<u>TLN</u>	<u>MUU</u>	<u>TLN</u>	<u>MUU</u>	<u>TLN</u>	<u>MUU</u>	<u>TLN</u>	<u>MUU</u>
Püha vs tavapäev	Keskmine							
<i>Püha</i>	2309	981	2566	643	0,214	0,406	0,768	0,487
<i>Tavapäev</i>	2672	819	2736	640	0,205	0,373	0,781	0,434
	Regressioon, ainult püha tunnusega mudel							
<i>Püha</i>	0,905 ***	1,116 ***	0,939 ***	1,013	0,009 ***	0,033 ***	-0,012 ***	0,053 ***
	Regressioon, kõigi tunnustega mudel							
<i>Püha</i>	0,932 ***	1,143 ***	0,961 ***	1,052 ***	0,006 ***	0,024 ***	-0,010 ***	0,046 ***
Pühade liigid	Keskmine							
<i>Eesti riigipüha</i>	1617	1638	2108	707	0,227	0,475	0,732	0,607
<i>Vene riigipüha</i>	2563	680	2685	526	0,213	0,400	0,761	0,434
<i>Eesti muu püha</i>	2567	902	2625	637	0,210	0,378	0,776	0,454
<i>Vene muu püha</i>	2490	912	2690	689	0,207	0,392	0,782	0,471
<i>Rahvusvaheline püha</i>	1996	1135	2431	647	0,224	0,439	0,776	0,542
	Regressioon, ainult püha tunnusega mudel							
<i>Eesti riigipüha</i>	0,641 ***	1,777 ***	0,756 ***	1,332 ***	0,022 ***	0,102 ***	-0,048 ***	0,173 ***
<i>Vene riigipüha</i>	0,979	0,817 **	0,986	0,838 ***	0,008 ***	0,027 ***	-0,019 ***	0,000
<i>Eesti muu püha</i>	0,958 **	0,978	0,969 **	0,955	0,005 ***	0,005	-0,005	0,020
<i>Vene muu püha</i>	0,963	1,102	0,981	1,060	0,002	0,019 **	0,001	0,037 **
<i>Rahvusvaheline püha</i>	0,863 ***	1,186 **	0,933 ***	0,975	0,019 ***	0,066 ***	-0,004	0,108 ***

	Regressioon, kõigi tunnustega mudel							
<i>Eesti riigipüha</i>	0,645 ***	1,731 ***	0,759 ***	1,334 ***	0,022 ***	0,092 ***	-0,045 ***	0,160 ***
<i>Vene riigipüha</i>	0,981	0,975	0,997	1,006	0,003	0,017 ***	-0,019 ***	0,013
<i>Eesti muu püha</i>	0,993	0,988	0,999	0,97	0,002	0,000	-0,006	0,013
<i>Vene muu püha</i>	1,012	1,009	1,011	1,011	- 0,001	0,006	0,008	0,013
<i>Rahvusvaheline püha</i>	0,903 ***	1,320 ***	0,960 **	1,083	0,013 ***	0,054 ***	0,002	0,112 ***

Olulisus: ** 5%, *** 1%

1 – keskmiseks on mediaan, erinevuse hinnanguks Exp(B) ning referents-tunnuse väärtuseks 1.

2 – keskmiseks on aritmeetiline keskmine, erinevuse hinnanguks B ja referents-tunnuse väärtuseks 0.

Eestis väljaspool Tallinna tulevad esile eelkõige võidupüha ja jaanipäev. Võidupühal on eestlasi väljaspool Tallinna 1583 (126%) võrra rohkem tavapärasest ja venekeelseid inimesi 997 (111%) võrra rohkem. Jaanipäeval on eestlasi tavapärasest 1126 (96%) ja venekeelseid inimesi 643 (77%) võrra rohkem. Eestlasi on väljaspool Tallinna pühale eelnenud nädalaga võrreldes märgatavalt rohkem veel jõululaupäeval ja esimesel jõulupühäl, venekeelseid inimesi aga kevadpühäl ja aastavahetusel.

Ruumiline paiknemine

Pühade ajal on eesti- ja venekeelsed inimesed jaotunud ebaühtlasemalt kui tavapäevadel. Erinevused on suuremad Eestis väljaspool Tallinna kui Tallinnas. Tallinnas on pühade ajal erinevuse indeksi väärtus keskmiselt 0,214 ja tavapäevadel 0,205, erinevus on 0,009, mis on statistiliselt oluliselt ($p < 0,01$) erinev. Eestis väljaspool Tallinna erineb erinevuse indeksi väärtus 0,033 võrra, olles pühade ajal 0,406 ja tavapäevadel 0,373. Need erinevused on statistiliselt olulised ka kõigi tunnustega mudeli puhul.

Suurimad erinevused eestlaste ja venekeelsete inimeste ruumilises jaotuses tulevad Tallinnas esile Eesti riigipühade ning rahvusvaheliste pühade ajal, mil eestlaste ja venekeelsete inimeste jaotus on ebaühtlasem kui tavapäevadel. Eesti riigi- ja rahvusvahelistel pühadel on erinevuse indeksi väärtus tavapäevadest 0,022 võrra suurem (tabel 1). Eesti riigipühade ajal on keskmine erinevuse indeks 0,227 ja rahvusvaheliste pühade ajal 0,224. Need erinevused on statistiliselt olulised ka siis, kui kõik tunnused on mudelisse kaasatud. Eestis väljaspool Tallinna on eestlased ja venekeelsed inimesed jaotunud tavapäevadest ebaühtlasemalt lisaks Eesti riigipühadele ja rahvusvahelistele pühadele ka Vene riigipühade ajal. Väljaspool Tallinna on Eesti riigipühade erinevuse indeksi väärtus keskmiselt 0,475, rahvusvahelistel pühadel 0,439, Vene riigipühadel 0,400, tavapäevadel aga 0,373.

Eesti- ja venekeelsed inimesed on Tallinnas kõige ebaühtlasemalt jaotunud aastavahetusel, Eesti Vabariigi iseseisvuspäeval ja esimesel jõulupühal. Väljaspool Tallinna on aga eesti- ja venekeelsed inimesed kõige ebaühtlasemalt jaotunud esimesel jõulupühal, teisel jõulupühal ja jaanipäeval.

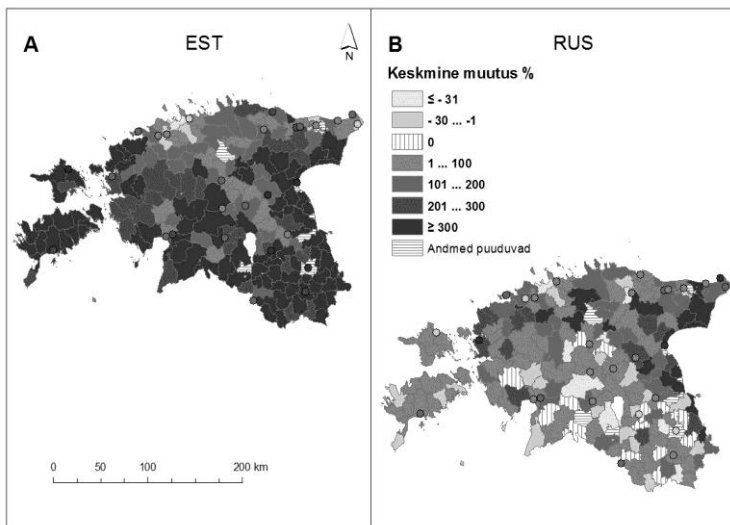
Sihtkoha etniline koosseis

Venekeelsed inimesed külastavad väljaspool oma elu- ja töökohta nii Tallinnas kui ka mujal Eestis rohkem omakeelseid piirkondi. Pühade ajal viibivad venekeelsed inimesed Tallinnas veidi vähem omakeelsetes piirkondades kui tavapäevadel, keskmine korrelatsioon elukohapõhise venekeelsete inimeste osatähtsusega on pühade ajal 0,768 ja tavapäevadel 0,781, erinevus on vaid -0,012, aga statistiliselt oluline (tabel 1). Väljaspool Tallinna viibivad venekeelsed inimesed aga pühade ajal rohkem omakeelsetes piirkondades kui tavapäevadel. Korrelatsioon elukohapõhise venekeelsete inimeste osatähtsusega on pühade ajal 0,487 ja tavapäevadel 0,434 (erinevus 0,053). Need erinevused on statistiliselt olulised ($p < 0,01$) ka kõigi tunnustega mudelites.

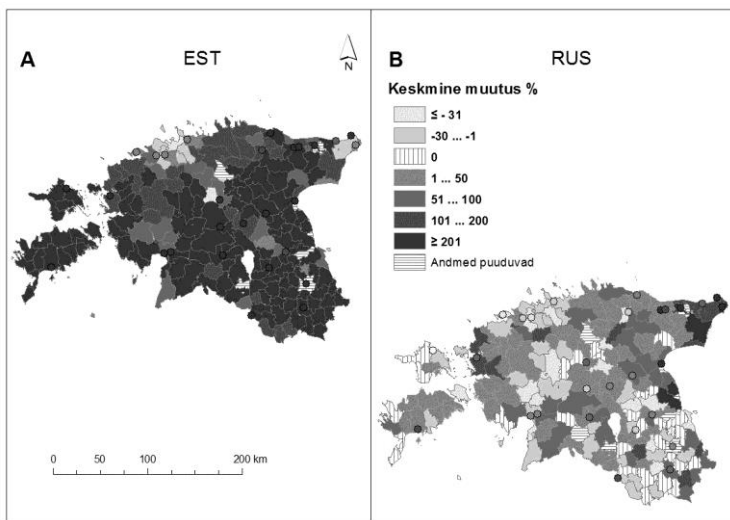
Venekeelsete inimeste paiknemise seos omakeelsete elupiirkondadega on pühade tüüpide lõikes Tallinnas ja Eestis väljaspool Tallinna kohati vastupidine. Tallinnas on kõige suuremad erinevused elukohapõhisest venekeelsete inimeste osatähtsusest Eesti riigipühadel ja Vene riigipühadel. Korrelatsioon venekeelsete inimeste elukohtade osatähtsusega on Eesti riigipühadel 0,048 ja Vene riigipühadel 0,019 võrra madalam kui tavapäevadel. Eestis väljaspool Tallinna on aga Eesti riigipühadel ning rahvusvahelistel pühadel korrelatsioon venekeelsete inimeste elukohtade osatähtsusega suurem kui tavapäevadel. Kui tavapäeval on korrelatsioon 0,434, siis Eesti riigipühade ajal on see 0,607 (erinevus tavapäevaga 0,173) ja rahvusvaheliste pühade ajal 0,542 (erinevus 0,108).

Tallinnas on tavapärasega võrreldes kõige suuremad erinevused viibimises venekeelsete inimeste elukohtade piirkondades jõululaupäeval, mil korrelatsioon on 0,12 võrra väiksem pühale eelnenud nädalast. Erinevuse poolest järgmised on teine jõulupüha, ja võidupüha. Väljaspool Tallinna on aga korrelatsioon venekeelsete inimeste elukohtadega pühade ajal kõige suurem jõululaupäeval, see on 0,28 võrra suurem pühale eelnenud nädalast. Erinevuse suuruselt järgnevad esimene jõulupüha ja esimene jaanuar.

Nii jaanipäeval kui jõuludel on eestikeelsed inimesed võrreldes tavapäevadega rohkem kodulinnast Tallinnast väljaspool erinevates piirkondades üle kogu Eesti (joonis 1a ja 2a). Venekeelsed inimesed on samuti neil pühadel tavapäevadega võrreldes rohkem Tallinnast väljas (joonis 1b ja 2b), kuid nad koonduvad enam Põhja- ja Ida-Eestisse, mis on suurema venekeelse elanikkonnaga alad. Kui võrrelda neid kahte püha, siis ilmneb, et jaanipäeval (joonis 1b) on venekeelsete inimeste ruumikasutuse ulatus laiem, st nad on rohkemates piirkondades väljaspool oma kodulinna kui jõulude ajal (joonis 2b). Jõuludel on venekeelsed inimesed koondunud peamiselt Ida-Eestisse.



Joonis 1. Keskmine inimeste arvu muutus jaanipäevalvõrreldes tavapäevadega.



Joonis 2. Keskmine inimeste arvu muutus jõulude ajal võrreldes tavapäevadega.

Järeldused ja kokkuvõte

Kõige olulisemad erinevused inimeste arvus ilmnesid Eesti riigipühade ja rahvusvaheliste pühade ajal, kuhu kuulusid nii eesti kui vene kultuuriruumi riigipühad ja rahvalikud tähtpäevad. Eesti riigipühadega kaasnevad vabad päevad annavad inimestele võimaluse liikuda kodulinnast ära, külastada sugulasi ja tuttavaid ning tegeleda meelepärase tegevustega. Kuigi nii eesti- ja venekeelsete inimeste arv Tallinnas pühade ajal üldiselt väheneb, kasvab keelegruppide vaheline inimeste arvu erinevus pühade ajal oluliselt. Pühade ajal on pealinnas venekeelsete ülekaal suurem kui tavapäeval, väljaspool Tallinna on aga tavapärasest rohkem eesti-keelseid inimesi. See on huvitav tulemus, mis võib esmalt viidata vähemale venelaste hulgale, kes Eesti pühasid tähistavad ja selle tõttu pealinnast lahkuvad. Teisalt võib see olla tingitud suhtlusvõrgustike erinevustest: venekeelsetel inimestel võib suur osa sugulasi ja tuttavaid paikneda Tallinnas, mistõttu jäädakse pealinnas pühasid tähistama.

Töös analüüsitud korrelatsioonikoeffitsiendi (venekeelsete inimeste elukohtade inimeste protsendi ja mobiiliandmete venekeelsete inimeste osatähtsuse vahel neis piirkondades) väärtuste muutumine neis piirkondades pühade ajal ja tavapäeval annab aimu suhtlusvõrgustike mõjust pühadeaegsetele liikumistele. Pühade ajal viibivad venekeelsed inimesed tavapäevadega võrreldes Tallinnas veidi enam väljaspool venekeelsete inimese elupiirkondi, Eestis väljaspool Tallinna aga vastupidiselt rohkem. Pühadest viibivad venekeelsed inimesed Tallinnas kõige vähem omakeelsetes piirkondades Eesti riigipühade ja Vene riigipühade ajal ning see tulemus oli võrdlemisi üllatuslik. See tendents võib tuleneda sellest, et osad inimesed lähevad nende pühade ajal kodulinnast ära ning kodulinna jääjad võivad käia väljaspool tavapäraseid piirkondi, kuna nende pühade ajal toimub erinevaid üritusi. Kui aga vaadata ruumilise paiknemise erinevusi, siis Eesti riigipühadel on need erinevused tavapäevadega võrreldes just suuremad st rahvus-

grupid on sel ajal rohkem segregeerunud, Vene riigipühadel aga mitte. See võib tingitud olla just vabade päevade mõjust. Üldiselt on segregatsioonitase Tallinnas pühade ajal madal. Eestis väljaspool Tallinna viibivad venekeelsed inimesed Eesti riigipühade ja rahvusvaheliste pühade ajal tavapäevadega võrreldes kõige rohkem omakeelsetes piirkondades. Seda kinnitavad ka erinevuse indeksi väärtused – sellel ajal paiknevad eestlased ja venekeelsed inimesed ruumiliselt palju ebaühtlasemalt kui tavapäevadel. Seega on nendel pühadel segregatsioon väljaspool Tallinna kõige suurem.

Pühadest mõjutavad inimeste ruumikasutust kõige rohkem jõulud, jaanipäev ja aastavahetus (30. detsember–1. jaanuar). Sellel ajal on eestlased ja venekeelsed inimesed tavapärasega võrreldes kõige ebaühtlasemalt jaotunud ja viibitakse pigem omakeelses keskkonnas. Üldiselt mõjutavad Eesti riigipühad nii eestlasi kui venekeelseid inimesi ja seda eeskätt nendega kaasnevate vabade päevade tõttu. Vene pühasid eristus antud töös võrdlemisi vähe. Erandiks oli naistepäev, kevadpüha ja aastavahetus, mil venekeelsete arv kasvas nii Tallinnas kui Eestis väljaspool pealinna. Venekeelsete arvu mõjutavad käesoleva uurimuse tulemuste kohaselt eeskätt Eesti riigipühad. Seda võib pidada lõimumise indikaatoriks, kui vähemusrahvus tähistab rahvusenamuse pühasid. Need muutused võivad tuleneda aga riigipühadega kaasnevatest vabadest päevadest, mitte niivõrd emotsionaalsest sidemest Eesti pühadega või tahtest neid tähistada. Nimetatut kinnitab ka see, et eestlased ja venekeelsed on ruumiliselt sel ajal ka rohkem segregeerunud (eriti väljaspool Tallinna) kui tavapäevadel, mistõttu on eestlaste ja venekeelsete inimeste tõenäosus kokku puutuda palju väiksem. Vene pühade mõju avaldus eeskätt rahvusvaheliste pühade kaudu, kuhu kuulusid osad Vene riigipühad (nt naistepäev, kevadpüha jm). Samuti mõjutas venekeelsete inimeste paiknemist venelaste elupiirkondades Tallinnas oluliselt ka Vene riigipühade tegur. Sellest võib järeldada, et venekeelne elanikkond tähistab siiski ka vene riigipühasid. Seda teematikat on oluline uurida lisaks ka

kvalitatiivsete meetoditega, mõistmaks pühade tähendust ja selle mõju rahvusgruppide vaba aja veetmise valikutele.

Pühade mõju on siiani uuritud eeskätt transpordiuuringutes, käesolev uurimistöö näitas aga, et see teema on oluline ka etnilise segregatsiooni valdkonnas, tõestades et pühade ajal on erinevad etnilised rühmad ruumiliselt ebaühtlasemalt jaotunud kui tavapäeval. Võrreldes tavapäevadega paiknevad inimesed pühade ajal rohkem teistes kohtades ning selle teadmise abil saab anda täpsemaid hinnanguid vaba aja segregatsiooni, akultureerumise protsesside ja sotsiaälvõrgustike tugevuse kohta. Pühade uurimisel on oluline arvestada erinevat liiki tähtpäevade mõjuga ja olla kursis rahvuslike eripäradega, mis teeb selle uurimise küllaltki keeruliseks, sest ühendada on vaja ajageograafia, etnilise segregatsiooni ja etnilisuse teooria kontseptuaalsed lähenemiskohad.

TÄNUAVALDUSED

Kõige suuremad tänusõnad lähevad minu juhendajatele professor Rein Ahasele ja Siiri Silmale.

VIITEALLIKAD

Ahas, R., Silm, S., Järv, O., Saluveer, E., Tiru, M. 2010. Using mobile positioning data to model locations meaningful to users of mobile phones. *Journal of Urban Technology*, 17 (1), 3-27.

Anowar, S., Yasmin, S., Tay, R. 2013. Comparison of crashes during public holidays and regular weekends. *Accident Analysis and Prevention*, 51, 93-97.

Cools, M., Moons, E., Wets, G. 2007. Investigating effect on holidays on daily traffic counts. Time series approach. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2019, 22–31.

- Ellis, M., Wright, R., Parks, V.** 2004. Work Together, Live Apart? Geographies of Racial and Ethnic Segregation at Home and at Work. *Annals of the Association of American Geographers*, 94 (3), 620-637.
- Eshel, Y., Rosenthal-sokolov, M.** 2000. Acculturation attitudes and sociocultural adjustment of sojourner youth in Israel. *The Journal of Social Psychology*, 140 (6), 677-691.
- Floyd, M.** 1999. Race, ethnicity and use of national park system. *Social Science Research Review*, 1 (2), 1-24.
- Gobster, P. H.** 2002. Managing Urban Parks for a Racially and Ethnically Diverse Clientele. *Leisure Sciences* 24, 143-159.
- Gordon, M.M.** 1964. Assimilation on American life: the role of race, religion and national origins. Oxford University Press.
- Isaacman, S., Becker, R., Caceres, R., Kobourov, S., Martonosi, M., Rowland, J.** 2011. Ranges of human mobility in Los Angeles and New York. <https://raptor.cs.arizona.edu/~kobourov/mucs.pdf>
- Massey, D., Rothwell, J., Domina, T.** 2009. The changing bases of segregation in the United States. *The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science*, 626 (14), 74-90.
- Massey, D.S., Denton, N.A.** 1988. The dimensions of residential segregation. *Social Forces*, 67 (2), 281-315.
- Schnell, I., Yoav, B.** 2001. The sociospatial isolation of agents in everyday life spaces as an aspect of segregation. *Annals of Association of American Geographers*, 91 (4), 622-636.
- Sepp, E.** 2010. Eesti elanike vaba aja ruumikasutuse seosed igapäevaste tegevusruumidega jõuluõhtu näitel. Magistritöö inimgeograafias. Geograafia osakond.
- Shaul, S.L., Gramann, J.H.** 1998. The effect of cultural assimilation on the importance of family-related and nature-related recreation among Hispanic Americans. *Journal of Leisure Research*, 30, 47-63.
- Silm, S., Ahas, R.** 2014. Ethnic differences in activity spaces: A study of out-of-home non-employment activities with mobile phone data. *Annals of the Association of American Geographers (ilmumas)*.

Tammaru, T., Strömgren, M., Stjernström, O., Lindgren, U. 2010. Learning through contact? The effects on earnings of immigrant exposure to the native population. *Environment and Planning*, 42, 2938–2955.

Wong D.W.S., Shaw, S.L. 2010. Measuring segregation: an activity space approach. *Journal of Geographical Systems*, 13 (2), 127–145.

Summary

ETHNICAL DIFFERENCES IN SPATIAL BEHAVIOUR DURING PUBLIC AND NATIONAL HOLIDAYS

Segregation is one of the most important topics in today's urban geography. The spatial separation of ethnic groups has been traditionally measured in the residential space, now the literature clearly states that individuals can experience segregation in different socio-geographical spaces (residential, work, leisure) in various scales. In order to get the full understanding of the ethnic segregation process, it is necessary to evaluate the process in different dimensions and spaces (Massey & Denton, 1988, Wong & Shaw, 2011).

The objective of this paper is to study the ethnic differences in spatial behaviour during holidays. This topic is necessary for understanding the cultural and religious factors that affect ethnic groups' spatial mobility, thereby helping to discover the unknown aspects of inter-ethnic contact networks, acculturation process and leisure time ethnic segregation. The topic is studied in Estonia using mobile telephone use data with 12 500 respondents and a study period encompassing the years 2007 to 2010. We use the dissimilarity index, Pearson correlation coefficient and regression models in order to capture the unevenness of ethnic group's members' distribution and spatial mobility during regular and irregular days.

The results show that during holidays the ethnic segregation is higher than on ordinary days, especially outside Tallinn. Greatest differences occurred on Christmas and Midsummer Day. Also, the results show that Estonian-speakers are more widely distributed in Estonia during holidays compared to Russian-speakers, indicating the importance of social networks that influence the travels made during holidays.

GEOGRAAFIA KARU-AABITS

GEOGRAAFIA AABITSATUND

Mis on geograafia? – See on lugu, mis algab sõnadega „Oli kord koht...“ Lugude jutustamine on läbi aegade inimesi pannud neile kaasa mõtlema ja jutustaja sõnadele kaasa elama. Faktid ununevad, kui nad pole põimunud lugudesse, ja sõltub suuresti jutuvestjast, kas kirjeldatud paikade ja sündmuste olemus oma täies eheduses ka kuulajateni jõuab. 2013. aasta sügisel tulid 13 noorgeograafi Narvasse, et sügissümposionil oma lugu endale olulistest paikadest jutustada, ning jätkus hulgaliselt ka neid, kes otsustasid noori jutuvestjaid Tallinnast ja Tartust kuulama tulla.

Sel korral oli noorgeograafide sügissümposion pühendatud Narvas sündinud Heljo Männile ja tema „Karu-aabitsale“. Seetõttu oli seekordne sümposion üpris erakordne: esimest korda toimus üritus Eesti mõistes suurlinnas ning oli pühendatud kaasaegsele kirjanikule. Vana mõisahoonde asemel pidasime sümposiooni Narva Kolledži põnevas uues hoones.

Narva oli ka meie lugudele päris õige koht, sest juttu tuli nii karudest, tööstusaladest kui kaevandamisest. Üheksandal noorgeograafide sügissümposionil osales ligikaudu 30 üliõpilast ja noorteadlast neljast Eesti ülikoolist, kellest 13 tegid suulise ettekande. Seitse tublimat vormisid need ka artikkelteks, mida käesolevast kogumikust lugeda saab.

Esimese õhtu peaesinejaks oli Egle Tammeleht Tartu Ülikoolist, kes kõneles pruunkarude levikust ja toitumisest. Peale arvukaid küsimusi nii bakalaureuseõppe mõmmi-beebidelt kui ka vanadelt doktorantuuri-mõmmikutelt esitleti noorgeograafide sügissümposionite eelmist artiklite duubelkogumikku „Lendav maailm. Külmale maale.“ Teiseks peaesinejaks oli Veiko Karu Tallinna Tehnikaülikoolist, kes viis läbi kaevandamise-teemalise töötoa.

Kaks ettekannet ja artiklit valmis Eesti äikesekliima kohta. Tartu Ülikooli doktorant Sven-Erik Enno artikkel vaatleb erakordselt võimsaid äikesetorme, mis 27.–28. juulil 2011 Eestit raputasid. Artiklis tutvustab autor äikesetormide liigitust ja tüüpe ning analüüsib 2011. aasta äikesetorme NORDLIS välgudetektorite andmetiku ja Ilmateenistuse radaripiltide põhjal. Sven-Erik Enno juhendatava Jüri Kameniku artikkel keskendub aga äikesesademetele Eestis, analüüsides välgulöökide arvu ja sademetehulga vahelisi seoseid. Seejuures vaatleb ta äikesesademeid nii lühemas ajaskaalas (1991–2003) kui ka nende pikaajalist muutlikkust (1950–2005).

Tallinna Ülikooli magistrant Mariell Jüssi paleoökoloogiline uurimistöö on pühendatud biogeense räni muutlikkusele Holotseeni vältel kahes Islandi järves. Töö eesmärgiks on mõista paremini keskkonja ja kliimamuutuse kulgu Põhja-Atlandi piirkonnas. Mõlema järve setteläbilõiked näitavad biogeense räni sisalduse tõusu alates 19. sajandi lõpust.

Tallinna Ülikooli ökoloogia-doktorant Piret Vacht kasutas oma uuringus keskkonnaindikaatoritena sarvlesti (*Oribatid*, *Acari*) ning tema artikkel vaatleb nende koosluste eripärasid erineva inim-mõjuga alade mullas. Tulemustest võib järeldada, et sarvlestade arvukus ja liigirikkus väheneb inim-mõju intensiivsuse kasvades.

Mihkel Männa Tartu Ülikoolist modelleeris kartograafiliselt Eesti päästekomandode ajalist katvust, kasutades varasemalt enamalevinud vektormudeli asemel rastermudelit ning leidis, et päästjate kohalejõudmise aega mõjutavad nii teedevõrgu tihedus kui ka päästekomandode paiknemine.

Damiano Cerrone ja Daniel Giovannini Eesti Kunstiakadeemiast ja Spatial Intelligence Unit'ist uurisid Tallinna linnaruumi valgustatuse seoseid kuritegevusega. Artikkel tutvustab uurimistöö üldiseid lähtekohti ning esmaseid Tallinna linna tänavavalgustatuse taseme mõõtmistulemusi, mis moodustab olulise eraldiseisva osa koostööprojektist Politsei- ja Piirivalveametiga.

Tallinna Ülikooli magister, arhitekt Epp Vahtramäe käsitleb aga Tallinna linnaruumi sotsiaalkultuurilisest vaatenurgast, analüüsidest tööstusalade taaselavdamise võimalusi ja laiemaid mõjusid Telliskivi loomelinnaku näitel. Töö käigus läbi viidud intervjuude ja küsitluste põhjal selgus, et Telliskivi Loomelinnakuga kaasnevaid mõjusid nähakse positiivselt ehk uuritud näitajad – muutused eluviisis, elukvaliteedis ja kogukondlikus sidususes – on enamasti liikunud paremuse poole.

