

Tartu Ülikool
Humanitaarteaduste ja kunstide valdkond
Ajaloo ja arheoloogia instituut
Arheoloogia osakond

Helena Eenmaa

Arheoloogiliste ja loodusteaduslike andmete kasutamine varase maaviljeluse tuvastamisel.

Võimalused ja ohud

Bakalaureusetöö

Juhendajad:

Kristiina Johanson, PhD ja Anneli Poska, PhD

Tartu 2026

Annotatsioon

Minu bakalaureusetöö puudutab varast ja katsetamisjärgus **maaharimist** ehk maaharimise algust Eesti alal. Tegemist on intrigeeriva teemaga, kuna maaharimise kasutuselevõtt muinasajal näitab kontaktide olemasolu naabritega ja muutusi keskkonnas. Samas on võimalused maaharimise tõendamiseks napid. Parim tõendusmaterjal selleks oleks muinaspõllud ja teraviljaterad, kuid mõlemad on säilinud vähe. Seepärast otsivadki arheoloogid maaharimise tuvastamisel tuge teravilja kasvatamisele viitavast **õietolmust**. Mina oma töös püüan vaadata, kuidas saab õietolmu andmeid kasutada, mis on sellega kaasnevad võimalused, aga ka ohud. *Cerealia* tüüpi taimede (sinna hulka kuuluvad ka teraviljad) õietolmust üksi maaharimise kinnitamiseks/tuvastamiseks ei piisa. Kuid ehk seisneb *Cerealia* õietolmu suurem kasu hoopis võimaluses, et see juhatab arheoloogidele kätte seni teadmata **asulakohad**? – Täpsemalt sellisele praktilisele kasule minu bakalaureusetöö püüabki keskenduda.

Märksõnad: varane maaharimine, õietolm, asulakohad, kiviaeg, pronksiaeg

Sisukord

Sissejuhatus.....	4
1. Teoreetiline taust.....	8
1.1 Muinasaegse põllumajanduse tuvastamise võimalused.....	8
1.2 Õietolm arheoloogias, selle plussid ja miinused	10
1.2.1 Õietolmu levik ja proovide kogumine	10
1.2.2 Probleemid õietolmuleidude tõlgendamisel.....	11
2. Allikad ja meetod	14
2.1 Õietolmu ja söeosakeste andmed	14
2.2. Arheoloogia andmed.....	15
3. Tulemused	18
3.1 Kagu-Eesti.....	19
3.1.1 Kagu-Eesti loodusteaduslikud andmed.....	19
3.1.2 Kagu-Eesti arheoloogia andmed	21
3.2 Põhja-Eesti rannik.....	23
3.2.1 Põhja-Eesti ranniku loodusteaduslikud andmed	23
3.2.2 Põhja-Eesti ranniku arheoloogia andmed.....	25
3.3 Loode-Eesti.....	27
3.3.1 Loode-Eesti loodusteaduslikud andmed	27
3.3.2 Loode-Eesti arheoloogia andmed	28
4. Arutelu, loodusteaduslik tõlgendus ja metodoloogilised järeldused	30
4.1 Maaviljeluse algus loodusteadusliku andmestiku põhjal	30
4.2 Arheoloogilise ja loodusteadusliku andmestiku korrelatsioon	31
4.3 Üheaegne avamaastiku näitajate langus kõigis piirkondades	32
4.4 Praktiline väärtus/soovitused	32
4.4.1 Kagu-Eesti	35
4.4.1.1 Nakri järv.....	35
4.4.1.2 Verijärv.....	36
4.4.1.3 Rõuge Tõugjärv.....	37
4.4.1.4 Lasva järv	38
4.4.1.5 Vagula järv.....	39
4.5 Metodoloogilised järeldused.....	40
Kokkuvõte	41

Kasutatud allikad	44
Summary: Combining archaeological and natural science data for identifying early agriculture. Opportunities and threats	52

LISAD

Lisa 1. Proovivõtukohad

1.1 Kagu-Eesti

1.2 Põhja-Eesti

1.3 Loode-Eesti

1.4 Üksikud järved

Sissejuhatus

Üleminek küttimiselt-kalastuselt-koriluselt maaharimisele ja karjakasvatusele on üks enim diskuteeritud küsimusi arheoloogias. Sellega kaasnesid uued valikud elukoha osas, paiksus, uued sotsiaalsed struktuurid ja mõnikord uus elanikkond, rääkimata „lihtsalt“ muutustest toidulaual. Lühidalt: põllumajandus tõi kaasa täiesti uudse eluviisi (Childe 1962, 34). See lõi majandusliku baasi elanikkonna kasvuks, tänu millele tekkis alus tsivilisatsiooni sünniks (Kriiska 2007, 265).

Mõnes piirkonnas võttis see üleminek vähem aega, mõnes kauem. Põllumajandusele ülemineku kiiruse põhjused võivad tuleneda looduskeskkonna piirangutest (Poska & Saarse 2006, 169), aga ka teadlikust valikust. Kui saakloomi on külluses (Kukk jt 2000), siis milleks vahetada seda elatusallikat rasket tööd nõudva maaharimise vastu (Motuzaitė-Matuzevičiūtė 2017). Põhjused võivad sõltuda ka kontaktidest teiste inimgruppidega, kes juba olid selle uudse eluviisiga tutvust teinud (Kriiska 2007, 275), või nende kontaktide puudumisest.

Verne Gordon Childe on üleminekut põllumajandusele nimetanud „piiriks, millest teisele poole jääb metslus ja barbaarsus“ (Childe 1962, 34). Nii radikaalset joont vaevalt et ükski arheoloog maaharimise ja selle puudumise vahele tänaseks enam tõmbab (Oras *et al* 2023), aga maaharimise algus paelub arheolooge endiselt. Loetud kirjandusest jääb mulje, et see huvi on eriti tugev põhjapoolsetel aladel, k.a Läänemere idakaldal (nt Teemu Mökköneni ja Heikki Simola diskussioon, Mökkönen 2009, Simola 2010). Võib-olla tulenebki see asukohast. Mida põhjapoolsem piirkond ja mida varasem dateering – s.t need kaks koos – seda intrigeerivam maaharimise alguse küsimus on, sest maaharimine põhjas on kahtlemata suurem väljakutse kui sama ettevõtmine lõunas.

Leedu arheoloogid Mindaugas Grikkėdis ja Giedrė Motuzaitė-Matuzevičiūtė paigutavad maaharimise alguse Läänemere idakaldal kõige varem pronksiaega (Grikkėdis & Motuzaitė-Matuzevičiūtė 2017, 5). Aga kas võiks tuge leida ka viimati mh Eesti ajaloo I köites esitatud seisukoht, et maaharimisega võidi, ennekõike rannikul ja saartel, ajuti ja väikesemahuliselt tegeleda juba IV aastatuhandel eKr, kammkeraamika kultuuri perioodil? Olgu üle rõhutatud sõnad *väikesemahuliselt* ja *ajuti*. Laiaulatuslikumad muutused elatusviisis paigutatakse ka EA I-s III aastatuhandesse, nõorkeraamika kultuuri aega (Kriiska *et al* 2020, 122).

Võimalused varase põllumajanduse tuvastamiseks on piiratud. Parim viis selleks oleks tõendusmaterjal teraviljaterade kujul, koduloomaluud (ja sarved) ning loomulikult põllujäänused (Kriiska 2007, 266). Mina vaatan, mida ütleb maaharimise kohta palünoloogiline andmestik, täpsemalt *Cerealia* tüüpi taimede ja avamaastikule viitavate taimede õietolm (edaspidi vastavalt *Cerealia* õietolm ja avamaastiku taimede õietolm) ning söe leiud Eesti järvede põhjasetteis. *Cerealia* siin töös tähendab nisu- ehk *Triticum*-tüüpi, kaera- ehk *Avena*-tüüpi, odra- ehk *Hordeum*-tüüpi ja rukki- ehk *Secale*-tüüpi taimede õietolmu. Eesti asub parasvöötme metsavööndis (Poska 2001, 13), avamaastiku taimede õietolmu vaatan aga seetõttu, et maaharimine, nagu ka karjahoid (Kriiska *et al* 2020, 121) ja -kasvatus (Baum *et al* 2016), eeldab maastiku ava(ne)mist. Söetükikeste esinemist vaatan seetõttu, et avamaastikku saadi juurde tulega raadamisel. Neid loodusteaduslikke andmeid võrdlen ümbruskonna arheoloogilise materjaliga: asulakohtade, kivikirve leiukohtade ja fossiilsete põldudega.

Minu bakalaureusetöö eesmärk on uurida, kuidas aitab arheoloogiliste ja loodusteaduslike andmete kõrvutamine metodoloogiliselt kaasa maaharimise alguse aja ja piirkonna väljaselgitamisele. Eesmärgi saavutamiseks keskendun järgnevatele uurimisküsimustele: kas piirkonnas, mille järvede setteis on registreeritud *Cerealia* õietolmu ning tõusu avamaastiku taimede õietolmu ja söeosakeste näitajais, on teada ka samaaegseid asulakohti, muinaspõlde ja kivikirve leiukohti? Kui selline kokkulangevus on olemas, siis kui kasulik see teadmine on kinnitamaks või tuvastamaks maaharimist selles piirkonnas?

Vaadeldavaks ajavahemikuks valisin õietolmu andmete osas 6000–1000 eKr,¹ mis hõlmab hilismesoliitikumi, neoliitikumi ning varast ja keskmist pronksiaega². Kogu Eesti ala vaatlen seetõttu, et see võimaldab võrrelda piirkondi, mis erinevad näiteks looduskeskkonna või kontaktide poolest. Nii varasest ajast alustan, et jälgida, kas avamaastiku taimed lisanduvad koos *Cerealia*’ga – millest võiks järeldada ka inimese teadlikku tegutsemist haritava maa võitmiseks – või hakkab avamaastiku määr tõusma

¹ Kõik dateeringud minu töös on toodud eKr-pKr-süsteemis. Ka siis, kui esialgses allikas on kasutatud geoloogidele omast BP (*before present*) määrangut, olen selle ühtluse huvides konverteerinud Kristuse sünnist lähtuvasse süsteemi. Kuna BP-süsteemi nullpunktiks loetakse aastat 1950, siis lahutasin BP-määranguga dateeringutest 1950 aastat.

² Lähtun viimasest ilmunud esiaja kronoloogiast (Kriiska jt 2020, 17, jn 1), mille järgi hilismesoliitikumi I ja II etapp on dateeritud vahemikku 7000-3900 eKr, neoliitikumi kolm etappi vahemikku 3900-1750 eKr ning varane pronksiaeg 1750-1250 eKr ja keskmine pronksiaeg vahemikku 1250-850 eKr. Narva keraamika kultuur on dateeritud 5200-3900 eKr, kammkeraamika kultuur 3900-1750 eKr ja nöörikeramika kultuur 2800-2000 eKr.

juba enne *Cerealia* õietolmu ilmumist. Sellise ülemise ajapiiri valisin, kuna keskmisest pronksiajast alates muutuvad maaharimise märgid kindlamaks (Kriiska 2020, 177), kuid see on just varasem maaharimine, mis intrigeerib ja mille peal sooviksin töös kirjeldatud meetodit katsetada. Asulakohti vaatan alates neoliitilistest, kuna mesoliitilisi on peamiselt kiviesemetest koosneva leiumaterjali alusel keeruline täpsemalt dateerida.

Töö põhiosas annan taustainformatsiooni maaharimise tuvastamise võimalikkusest, õietolmuandmete plussidest ja miinustest arheoloogias ning tutvustan detailsemalt oma allikmaterjali ja meetodit. Seejärel esitan minu allikate põhjal saadud tulemused ning arutlen, kuidas aitavad need kaasa maaharimise tuvastamisele ja mida ütlevad need maaharimise esimeste katsetuste kohta Eesti alal.

Kuna õietolmu leviku jm diagrammidel ja kaartidel on minu töös kandev roll, esitan ülevaatlilikud neist jooksvalt töös, et lugeja saaks need kohe tekstiga siduda; iga konkreetse õietolmu leiukoha diagrammi jm esitan kataloogis (Lisa 1).

Kasutan oma töös järgmisi andmeid: a) *Cerealia*, sh rukki õietolmu levik Eesti alal, b) avamaastiku taimede õietolmu osakaalu muutused, c) söetükikeste osakaalu muutused ning d) asulate, kivikirveste ning põllujäänuste leiukohad. Loon nende andmetega diagrammid ja kaardikihid.

Õietolmu toel varase maaviljeluse tuvastamise seniste tulemuste osas lähtun mh Anneli Poska doktoritööst „Human Impact on Vegetation of Coastal Estonia during the Stone Age“ (Poska 2001) ja Poska ja Saarse artiklist “New Evidence of Possible Crop Introduction to North-Eastern Europe during the Stone Age” (Poska & Saarse 2006). Õietolmu kui võimalust minevikuteadustes on paleoökoloogidest kasutanud veel nt Siim Veski, kes on taastanud Eesti ja naabruse looduskeskkonna kujunemise pärast mandriliustiku taandumist viimase jääaja lõpus (Veski *et al* 2012). Varast maaharimist uurinud arheoloogide seast toetun peamiselt Aivar Kriiska seisukohtadele, nt artiklites “Põllumajanduse algus Eesti alal” (Kriiska 2007) ja “The beginning of farming in the Eastern Baltic” (Kriiska 2009). Hilisematest publikatsioonidest kasutan nt Ester Orase jt artiklit “Parallel Worlds and Mixed Economies: Multi-Proxy Analysis Reveals Complex Subsistence Systems at the Dawn of Early Farming in the Northeast Baltic”, kus rõhutatakse, et Läänemere idakalda kütid-kalurid-korilased ja maaharijad elasid vähemalt aastatuhande jagu kõrvuti. Ka nende inimgruppide puhul, kes põlluharimise ja

loomakasvatuse oma elatusviiside hulka lülitasid, ei tõrjunud need küttimist-kalastust-korilust välja. Tegu oli segamajandusega nii territooriumi kui inimgruppide lõikes (Oras *et al* 2023). Asulakohtade puhul lähtun peaaesjalikult elukohavalikuid analüüsivast artiklist “Environment and Settlement Location Choice in Stone Age Estonia” (Sikk *et al* 2020) ja kivikirveste puhul Kristiina Johanson magistritööst “Silmaga kivikirved Eesti arheoloogilises materjalis. Juhuleidude tõlgendusvõimalusi” (Johanson 2006). Muinasajaga tegelevatest Eesti arheoloogidest on õietolmust lähtuvaid võimalusi oma töösse kaasanud veel nt Valter Lang (nt Lang *et al* 2012) – ka tema kirjutatule toetun.³

Eesti naaberriikides on varase maaharimise ja õietolmu seostega tegelenud Giedrė Motuzaitė-Matuzevičiūtė Leedus ja Maria Lahtinen Soomes koos Peter Rowley-Conwyga. Tõsi, viimased kolm on õietolmust lähtuva maaharimise dateerimise suhtes kriitilised. Arvestan ka nende väljatooduga, nt artiklites: “The Possible Geographic Margin Effect on the Delay of Agriculture Introduction into the East Baltic” (Motuzaitė-Matuzevičiūtė 2017) ja “Early Farming in Finland: Was there Cultivation before the Iron Age (500 BC)?” (Lahtinen & Rowley-Conwy 2013). Soome puhul võiks veel mainida Teija Aleniust, kes vastupidi, on õietolmust lähtuva maaharimise tuvastamise suhtes toetav (Alenius *et al* 2012).

Kiviaja *Cerealia* tüüpi taimede õietolmu andmestikku ja samasse perioodi kuuluvaid asula- ja leiukohti Eesti alal kõrvutasin esmalt oma proseminaritöös. Varem on seda kogu Eesti ala kohta teinud Aivar Kriiska (Kriiska 2009); Vivika Väli jt on loodusteaduslikke ja arheoloogilisi andmeid kõrvutatud Karula kõrgustiku puhul Kagu-Eestis (Väli *et al* 2024). Minu tööle on kaasa aidanud: mu juhendajad Kristiina Johanson ja Anneli Poska, diagrammide vormistamise osas Aivar Paalberg, kaartide osas kolleeg Otto-Kristjan Vanajuur ja Jüri Vassiljev, head nõu olen saanud ka Siim Veskilt (kaks viimast nagu ka Anneli Poska on Taltechis geoloogid). Tartu ülikooli arheoloogia andmebaasi osas aitas mind arheoloogiakogude hoidja Riina Juurik. Täna teid kõiki. Kasutasin tehisarut (Claude (versioon Sonnet 4.6) teksti toimetamiseks peatükkides 1.1 ja 4 ning kokkuvõttes ja Lisas esitatud tabelite vormistamiseks.

³ Keskaja kontekstis on õietolmuandmeid oma töösse kaasanud arheoloog Heiki Valk (Valk ja Kihno 1999).

1. Teoreetiline taust

1.1 Muinasaegse põllumajanduse tuvastamise võimalused

Varast põllumajandust on keeruline tuvastada. Parimad tõendid selleks oleksid teraviljaterad, põllujäänused ja koduloomaluud (Kriiska 2007, 266), kuid viimaste puhul tuleb arvestada, et põlluharimine ja loomakasvatus ei pruukinud levida samal ajal.

Kindlad – s.t mitte oletuslikud – **põllujäänused** on koondunud Lääne-Eestisse, saartele ja Põhja-Eesti rannikule (Lang 2007, 302). Kõige varasemad radiosüsiniku meetodil dateeritud põllud on Jägala Jõesuu alepõllud (2000 eKr) (Kriiska *et al* 2023). Enamasti peetaksegi Euroopa esimeseks maaharimisviisiks aletamist⁴, millest aga pole maapinnal reljeefseid jälgi säilinud (Kriiska 2007, 278). Valter Langi sõnul oli kiviaja lõpu ja vanema pronksiaja maakasutuseks Eesti alal hajapõllundus, ringlev alepõllundus: “Väikesed ajutised, sagedasti oma asukohta muutvad alepõllud ei jätnud märgatavaid jälgi maastikule ega ka soo- ja järvesetetes; tugevama inimõju faasid jäid kõikjal üsna lühikeseks” (Lang 2007, 311). Vösapõllud – metsa tehtud alepõllulapikesed – on veelgi raskemini maastikul tuvastatavad. Neile lisanduvad terraspõllud, „mida on avastatud mitmel pool Kagu-Eesti kõrgustike mäenõlvadel“, mida aga pole lähemalt uuritud (Lang 2007, 293).⁵

Kuna alepõllundus on ekstensiivne maaharimisviis, siis ei jää sellest reljeefseid jälgi (nt põllukivipeenrad) nagu hilisematest balti või keldi põldudest. Osa alepõldudest on hilisemate põldude rajamise käigus lõhutud. Seega, teised Jägala alepõldudega samaaegsed või varasemadki alepõllud võivad olla leidmata.

Esimesi maaharimisele viitavaid **tööriistu** on raske tuvastada (Kriiska 2007, 269). Esimeseks põllutööriistaks võib pidada köblast (Kriiska *et al* 2020, 125), kuigi seda võidi kasutada ka söödavate juurikate väljakaevamiseks (Johanson 2006, 26–27). Terava otsaga kepp ja tokk võisid olla veelgi mitmeotstarbelisemad, paralleele sellele leiab nii etnograafilisest materjalist (Kriiska 2007, 267) kui tänapäevast.

⁴ Leidub ka autoreid, kes leiavad, et aletamine ei pruukinud olla varaseim maaharimisviis (nt Baum 2016).

⁵ Pille Tomson on välja toonud, et vösapõllud tehti “järsematele nõlvadele” (Tomson 2007, 120–122). Kalev Koppel on 17.–19. sajandi kohta välja toonud, et alepõlde eelistati rajada 3–4° kaldenurgaga nõlvadele (Koppel 2005, 89). Muinasaegsete põllumeeste eelistused ei pruukinud olla kuigi erinevad.

Taimsed makrofossiilid – **teraviljaterad**, seemned, lehe- ja varrekatked – ei säili pinnases hästi (Poska & Saarse 2006, 169), v.a liigniiskes keskkonnas või põlenuna (Kukk *et al* 2000, 1). Eestist leitud (Jaanits 1992) varaseim (arheoloogilise kihi järgi 2700 eKr) teraviljatera pärineb Iru kindlustatud asulakohast. Kuna Iru tera ise on kaduma läinud, pole võimalik dateerida tera ennast (Oras *et al* 2023). Järgmised leiud pärinevad pronksiaegsest kindlustatud asulast Asvas Saaremaal (Sperling *et al* 2021, 61) ja eelrooma rauaaegsest asulast Tallinnas Pärnu maanteel (Niinesalu-Moon *et al* 2023, 143). Grikpèdis ja Motuzaitè-Matuzevičiūtè hoiatavad, et ka viljaterad ei tõesta tingimata kultuurtaimede kasvatamist kohapeal – tegu võib olla vahetuskaubaga (Grikpèdis & Motuzaitè-Matuzevičiūtè, 2018, 5). Eesti arheoloogilistel kaevamistel rakendatakse pinnaseproovide võtmist ja floteerimist (orgaaniliste leidude eraldamist veega) harva (Johanson *et al* 2025), mistõttu taimejäänused jäävad tihti leidmata (Johanson *et al* 2024, 294–295). Süstemaatilisem floteerimine – eriti teravilja hoiustamis- ja töötlemiskohtadel – võiks oluliselt täiendada teadmisi varajasest maaharimisest (Johanson *et al* 2024).

Koduloomade (lammas, kits, siga) **luud ja luuesemed** hauapanustena ilmuvad Eesti zooarheoloogilises materjalis alates hilisneoliitikumist (u 2800 eKr) (Oras *et al* 2023, 3).

Keraamika pinnalt on tuvastatud **lipiide**, mis osutavad piimasaadustele (Oras *et al* 2023, 7). Ent ka loomad ja piimasaadused võisid jõuda siia vahetuskaubana (Motuzaitè-Matuzevičiūtè 2017, 152), nagu ka luust esemed (Lõugas *et al* 2007).

Maaharimisele võivad viidata ka **fütoliidid**, mikroskoopilised ränist taimestruktuurid, mis säilivad pinnases kaua pärast taimekudede lagunemist (Unt 2021). Eestis on neid siiani analüüsitud vaid Jägala Jõesuu muinaspõldudel (Kriiska 2023), kuid ka seda võiks süsteemselt teha. Teravilja tarbimisele – kuid mitte tingimata kohalikule kasvatamisele – viitavad kultuurkõrreliste mikrojäänused (fütoliidid, tärkliseterad) keraamika **kõrbekihis** (Chen *et al* 2023) ja inimese **hambakivis** (Unt 2021) ning inimsäilmete isotoopanalüüsis (Peeters 2021, 3). Karjakasvatuse tõendina kasutatakse rohusööjate sõnnikuga seotud seene-eoste lisandumist järvesetetes (Stivrins *et al* 2014).