Lisaks artikliteks vormistatud ettekannetele esinesid sümposiumil veel kuus noorgeograafi, nende seas kolm Tallinna Tehnikaülikooli mäendustudengit, kes tutvustasid oma uurimistulemusi, mis Narva kontekstiga suurepäraselt sobitusid. Tiit Rahe kõneles põlevkivi kaevandamisest ning kuidas seda annaks purustuskoppade abil efektiivsemaks muuta. Martin Saarnak tutvustas Eesti uusimat kaevandust – Ojamaa kaevandust – ning sealset unikaalset lintkonveiersüsteemi. Peeter Koll aga analüüsis oma ettekandes Eesti fosforiidimaardla kaevandamisvõimalusi.

Ettekandega esines ka Annaliisa Kaaremaa Tallinna Ülikoolist, kelle uurimistöö tulemusena loodi Tallinna linnaliste biotoopide liigitus ning kaardistati selle põhjal Põhja-Tallinn. Kristjan Rea Tartu Ülikoolist tutvustas oma ettekandes Eesti linnade takso-geograafiat ning Karin Kangur vaatles elukeskkonnaga rahulolu Tartu linna erinevates naabruskonna tüüpides.

Lisaks sümposiumi akadeemilisele osale rääkisid Helena Tammik, Annaliisa Kaaremaa ja Tanel Vahter Tallinna Ülikoolist oma põnevast suvest Vene Geograafia Seltsi ekspeditsioonil Tõva Vabariiki ja Krasnojarski krais. Samuti oli kõigil võimalus osa võtta ekskursioonist mööda Narva linna põnevamaid paiku ning külastada Narva kindlust. Sümposiumi lõppes traditsioonilise piknikuga Narva kindluse hoovis.

Toimetaja tänab kommentaaride ja paranduste eest retsensente Helis Rossnerit, Kadri Semmi, Anu Printsmani, Arvo Järvetit, Mait Seppa, Reimo Rivist, Hannes Tõnissoni ja Tiit Vaasmad. Tänuõnad igakülgse abi eest kuuluvad ka Epp Mäekivile ja Milla Krustale.

Toimetaja ja sügissümposiooni peakorraldaja

Martin Küttim

Tallinn, EGS

EESTI GEOGRAAFIA SELTSI NOORTEKLUBI TEGEMISTEST 2013. AASTAL

Martin Küttim

Eesti Geograafia Seltsi Noorteklubi (EGSN) esimees 2013.aastal
koduleht: www.egs.ee/egsn, e-post: geograafiaselts@gmail.com

Eesti Geograafia Seltsi Noorteklubi kümnes juubelihõnguline taas-tegevusaasta oli erakordselt mitmekülgne ja aktiivne. Erinevaid ettevõtmisi jagus aasta igasse ossa, aga üks aeg olegi looduse abinõu mitte lasta kõigil asjadel korraga juhtuda. Oli veel üpris taline aeg, kui küünlakuu esimestel päevadel maakonnaekskursioonile sõitsime. Eelnevatel aastatel oli Eestile peaaegu ring peale tehtud, aga ringi keskel oli veel käimata, niisiis suundusime Järvamaale. Nagu Anton Hanseni teostestki hästi teada, on Järvamaa võrdlemisi soine piirkond. Seetõttu pühendasime meeldival kombel üpris palju aega Kesk-Eesti rabades uitlemisele ja sealse talvise ilu nautimisele. Rohked külastatud allikad hoidsid endas südatalvelgi kevadist vulinat. Lisaks võtsime Esna mõisa hubases köögis kehakinnitust, avastasime Järva-Jaanis, kuhu meie vanad trammid-trollid on sõitnud pensionipõlve pidama ning nautisime Koeru kelgumäel talverõõme.

Märtsis suundusime lumiselt Järvamaalt hoopis soojemasse Aafrikasse, kui Timo Treit jutustas reisijuttude õhtul oma seiklustest Etioopias. Kuna mitmetel noorgeograafidel seisis ees ülikoolilõpetamine ja sellega seoses mure, mida edasi teha, alustasime aprillis TuTuTu ürituste sarja ("Tublide Tudengite Tulevik"), mille käigus külastame erinevaid keskkonna ja geograafiaga seotud asutusi. Esimesena käisime tutvumas Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudiga, millest paar nädalat peale meie külas-käiku sai Eesti ilmateenistus, ning varsti peale seda ka Põllumajandusuuringute keskuses Sakus.

Lisaks paljudele muudele ühisnimetajatele on suur osa egsnlastest ka aktiivsed jalgratturid. Seetõttu võtsime üheskoos osa mitmest

Tour d'ÖÖ üritusest, kinnitades koos tuhandete teiste velonautidega jalgratta kuulumist Tallinna liikluspilti. Suve alguses käisime rattasadulas avastamas ka Pääsküla raba, mille eriilmelistest osadest põhjaliku ülevaate sai. Esimesest sõidust innustust saades otsustati oktoobris raba sügisvärvide nägemiseks retke korrata.

Saarematku oli sel aastal koguni kaks. Esimene neist viis meid avameretalgutele keset Soome lahte asuvale lagedale ja tuulisele Keri saarele, kus ei kasva küll ühtegi puud, kuid pesitseb palju linde. Lisaks on seal uhke karahvini-kujuline tuletorn ja hulk muid hooneid, mille korrastamisega Keril põhiliselt tegelesimegi. Päris saarematka käigus me aga Tallinna kesklinnast kaugemale ei jõudnudki, sest sihtkohaks oli Aegna (foto 1). Peale eelmisel päeval toimunud lõputööde kaitsmist oli retk Aegnale tõeliselt magusaks preemiaks, sest puhkust oli tõepoolest tarvis. Tutvusime saare kuulsusrikka ajalooa suvituskohana ja loodusväärtustega ning aitasime tädi Luulel metsaalust korrastada. Reisiseltskond oli ürpis kirju, sest lisaks hulgale egsnlastele olid meiega Aegnal kaasas ka noorgeograafid Tartust ja Helsingist ning mitu välisüliõpilast.



Foto 1. Eesti Geograafia Seltsi noorteklubi saarematkal Aegnale (Foto: Kait Antso).

Juunikuised talgud professor Punningu maakodus Karusel on samuti juba traditsiooniks saanud. Loomulikult seadsime ka sel aastal väärika palkmaja, sauna ja lopsaka rohelise aia suvehooajaks valmis ning nautisime kahte seal veedetud päikeselist päeva.



Foto 2. Noorteklubi rattamatk viis sel aastal Pärnust Riisiperre (Foto: Kait Antso).

Augustikuine viiepäevane rattamatk algas sealt, kus see eelmisel aastal oli pooleli jäänud – suvepealinnast Pärnust. Kui Pärnusse sõitsime veel vana diislongiga, siis lõpp-punktist Riisiperest Tallinna juba uue läikivoranži elektrirongiga. Teel lõunast põhja vonklesime rattasadulas paralleelselt sopilise rannajoonega, tehes aeg-ajalt põgusaid põikeid põnevaisse paigusse ning kaldudes viimaks küllalt sügavale sisemaale (foto 2). Lääne-Eestile omaselt kulgesid läbitud 370 km mööda võrdlemisi lauged reljeefi ning rattad ja väntajad pidasid visalt vastu nii äikesele kui päikesele. Vaatamata kuue aasta jooksul rattamatkadel läbitud soliidsele kilometraažile on Eestimaal veel piisavalt tolmuiseid suveteid, mida mööda järgnevatel aastatel läbi rohutirtsude sirina Eestimaa avastamist jätkata.

Augusti lõpus võtsime ette laevareisi üle lahe, külla EGEA-Helsingile. Üheskoos matkasime Nuuksio rahvuspargis ning veetsime kolm päeva maalilise järve kaldal. Värske õhk, värsked metsamarjad ja värsked tutvused tegid meele rõõmsaks mõlema vennasrahva esindajatel.

Meie aasta suursündmus, noorgeograafide sügissümposion, toimus sel aastal Narvas ja oli mitmeski mõttes erakordne. Esmakordselt toimus sümposion suurlinnas ning vana mõisamaja asemel vastvalminud Narva Kolledži hoones, mis oma sopilisuse ja põnevate ruumilahendustega kõigile sügava mulje jättis. Ka oli sümposion esimest korda pühendatud elavale kirjanikule, sel korral siis Narvas sündinud Heljo Männile ja tema kuulsale "Karu-aabitsale". Seetõttu oli sümposiooni pealkirjaks "Geograafia aabitsatund". Igal juhul oli Narva põnev ja avastamist väärt paik nii Tallinna kui Tartu noorgeograafidele ning mitmed meist külastasid Narvat suisa esmakordselt. Sümposionil oli 13. noorgeograafil neljast erinevast Eesti ülikoolist võimalus oma teaduslikke uurimussuundi tutvustada ning neist hiljem ka kogumikku artikkel kirjutada.

Meie tegemised ei piirdunud aga vaid Eestiga. EGSN oli sel aastal rahvusvaheliselt aktiivsem kui kunagi varem. Osalesime EGEA kongressidel Taanis ja Poolas ning saime sügisel EGEA täieõiguslikuks liikmeks, mistõttu võib meid nüüd ka EGEA-Tallinnaks nimetada. EGEA-võrgustik lõi mitmeid uusi tutvusi, millest kohe ka kinni haarasime. Suvel külastasime soome ja rumeenia noorgeograafe ning soomlased käisid ka Tallinnas vastukülaskäigul. Samuti jätkus meeldiv koostöö Vene Geograafia Seltsiga: niisamuti nagu eelmisel suvel, käis ka nüüd kaheksa egnslast ekspeditsioonidel Krasnojarskis ja Tõvamaal. Põhitegevuseks olid seal arheoloogilised väljakaevamised, kuid lisaks kultuurikihi alla mattunud sküütide pärandile tutvuti ka kohaliku looduse ja kultuuriga. Eelmise aasta ekspeditsioonide põhjal ilmusid selle aasta alguses noorgeograafidelt ka artiklid ajakirjas "Eesti Loodus" ja Eesti Geograafia Seltsi aastaraamatus.

Aasta lõpus külastasime ENSV Valitsuse varjendit Kosel, vaatasime koos filme ja tegime veel palju muudki põnevat. Hulk teostamata plaane jääb aga juba järgmisesse aastasse, mis töötab tulla vähemalt sama aktiivne kui see. Meid ootab taaskord ees teekondade, teadmiste ja kogemuste meri. Neil õnnelikel kalavetel kvooti pole. Ja kui aastaring täis saab, läheme taas merele võrke võtma ning tuleme täis lastiga tagasi.

Summary

YOUTH CLUB OF ESTONIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY IN THE YEAR 2013

The tenth active year of the Youth Club of Estonian Geographical Society after the re-establishment was diverse and contained various activities. The main traditional events were the excursion to northern Järvamaa in February, trips to two northern Estonian islands – Keri and Aegna – in the spring, bicycle tour from Pärnu to Riisipere in August, and the autumnal symposium for young geographers in the city of Narva in October.

The year was also active in the international scale: we joined the EGEA-network and participated in their congresses. Furthermore, we hiked with the local students of geography in the national parks in Finland and Romania, and the students from the University of Turku visited us. Our members also took part of the expedition to southern Siberia that was organised by the Russian Geographical Society.

Also many other smaller and more spontaneous events took place during the year, e.g. trips to various geographically significant places in and near Tallinn, visits to many geography-related companies, movie and travel nights.

Our main objective is to spread geographical knowledge, to gain geographical wisdom and unite the students of geo-sciences. Autumnal symposiums, which are the most important events for the Youth Club, help to present the main study topics of young Estonian geographers and to improve cooperation between students studying geography at different Estonian universities.

As the year was extraordinarily active for us, it can be retrospectively concluded that the year 2013 has been successful for the Youth Club of Estonian Geographical Society.

TARTU ÜLIKOOLI NOORGEOGRAAFIDE KLUBI EHK EGEA-TARTU TEGEMISTEST AASTAL 2012/13

Epp Mäekivi

Tartu Ülikooli Noorgeograafide Klubi (EGEA-Tartu) president 2012/13 aastal
koduleht: www.egea.eu/entity/Tartu, e-mail: info@egea.ee

2012/13 aasta oli EGEA-Tartu tegemistes mitmes mõttes uuenduste aasta. Juhatus tegi läbi põlvkonnavahtetuse, tegime korda meie „pesa“ ehk EGEA rõdu Vanemuise 46 õppehoones ja korraldasime esimest korda kogu EGEAs nõ kontaktisikute nädalavahtetuse ehk CP-Weekendi, et tihendada sidemeid meie regiooni ehk Põhja- ja Balti regiooni CPde vahel ja jagada kogemusi, kuidas ühe üksuse organisatoorne pool toimib ning teadmisi uutele CPdele, mida EGEA endast kujutab ning mis võimalusi pakub. Loomulikult jätkasime ka oma traditsiooniks saanud ürituste nagu reisiklubi, tööpõllu, jõuluõhtu, sügissümposiooni koos EGSNiga ja kevadkooli korraldamist (foto1).



Foto 1. Noorgeograafide Venemaa-teemaline reisijuttude õhtu (Foto: Taavi Pipar).

EGEA tööaasta sai Tartus hoo sisse esimese koosolekuga septembri alguses, kus tutvustasime geograafia eriala rebastele EGEA tegemisi. 2012. aastal langes avakoosolek kokku ka EGEA aastakongressiga Leuvenis, kus Tartut esindasid Gerda ja Epp. Aastakongressil tuli Peterburi geograafiatudengitega jutuks korraldada tudengivahetus, mis vaatamata mõningatele sekeldustele viisade saamisega meie suureks rõõmus siiski teoks sai. Tavapärase nädalase vahetuse asemel otsustasime seekord lühema kolmepäevase vahetuse kasuks. Tartu poolt käisid Peterburi geograafidel novembris külas Mari-Ann, Sander ja Epp, kes juba detsembri alguses meie idanaabritele ka Tartut tutvustasid. Lisaks linnaekskursioonile käisime koos AHHA teaduskeskuses ja Taevaskojas lumist Eestimaa loodust nautimas.

EGEA regionaalkongressidel oli Tartu esindatud veel veebruaris Ida regiooni kongressil Tveris, kus käisid Helin, Gerda ja Epp, ning aprillis Põhja- ja Balti regiooni kongressil Kopenhaagenis, kus Tartust oli kohal kaks esindajat – Hannes ja Epp.

Tartu kohalikest üritustest toimus esimesena novembris Venemaaline reisiklubi, kui Mihkel ja Elor rääkisid oma suvisest reisist Venemaale, kus nad osalesid EGEA Arhangelski korraldatud Arctic Summer School'il. Lisaks rääkisid Mari-Ann, Sander ja Epp oma vahetuse esimesest poolest Peterburi geograafidega. Järgmine reisiklubi viis meid Tartust kuuma Aafrika päikese kätte, kui Elor jagas meiega oma kogemusi vabatahtlikutööst Etioopias.

„Geograafid tööpõllul“ üritustesari külastas märtsis Positium LBS'i, mis on Tartu Ülikoolis alguse saanud spin-off firma, mis tegeleb mobiilpositsioneerimise abil saadud mitmekülgsete mobiilsusega seotud andmete analüüsimisega ning selleks vajaliku tarkvara arendamisega. Aprillis käisime Tartu Linnavalitsuse Linnaplaneerimise osakonnas, kus Planeeringuteenistuse juhataja Indrek Ranniku tutvustas meile linnaplaneerija tööülesandeid.

Jõuluaega tähistas EGEA-Tartu traditsiooniliselt ühiselt piparkooke küpsetades ja kaunistades.

Õppeaasta lõpu ja suve alguse kohta annab EGEA-Tartu üritustekalendris märku kevadkool, mis toimus nagu varasematel aastatelgi Koorastes, Vaaba järve kaldal asuvas talukompleksis. Kolme päeva jooksul kuulasime mitmeid huvitavaid ettekandeid oma ala spetsialistidelt, käisime saunas, ujumas, kanuuga sõitmas Vaaba järvel ja pidasime maha ka jõukatsumised orienteerumises ja mälumängus.

2012/13 juhatuse viimaseks ürituseks jäi veel korraldada koos EGSNiga noorgeograafide sügissümposion, mis toimus septembri lõpus Narvas, TÜ kolledži uues õppehoones. Narvast pärit kirjanik Heljo Männist ja tema „Karu-aabitsast“ inspireerituna sai sümposion nimeks „Geograafia aabitsatund“. Oma uurimistöid kandsid ette 13 tudengit tervelt neljast erinevast Eesti ülikoolist.

EGEA-Tartu juhatuse 2012/13 (koosseisus Epp, Helin, Laura ja Taavi) tänab noori geograafe meeleoluka aasta eest ja soovib uuele juhatusele jõudu ja jaksu nende töös!

Summary

TARTU UNIVERSITY YOUNG GEOGRAPHERS CLUB (EGEA-TARTU) IN YEAR 2012/13

2012/13 year was for EGEA-Tartu in many ways the year of renewal. Our board changed to a new generation of younger geographers, we renovated our „base“, our EGEA-balcony in our department building and organised a new kind of event for the whole North&Baltic Region – the first CP-Weekend. Of course we also continued to organize our traditional national events like travelling club, geographers on field, autumnsymposion, sprint-school and christmas evening.

The EGEA-year usually begins in Tartu with the first meeting for newbies in September. This year it was in the same time with the Annual Congress in Leuven. From Tartu we had two participants at the AC. At the AC we agreed with participants from St.Petersburg to have an exchange this year. We had a small exchange with three participants from both entities. It was two fun and busy weekends in November and December for the participating newbies.

As our first national event we had in September autumn symposium together with the Youth Club of Estonian Geographical Society. At the symposium we had many interesting presentations about students research work.

We organized two travelling club events – in November a Russian themed travelling club about Arctic Summer School in Arhangelsk and exchange with St.Petersburg and another one in March about one of our member's trip to Ethiopia as a volunteer.

We also had to „Geographers on field“ events. The first one took our members in March to Positium LBS, which has a spin-off contract with the University of Tartu. In the second event in April we visited the city planning department of Tartu and had interesting insights into the work of a city planner.

In December we had our traditional christmas evening with gingerbread baking and decorating.

The EGEA-year in Tartu traditionally ends in May with sprint-school in the countryhouse of one of our professors. This year was no exception. We had three fun days with scientific and non-scientific presentations, games, sauna, swimming and dancing.

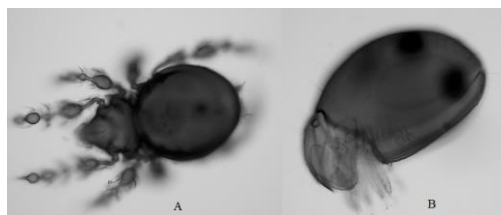
SARVLESTADE (ORIBATID, ACARI) KOOSLUSTE ERIPÄRAD ERINEVA INIMMÕJUGA ALADE MULLAS

Piret Vacht

Tallinna Ülikool, Matemaatika ja Loodusteaduste Instituut
ökoloogia doktorant
piret.vacht@tlu.ee

Sissejuhatus

Inimtegevus avaldab looduskeskkonnale ulatuslikku mõju ning võib tugevaid häiringuid põhjustada. Need muudavad looduslikke kooslusi ja mõjutavad seeläbi ökosüsteemide talitlust. Üheks selliseks ökosüsteemiks, mis on elupaigaks arvukatele organismidele, on muld. Mullas elav liigirikas bioota omab tähtsat rolli nii mulla arengus kui ka aineringetes ning on mõjutatud tugevasti mulla omadustest ja mulda kujundavatest teguritest (nt veerežiim, inimtegevus). Seetõttu peetakse mullaorganisme ka headeks keskkonna-indikaatoriteks. Selleks, et hinnata erinevate bioindikaatorite tundlikkust mitmesuguste inimtegevuse aspektide suhtes, on tarvis põhjalikult uurida erinevaid mullabioota komponente. See võimaldab mullaelustiku koosluste alusel teha järeltõlge häiringute potentsiaalse ulatuse kohta juba nende varajases staadiumis.



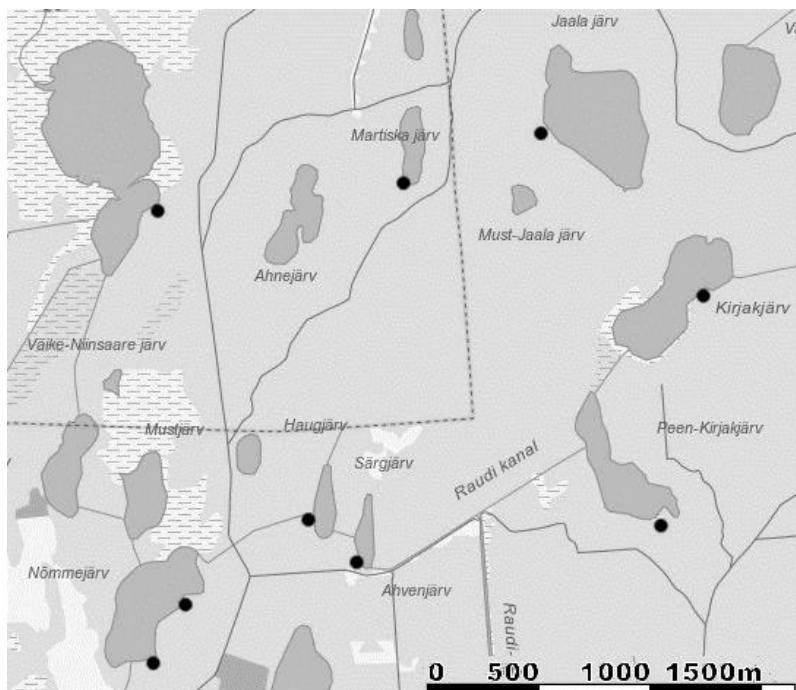
Joonis 1. Proovidest leitud sarvlestad: A – *Metabelba pulverosa* (keha suurus 4300150500 μm), B – *Microtritia minima* (keha suurus 240–290 μm). Autor: Piret Vacht (2013).

Sarvlestad (*Oribatida*, *Acari*) on mullas ja selle peal, kõdukihis, taimedel ning puudel elavad mikrolüliljalsed (joonis 1). Nende arvukus ja liigirikkus on enamikes muldades suur. Eesti muldade sarvlestade kooslusi on käsitletud vaid üksikutes töödes, näiteks uuris I. Eitminavichiute (1965; Eitminavichiute *et al.*, 1976) Lääne-mere rannikualade mullafaunat ja käsitles muuhulgas ka sarvlesti. Hiljem on Eestis läbi viidud mullabioloogiliste ja -ökoloogiliste uuringute puhul talletatud vaid mullalestade üldine arvukus, hõlmates nii ka teisi lestade seltse. Seega puudub tänapäeval ülevaade Eesti mullalestade (sh sarvlestade) mitmekesisusest ja nende leviku seaduspärasustest. Seevastu on maailmas sarvlesti käsitlevaid töid arvukalt. Palju on uuritud inimtegevuse poolt tekitatud häiringute, saaste ja teiste drastiliste muutuste mõju sarvlestade kooslustele (nt Al-Assiuty *et al.*, 2014, Caruso & Migliorini, 2006; Seniczak *et al.*, 2002) ning uurimistulemused kinnitavad nende häid bioindikatsiooni omadusi. Uuringu raames, mis hõlmab lisaks sarvlestadele ka teisi mikrolüliljalgseid ning mullas elavaid räni-vetikaid, käsitletakse koosluste iseärasusi alal, kus inimtegevuse häiringud on esmapilgul märkamatud, kuid sellest hoolimata tähelepanuväärse mõjuga sealsele looduskeskkonnale (Punning *et al.*, 1989). Artiklis antakse ülevaade töö esialgsetest tulemustest põhisuunaga sarvlestade koosluste iseärasustele.

Uuringu eesmärgiks on eritleda erineva domineeriva inimmõjuga alade sarvlestade kooslusi ning võrrelda inimtegevusest mõjutatud ala kooslusi piirkonnaga, kus inimmõju on vähene. Tähtsamateks hüpoteesideks on, et (1) inimmõju intensiivsuse kasvuga väheneb sarvlestade arvukus, liigirikkus ja mitmekesisus ning (2) erineva domineeriva inimmõju (tallamine, aluseline õhusaaste, kaevandus-vete mõju, veetasemete kõikumine) alas on nende kooslused erinevad.

Metoodika

Proovialaks valiti geoökoloogilisest vaatenurgast suhteliselt põhjalikult uuritud (nt Rooma, 1987; Ilomets & Kont, 1994; Erg, 1994; Kont *et al.*, 2007) Kurtna maastikukaitseala (Kirde-Eestis), mida on nimetatud ka üheks enim inimtegevuse poolt mõjutatud looduslikuks alaks Eestis (Ilomets & Kont, 1994). Võrdlusalaks valiti Mustoja maastikukaitseala Kagu-Eestis, mida on ka varem Kurtna maastikukaitsealale võrdluseks toodud (Kont *et al.*, 2007). Proovikohad paiknesid mõlemal alal veekogude vahetus läheduses – Kurtna järvede kaldavööndis (joonis 2) ning Mustojas oja mõjualas.



Joonis 2. Proovikohtade paiknemine (tähistatud punktidenä) Kurtna maastikukaitsealal. Allikas: Maa-amet.

Kõikidest proovikohtadest koguti mullapuuriga ($\varnothing$ 5 cm) mulla pealmisest 10 cm-st mikrolüljalgsete proovid viies korduses. Lisaks mõõdeti mulla vee-, orgaanilise aine ja karbonaatide sisaldus ning $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$. Mikrolüljalgsed eemaldati mullast Berlese-Tullgreni tunneli abil ning sarvlestade määramiseks (Weigmann, 2006; Gilyarov, 1975) kasutati Olympus BX51 mikroskoopi kuni 600x suurendusega.

Andmeanalüüsis kasutati kirjeldava ja üldistava statistika meetodeid statistikaprogrammiga SPSS Statistics 17, lisaks peakomponentanalüüsi (PCA) programmi CANOCO 4.52 abil (ter Braak & Smilauer, 2003). Sarvlestade koosluse kirjeldamiseks kasutati Simpsoni (1-D) ja Shannon-Wieneri, Bray-Curtis'e erinevuse (*dissimilarity index*, ingl. k) ja ühtluse (E_{var}) indekseid. Samuti eristati sarvlestade funktsionaalsed erinevused lähtuvalt toitumisgruppidest (Schneider *et al.*, 2004; Schneider, 2005).

Tulemused

Analüüsitud mullaomaduste võrdluses ilmnes, et Kurtna ja Mustoja prooviala eristab vaid mulla pealmise 10 cm kihi $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ mõõdukas erinevus (Kurtna $5,3 \pm 0,1$; Mustoja $4,8 \pm 0,3$), mis on suure tõenäosusega tingitud Kurtna maastikukaitsealale langenud aluselisest õhusaastest (Karofeld, 1987). Seega võib tuginedes varasematele uuringutele ja analüüsitulemustele pidada proovialade mullastikku sarnaseks (Kont *et al.*, 1994; Kont *et al.*, 2007).

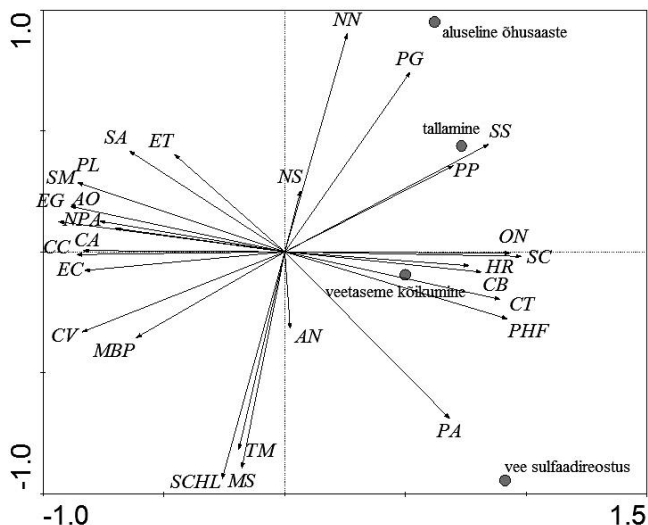
Sarvlestade arvukus (200 cm^3 kohta) proovialade võrdluses erines enam kui kolm korda, jäädes Kurtnas vaid 45 isendi piiridesse, samas kui Mustojas oli arvukus ca 159 isendit. Kokku määrati 71 liiki, lisaks neile leidis liike, mida oli võimalik määrata vaid perekonna tasandil, ning noorisendeid, kelle liigitunnused polnud veel välja arenenud. Ligikaudu 52% liikidest, muuhulgas *Chamobates borealis* ja *Protoribotritia abberans*, olid esindatud mõlemal kaitsealal. Leiti ka mitmeid Eesti jaoks uusi liike – nt *Ryostritia ardua* ja *P. abberans* (Eitminavichute 1965; Eitminavichute *et al.*, 1976).

Sarvlestade arvukus ja liigirikkus oli madalaim muldades, mida mõjutas enim veetasemete ulatuslik (üle 50 cm) kõikumine. Inim-mõju laadist lähtuvalt võis täheldada, et õhusaastest mõjutatud ala arvukus ja liigirikkus erinesid statistiliselt usutavalt ($p < 0,05$) nii vee sulfaadireostusega kui ka veetaseme kõikumisega ala näitajatest. Viimase liigirikkus erines statistiliselt ka tallatud ala omast.

Mitmekesisus oli kõrgeim aluselise õhusaastega alal, olles võrreldav vaid inimtegevusest nõrgalt mõjutatud ala (Mustoja) mitmekesisusega. Mitmekesisuse näitajad olid madalaimad veetaseme kõikumisest mõjutatud aladel. Samas oli muude näitajate poolest küllaltki erinevatel, vaid õhusaastest ja veetaseme kõikumistest mõjutatud aladel enim ühiseid liike. Kooslused olid kõige erinevamad Mustoja maastikukaitseala proovikohtade ja tallatud alade võrdluses. Koosluse ühtlus (E_{var}) suurenes häiringute lisandumisega, kuid oli ka tervikuna küllaltki madal. Eristades mitme erineva inim-mõjuga ala kooslusi, oli mitmekesisus võrdlusalast statistiliselt erinev vaid juhul, kui ala mõjutas nii aluseline õhusaaste kui ka veetasemete kõikumine.

Häiringutest mõjutatud aladel esines arvukalt generaliste (nt *Oppiella nova*, *Tectocephus velatus*) ning ootuspäraselt ka niisket ja happelist keskkonda eelistavaid liike (*Chamobates borealis*, *Conchogneta traegardhi*, *Nothrus silvestris*, *Microtritia minima*). Peakomponentanalüüsi tulemusena (joonis 3) ilmnisid seosed ka konkreetsete liikide ja erinevate antropogeensete häiringute vahel, nt *Steganacarus striculus* – tallamine, *Protoribotritia aberrans* – vee sulfaadireostus. Siinkohal tuleb märkida, et mõlemad nimetatud liigid on nn *box mite*-id, kes on võimelised end ebasoodsate mehaaniliste tegurite eest paremini kaitsma kui teised sarvlestad. Samas joonistus välja ka küllaltki suur grupp liike, kelle esinemine ei olnud oluliselt mõjutatud uuritud inim-mõjudest (nt *Eupelops torulosus*, *Steganacarus magnus*). Järelikult olid erineva inimtegevuse poolt mõjutatud alade sarvlestade kooslused küll erinevad, kuid peami-

selt seisnesid need üksikute liikide või gruppide keskkonnaeelistustes. Samas leidsid arvukalt ka liike, kes olid oma elupaiga suhtes tolerantsemad.



Joonis 3. Domineeriva inimõju ja enamlevinud sarvlestaliikide peakomponentanalüüsi tulemused. Liikide tähised: AN – *Achipteria nitens*, AO – *Adoristes ovatus*, CA – *Carabodes areolatus*, CB – *Chamobates borealis*, CT – *Conchogneta traegardhi*, ET – *Eupelops torulosus*, HR – *Hypochthonius rufulus*, MBP – *Metabelba pulverosa*, MS – *Minuntnozetes semirufus*, NN – *Nanhermannia nana*, NPA – *Nothrus palustris*, NS – *N. silvestris*, ON – *Oppiella nova*, PHF – *Phthiracarus ferrugineus*, PG – *P. globosus*, PL – *P. laevigatus*, PP – *Platynothrus peltifer*, PA – *Protoribotritia aberrans*, SCHL – *Schleroribates laevigatus*, SA – *Steganacarus applicatus*, SC – *S. carinatus*, SM – *S. magnus*, SS – *S. striculus*, TM – *Tectocephus minor*.

Analüüsides funktsionaalsete gruppide (Schneider *et al.*, 2004; Wallwork, 1983; Seastedt, 1984; Norton, 1986) erinevusi häiringute mõjualas, selgus, et primaarsete ja sekundaarsete lagundajate osakaal oli läbivalt üsna sarnane, vastavalt häiringule muutus vaid

herbi- ja fungivooride ning karni- ja omnivooride suhe. Samas ei saa välja tuua ühte kindlat trendi selle suhte muutuses seoses inimõju laadi või kooslusega.

Kokkuvõte

Esialgsetest tulemustest võib järeldada, et sarvlestade arvukus ja liigirikkus väheneb inimõju intensiivsuse kasvades. Mitmekesisus väheneb enamikel juhtudel samamoodi, kuid esineb mõningaid erandeid. Oribatid lestade kooslused on erineva domineeriva inimõjuga aladel erinevad, ent paraku ei saa enne lisauuringute läbiviimist kinnitada nende sõltuvust konkreetsest häiringust. Liike, keda leidis kõikides proovikohtades, esines vähe. Samas leidis mõningaid liike, keda võib potentsiaalselt pidada mitmesuguste häiringute suhtes tolerantseteks või vastupidi tundlikeks indikaatorliikideks. Uuring jätkub 2013. aasta sügisel kogutud kordusproovide määramisega ning täiendavate analüüside teostamisega (sh mulla keemilised ja mikroobikoosluste näitajad).

Tänuavaldused

Uuringut on toetanud Eesti teadusagentuuri grant ETF8189, projekt „Elussüsteemide dünaamika loodushoiu kontekstis“ (EDULOOD, AU5-9.1/2), Tallinna Ülikooli Tippkeskuse „Loodus- ja tehiskeskonna uuringud“ doktoriõppe toetusfond, Tallinna Ülikooli Maemaatika- ja Loodusteaduste Instituudi uuringufond, Maateaduste ja ökoloogia doktorikool (Euroopa Liidu sotsiaalfond) ning Tartu Kultuurkapital.

Viiteallikad

Al-Assiuty, A.-M.I.M., Khalil, M.A., Ismail, A.-W.A., van Straalen, N.M., Ageba, M.F. 2014. Effects of fungicides and biofungicides on population density and community structure of soil oribatid mites. *Science of the Total Environment*, 466–467, 412–420.

Caruso, T., Migliorini, M. 2006. Micro-arthropod communities under human disturbance: is taxonomic aggregation a valuable tool for detecting multivariate change? Evidence from Mediterranean soil oribatid coenoses. *Acta Oecologica*, 30, 46–53.

Eitminavichiute, I.S. 1965. Oribatid fauna from Baltic Sea coast. 1. Estonian SSR. *Proceedings of Academy of Science of Lithuanian SSR*, 38, 81–87. (in Russian).

Eitminavichute, I.S., Aukštikalnė, A.M., Srazdėnė, V.M., Minkyavichus, V.A. 1976. Soil Invertebrate Fauna of Coastal Area in the East Baltic Region. Mokslas, Vilnius. (In Russian).

Erg, K. 1994. The hydrogeological regime. In *Ökoloogia Instituudi publikatsioonid. 2. Köide* (Punning, J.-M., toim.). Ökoloogia Instituut, Eesti Teaduste Akadeemia, Tallinn, 94–101.

Gilyarov, M. S. 1975. A key to soil-inhabiting mites. Sarcoptiformes. Nauka, Moscow. (In Russian)

Karofeld, E. 1987. Kurtna järvestiku rabade looduslike tingimuste ja taimkatte dünaamikast viimastel aastakümnetel. In *Kurtne Järvestiku Looduslik Seisund ja Selle Areng* (Ilomets, M., Toim.). Valgus, Tallinn, 133–139.

Kont, A., Kull, O., Rooma, I., Makarenko, D., Zobel, M. 1994. The same field ecosystems studied on landscape transects. In *Ökoloogia Instituudi publikatsioonid. 2. Köide* (Punning, J.-M., toim.). Ökoloogia Instituut, Eesti Teaduste Akadeemia, Tallinn, 161–189.

Kont, A., Kull, O., Rooma, I., Zobel, M. 2007. Maastikuprofiili meetodil uuritud mõhnastike ökosüsteemid. In *Eesti Geograafia Seltsi Aastaraamat: 36. Köide* (Koff, T., Raukas, A., toim.). Tallinna Ülikooli Kirjastus, Tallinn, 29–74.

Ilomets, M., Kont, A. 1994. Study area. In *Ökoloogia Instituudi publikatsioonid. 2. Köide* (Punning, J.-M., toim.). Ökoloogia Instituut, Eesti Teaduste Akadeemia, Tallinn, 14–17.

Norton, R.A. 1986. Aspects of the biology and systematics of soil arachnids, particularly saprophagous and mycophagous mites. *Quaestiones Entomologicae*, 21, 523–541.

Punning, J.-M., Ilomets, M., Karofeld, E., Koff, T., Kozlova, M., Laugaste, R., Rajamäe, R., Taure, I., Varvas, M. 1989. Tehnogeensed muutused biogeokeemilises aineringes. In *Kurtina järvestiku looduslik seisund ja selle areng* (Ilomets, M., toim.). Valgus, Tallinn, 14–28.

Rooma, I. 1987. Kurtina mõhnastiku mullastikust. In *Kurtina järvestiku looduslik seisund ja selle areng* (Ilomets, M., Toim.). Valgus, Tallinn, 37–41.

Schneider, K., Migge, S., Norton, R.A., Scheu, S., Langel, R., Reineking, A., Maraun, M. 2004. Trophic niche differentiation in oribatid mites (*Oribatida*, *Acari*): evidence from stable isotope ratios ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$). *Soil Biology and Biochemistry*, 36, 1769–1774.

Schneider, K. 2005. Feeding biology and diversity of oribatid mites (*Oribatida*, *Acari*). Dissertatsioon. University of Darmstadt, Darmstadt.

Seastedt, T.R. 1984. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. *Annual Review of Entomology*, 29, 25–46.

Seniczak, S., Kaczmarek, S., Klimek, A., Seniczak, A. 2002. The effect of some air pollutants on the vertical distribution of mites (*Acari*) in soils of young Scots pine forests in Poland. *European Journal of Soil Biology*, 38, 311–314.

ter Braak, C. J. F., Smilauer, P. 2003. CANOCO for Windows version 4.52. Biometrics – Plant Research International, Wageningen.

Wallwork, J.A. 1983. Oribatids in forest ecosystems. *Annual Review of Entomology*, 28, 109–130.

Weigmann, G. 2006. Hornmilben (*Oribatida*). Die Tierwelt Deutschlands, 76. köide (Dahl, F., toim.). Goecke & Evers, Keltern.

Summary

THE VARIABILITY OF ORIBATID MITE (ACARI) COMMUNITIES IN SOILS UNDER DIFFERENT ANTHROPOGENIC DISTURBANCES

Due to high diversity, role in soil functioning and reaction to various soil properties, soil biota is considered a good environmental indicator. Amongst other factors, many soil organisms such as *Oribatid* mites, react quickly to changes in the soil caused by intensive human influence. In this study the communities of *Oribatid* mites are observed under various dominant human influences and their combinations.

The main study site is located in NE Estonia (Kurtina landscape reserve) and the comparison site representing an area with similar soil conditions but with low human influence level, is located in SE Estonia (Mustoja landscape reserve). Kurtina landscape reserve is one of the most disturbed natural areas in Estonia (Ilomets, Kont, 1994) that has been influenced by alkaline air pollution, sulphate water contamination, fluctuation of water levels, tillage etc (Rooma, 1987; Karofeld, 1987; Erg, 1994; Ilomets & Kont, 1994; Kont *et al.*, 2007 etc). Microarthropod samples were collected from the riparian zone soils on both locations and *Oribatid* mites were identified.

The preliminary results indicate that the abundance and species richness decrease with increasing human influence. Diversity, measured by various diversity indices, follows a similar trend, however not as unambiguously. Many of the species found, such as *Chamobates borealis* and *Nothrus silvestris*, can be considered typical of the moderately acidic riparian environment or show no preference to their habitat conditions. Some of the species were found in Estonia for the first time e.g. *Protoribotritia aberrans*, *Ryostritia ardua*. Some species, e.g. *Steganacarus striculus* and *P. aberrans*, however, show the potential of functioning as indicators of the type of human influence (e.g. tillage or sulphate water pollution) or human influence level. Also some interesting differences were

discovered in the functional diversity of *Oribatid* mites – the percentage of primary and secondary decomposers was similar throughout the study sites, but the numbers of herbi- and fungivores and carni- and omnivores varied throughout the study sites, but without an evident trend. Further research is needed to confirm these results and the study continues with repetition samples and analysis of additional environmental characteristics.

LATE HOLOCENE ENVIRONMENTAL VARIABILITY INFERRED FROM TWO ICELANDIC LAKE RECORDS

Mariell Jüssi

Tallinn University, Institute of Mathematics and Natural Sciences
Master student of geoecology
marielljussi@gmail.com

Environmental change inferred from high latitude lakes

Climate records from Iceland show that annual mean temperatures increased 1.2°C over the period of instrumental measurements. This is 0.4 °C more than mean global air temperature increase over the past century.

One type of the ecosystems that show rapid response to climate change are lakes. Lake ecosystems are effective sentinels of environmental change as the changing conditions affect the catchment, water characteristics and therefore biological community is altered. Furthermore, lakes function as natural sediment traps with accumulating material from many sources, which is used as an archive of past changes to understand the links between lake ecology and external drivers (e.g. Engstrom & Wright, 1984).

Paleolimnological studies from circumpolar Arctic has linked post 18th century changes to climate-driven lengthening of the summer growing season and also the ecological changes indicate that this warming is not simply returning to the environmental regime seen during past warm period. But striking and often unprecedented ecological changes have occurred within ~150 years, following several millennia of relatively stable communities (Smol *et al.*, 2005).

In case of some Icelandic lakes, there is relation between sedimentary biogenic silica inferred productivity to spring temperatures, and organic carbon to wind erosion, however more paleo-ecological studies are needed to understand the climate vs. other environmental influences on sediment records.

This study reveals changes in lake productivity inferred from short sediment cores from two small lakes by analyzing past changes in sediment biogenic silica and organic matter indicators (LOI550, organic carbon content, C/N ratio). The productivity changes of two small and shallow lakes is compared with previous studies on the sediments from large, deep lakes in Iceland.

Study sites: west iceland & south-east iceland

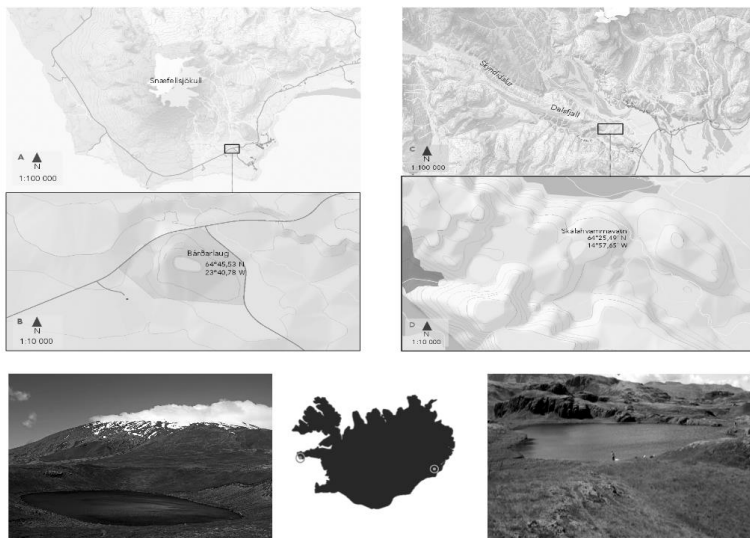


Figure 1. Lake Barðarlaug is situated in West Iceland (A) near the glaciated Snæfellsjökull volcano (B). The lake basin is an old crater with no inflow or outflow. Skalahvammavatr (C) is a lake in south-east Iceland, situated in Dalsfjall mountain range and has a small catchment (D).

Both of the studied lakes are small and have very small catchment with no inflow or outflow. Despite the similarities, the location and the origin of lake are different. Lake Bardarlaug is an old crater located in Snaefellsness peninsula (West Iceland) and belongs to the volcanic system of Snaefellsjökull strato-volcano (Figure 1).

Lake Skalahavammavatn is located in Southeast Iceland, in Dalsfjall mountain range (Figure 1). The lake is situated on the mountain plateau and the catchment is with some sheep grazing.

Methods

The sediment cores were collected during the Estonian Doctoral School expedition of Earth Sciences and Ecology in August 2011. The short sediment cores were taken from the deepest point of the lakes using Livingstone-Vallentyne corer.

The loss-on-ignition (LOI) method (Dean, 1974) was applied to describe lithological properties of sediment. The samples were heated subsequently at 100°C, 550°C and 950°C. The concentrations of fractions were measured by calculating the weight loss after heating. The main volcanic ash (tephra) layers were detected by visual inspection and checked under microscope.

The biogenic silica (SiO_2) content was estimated using wet-alkaline extraction method and spectrophotometric measurement according to Conley and Schelske (2001) with modification of using 2% NaOH for the extraction solution. The final calculated biogenic silica values are given in weight percentages of sediment dry weight.

In total 56 samples were analyzed for total organic carbon (TOC) and total nitrogen (TN) content. Approximately 8 mg of freeze-dried powdered sediment were acid-treated in silver containers to remove carbonate prior to the measurements. For the measurements cystine as a standard and high organic sediment as a reference material were used. The organic carbon/total nitrogen values are expressed as atomic ratios (Meyers & Teranes, 2001).

The age-depth stratigraphy for Lake Bardarlaug was constructed using a combination of ^{210}Pb , ^{137}Cs and three ^{14}C dates. Tephro-chronological analysis of two tephra layers was used to confirm the age-depth chronology. The age-depth stratigraphy for Lake Skalahvammavatn was derived from ^{210}Pb dating and two identified tephra layers.

Results

Lake Bardarlaug

The dating of the sediment core reveals sedimentation history of more than 3000 years. The *loss-on-ignition* (LOI) analysis revealed the predominance of mineral matter in the sediment core.

The biogenic silica values are relatively high, reaching up to 15%, in the lower part of the sediment core, below black tephra. After tephra, the concentrations show broad peak around 32nd cm with values ~8%, after which the BSi content starts to decrease. The BSi values remain low and stable from the 25th cm onwards. The slight increase starts in the most recent sediments, from 12–2 cm, the values of biogenic silica are unstable.

The C/N atomic ratios in the sediment sequence reveal fairly large variations. In the lowermost 10 cm the C/N ratios are low and stable around 11. From 45th to 15th cm, the C/N ratios are unstable and fluctuating between 12 and 16. The decline in C/N ratios starts from 17th cm and reaches the minimum ratio around 10 in the most recent sediment.

Lake Skalahvammavatn

The sediment core of lake Skalahvammavatn covers sedimentation history for more than 450 years. The results of LOI analysis showed dominance of mineral matter.

If compared to the rest of the record, from 54-27 cm the biogenic silica values are more stable and lower. The concentrations fluctuate between 4-6%. In the interval from 26-1 cm, the BSi content shows decrease and gradual increase with fluctuations in the uppermost zone. The pronounced decrease is in the interval 26-22 cm, with the lowest concentration, less than 4% around 23rd cm. The highest BSi values are seen in 12th and 7th cm with the concentration around 7%. The gradually increasing trend of BSi concentrations is punctuated by two short-lived declines at 10th and 4th cm.

The C/N atomic ratios in the sediment sequence vary between 10 and 13 (Figure 1). The lower part of the sediment core (53-21 cm; zone I) displays fluctuations from 10 to 13. In the most recent sediment the ratios show decreasing trend, whereas the C/N ratio on the top is 10.

Environmental history in lake Bardarlaug

Lake Bardarlaug sediment core indicates in the lowermost part of the sediment core high productivity of siliceous algae prior to 3020±35 BP. The C/N ratio indicates that before white tephra layer the organic matter was predominantly derived from aquatic environment. However, according to ¹⁴C dates, the interval 46-39 cm shows very low sedimentation rates, suggesting sedimentation hiatus below black tephra (~1880±35 BP). Since the potential hiatus makes this interval unreliable, it was excluded from figure 2 and further interpretation.

After the volcanic eruption from the local volcano Snæfellsjökull, recorded in the L. Bardarlaug record as a 2 cm thick black tephra, the sediment indicates intense organic erosion. The highest C/N ratio in the sequence accompanied by sedimentary OM nearly 24% suggests that due to volcanic ash deposition the loss of vegetation fueled long-term soil degradation, lasting until about 800 AD.

The productivity was generally higher in the first millennia (Figure 2) and similar trend is also found from sediment records from deep lakes (Geirsdottir *et al.*, 2009a; Geirsdottir *et al.*, 2013), suggesting milder and warmer climatic conditions.

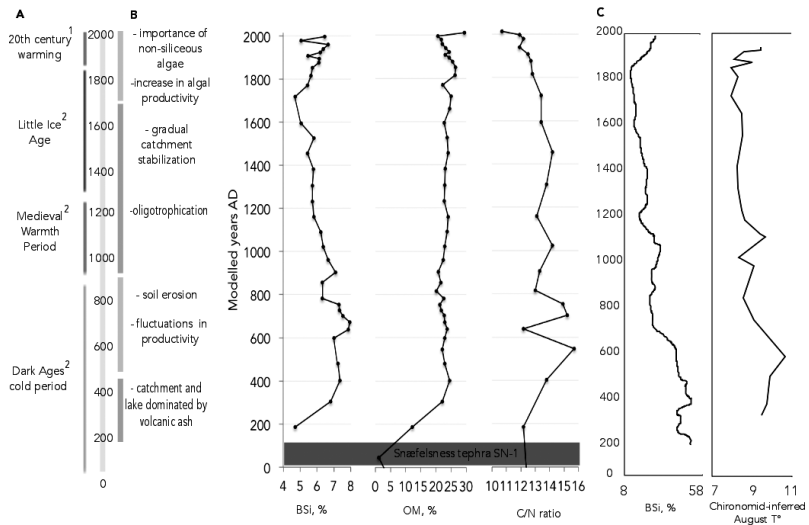


Figure 2. Paleoenviromental change as inferred from sediment core of IS-BL-11-2 (B) over the last 2000 years compared with the analysis of instrumental temperature record by Hanna *et al* (2004)¹ and the timing of climate variations reconstructed by Geirsdottir *et al* (2009a)² (A). The BSi reconstructions from Stora Viðarvatn found strongly correspond to chironomid-inferred temperatures (Axford *et al*, 2009; Axford *et al*, 2011) show that the BSi signal from Bardarlaug has catchment influences(C).

The oligotrophic state in L. Bardarlaug, according to BSi content (Figure 2), lasted from 900–1800 AD. However, the period of oligotrophic conditions in described in the literature coincide with Little Ice Age climatic anomaly characterized by subsequent cooling from 1250–1800 AD, suggesting also the influence of

processes in the catchment. Since the end of the 19th century the recovery of BSi concentration suggests recovery of biological production and also, dominance of in-lake organic matter production, as reflected in the low C/N ratio (10).

Environmental history in lake Skalahavammavatn

In L. Skalahavammavatn both organic matter and BSi are low, suggesting low lake productivity, however there are some variations (Figure 3). Before 18th century, the BSi indicating low productivity and it is stable if compared to uppermost part of the record. At the same time C/N ratio is relatively high and unstable fluctuating around 12. The unstable C/N ratio indicating influx from catchment between the 16th and 18th century is found to correlate well with the harsh winter conditions of Little Ice Age and low BSi values, indicating low productivity (Geirsdottir *et al.*, 2009a), which is historically also known as a period of glacier extent around Iceland. The closest glacier to Lake Skalahavammavatn is Lambatungnajökull. The reconstructed pattern of it's fluctuations indicates that the extensive expansion occurred around 1800 AD and the retreat over the last 200 years was punctuated by re-advances in the 1810's and 1850's (Bradwell *et al.*, 2006).

The sediment sequence with lowest productivity is accompanied with consistently increasing trend of organic matter content until 1850's, which indicates high terrestrial organic matter erosion proved by carbon/nitrogen ratio (13). This founding supports Geirsdóttir and others (2009a) who suggested that high organic carbon is a signal of cold and windy climate.

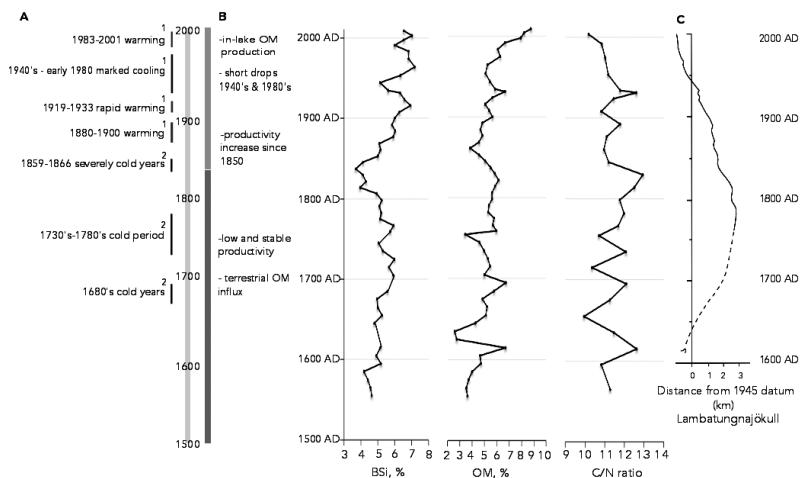


Figure 3. Paleoenvironmental change in the sediment core of IS-SK-11-01 (B) compared with instrumental temperature records by Hanna et al (2004)¹ and historical information about sea-ice conditions (Ogilvie & Jónsdóttir, 2000)² (A). The retreat of the glacier studied by Bradwell et al (2006) in close proximity of the lake corresponds with the productivity increase caused by recent climate warming (C).

The uppermost part of the sediment record from the second part of 19th century to early 2000's is characterized by high fluctuations in productivity if compared to the rest of the record. The biogenic silica concentrations increase rapidly since 1850's to 7%, with the punctuated drop from late 1930's to late 1950's. This overall increasing trend of productivity with higher variability is synchronous with the instrumental temperature records from Iceland, which show that the 20th century warming has not been uniform in time. Since the second half of 20th century, the C/N ratios remain low indicating that the increasing OM content in the newest sediments is dominated by material formed in the lake.

Signal of productivity changes in small lakes

In both cases, there was no significant relation between biogenic silica and organic matter. This is consistent with findings from Iceland, where organic matter and biogenic silica are driven by different climate patterns.

The biogenic silica proxy in Lake Skalahvammavatn seems to link temperatures with lake productivity like found in earlier published papers. In Lake Bardarlaug the signal is mixed, BSi and C/N ratio are driven by the influences from the tephra deposition and the processes in the catchment, which are difficult to explain without other proxies. However, the lowest biogenic silica production is consistent with the period of coldest years of Little Ice Age shown in other climate proxy records (Doner, 2003; Gathorne-Hardy *et al.*, 2008; Langdon *et al.*, 2011; Geirsdottir *et al.*, 2013).

However, the analysis from both lakes shows that the organic carbon in the most recent sediments is composed mainly from organic matter formed in the lake. Both sediment cores show increase in algal productivity since the end of 19th century. The timing of increasing lake productivity coincides with weakened signal of catchment influences on sedimentary organic matter, hinting that organic matter content could indicate lake productivity only in the most recent sediment. The sediment sequences also show, that during the Little Ice Age, the productivity in studied lakes was low and relatively stable. If compared to the rest of the record, higher variability is especially dominant during the last century.

Kokkuvõte

ISLANDI VÄIKEJÄRVEDE SETETES KAJASTUVAD KESKKONNAMUUTUSED HILIS-HOLOTSEENIS

Artiklis antakse ülevaade Islandi väikejärvedes kajastuvatest muutustest kasutades produktiivsuse hindamise meetodikaid, et mõista paremini keskkonna- ja kliimamuutuse kulgu Põhja-Atlandi piirkonnas. Lääne-Islandil asuva Bardarlaugi järve biogeense räni sisaldus ja orgaanilise aine päritolu näitavad, et kuni ~0-1850 AD on järvesisest produktiivsust positiivselt mõjutanud vahetus läheduses asuva Snæfellsjökulli vulkaani pursed ja sellele järgnenud erosioon järve valgalal. Nagu varasemad uurimused kinnitavad, oli ka Bardarlaugi järve produktiivsus suurem esimesel aastatuhandel, mis viitab, et kõrgemat produktiivsust soosisid lisaks valgalale ka kliimaatilised tingimused.