1.2 Õietolm arheoloogias, selle plussid ja miinused

1.2.1 Õietolmu levik ja proovide kogumine

Õietolm on osa seemnetaimede paljunemismehhanismist, kus tuule, putukate jt loomade toel edasi kantav õietolm viljastab taime, millele ta kandub. Taimed toodavad õietolmu palju ning tänu oma vastupidavale kestale võivad õietolmuterad sobivas hapnikuvaeses keskkonnas nagu sood, rabad ja järved säilida sadu tuhandeid aastaid (Kriiska 2009). Seetõttu on õietolm väärtuslik infoallikas minevikuteadlastele. Kultuurkõrreliste ja avamaastiku taimede õietolm võib aidata tuvastada maaviljelust. Siiski on õietolmu abil maaharimise tõendamise juures aspekte, mille puhul tuleks ettevaatlik olla (Oras *et al* 2023). Selles peatükis toon välja õietolmu pakutavad võimalused ning ka õietolmu kui allikmaterjaliga seotud ohud ennatlike järelduste tegemiseks.

Kõige vanemad õietolmuleiud maailmas on pärit Ida-Hiinast Anhui provintsist ja dateeritud Devoni ajastusse (419–359 miljonit aastat tagasi) (Wang *et al* 2016). Eesti puhul on mandriliustik vanimad võimalikud leiud valdavalt endaga viinud, õietolmu toel on taastatud ligi 14 500 aasta tagune keskkonnapilt Eestis (Bakumenko *et al* 2026). On siiski ka kaugemale minevaid rekonstruktsioone (Molodkova *et al* 2006).

Õietolmu kui võimalust arheoloogias tutvustas esimest korda laiemalt Rootsi loodusteadlane Lennart von Post 1916. aastal. Õietolmuteradega tegeleva palünoloogia alguseks Eestis peetakse 1924. aastat, mil uuriti õietolmuteri Kunda muinasjärve setteist. Von Posti käe all õppis välja baltisaksa geoloog Paul William Thomson, kes omakorda tegi koostööd arheoloog Richard Indrekoga (Kriiska *et al* 2005, 272). 1990ndatel tihenes arheoloogide koostöö palünoloogidega taas ja just varase maaviljeluse otsinguil (Kriiska *et al* 2005, 99).

Järgnevalt kirjeldan, kuidas õietolmu kogutakse. Puursüdamiku võtmiseks järve-, soo- ja rabasetteist kasutatakse enamasti nn vene puuri. Puur läbib settekihte, mis on tekkinud pärast mandriliustiku taandumist viimase jääaja lõpus. Setete paksus võib ulatuda paarikümnest sentimeetrist paepealsel rannikul üle kümne meetri rabades. Enamasti 0,5 cm paksused (0,5–2 cm³ ruumalaga) setteproovid võetakse puursüdamikust 2–5 cm tagant, harvem 0,5 cm või paarikümne cm tagant. Õietolmuproove võetakse uurimisküsimuse lahendamiseks optimaalse sammuga ja ühes proovis sisalduv õietolm

võib kajastada ajavahemikku mõnest kuni mõnesaja aastani. Kuna proove ei võeta kogu südamiku pikkuses, jääb osa õietolmust paratamatult registreerimata.

Õietolm levib peamiselt kolmel moel. Kleepjas õietolm levib putukate ja teiste loomadega. Kerge ja tolmulaadne õietolm kandub edasi tuulega. Isetolmlejate viljastumine toimub enamasti õie sees ning õietolm võib sellistel taimedel ümbritsevasse keskkonda vabaneda alles seemne arengu hilisemates faasides. Osa taimi kasutab mitut tolmlemisviisi, sõltuvalt vajadusest ja võimalustest. Piltlikult, kui mesilased ei külasta taimi piisavalt tihti, võib ülejääv õietolm edasi kanduda tuule abil (Vuorela 1973, 14). Samamoodi, vastavalt vajadusele ja võimalustele, käituvad ka *Cerealia* tüüpi õietolmuga taimed, sh kultuurkõrrelised.

Väikeste ehk alla 50 ha suuruste järvede põhiliseks õietolmu sissekandevalaks peetakse ümbrust 2 km raadiuses (Githumbi *et al* 2022). Suuremate (>100 ha) järvede põhiline õietolmu sissekande ala on järvest 50–100 km raadiuses (Sugita 1994). Kui räägime varasest, katsetamisjärgus ja väikesemõõdulisest maaharimisest, siis tekkis õietolmu vähe. Vähene õietolm aga jaotub suurte järvede põhjasetetes hõredalt ja ei pruugi uurija mikroskoobi alla sattuda.

1.2.2 Probleemid õietolmuleidude tõlgendamisel

Võrreldes teravilja ja avamaastiku taimede õietolmu kaalukust järelduste tegemisel maaharimise kohta, peetakse esimest neist primaarseks ja teist sekundaarseks (Abraham *et al* 2023). Siiski on ka *Cerealia* tüüpi õietolmu andmete kasutamisel arheoloogias aspekte, mis kutsuvad ettevaatusele. Üks neist on **tuulekanne**. Tuul võib kergelt õietolmu kanda mitte ainult sadade, vaid tuhandete kilomeetrite kaugusele. Tänapäeval on registreeritud Itaalia või isegi Põhja-Aafrika päritolu *Cerealia* õietolmu Rootsisis põhjapolaarjoone lähedal (Lahtinen & Rowley-Conwy 2013, 670).⁶ Samas, enamik teravilju toodab vähe õietolmu (v.a rukis), s.t et väga kaugele saab selle vähese koguse peale jõuda õietolmu harva ja vähe.

Üksikud, liiga vara ja liiga kaugele põhja sattunud teravilja õietolmu terad on suure tõenäosusega kaugkandelised (Lahtinen & Rowley-Conwy 2013, 672). Eesti

⁶ Konkreetset juhul järeldati õietolmu Itaalia või isegi Põhja-Aafrika päritolu asjaolust, et need olid lähimad paigad, kus õietolmu tuvastamise ajale eelnevalt oli toimunud tolmlimine. Kuna õietolm tuvastati lume pinnalt, ei saanud see olla näiteks möödunud aasta oma.

õietolmuproovides on üksikuid *Cerealia* õietolmuteri registreeritud juba mesoliitikumist, ja mitte vaid mesoliitikumi lõpust, vaid ka selle varasemast etapist. Kasutasin neid varaseid leide oma proseminaritöös, kuid bakalaureusetööst otsustasin need koostöös juhendajatega välja jätta kui ebarealistlikud, geograafilisse konteksti sobimatult varased viitamaks isegi esimestele väga väikesemõõdulistele maaharimise katsetustele. Esemeleid ootamatus kohas ootamatul ajal ei ole tingimata vastuoluline, eseme teekond on vabam. Oskused ja teadmised aga, mida ka maaharimine eeldab, pigem ei eksisteeri lahus oma ümbrusest, s.t naabritest. Üksik *Cerealia* õietolmuttera Eesti järvesetteis on maaharimise näitajana ebarealistlik, kui see kuulub aega, mil meie naabrid maaharimisega veel ei tegelenud.

Õietolmutterade **liigi täpsuseni määramine** võib samuti riskikoht olla. Välised tunnused võivad olla liigiti väga sarnased ning arheoloogilise ja paleoökoloogilise materjali puhul on mõneti kaotanud oma iseloomulikke tunnuseid (Tweddle *et al* 2010), mistõttu võib uurija liigi määramisel eksida, näiteks metsikut liiki kultuurliigiks pidades (Grikpēdis & Motuzaitė-Matuzevičiūtė, 2018). Veelgi enam, enamikku *Cerealia* tüüpi õietolmuga taimi ei ole võimalik määrata liigini, vaid üksnes tüübini, mis võib sisaldada nii kultuurkõrrelisi kui nende metsikuid sugulasi. Vaid rukist (*Secale cereale*), mille õietolmutterad on selgelt eristuva välimusega, on võimalik määrata liigini. On kritiseeritud (Behre 2007), et kuna varasele maaharimisele osutatakse toetudes üksnes tüübini määratud õietolmule, siis jätab see liiga suure eksimisruumi. Tüübini ulatuvale määrangule on siiski toetunud paljud uurijad, nii arheoloogid kui geoloogid jt (Behre 2007). *Cerealia* õietolmutterade DNA määramine on võimatu nende vähese koguse, väiksuse ja ehituse tõttu. Samas, kuna settesse talletub ka taimede suuremate osade DNA-d (õietolmu DNA-d harva), võib arenev sette-DNA valdkond siin appi tulla (nt Pedersen *et al* 2015). Praegu tuleb taime liik siiski kindlaks teha õietolmutterade väliste tunnuste põhjal mikroskoobi all. On tüübini määramine piisav või mitte – see arutelu nõuaks teema läbitöötamist sügavamalt, kui minu töö maht võimaldab.

Varase maaharimise puhul võib proovides leiduda vaid **üks-kaks *Cerealia* õietolmuttera**. Maria Lahtinen hoiatab, et üksik õietolmuttera ei kinnita veel teraviljakasvatust (Lahtinen *et al* 2017, 434). Üsikusid õietolmutterad on dateerimiseks liiga väikesed, vahemikus 5–200 mikromeetrit (µm), enamasti 20–60 mikromeetrit (Johanson *et al* 2024, 298). Seetõttu dateeritakse C14-meetodiga konteksti, arheoloogilist

või geoloogilist kihti, kust õietolm pärineb, kuid **kihid võivad seguneda**. Motuzaitė-Matuzevičiūtė on välja toonud vene puuriga seotud riski. Vene puuri tööloogika on selline, et puur võib pinnasesse sisenedes noorematest kihtidest pärit õietolmutterad sügavamale vanematesse kihtidesse viia (Grikpėdis & Motuzaitė-Matuzevičiūtė, 2018, 2). Olles käinud geoloogidega välitöödel, julgen siiski öelda, et järeldusi tehakse materjali põhjal, mis pärineb puursüdamiku ristlõike keskosast (vähemalt paari cm sügavuselt), mitte puursüdamiku pinnalt, kuhu võib tõesti teiste perioodide õietolmu kleepuda. Inimtegevuse käigus segunemise riski vähendab ka asjaolu, et õietolmuproove võetakse eeskätt soodest, rabadest ja järvedest, kus tõenäosus setete segunemiseks on väiksem kui inimtegevusega seotud kohtades, näiteks asula kultuurkihis.

Arvestades selles peatükis välja toodud ohtudega, on *Cerealia* õietolm maaharimise kindlakstegemisel pigem lisatõendusmaterjaliks ja mitte kasutatav ainsa tõendusmaterjalina (Poska & Saarse 2006, 169).

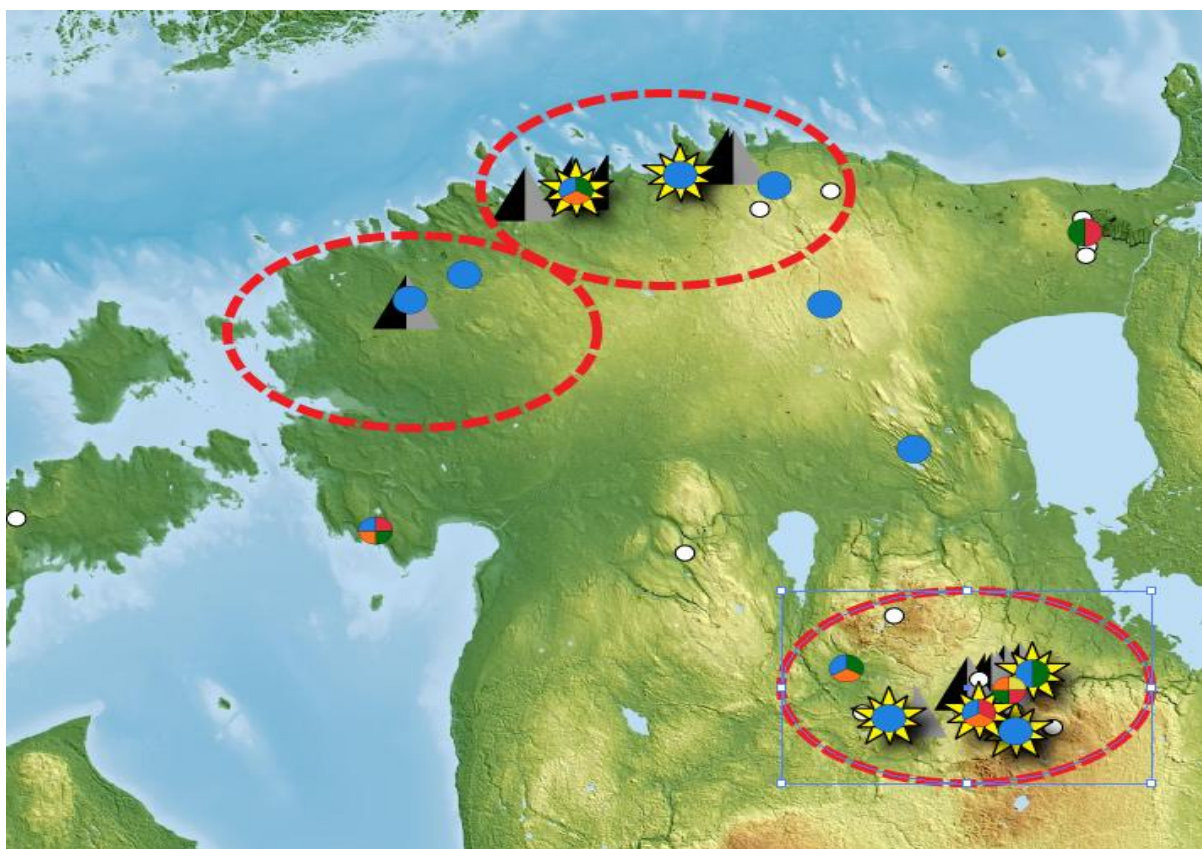
Mitmeid küsimusi tõuseb rukki esinemisest õietolmu diagrammides. Kuna rukis oli oletatavasti esmalt nisu- ja odrapõldude umbrohi (Kukk *et al* 2000, 5), siis ei saa esimeste rukki õietolmutterade ilmumist pidada märgiks selle kasvatamisest. Teisalt, kuna rukis on nisu ja odraga kaaslev umbrohi, on siis rukis hoopis märk nisu ja odra kasvatamisest? Kolmandaks, kui rukis on umbrohi, kas ei peaks ta sellisel juhul olema esindatud suuremas hulgas *Cerealia* proovides?

Küsimusi tekib ka sekundaarsete ehk avamaastiku taimede ja söeosakeste andmete kasutamisel maaviljeluse märgina. Avamaastiku taimede lisandumine võib märkida ka inimsekkumiseta käivitunud protsesse nagu järvekalda soostumine, tuulemurdude teke või looduslikud põlengud. Viimaste tagajärjel võib olla lisandunud ka süsi või võidi põlenguid tekitada muudel põhjustel, nt sarapuule soodsa kasvupinnase loomiseks (Baum *et al* 2016).

Avamaastiku osakaalu hindamine on keeruline, kuid üldiselt peetakse looduslikuks fooniks, millega hilisemaid näite võrrelda, aega 6000–5000 eKr, mil inimõju oli eeldatavalt tühine (vt nt Githumbi *et al* 2022).

2. Allikad ja meetod

2.1 Õietolmu ja söeosakeste andmed



Joonis 1. *Cerealia* signaaliga järved eri aastatuhandetest: V at (punane täpp), IV at (roheline täpp), III at (oranž täpp), II at (sinine täpp), rukki õietolm (kollane täht), *Cerealia* leidudeta järved: valge täpp. Asulakohad: kammkeraamika – must kolmnurk, nõorkeraamika – lilla kolmnurk. Punktiirjoonega ringid tähistavad sarnaste tulemustega järvedest moodustunud piirkondi.

Kasutan oma töös järgmisi loodusteaduslikke andmeid: a) *Cerealia*, sh rukki õietolmu levik, b) avamaastiku taimede õietolmu osakaalu muutused ja c) söetükikeste osakaalu muutused. Õietolmuproovid on saadud puursüdamikest, mis on võetud üle Eesti (vt joonis 1) eri uurijate poolt eri aegadel. Õietolmu andmebaasi (Reitalu *et al*, 2015) on koostanud Triin Reitalu ja Jüri Vassiljev TalTechi Geoloogia Instituudis ning sisaldab 53 Eesti järvest, soost ja rabast võetud setteproovide põhjal tehtud õietolmuanalüüsi andmeid. Andmebaasi kuulub kokku üle 3800 proovi (Vandel 2017, 12). Minuga jagas neid Anneli Poska.

Uuringute kohad on valitud nii, et kogutud info aitaks vastata paleoökoloogide põhilistele keskkonnamuutuste ja inimtegevusega seotud uurimisküsimustele. Andmed

on 2024. aasta kevadel üle vaadatud, sealt on välja jäetud proovid, mis võivad olla erinevatel põhjustel ekslikult määratud või ebausaldusväärset dateeritud. Koos juhendajatega otsustasin välja jätta juba looduslikult avatud alad nagu sood ja rabad ning kasutada vaid järvesetteist pärit proove. Seda järgmistel põhjustel: a) soodes ja rabades võib *Cerealia*-tüüpi taimede õietolm pärineda ka metsikutelt kõrrelistelt, mistõttu ei pruugi see viidata maaharimisele (Behre 1981); b) märgalade õietolmuprofiil peegeldab eeskätt kohalikku taimestikku; c) järvesetted kajastavad laiemat ümbrust (sissekandeala) ja on tundlikumad piirkonna taimestiku muutuste suhtes (Bunting 2008). Seetõttu peetaksegi järvesetteid usaldusväärsemaks allikaks. Vaatasin vaid järvi, kus esineb *Cerealia* õietolmu mind huvitavas ajavahemikus; Vagula järve puhul, kust *Cerealia* õietolmu ei registreeritud, vaatan vaid avamaastiku näitu. Ka sütt ei ole kogutud kõigi minu vaadeldud järvede proovidest. Kokku kasutan 16 järve andmeid. Vaatlen loodusteaduslikke andmeid n-ö ühtsete piirkondade kaupa (lähestikku asuvad järved sarnaste õietolmu ja söenäitajatega). Ent mõnel puhul ei saagi ühtset piirkonda moodustuda, kuna piirkonnas ongi vaid üks järv (vt joonis 1 ja Lisa 1.4). Sellise geograafiliselt eraldatud järve tulemused pole hea alus laiemate hüpoteeside püstitamiseks või kontrollimiseks maaharimise kohta, ent nagu edaspidi näidata loodan, aitaksid need meetodit testida.

Minu kasutatavad setteproovid on pärit alla 50 ha (väikejärved) ja üle 100 ha suurustest järvedest (suured järved), mis tähendab, et nende õietolmu eeldatav sissekandeala on vastavalt 2 km (Githumbi *et al* 2022) ja 50 km raadiusest (Sugita 1994). Andmestikus on välja toodud leidude protsent proovist, mitte terade arv. Loon diagrammid ja kaardikihi järvede loodusteaduslike andmetega.

2.2. Arheoloogia andmed

Loodusteaduslikele andmetele lisaks vaatan piirkonda jäävaid neoliitilisi ja pronksiaegseid asulakohti, kivikirveste leiukohti ja muinaspõlde. Asulakohtade ja muinaspõldude andmed pärinevad Tartu ülikooli Arheoloogilise ja pärimusliku kohainfo andmebaasist (<https://register.muinas.ee/public.php?menuID=placeinfo>). Riikliku kaitse all olevate asulakohtade puhul sain lisainfot Kultuurimälestiste registrist (<https://register.muinas.ee/public.php?menuID=monument>). Kuna aga TÜ andmebaasis on ka asulakohti, mis pole kaitse all ja mida pole lähemalt uuritud, kaasasin neist, mõne erandiga, töösse vaid sellised, mis on välja toodud artiklis “Environment and Settlement

Location Choice in Stone Age Estonia” (Sikk *et al* 2020). Erandi tegin juhul, kui TÜ hoidlas oleva leiuväinase ülevaatamine lubas samuti oletada, et tegu on kamm- või nõorkeraamika kultuuri asulakohaga. Leiuväinase vaatas üle üks minu juhendajaist, Kristiina Johanson. Erandi tegin ka juhul, kui seda oletust toetas mõni publikatsioon.

Kuigi minu töö ajaline piir on 6000 eKr, ei kaasanud ma töösse keraamikaeeelseid mesoliitilisi asulaid. Mesoliitilised asulad on reeglina väikese leidude arvuga ning leiumaterjal moodustub valdavalt tulekivikildudest, mille põhjal ei ole võimalik asulakohti mesoliitikumi sees täpsemalt dateerida – ei saa kindlalt väita, et asulakoht mahub ajaraamidesse.

Nõorkeraamika kultuuri ja pronksiajaga seostatavate varreauguga kivikirveste andmeid jagas minuga Kristiina Johanson. Osa kirveste leiukohti on välja toodud tema magistritöös “Silmaga kivikirved Eesti arheoloogilises materjalis. Juhuleidude tõlgendusvõimalusi”. Teiste puhul, mis on pärit Kristiina Johansonist koostatud loetelust, tegin nende koordinaadid kindlaks leiukoha kirjelduse järgi (võimalusel kinnistu, vahel küla täpsuseni).⁷ Muinaspõldude andmed pärinevad samuti TÜ andmebaasist. Enamik neist on oletuslikud, radiosüsiniku meetodil dateeritud on neist üksikud.

Põhja-Eestis, kus minu andmestikus esindatud järved on suured, on õietolmu sissekandeala kuni 50 km raadiusega. Kagu- ja Loode-Eesti väikejärvede puhul on sissekandeala 2 km, kuid kuna sellesse tsooni jääb arheoloogilisi leiukohti vähe, laiendan vaatluse ulatust 10 km raadiuseni. Nii toon välja ka asula- ja leiukohad, mis jäävad uuritud järvede sissekandealast välja, kuid võivad paikneda mõne teise lähedal asuva väikejärve sissekandealal. Kui sellisest järvest ei ole õietolmu setteproove võetud, käsitlen seda võimaliku edasise geograafilise uurimissuunana. Kagu-Eesti puhul võimaldab seda ka piirkonna järvede lähedus üksteisele ja andmestiku representatiivsus – piirkonna ühtsus. Loon diagrammid ja kaardikihi nimetatud arheoloogiliste andmetega.

Ka asulakohtade andmete kasutamisega kaasnevad riskid. Asulakohad võivad olla määratud väga nappide leidude, piltlikult **paari kivi- või savinõukillu põhjal**. Potikillud näitavad küll inimese kohalolu, kuid mitte seda, kas kildude leiukohas paiknes

⁷ Kivikirveid näib olevat leitud rohkem kuni 1950. aastateni. Ilmselt peegeldab see maaharimisviisi ja -mahu muutust. Piltlikult, oma väikesel põllulapil hobusega kündes on suurem tõenäosus arheoloogilisi leide märgata, kui kolhoosipõllul traktoriga liikudes.

aastaringne talu või oli seal ajutine peatuspaik, millist pigem ei saaks seostada maaharimisega. Õietolmu ja arheoloogia andmete sidumise seisukohast suurim risk seisneb ilmselt asulakohtade **väga laias dateeringus**. Näiteks kui õietolm on dateeritud aastasse 3000 eKr ja lähedalolev asulakoht hilisesse kammkeraamika kultuuri, siis juba üksnes hiline kammkeraamika, mitte kogu kammkeraamika hõlmab vahemikku 3500–1750 eKr. Konkreetne asulakoht aga võis olla kasutuses vaid paarsada aastat. Seega, samaaegsus *Cerealia* õietolmu ja asulakohtade vahel on kindlaks tehtav reservatsioonidega. Lai on ka kivikirveste dateering. Samas, ka ühes õietolmu proovis võib kajastuda ajavahemik mõnest kuni mõnesaja aastani.