Islandi kaguosas asuva Skalahvammavatni järve produktiivsuse muutused kajastavad muutuseid kliimatingimustes sarnaselt varasemate paleolimnoloogiliste uurimustega Islandil (Axford *et al.*, 2009; Geirsdottir *et al.*, 2009a).

Mõlema järve setteläbilõiked näitavad biogeense räni sisalduse tõusu alates 19. sajandi lõpust. Sama perioodi vältel väheneb mõlema järve valgalalt orgaanilise materjali sissekanne järve ning domineerima hakkab järvesisene orgaanilise süsiniku teke, mistõttu orgaanilise aine hulk neis kahes Islandi järves sobib produktiivsuse indikaatoriks vaid viimasel sajandil. Sarnaselt varasematele uurimustele peegeldub uuritud järvede produktiivuses erakordselt külm periood 17.–18. sajandil, kajastades Väikese Jääaja maksimumi.

Bibliography

Axford, Y., Briner, J.P., Cooke, C.A. Francis, D.R., Michelutti, N., Miller, G.H., Smol, J.P., Thomas, E.K., Wilson, C.R., Wolfe, A.P. 2009. Recent changes in a remote Arctic lake are unique within the past 200,000 years.

Axford, Y., Geirsdóttir, Á., Miller, G.H., Langdon, P. 2009. Climate of the Little Ice Age and the past 2000 years in northeast Iceland inferred from chironomids and other lake sediment proxies. *J. Paleolimnol.*, 41, 7–24.

Conley, D.J., Schelske, C.L. 2001. Biogenic Silica. In *Tracking environmental Change Using Lake sediments. Volume 3: Terrestrial, Algal and Silicious Indicators*. (Smol, J.P., Birks, H.J.B., Last, W.M. eds). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 281–293.

Dean, W.E. 1974. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: comparison with other methods. *J. Sed. Pet.*, 44, 242–248.

Doner, L. 2003. Late-Holocene paleoenvironments of northwest Iceland from lake sediments. *Palaeo3*, 193, 535–560.

Gathorne-Hardy, F.J., Erlendsson, E., Langdon, P.G., Edwards, K.J. 2009. Lake sediment evidence for late Holocene climate change and landscape erosion in western Iceland. *J. Paleolimn.*, 42, 413–426.

Geirsdóttir, Á., Miller, G.H., Larsen, D.J., Ólafsdóttir, S. 2013. Abrupt Holocene climate transitions in the northern North Atlantic region recorded by synchronized lacustrine records in Iceland. *Quat. Sci. Rev.*, 70, 48–62.

Geirsdóttir, Á., Miller, G.H., Thordarson, T., Ólafsdóttir, K.B. 2009a. A 2000 year record of climate variations reconstructed from Haukadalsvatn, West Iceland. *J. Paleolimn.*, 41, 95–115.

Heiri, O., Lotter, A. F., Lemcke, G. 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *J. Paleolimn.*, 25, 101–110.

Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguer, M., van der Linden, P.J., Dai, X., Maskell, K., Johnson, C.A. (eds). 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Cambridge University Press: Cambridge.

Meyers, P.A., Teranes, J.L. 2001. Sediment organic matter. In *Tracking Environmental Change using Lake Sediments. Physical and Geochemical Methods*, Vol. 2. (Last, W.M., *et al.* Eds.). Kluwer Academic Publishers, Netherlands. 239–265.

Smol, J.P. 2005. Tracking Long-term environmental Changes in arctic Lakes and Ponds: A paleolimnological Perspective. *Arctic.*, 58, 227–229.

ERAKORDSELT VÕIMSAD ÄIKESETORMID EESTIS 27.–28. JUULIL 2011

Sven-Erik Enno

sven-erik.enno@ut.ee

Tartu Ülikool, Ökoloogia ja Maateaduste Instituut, Geograafia osakond
loodusgeograafia doktorant

Sissejuhatus

Äikese näol on tegemist ohtliku ilmastikunähtusega, mis võib nii troopikas kui parasvöötmes põhjustada olulist majanduslikku kahju. Välgud ohustavad inimesi (Tanrioover & Kahraman, 2013), hooneid ja lennukeid (Drüe *et al.*, 2007; Mäkelä *et al.*, 2013). Eestis ja Baltimaades on viimastel aastatel esinenud nii otseselt välgu poolt tekitatud kahjustusi kui ka äikesega kaasnevate tormituulte ja isegi tornaadode põhjustatud purustusi (Merilain & Tooming, 2003; Marcinoniene, 2003).

Klassikaline äikesekliimatoloogia uurib vaatlejate poolt meteoroloogiajaamades registreeritud äikeseandmeid. Selliste uuringute põhjal on Eesti vaatlusjaamades äikest keskmiselt 12–22 päeval aastas ning äikesehooaeg kestab aprillist oktoobrini. Kaasaegne äikesekliimatoloogia kasutab aga välgudetektorite võrgustike poolt registreeritud välgulöökide toimumise aegu ja asukohti. Nende andmete põhjal esines Eesti piirkonnas perioodil 2005–2009 aastas keskmiselt 0,34 pilv-maa välgulööki ruutkilomeetri kohta (Enno, 2013).

Üheks välgudetektorite andmestiku eeliseks on võimalus hinnata välgulöökide arvukuse kaudu senisest palju objektiivsemalt äikesetormide intensiivsust. Meteoroloogiajaamades registreeritakse äikese-päev kui vaatleja kuuleb 24 tunni jooksul vähemalt ühte müris-tamist. Seega ei tee selline metoodika vahet paari juhusliku välguga nõrgal äikesel ja tuhandete välkudega võimsal tormil. Veidi parema

ülevaate annab äikeste algus- ja lõpukellaegade põhjal arvutatud äikesetundide koguarv (Rakov & Uman, 2003), kuid siingi on omad piirangud. Teoreetiliselt ei saa ööpäevas olla üle 24 äikesetunni ja tegelikkuses on meie piirkonnas harva rohkem kui viis ja äärmiselt harva üle kaheksa äikesetunni ööpäevas (Enno *et al.*, 2013). Välgudetektorite võrgustiku abil aga saame teada välgulöökide koguarvu meile huvipakkuva ala ja ajavahemiku jaoks. Näiteks Soomes on äikesepäevadel registreeritud välkude koguarvud ulatunud kümnete tuhandeteni (Tuomi & Mäkelä, 2003).

Erinevates piirkondades teostatud uuringutest on selgunud, et kõrgematel laiuskraadidel on välgulöökide kuupäevadevaheline jaotus eriti ebaühtlane. Kui enamikul äikesepäevadest on tormide aktiivsus pigem madal, siis suur osa aastasest välkude koguarvust on sageli koondunud mõnele väga äikeselisele päevale. Selline seaduspära on leitud nii Kanadas (Burrows *et al.*, 2002), Soomes (Mäkelä, 2011) kui ka Eestis (Enno, 2011).

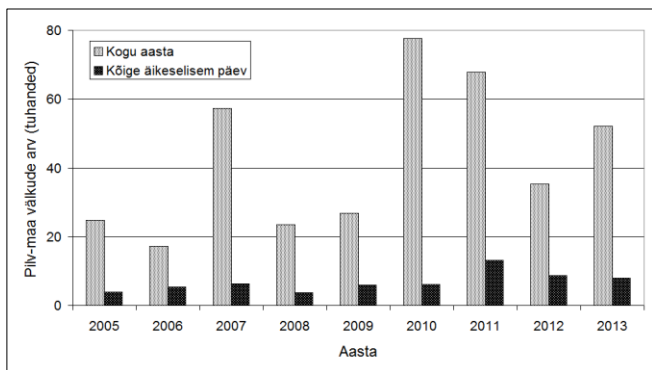
Eesti piirkonnas on perioodil 2005–2013 registreeritud kokku 382 531 pilv-maa välku. Löökide jaotus aastate ja kuupäevade lõikes on olnud väga ebaühtlane (joonis 1). Seejuures on eri aastate kõige äikeselisemale päevale koondunud 8–32% aasta jooksul registreeritud välkude koguarvust. Uurimisperioodi kokkuvõttes on aastate kõige äikeselisemad päevad andnud keskmiselt 16% ehk umbes kuuendiku kõigist registreeritud välkudest.

Eriti silmapaistev on uurimisperioodi kõige äikeselisem päev, 28. juuli 2011 kui registreeriti ühtekokku 13 098 pilv-maa välku. Seejuures oli tegu vaid osaga erakordselt äikeselisest perioodist 26.–28. juulil 2011, mille jooksul loendati üle 27 tuhande välgu (tabel 1). See number ületab aastate 2005, 2006, 2008 ja 2009 välgulöökide koguarvud (joonis 1). Kõige võimsamad äikesed koondusid 24-tunnisele ajavahemikule 27. juulil kella 18-st kohaliku suve aja järgi kuni 28. juuli kella 18-ni. Kokku registreeriti 24 tunniga 20 645 pilv-maa välku, mis moodustab 5,4% aastate 2005–2013 välkude koguarvust.

Tabel 1. Kümme suurima välgulöökide arvuga äikesepäeva Eestis perioodil 2005–2013.

	Kuupäev	Välgulööke	Suurima aktiivsuse piirkond	Ilmaolukord
1.	28.07.2011	13 098	Kesk-Eesti	Soe õhumass
2.	27.07.2011	8 795	Liivi Laht, Edela-Eesti	Soe õhumass
3.	29.07.2012	8 663	Lääne-Eesti saared	Külm front
4.	09.08.2013	7 882	Loode-Eesti, Saaremaa	Külm front
5.	26.05.2007	6 333	Ida- ja Lõuna-Eesti	Külm front
6.	28.05.2007	6 183	Kesk- ja Kirde-Eesti	Soe õhumass
7.	15.08.2010	6 024	Liivi lahelt üle Kesk-Eesti kirdesse	Soe õhumass
8.	13.06.2009	5 935	Kesk- ja Kirde-Eesti	Külm front
9.	24.08.2007	5 664	Loode-Eesti	Külm front
10.	26.07.2011	5 490	Pärnumaa, Kesk- ja Kirde-Eesti	Soe õhumass

Sellised ebatavaliselt võimsad äikesed kujutavad suurt ohtu nii inimestele kui nende varale. Olulised on võimalikult varajased ja täpsed hoiatused. Selleks on aga vaja võimalikult täpselt teada ilmaolukordi ja äikesepilvede tüüpe, mis võivad Eesti oludes nii võimsaid torme põhjustada.



Joonis 1. Enam kui kümne tuhande välgulöögiga äikesepäevad Eestis perioodil 2005–2013.

Käesoleva artikli eesmärgiks on 27.–28. juulil 2011 kujunenud erakordsete äikesetormide detailne kirjeldamine. Seejuures pööratakse lisaks välguandmetele tähelepanu ka teistele kaasnenud ohtlikele nähtustele nagu tormituuled ja rahe. Teiseks oluliseks eesmärgiks on selliste tormide tekketingimuste sünoptiline analüüs.

Äikesetormide klassifikatsioon ja tüübid

Äikese kujunemiseks on vaja piisavalt niiskust ning võimsaid tõusvaid õhuvoole. Tekketingimuste alusel jaotatakse äikesetormid terministeks ehk õhumassisisesteks, frontaalisteks, advektiivseteks ning orograafilisteks. Õhumassisisene äike kujuneb harilikult pärastlõunasel ajal soojas ja niiskes õhumassis tekkivates tõusvates õhuvooludes. Frontaalne äike kujuneb soojema ja külmemä õhumassi kokkupuutepiirkonnas ehk frondil, kus soojema õhk hakkab tõusma. Advektiivne äike kujuneb soojale aluspinnale voolavas jahedas niiskes õhumassis. Orograafiline äike on sage mäestikes, kus õhk on sunnitud mööda mäenõlvu tõusma.

Ehituse alusel eristatakse lihtäikesepilvi, liitäikesepilvi, üliäikesepilvi ning konvektiivsüsteeme. Lihtäikesepilv hõlmab mõne kilomeetri suuruse ala, annab sadu ja äikest pool tundi kuni tunni ning seejärel hajub. Liitäikesepilved sisaldavad mitut omavahel liitunud lihtäikesepilve ja on kõige tavalisemaks äikesepilvede tüübiks. Kuna hajuvate pilveosade asemele tekivad uued võib liitäikesepilv püsida tunde ja läbida kümneid kilomeetreid.

Üliäikesepilv on väga ebastabiilses õhumassis välja arenev erakordselt võimas konvektsioonipilv. Erineva suuna ja kiirusega tuuled erinevates õhukihtides tekitavad pilve tõusvate õhuvoolude süsteemis pöörise. Üliäikesepilved põhjustavad suure osa USA tugevates tornaadodest. Sageli kaasnevad tavalised tormituuled, hiidrahe ning paduvihmad. Eestis esineb selliseid äikeseid harva.

Konvektiivsüsteemide korral organiseeruvad üksikud äikesepilved kümnete kuni sadade kilomeetrite suuruseks liitsüsteemiks. Süs-

teemi esiosas moodustub tihti pagiliin, mis kujutab endast kitsast ägedate äikesepilvede rida, mille ees puhuvad tugevad, sageli tormised tuuled. Pagiliin võib muutuda kaare- ehk vibukujuliseks (ing. keeles bow echo). Kaarekujulise pagiliini erijuht on derecho, mis põhjustab enam kui 400 km pikkusel alal vähemalt 25,8 m/s puhuvaid tuuli ja kestab vähemalt 6 tundi (Meitern, 2013). Konvektiivsüsteemidega seotud pagiliinid põhjustavad ka Eestis sageli tormikahjustusi. Võib kaasneda rahe ning paduvihm.

Andmed ja meetodika

Põhiliseks andmeallikaks on NORDLIS (NORDic Lightning Information System) välgudetektorite võrgustiku poolt Eesti piirkonnas registreeritud pilv-maa välgulöökide andmebaas. Uurimispiirkonnaks on käesolevas töös Eesti 1997. aasta ristkoordinaatidega määratud ristkülik läänepiiriga $X = 335\,000$ m, idapiiriga $X = 745\,000$ m, lõunapiiriga $Y = 6\,381\,000$ m ning põhjapiiriga $Y = 6\,631\,000$ m.

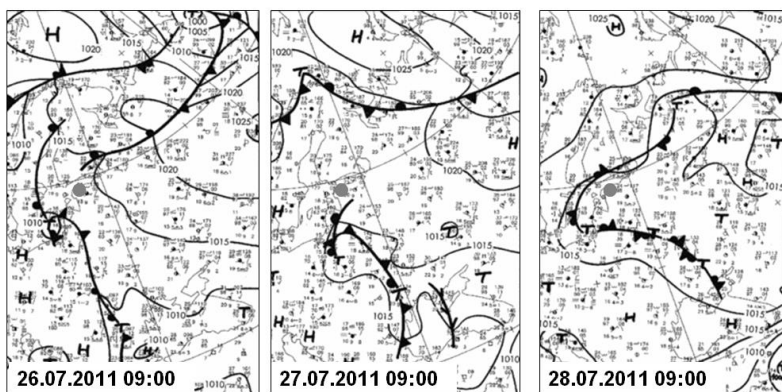
Välgulöökide ajalis-ruumilise jaotuse analüüsil ning kaartide joonistamisel kasutati autori poolt programmeerimiskeskonnas Python koostatud programme. Esmalt arvutati aastate ja kuu päevade kaupa välgulöökide statistika perioodi 2005–2013 kohta. Seejärel leiti suurimate välgulöökide arvudega kuupäevad ning uuriti lähemalt 27. ja 28. juulil 2011 esinenud tormi.

Lisamaterjalidena tormide tekke ja liikumise uurimiseks ning tüübi määramiseks kasutati Ilmateenistuse radaripilte (<http://www.emhi.ee/?ide=21,1167>) ning Euroopa satelliidifotosid (<http://sat24.com/en/eu>). Kaasnenud ohtlike ilmastikunähtuste kohta saadi infot nii Ilmateenistuse meteoroloogijaamade (<http://emhi.ee/?ide=21>) kui ka Eesti Äikesevaatlajate Võrgu (<http://web.zone.ee/eav/>) andmetest. Üldsünoptilise olukorra analüüsiks tormide kujunemise eel ja ajal kasutati Ilmateenistuse vaatlusandmeid ning Euroopa ilmakaartide arhiivi (<http://www.wetter3.de/Archiv/>).

Tulemused

Üldsünoptiline olukord tormide eel ja ajal

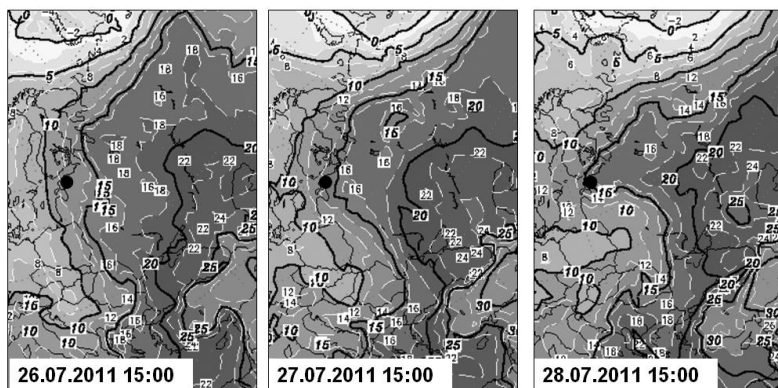
Juuli 2011 oli ebatavaliselt soe, kuu keskmine õhutemperatuur jäi Ilmateenistuse vaatlusjaamades vahemikku 19,1 kuni 21,1°C, mis on 3-4 kraadi võrra pikaajalisest keskmisest soojem. Kuumalained vaheldusid lühikeste jahedamate perioodidega, sageli oli äikest. Kuu kolmas dekaad algas väga palavate ilmadega. Pakril mõõdeti 21. juulil kuu kõrgeimaks õhutemperatuuriks 32,0°C. Pärast lühiajalist jähnenemist jõudis palav õhumass taas Eesti kohale 26. juulil, põhjustades mitmel pool äikest.



Joonis 2. Madal- (T) ja kõrgrõhukeskmete (H) ning isobaaride ja frontide paiknemine Ida-Euroopa kohal 26.–28. juulil 2011. Punane ring tähistab Eesti asukohta (Wetter3.de ilmakaartide arhiiv).

Ilmakaartide analüüs näitab, et 27. ja 28. juulil ulatus kõrgrõhkkond Põhja-Jäämerelt Venemaale. Samal ajal asus Eestist lõunas Kirde-Poola ja Leedu lääneosa kohal väike madalrõhkkond. Erinevate rõhkkondade piirialal kujunes Baltimaade kohal kaguvool, mis kandis kohale kuuma ja niiske lähistroopilise õhumassi. Esimesele soojale frondile, mis levis üle Eesti juba 26. juulil järgnes 27. juuli hommikul ja päeval veel üks nõrgem front. 28. juulil püsis kogu Eesti madalrõhkkonna soojas sektoris (joonis 2).

Soojema õhumassi pealetung on väga hästi näha ka 850 hPa tasapinnal (ligikaudu 1,5 km kõrgusel) temperatuurikaartidel (joonis 3). Kui 26. juulil oli 850 hPa tasandi temperatuur Eesti kohal 12°C, siis 28. juulil oli see 16°C. Meteoroloogiajaamades 2 meetri kõrgusel mõõdeti 26. juulil kuni 29°C ning 27. ja 28. juulil kohati 30–31 kraadi sooja.



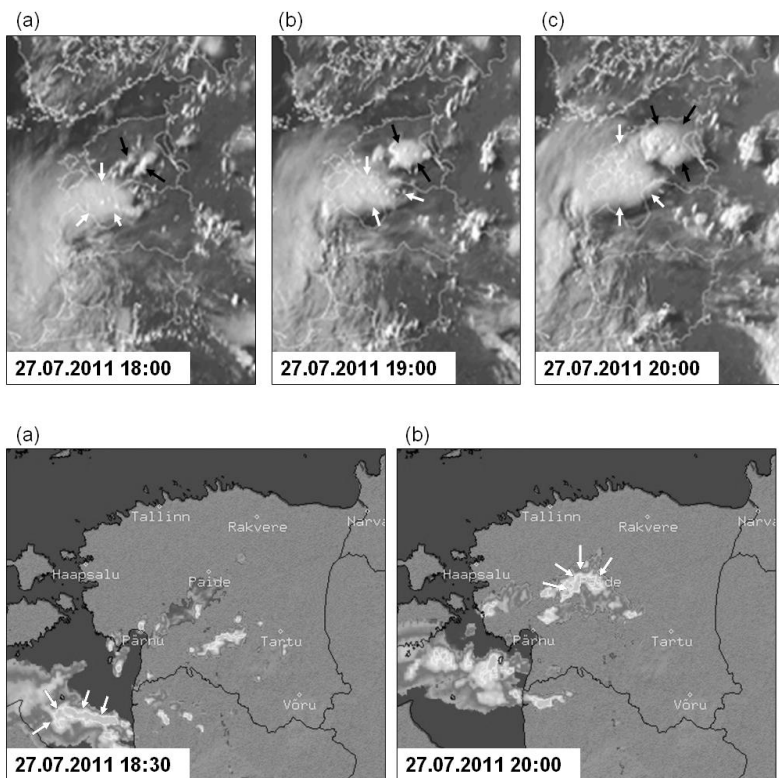
Joonis 3. Õhutemperatuur 850 hPa tasemel Ida-Euroopa kohal 26.–28. juulil 2011. Must ring tähistab Eesti asukohta (Wetter3.de ilmakaartide arhiiv).

Kuum ja niiske õhumass maapinnalähedases õhukihis sisaldas tavalult palju konvektiivset energiat. Troposfääri keskosas langes õhutemperatuur kõrgusega samal ajal suhteliselt kiiresti, mis veelgi soodustas äikesepilvede arengut. Prognoositi laialdaste võimsate äikesepilvede ja konvektiivsüsteemide teket Baltimaades ja hoiatati rahe ning tormituulte eest. Troposfääri keskosas valitsenud nõrga õhuvoolu tõttu oli äikesetormide oodatav liikumiskiirus väike, mis omakorda tekitas ekstreemsete sajuhulkade ohu.

Äikesetormide areng ja kulg 27.–28. juulil

Esimene konvektiivsüsteem kujunes 27. juulil kella 13 paiku Leedu põhjaosas ja põhjustas seal tornaado (Stankūnaitė, 2011). Edasi

liikus see loodesse ning jõudis nõrgenedes Läti lääneosa ja Kura-maa poolsaare kohale. Kella 16 ja 17 vahel kujunes nõrgeneva süsteemi idaservas Riist põhjapool välja uus ägedate äikesepilvede kobar, mis võttis suuna Liivi lahele.

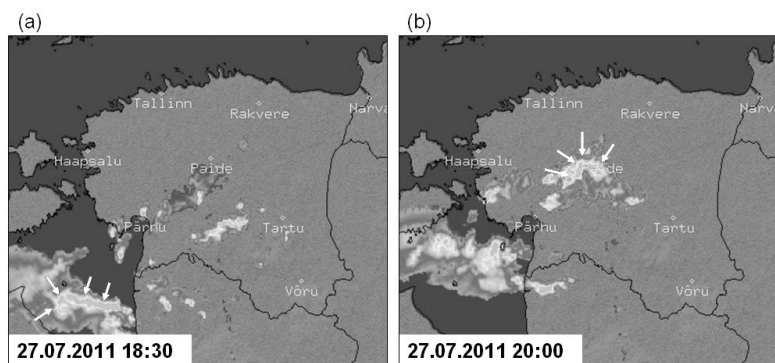


Joonis 4. 27. juuli äikesetormide areng nähtuna satelliidifotodelt. Liivi lahel arenenud äikesekollet piiritlevad punased nooled ning Kesk-Eestis arenenud äikesekollet sinised nooled (Euroopa satelliidifotod).

Selle tormi maksimum saabus kella 18:30–19:00 paiku kui võimsatest äikesepilvedest koosnev pagiliin moodustas Liivi lahel ligi 100 km pikkuse lääne-idasuunalise vööndi ning konvektiivüsteemi lähimõõd satelliidipildil oli üle 150 km (joonis 4). Pagiliini lääneosas oli

vaadeldav vibukujuline kaardumine (joonis 5a). Samal ajal saavutas haripunkti ka välkude arvukus. Ajavahemikus 18:30–19:15 registreeriti Liivi lahel ligi 1 500 pilve ja aluspinna vahelist välgulööki. Ruhnu meteoroloogiajaam mõõtis kella 18 ja 19 vahel maksimaalseks tuulekiiruseks 26,4 m/s ning Kihnu jaam kella 19 ja 20 vahel 19 m/s.

Edasi liikus see pilvesüsteem loodesuunas ning nõrgenes. Samal ajal algas Võrtsjärve ümbruses ja Kesk-Eestis intensiivne äikesepilvede areng. Satelliidifoto kell 18:00 (joonis 4a) ning radarikujutis kell 18:30 (joonis 5a) näitasid selles piirkonnas vaid üksikuid isoleeritud rünksajupilvi. Kella 20-ks olid need liitunud võimsaks konvektiivsüsteemiks (joonis 4c). Selle raskuspunkt langes Järva-maa edelaosale ning Türi piirkonnale, kus kella 20 ajal moodustus 30-40 km pikkune kaarekujuline pagiliin (joonis 5b).



Joonis 5. Radaripildid 27. juulil Liivi lahel ning Kesk-Eestis väljakujunenud kaarekujuliste äikeseliinide maksimaalse intensiivsuse kellaaegadest. Intensiivseid äikesepilvi tähistavad oranžid ja punased piirkonnad, kaarekujulised radarikajad on tähistatud punaste nooltega (Ilmateenistuse radariandmed).

Tormi haripunktis registreeriti Kesk-Eestis 15 minuti jooksul 316 pilv-maa välgulööki. Samal ajal ulatus tuulekiirus Türi meteoroloogiajaamas 21,9 meetrini sekundis ning Türi vaatluspost mõõtis 34 mm sademeid. Torm murdis linnas ja selle ümbruses puid,

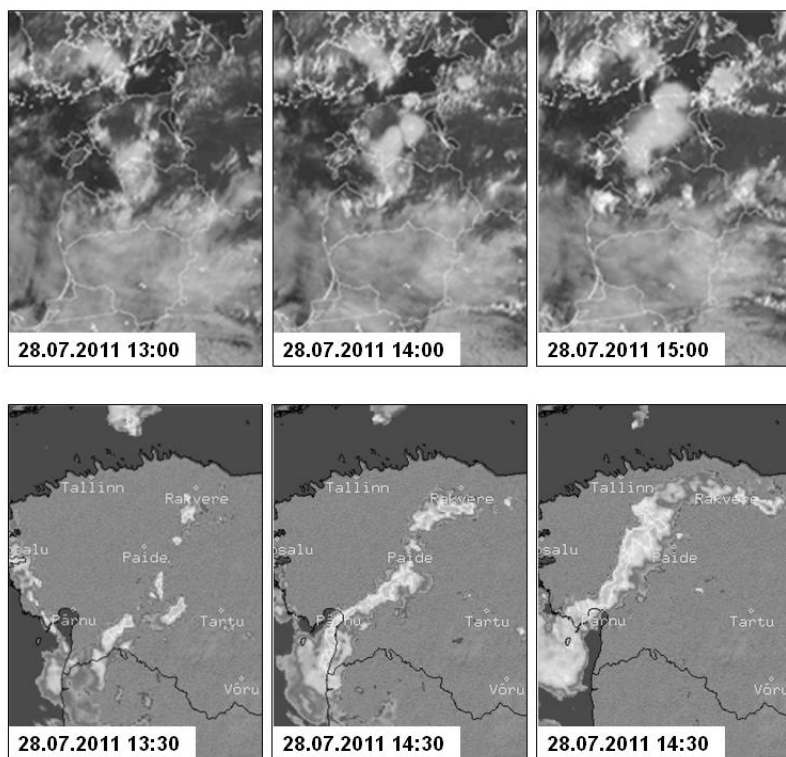
vihmavesi ujutas üle madalamad kohad. Sadas rahet, kusjuures 3–4 km linnast kagus ulatus suurimate terade diameeter 3 sentimeetrini.

Pärast kella 21 jõudis see pilvesüsteem nõrgenenult Lääne- ja Loode-Eesti kohale. Hilisõhtul ja järgnenud ööl moodustus Kesk- ja Lääne-Eesti kohal veel mitmeid väiksemaid kuid küllaltki ägedaid äikesepilvi. Nende suurem aktiivsus rauges kella 4-ks varahommikul, kuid üksikuid nõrgemaid äikesepilvi esines Lääne- ja Lõuna-Eesti kohal kogu 28. juuli hommiku ja ennelõuna jooksul.

Kolmas ja kõige võimsam äikesetorm sai alguse 28. juulil kella 13 paiku Pärnumaa kaguosast üle Kesk-Eesti Rakvereni ulatunud vööndis. Esmalt moodustusid üksikud äikesepilved, mis ühinesid kiiresti ligi 250 km pikkuseks pagiliiniks Pärnumaalt üle Järvamaa Virumaani (joonis 6). Tugevaimad tormi-iilid olid orkaani tugevusega ning ulatusid Väike-Maarjas 35,4 meetrini sekundis. Süsteem levis aeglaselt loodesse, põhjustades tugevaid tuuli ja sadusid ka Järva-, Pärnu-, Rapla- ning Läänemaal (tabel 2 ja 3).

Tabel 2. Tuuleiilid kiirusega üle 15 m/s Ilmateenistuse vaatlusjaamades 27.–28. juulil 2011 (Ilmateenistuse vaatlusandmed).

Jaam	Tuule kiirus	Kellaaeg
27. juuli 2011		
Ruhnu	26 m/s	18:00–19:00
Türi	22 m/s	20:00–21:00
Kihnu	19 m/s	19:00–21:00
Lääne-Nigula	17 m/s	21:00–22:00
28. juuli 2011		
Väike-Maarja	35 m/s	13:00–14:00
Türi	21 m/s	14:00–15:00
Kuusiku	20 m/s	15:00–16:00
Lääne-Nigula	15 m/s	16:00–17:00

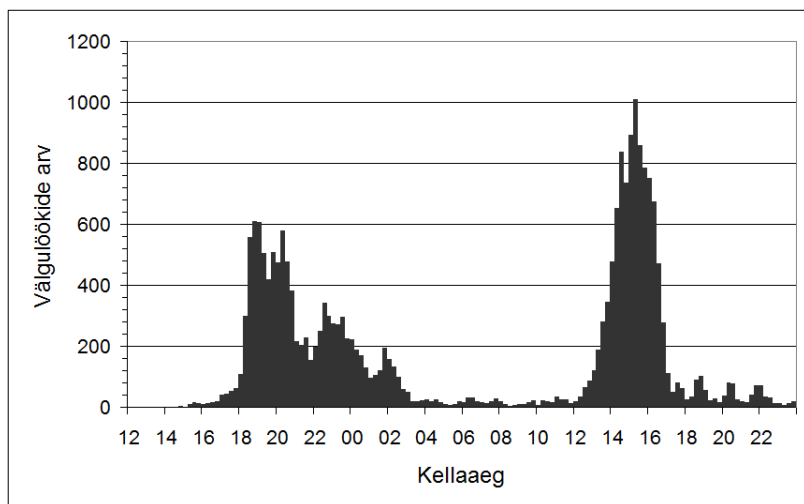


Joonis 6. 28. juuli pagiliini areng nähtuna satelliidifotodelt (Euroopa satelliidifotod) ja radaripiltidelt (Ilmateenistuse radariandmed). Intensiivseid äikesepilvi tähistavad radaripiltidel oranžid ja punased piirkonnad.

Välgulöökide arvukuse kiire kasv algas kella 13:30 paiku ja äike saavutas maksimumi kella 15:30 ajal. Kell 15:15–15:30 registreeriti 1 010 pilv-maa välku (joonis 7). Pärast kella 16 hakkas aeglaselt loodesse liikuv konvektiivsüsteem nõrgenema ning häabus kella 17 paiku Harju-, Lääne- ja Saaremaa kohal. Kokku registreeriti kella 13 ja 17 vahel 9 350 pilv-maa välku.

Tabel 3. Ohtlikud ja eriti ohtlikud sademed Ilmateenistuse vaatlusjaamades 27.–28. juulil 2011 (Ilmateenistuse vaatlusandmed).

Jaam	Sajuhulk mm	Mõõtmis- vahemiku algus	Mõõtmis- vahemiku lõpp
Eriti ohtlikud sademed (üle 30 mm/h või üle 50 mm 12 h või lühema aja jooksul)			
Vasknarva	62.8	28.07 14:00	28.07 18:00
Vasknarva	48.4	28.07 15:00	28.07 16:00
Konuvere	32.0	27.07 20:00	27.07 21:00
Audru	30.2	28.07 15:00	28.07 16:00
Ohtlikud sademed (15–50 mm 12 h või lühema aja jooksul)			
Konuvere	48.8	27.07 20:00	28.07 08:00
Tahkuse	38.4	27.07 20:00	28.07 08:00
Audru	38.0	28.07 14:00	28.07 20:00
Pärnu	37.7	28.07 11:00	28.07 17:00
Kasari	37.6	28.07 08:00	28.07 20:00
Võru	36.0	28.07 20:00	28.07 24:00
Valgu	35.4	27.07 20:00	27.07 08:00
Nurme	32.0	27.07 18:00	28.07 03:00
Türi	27.8	28.07 14:00	28.07 16:00
Ruhnu	26.8	27.07 18:00	27.07 20:00
Kuusiku	25.5	27.07 20:00	28.07 06:00
Kloostrimetsa	25.4	27.07 22:00	28.07 07:00
Valga	25.3	28.07 10:00	28.07 22:00
Kaansoo	24.8	28.07 14:00	28.07 16:00
Kihnu	24.3	28.07 14:00	28.07 17:00
Keila	20.0	28.07 08:00	28.07 20:00
Haapsalu	19.9	27.07 21:00	28.07 01:00
Narva	19.1	28.07 15:00	28.07 19:00
Viljandi	17.9	27.07 18:00	28.07 02:00
Nigula	16.0	27.07 21:00	28.07 02:00



Joonis 7. Pilv-maa välgulöökide arvukus Eesti piirkonnas 15-minutiliste ajavahemike kaupa perioodil 27. juuli 2011 kell 12:00 kuni 29. juuli 2011 kell 00:00.

Järeldused

Sünoptiline analüüs näitas, et 27. ja 28. juulil 2011 valitses Baltimaade kohal kaguvool, mis kandis kohale väga kuuma ja niiske lähistroopilise õhumassi. Seega oli tegemist tüüpilise Eestis ohtlike äikesetorme põhjustava ilmaolukorraga. Sarnases olukorras arenesid näiteks 2001. aasta juulitormid (Merilain & Tooming, 2003) ning 8. augustil 2010 möllanud ulatuslik äikesetorm (Meitern, 2013).

Tulemustest selgus, et paljud Eestis perioodil 2005–2013 esinenud silmapaistvalt võimsad äikesed arenesid sarnaselt uuritud tormidega sooja õhumassi sees (tabel 1). Sellest võib järeldada, et sooja õhumassi sisesed äikesed võivad olla võimsamad ja ohtlikumad kui frontaaläikesed. Sarnasele järeldusele on jõutud Soomes läbi viidud uuringutes (Tuomi & Mäkelä, 2008).

Võimsaimad äikesekolded arenesid 27. juuli õhtul Liivi lahe piirkonnas ja Kesk-Eestis ning 28. juuli pärastlõunal Pärnumaalt üle Kesk-Eesti Virumaale ulatuvas vööndis. Kõigil kolmel juhul oli tegu võimsate konvektiivsüsteemidega ja radaripiltidel oli vaadeldav pika ägedate äikesepilvede rivi ehk pagiliini moodustumine süsteemi esiosas. Seejuures 27. juuli tormide puhul tuli selgelt esile pagiliinide kaarekujulisus, mida meteoroloogias seostatakse eriti ohtlike äikesetormidega.

Ilmateenistuse meteoroloogiajaamade vaatlused kinnitasid ohtlike tuulte (tabel 2) ja sademete (tabel 3) esinemist kõigis kolmes tormisüsteemis. See on heas kooskõlas valitsenud õhumassi suure konvektiivenergia ja veeauru sisalduse ning tormide suhteliselt aeglase liikumiskiirusega.

Tõeliselt tähelepanuväärseks muutis 27. ja eriti 28. juulil 2011 esinenud äikesetormid siiski erakordselt suur välgulöökide arvukus. Selle kujunemisel mängisid lisaks äikesepilvede ägedusele kindlasti olulist rolli nende liitumisel kujunenud pagiliinide suured mõõtmed. Eriti hästi tuli see esile 28. juuli tormi puhul, kui esines Eesti oludes tavatult suur 250 km pikkune pagiliin, millega kaasnes ka suurim perioodil 2005–2013 registreeritud välgulöökide sagedus.

Tänuavaldused

Täna Ilmateenistust ja Antti Mäkelät Soome Meteoroloogia Instituudist, kes abistasid uuringuks vajalike andmete hankimisel.

Viiteallikad

Burrows, W. R., King, P., Lewis, P. J., Kochtubajda, B., Snyder, B., Turcotte, V. 2002. Lightning occurrence patterns over Canada and adjacent United States from lightning detection network observations. *Atmosphere-Ocean*, 40, 59–81.

Drüe, C., Hauf, T., Finke, U., Keyn, S., Kreyer, O. 2007. Comparison of a SAFIR lightning detection network in northern Germany to the operational BLIDS network. *Journal of Geophysical Research*, 112, D18114.

Eesti Äikesevaatlajate Võrk. [WWW] <http://web.zone.ee/eav/> (11.03.2014)

Enno, S.-E. 2011. A Climatology of cloud-to-ground lightning over Estonia, 2005–2009. *Atmospheric Research*, 100, 310–317.

Enno, S.-E. 2013. Klassikalise ja kaasaegse äikeseklimatoloogia võrdlus Eesti näitel. In *Lendav maailm. Külmale maale. Noorgeograafide sügissümposiooni artiklite kogumik* (Printsmann, A., Kruuse, E., Mänd, K., Vaasmaa, T., Vilumaa, K., toim.). Eesti Geograafia Selts, Tallinn, 30–44.

Enno, S.-E., Briede, A., Valiukas, D. 2013. Climatology of thunderstorms in the Baltic countries, 1951–2000. *Theoretical and Applied Climatology*, 111 (1-2), 309–325.

Euroopa satelliidifotod. [WWW] <http://sat24.com/en/eu> (11.03.2014)

Ilmateenistuse vaatlusandmed. [WWW] <http://emhi.ee/?ide=21> (11.03.2014)

Ilmateenistuse radariandmed. [WWW] <http://www.emhi.ee/?ide=21,1167> (11.03.2014)

Marcinoniene, I. 2003. Tornadoes in Lithuania in the period of 1950–2002 including analysis of the strongest tornado of 29 May 1981. *Atmospheric Research*, 67-68, 475–484.

Meitern, H. 2013. 8. augusti 2010. aasta torm – derecho Eestis. In *Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat. 38. köide* (Järvet, A., toim.). Eesti Geograafia Selts, Tallinn, 22–40.

Merilain, M., Tooming, H. 2003. Dramatic days in Estonia. *Weather*, 58, 119–125.

Mäkelä, A. 2011. Thunderstorm climatology and lightning location applications in northern Europe. Academic dissertation in meteorology. Finnish Meteorological Institute, Helsinki.

Mäkelä, A., Saltikoff, E., Julkunen, J., Juga, I., Gregow, E., Niemelä, S. 2013. Cold season thunderstorms in Finland and their effect on aviation safety. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 94, 847–858.

Rakov, V.A., Uman, M.A. 2003. Lightning: Physics and Effects. Cambridge University Press, New York.

Stankūnaitė, I. 2011. Tornado of 27 July 2011 in Lithuania – a case study. [WWW] <http://www.essl.org/ECSS/2011/programme/abstracts/34.pdf> (13.11.2013).

Tanrıover, S.T., Kahraman, A. 2013. Lightning-related fatalities and injuries in Turkey. [WWW] <http://www.essl.org/ECSS/2013/programme/abstracts/256.pdf> (12.11.2013)

Tuomi, T.J., Mäkelä, A. 2003. Synoptic Classification of Thunderstorms in Finland. *Geophysica*, 39 (1–2), 3–30.

Tuomi, T.J., Mäkelä, A. 2008. Thunderstorm climate of Finland 1998–2007. *Geophysica*, 44 (1-2), 29–42.

Wetter3.de ilmakaartide arhiiv. [WWW] <http://www.wetter3.de/Archiv/> (11.03.2014).

Summary

EXTREME THUNDERSTORMS IN ESTONIA ON JULY 27TH AND 28TH 2011

The present paper describes heavy thunderstorms in Estonia on July 27th and 28th 2011. Those storms produced extreme flash counts, heavy precipitation, severe winds and hail over the central and western parts of the country.

Synoptic analyse detected very warm and humid southeasterly airflow over Estonia when the storms formed. During the two days, three heavy storm systems developed. First of them hit small islands Ruhnu and Kihnu in Gulf of Riga around 7 p.m. on July 27th and caused severe wind gusts. Second convective system brought heavy precipitation, hail and wind gusts to central Estonia around 8 p.m. on the same day. Squall line with a bow echo is clearly visible on the radar images of both storms. A total 8 795 cloud-to-ground lightning strikes were registered in Estonia on July 27th 2011.

The most powerful storm developed around 1 p.m. on July 28th 2011. About 250 km long squall line extended from southwestern Estonia to northeastern part of the country. Severe wind gusts and heavy precipitation was observed at weather stations. A total 13 098 cloud-to-ground lightning strikes were registered in Estonia on July 28th 2011. More than 9 thousand of them occurred only within four hours between 1 and 5 p.m.

We can conclude that highest lightning activity since the beginning of Nordic Lightning Information System observations in Estonia in 2005 was registered during July 27th and 28th 2011.

ÄIKESADEMED EESTIS 1991–2003 JA NENDE PIKAAJALINE MUUTLIKKUS 1950–2005

Jüri Kamenik

Tartu Ülikool, Ökoloogia ja Maateaduste Instituut, Geograafia osakond
loodusgeograafia magistrant
kamenikmeister@gmail.com

Sissejuhatus

Sademed on nii looduse kui inimese seisukohast äärmiselt olulised. Kahju võivad teha nii sademete vähesus kui liig. Viimase võimluse alla lähevad ka väga intensiivsed sademed, mis võivad põhjustada näiteks üleujutusi, majanduslikku kahju, inimeste hukkumist või maalihkeid. Tugevad sademed on väga tihti seotud konveksiooni ja äikesega, sest ka äike tekib ja areneb konveksiooni tõttu tekkivates rünksajupilvedes (AMS Glossary, 2012). Seetõttu on huvipakkuvad äikese ja sademete vahelised seosed: tugevad sajud on enamasti seotud äikesega, mida on põhjalikult uuritud näiteks USAs (Changnon, 2001) ja Poolas (Bielec, 2001; Bielec-Bakowska ja Lupikasza, 2009). Käesoleva töö eesmärgiks on anda esmane hinnang äikesesademetes osatähtsusele, milleks uuriti perioodi 1991–2003 kohta 23 ilmajaama andmeid. Perioodi 1950–2005 äikesega seotud sademete pikaajalist muutlikkust analüüsiti viie ilmajaama andmete põhjal.

Äikesesademetes uurimisest

Senini maailmas tehtud äikese- ja sademetevaheliste seoseid puudutavate uurimuste, mida õnnestus läbi vaadata, peaesmärgiks on olnud leida, kui palju sademeid (vett) langeb pilvedest keskmiselt välgulöögi kohta. Sademetehulk saadakse kas maapealsetest vaatlusjaamadest või radarihinnangutest, mida kasutatakse roh-

kem. 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, eriti tänapäeval (viimasel kümnendil), sest varem lihtsalt ei olnud vahendeid, millega välkude arvu mõõta. 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, 2001) ja Hispaania (Pineda *et al.*, 2007). On uuritud ka korrelatiivset seost välkude hulga ja sajuhulga vahel (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 *et al.* 1982, viidatud Soula 2009).

Sademetevälgu suhet on uuritud ka ülemaailmselt, näiteks Takayabu (2006). Sel juhul on hinnang tehtud satelliitide abil. Sellistes uurimustes on lisaks üldisele vee-välgu suhte (kg vett välgulöögi kohta) leidmisele püütud avastada ja näidata ka seoseid välkude sageduse ja sademetehulga vahel ning mitmetes uurimustes on vastav seos leitud (Soula, 2009).

Euroopas on seda samuti uuritud. Bielec (2001) uuris äikesepäevade arvu ja nende seost sademetega Krakówis perioodil 1896–1995. Selgus, 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. Sealjuures 68% äikesega seotud sademeid tekib tsüklonaalsetes oludes (Bielec, 2001). Samas 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 konkreetset 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).

Vaatamata ühtlaselt niiskele kliimale võib Eestis ette tulla sademeteražiimi äärmuseid. Nendeks on põud, mis seostub antitsüklonaalse ilmastikuga, olles kevadiseks ja suviseks nähtuseks (mullavee vähesus) ning liigsademetega tagajärjel tekkiv üleujutus, mis on põhjustatud nii konvektiivsetest sademetest kui tsüklonitest. Konvektiivsed sademed tekivad näiteks tsüklonite ja frontide mõjul arenenud konvektsioonipilvedes (peamiselt rünksajupilvedes), mis arenevad tugevate tõusvate õhuvoolude tõttu ja on tavalised suvisel ajal, olles väga suure ruumilise varieeruvusega. Sellised sademed on tavalised lühiajalised ja tugevad. Teiseks tüübiks on laussademed, mis pole konvektsiooniga seotud ja katavad tihti suure maa-ala.

Nii on leitud, et liigsademetega päevi, mida arvestati alates 10-päevase perioodi viimasest päevast juhul, kui selle perioodi libisev keskmine sademete hulk oli vähemalt 10 mm, esineb vaid suvel ja sügisel, kõige rohkem juulis-augustis (37% kõigist liigsademetega päevadest). Põuaperioode võib ette tulla igas kuus, kui selleks lugeda vähemalt 20-päevast sademeteta aega, ent kõige

rohkem on neid siiski mais ja augustis (vastavalt 17 ja 22% aasta sademeteta päevade arvust) (Tammets ja Jaagus, 2007).

Äikese esinemise kohta Eestis on varasematel aastakümnetel tehtud mõningaid kokkuvõtteid, mis põhinevad peamiselt aasta keskmisel äikesepäevade arvul. Varasemad uuringud (Jürgenson *et al.* 1962; Eesti NSV kliimaatlas 1969; Jürissaar, 1998) näitavad, et äikest esineb sagedamini Pandiveres ja Haanja kõrgustikul (ca 25 päeval aastas) ja oluliselt vähem Lääne-Eesti saartel ja rannikualadel. Samas peab arvestama, et perioodi pikkus on mõnede kokkuvõtete puhul, näiteks aastate 1987–1991 kohta koostatud äikese esinemise kaart (Jürissaar, 1998), 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, sest suvekuudel (juuni, juuli ja august) on kuni 75% kõikidest äikesepäevadest, mais ja septembris kokku on kuni 20% äikesepäevadest ning talvekuudel (novembrist märtsini, kui pikaajaline keskmine õhutemperatuur on 0°C lähedane või madalam) 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). Seega Enno ja Alberi tööde tulemused langevad üldjoontes kokku eespool viidatud Rossi, Jürissaare ja Eesti NSV kliimaatlases esitatud tulemustega – äikest esineb meil ikkagi kõige rohkem kõrgustikes.

Seevastu välgulöökide ajalis-ruumilise jaotuse uurimine 2005–2008 andmete alusel näitas seda, et pilv-maa löökide tiheduseks on

keskmiselt 0,3 lööki/km² aastas, kusjuures äärmusväärtusteks saadi alla 0,1 kuni 0,8 lööki/km² 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 välkudest 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 ilmses 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).

Andmed ja meetodika

Käesolevas uurimistöös kasutati Eesti Ilmateenistuse äikesevaatluse andmeid perioodi 1950–2005 kohta Pärnu-Sauga, Tallinn-Harku, Tartu-Tõravere, Vilsandi ja Võru vaatlusjaamadest ning perioodi 1991–2003 kohta kokku 23 vaatlusjaamast (Ruhnu jäeti välja, sest äikeseandmeid pole). Ehkki mõnede jaamade asukohta on muudetud, eeldati siiski aegridade homogeensust.

Andmeanalüüsil kasutati kahte erinevat, st ühte lühemat ja ühte pikemat vaatlusperioodi, kusjuures selline lühike andmerida pole kliimaatilise analüüsi puhul tegelikult vastuvõetav. Miks siis selline otsus? Digitaliseerimine on väga ajamahukas. Kui on varem uurimata valdkond, siis esialgu on mõttekas teha pilootuuring, et näha, kas ja millised tulevad seosed ja kui on mõtet edasi uurida, siis teha ka juba põhjalikum uurimus. Valitud lühike aegrida sobib

siiski ka seetõttu, et äikese sageduse perioodilisus ongi umbes 13aastane ehk vaatlusrida hõlmab ühe sellise tsükli.

Selgitust vajab ilmselt ka kliimajaamade mõiste. Kõigi 23 ilmajaama andmeid kasutatakse kliima uuringuil. Kõnepruugis nimetatakse kliimajaamadeks kuut, kus inimene on alaliselt valves ehk sealt saab kõige usaldusväärsemad andmed. See olukord tekkis koondamiste perioodist (alates 2003. aastast). Selleks, et jääks alles kasvõi mõnigi täisjaam, tuli neid jaamasid tähtsustada. Korrektne oleks muidugi – ööpäevaringselt mehitatud ilmajaamad. Antud uurimuse seisukohast on väga oluline, et jätkataks äikese Visualvaatlusi.

Äikesepäevadeks loeti kuupäevad, kui vaateleja kuulis meteoroloogilise ööpäeva jooksul (kell 18 UTC kuni kell 18 UTC, mis on Eesti kohalikust talveajast 2 tundi ja suveajast 3 tundi taga) vaatlusjaamas vähemalt ühte müristamist. Kui ööpäeva jooksul nägi vaateleja ainult põuavälku (välkudele või nende kumale kuuluvat müristamist ei järgnenud), siis seda meteoroloogilist ööpäeva ei loetud äikesepäevaks. Näiteks, kui äike algas 21. juunil kell 22.00, siis see juhtum läheb 22. juunil toimunud äikesena kirja, sest astronoomiline ja meteoroloogiline ööpäev ei kattu. Viimast on vaja selleks, et andmed oleksid olenemata kohalikust ajast võrreldavad.

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

Seejärel seati sademete- ja äikeseandmed 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. Töös kasutati aastaaegade meteoroloogilist määratlust ehk kevad on märts-mai, suvi juuni-august, sügis september-november ja talv detsember-veebruar. Lõpuks arvutati perioodi 1991–2003 kohta 23 jaama jaoks

nii kuude, aastate kui aastaaegade 13-aasta keskmine sajusumma, äikesega seotud sajuhulgad ning äikesega seotud sademete osatähtsus nende koguhulgast. Viie ilmajaama kohta tehti vastavad kokkuvõtted ka perioodi 1950–2005 kohta. Kuna talvekuudel (detsembrist märtsini) esineb äikest harva, siis on need üksikute kuude äikesega kaasnevate sademete osatähtsuse analüüsist välja jäetud.

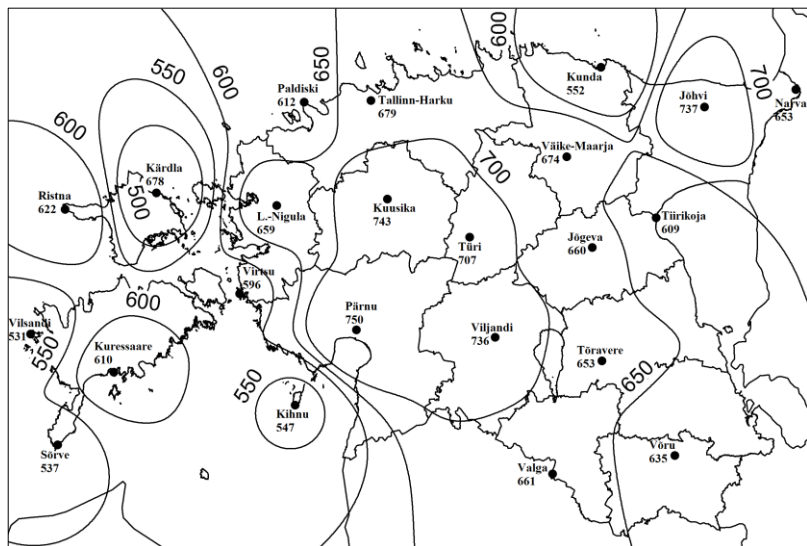
Töödeldud 13-aasta aegrea andmete alusel koostati *ArcGIS*-is ülevaatekaardid, kus kujutati samajoontena aprilli kuni novembri ning kevade, suve, sügise ja talve äikesega kaasnenud sademete osatähtsus protsendina kogusummast. Samuti koostati aasta keskmise sajuhulga kaart ja aasta keskmise äikesepäevade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

Äikesesademetega jaotus eestis perioodil 1991–2003

Aastail 1991–2003 jäi 23 meteojaama andmete järgi aastane sademete hulk olenevalt kohast Eestis aastas valdavalt vahemikku 550–700 mm. Sademeteharjal, mis jääb Sakala kõrgustikule ja ulatub sealt vööndina Harjumaani, oli aastane sademete hulk üle 700 mm. Kõige vähem sademeid oli saartel (joonis 1).

Mittekliimajaamade aegrida hõlmas 4748 päeva (aastad 1991–2003) ja selle ajaga registreeriti kokku 3554 äikesejuhtumit. Need jagunesid jaamade vahel järgmiselt (sulgudes antud perioodi pikkus juhul, kui see oli erinev): Jõgeva – 245; Jõhvi – 269; Kärkla – 104 (3287); Kihnu – 198; Kunda – 262; Kuressaare – 142 (3500); Kuusiku – 213; Lääne-Nigula – 227; Narva – 258; Pakri – 144 (4626); Ristna – 176; Sõrve – 189; Tiirikoja – 251; Türi – 243; Valga – 238; Viljandi – 213 ja Virtsu – 182. Olenevalt jaamast ei registreeritud 24–40 päeval

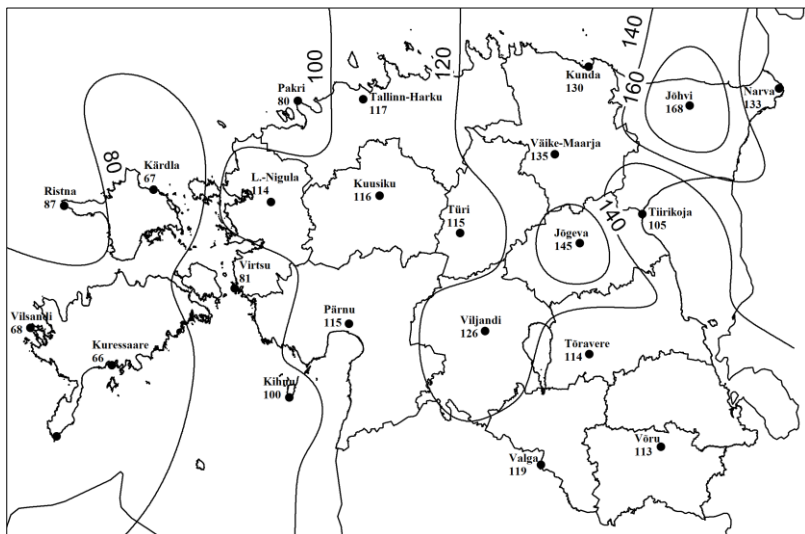
sademeid, erandiks Kärkla 12, Pakri 15, Ristna 21 ja Kunda 56 päevaga. Kliimajaamade aegrida hõlmas 20454 päeva (aastad 1950–2005) ja selle ajaga registreeriti kokku 5794 äikesejuhtumit. Need jagunesid jaamade vahel järgmiselt (*sulgudes sademeteta äikese-päevade arv*): Tallinn-Harku – 849 (122); Väike-Maarja – 918 (125); Pärnu – 981 (140); Tartu – 1132 (183), Vilsandi – 763 (142) ja Võru – 1151 (184).



Joonis 1. Aasta keskmine sademete hulk (mm) perioodil 1991–2003.