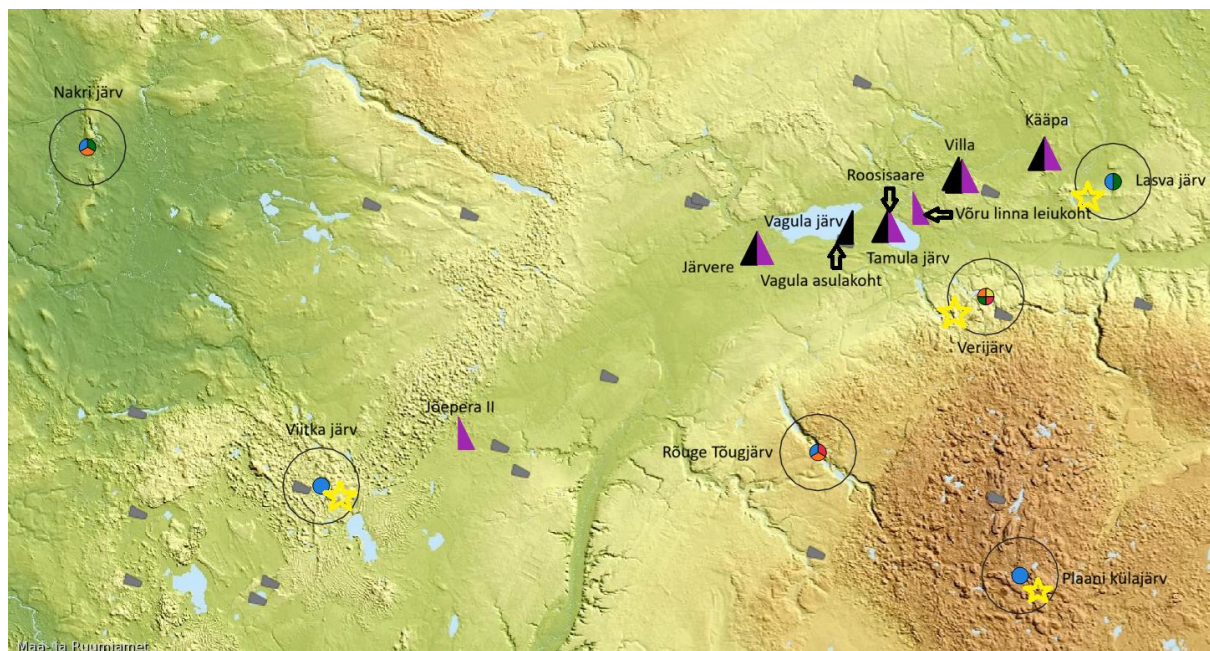
3. Tulemused

Kokku vaatlesin oma töös 16 järve loodusteaduslikke andmeid (*Cerealia* õietolmu, maastiku avatus, süsi) (Joonis 1 ja Lisa 1). Kagu- (Joonis 1 ja Lisa 1.1), Põhja- (Joonis 4 ja Lisa 1.2) ja Loode-Eestis (Joonis 6 ja Lisa 1.3) moodustusid järvedest ühtsed piirkonnad. Nende ümbruses vaatasin ka kivi- ja pronksiaegseid asulakohti, muinaspõlde ning varreauguga kivikirveste leiukohti. Põhja-Eestis vaatasin järvede ümbrust 50 km raadiuses, Kagu- ja Loode-Eestis 10 km raadiuses.

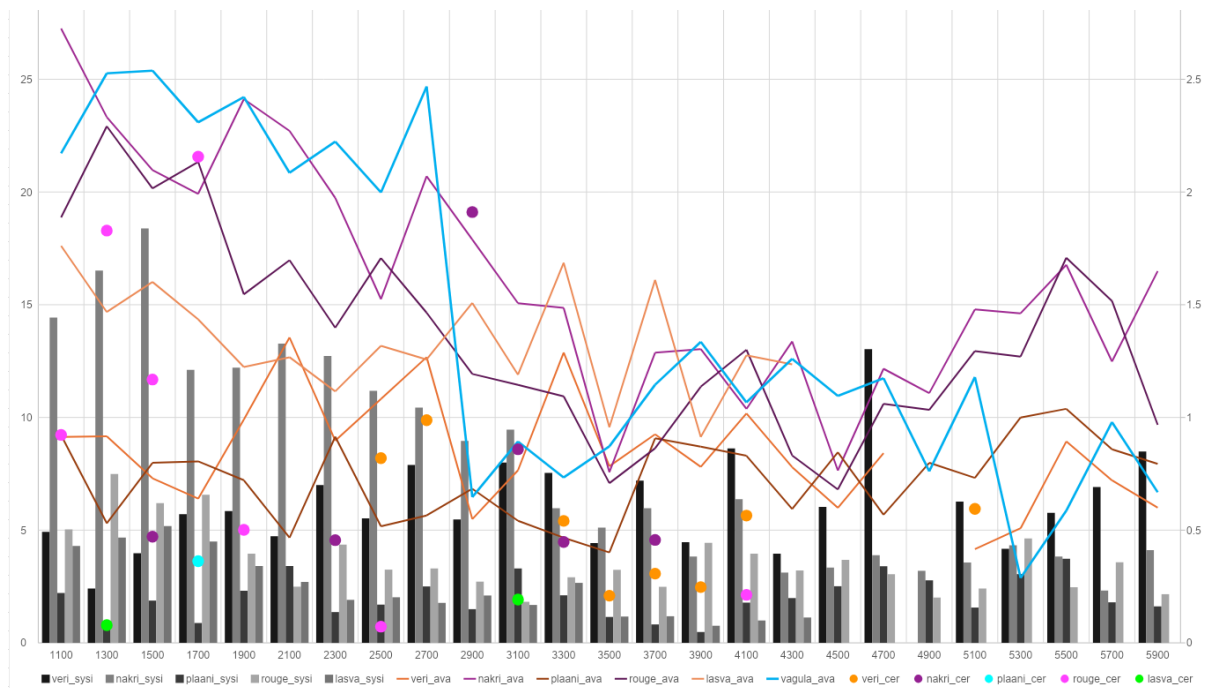
Ühtsesse piirkonda olen arvanud järved, mis asuvad lähestikku, kus on sarnased õietolmu- ja söenäitajad ning need näitajad langevad ajaliselt teineteisega kokku. Toon sellised piirkonnad välja seetõttu, et grupp lähestikku asuvaid järvi moodustavad üldiselt ka ökoloogiliselt ühtse õietolmu sissekandeala, s.t seal on sarnane maastik ja taimkate. Nendele näitajatele lisaks arvestan arheoloogiaga. Kui piirkonnas on järvi, kus on tuvastatud *Cerealia* õietolmu ja mille ümbrusest on teada asulakohti või arheoloogilisi üksikleide, võiks samasugust kokkulangevust eeldada ka järvede puhul, kus *Cerealia* õietolmu küll leidub, ent lähedal asuvaid asulakohti või arheoloogilisi leide pole teada. Arheoloogidele võiks taoliste järvede ümbrus huvi pakkuda, seal võiks läbi viia leiret ja arheoloogilisi kaevamisi.

3.1 Kagu-Eesti

3.1.1 Kagu-Eesti loodusteaduslikud andmed



Joonis 2. Kagu-Eesti ühtne piirkond. *Cerealia* leidudega proovivõtukohad 2 km õietolmu sissekandevalaga: V at (punane täpp), IV at (roheline täpp), III at (oranž täpp), II at (sinine täpp), rukki õietolm (kollane täht). Asulakohad: kammkeraamika (must kolmnurk), nõorkeraamika (lilla kolmnurk); kivikirved (hall trapets).



Joonis 3. Kagu-Eesti ühtse piirkonna loodusteaduslike andmete analüüsi tulemused

Esimene selline ühtne ala moodustub Kagu-Eestis (Joonis 2 ja 3, Lisa 1.1), ala piirneb tänase Võru ja Rõuge vallaga ühelt poolt ning Otepää valla lõunaservaga teiselt poolt. Olen sellesse piirkonda arvanud väikejärvede – Verijärve, Rõuge Tõugjärve, Plaani Külajärve, Lasva, Viitka ja Nakri – ümbruse, aga puudutan ka suurt Vagula järve. Vagulast *Cerealia* õietolmu minu vaadeldavas ajavahemikus ei ole tuvastatud, kuid relevantssed võiksid olla tema avamaastiku näitajad. Vagula naaberjärve Tamula õietolmu andmed on kadunud.⁸

Järved on oma lähimast naabrist keskmiselt 20 km kaugusel, Nakri ja Viitka asuvad teistest kaugemal. Järvede *Cerealia* õietolmu leiud langevad ajaliselt kokku, mitte iga järve kõik leiud omavahel, vaid järgmiselt: Verijärve (Lisa 1.1.1) ja Rõuge Tõugjärve (Lisa 1.1.2) leiud IV ja V at vahetusel eKr ning III at keskel; Verijärve ja Lasva järve (Lisa 1.1.3) leiud IV at teises pooles. II at-l leidub *Cerealia* õietolmu kõigist järvedest peale Verijärve. Nakri järve (Lisa 1.1.4) proovis leidub *Cerealia* õietolmu IV at esimesest poolest kuni II at keskpaigani – alati, kui *Cerealia*’t leidub Nakri puursüdamiku proovis, on sel leiul ajaline vaste mõne teise järve proovis. Rukist on tuvastatud Lasva järvest II at teisest poolest, Viitka järvest (Lisa 1.1.5) ja Plaani Külajärvest (Lisa 1.1.6) sama aastatuhande keskpaigast ning Verijärvest IV at esimesest poolest ja III at keskelt. Kusjuures Viitkast, Lasvast ja Plaani Külajärvest on tuvastatud üksnes rukist. (Kõigi Kagu-Eesti järvede *Cerealia* näitajate omavahelist suhet vt Joonis 3.)

Minu töös kasutatud andmestiku vanim *Cerealia* õietolmu näit on registreeritud Verijärvest ja dateeritud mesoliitikumi lõppu, VI ja V at vahetusse, aastasse 5012 eKr. See leid on ajaliselt isoleeritud, seda ei toeta piirkonna loodusteaduslik pilt üldiselt ja seetõttu ei peaks seda lugema märgiks maaharimisest. Järgmised *Cerealia* leiud piirkonnas on tuvastatud tuhat aastat hiljem – 0,21% Rõuge Tõugjärvest ja 0,56% Verijärvest.

Edasisi *Cerealia* leide toetavad ka avamaastiku muutustele viitavad näidud ning söetükikeste osakaal puursüdamikes. Rõuge Tõugjärve ümbruses hakkab avamaastikku juurde tekkima IV at keskpaigast (Lisa 1.1.2), samal ajal registreeritakse Verijärvest nii rukist kui *Cerealia*’t üldisemalt (Lisa 1.1.1). Lasva ümbruse avamaastiku kasv III at keskel (Lisa 1.1.3) langeb kokku Rõuge *Cerealia* leiuga samast ajast (Lisa 1.1.2). Ka Nakri järve ümbruse avamaastik (Lisa 1.1.4) pöördub tõusule samal ajal eelmise kahe järve

⁸ Vestlus Anneli Poskaga 9. mail 2026

näitajatega. Viitka avamaastiku näit (Lisa 1.1.5) hakkab tõusma IV at keskpaigas eKr. Plaani Külajärve avamaastiku näit on Kagu-Eestis üks madalamaid (Lisa 1.1.6). Vagula avamaastiku näit teeb III at lõpus eKr järsu hüppe 7% pealt 30% peale. (Kõigi Kagu-Eesti järvede avamaastiku näitajate omavahelist suhet vt Joonis 3.)

Koos avamaastiku näitajatega kasvab söe osakaal. Eriti silmatorkav söeosakeste juurdekasv nähtub Nakri järve andmestikust, söe näit liigub tõusule koos esimese sealse *Cerealia* leiuga 3670 eKr (Lisa 1.1.4). Rõuge Tõugjärvest (Lisa 1.1.2) ja Lasva järvest (Lisa 1.1.3) registreeritakse rohkem sütt alates II ja III at vahetusest eKr, kui toimub teine hüpe *Cerealia* õietolmu osas Kagu-Eestis. Viitka söeandmed on olemas pisteliselt, kuid koos rukki leidudega püsivad need stabiilsena (Lisa 1.1.5). Verijärve (Lisa 1.1.1) ja Plaani Külajärve (Lisa 1.1.6) puhul avamaastiku ja söe näidud nii selgelt koos *Cerealia* esinemisega ei tõuse, püsides pigem samal tasemel. (Kõigi Kagu-Eesti järvede söe näitajate omavahelist suhet vt Joonis 3.)

Kokkuvõttes: *Cerealia* tüüpi taimede õietolm ilmub Kagu-Eesti järvesetteisse järjepidevalt IV ja V at vahetusel. Esimene *Cerealia* õietolmu hüppeline kasv Kagu-Eestis leiab minu andmestiku põhjal aset II ja III at vahetusel eKr, järgmine omakorda aastatuhande jagu hiljem. Selliselt välja joonistuvale pildile pakuvad tuge ka muutused avamaastiku taimede õietolmu ja söeosakeste osakaalus, mis samuti kasvavad.

3.1.2 Kagu-Eesti arheoloogia andmed

Vaadeldud väikejärvede 2 km õietolmu sissekandealas ühtegi asulakohta ei leidu. Verijärvele lähim asulakoht on 5 km kaugusel, see on kamm- ja nõorkeraamika asulakoht Tamula I ehk Roosisaare asulakoht Tamula järve ääres (Ots & Roio 2013). Roosisaarest läänes asuva Vagula järve ääres on tõenäoliselt kammkeraamika kultuuri aegne (Sikk *et al* 2020, 124) Vagula asulakoht. Nii Tamula kui Vagula järvest on teada arheoloogilisi üksikleide. Ka Võru linna kaldaalalt on mitmest kohast saadud kivi- ja pronksiaegseid esemeid, mis on seotud Tamula I asulakohaga või samaaegsete leiukohtadega Tamula kaldal (Ots & Kadakas 2022).

Lasva järvest 3,5 km kaugusel, Vöhandu jõe ääres asub Kääpa kiviaegne asulakoht, kus on esindatud nii kamm- kui nõorkeraamika kultuur (Sikk *et al* 2020, 123, 125). Verijärvest, Tamulast ja Vagulast on Kääpa samuti vähem kui 10 km kaugusel. Lasva

järvest 7 km kaugusel, samuti Võhandu ääres, on Villa I ja Villa II asulakoht kamm- ja nöörikeramikaga (Sikk *et al* 2020, 124, 126).

Rõuge Tõugjärvest 10 km kaugusel on Järvere asulakoht (TÜ Andmebaasi kohaID 12364), kust leitud ühe keramikakillu võib oletatavalt pidada nöörikeramika hulka kuuluvaks.⁹

Viitka järvest 8 km kaugusel kirdes on Jõepera II asulakoht, mis kuulub neoliitikumi ja vanemasse pronksiaega (TÜ andmebaasi kohaID 1647).

Tabel. 1 Kagu-Eesti järved ümbrusse jäävad kivi- ja pronksiaegsed asulakohad.

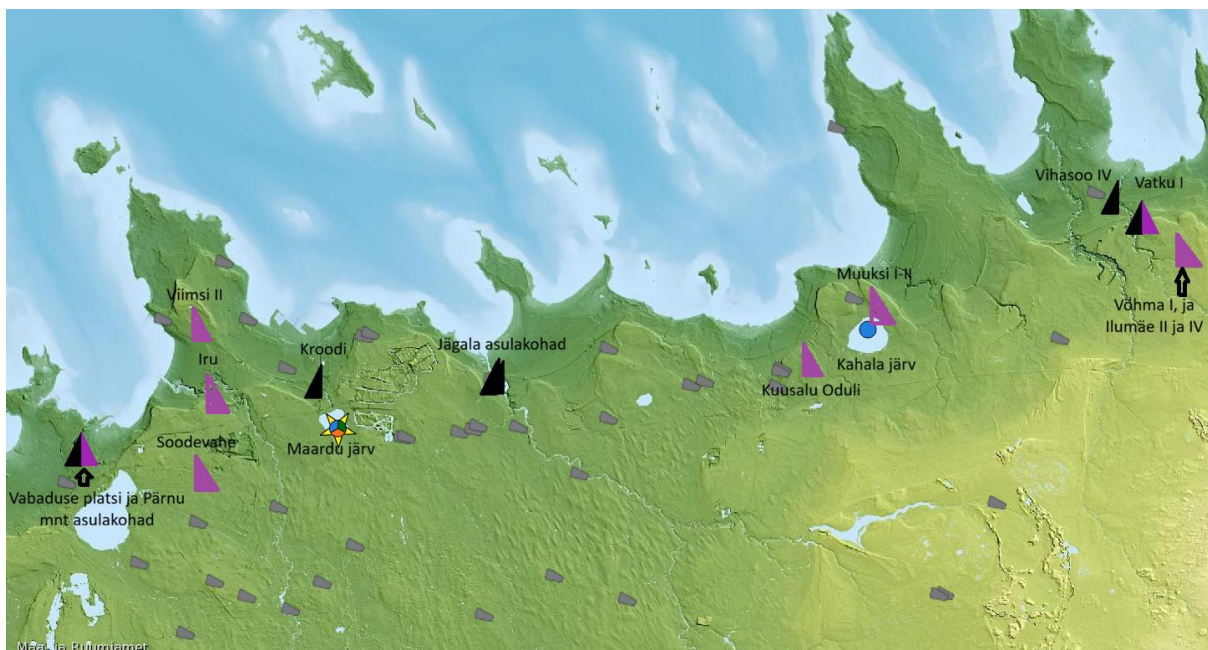
Asulakoht	Arheoloogiline periood
Tamula I ehk Roosisaare	kamm- ja nöörikeramika
Vagula	Kammkeramika
Võru linna arheoloogilised juhuleiud	kivi- ja pronksiaeg
Kääpa	kamm- kui nöörikeramika
Villa I	kamm- ja nöörikeramika
Villa II	kamm- ja nöörikeramika
Järvere	nöörikeramika (?)
Jõepera II	Nöörikeramika

Kivikirveid on rohkem, Verijärve puhul ka 2 km väikejärvede õietolmu sissekandealas. Vaid Nakri järve puhul on lähim kirves kaugemal, 10 km järvest. (Vt Kagu-Eesti ühtse piirkonna arheoloogiliste leiukohtade paiknemist vt Joonis 2 ja Lisa 1.1.)

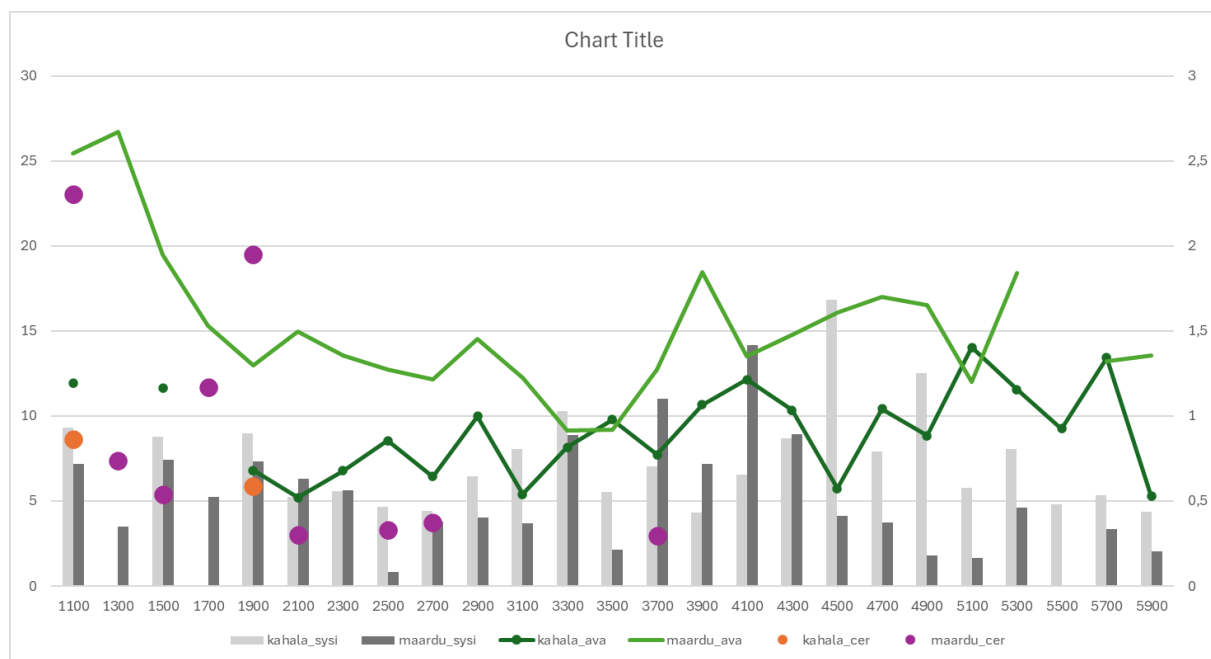
⁹ Kristiina Johansonini hinnang TÜ-s olevate leidude põhjal 17. apr 2025

3.2 Põhja-Eesti rannik

3.2.1 Põhja-Eesti ranniku loodusteaduslikud andmed



Joonis 4. Põhja-Eesti ühtne piirkond. *Cerealia* leidudega proovivõtukohtad (Maardu ja Kahala järv): V at (punane täpp), IV at (roheline täpp), III at (oranž täpp), II at (sinine täpp), rukki öietolm (kollane täht). Asulakohad: kammkeraamika (must kolmnurk), nõorkeraamika (lilla kolmnurk); kivist kirved (hall trapets).



Joonis 5. Põhja-Eesti ühtse piirkonna loodusteaduslike andmete analüüsi tulemused

Põhja-Eesti rannikuala andmed pärinevad suurtest järvedest, Maardust ja Kahalast (Joonis 4 ja 5, Lisa 1.2). Järvede kaugus teineteisest on 30 km. Maardu järve (Lisa 1.2.1) ümbruse viihed maaharimisele on varasemad ja järjepidevamad. Esimene *Cerealia* leid Maardu järvest on pärit IV at esimesest poolest, kuid on millenniumi kestel ka ainus. See on Põhja-Eesti piirkonnas ajaliselt isoleeritud *Cerealia* leid.