Sademeid äikesejuhtumi kohta (mm) jaamade kaupa: Jõgeva – 7,7; Jõhvi – 8,1; Kärkla – 8,4; Kihnu – 6,5; Kunda – 6,4; Kuressaare – 6; Kuusiku – 7,1; Lääne-Nigula – 6,5; Narva – 6,7; Pakri – 7,3; Ristna – 6,4; Sõrve – 5,5; Tiirikoja – 5,5; Türi – 6,2; Valga – 6,5; Viljandi – 7,7; Virtsu – 5,8; Tallinn-Harku – 6,9; Väike-Maarja – 6,3; Pärnu – 6,1; Tartu – 5,9, Vilsandi – 5,3 ja Võru – 6,1.

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 2). 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 äikesesademetega 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. Seda võib seletada sellega, et Vilsandil ja Sõrves kestavad üksikud seal esinevad äikesed äärmiselt kaua seetõttu, et neid näeb ja kuuleb üle mere väga kaua.



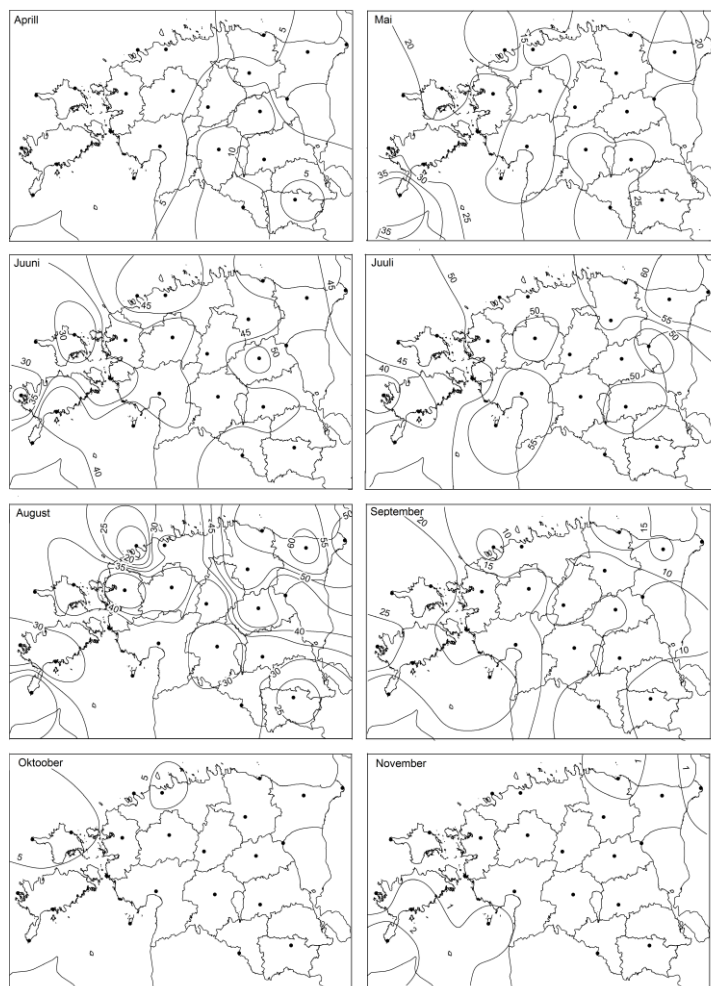
Joonis 2. Äikesesademetega keskmine aastasumma (mm) perioodil 1991–2003.

Aasta keskmine äikesesademetes osatähtsus aasta sademetest perioodil 1991–2003 oli vahemikus 14–22 %. Miinimumid jäid saartele ja Eesti lääneosa rannikule, maksimum Kirde-Eestisse. USA kesk- ja idaosaga (kuni 70% aasta sademetest) võrreldes on äikesesademetes osakaal aasta sademetesummast Eestis üsna madal. Samas sarnaneb Eesti näitaja USA kirdeosa ja läänerrannikuga, 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 langed 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).

Äikesesademetes maksimumi Kirde-Eestis saab seletada kindlasti aegrea lühidusest tulenevate üksikjuhtumite suurest kaalust. Näiteks, Kirde-Eesti maksimum, õigemini küll Jõhvi maksimum, on vähemalt osaliselt põhjustatud valitud perioodi – 1991–2003 – ühe iseärasusega: nimelt 5.–6. augustil 2003 sattus Jõhvi kohale äikesetorm, millest tuli väga palju sademeid (131 mm). Samas on joonisel 2 Jõhvi vahe kõrval asuvate jaamadega sedavõrd suur, et seda ei saa seletada vaid 2003. aasta augustisündmustega. Sestap tuleb otsida veel võimalikke faktoreid, millest kõne alla võiksid tulla järgmised. See võib seotud olla üldise edelavooluga: kui konvektsioonipilved 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 konvektsioonipilvi on vähem ning äikesega seotud sademete hulk ja osatähtsus sademete kogusummast võib-olla väiksem.



Joonis 3. Kuu keskmine äikesesademetes osatähtsus (%) kuu sademete hulgast perioodil 1991–2003.

Äikesesademetes aastaajaline jaotus 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 3). Siin tuleb küll hoiatada, et olenevalt jaamast oli valitud perioodi jooksul äikesetuhtumeid kuni 10, ent aprillis ongi äikest väga vähe ja seepärast ei ole usutav, et pikema perioodi valimisel muutuks osatähtsus olulisel määral, pigem võiks see isegi väheneda. 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 (Enno, 2007).

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, 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 kuusummast, 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. Selge maksimum on siiski kõikides jaamades ikkagi suvekuudel.

USA-s on leitud, et suvekuudel moodustavad äikesesademed Keskläänes 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 ja Lupikasz, 2009).

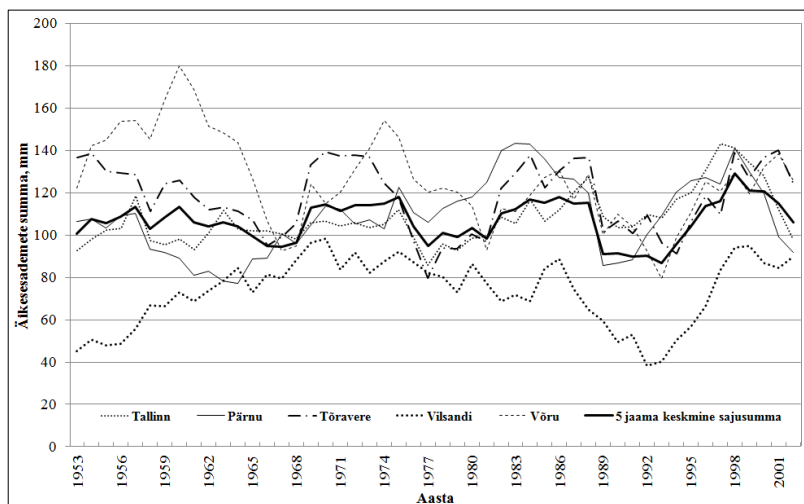
Äikesesademete muutlikkus aastail 1950–2005

Äikesesademete aastasumma 7-aasta libisevad keskmised viie ilma-jaama andmetel on toodud joonisel 4, kusjuures juhtumeid oli olenevalt jaamast 763–1151. 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 1990ndate 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.

Kuna sisemaa jaamades on tsüklilisus paremini jälgitav kui rannikujaamades, siis võib järeldada, et mere mõjul perioodilise nõrgeneb või kaob. See viib oletuseni, et perioodiline võib olla pigem sisemaa kohalike äikesetormide ja nendega seotud sademete esinemine. Samal ajal rannikut ja merd mõjutavad eelkõige frontaalsed äikesed, mille esinemissageduse muutustes nähtavasti selged tsüklid puuduvad.

Kuna see tsüklilisus on lähedane päikese aktiivsuse perioodiliste muutustega, siis võiks nende vahel seos olla ja tsüklilisus olla globaalne. Siiski on selline seos äikeselisuse ja päikese aktiivsustsüklite vahel leitud seni vaid Brasiilias, st troopikas (Pinto Neto *et al.*, 2013).

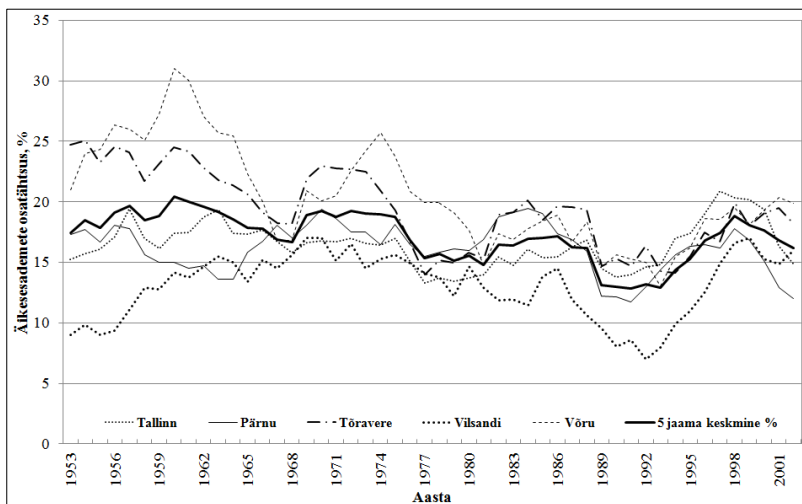
Pikaajaline tsüklilisus on rannikujaamade puhul halvasti või üldse mitte märgatav. Seega võib oletada, et perioodiline võib olla pigem sisemaa kohalike äikesetormide ja nendega seotud sademete esinemine, kuid merel ja rannikualadel domineerib frontaalne äike, mille esinemissageduse muutustes nähtavasti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



Joonis 4. Äikesesademetesumma 7-aasta libisev keskmine ilmajaamades perioodil 1950–2005.

Sisemaal äikesesademetesumma tsüklilised kõikumised on siiski piisavalt suured, mistõttu tuleb ka viie jaama keskmise puhul 12–13 aastane tsükel selgelt esile. Trend on samal ajal väga väike ja usaldusväärseid muutusi perioodi 1950–2005 äikesepäevade sade-

mete summas ei esine. Ka äikesesademetes osatähtsuse puhul aasta sademete koguhulga suhtes ilmnevad sarnased tsüklid just sisemaa jaamades Tõraveres ja Võrus (joonis 5). Miinimumid ja maksimumid langevad üldiselt kokku äikesesademetes summa vastavate miinimumide ja maksimumidega.



Joonis 5. Äikesesademetes osatähtsuse (%) 7-aasta libisev keskmine ilmajaamades perioodil 1950–2005.

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

Kokkuvõte

Käesolevas töös uuriti sademete ja äikese vahelisi seoseid Eestis. Töö põhineb Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudi (EMHI, praegune Ilmateenistus) sademete ja äikese vaatluse andmetel. Perioodi 1991–2003 kohta tehtud sademete ja äikese seoste territoriaalne analüüsil kasutati 23 vaatlusjaama andmeid. Ajavahemiku 1950–2005 kohta läbi viidud sademete ja äikese seoste pikaajalise muutlikkuse analüüsil kasutati viie ilmajaama andmeid.

Töö tulemusena leiti, et perioodil 1991–2003 oli aasta äikese-sademete hulk 80–160 mm, kusjuures see suurenes läänest ja edelast ida ning kirde poole liikudes, olles maksimaalne Kirde-Eestis ja Jõgeva maakonnas. Aasta keskmine äikesesademete osatähtsus aasta sajusummast oli 14–22 %, kusjuures maksimum jäi Kirde-Eesti rannikualadele. Võib spekuloida, et maksimumi põhjustavad tõenäolisemalt sisemaa kohal kujunenud äikese seotud rünsajupilved, mis lõuna-edelavoolus Kirde-Eestisse kanduvad, kuid arvestades valitud perioodi lühidust, on juhuslikkuse osakaal väga suur ja seetõttu iga ekstreemne sündmus mõjutab tulemust kindlasti väga palju.

Analüüs kalendrikuude viisi näitas, et aprillist alates hakkab äikesesademete hulk suurenema, saavutades maksimumi juulis (mõnel aastal ka augustis), kui see on Kirde-Eestis kuni 60% sademete koguhulgast. Alates augustist hakkab äikesesademete 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, sügisene maksimum rannikualadel aga mere aeglasema jahtumisega. Siin peab taas hoiatama, et kuna tegu on pilootuuringuga, kus kasutati väga lühikest andmerida, mida sedavõrd varieeruva nähtuse kirjeldamiseks kasutatakse, ei luba küll mingeid ruumilisi järeldusi teha. Pigem toetab seda analüüsi üldine tõdemus, et keva-

del tõepoolest on äikest vähem, suvel kõige rohkem ja sügisel muutub äike taas harvaesinevaks (Enno, 2007).

Äikesesademetes pikaajalise muutlikkuse analüüs näitas, et sisemaa jaamades (Tartu ja Võru) tuleb esile 12–13 aasta perioodilises äikesesademetes koguhulgas ja nende osakaalus aasta sademetes summast. Mere mõju suurenedes perioodilises nõrgeneb (Tallinn ja Pärnu) või puudub hoopis (Vilsandi). Äikesesademetes summa pikaajalist muutust ei ilmnenu. Ainsaks statistiliselt usaldusväärseks trendiks osutus äikesesademetes osatähtsus aasta sademetes hulgast, mis on perioodil 1951–2005 vähenenud 4% võrra. See on ilmselt seotud tsüklonaalsuse tõusust tingitud talviste sademetes osakaalu suurenemisega, kuid sellise oletuse kinnitamine vajaks eraldi uurimust.

Tänuavaldused

Käesoleva artikli valmimise, kannatlikkuse ning nõuannete eest avaldan tänu oma juhendajale Sven-Erik Ennole ja vajalike andmete eest EMHI-le. Veel tänan retsensente (Jaak Jaagus, Ain Kallis, Martin Saarnak, Vello Palm, Arvo Järvet ja eriti põhjalikku Mait Seppa) konstruktiivse kriitika eest, aidates artiklist kõrvaldada vigu ja puudujääke ning täpsustada vajaminevaid kohti. Keeleliste nõuannete poolest kuulub tänu Valli Voorile.

Viiteallikad

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.

Eesti NSV kliimaatl. 1969. Tallinna Hüdrometeoroloogia Observatoorium. Tallinn.

Enno, S.-E. 2007. Äikese sageduse ajalis-ruumiline muutlikkus Eesti territooriumil. Bakalaureusetöö. Tartu Ülikooli geograafia osakond.

Enno, S.-E. 2009. Välgulöökide 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, 43–53.

Jaagus, J., Tammets, T. 2007. Äärmuslikult kuivade ja sajaste päevade esinemissageduse territoriaalne jaotus Eestis perioodil 1957–2006. In *Uurimusi Eesti kliimast* (Jaagus, J. toim.). Tartu Ülikooli Kirjastus, 109–116.

Jaagus, J., Tarand, A. 1998. Sademete territoriaalne jaotus Eestis. *Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat*, 24, 5–18.

Jürgenson, M., Ross, V., Tooming, H. 1962. Äikesevaatluste juhend. Pärnutrükk, Pärnu.

Jürissaar, M. 1998. Lennuliiklusele ohtlikud meteoroloogilised nähted. In *Meteoroloogia* (Liivamägi, J. Toim.). OÜ Greif, Tartu, 132–150.

Piepglass, M. V., Krider, E. P., Moore, C. B. 1982. Lightning and surface rainfall during Florida thunderstorms. *Journal of Geophysical Research*, 87 (C13), 1193–2001.

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.

Pinto Neto, O., Pinto, I.R.C.A., Pinto Jr., O. 2013. The relationship between thunderstorm and solar activity for Brazil from 1951 to 2009. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 98, 12–21.

Ross, V., 1970. Äike ja äikesekahjustused. In *Inimene ja ilm* (Tooming, H. ed.). 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: *Lightning: Principles, Instruments and Applications* (Betz, H.-D., Schumann, U., Laroche, P. eds.). Springer, Berlin, 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.

Internettialikad

American Meteorological Society (AMS), 2012. AMS Glossary of Meteorology, 14.03.2014. [WWW][_http://glossary.ametsoc.org/wiki/Cumulonimbus](http://glossary.ametsoc.org/wiki/Cumulonimbus)
[WWW][_http://glossary.ametsoc.org/wiki/Thunderstorm](http://glossary.ametsoc.org/wiki/Thunderstorm)

Summary

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

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 23 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%.

EESTI PÄÄSTEKOMANDODE AJALISE KATVUSE KARTOGRAAFILINE MODELLEERIMINE

Mihkel Männa

Tartu Ülikool, Ökoloogia ja Maateaduste Instituut, Geograafia osakond
geoinformaatika ja kartograafia magistrant
mihkelmanna@gmail.com

Sissejuhatus

Päästeteenus ja komandovõrgu ümberkorraldamine on Eestis viimasel ajal aktuaalsed teemad, kuna 2012. aasta mais suleti üheksa riiklikku komandot: Palamuse, Võnnu, Emmaste, Puka, Puhja, Saku, Võsu, Kanepi ja Leisi põhikomando. Muudatusi põhjendati Päästeameti kui organisatsiooni jätkusuutlikkuse ning kindla ja kvaliteetse päästeteenuse tagamisega, eelkõige rõhutati just elupäästevõimekuse suurenemist ehk komandode meeskonnaliikmete arvu kasvu. Paljude riiklike komandode väike koosseis ei võimaldanud enne 2012. aastat inimesi näiteks tulekahjudest päästa, sest hingamiskõlbmatusse keskkonda sisenemine nõuab vähemalt kolmeliikmelist päästemeeskonda. Sarnased reeglid kehtivad ka vee- ja liiklusõnnetuste puhul. 2012. aasta alguses suutsid elupäästevõimekusega päästjad kuni 15 minutiga jõuda 84 protsendini elanikkonnast, pärast muudatusi on selleks näitajaks väidetavalt 93 protsenti. Teisisõnu hakkab elupäästeteenust saama 121 000 inimest rohkem. Samas suureneb muutuste kritiseerijate sõnul oluliselt ka päästjate sündmustele kohalejõudmise aeg, mis paljude õnnetusjuhtumite puhul võib traagiliste tagajärgede ärahoidmisel olla määrava tähtsusega.

Uurimuses sooviti ruumilisest aspektist lähemalt uurida Eesti päästekomandode võrgustikku ning selleks modelleeriti komandode ajalist katvust ja koostati ajalise katvuse kaardid. Päästekomandode ajalise katvuse kaardid (joonised 1-4) näitavad, kui

palju kulub päästjatel komandodest suvalisse punkti kohalejõudmiseks aega. Selliseid kaarte kasutatakse komandode asukohade planeerimisel ning otsuste langetamisel on need oluliseks abivahendiks.

Eesmärgiks oli ajalise katvuse kaartidele tuginedes analüüsida Eesti päästekomandode paigutuse tugevaid ja nõrku külgi ning komandovõrgustiku ümberkorraldamisest ja elupäästevõimekuse kasvust tulenenud muutuseid päästeteenuse kättesaadavuses.

Varasemad uurimused

Hädaabiasutuste paigutamist puudutavaid käsitlusi on akadeemilises kirjanduses üsna palju. Üheks esimeseks taoliseks on Plane'i ja Hendrick'i 1977. aastal valminud töö, milles Denverisse uue tule-tõrjedepoo asukoha valimisel kasutati ruumilist optimeerimismudelit (Murray & Tong, 2009). Hea ülevaate hädaabiasutuste asukohtade planeerimisest annab ReVelle (1991). Ka tänapäeval on ajalise katvuse analüüside koostamine ning nende kasutamine hädaabiasutustele optimaalsete asukohtade leidmiseks geoinformaatika praktikas vektor- ja rasteranalüüside tüüpülesanneteks (Zhang *et al.*, 2009). Muijal maailmas, eriti aga kiiresti kasvava populatsiooniga Aasia linnade näitel, on neid teemasid palju uuritud. Tõenäoliselt on enim tegeletud modelleerimisülesandega minimaalsele arvule rajatistele maksimaalse katvuse leidmiseks ja rahvastikust võimalikult suure osa teenindamiseks (García-Palomares, Gutiérrez & Latorre, 2012; Zhang *et al.*, 2009; Yin & Mu, 2012). Palju on keskendutud ka hädaabisõidukite sündmuspaika jõudmise ajalisele modelleerimisele ja tulemustele toetudes asutuste võrgustike optimeerimisele (Zhang *et al.*, 2009; Wei *et al.*, 2011). Kulude minimeerimise eesmärgil on loodud mudeleid, mida rakendades saab leida piirkonna katmiseks vajalikku vähimat sõidukite arvu (Toregas *et al.*, 1971). Metoodiliselt on need uurimused üsna erinevad, kuid sageli on kasutatud üldlevinud GIS

programmide (nt *ArcGIS*) juba väljatöötatud analüüsivahendeid. Leidub veel mitmeid keerukamaid ülesandepüstitusi (Goldberg, 2004; Murray & Tong, 2009; ReVelle, 1991).

Andmed

Olulise osa algandmestikust moodustasid 2011. aasta Eesti topograafia andmekogu (ETAK) tuumandmebaasi andmed, mida kasutades koostati maksumusraster. Tuumandmebaasis esinevatest nähtuseklassidest valiti välja liikumiskiiruse modelleerimiseks vajalikud olemid. Kõigile olemitele omistati liikumiskiiruse väärtused, mida kasutati hiljem kiirusrastri koostamisel. Olemite väärtused väljendavad neid esindavate pikslite läbimise keskmist kiirust kiirusrastris. Teede klassidele määrati liikumiskiirused varasemate Päästeameti ajalise katvuse analüüside tehnilistele kirjeldustele toetudes (Päästeamet, 2010a; Päästeamet, 2010b). Osadele klassidele väärtuste leidmiseks analüüsiti teelõike Google Street View abil, misjärel määras autor ise neile liikumiskiirused. Maakatetele liikumiskiiruste määramiseks head teoreetilist alust ei leidunud. Selleks analüüsis autor Maa-ameti ortofotode ja Google Street View abil erineva kattega alasid ning määras neile Eesti päästekomandode tehnilist võimekust silmas pidades liikumiskiirused oma hinnangu alusel. Nii maakatetele kui teedele määrati optimistlikud ja pessimistlikud kiirusväärtused, modelleerimaks päästekomandode ajalist katvust heade ja halbade liikumistingimuste korral. Näiteks võivad liikumiskiirust oluliselt mõjutada lumikate, jääde ja muud ilmastikuolud.

Lisaks kasutati Päästeameti andmeid komandode täpsete asukohade, reageerimisaegade ja keskmiste koosseisude kohta. Igale komandole on Päästeameti poolt määratud kindel reageerimisaeg, mis riiklike komandode puhul on üks minut ning vabatahtlikel komandodel 5, 10 või 15 minutit. Kuna päästjad ei sõida alarmeerimise hetkel kohe väljakutsele, kasutati reageerimisaegasid koha-

lejõudmisaegade leidmisel. Kahtlemata võib päästjate väljasõit toimuda komandole määratud reageerimisajast ka oluliselt kiiremini, kuid modelleerimise seisukohalt on vabatahtlike komandode klassifitseerimine reageerimisaegade järgi autori hinnangul oluline. Päästekomandode kuiste keskmiste koosseisude andmeid kasutati komandode elupäästevõimekuse muutuste analüüsimiseks. Tehti väljavõtte 2011. ja 2012. aasta suveperioodi (juuni-august) koosseisandmetest ning leiti komandode keskmised koosseisud antud perioodidel. Lähtuvalt viimastest filtreeriti komandod, mis omasid optimaalset või minimaalset elupäästevõimekust. Samuti kasutati võrdlusmaterjalina varasemaid Päästeameti poolt tellitud ja AS Regio koostatud Eesti päästekomandode ajalise katvuse kaarte.

Metoodika

Päästekomandode ajalise katvuse kaarte on võimalik koostada kahel erineval viisil: vektor- või rasterandmetele tuginedes. Vektoranalüüsi puhul on suurimaks puuduseks asjaolu, et kaugustsoonide visualiseerimisel kasutatakse vaid teedele arvutatud punkte ning muid maakattetüüpe kaartide koostamisel arvesse ei võeta. Senised ajalise katvuse kaardid päästeteenuse kättesaadavuse kohta Eestis on loodud just sellist metoodikat kasutades. Antud uurimuses sooviti aga analüüsida ka maakatete mõju päästekomandode ajalisele katvusele, et leida, millised on erinevused lõppresultaatides, kui kasutada algandmestikuna vektor- või rasterandmeid. Pealegi ei liigu päästjad alati mööda maanteid ja tänavaid, mis on seniste analüüsides eelduseks. Rastripõhine lähene mine võimaldab aga modelleerida ajalist katvust ka hõreda teedevõrgustikuga piirkondades või seal, kus teed sootuks puuduvad. Samuti võimaldavad rasterandmed vektorandmetega võrreldes pidevat ruumimudelit paremini uurida, sest igal rasterpikslil võib olla oma naaberpikslitest täiesti erinev väärtus. Lisaks on rasteranalüüsid reeglina andmete lihtsa struktuuri tõttu hõlpsalt ja

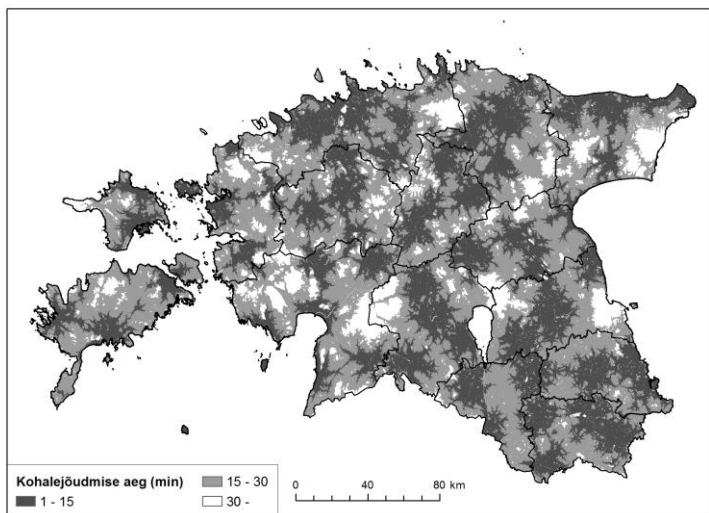
kiiresti teostatavad, samuti saab rakendada laiaulatuslikumaid analüüsivahendeid (Price, 2010).

Kogu ajalise katvuse modelleerimine toimub oluliste lihtsustustega, sest maakattetüüpidele ja teede klassidele määratakse keskmised liikumiskiirused ilma nende täpsemat seisundit teadmata ning modelleerimiseks kasutatakse vaid määratud kiirusväärtuseid. Tegelikuses mõjutavad päästjate kohalejõudmise aega õnnetuspaikadesse veel paljud muud tegurid, nagu ilmastikuolud, kutsel olevate päästemeeskondade arv, liiklustingimused ja tehniline võimekus.

Käesoleva töö koostamiseks kasutati programmi *ArcGIS*. Esmalt kõik modelleerimiseks välja valitud vektorkujul olemid rasteriseeriti, määrares pikslite küljepikkuseks 50 m ning saadud maakatete, liikumisbarjääride ja teede kihtidele omistati kiirusväärtused. Seejärel moodustati maakatete, barjääride ja teede üldkihid. Põhimõtteliselt kujutas liikumisbarjääride üldkiht endast Boole'i kaarti, kus barjääre esindavate pikslite kiirusväärtuseks määrati nullid, muude pikslite väärtuseks aga ühed. See võimaldas maakatete ja liikumisbarjääride üldkihte omavahel läbi korrutada, misjärel saadud kihile lisati teede üldkiht. Tekkinud rasterkihis iseloomustasid aga pikslite väärtused nende läbimise keskmist kiirust, mitte selleks kulutatavat aega. Selleks, et kihti saaks kasutada päästekomandode ajalise katvuse leidmiseks, asendati pikslite väärtused nende pöördväärtustega ja ühikud teisendati h/km-lt min/m-ks. Ajalise katvuse tulemuskaart moodustati *ArcGIS* tööriistaga *Cost Distance*. Saadud kihi pikslite väärtustele liideti komandode ametlikud reageerimisajad minutites. Kõiki komandosid hõlmavate kaartide moodustamiseks koostati esmalt kindla reageerimisajaga komandoklasside ajalise katvuse kihid ning seejärel loodi uus kiht, mille pikslite väärtusteks olid saadud kihtidest vähimad pikslite väärtused.