Järgmised, III at keskpaika asetuvad *Cerealia* leiud märgivad järjepidevuse algust Maardu järves, II ja III at vahetusest leidub Maardu järves *Cerealia*'t kogu vaadeldava ajavahemiku lõpuni pea igal aastasajal. Maardu ja Kahala (Lisa 1.2.2) järve *Cerealia* andmed langevad kokku alates II ja III at vahetusest eKr. Samasse aega asetub hüpe Maardu andmestikus, kui *Cerealia* näit kerkib 0,30%-lt 1,94% peale, ning lisandub rukki õietolm. Järgmine selge hüpe (pärast vahepealset langust) Maardu järves toimub omakorda tuhande aasta pärast, tõustes 2,3% peale.

Kahalast pärineb esimene *Cerealia* leid II ja III at vahetusest eKr ehk umbes 5 sajandit nooremast ajast kui Maardu esimene järjepidevusele viitav leid. Järgmine kord registreeritakse Kahalas *Cerealia* õietolmu 300 aastat hiljem. Kahala keskmine *Cerealia* õietolmu määr on kahe leiu peale kokku 1,15%. Esimese leiu määr on 0,58% ja teise leiu määr 1,73%. Kahala leiud langevad kokku Maardu omadega, s.t kui *Cerealia* õietolmu leidub Kahalas, leidub seda ka Maardus. Ehk kui vaadata Põhja-Eesti piirkonda tervikuna, mitte järvi üksikuna, siis ilmneb andmete ühtsus. Kuna mõlemad järved on suured, võib varasele maaharimisele iseloomulik vähene *Cerealia* õietolm ka hajunud olla ja pole seetõttu alati uurijate vaatevälja sattunud. (Põhja-Eesti järvede *Cerealia* näitajate omavahelist suhet vt Joonis 5.)

Avamaastiku andmestikus on taas representatiivsemad Maardu tulemused, seejuures jääb avamaastik seal kasvujoonele juba veidi pärast esimest isoleeritud *Cerealia* leidu. Selgelt langevad Maardus kokku avamaastiku tõus ja *Cerealia* teine „hüpe“. Kui eelmise *Cerealia* „hüppe“ ajal oli avamaastiku näit 13%, siis teise ajal 27%. Kahala avamaastiku andmed on katkendlikud ja kogu vaadeldava aja vältel hüplikud. (Põhja-Eesti järvede avamaastiku näitajate omavahelist suhet vt Joonis 5.)

Söeosakesed hakkavad Maardus lisanduma III at keskpaigast eKr ehk samal ajal, kui ilmneb järjepidevus *Cerealia* leidudeski. Kahala söeosakeste osakaal kerkib koos *Cerealia* leidudega, ent kummagi järve puhul pole seos *Cerealia* ja avamaastiku ning

söeosakeste vahel nii ilmne kui Kagu-Eesti mõne järve puhul. Täpsem oleks öelda, et söe näit Põhja-Eesti rannikul küll kasvab koos *Cerealia*'ga, ent see on seal kogu vaadeldava aja vältel väga kõikuv. Seejuures on mõlema järve söenäidud kõrgeimad V at-l, asetudes n-ö *Cerealia*-eelsesse aega. (Põhja-Eesti järvede söe näitajate omavahelist suhet vt Joonis 5.)

Põhja-Eesti rannikut ja Kagu-Eestit võrreldes joonistub välja ajaline nihe. Põhjas registreeritakse *Cerealia* õietolmu järjepidevalt aastatuhande jagu ajaarvamisele lähemast ajast kui Kagu-Eestis ehk alates III at esimesest poolest eKr. Valguslembeste avamaastiku taimede ja söe osakaalu muutused pole *Cerealia* õietolmuga nii selges korrelatsioonis kui Kagu-Eestis. Ka avamaastiku näitajad on Põhja-Eestis loomulikult kõrgemad kui Kagu-Eestis. Tuleb arvesse võtta, et õhukeste muldadega rannikul on maastik juba looduslikult avatum ja puid hõredamalt.

3.2.2 Põhja-Eesti ranniku arheoloogia andmed

Asulakohad on teada mõlema vaadeldava Põhja-Eesti järve õietolmu sissekandealast. Maardu järve kaldast arvestades jäävad 50 km raadiusse Vabaduse väljaku ja Pärnu mnt asulakohad, Iru, Viimsi II, Soodevahe, Kroodi, Jägala Jõesuu I ja Jägala Jõesuu V asulakoht ning Kahala järvest 50 km raadiusse Kuusalu Oduli, Vihasoo IV, Vattu I, Võhma I, Ilumäe II ja IV ning Muuksi I ja II asulakohad.

Maardu järve ääres, Litoriinamere rannamoodustisel, Kroodi oja mõlemal kaldal paiknev Kroodi asulakoht on määratud varaneoliitiliseks Narva kultuuri kuuluvaks asulakohaks, mille puhul on savi koostise ja merevaiguleiu põhjal oletatud ka hilisemat kuuluvust (Kriiska 1997, 9, 11). Vabaduse väljaku kamm- ja nõorkeraamika asulakohta peetakse hooajaliseks (Kadakas 2010), ent siis pidi läheduses olema ka aastaringne asulakoht.¹⁰ Pärnu mnt asulakohast on leitud nõorkeraamikat ja määratlemata muinasaegset keraamikat (Bernotas & Randoja 2022). Jägala Jõesuu I ja V on samuti kammkeraamika asulakohad (Sikk *et al* 2020, 124). Soodevahe on nõorkeraamika kultuuri aegne (Paavel *et al* 2016, 50), samuti Iru (Lang 1996, TÜ andmebaasi kohaID 15539) ja tänaseks lõhutud Viimsi II (Kiudsoo *et al* 2009, 98).

Kahala järve ümbrusest kuulub Vihasoo IV kammkeraamika aega (Sikk *et al* 2020, 124); Kuusalu Oduli (Sikk *et al* 2020, 126), Võhma I (Lang 2000, 67), Ilumäe II ja IV (Sikk

¹⁰ Tallinna ja selle lähiümbruse kiviaja asustust on vähe uuritud, kuid linna territooriumilt välja tulnud mitmeid vähemalt neoliitikumi asustusest rääkivaid juhuleide (Kadakas 2010, 8).

et al 2020, 126) ning Muuksi I ja II kuuluvad nõorkeraamika aega (Sikk *et al* 2020, 126), Vatku I puhul pole arheoloogilist kultuuri määratud, kuid ajaliselt vastaks Vatku I nii kamm- kui nõorkeraamikale (Lang 2000, 67-68).

Tabel 2. Põhja-Eesti ranniku järved ümbrusse jäävad kivi- ja pronksiaegsed asulakohad.

Asulakoht	Arheoloogiline periood
Kroodi	(Narva ja) Narvast hilisem
Vabaduse väljaku	kamm- ja nõorkeraamika
Pärnu mnt	nõorkeraamika ja määratlemata muinasaegne keraamika
Jägala Jõesuu I	Kammkeraamika
Jägala Jõesuu V	Kammkeraamika
Soodevahe	Nõorkeraamika
Iru	Nõorkeraamika
Viimsi II	Nõorkeraamika
Vihasoo IV	Kammkeraamika
Kuusalu Oduli	Nõorkeraamika
Võhma I	Nõorkeraamika
Ilumäe II	Nõorkeraamika
Ilumäe IV	Nõorkeraamika
Muuksi I	Nõorkeraamika
Muuksi II	Nõorkeraamika
Vatku I	kamm- ja nõorkeraamika?

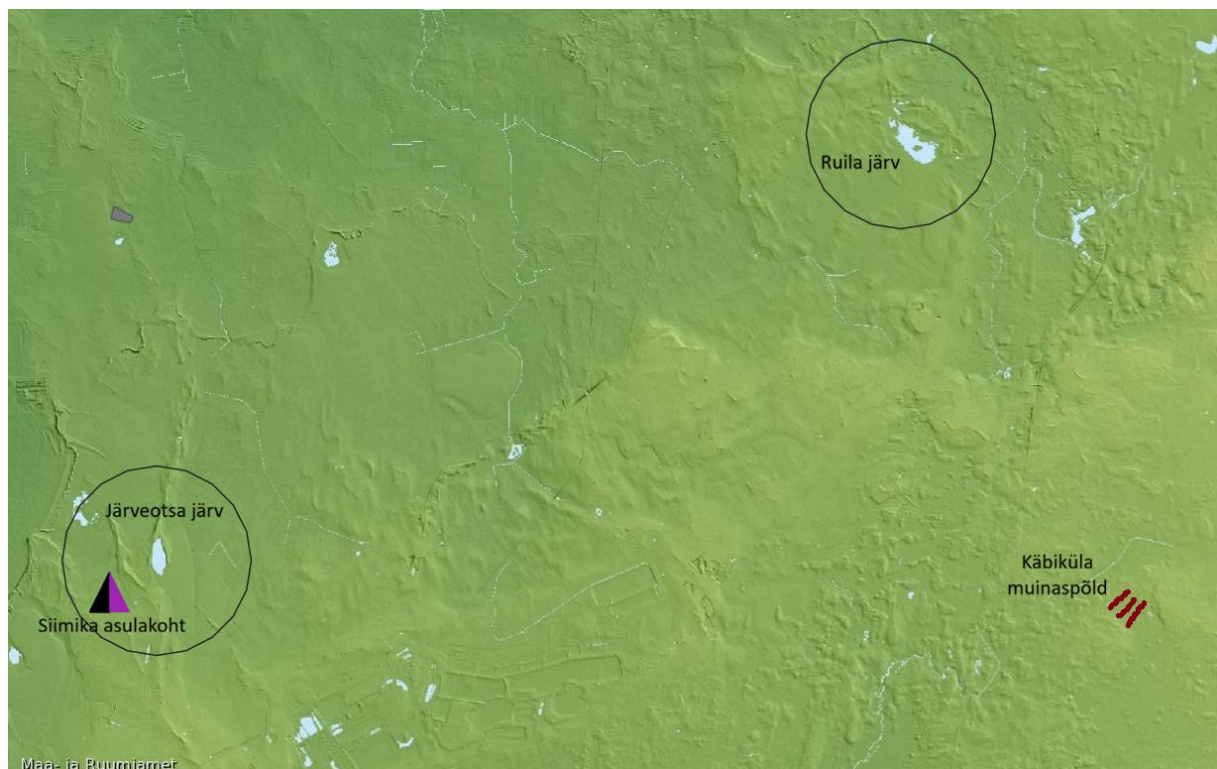
Põhja-Eesti puhul võiks arvestada ka Rebala muinsuskaitsealaga. Sealne muististe kontsentratsioon viitab pikaaegsele aktiivsele inimtegevusele. Ka siis kui sealsete

asulakohtade ja muinaspõldude dateeringud on hilisemad kui minu töös käsitletav aeg, viitab Rebala „tiheasustus“ sellele, et ka maaharimisega seotu ei tekkinud järsku, vaid kujunes pikema aja jooksul.

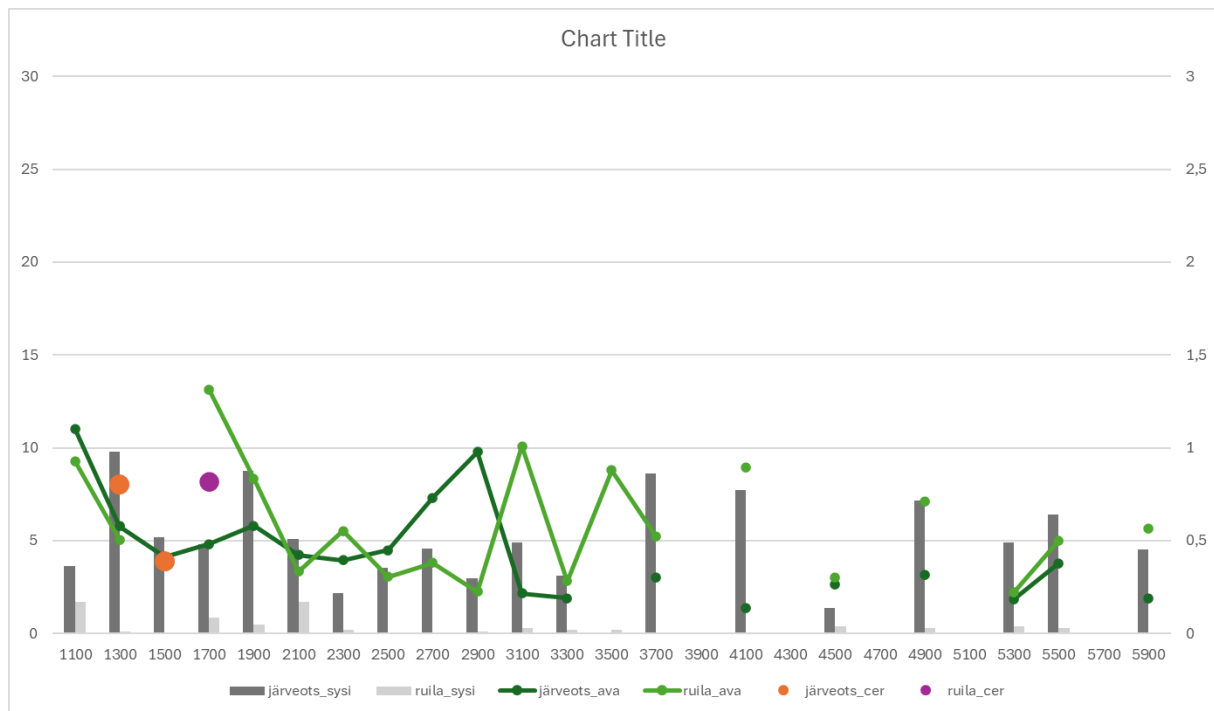
Kirveleide on, nagu Kagu-Eestiski, märgatavalt rohkem (vt joonis 4). (Vt Põhja-Eesti ühtse piirkonna arheoloogiliste leiukohtade paiknemist vt Joonis 2 ja Lisa 1.1.)

3.3 Loode-Eesti

3.3.1 Loode-Eesti loodusteaduslikud andmed



Joonis 6. Loode-Eesti ühtne piirkond. *Cerealia* leidudega proovivõtukohtad: Järveotsa ja Ruila järv 2 km raadiusega õietolmu sissekandevalaga. Arheoloogilised muistised: Siimika kamm- ja nöörikeramika asulakoht (must/lilla kolmnurk), kivikirves (hall trapets), Käbiküla muinaspõld.



Joonis 7. Loode-Eesti ühtse piirkonna tulemused

Toon võrdluseks välja ka piirkonna, kus on küll lähestikku paiknevad järved, ent kus loodusteaduslikud andmed on nõrgad. Koos arheoloogiliste andmetega aitab selline piirkond mu töös välja pakutud meetodit testida erinevates oludes. Pean silmas Järveotsa ja Ruila järve ümbrust Loode-Eestis, n-ö madal-Eestis (Joonis 6 ja 7, Lisa 1.3). Järved on teineteisest 25 km kaugusel. *Cerealia* õietolmu leidub mõlemast järvest II aastatuhandest eKr, aga avamaastiku näitajad ei lange kokku *Cerealia* ilmumisega. Järveotsa (Lisa 1.3.1) söenäidu kohta võiks sarnaselt öelda, Ruila (Lisa 1.3.2) söenäit aga on hoopis tagasihoidlik.

Loode-Eesti loodusteaduslik andmestik ei toeta maaharimise hüpoteesi enne kui umbes 1500 eKr. Üldmulje on, et Kagu-Eesti ja Põhja-Eesti rannikualaga võrreldes ilmub *Cerealia* õietolm Loode-Eesti registrisse vastavalt 2000 ja 1000 aastat hiljem, pronksiajal. *Cerealia* õietolmu leidub vähe, Ruila järves korra, Järveotsa järves kaks, kõigil kolmel juhul alla protsendi. (Loode-Eesti järvede loodusteaduslike näitajate omavahelist suhet vt Joonis 7.)

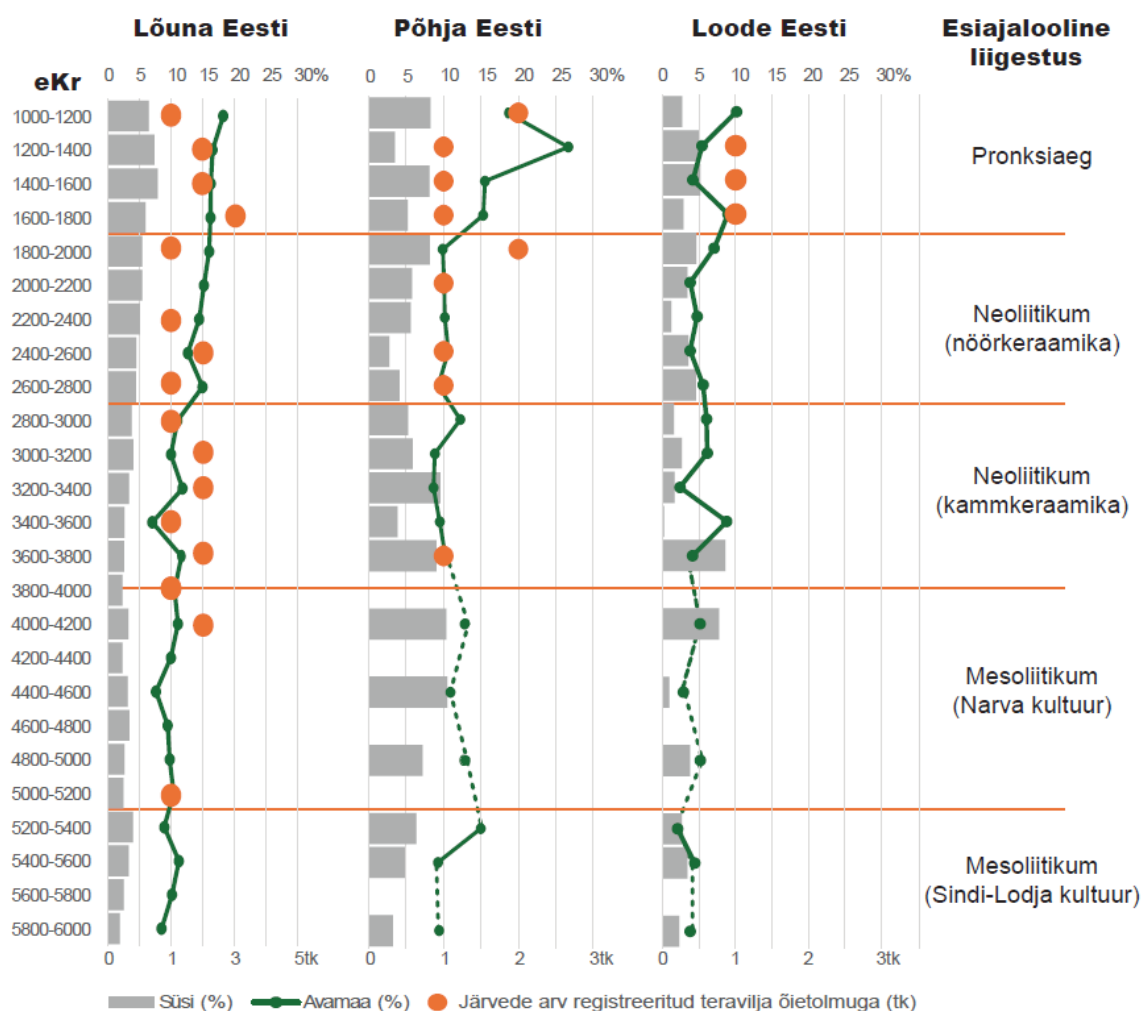
3.3.2 Loode-Eesti arheoloogia andmed

Järveotsa järvest 1 km kaugusel edelas asub neoliitiline ehk *Cerealia* leidudest vähemalt paar sajandit varasem Siimika asulakoht (Treuman 2015). Ruila järvest 10 km

lõunas asub Käbiküla dateerimata muinaspõld (Kultuurimälestise registrinumber 12084, <https://register.muinas.ee/admin.php?menuID=monument&action=view&id=12084>). Kivikirveid on järvedest 10 km raadiusest leitud vaid üks, Järveotsa järvest 6–7 km kauguselt põhjas. Arheoloogilised inimtegevuse jäljed pole piirkonnas koondunud, nagu nad on Kagu-Eestis või Põhja-Eestis, samas asub Siimika asulakoht ainsana kogu minu andmestikus väikejärve õietolmu sissekandealas. (Loode-Eesti piirkonna arheoloogiliste leiukohtade paiknemist vt Joonis 6 ja Lisa 1.3.)

4. Arutelu, loodusteaduslik tõlgendus ja metodoloogilised järeldused

4.1 Maaviljeluse algus loodusteadusliku andmestiku põhjal



Joonis 8. Kagu-Eesti, Põhja-Eesti ja Loode-Eesti ühtsete piirkondade tulemused võrdluses

Cerealia õietolm esineb Kagu-Eesti järvedes varem kui Põhja-Eestis ning muutub seal ka varem järjepidevaks (joonis 8). Kagu-Eestis on söeosakeste ja avamaastiku näitajate tõus hästi jälgitav ning korreleerub selgelt *Cerealia* esimese tõusuga. Süsi lisandub enamikus järvedes vähemalt alates 3000–2800 eKr ehk nõorkeraamika perioodi algusest. Põhja-Eestis on see seos nõrgem – söe osakaal on suurem *Cerealia*-eelsel ajal ja kõrged avamaastiku näitajad on ilmselt looduslikud, sest õhukeste muldadega rannikuala on niikuinii avatum. Loode-Eesti andmestik on avamaastiku ja söe osas lünklik ning *Cerealia* osas hiline, mistõttu kindlamaid järeldusi teha on raske.

Seega võib minu töö loodusteadusliku andmestiku põhjal öelda, et esimesi väikesemahulisi katsetusi maaharimisega Eesti alal tehti Kagu-Eestis IV ja V at vahetusel eKr ja Põhja-Eestis III aastatuhandel eKr.

Siiani on varane maaharimine paigutatud samuti IV aastatuhandesse eKr, kuid seostatud ranniku ja saartega (Kriiska *et al* 2020, 122), seejuures tuginedes ka rabaproovidele, mida mina ei kasuta. Seega võib minu andmestikust tulenev hilisem *Cerealia* Põhja-Eestis olla metoodikast tulenev erinevus. Teisalt võidigi maaharimisega katsetada esmalt Kagu-Eestis. Ka Aivar Kriiska on märkinud, et lõunast lähtuvaid mõjutusi ei saa välistada. Rannikul ja saartel eeldatakse selleks ülemere suhtlust, Kagu-Eestis oleksid need mõjutused saabunud lõunanaabrite poolt (Kriiska 2007, 275), mh jõgesid pidi (Haughey 2009). Artiklis „Parallel Worlds...” paigutatakse *Cerealia* tõus nii Eestis kui Lätis IV at keskpaika (Oras *et al* 2023), lähinaabruses on samal aastatuhandel *Cerealia* õietolmu tuvastatud ka Leedus, Novgorodi ja Karjala piirkonnas ning Soomes (Kriiska 2020, 121), kus samuti on arvestatud rabasetteist lähtuvaid tulemusi, mida mina ei kasuta. Kagu-Eesti varasema maaharimise hüpoteesi toetab ka mitme lähestikku paikneva järve ühtne positiivne pilt.

4.2 Arheoloogilise ja loodusteadusliku andmestiku korrelatsioon

Loodusteaduslikud ja arheoloogilised andmed ei korreleeru kuigivõrd. Andmeid koguma hakates ja eesmärgi seades arvasin, et väikejärvede õietolmu sissekandealas (2 km) on arheoloogilisi asula- ja leiukohti ning muinaspõlde enam. Neid on teadaolevalt aga vaid üks – Siimika asulakoht Järveotsa järve ääres Loode-Eestis, samas on see dateeritud neoliitiliseks, samas kui Järveotsa *Cerealia* leiud pärinevad 1450–1320 eKr ehk pronksiajast. Ajalise nihke tõttu tuleb suhtuda ettevaatlikult võimalusse, et *Cerealia* õietolm pärineb Siimikast. Samas pole see ka välistatud, kuna nii õietolmu kui eriti asulakohtade dateeringud on väga üldistavad ja põhinevad paaril leiul. Lähikonnas leitud kivikirves viitab inimese kohalolule, kuid mitte tingimata põllupidamisele. Põhja-Eesti suurte järvede sissekandeala (50 km raadius) on nii lai, et ühtki konkreetset asulakohta või muinaspõldu ei saaks kindlalt *Cerealia* signaaliga siduda.

Esimesele uurimisküsimusele – kas *Cerealia* signaali, avamaastiku ja söenäitajate tõusuga piirkondades on teada ka samaaegseid asulakohti, muinaspõlde või kivikirve leiukohti – tuleb vastata eitavalt. Lähimad asulakohad on Kagu-Eesti tugeva *Cerealia*

signaaliga väikejärvedest liiga kaugel, et neist pärit õietolm saanuks järvedesse jõuda. Samas näitab asustuse üldine tihedus, et sissekandevalas võib olla seni uurimislünga tõttu leidmata asulakohti.

4.3 Üheaegne avamaastiku näitajate langus kõigis piirkondades

Kõigis piirkondades on IV at keskel eKr jälgitav avamaastiku näitajate üheaegne langus, Kagu-Eestis selgemalt, Põhja- ja Loode-Eestis vähem. Mujal Euroopas on samaaegu registreeritud metsade laienemist, Prantsusmaal 2900–2500 eKr, Lõuna-Rootsis u 3100 eKr, Kesk-Euroopas 3300–2900 eKr (Seersholm *et al* 2026, 682). Jähenemise põhjusena on nähtud muutusi Maa orbiidis (*orbital forcing*), ookeanivee ringluses ja päikese aktiivsuses (Leuzinger & Haas 2006).

Verijärve ja Nakri järves väheneb *Cerealia* näit jähenemise ajal, kuid taastub koos avamaastikuga ning samaaegselt lisandub ka Lasva esimene *Cerealia* leid. Põhjarannikul ilmub *Cerealia* järjepidevalt mõni sajand pärast jähenemist. *Cerealia* märkide taastumine viitab järjekindlusele ja valmisolekule, kasvava rahvastiku tingimustes ka vajadusele maaharimisega katsetada. Loode-Eesti esimesed *Cerealia* leiud on jähenemise lõpust arvestatuna juba aastatuhande jagu nooremas ajas.

4.4 Praktiline väärtus/soovitused

Kuigi selgus, et arheoloogilised ja loodusteaduslikud andmed ei korreleeru, ei saa minu tööd pidada tulemusetuks. Vastupidi – see osutab selgelt, et ainuüksi teadaoleva arheoloogilise andmestiku põhjal ei pruugi varase maaharimise jälgi olla võimalik tuvastada, ning tõstab esile loodusteaduslike meetodite potentsiaali uute geograafiliste uurimispiirkondade avamisel.

Cerealia esinemist oleks vale eirata (Kriiska 2020, 122), eriti kui teisedki loodusteaduslikud näitajad on tugevad ja piirkonnas nähtub ühtne positiivne pilt. Kas positiivsed loodusteaduslikud näitajad võiksid osutada piirkonnale, kust otsida (maaharimisega seotud) inimtegevuse jälgi? Õietolmu andmeid on inimtegevuse tuvastamiseks kasutatud varemgi (nt Väli *et al* 2024). Otsides neid jälgi õietolmu andmetest lähtuvalt, oleks sellest kolmetine kasu: minu pakutud meetodi testimine; inimese kohalolu tuvastamine varem teadmata paigus; kinnitus varasele maaharimisele.

Kesk-Holotseeni kliimaoptimumi (6000–4000 eKr) suhteliselt soe ja niiske kliima võinuks viljakasvatust toetada. Kesk-Holotseeni lõpuosale (4000–2200 eKr) ja Hilis-Holotseenile (2200 eKr–tänapäev) iseloomuliku kliima jähnenemisega kaasnenud muutused metsade koosseisus võinuks lihtsustada ka aletamisega kaasas käivat raadamist. Samas, Taani väinade avanemisel (7800–6000 eKr) soolasemaks muutunud merevesi tõstis merelise fauna arvukust ja mitmekesisust Läänemeres (Kukk *et al* 2000, 5). See soodus olukord võis vähendada rannikuelanike vajadust alustada põlluharimisega, aga ka tekitada aja- ja tööjõuressursi ülejäägi, mis võinuks soodustada maaharimisega katsetamist.

Märke maaharimisest on praktiline otsida väikejärvede õietolmu sissekandest, siis pole valik laialivalguvalt suur, nagu Põhja-Eesti suurte järvede puhul. Põhja-Eesti puhul oleks praktilisem leida teadaolevate asulate juurest mõni palünoloogilisteks uuringuteks sobiv väikeveekogu. Paraku on selliseid Põhja-Eestis vähe. Teine võimalus on siiski kaasata soode ja rabade andmed, aga siis kogu Eesti ala kohta – andmete võrreldavuse pärast.

Siimika asulakoht on ainus, mis kõikide väikejärvede sissekandest teada. Siimika leiuandmed võiks üle vaadata ning asulakohas ja selle ümbruses lisauuringuid läbi viia, mh pinnaseproove võttes ja sealt taimseid makro- ja mikrojäänuseid otsides.

Pakun aga välja ka teised konkreetset kohad, kust potentsiaalselt maaharimisega seotud asulakohti otsida. Need on Kagu-Eestis, seal asub enamik vaadeldava andmestiku väikejärvi ning joonistub välja üldine positiivne loodusteaduslik pilt. Teinud kindlaks asulakohad, saab edaspidi püüda leida ka varaseid põlde, mis oletatavasti tehti asulakohtade lähedale. Kuigi TÜ andmebaasi on Kagu-Eesti põllujäänustest kantud vaid Kõduküla omad Elva vallas (Schmiedehelm 1934),¹¹ siis on terrasspõldude kohta kirjanduses väidetud, et neid on Kagu-Eestist teada palju (Lang 2007, 293). Põlde otsides võiks arvestada ilmakaartega. Koppel on nt 17.–19. sajandi põlispõldude ja aimaade puhul välja toonud vastu ootusi ilmnenu asjaolu, et lõunakaarde suunatud nõlvu on välditud, ilmselt nende põuakartlikkuse tõttu (Koppel 2005, 92).

¹¹ Marta Schmiedehelmi inspeksiooniaruande kohaselt on Kõdukülast leitud kivihunnikud, ilmselt põllult kokku kogutud kivid. Leiu kontekst on dateerimata, seega võivad sellised dateeringuta kivihunnikud pärineda ükskõik mis ajast.

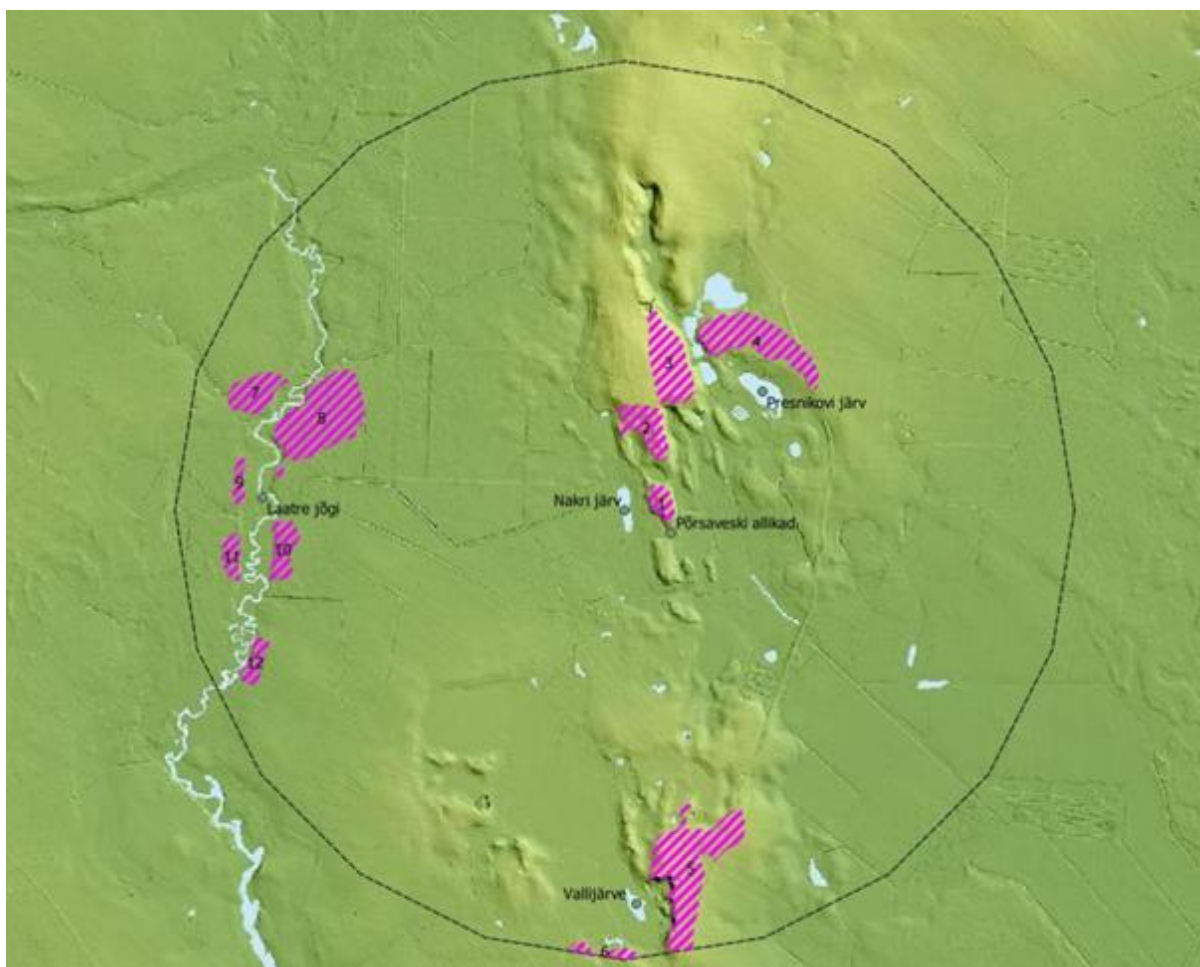
Soovitustes asulakohtade otsimiseks lähtun kiviaegsete inimeste eelistusest elada kuivades ja liivastes, ümbritseva maastiku suhtes kõrgemates ja veelähedastes paikades (Sikk *et al* 2020, 112) (kõigi kiviaja keraamikakultuuride keskmine kaugus veekogust 260 m (Sikk *et al* 2020, 97)). Kõrgust hindan Maa-ameti LiDAR-kaardikihi järgi, vaatan visuaalselt kõrgemaid kohti, täpseid kõrgustevahesid arvutamata, eeldatavasti ei teinud seda ka muinasaegsed inimesed elukohta valides. Vaatan, kuidas on sobiva veekogu kaldaid iseloomustatud Keskkonnaportaali andmebaasis (<https://register.keskkonnaportaali.ee/page/home-et>) või Eesti kalastuse entsüklopeedias (www.kalapeedia.ee).

Arvestan veekogudega, mis on keskkonnaportaalis looduslikuna välja toodud ja Maa-ameti kaardil nimega. Võimalik, et paljud tehisjärved ja tiigid (nt Sangaste mõisapargi tiigid) on kujundatud looduslike veekogude laiendamise teel. Tulevikus võib vaadata neidki, kusjuures nende looduslikkust saaks kindlaks teha ajalooliste kaartide ja geomorfoloogilise kujunemisloogika järgi. Kuna laienduse käigus võivad settekihid segamini minna, tuleb tulemusi tõlgendada kriitikameelega. Ojade puhul hindan looduslikkust sāngi kuju järgi, välistamaks inimtekkelisi kraave, mille nimes on sõna *oja*. Arvestan ka Eesti allikate andmebaasis (<https://allikad.info/springs>) välja toodud allikatega.

Püüan konkreetseid kohti pakkudes olla praktiline. Kui maastik on väga künklik ja seal on palju väikeveekogusid, oleks seal iga potentsiaalse asulakoha väljatoomine ebapraktiline. Piltlikult, looksin kaardikihi, mis kattuks suures osas aluskaardiga. Minu soovitus, kust asulakohti otsida, muutuks ebakonkreetses. Sel puuduks erilisus.

4.4.1 Kagu-Eesti

4.4.1.1 Nakri järv



Joonis 9. Nakri järve ümbrus koos potentsiaalsete asulakohtadega (1–12). Ring järve ümber märgib 2 km raadiusega õietolmu sissekandeala.

Nakri järv – kogu andmestiku tugevaimate *Cerealia*, avamaastiku ja söenäitajatega järv. *Cerealia* esineb IV at esimesest poolest kuni II at keskpaigani, jaotudes kamm- ja nõorkeraamika perioodi vahel, vaadeldavasse ajavahemikku jääb ka kaks varase pronksiaja *Cerealia* leidu. Arheoloogiliselt huvipakkuvad alad on järgmised (joonis 9):

Ala nr 1 on seotud Põrsaveski allikaga (<https://allikad.info/springs/EE01155>) vahetult lõunas või Nakri järve endaga; lühim vahemaa Nakri ja ala nr 1 vahel on 85 meetrit, mis on nõorkeraamika kultuuri asulate puhul mediaankaugus veekogust (Sikk *et al* 2020, 98).

Ala nr 2 on seotud Nakri järvega.

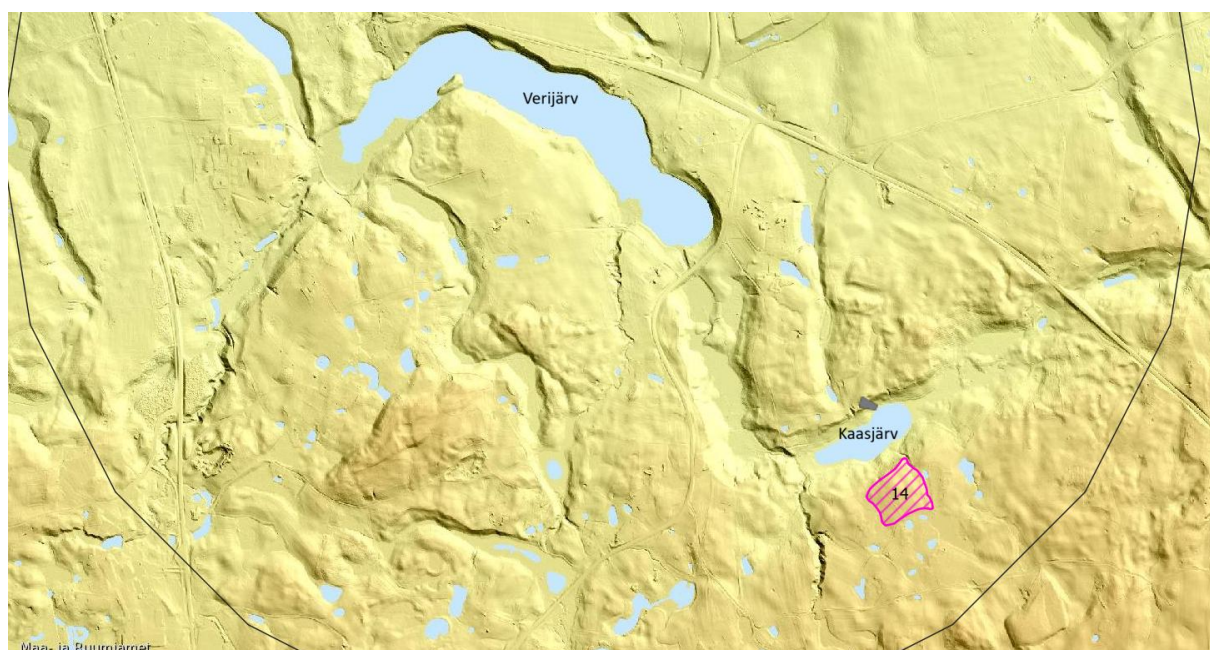
Alad nr 3 ja 4 on seotud Presnikovi järvega. Presnikovi järvega samasse suunda jääb veel neli veekogu, kuid need on tehisjärved Sangaste mõisapargis.

Alad nr 5 ja 6 on seotud Vallijärvega. Vallijärve ja ala nr 5 vahele jääb kruusavõtukoht, mille põhja peale võib olla jäänud arheoloogilist materjali.

Alad 7–12 on seotud Laatre jõega.

Vallijärvest ja Presnikovi järvest võiks samuti õietolmu proove võtta.

4.4.1.2 Verijärv



Joonis 10. Verijärve ümbrus koos potentsiaalse asulakohaga Kaasjärve kaldal (14) ja kivikirve leiukohaga Kaasjärve põhjakaldal. Joon järve ümber märgib 2 km raadiusega õietolmu sissekandeala.

Verijärv – järjepidevad *Cerealia* leiud IV at-st, kõrgeim määr III at-l; esineb rukis. Avamaastik ja süsi lisanduvad proovides koos *Cerealia*'ga. *Cerealia* leiud jaotuvad paari sajandi jagu Narva keraamika lõpuperioodi, kuid valdavalt nõor- ja kammkeraamika aega.

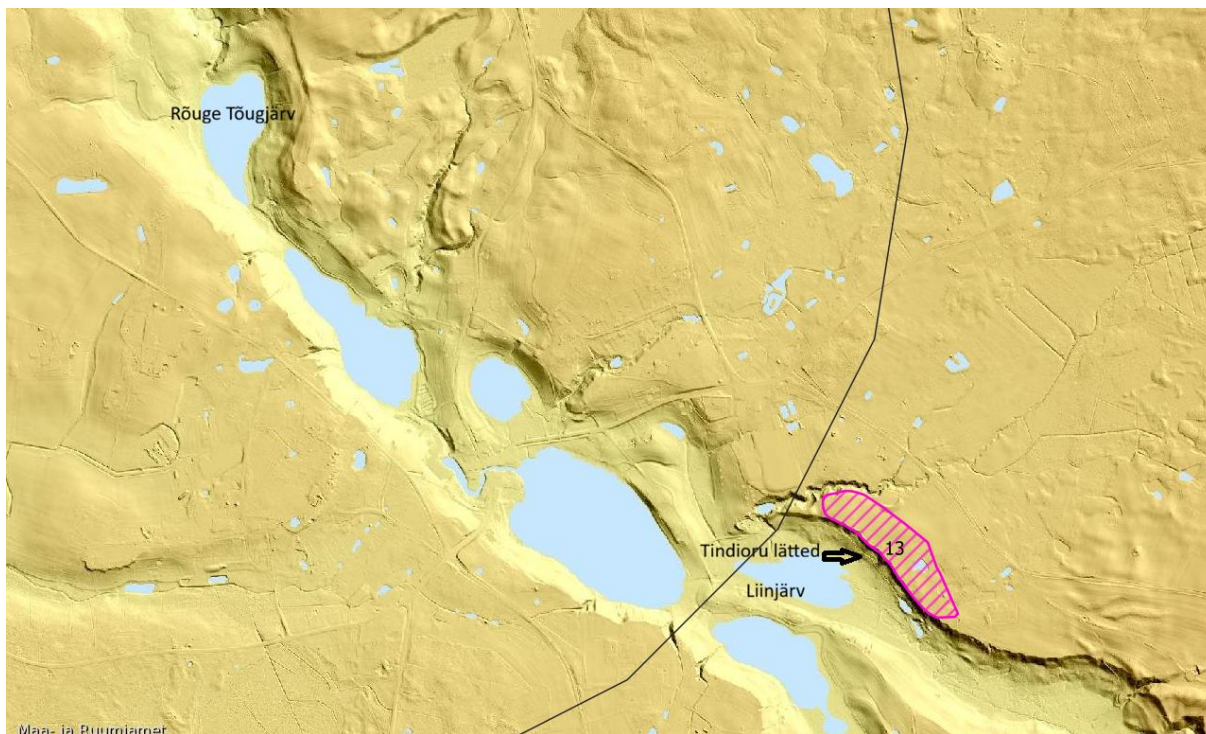
Ala nr 14 (joonis 10) on seotud Kaasjärve lõunakaldaga. Kaasjärve põhjakaldalt on leitud kivikirves.¹² Samas on liivane just Kaasjärve lõunakallas, teised kaldad on soised ja

¹² Kristiina Johansonilt saadud kivikirveste andmed.

ühtlasi järsemad (<https://www.kalapeedia.ee/kaasjarv.html>). Ka Kaasjärve ennast võiks *Cerealia* õietolmu leidumise aspektist uurida.

Teisi potentsiaalseid kohti, kust Verijärve *Cerealia* õietolm pärineda võiks, on piirkonna künklikkuse tõttu ebapraktiline välja tuua.

4.4.1.3 Rõuge Tõugjärv



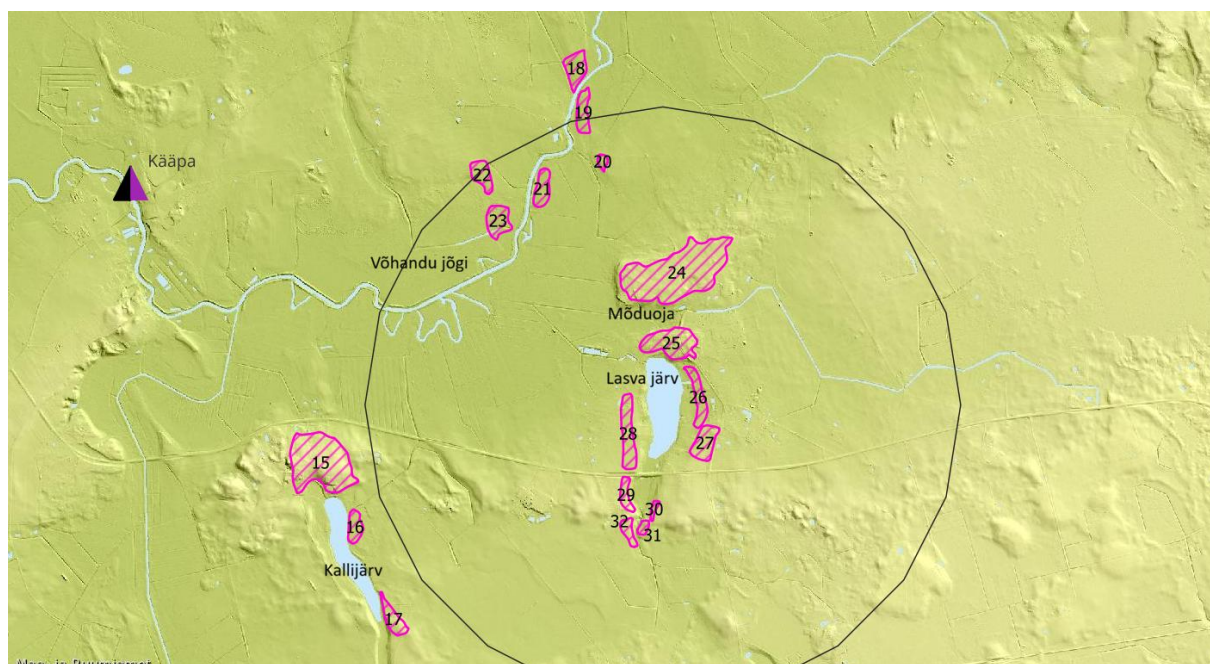
Joonis 11. Rõuge Tõugjärve ümbrus koos potentsiaalse asulakohaga (13). Joon järve ümber märgib 2 km raadiusega õietolmu sissekandeala.