Tulemused ja arutelu

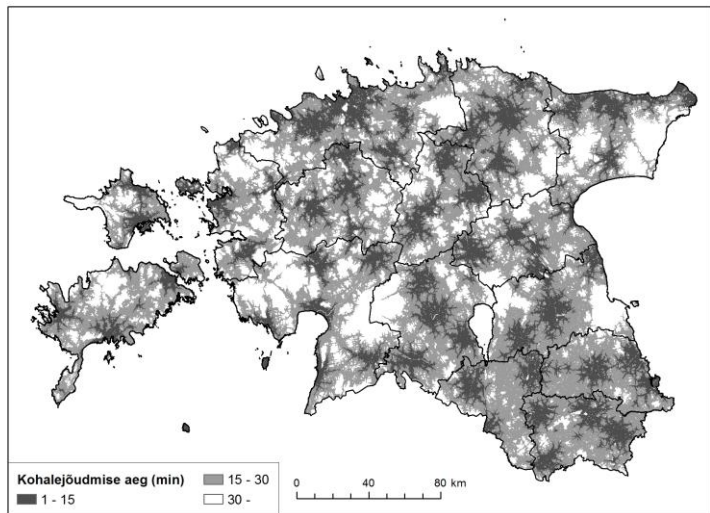
Päästeteenuse kättesaadavus on kõige kehvem aladel, kus teedevõrk on väga hõre (joonis 1). Sellisteks piirkondadeks on eelkõige soomassiivid, aga ka suured metsaalad. Samuti võib halb ajaline katvus olla tingitud lihtsalt komandovõrgu hõredusest. Kõige raskemini ligipääsetavatesse piirkondadesse jõudmine võtab päästjatel modelleeringute järgi aega üle kolme tunni, pessimistlike kiirusväärtuste korral üle nelja tunni (joonis 2).



Joonis 1. Kõikide Eesti päästekomandode ajaline katvus 2012. aasta detsembris (optimistlike kiirusväärtuste korral).

Modelleeringute analüüs näitas, et vabatahtlike komandode päästjad jõuavad sündmuskohtadesse kutselistest päästjatest varem vaid suhteliselt vähestes Eesti piirkondades. See on tingitud asjaolust, et komandode ajalise katvuse baasväärtuseks olid nende ametlikud reageerimisajad, mis vabatahtlike komandode puhul ulatuvad kuni 15 minutini. Kui aga vabatahtlikud päästjad suudaksid kõikides

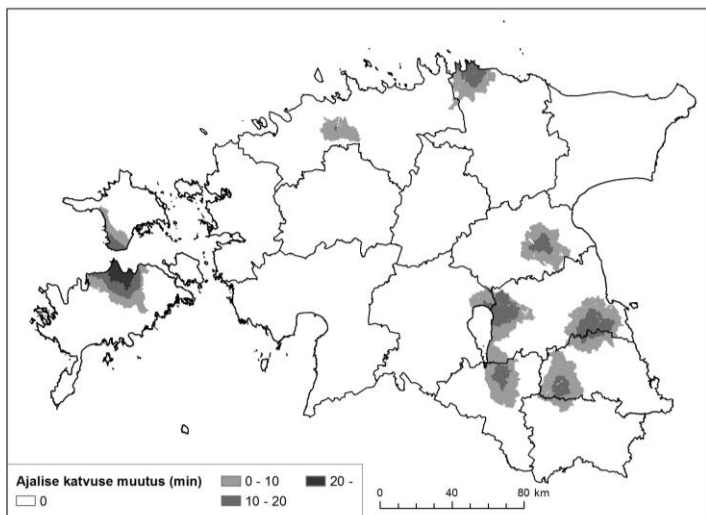
komandodes väljasõidud korraldada viie minuti jooksul, oleks tulemus päästeteenuse kättesaadavuse seisukohalt oluliselt parem. Päästeteenuse kättesaadavuse seisukohast on vabatahtlikud komandod eriti olulised Saaremaal, Harjumaal ning Lääne- ja Ida-Virumaal, kuid näiteks Tartumaa on riiklike komandode poolt üldjoontes paremini kaetud.



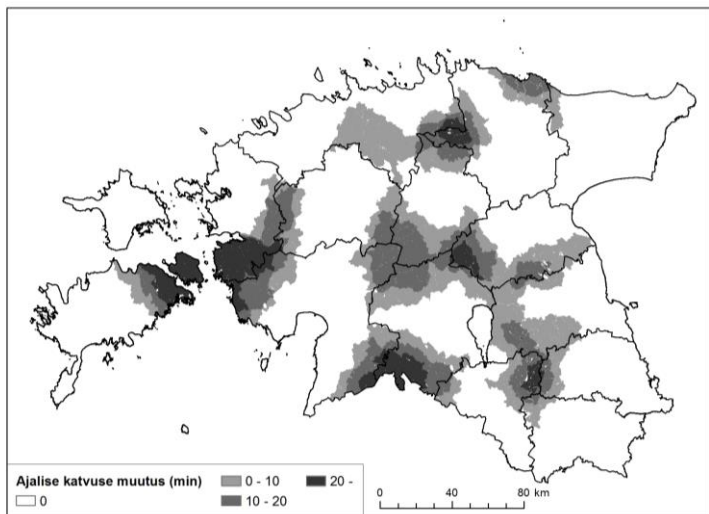
Joonis 2. Kõikide Eesti päästekomandode ajaline katvus 2012. aasta detsembris (pessimistlike kiirusväärtuste korral).

Üheksa riikliku päästekomando sulgemine 2012. aasta mais muutis mitmetes Eesti piirkondades päästeteenuse kättesaadavust halvemaks (joonis 3). Varem jõudsid kutselised päästjad sündmuspaiakadesse märksa kiiremini Saaremaal Leisi piirkonnas, samuti Lääne-Virumaal Võsu piirkonnas ning Tartumaal ja seda ümbritsevates maakondades. Samas ei ole komandode sulgemine mitut maakonda ajalise katvuse seisukohast üldse mõjutanud. Komandode elupäästevõimekuse muutuste analüüsis võrreldi selliste komandode ajalist katvust, mis 2011. või 2012. aasta suveperioodil

omasid keskmiselt vähemalt kolme- või neljaliikmelise valmisolekuga päästemeeskonda. Kolmeliikmeline valmisolek tähendas minimaalset ning neljaliikmeline valmisolek optimaalset elupäästevõimekust. Selgus, et paljud komandod olid tööpoolest saavutanud elupäästevõimekuse (joonis 4). Samuti kattis minimaalset elupäästevõimekust omavate komandode võrk 2012. aasta suvel Eestit juba üsna hästi. Optimaalse elupäästevõimekusega komandode ajaline katvus oli märkimisväärselt parenenud Muhumaal ja Saaremaal Orissaare komando piirkonnas ning Lõuna-Läänemaal Lihula komando piirkonnas. Riiklike päästekomandode sulgemisest ja elupäästevõimekuse kasvust tingitud komandode ajalise katvuse muutuseid võrreldi ning leiti, et komandovõrgu ümberkorraldamine on päästeteenuse kättesaadavusele üldjoontes hästi mõjunud. Teisalt on päästjate kohalejõudmisajad komandode sulgemisega mitmetes piirkondades siiski oluliselt kasvanud. Paljude õnnetuste puhul võib aga kohalejõudmine mõne üksiku minuti võrra varem või hiljem olla määrava tähtsusega.

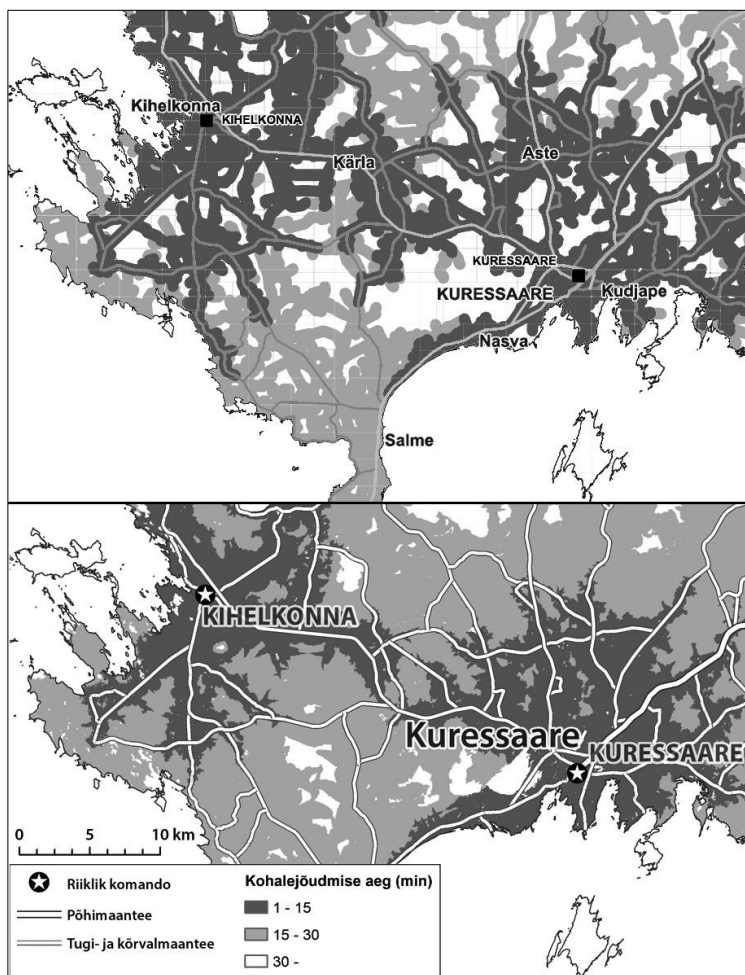


Joonis 3. Eesti riiklike päästekomandode ajalise katvuse kehvenemine üheksa komando sulgemisega 2012. aasta mais.



Joonis 4. Optimaalset elupäästevõimekust omavate päästekomandode ajalise katvuse paremine Eestis 2012. aasta suvel 2011. aasta suvega võrreldes.

Töö kaartide võrdlemisel AS Regio analoogidega selgus, et vektor- ja rasteranalüüsil põhinevad ajalise katvuse tulemuskaardid on küllaltki sarnased (joonis 5). Kaugustsoonid katavad kaartidel enam-vähem samu piirkondi ning on piki teid väljavenitatud. Vektoranalüüsi meetoditega loodud kaartide optimistlikumad kohalejõudmisajad võivad olla tingitud kõrgematest määratud kiirusväärtustest ning rasterandmete või -analüüsi eripäradest. Jõuti järeldusele, et rasterandmetel baseeruv päästekomandode ajalise katvuse modelleerimine võimaldab vektoranalüüsiga võrreldes pidevat ruumimudelit paremini uurida, sest hõreda teedevõrguga aladel on vektoranalüüsi meetodite rakendamine komplitseeritud. Kindlasti aga ei piisa päästeteenuse kättesaadavuse põhjanevaks hindamiseks vaid ajalise katvuse analüüsist, muuhulgas on vajalik käsitleda komandovõrgu ümberkorraldamisest mõjutatud piirkondade rahvaarvu ning õnnetusjuhtumite reaalseid toimumispaiku.



Joonis 5. Kõikide Eesti päästekomandode ajaline katvus 2012. aasta detsembris (pessimistlike kiirusväärtuste korral).

Viiteallikad

García-Palomares, J. C., Gutiérrez, J., Latorre, M. 2012. Optimizing the location of stations in bike-sharing programs: A GIS approach. *Applied Geography*, 35, 235–246

Goldberg, J. F. 2004. Operations Research Models for the Deployment of Emergency Services Vehicles. *EMS Management Journal*, 1 (1), 20–39.

Murray, A. T., Tong, D. 2009. GIS and spatial analysis in the media. *Applied Geography*, 29, 250–259.

Price, M. 2010. Mastering ArcGIS. McGraw-Hill, New York.

Päästeamet, 2010a. Päästekomandode väljasõidupiirkondade ohutegurite ja riskide hindamise metoodika. [WWW] <http://www.rescue.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=29910/valjasoidupiirkondade+riskide+hindamise+metoodika.rtf> (25.04.2013)

Päästeamet, 2010b. Päästekomandode geoinfo-alane planeerimise ja analüüsi tarkvara. Tehniline kirjeldus.

ReVelle, C. S. 1991. Siting Ambulances and Fire Companies: New Tools for Planners. *Journal of the American Planning Association*, 57 (4), 471–484.

Zhang, X., Xu, J.-g., Qi, Y. 2009. Decision Support System of Fire Station Distribution and Responsible Area Zoning in Nanjing, China. 2009 International Conference on Artificial Intelligence and Computational Intelligence, 4, 206–213.

Wei, L., Li, H.-l., Liu, Q., Chen, J.-y., Cui, Y.-J. 2011. Study and implementation of fire sites planning based on GIS and AHP. *Procedia Engineering*, 11, 486–495.

Yin, P., Mu, L. 2012. Modular capacitated maximal covering location problem for the optimal siting of emergency vehicles. *Applied Geography*, 34, 247–254.

Summary

THE MODELING OF RESCUE SERVICES' RESPONSE TIMES IN ESTONIA

Rescue service and its effectiveness play a key role in saving people's lives in any country. In Estonia, the debate over the restructuring of rescue service network has been very lively recently. In May, 2012, nine state-run rescue services were closed. Ensuring the sustainability of the organization and securing a solid and high-quality rescue service were provided as the reasons behind the actions by the Estonian Rescue Board. The increase in personnel in rescue service units, due to the rescuers' redeployment, was particularly emphasized. This paper seeks to study the network of rescue services in Estonia, using response time maps. These maps visualize the arrival times of rescue workers in a given place. Such maps are used in the planning of rescue services. There are two types of response time maps: vector-based and raster-based. The maps in this paper were created using raster analysis methods.

Results indicate that the availability of rescue service is hindered in areas where the road network is very sparse. Such regions include large areas of forest and, in particular, wetlands. Response times in wetlands may exceed three hours, in case of pessimistic speed values – four hours. According to the modeling, volunteer rescuers reach accident sites before professional rescuers only in a relatively small number of areas in Estonia. This was due to the fact that the base values of response times for volunteer rescue services were set to their formal turnout times, ranging up to 15 minutes. The closure of nine state-run rescue services that reduced the availability of rescue service considerably in some areas was compensated by the increase in personnel in many others. Also, the network of three-member rescue services covered Estonia fairly well in summer 2012. In fact, it was concluded that the restructuring of the rescue service network was generally beneficial for the availability of

rescue service. However, in case of many accidents, the response time of rescuers may be of crucial importance.

The response time maps created for this paper were compared to the vector-based response time maps of AS Regio. It was found that the maps were quite similar, although response times on the maps of AS Regio were slightly more optimistic. This may be due to higher speed values assigned to the vector data or because of the peculiarities of raster data and analysis. It was concluded that raster-based response time maps offer a more realistic view to the availability of rescue service than their vector-based counterparts. However, it is certainly not sufficient to analyse the availability of rescue service using only response time maps. Population figures and the actual accident venues also need to be taken into account.

SURVEYING ILLUMINATION IN PUBLIC SPACES: A PROTOTYPE

Damiano Cerrone & Daniel Giovannini

Spatial Intelligence Unit
Department of Architecture, Estonian Academy of Arts
damianocerrone@gmail.com

Goal of the project

This paper represents the first step of a pilot study initiated in Tallinn by MTÜ Spatial Intelligence Unit (SPIN Unit) in collaboration with the Politsei- ja Piirivalveamet (Police and Border Guard Board). Our study aims at deploying into the city of Tallinn the latest academic and practical knowledge about the spatial context of urban crime, by creating fresh links between advanced spatial analysis, geo-statistical monitoring of offences and the development of a technique to survey and map illumination in public spaces as a prime example of our methodological approach.

The project is expected to bring upon at least two tangible benefits: (i) a more complete description of existing crime-patterns, risk areas, times, and vulnerable environment types as opposed to relatively safe or 'defensible' areas and types, to help the planning and coordination of police work; (ii) better understanding of the likely effects and performance of newly planned urban areas, both locally and city-wide, to facilitate evaluation of plans and professional communication for their improvement.

Work on both present and future urban landscapes acknowledges the complexity of crime and disorder as a research subject and the important societal, as opposed to situational, origins of crime. Our project is based on the belief that the spatial or urban context of crime deserves a more detailed study, as it may likely lead to improvements both in police practice and its citizen approval.

In the following sections, we present a short review of the starting points for this research. We also introduce the very first prototype of a device realised by SPIN Unit to conduct a quantitative survey of the illumination of public space.

Crime and space

Following the publication of C. Ray Jeffery's book "Crime prevention through environmental design" in 1971, a new, vast and multidisciplinary field of research started to develop innovative theories, methods and models to study how environmental design plays an important role in the reduction of opportunities for criminal behaviour in public space. Although this very first publication highlighted the relevance of biological and environmental determinants of crime events, the reference point in the fields of architecture and planning is the defensible space theory developed by Oscar Newman (1972). Newman develops his theory by noting the high crime rates observed in modern social housing projects, claiming that architectural and urban design to be one of the factors that could foster or prevent the occurrence of crime (Ronald, 2009). The theory of defensible space states that it should be possible to design or transform the built environment in ways that help residents establish activity patterns in public space. Once the space is recognised by the local community as their own territory, crime is prevented by the new awareness of the residents. This practice also returns control of events that occur in public space, as well as general community policing duties, to the residents themselves (Stanley, 1977). Activist and journalist Jane Jacobs presented how architectural features, such as the location of windows on a building's facade, and the scale of urban development can also improve the naturally occurring surveillance of public space as deterrent against crime. Jacobs's argument does not look for a direct relation between spatial design and activity patterns, but it rather describes environmental design and social

behaviours as variables of an organised complexity that can promote or discourage certain social behaviours (Jacobs, 1961).

Most of the studies that predate those based on urban configuration were rooted in social disorganisation and routine activity theories. In social disorganisation theories, the main factors for the occurrence of crime are found in the heterogeneity of poverty, racial and ethnic, and residential mobility patterns (Sampson & Groves, 1989). On the other hand, routine activity theories are based on the relation between the availability of attractive targets, the motivation of the offenders and the absence of capable guardianship (Cohen & Felson, 1979).

The approach and the sets of guidelines that go under the name of crime prevention through environmental design (later CPTED) has developed from Newman's bases, with a foray into the controversial broken window theory, in which localised acts of vandalism and decay of the built environment were theorised to cause antisocial practices to spread over the surrounding area (Wilson & Kelling, 1982). In contemporary practice, the first CPTED design principles have first been refined (Crowe, 1991) and applied to training programs, leading to a standardised set of recommendations for architects and planners involved in urban design (UNI EN 14383-1:2006) which may however not allow to take full advantage of a specialised social disorganisation analysis tailored to the space examined.

Crime and space syntax

With the similar goal of understanding how modern architecture was reshaping activity patterns, Hillier and Hanson initiated the development of the configurational approach now known as space syntax theory. Space syntax provides a technique to model urban morphology, and a quantitative method to study the relations between the perceived spatial configuration of a city and social

behaviours (Hillier & Hanson, 1989). The spaces between buildings are modelled as axial lines, which can be defined as a linear representation of space, graphically represented by the longest lines of sight that it is possible to draw in space. The resulting network of lines is used to measure the topological distances between axial lines. This method was mostly used to study the distribution of pedestrian movement and socio-economic activities in urban centres, reaching the conclusion that different spatial configurations are able to foster or stifle social interactions (Hillier, 1996; Hillier *et al.*, 1993). Space syntax has also provided new tools for scientists to study accessibility of urban layouts in order to learn more about mobility and uses (Nes *et al.*, 2012; Pereira & Holanda, 2011). As more qualitative studies were presented every year, a new branch of space syntax theory had to be developed to find evidence of the correlation between crime patterns and urban layouts (Hillier & Shu, 2000). First findings highlighted the importance of co-presence of several factors (e.g. different social groups in public space, the number of housing units having access on one street) as deterrents against crime, rather than finding a direct relation between urban topology and crime. It was clear that highly integrated urban spaces are capable of fostering movement and provide potential space for socio-economic activities. If on the one hand more people and activities that share the same space bring upon an increase in natural surveillance and crime deterrents, at the same time the high density of people and activities provides more opportunities for certain types of crimes, such as street robberies and burglaries. Eventually, with the refinements of theories and methods, it became clear that it is not possible to draw a direct causal correlation between urban layouts and crime patterns. On the contrary, the emergence of crime in urban areas appears to be a more complex phenomenon that can be studied from the point of view of urban layouts, which led to assessments of human co-presence in space (Baran *et al.*, 2007, Hillier & Sahbaz, 2005, Friedrich *et al.*, 2009).

Street illumination and fear of crime

Even though space syntax was a relevant contribution to the development of CPTED-based theories, the psychological factor of the fear of crime may still push people to avoid certain spaces and streets regardless of their configurational properties (Roman & Chalfin, 2008). Fear of crime is indeed subjective and related to the experience, perception and gender of each individual. Such perceptions may not match with actual crime hotspots (Chainey & Ratcliffe, 2005) and should therefore be studied in connection with the geographical location of crime events, as the physical configuration of the urban environment may induce high level of fear or safety regardless of crime rates (Foster & Giles-Corti, 2008). Carrying out extensive interviews is a valuable method to study the geographic distribution of the fear of crime, even though the space itself may not be the cause of this psychological discomfort but rather the social-extraction and gender of people who occupy the space (Pain *et al.*, 2000, Koskela & Pain, 2000, Gray *et al.*, 2006), particularly at night time (Ohno & Matsuda, 2013). During the day it is possible to experience a wider and more varied use of public space. During night time, however, the reduced opportunities to carry out socio-economic activities and the reduced visibility, together with the reduced presence of individuals who may contribute to the natural surveillance of the space, increase the incentives for anti-social behaviours to occur surreptitiously (Atkins *et al.*, 1991). Yet, since the 1970's empirical studies have connected the fear of crime and crime rates themselves to the efficacy of street lighting (Wright *et al.*, 1974; Tien *et al.*, 1979). These studies were based on statistical analysis of the occurrence of some categories of crime, such as robbery, assaults, larceny and auto theft, which were believed to be related to the intensity the illumination of public space. Improvements of the street lighting infrastructure have shown a drastic reduction of crime rates, making the efficacy of street lighting network a central planning issue.

Illumination in public space

The studies mentioned above have used qualitative and statistical methods to assess the relation between street lighting and crime. With the rise of geographic information systems (GIS), Rachal Pain and colleagues (Pain *et al.*, 2006) demonstrated the effectiveness of these systems in the investigation of the relationship between crime rates and the location of street lights. It should be noted, however, that this methodology does not take into account any of the intrinsic properties of the street lights other than their position. After a formal discussion regarding this project with the authority for the coordination of security policies of the city of Rome, it was possible to learn that their SIRS (Integrated System for a Safer Rome) also included a map of luminosity in public space that consisted of heat maps based on the location of lamp posts and their nominal emission power. However, not all street lights emit the same amount of light and there are other factors that emit the effective brightness, such as the elevation from the ground or the shape of the three-dimensional emission pattern. It is for these reasons that just the locations of lamp posts is not enough to produce maps of luminosity in public space that accurately represent the actual situation on the ground, and it is therefore impossible to learn about the quality and quantity of public illumination available. To produce a cartography of luminosity of public space it is necessary to measure the amount of light from the ground level, where people walk, drive and ride, rather than using statistical models to predict how the public space is illuminated.

Measuring the illumination of public space at night it is a complex task. The amount of light that can be perceived by the naked eye in open spaces is the sum of the light emitted by any light source – like lamp posts, street lights, neon lights, signs and more – and the light reflected from different surfaces – such as building facades, street floor, street signs and more. These two components can be studied separately by measuring the light intensity of each given

street light (called luminance) and the amount of light scattered by any other visible surface (called radiance). In an urban context, this very complex system of direct and reflected light may produce glare. This is a phenomenon that can reduce the ability to see in presence of a bright spot-light, depending on the amount of light emitted by a source and the angle between the viewer and the location of the source itself. Since the presence of glare or other similar conditions may cause temporary blindness or a reduction of the visual field, it is relevant to measure the occurrence of these phenomena along with luminance and radiance to acquire a deeper understanding of selected areas (Boyce *et al.*, 2000). Highlighting the relevance of perception, it was found that also the color temperature of light bulbs may change the atmosphere of place, which indirectly may prevent antisocial behaviours and road accidents from occurring (Willis *et al.*, 2005). Fear of crime may thus be perceived beyond actual risks, with tangible effects on mobility patterns, socio-economic activities. As such, it may have repercussions on the night-time economy of urban centres (Brands *et al.*, 2013). A widespread and efficient lighting system for public space was found to be a good deterrent to the occurrence of crime, with positive effects not only during the night time but in daytime as well (Farrington *et al.*, 2002; Painter & Farrington, 1997; Pease, 1999).

As our main research aims to learn how environmental design contributes to the fear and occurrence of crime, we have worked in three main areas: the perceived accessibility measured according to space syntax theory, the illumination of public space and the statistical data of crime patterns. The first step of measuring space syntax in Tallinn has been already carried out (Cerrone, 2012). In this paper, we introduce to the second part, which involved the measurement of the illumination in public space.

Methodology

Light intensity was measured using three digital luminosity sensors mounted on a box positioned on the car roof, or carried around in a backpack to reach less accessible or restricted areas by bike (Figure 1). Light was collected from the top, left and right sides of the box – defined in relation to the surveyor’s motion. A GPS logged the location. Temperature and humidity were also recorded and used to calibrate all the other components. Temperature, humidity, position and luminosity from three directions were collected every two seconds on a micro-SD card by an Arduino-MEGA. A Python script was used to process the 33,581 points collected in a total of 400 km path surveyed in spring 2013, with the goal to remove invalid data, filtering adjacent points closer than 3 m to ease geoprocessing, and computing the direction of the surveyor’s motion for each point. Using this data we were able to produce a geographic representation of the illumination of public space in central Tallinn (Figure 2), representing the mean values detected by the top and side sensors. Street light intensity and accessibility values were normalised to allow a comparison. As the topological features of the illumination were defined point-by-point, while for accessibility they were defined along a line, kernel density analysis was used to estimate their density on a grid surface of 10×10 metre cells. Once these values were placed on the grid, the absolute distance between the corresponding normalised light intensity and accessibility was computed.

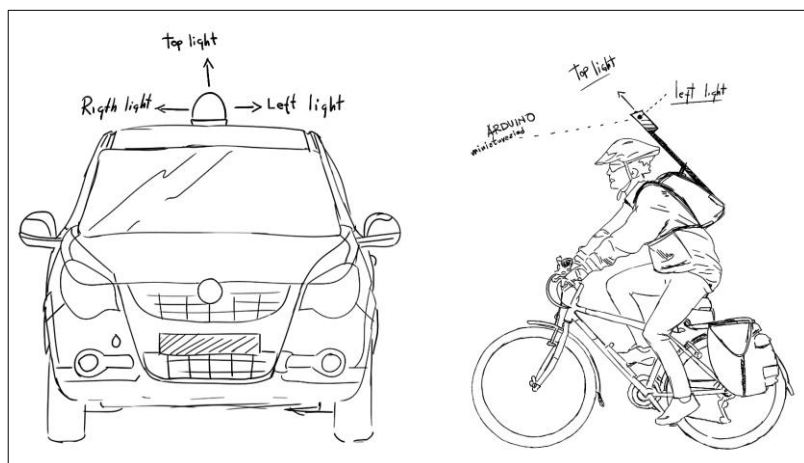


Figure 1. Survey set-up.



Figure 2. Public space illumination map of central Tallinn.

Brief conclusions

We conducted a pilot project in which we surveyed public illumination in a sizeable area within the city of Tallinn. Based on the preliminary data, it was not possible to reach any conclusive

results, as a wider area of Tallinn needs to be surveyed in order to acquire more statistically and geographically significant data. Yet we observed a strong correlation between illumination and integration – a normalised measure of the topological distance from a given axial line to all the others of the system. As highly integrated lines are the ones which can be reached by the least complex path, empirically they are said to be representative for the spaces which are most capable of attracting pedestrian movement and foster social interactions. Both the measures of integration with respect to the Tallinn metropolitan region or to the local scale show a degree of correlation with the intensity of public illumination (Figure 3), highlighting how the most integrated areas are more illuminated than the ones at the edges, while the most integrated spaces of an urban locality are more illuminated with respect to the district. Acknowledging problems with the representational model of space syntax (Ratti, 2004) and the difficulties to find empirical validation that topological distances can influence pedestrians' path choice even more than metric distances (Sevtsuk, 2010), the linear correlation observed may suggest that integrated spaces are either perceivably easy to reach and perceivably safe to reach.