Rõuge Tõugjärv – *Cerealia* ilmub V at lõpust eKr, seejärel III at keskel ning püsivalt igal sajandil II at–I eKr kuni vaadeldava perioodi lõpuni. Süsi kasvab koos *Cerealia*’ga, avamaastiku näitajad tõusevad juba varem.

Ala nr 13 (joonis 11) on seotud Tindioru lätete või Liinjärvega. Enam-vähem samal alal paikneb ka keskmisse ja nooremasse rauaaega paigutatud asulakoht (Kultuurimälestise registrinumbr 13641). Võib esineda asulakohtade jätkuvus. Ka Liinjärve ennast võiks *Cerealia* aspektist uurida.

Teisi potentsiaalseid kohti, kust Tõugjärve *Cerealia* õietolm pärineda võiks, on piirkonna künklikkuse tõttu ebapraktiline välja tuua.

4.4.1.4 Lasva järv



Joonis 12. Lasva järve ümbrus koos potentsiaalsete asulakohtadega (15–32) ja Kääpa nööri- ja kammkeraamika asulakohaga. Ring järve ümber märgib 2 km raadiusega õietolmu sissekandeala.

Lasva järv – *Cerealia* ilmub IV at lõpus eKr, ent selle ja järgmise leiu, rukki õietolmu, vahele jääb 2000 aastat. Avamaastik ja süsi kasvavad selgelt IV at keskpaigast eKr. Esimene *Cerealia* leid jääb nööri- ja kammkeraamika aega, rukkileid varasesse pronksiaega. Arheoloogiliselt huvipakkuvad alad on järgmised (joonis 12):

Alad nr 15–17 on seotud Kallijärvega. Ala nr 17 kattub sealse liivase kaldaga (<https://www.kalapeedia.ee/kalli-jarv-pyhajarv-kaali-jarv.html>). Alad nr 15–17 jäävad 2 km õietolmu sissekandealast pisut välja, kuid potentsiaalsete asulakohtade juurde kuuluvad põllud võisid endiselt paikneda sissekandealas, “piiriületus” pole nii suur.

Alad nr 18–23 on seotud Vöhandu jõega. Läheduses, Lasva järvest 4 km kaugusel on III aastatuhandesse eKr dateeritud Kääpa asulakoht, s.t muinasaegseid asulakohti võib läheduses leiduda veel. Ala nr 18 jääb sissekandealast välja, ent ka siin võib potentsiaalne põld olla endiselt sissekandeala sees.

Ala nr 24 on seotud Mõduojaga, mis kulgeb alade nr 24 ja 25 vahelt (alade 24 ja 25 vahel on Mõduoja särg endiselt looduslik). Ala nr 26 on seotud Lasva järve endaga, selle

liivase ja kõva põhjakaldaga (<https://www.kalapeedia.ee/lasva-jarv.html>). Alad nr 27–32 on samuti seotud Lasva järvega.

Ka Kallijärve võiks *Cerealia* õietolmu leidumise aspektist uurida.

Toon palünoloogiliseks uurimiseks sobivana välja ka Võrumõisa Mustjärve (joonis 13). Võru linna arheoloogiline leiupaik, kust on leitud mh kivi- ja pronksiaegseid esemeid, jääb järve kaldast 1 km kaugusele; Villa asulakohad on veidi enam kui 2 km kaugusel, samuti Roosisaare asulakoht. Kaardil nähtav Hola lump Mustjärvest kirdes on küll tehisjärv, kuid ümbritseva geomorfoloogia järgi otsustades ilmselt loodusliku veekogu laiendus.



Joonis 13. Potentsiaalselt palünoloogilisteks uuringuteks sobiva Võrumõisa Mustjärve ümbrus koos kammkeraamika (must kolmnurk) ja nõorkeraamika (lilla kolmnurk) asula- ja leiukohtadega.

4.4.1.5 Vagula järv

Vagula järve avamaastiku näit teeb III at alguses eKr järsu hüppe 7%-lt 30% peale. Vagulast *Cerealia* õietolmu vaadeldavas ajavahemikus pole tuvastatud, aga sealne avamaastiku hüppeline kasv viitab, et avamaastikku lisandus Kagu-Eestis laiemalt (sissekandeala 50 km raadiusest). Selle üheks põhjuseks võib olla inimese tegevus haritava maa võitmiseks. *Cerealia* puudumise taga Vagula proovides võib olla järve suurus, palünoloogilises mõttes suurtes järvedes jaotub varasele maaharimisele omane

napp õietolm setteis hõredalt ja ei pruugi seetõttu proovides kajastuda. Kuigi Vagula järve avamaastiku signaali tugevnemine võib viidata inimõju suurenemisele Kagu-Eestis, oleks soovitus uurida kõiki Vagula sissekandevalasse jäävaid asulakohti ja kivikirve leiukohti ebapraktiline.

4.5 Metodoloogilised järeldused

Minu töö tulemused võimaldavad teha mitmeid metodoloogilisi järeldusi arheoloogiliste ja palünoloogiliste andmete kombineerimise kohta varase maaharimise uurimisel.

Üksikute, kuigi tugeva signaaliga järvede põhjal ei saa kinnitada ega ümber lükata maaharimise algust puudutavaid hüpoteese laiemalt, kuid sellised järved võivad osutada seni uurimata geograafilistele piirkondadele – neid järvi ei tohiks automaatselt kõrvale heita. Edaspidi tasub tähelepanu pöörata eriti neile üksikutele järvedele, kust on tuvastatud rukki õietolmu (selline on nt Äntu Sinijärv). Ka üksikute järvede juurest võib püüda leida teisi väikeveekogusid palünoloogilisteks uuringuteks; seeläbi muutuksid piirkonna andmed siiski laiapõhjalisemaks.

N-ö **negatiivsed piirkonnad**, kus on mitu järve, kuid nõrk maaharimisele viitav signaal, on oluliseks võrdluspunktiks. Need aitavad hinnata, kui tugev peab loodusteaduslik signaal olema, et seda saaks inimtegevusega usaldusväärselt seostada. Negatiivsed tulemused ei ole pelgalt andmete puudumine, see on oluline võrdlusmaterjal positiivsete leidude tõlgendamiseks.

Varasest maaharimisest – eriti alepõllundusest – **ei jää tugevat õietolmujälge**. Napp *Cerealia* õietolm võib suurtes järvedes hajuda ja ei pruugi setteproovides kajastuda. Seega, *Cerealia* puudumine ei välista maaharimist. Palünoloogilisi näitajaid tuleb tõlgendada koos teiste näitajatega (mh avamaastik ja süsi).

Palünoloogiline andmestik võib olla tõhus vahend seni teadmata arheoloogiliste uurimispiirkondade tuvastamisel. See lähenemine erineks traditsioonilisest uurimisloogikast: arheoloogiliste leidude kinnitamise asemel kasutatakse loodusteaduslikke andmeid arheoloogiliste **leiukohtade prognoosimiseks**.

Kokkuvõttes, arheoloogiliste ja loodusteaduslike andmete kombineerimine on perspektiivikas, kui vaadata korraga nii *Cerealia* õietolmu kui avamaastiku taimede õietolmu ja söeandmeid ning arvestada sellega, et iga geograafiline piirkond on erinev ning meetodit ei saa kriitikavabalt rakendada kogu Eesti ala kohta korraga. Meetodi suurim väärtus ei seisne niivõrd olemasolevate leidude kinnitamises, vaid uute arheoloogilisteks uuringuteks sobivate piirkondade avamises ning varase maaharimise mustri täpsustamises ajas ja ruumis.

Kokkuvõte

Minu bakalaureusetöö eesmärk oli uurida, **kuidas aitab arheoloogiliste ja loodusteaduslike andmete kõrvutamine metodoloogiliselt kaasa maaharimise alguse aja ja piirkonna väljaselgitamisele**. Keskendusin järgnevatele uurimisküsimustele:

a) Kas piirkonnas, kus on registreeritud *Cerealia* õietolmu ning tõusu avamaastiku taimede õietolmu ja söeosakeste näitajais, on teada samaaegseid asulakohti, muinaspõlde ja kivikirve leiukohti?

b) Kui selline kokkulangevus on olemas, siis kui kasulik on see teadmine kinnitamaks või tuvastamaks maaharimist selles piirkonnas?

Vastus esimesele küsimusele on ei. Analüüs tõi esile kolm piirkonda, kus lähestikku paiknevate järvede loodusteaduslikud näitajad on sarnased ja ajaliselt kattuvad. Kagu-Eestis väikejärvede loodusteaduslikud näitajad on kõige tugevamad – selge *Cerealia* signaal, toeks avamaastiku ja söenäitajate tõus. Lähimad asulakohad aga on järvedest liiga kaugel, et neist pärit õietolm saanuks järvedesse jõuda. Siiski, neid tugevaid loodusteaduslikke andmeid ei tohiks eirata – need võiksid viidata seni leidmata asulakohtadele, seda toetab ka asustuse üldine tihedus. Seetõttu tõin välja konkreetset sobivate tingimustega alad (veelähedus, paiknemine ümbritsevast kõrgemal), kus potentsiaalseid asulakohti otsida. Seal võiks läbi viia leiret ja arheoloogilisi kaevamisi koos floteerimisega. Nende konkreetsete alade väljatoomine on Kagu-Eesti andmetest tulenev kasu.

Põhja-Eestis on loodusteaduslikud näitajad samuti tugevad ja sealsete suurte järvede õietolmu sissekandevalas (50 km raadius) on teada rohkelt asulakohti ja muinaspõlde, kuid see teadmine on uurimiseks kasutu – *Cerealia* võib pärineda igast ühest neist. Praktilisem oleks leida teadaolevate asulakohtade lähedalt palünoloogilisteks

proovideks sobivaid väikeveekogusid. See annaks võimaluse testida kõrvutamise metoodikat ka teistpidi: kas arheoloogia kajab vastu ka loodusteaduslikes andmetes? Väikejärvede vähesuse tõttu Põhja-Eestis võib kaaluda rabaproovide kaasamist, kuid siis kogu Eesti ala puhul, et piirkonnad oleksid võrreldavad.

Loode-Eesti loodusteaduslikud näitajad on nõrgad. Samas on sealne Siimika asulakoht ainus kõigi vaadeldud väikejärvede õietolmu sissekandevalasse jääv teadaolev asulakoht. Kuigi *Cerealia* leidudest paar sajandit varasem, sobib piirkond hästi kõrvutamiseks – nõrk loodusteaduslik signaal võimaldab kontrollida, kas see peegeldub ka arheoloogilistes andmetes.

Oma töös ma ei vaadanud järve ümbrust, kui tegu oli küll *Cerealia* leiuga, ent geograafiliselt üksiku järvega. Kui *Cerealia* õietolmu leidub mitmest lähestikku paiknevast järvest, toetavad ühe järve tulemused teise järve omi ja see vähendab *Cerealia* proovide juhuslikuna tõlgendatavuse riski. Samas võiks tulevikus kaaluda ka üksikute järvede kaasamist. Taas, see aitaks meetodit testida – kui taolise väikejärve õietolmu sissekandevalas leidub asulakohti, siis sobivad kõrvutusmetoodikaks ka üksikud järved. Liiga jäik eeldus, et üksik järv pole sobiv, tähendaks, et huvitavate loodusteaduslike näitajatega järv jääb teenimatult tähelepanuta. Kuid ka üksikute järvede juurest võib püüda leida teisi väikeveekogusid, palünoloogilisteks uuringuteks, mis läbi muutuksid piirkonna andmed siiski laiapõhjalisemaks.

Maaharimise algus Eestis on seni paigutatud vahemikku 4300–3500 eKr ning rannikule ja saartele. Minu tulemused kinnitavad seda ajavahemikku, kuid nihutavad fookuse ruumiliselt Kagu-Eestisse. Lõuna poolt lähtuvat impulssi maaharimiseks on ka varem välja pakutud – kui rannikul ja saartel on seda seostatud ülemere suhtlusega, siis Kagu-Eestis oleksid selleks suhtluse “liiniks” jõed. Minu tulemuste erinevus võrreldes varasematega võib tuleneda ka rabaproovide väljajätmisest: rabas kasvab palju metsikuid *Cerealia*-tüüpi taimi, mida pole võimalik õietolmu järgi kultuurtaimedest eristada.

Lisaks maaharimise seisule joonistus minu andmetest välja ka kõigi ühtsete piirkondade avamaastiku näitajate üheaegne langus IV at keskel eKr. Kuna Kagu-Eesti setteproovide *Cerealia* õietolmu näit taastub pärast seda sündmust koos avamaastiku laienemisega, võib selles näha järjekindlust ja elanikkonna kasvust tingituna juba ka vajadust maaharimisega katsetada.

Loodusteaduslike ja arheoloogiliste andmete kõrvutamisest on kolmetine kasu. Meetodi peamine väärtus seisneb selles, et õietolmu andmed võivad kätte juhatada seni teadmata asulakohti. Teiseks võimaldab andmete kõrvutamine täpsustada varase maaharimise mustrit ajas ja ruumis. Kolmandaks väärtuseks on meetodi testimine: nii märgid maaharimisest kui nende puudumine aitaksid kalkuleerida, kui tugev peaks loodusteaduslik signaal olema, et see oleks piisav maaharimise oletamiseks mingis piirkonnas.

Kasutatud allikad

Abraham, V. et al. 2023. Pollen Anthropogenic Indicators Revisited Using Large-Scale Pollen and Archaeological Datasets: 12,000 Years of Human-Vegetation Interactions in Central Europe. – *Preslia*, 95: 3, 385–411. <https://www.preslia.cz/article/11559>

Alenius, T. et al. 2012. Early Farming in The Northern Boreal Zone: Reassessing The History of Land Use in Southeastern Finland through High-Resolution Pollen Analysis. – *Geoarchaeology*, 28: 1, 1–24. <https://doi.org/10.1002/gea.21428>

Bakumenko, V. et al. 2026. A 14 500-Year Multi-Proxy Reconstruction of Climate and Environmental Change in Eastern Baltics. – *Quaternary Science Reviews*, 377. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2026.109822>

Baum, T. et al. “Slash and Burn” or “Weed and Manure”? A Modelling Approach to Explore Hypotheses of Late Neolithic Crop Cultivation in pre-Alpine Wetland Sites. – *Vegetation History and Archaeobotany*, 25, 611–627. <https://doi.org/10.1007/s00334-016-0583-x>

Behre, K.-E. 1981. The Interpretation of Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams. – *Pollen et Spores*, 23, 225–245. <https://www.researchgate.net/publication/233772643> The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams

Behre, K.-E. 2007. Evidence for Mesolithic Agriculture in and around Central Europe? – *Vegetation History and Archaeobotany*, 16, 203–219. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00334-006-0081-7>

Bernotas, R. ja Randoja, K. 2025. Aruanne arheoloogilisest jälgimisest ja kaevamistest arheoloogiamälestisel asulakoht, II a-tuh eKr–16. saj (reg nr 2596) Tallinnas Pärnu mnt 35/37/41 kinnistul, märts–mai 2022. Tallinn. [UT-99 A-pk 2022 BernotasR&RandojaK ak-2596 Tln-P2rnuMnt-35-37-41-j2tk.pdf](#)

Bunting, M. J. 2008. Pollen in Wetlands: Using Simulations of Pollen Dispersal and Deposition to Better Interpret The Pollen Signal. – *Biodiversity and Conservation* 17, 2079–2096. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10531-007-9219-x>

Chen, S. et al. 2023. Multi-proxy Analysis of Starchy Plant Consumption: A Case Study of Pottery Food Crusts from A Late Iron Age Settlement at Pada, Northeast Estonia. – *Vegetation History and Archaeobotany*, 33, 407–423. <http://dx.doi.org/10.1007/s00334-023-00950-0>

Childe, V. G. 1962. *The Prehistory of European Society*. Cassell, London.

Githumbi, E. et al. 2022. European Pollen-Based REVEALS Land-Cover Reconstructions for The Holocene: Methodology, Mapping and Potentials. – *Earth System Science Data*, 14: 4, 1581–1619. <https://doi.org/10.5194/essd-14-1581-2022>

García-Granero, J. J. et al. 2018. Cooking Plant Foods in The Northern Aegean: Microbotanical Evidence from Neolithic Stavroupoli (Thessaloniki, Greece). – *Quaternary International*, 496, 140–151. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2017.04.007>

Grikpėdis, M. ja Motuzaitė-Matuzevičiūtė, G. 2018. A Review of The Earliest Evidence of Agriculture in Lithuania and The Earliest Direct AMS Date on Cereal. – *European Journal of Archaeology*, 21: 2, 264–279. <https://doi.org/10.1017/ear.2017.36>

Haughey, F. M. 2009. *People and Water: A Study of The Relationship between Humans and Rivers in The Mesolithic and Neolithic with Particular Reference to That within The Thames Basin*. Doktoritöö. University of London, London.

Jaanimäe, L. 1992. Põllumajanduse eelduste kujunemine. – *Eesti talurahva ajalugu I köide*. Toim J. Kahk. Eesti Teaduste Akadeemia, Ajaloo Instituut, Tallinn, 42–56 (49).

Johanson, K. 2006. *Silmaga kivikirved Eesti arheoloogilises materjalis. Juhuleidude tõlgendusvõimalusi*. Magistritöö. Tartu Ülikool, Tartu.

Johanson, K. et al. 2024. *Materjalid arheoloogias. Kõrgkooliõpik*. Tartu Ülikooli kirjastus, Tartu.

Johanson, K. et al. 2025. Archaeobotany in Estonia – History, State of The Art and Future Perspectives – *Estonian Journal of Archaeology*, 29: 1, 34–71. <https://doi.org/10.3176/arch.2025.1.02>

Kadakas, U. 2010. Tallinna Vabaduse väljaku neoliitiline asulakoht Eesti samaaegsete rannikuasulate kontekstis. Magistritöö. Tallinna Ülikool, Tallinn.

Kiudsoo, M *et al.* 2009. Esiajalugu. – Viimsi valla ajalugu. Viimsi vald 90. Koostajad Ratas, U. ja Tõnisson, A. Viimsi vallavalitsus, Harjumaa. 95-112.

Koppel, K. 2005. Maakaasutuse uurimise meetodika Kasaritsa uurimisala (Rõuge kihelkond) 17.–19. sajandi külamaastike kujunemise näitel. Magistritöö. Tartu Ülikool, Tartu.

Kriiska, A. 1997. Kroodi ja Vihasoo III asula Eesti varaneoliitiliste kultuurirühmade kontekstis. – Eesti Arheoloogia Ajakiri, 1, 7-25. <https://doi.org/10.3176/arch.1997.1.02>

Kriiska, A. ja Lõugas, L. 2005. Scientific Methods in Estonian Archaeology. – Estonian Archaeology 1. Toim Lang, V. ja Laneman, M. Tartu Ülikooli kirjastus, Tartu. <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/34491>

Kriiska, A. 2007. Põllumajanduse algus Eesti alal. – Ajalooline Ajakiri, 3: 4, 265–290.

Kriiska, A. 2009. The Beginning of Farming in The Eastern Baltic. – The East European Plain on The Eve of Agriculture. Toim Dolukhanov, P. M. *et al.* (British Archaeological Reports. International Series, 1964.) Archaeopress, Oxford, 159–179.

Kriiska, A. *et al.* 2020. Eesti ajalugu I. Eesti esiaeg. Tartu Ülikool, Tartu. [Eesti ajalugu. I. Eesti esiaeg | Digar viewer](#)

Kriiska, A. *et al.* 2023. Interdisciplinary Research of Buried Ancient Settlements and Agricultural Fields in Jägala Jõesuu, Northern Estonia. – XXI INQUA Congress, Rome, 14–20 July 2023. Sapienza University of Rome, Rooma. <https://inquaroma2023.exordo.com/programme/presentation/830>

Kukk, T. *et al.* 2000. Eesti elustiku mitmekesisuse muutustest pärast jääaega. – Toim Frey, T. Kaasaegse ökoloogia probleemid. Loodusteaduslikud ülevaated Eesti Maa päeval: Eesti VIII ökoloogiakonverentsi lühiartiklid. Eesti Ökoloogiakogu, Tartu, 90-109.

Lahtinen, M. ja Rowley-Conwy, P. 2013. Early Farming in Finland: Was There Cultivation before The Iron Age (500 BC)? – *European Journal of Archaeology*, 16: 4, 660–684. <http://dx.doi.org/10.1179/1461957113Y.000000000040>

Lahtinen, M. *et al.* 2017. The Advance of Cultivation at its Northern European Limit: Process or Event? – *The Holocene*, 27: 3, 427–438. <https://doi.org/10.1177/0959683616660164>

Lang, V. 1996. Muistne Rävala. Muistised, kronoloogia ja maaviljelusliku asustuse kujunemine Loode-Eestis, eriti Pirita jõe alamjooksu piirkonnas. I–II. Muinasaja teadus, 4. Ajalooinstituut, Tallinn, 33–118.

Lang, V. 2007. Muistsed maakasutuse süsteemid Eestis. – *Ajalooline Ajakiri*, 3: 4 (121: 122), 291–320.

Lang, V. 2000. Keskusest ääremaaks. Viljelusmajandusliku asustuse kujunemine ja areng Vihasoo– Palmse piirkonnas Virumaal. – *Muinasaja teadus*, 7, Ajalooinstituut, Tallinn.

Lang, V. *et al.* 2012. A Comparison of Palaeo-Ecological and Archaeological Evidence of Human Habitation at Keava. – *Estonian Journal of Archaeology*, 16: 1, 184–194. <http://doi:10.3176/arch.2012.supv1.10>

Leuzinger, U. ja Haas, J. N. 2006. Tripartite Climate Reversal in Central Europe 5600–5300 Years ago. – *Quaternary Research*, 65, 3–19. <https://doi.org/10.1016/J.YQRES.2005.06.009>

Lõugas, L. *et al.* 2007. New Dates for The Late Neolithic Corded Ware Culture Burials and Early Husbandry in The East Baltic Region. – *Archaeofauna*, 16: 21–31.

Molodkova, A. *et al.* 2006. The Sedimentary Sequence Recovered from The Voka Outcrops, Northeastern Estonia: Implications for Late Pleistocene Stratigraphy. – *Estonian Journal of Earth Sciences*, 56: 1, 47–62.

Motuzaitė-Matuzevičiūtė, G. 2017. The Possible Geographic Margin Effect on The Delay of Agriculture Introduction into The East Baltic. – *Estonian Journal of Archaeology*, 22: 2, 149–162. <https://doi:10.3176/arch.2018.2.03>

Mökkönen, T. 2010. Kivikautinen maanviljely Suomessa. – Suomen Museo 2009, 116, 5–38. <https://journal.fi/suomenmuseo/article/view/110360>

Niinesalu-Moon, M. et al. 2023. Pre-Roman Iron Age Inhumations: A Multi-Proxy Analysis of A Burial Complex from Tallinn, Estonia. – Estonian Journal of Archaeology, 27: 2, 129–158. <https://doi.org/10.3176/arch.2023.2.03>

Oras, E. et al. 2023. Parallel Worlds and Mixed Economies: Multi-Proxy Analysis Reveals Complex Subsistence Systems at The Dawn of Early Farming in The Northeast Baltic. – Royal Society Open Science, 10: 10, 230880. <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.230880>

Ots, M. ja Kadakas, U. 2022. Võru vanalinna muinsuskaitseala. Võru. http://register.muinas.ee/ftp/Arheoloogia/27008-V%C3%B5ru%20vanalinna%20muinsuskaitseala_eksperthinnang%202022_lisadega.pdf

Ots, M. ja Roio, M. 2013. Aruanne allveeuuringust Tamula ja Vagula järves. 21.–23. mai 2007. Tallinn [2007_A-eelu_OtsM-RoioM_ak-13804-27036_Vorumaa-Tamula.pdf](https://www.muinsus.ee/2007-A-eelu_OtsM-RoioM_ak-13804-27036_Vorumaa-Tamula.pdf)

Paavel, K. et al. 2015. Investigations at Sõjamäe and Soodevahe Cup-Marked Boulders and Late Neolithic / Iron Age Settlement Site at The South-Eastern Border of Tallinn. – Arheoloogilised Välitööd Eestis, 47-58. <https://ojs.utlib.ee/index.php/AVE/article/view/25103/19095>

Pedersen, M. W. et al. 2015. Ancient and Modern Environmental DNA. – Philosophical Transactions of The Royal Society B: Biological Sciences, 370: 20130383. The Royal Society, London. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0383>

Peeters, T. 2021. Toitumisalaste isotoopide kohalik alusjoon Eesti esiaja leiumaterjali põhjal. Bakalaureusetöö. Tartu Ülikool, Tartu.

Poska, A. 2001. Human Impact on Vegetation of Coastal Estonia during The Stone Age. Doktoritöö. (Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from The Faculty of Science and Technology, 652.) Acta Universitatis Upsaliensis, Uppsala.

- Poska, A. ja Saarse, L.** 2006. New Evidence of Possible Crop Introduction to North-Eastern Europe during The Stone Age. – *Vegetation History and Archaeobotany*, 15, 169–179. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00334-005-0024-8>
- Reitalu, T. et al.** 2015. Novel Insights into Post-Glacial Vegetation Change: Functional and Phylogenetic Diversity in Pollen Records. – *Journal of Vegetation Science*, 26, 911–922. <https://doi.org/10.1111/jvs.12300>
- Schmiedehelm, M.** 1934. Inspektsiooni aruanne 16.XI.1934 a. Rõngu khk, Kirepi vl. Kõdu kl. Vennikese talu maal. (Aruanne TÜ arheoloogia arhiivis)
- Seersholm, F. V. et al.** 2026. Population Discontinuity in The Paris Basin Linked to Evidence of The Neolithic Decline. – *Nature Ecology & Evolution* 10, 677–688. <https://doi.org/10.1038/s41559-026-03027-z>
- Sikk, K. et al.** 2020. Environment and Settlement Location Choice in Stone Age Estonia. – *Estonian Journal of Archaeology*, 24: 2, 89–140. <https://doi.org/10.3176/arch.2020.2.01>
- Simola, H.** 2011. Kivikautista maanviljelyä ei voi todistaa siitepölyanalyyysillä. – *Suomen Museo* 2010, 117, 137–138. <https://journal.fi/suomenmuseo/article/view/110376>
- Stivrins, N. et al.** 2014. Landscape Change in Central Latvia Since The Iron Age: Multiproxy Analysis of The Vegetation Impact of Conflict, Colonization and Economic Expansion During The Last 2,000 Years. – *Vegetation History and Archaeobotany*, 24: 3, 377–391. <https://doi.org/10.1007/s00334-014-0502-y>
- Sugita, S.** 1994. Pollen Representation of Vegetation in Quaternary Sediments: Theory and Method in Patchy Vegetation. – *Journal of Ecology* 1994, 82, 881–89.
- Tomson, P.** 2007. Ajaloolise maakasutuse mõju Karula rahvuspargi maastike, koosluste ja kaitsekorra kujunemisele. Magistritöö. Eesti Maaülikool, Tartu.
- Treuman, K.** 2015. Aruanne arheoloogiliste uuringute teostamise kohta Harju maakonnas Nissi vallas Siimika külas, Kloostri metskond 17. Tallinn. [L-14022 A-ilgm 2015 TreumanK ak-18598 Siimika.pdf](#)

Tweddle, J. C. ja Edwards, K. J. 2010. Pollen Preservation Zones as An Interpretative Tool in Holocene Palynology. – Review of Palaeobotany and Palynology, 161, 59–76.

Unt, A. 2021. Tera- ja kaunviljade võrdluskogu loomine ja kasutamine arheoloogilise hambakivi uuringutes. Bakalaureusetöö. Tartu Ülikool, Tartu.

Valk, H. ja Kihno, K. 1999. Archaeological and Palynological Investigations at Ala-Pika, South-East Estonia. – Environmental and Cultural History of The Eastern Baltic Region. Toim Miller, U. *et al.* (Journal of The European Network of Scientific and Technical Cooperation for Cultural Heritage PACT, 57.) PACT Belgium, Rixensart, 221–237.

Vandel, P. 2017. Eesti kliima viimase 10 000 aasta jooksul. Õietolmupõhised kliimarekonstruktsioonid ja nende kasutusvõimalused. Magistritöö. Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn.

Veski, S. *et al.* 2012. Lateglacial Vegetation Dynamics in The Eastern Baltic Region between 14,500 and 11,400 calyr BP: A Complete Record since The Bølling (GI-1e) to The Holocene. – Quaternary Science Reviews, 40, 39–53.
<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2012.02.013>

Vuorela, I. 1973. Relative Pollen Rain around Cultivated Fields. – Acta Botanica Fennica, 102: 1–27. Helsingfors, Helsingi.

Väli, V. *et al.* 2024. Multiscale Pollen-Based Reconstructions of Anthropogenic Land-Cover Change in Karula Upland, South Estonia. – [Journal of Archaeological Science](#), 163, 105940.

Wang, D. M. *et al.* 2016. Pollen Organ Telangiopsis sp. of Late Devonian Seed Plant and Associated Vegetative Frond. – PLoS ONE 11 (1).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147984>

Internetileheküljed

Tartu ülikooli arheoloogilise ja pärimusliku kohainfo andmebaas – <https://register.muinas.ee/public.php?menuID=placeinfo>

Kultuurimälestiste register – <https://register.muinas.ee>

Keskkonnaportaali andmebaas – <https://register.keskkonnaportaal.ee/page/home-et>

Eesti kalastuse entsüklopeedia – www.kalapeedia.ee

Eesti ja Läti allikate andmebaas – Allikad.info

Summary: Combining archaeological and natural science data for identifying early agriculture. Opportunities and threats

The shift from hunting-fishing-gathering to agriculture is one of the most debated subjects in archaeology because it brought along sedentism, new social structures, and sometimes, new population, not to mention changes in diet. In short: it brought along a totally new way of living which served as a base for population growth which in turn led to the birth of civilization.

The further North and the earlier the time – these two together – the more intriguing the question of early agriculture is: it is certainly a bigger challenge to be cultivating and committing to animal husbandry in the higher latitudes, like on the shores of the Baltic Sea, than it is in the lower latitudes of Europe.

There are two diametrically different views on the beginning of crop growing on the Eastern shores of the Baltic: Lithuanian archaeologist Giedre Motuzaitė-Matuzevičiūtė places it to the Bronze Age the earliest. Whereas Estonian archaeologist Aivar Kriiska places it, though in small scale and in experimental mode, to the 4th millennium BC, to the Neolithic Comb Ware Culture period.

The possibilities to ascertain early agriculture are limited. The best way to do it, would be to find proof in the form of fossil fields, of cereal grains, of bones and horns from domesticated animals. The latter two, of course, could be imported as well and do not prove local agriculture in full certainty, and all three of them are scarce among Estonian archaeological finds.

I observe what could be told about the early cultivation, using natural science data of pollen and charcoal particles from Estonian lake sediments, more exactly pollen data of the *Cerealia* type plants (including rye) and of plants characteristic to open landscape, as the precondition of agriculture is open(ing the) landscape which was accomplished by slash and burn technique.

The aim of my Bachelor thesis is to test whether the combined use of archaeological and natural science data helps to detect the more exact place and time of the beginning of cultivation in what is now Estonia. Therefore I concentrate on the following questions: are there settlement sites, stone axes or fossil fields around the lakes from which there is

registered *Cerealia* type pollen and increase in pollen of open landscape plants and in charcoal particles from the same time period? If such a correlation appears, then how useful is this knowledge to ascertain or to detect cultivation in this area?

The time period to be observed is 6000–1000 BC, Late Mesolithic, Neolithic and Early and Middle Bronze Age. I chose this kind of upper time limit because from the Middle Bronze Age onwards the signs of agriculture become more established in Estonia but it is the early agriculture that intrigues us.

There are problems with using pollen as evidence for agriculture. For example, as a result of wind transportation, pollen could be carried thousands of kilometers away from its original source area and critics have argued that pollen found too early in too far North would represent exactly that case. Also, we can only identify *Cerealia* pollen up to its type and not its species (except rye (*Secale cereale*)), but there are both cultivated and wild plants among the type of *Cerealia*. Considering these perils, pollen data can be an extra way of ascertaining cultivating and not the main way.

There is data from sediments of 16 lakes in my work. 3 of them are classified as large in Estonian context, >100 ha. The rest are small, > 50 ha. The source area of pollen of large lakes is 50–100 km and of small lakes it is 2 km.

As a result of this kind of combining of natural scientific data and archaeological data three geographic areas can be observed in which there are at least two lakes and where the pollen and charcoal indicators are similar to each other..

The strongest palynological signal comes from South-East Estonia. Lakes there have a clear *Cerealia* signal that is supported by increase in open terrain plants and charcoal particles. Still, there are no settlements in the 2 km source area of pollen. So, there is no direct correlation between natural scientific data and archaeological data, but a natural scientific signal so strong should not be ignored either. This signal could be treated as a hint where to look for possible settlement sites from, settlement sites that we do not know of yet. This is the practical usefulness of my Bachelor thesis in the case of South-East Estonia. I suggested concrete locations for that – close to the water and slightly prominent compared to the surrounding terrain as was preferred for a settlement choice in the Stone Age.

The natural scientific signal from the lake sediments of North Estonia is also strong and there are many settlement sites and fossil fields in the 50 km pollen source area as well, but I find this correlation useless for archaeologists. *Cerealia* pollen found in these large lakes could originate from any of these many settlement sites but investigating all of them in the hope of establishing agriculture would be inconcrete and therefore very resource demanding in the sense of both time and cost. To gain from this rich data from North Estonia, more work should be done first. Are there any small waterbodies in the pollen source area of those many settlements? If there are, could sediment samples be taken from them? These are questions to be solved with paleo-ecologists. If suitable waterbodies are to be found, there would be a possibility to test this method of comparing natural scientific data and archaeological data in the other way around: is the abundance of archaeology echoing back in natural sciences too?

West Estonia or Low Estonia shows weak natural scientific signal from the Bronze Age, but lake Järveotsa in West Estonia is the only small lake in my thesis which has a settlement place (Siimika, although dated to the Neolithic) in the pollen source area. New archaeological excavations in Siimika could be considered.

An area with weak pollen and charcoal signal is well suited for testing the comparison method: is this weak signal echoing back in archaeology as well or is the archaeology – after new excavations – indicating agricultural activities.

The beginning of agriculture in Estonia has been set to the time period of 4300–3500 BC and to the coast and islands in West and North Estonia. The results of my thesis ascertain the time but move the geographical location away from the coast to inland, to South-East Estonia. The possible impulse for agriculture coming from areas south of Estonia has been suggested previously as well. In the case of coast and islands such an impulse would have been an effect of overseas communications. inland rivers would have served as such a communication line.

The difference in the possible geographical location could be a result of my choice not to use bog and marsh sediment data (there is a lot of *Cerealia* type flora there and using this data would cause much confusion).

In conclusion, the main use of the method of combining natural scientific data and archaeological one is in the potential that strong natural scientific signals could lead archaeologists to new unknown settlement places or help to ascertain cultivation activity

in the settlements we already know of. I suggest concrete locations for that search. It would serve in three directions: to test the method, to detect habitation where unknown before, to ascertain early agriculture. Weak natural scientific signals would help to test on what level of signal we can assume agriculture.

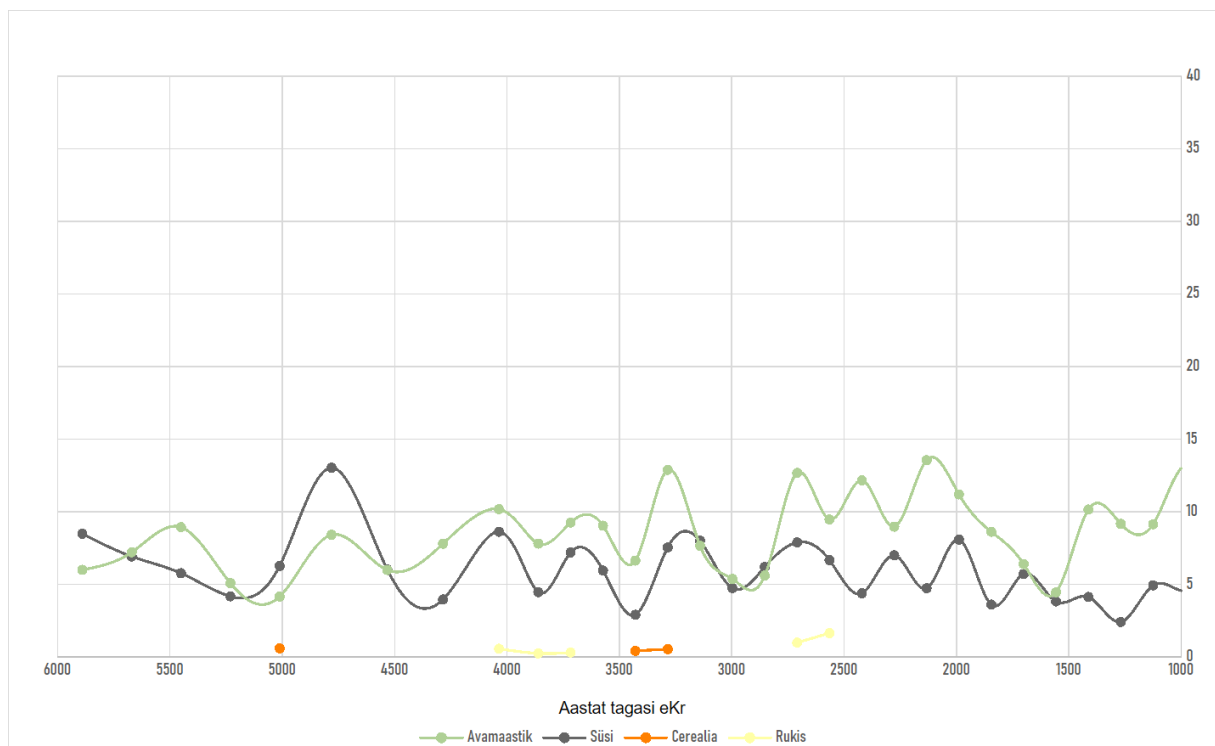
Lisa 1. Proovivõtukohad

1.1 Kagu-Eesti

1.1.1 Verijärv

Cerealia tüüpi taimede õietolm ilmub järjepidevalt Verijärve andmestikku V ja IV aastatuhande vahetusel eKr, kõige sagedamini registreeritakse seda IV aastatuhandel eKr, kõige kõrgem *Cerealia* määr saadakse III aastatuhandest eKr. Esineb rukis. Koos *Cerealia*'ga hakkab kasvama avamaastikule viitava taimestiku õietolm. Kuni umbes aastani 2500 eKr, kui registreeritakse viimane minu töö vaatevälja jääv *Cerealia* leid (kuni I at-ni eKr on Verijärve *Cerealia* näidus paus), kasvavad ka söeosakeste näitajad, pärast seda on avamaastiku ja söe näitajad ajuti ka vastassuunalised. Lähim teadaolev arheoloogiline leiukoht Verijärvest on 5 km kaugusel.

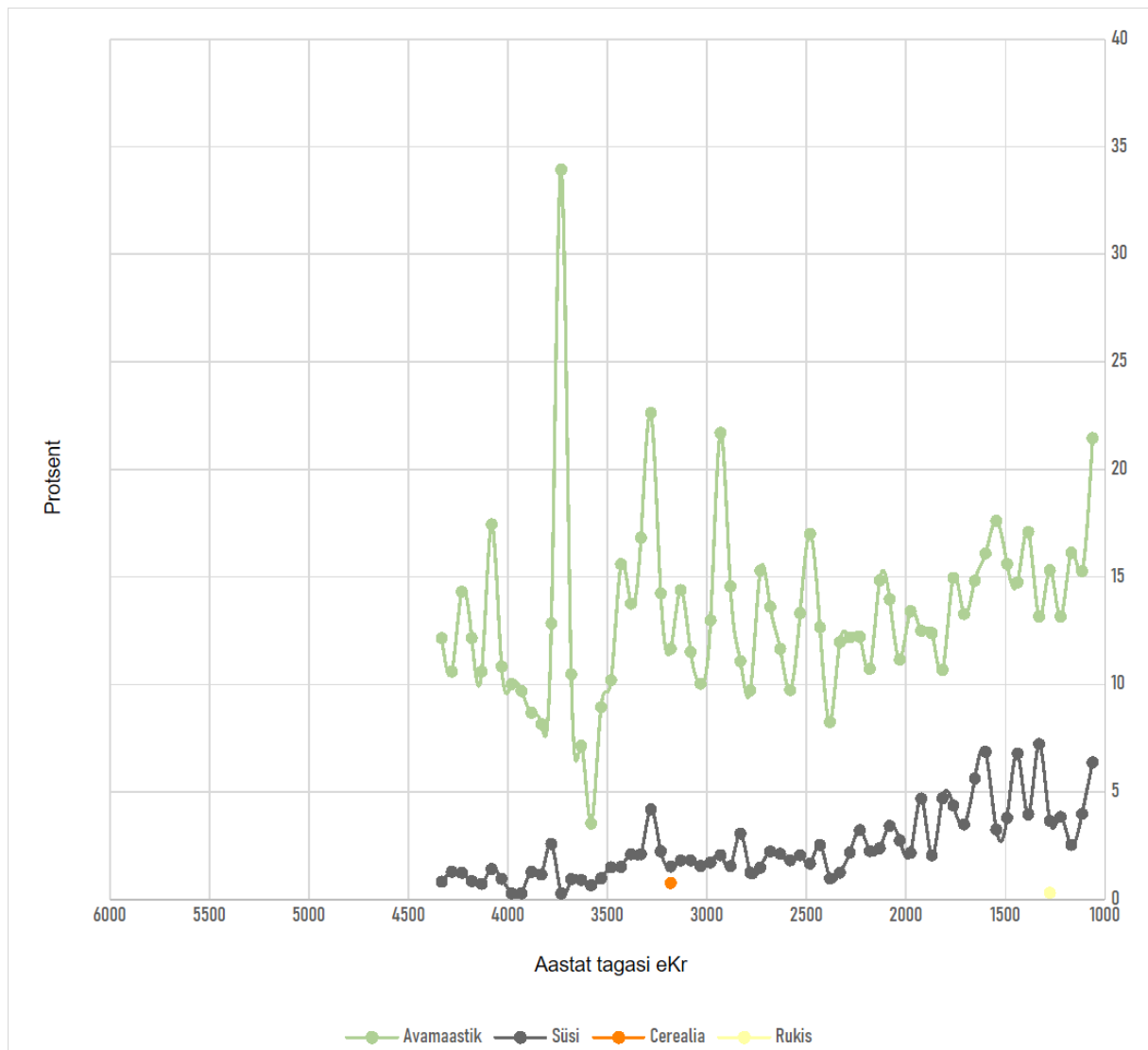
Aastatuhat (eKr)	<i>Cerealia</i> keskmine %	<i>Secale</i> keskmine %	<i>Cerealia</i> 'ga proovide arv	Avamaastiku taimede keskmine %	Söenäidu keskmine %	Lähim asulakoht/leiukoht	Arheoloogiline periood
II				8,45	4,67	Tamula I (Roosisaare), 5 km + kirveleid 2 km	Kammkeraamika kultuur (3900-1750 eKr) Pronksiaeg (alates 1750 eKr)
III	1,31	1,31	2	9,69	5,94		Kammkeraamika kultuur (3900-1750 eKr)
IV	0,38	0,28	4	8,88	6,01		Nõorkeraamika kultuur (2800-2000 eKr)
V	0,56	0,56	1	8,09	7,91		Narva keraamika kultuur (5200-3900 eKr)
VI	0,59		1	6,28	6,32		



1.1.2 Rõuge Tõugjärv

Kokkuvõttes: *Cerealia* tüüpi taimede õietolm ilmub Rõuge andmestikku V aastatuhande lõpus eKr, järgneb pooleteise tuhande aastane paus, üks leid, ning veelkord 700-aastane paus. Alates II aastatuhande algusest eKr kuni vaadeldava perioodi lõpuni on *Cerealia* esindatud igal sajandil. Süsi ja avamaastiku näitajad kasvavad koos *Cerealia* leidudega, avamaastiku näitajad hakkavad tõusma juba varem. Tõugjärve ümbrusest, 5 km kauguselt on teada lihtsa või hilise kirve teraosa. 10 km kaugusel asub Järvere asulakoht.