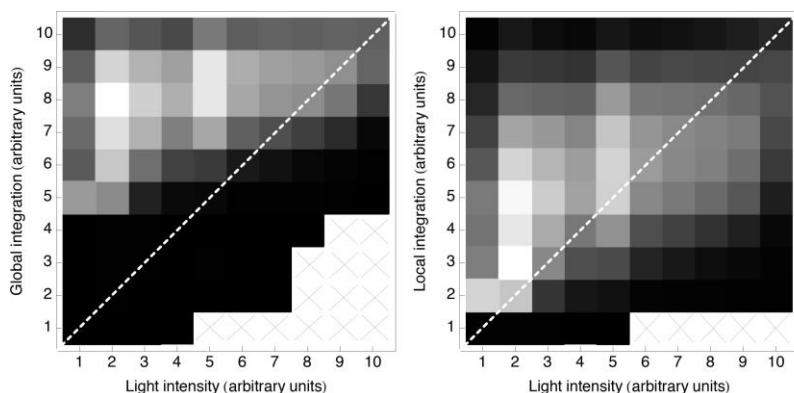


Figure 3. Correlation graphs.

Bibliography

- Atkins, S., Husain, S., Storey, A., Britain, G., CP Unit.** 1991. The Influence of Street Lighting on Crime and Fear of Crime.
- Baran, P.K., Smith, W., Toker, U.** 2007. The Space Syntax and Crime: Evidence from a Suburban Community. 6th International Space Syntax Symposium.
- Boyce, P.R., Eklund, N.H., Hamilton, B.J., Bruno, L.D.** 2000. Perceptions of Safety at Night in Different Lighting Conditions. *Lighting Research and Technology* 32 (2), 79-91.
- Brands, J., Schwanen, T., Aalst, I.V.** 2013. Fear of Crime and Affective Ambiguities in the Night-Time Economy. *Urban Studies*, (October 1).
- Cerrone, D.** 2012. Tallinn, Opening to the Seaside. Analytic and Planning Tools. Estonian Academy of Arts.
- Chainey, S., Ratcliffe, J.** 2005. GIS and Crime Mapping.
- Cohen, L.E., Felson, M.** 1979. Social Change and Crime Rate Trends: A Routine Activity Approach. *American Sociological Review*.
- Crowe, T.** 1991. Crime Prevention Through Environmental Design: Applications of Architectural Design and Space Management Concepts, Boston: Butterworth- Heinemann.
- Farrington, D.P., Welsh, B.P., Britain, G.** 2002. Effects of Improved Street Lighting on Crime: A Systematic Review (August).
- Foster, S., Giles-Corti, B.** 2008. The Built Environment, Neighborhood Crime and Constrained Physical Activity: An Exploration of Inconsistent Findings. *Preventive Medicine*, 47 (3), 241–51.
- Friedrich, E., Hillier, B., Chiaradia, A.** 2009. Anti-Social Behaviour and Urban Configuration Using Space Syntax to Understand Spatial Patterns of Socio-Environmental Disorder. In *7th International Space Syntax Symposium*, 1–16.
- Gray, E., Jackson, J., Farrall, S.** 2006. Reassessing the Fear of Crime: Frequencies and Correlates of Old and New Measures. Social Science Research Network.

Hillier, B., Penn, A., Hanson, J., Grajewski, T., Xu, J. 1993. Natural Movement Or, Configuration and Attraction in Urban Pedestrian Movement. *Environ Plann B*.

Hillier, B. 1996. Space Is the Machine. 2007th ed. London: Space Syntax.

Hillier, B., Hanson, J. 1989. The Social Logic of Space. In .

Hillier, B., Sahbaz, O. 2005. High Resolution Analysis of Crime Patterns in Urban Street Networks: An Initial Statistical Sketch from an Ongoing Study of a London Borough. *Proceedings of the Fifth International Space Syntax Symposium*.

Hillier, B., Shu, S. 2000. Crime and Urban Layout: The Need for Evidence. In Key Issues in Crime Prevention and Community Safety IPPR, edited by MacLaren V, Ballantyne S, and Pease K.

Jacobs, J. 1961 The Death and Life of Great American Cities.

Jeffery, C. R. 1971. Crime Prevention through Environmental Design.

Kelling, G.L., Wilson, J.Q. 1982. Broken Windows: The Police and Neighborhood Safety. *Atlantic Monthly*.

Koskela, H., Pain, R. 2000. Revisiting Fear and Place: Women's Fear of Attack and the Built Environment. *Geoforum* 31 (2), 269–280.

Nes, A.Van, Berghauser Pont, M., Mashhoodi, B. 2012. Combination of space syntax with spacematrix and the mixed use index. The Rotterdam South Test Case.

Newman, O. 1972. Defensible Space; Crime Prevention through Urban Design.

Ohno, R., Matsuda, T. 2013. The Effects of Acoustic Environment on Pedestrians' Anxiety on a Night Street. In *EAEA 11 2013 | Envisioning Architecture: Design, Evaluation, Communication*.

Pain, R., MacFarlane, R., Turner, K., Gill, S. 2006. 'When, Where, If, and But': Qualifying GIS and the Effect of Streetlighting on Crime and Fear. *Environment and Planning A*, 38 (11), 2055–2074.

- Pain, R., Williams, S., Hudson, B.** 2000. Auditing Fear of Crime on North Tyneside: A Qualitative Approach. *British Criminology Conference (July 1999)*.
- Painter, K., Farrington, D.P.** 1997. The Crime Reducing Effect of Improved Street Lighting: The Dudley Project. *Situational Crime Prevention: Successful Case*.
- Pease, K.** 1999. A Review of Street Lighting Evaluations: Crime Reduction Effects, 10, 47–76.
- Pereira, R.H.M, Holanda, F.R.B.** 2011. The Use of Space Syntax in Urban Transport Analysis: Limits and Potentials: 1–25.
- Ratti, C.** 2004. Space Syntax: Some Inconsistencies. *Environment and Planning B: Planning and Design* 31 (4), 487–499.
- Roman, C.G, Chalfin, A.** 2008. Fear of Walking Outdoors. A Multilevel Ecologic Analysis of Crime and Disorder. *American Journal of Preventive Medicine*, 34 (4), 306–12.
- Ronald, V.C.** 2009. The Theory of Crime Prevention through Environmental Design. *Police management studies quarterly*, 1–20.
- Sampson, R. J., Groves, B.W.** 1989. Community Structure and Crime: Testing Social-Disorganization Theory. *American Journal of Sociology*, 94 (4), 774.
- Sevtsuk, A.** 2010. Path and Place: A Study of Urban Geometry and Retail Activity in Cambridge and Somerville, MA.
- Stanley, P.R.A.** 1977. Crime Prevention through Environmental Design.
- Tien, J.M., Donnell, V.F.O., Barnett, A.I., Mirchandani, B.P.** 1979. Street Lighting Projects.
- UNI EN 14383-1:2006.** Prevention of crime - Urban planning and building design.
- Willis, K., N. Powe, and G. Garrod.** 2005. Estimating the Value of Improved Street Lighting: A Factor Analytical Discrete Choice Approach. *Urban Studies*, 42 (12), 2289–2304.
- Wright, R.M., Heilweil, P.P., Dickinson, K.** 1974. The Impact of Street Lighting on Street Crime.

Kokkuvõte

PROTOTÜÜP AVALIKU RUUMI VALGUSTATUSE UURIMISEKS

MTÜ Spatial Intelligence Unit'i ning Politsei- ja Piirivalveameti vahelises koostöös on valmimas pilootprojekt, mis uurib kuritegevuse seotust linnaruumilise kontekstiga, täiendades vastava-alaseid akadeemilisi ning praktilisi teadmisi Tallinnas. Käesolev artikkel tutvustab uurimistöö üldiseid lähtekohti ning esmaseid Tallinna linna tänavavalgustatuse taseme mõõtmistulemusi, mis moodustab olulise eraldiseisva osa koostööprojektist.

Uurimistöö peamiseks eesmärgiks on uurida, kuidas keskkonna kujundus mõjutab kuritegevust ja sellega seotud hirme. Sellest tulenevalt on töös käsitletud peamiselt kolme valdkonda: ruumi analüüsimist vastavalt ruumisüntaksi teooriale (mõõdetakse tajutavat ligipääsetavust), kuritegevuse statistilisi andmeid ning avaliku ruumi valgustatust. Artiklis on ülevaatlilikult ära märgitud töö peamised teoreetilised lähtekohad ning käsitletud põhjalikumalt avaliku ruumi valgustatust. Tutvustatakse Tallinna kesklinna piirkonnas läbi viidud mõõtmiste ning kaardistamise metroodikat ning selle jaoks loodud tehnilist prototüüpi. Selle töö üheks osaks olev Tallinna linna ruumisüntaksi analüüs on koostatud ja esitletud eraldiseisvana varasemalt (Cerrone, 2012).

Esmaste andmete põhjal ei ole võimalik lõplikke järeldusi teha ning vajalikud on edasised laiemapõhjalised geograafiliste ning statistiliste andmete põhised uuringud. Siiski võib täheldada tänavavalgustatuse ning ruumi integreerituse vahelist tugevat korrelatsiooni, mis võib viidata sellele, et hästi integreeritud avalikke ruume tajutakse kui kergesti ligipääsetavaid ning ohutuid ruume.

TÖÖSTUSALADE TAASELAVDAMISE SOTSIAALKULTUURILISED MÕJUD TELLISKIVI LOOMELINNAKU NÄITEL

Epp Vahtramäe

Tallinna Ülikool, Eesti Humanitaarinstituut
Linnakorralduse magister
eppvahtramae@gmail.com

Sissejuhatus

Eestis leidub rohkelt tööstusalasid, mis seisavad kasutuseta ja tühjalt. Linnades paiknevad alad on tihti huvitava arhitektuurilise lahendusega, kuid suletud piirkondadena tekitavad need linna struktuuris katkestusi. Endiste tööstusalade taaskasutusele võtmine loob võimalused linna arenguks olemasolevate piiride sees ja kompaktse ning optimaalse elukeskkonna rajamiseks.

Tööstusalade taaselavdamine on tihedalt seotud olemasoleva linnaruumiga, mis ühelt poolt toimib terve protsessi taustsüsteemina, kuid mida teisalt hakkab mõjutama loodav uus keskkond. Uurimuse teoreetiliseks lähtekohaks oli arusaam, et suurte hoonestatud, kuid suletud tööstus-piirkondade taaselavdamisel ei arvestata piisavalt nende mõjudega, mida loodavad lahendused linnaruumile ja selle elanikkonnale kaasa toovad ehk sotsiaalne planeerimine on siiani olnud pigem teisejärguline. Seega otsiti uurimuses Telliskivi Loomelinnaku näitel vastuseid järgnevatele küsimustele:

- a) millisena avalduvad endisele tühjalt seisvale tööstusalale loodava keskkonna sotsiaalkultuurilised mõjud ümbritsevale linnaruumile?
- b) millisena nähakse endiste tööstusalade taaselavdamist erinevate planeerimisega seotud huvigruppide poolt?
- c) mida mõistetakse sotsiaalse mõju hindamise all ja kuidas mõjude hindamist Eesti planeerimispraktikas rakendada?

Eelnevalt nimetatud sotsiaalkultuuriliste mõjudena käsitleti uurimuses muutusi eluviisis, elukvaliteedis ja kogukondlikust sidususes. Valik tulenes asjaolust, et need mõjutavad enim kohaliku elanikkonna igapäevaseid toimetusi ja samas loovad põhja uutele muutustele.

Uurimuse teoreetilised lähtekohad tulenesid järgnevatest linnauurimuslikest temaatikatest: linnaruum ja selle erinevad dimensioonid – füüsiline, sotsiaalne ja mentaalne ruum; gentrifikatsioon, tööstusalade taaselavdamise põhjendused ja negatiivsed küljed ning sotsiaalsete mõjude hindamine, võimaldades uuritavat objekti mitmekülgsemalt mõtestada. Kõiki neid aspekte vaadeldi teoreetilises ja kohaliku planeerimissüsteemi raamistikus.

Peamiseks läbivaks teemaks on uurimuses linnaruumi erinevate dimensioonide omavaheline suhestumine ja tajumine erinevate huvigruppide poolt ning kajastumine planeerimises. Sellest johtuvalt on käsitletud sotsiaalsete mõjude hindamise kontseptsiooni ja võimalikku integreerimist kohalikku planeerimisprotsessi, mis võimaldaks planeeringute koostamisel võtta arvesse planeeringu tagajärgi olemasolevatele elukeskkonna aspektidele ja seeläbi ruumi arenguid terviklikumalt suunata.

Metoodika

Töö juhtumiuuringuks on Tallinnas asuv Telliskivi Loomelinnak ja seda ümbritseva linnaruumina Kalamaja ja Pelgulinna asumid. Uurimuse teoreetilistest lähtekohtadest üleskerkinud küsimustele vastuste saamiseks viidi läbi ekspertintervjuud Tallinna Linnaplaneerimise Ameti üldplaneeringute osakonna juhataja ja linnaplaneerijaga ning Telliskivi Maja OÜ juhatuse esimehega. Elanike arvamuse teadasaamiseks viidi läbi internetiküsitlus Kalamaja ja Pelgulinna elanikkonna seas. Nädalase perioodi jooksul (12–19. märts 2013) täideti internetis kokku 80 küsitlust. Küsitlus jagunes kolmeks teemavaldkonnaks – taustainfo, Telliskivi Loomel-

linnak ja tööstusalade taaselavdamine. Tulenevalt vastajate profiilidest võib uuringut pigem ühe subkultuuri raames representatiivseks pidada kui kergekäeliselt tervele Kalamaja ja Pelgulinna elanikkonnale laiendada. Subkultuuri iseloomustavad märksõnad käesolevas töös on *nooremapoolne, aktiivne ja oma elukeskkonna vastu huvi tundev* piirkonna elanik.

Tulemused ja arutelu

Ajalooliselt olid tööstusalad omamoodi keskused, mille ümber kujunes tehasetöölise mitmekesine elurajoon. Peale tööstuse osakaalu vähendamist ja tehaste sulgemist jäid paljud alad kasutuseta. Tööstusalade mastaapsus linnaruumis torkab aga silma ja seetõttu on sinna planeeritava suhestumine olemasoleva väljakujunenud ruumiga väga oluline.

Ühest küljest on Telliskivi Loomelinnaku puhul tegu olemasoleva hoonestuse ärakasutamisega ning seega füüsiliselt ja visuaalselt on aset leidvad muutused väikesed. Teisalt aga tuuakse ala elavdamisega piirkonda juurde nii büroo-, toitlustus-, tarbimis- kui ka meelelahutusruumi, mis kõik mängib inimeste igapäevases elus suurt rolli. Mõjude hindamiseks tehtud küsitluse tulemused näitasid, et elanikud on Telliskivi Loomelinnaku avaldatavate sotsiaalkultuuriliste mõjude suhtes väga positiivselt meelestatud. Loomelinnak on suutnud leida need aspektid, mis linnaruumist on puudu ja mida Kalamaja ning Pelgulinna muutuv elanikkonda vajab. Intervjuudest selgus, et Loomelinnak kavandab jätkata senise tegutsemismudeli alusel ja see on positiivselt vastu võetud ka linnaplaneerijate poolt, kuigi püsib kahtlus, et kui kaua Loomelinnak atraktiivsena püsib.

Küsitlusele vastanute seas leidis samuti neid, kes arvasid, et Loomelinnaku pakutav ei võta arvesse piirkonna elanikke, vaid on suunatud pigem väljas poolt tulijatele. Teine arvamus tõi välja, et uute arengusuundade raames kaotab Telliskivi ka oma senist

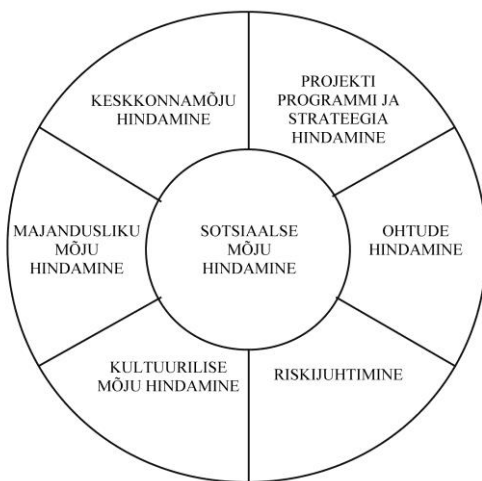
populaarsust noorte kunstilembeste tarbijate seas. Tuleb tõdeda, et Loomelinnak on oma funktsiooni poolest siiski suhteliselt ühekülgne ja suunatud siiski pigem tarbimisele, kajastudes ka põhjustes, miks inimesed Loomelinnakut külastavad. Samas aitab sotsioloog Mark Jayne'i (2006) meelest tugev tarbimisidentiteet kaasa alama maine parandamisele ja tutvustamisele teiste linnaelanike ja turistide seas.

Üldjoontes ühtisid vastanute arvamused nii eluviisile, elukvaliteedile kui ka kogukondlikkusele avaldunud mõjude suhtes. Telliskivi rajamisega aset leidnud muutused on leidnud toetust ja positiivset suhtumist. Intervjuude ja küsitluse käigus selgus, et eelkõige mõeldakse linnaruumist ja selle elementidest rääkimisel füüsilist ruumi, mis on esmaselt tajutav ja nähtav. Küsitluses toodi välja ka mõned sotsiaalse ruumi omadused, kuid seda siiski pealiskaudselt.

Endiste tööstusalade taaselavdamise positiivsete külgedena toodi nii intervjuudes kui küsitluses välja linnaruumi korrastamist, mis soosib uue sotsiaalse ruumi teket ja seeläbi ka piirkonna mainetõusu. Üldiselt johtub küsimustikust, et tööstusalade taaselavdamisse suhtutakse positiivselt, samas oodatakse, et arenguprotsesside planeerimisse kaasataks kohalikku elanikkonda, keda see hiljem mõjutama hakkab. Linnaplaneerijad tõid aga välja heade kaasamisvormide puudumise ja kahtlused kodanike ideede kvaliteedis, mistõttu kohalik elanikkond arengute kavandamisest tihti peale kõrval jääb.

Taaselavdamise negatiivsete külgedena toodi välja planeeringute läbimõtlematust, alade tühja maana käsitlemist ja sellest tulenevalt äärelinliku struktuuri rajamist. Monofunktsionaalse ruumi rajamist ei soosita ja probleemina tunnetatakse autode lisandumist, kuigi mitmekülgse ruumi loomisel väheneb otsene vajadus nende järele. Kõigi nimetatud aspektide kohaselt johtub, et tööstusalade arendajad lähtuvad taaselavdamisel peamiselt majanduslikest aspektidest, mis on sõltuvuses füüsilisest ruumist ja selle olukorrast.

Uute planeeringute juures tuleb seega enam rõhku pöörata ruumi teistele dimensioonidele. Madanipour (1996) näeb linnaruumi kui inimeste, objektide ja sündmuste aglomeratsiooni. Sellest mõttekäigust lähtudes on töös käsitletud sotsiaalse mõju hindamist, mis on Eesti planeerimises uus kontseptsioon. Siiani on erinevatest mõju hindamistest planeerimisprotsessi integreeritud vaid keskkonnamõju hindamine, mille raames vaadeldakse muuhulgas mõju inimese tervisele, heaolule ja varale. Sotsiaalse mõju hindamine iseenesest on palju komplekssem meetod. Nagu Barrow (1997) välja toob, hõlmab see kõiki teisi mõju hindamisi: majanduse, kultuuri, keskkonna, lisaks ohtude hindamist, riskijuhtimist ja projekti kui terviku hindamist (joonis 1).



Joonis 1. Sotsiaalse mõju hindamise suhestumine teiste mõju hindamise valdkondadega.

Kuigi mujal maailmas on see meetod edukalt kasutusel olnud juba pikemat aega, ei ole siiani välja kujunenud ühtset arusaama mõjude liigitamise ega metodoloogia osas (Burdge, 2003). Seetõttu on väga oluline, et nõude sisseviimise eel on olemas normdokumentatsioon,

mis sätestab nõuded sotsiaalse mõju hindamise läbiviimisele ja selle ametlikule vormile. Intervjueeritavad tõid olulisena välja selle, et sotsiaalse mõju hindamine ei tohiks muutuda keskkonnamõju hindamisega sarnaseks just selles osas, et hindamisest pole tihti kasu. Normdokumentatsiooni loomisega sama vajalikud on spetsialistid, kes on pädevad sotsiaalseid mõjusid hindama ja kompleksseid protsesse ka tavakodanikule arusaadavaks teha.

Slootweg *et al.* (2001) toovad esile, et sotsiaalse mõju hindamise puhul on planeeringu piirkonna elanike kaasamine väga oluliseks osaks. Nende nägemus alast lähtub tihti teisest vaatenurgast kui planeerijate või hindajate oma ja seetõttu on nende panus väga oluline planeeringutega ilmnevatele mõjudele hinnangute andmiseks.

Teooria osas nimetatud ruumi dimensioonid on sotsiaalse mõju hindamise kaudu võimalik siduda taas tervikuks. Planeeringutega kavandatakse füüsilist ruumi enamasti paberil, vaadeldes seda ülevalt alla ja luues visuaalseid mustreid, jättes kõrvale vaate maapinnalt ehk sellest sfäärist, mis on kohtumis- ja suhtluspaigaks ruumi tulevastele tarbijatele. Sellele ilmingule on juhtinud tähelepanu Jacobs (1961), Certeau (1980), Madanipour (1996) ja Gehl (2010), tuues välja, et planeerimisel tuleb lähtuda eelkõige inimesest.

Eesti planeerimispraktika lähtub endiselt füüsilise ja sotsiaalse ruumi eraldi vaatlemisest, võtmata arvesse sotsiaalset poolt. Keskendutakse füüsilise ruumi visuaalsetele külgedele ja sümbol-ehitiste rajamisele. Füüsilisele ruumile keskendumine selgub ka intervjuudest ja küsitlusest, mistõttu on teiste dimensioonide tagasitoomine inimeste mõtteviisi veelgi olulisem.

Kokkuvõte

Eestis leidub palju tööstusalasid, mis seisavad kasutuseta ja suletuna ning katkestavad linna struktuure. Endiste tööstusalade taaskasutamine loob võimalusi linnade arenguks olemasolevate piiride sees. Kuid uue linnakeskkonna rajamisel on oluline arvestada ruumi erinevate dimensioonidega.

Uurimus käsitles Telliskivi Loomelinnaku põhjal tööstusala taas-elavdamisel ümbritsevale linnaruumile avalduvaid sotsiaalkultuurilisi mõjusid. Töö käigus läbi viidud intervjuude ja küsitluste põhjal selgus, et Telliskivi Loomelinnakuga kaasnevaid mõjusid nähakse positiivselt ehk uuritud näitajad - muutused eluviisis, elukvaliteedis ja kogukondlikust sidususes - on enamasti liikunud paremuse poole. Siinkohal on oluline välja tuua, et Telliskivi puhul on kindlasti tegu pigem ainulaadse juhtumiga, mis on mõjutatud piirkonnas aset leidnud gentrifikatsioonist, elufunktsiooni domineerimisest olemasolevas linnaruumis ja otsusest taaselavdada loomelinnaku alad olemasoleva hoonestuse põhjal.

Tööstusalad pakuvad tõsiseltvõetavat arengupotentsiaali Tallinna linnaruumis. Nende taaselavdamisel ei peaks arendajad lähtuma vaid majanduslikest aspektidest, mis on tugevalt seotud füüsilise ruumi dimensiooniga, vaid üha enam hakkama mõtlema ka sotsiaalse ruumi peale. Sotsiaalse ruumi olulisusele ei pööra hetkel piisavalt tähelepanu ka planeerimisega seotud ametnikud, kelle roll planeeringute koostamisel on tulenevalt maaomandi suhetest jäänud tahaplaanile. Linnaruumi erinevate dimensioonide omavaheline sidumine ja linna arengute laiemas kontekstis vaatlemine on kohaliku planeerimisprotsessi nõrgaks, kuid parandatavaks küljeks.

Sotsiaalse mõju hindamise rakendamisega astutaks samm lähemale erinevate linnaruumi dimensioonide – füüsilise, sotsiaalse ja mentaalse – sidumisel taas ühtseks tervikuks. Sotsiaalse ruumi tähelepanuta jätmine on toonud kaasa asumiseltside tekke ja aktiiv-

suse, samas ka planeeringutega seotud kohtujuhtumeid, mis näitab, et planeerimispraktikal on arenguruumi.

Käesolevas uurimuses uuriti vaid ühte osa sotsiaalsetest mõjudest. Taaselavdatud aladele loodavad keskkonnad on aga väga erinevad ja seetõttu peab sotsiaalse mõju hindamise rakendamisele eelnevalt komplekssemalt uurima erinevate mõjude ilmnemist kohalikus kontekstis ja samaaegselt võtma õppust mujal riikides tehtavatest mõjude hindamisest, et vältida hindamise pealiskaudsust ja eesmärkide mittetäitmist.

Viiteallikad

Barrow, C.J. 1997. Environmental and Social Impact Assessment: An Introduction. London: Arnold.

Burdge, R.J. 2003. Benefiting from the practice of social impact assessment. *Impact Assessment and Project Appraisal.*, 21 (3), 225–229.

Certeau, M. de. 1980. The Practice of Everyday Life. Berkeley: University of California Press.

Gehl, J. 2010. Cities for people. Washington: Island Press.

Jacobs, J. 1961. The Death and Life of Great American Cities. England: Penguin Books.

Jayne, M. 2006. Cities and Consumption. London: Routledge.

Madanipour, A. 1996. Design of urban space: an inquiry into social-spatial process. Chichester: Wiley.

Slootweg, R., Vanclay, F., Schooten, M. van. 2001. Functional evaluation as a frame-work for the integration of social and environmental impact assessment. *Impact Assessment and Project Appraisal.* 19 (1), 19–28.

Summary

SOCIOCULTURAL IMPACTS OF FORMER INDUSTRIAL AREA REVITALIZATION ON THE SURROUNDING URBAN SPACE: THE CASE OF TELLISKIVI LOOMELINNAK

After 22 years of independence, many former industrial areas in Estonia are still empty and closed, interrupting the functional urban space. Revitalization of these areas has growth potential for the city development inside its borders. This thesis was driven by understanding that when revitalizing large built areas, the impacts that they bring along to the surrounding areas and their residents are not being enough focused on. Areas surrounding the former industrial areas are working as a background system for the revitalization but are also being influenced by the new created spaces.

The aim of the thesis was to find out how revitalization of former industrial area influences the urban space surrounding it by studying sociocultural impacts of Telliskivi Loomelinnak on Kalamaja and Pelgulinn district. Sociocultural impacts under examination were impacts on lifestyle, quality of life and community cohesion.

The results of the qualitative analysis bring out that the development of Telliskivi Loomelinnak is positively perceived by the residents of surrounding areas. The changes have become evident on all the indicators in question: safety, crime, infrastructures, transportation connections, access to services, amount of cultural events, cultural consumption, activity, people's involvement in urban space, communication between the locals, quality of life, health, social well-being, upkeep and image of the area.

The results also bring out that social impact assessment is a new concept for city planners and developers. So far, most of the attention in planning is focused on the physical space and somewhat on mental space, leaving social dimension out of

question. When bringing out positive and negative sides of the revitalization, all the sides mostly named elements of physical space. The only group, bringing out social aspects, was the group of residents. To bring the social dimension back into the planning practice, integrating social impact assessment into planning system would be a good starting point.

In order to successfully integrate social impact assessment to local planning system, it is necessary to find out how different impacts immerge in local conditions and study examples of the process in other countries to put together assessment plan that is fully suitable with the local context.

TÄNAME TOETAJAD

Hasartmängumaksu Nõukogu

Maateaduste ja Ökoloogia Doktorikool

Tallinna Ülikooli Matemaatika ja Loodusteaduste Instituut

Tallinna Ülikooli Üliõpilaskond

Eesti Teaduste Akadeemia

Tartu Ülikooli Loodus- ja Tehnoloogiateaduskonna Ökoloogia
ja Maateaduste Instituudi Geograafia osakond

AS Regio