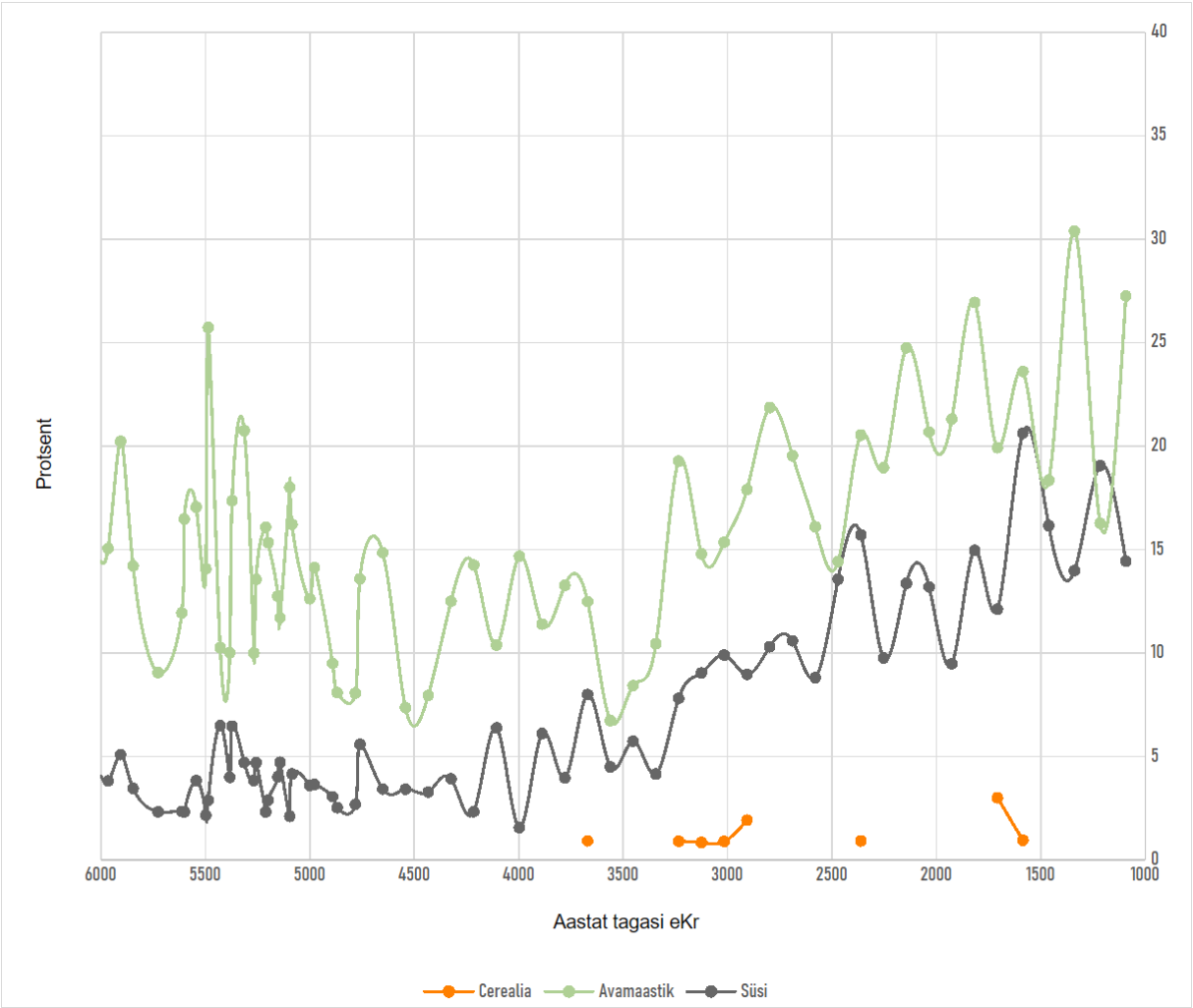
Aastatuhat (eKr)	<i>Cerealia</i> keskmine %	Rukki keskmine %	<i>Cerealia</i> 'ga proovide arv	Avamaastiku taimede keskmine %	Söenäidu keskmine %	Lähim asulakoht/leiukoht	Arheoloogiline periood
II	1,47		12	19,79	5,89		Kammkeraamika kultuur (3900-1750 eKr) Pronksiaeg (alates 1750 eKr)
III	0,43		1	14,63	3,29	Järvere asulakoht, 10 km + kirveleid, 5 km	Kammkeraamika kultuur (3900-1750 eKr)
IV				10,11	2,88		Nõorkeraamika kultuur (2800-2000 eKr)
V	0,85		1	9,81	3,18		Narva keraamika kultuur (5200-3900 eKr)
VI				13,42	2,88		



1.1.4 Nakri järv

Cerealia tüüpi taimede õietolm ilmub Nakri andmestikku IV aastatuhande esimeses pooles, järgneb 400-aastane paus, seejärel järjepidevad leiud kuni 2907 eKr. Siis registreeritakse *Cerealia*'t taas katkendlikult ja suuremate vahedega. Süsi ja avamaastiku näitajad kasvavad koos *Cerealia* leidudega, süsi näitajad hakkavad tõusma juba varem. Kõik kolm näitajat, *Cerealia* tüüpi taimede õietolm, avamaastikule viitavate taimede õietolm ja süsi on kõrgeimate tulemusega kogu andmestikus.

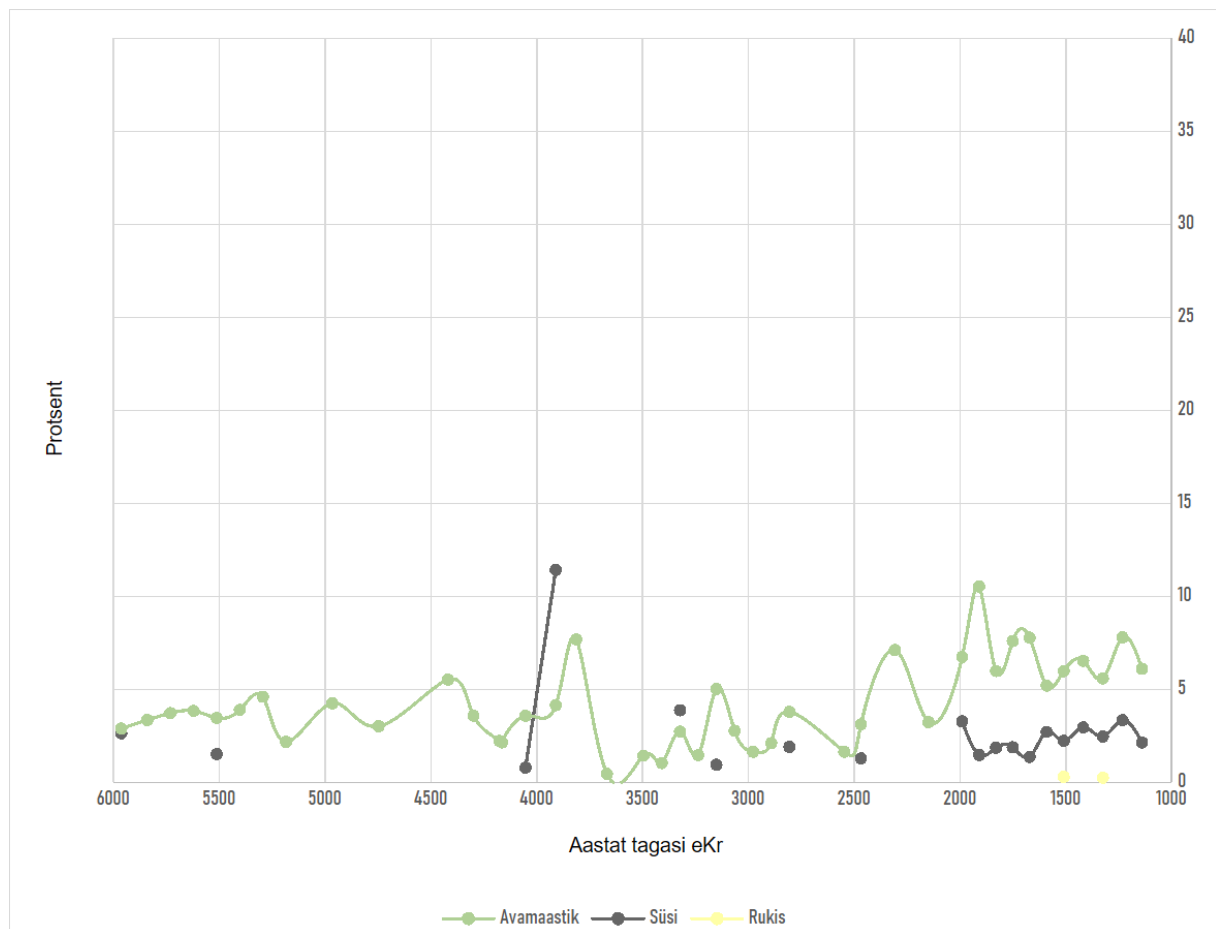
Aastatuhat (eKr)	Cerealja keskmine %	Rukki keskmine %	Cerealja'ga proovide arv	Avamaastiku taimede keskmine %	Söenäidu keskmine %	Lähim leiukoht	Arheoloogiline periood
II	1,97		2	23	15,1		Kammkeraamika kultuur (3900-1750 eKr) Pronksiaeg (alates 1750 eKr)
III	1,41		2	19,41	11,58	Kirveleid, 10 km	Kammkeraamika kultuur (3900-1750 eKr)
IV	0,88		4	12,68	6,07		Nõorkeraamika kultuur (2800-2000 eKr)
V				11,1	3,65		Narva keraamika kultuur (5200-3900 eKr)
VI				15,05	3,78		



1.1.5 Viitka järv

Rukis ilmub Viitka järve proovidesse II aastatuhande keskel eKr. Avamaastiku näit hakkab tõusma juba IV aastatuhande esimese poole lõpus eKr. Sõe andmeid on vähe, kuid rukkiga samaaegselt selle määr kasvab. Järvest 8 km kaugusel kirdes on Jõepera II asulakoht.

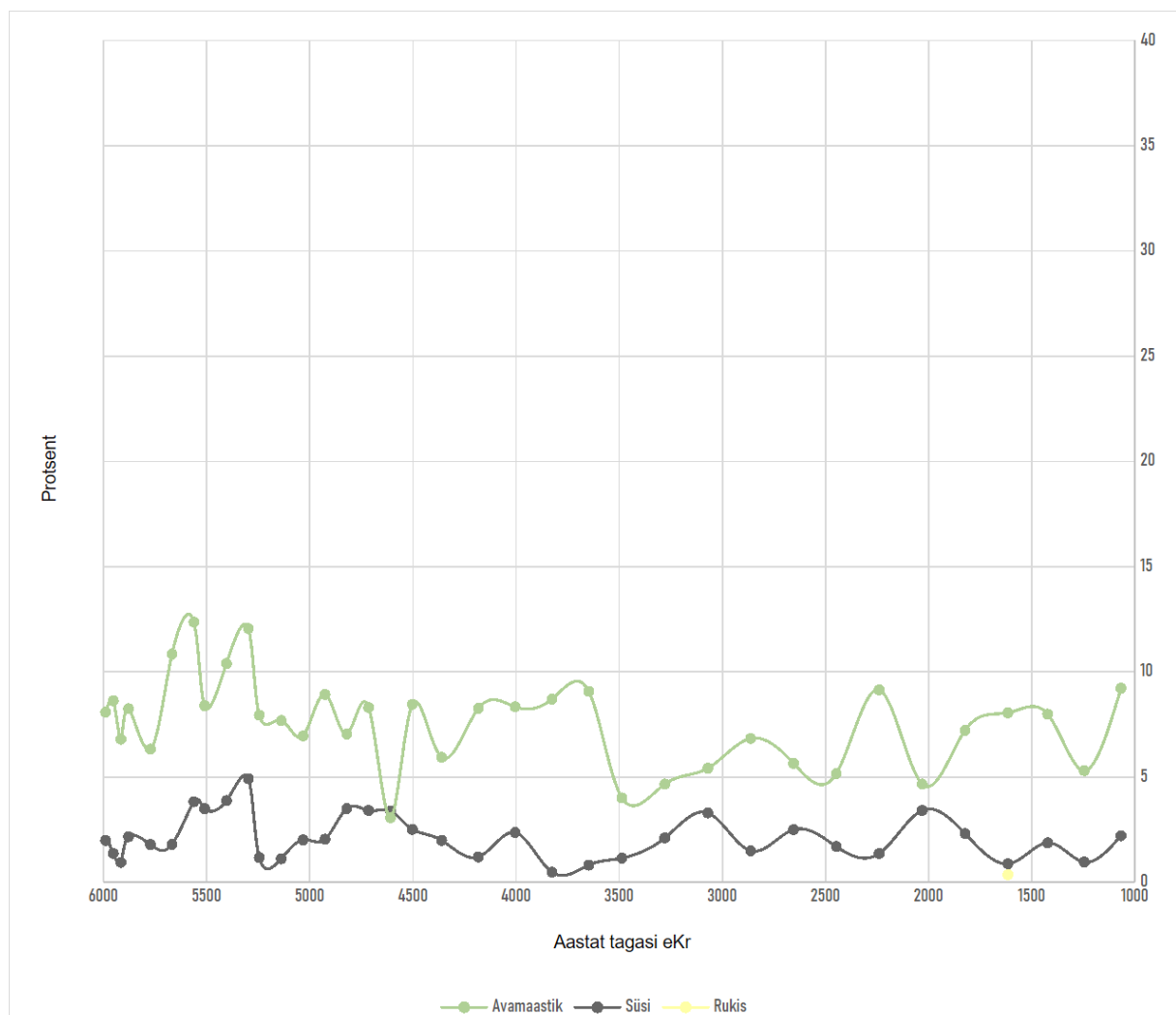
Aastatuhat (eKr)	Cerealia keskmine %	Rukki keskmine %	Cerealia proovide arv	Avamaastiku taimede keskmine %	Sõe keskmine %	Lähim asulakoht	Arheoloogiline Periood
II	0,27	0,27	2	6,89	2,34	Jõepera II, 8 km	Kammerkeraamika kultuur (3900-1750 eKr) Pronksiaeg (alates 1750 eKr)
III				3,24	1,6		Kammerkeraamika kultuur (3900-1750 eKr)
IV				2,97	5,42		Nõorkeraamika kultuur (2800-2000 eKr)
V				3,48	0,8		Narva keraamika kultuur (5200-3900 eKr)
VI				3,5	2,08		



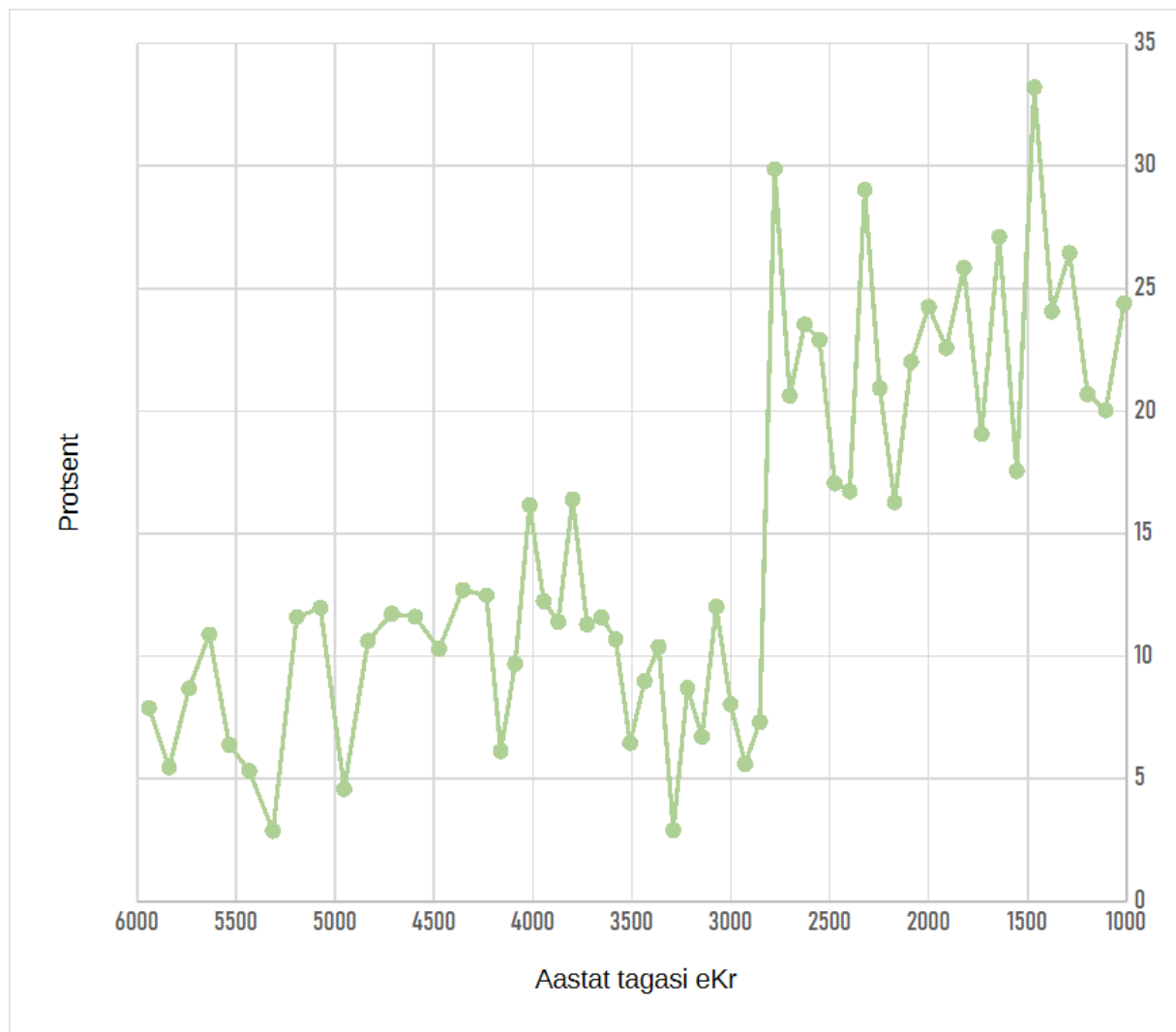
1.1.6 Plaani Külajärv

Plaani järve proovidesse ilmub II aastatuhande keskel eKr rukis. Avamaastiku ja söenäitajad on mõlemad vähese juurdekasvuga. Lähim kivikirve leid jääb 3,8 km kaugusele.

Aastatuhat (eKr)	Cerealja keskmine %	Rukki keskmine %	Cerealja'ga proovide arv	Avamaastiku taimede keskmine %	Söenäidu keskmine %	Lähim leiukoht	Arheoloogiline periood
II	0,36	0,36	1	7,55	1,65		Kammkeraamika kultuur (3900-1750 eKr) Pronksiaeg (alates 1750 eKr)
III				6,29	2,09	Kirveleid, 3,8 km	Kammkeraamika kultuur (3900-1750 eKr)
IV				6,37	1,57		Nõorkeraamika kultuur (2800-2000 eKr)
V				7,29	2,55		Narva keraamika kultuur (5200-3900 eKr)
VI				8,78	2,26		



1.1.7 Vagula järv



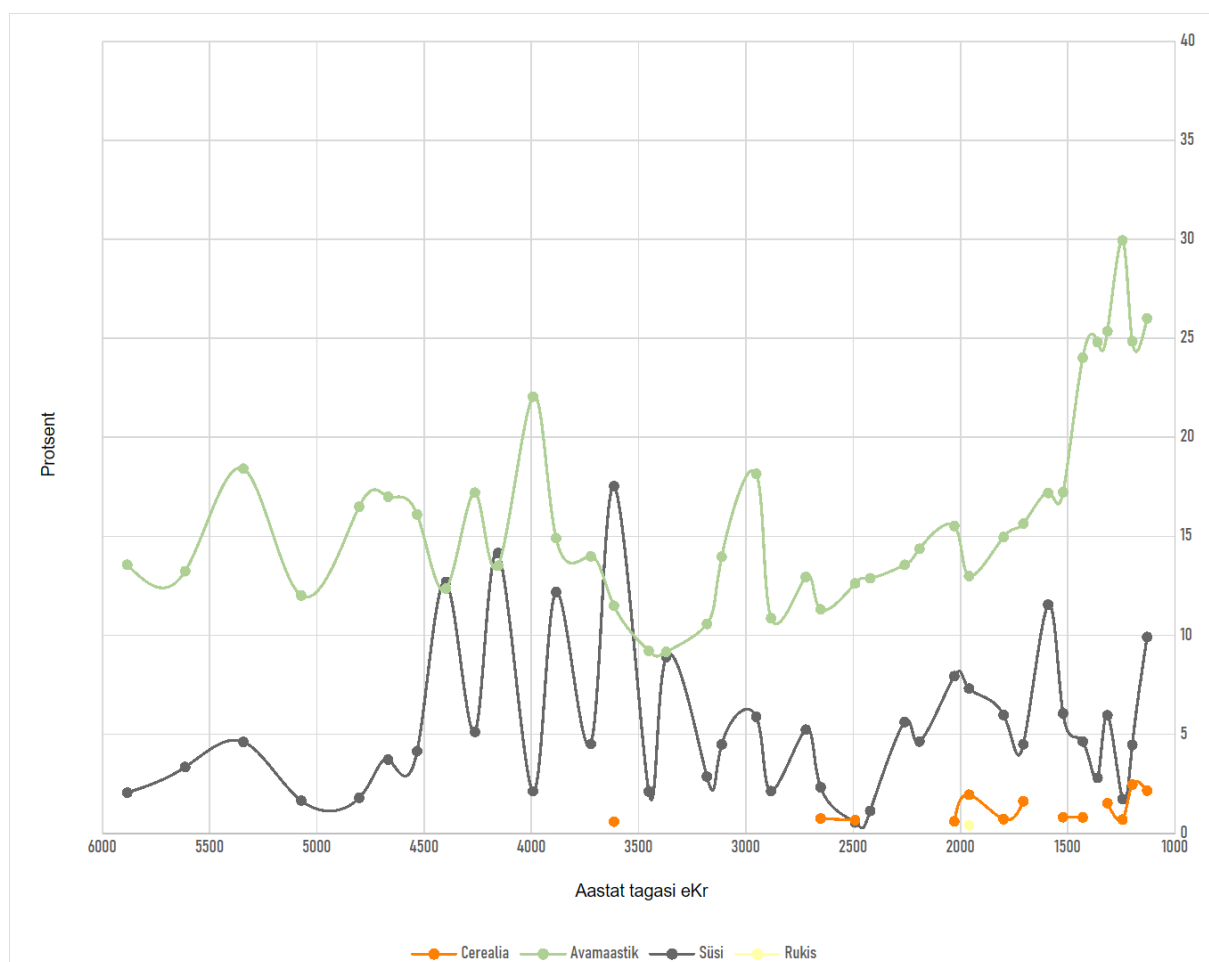
1.2 Põhja-Eesti

1.2.1 Maardu järv

Cerealia tüüpi taimede õietolm ilmub Maardu järve andmestikku esimest korda IV aastatuhande esimese poole lõpus, alates II ja III aastatuhande vahetusest eKr registreeritakse seda järjepidevalt. Esineb rukis. Koos *Cerealia*'ga hakkab kasvama avamaastikule viitava taimestiku õietolmu osakaal, kusjuures avamaastiku juurdekasv Maardus on kõige suurem kõikide minu vaadeldud *Cerealia* õietolmuga järvede seas. *Cerealia* leidudega samaaegsel perioodil on suuruselt teine ka avamaastiku keskmine näitaja. Söeosakeste osa proovides on muutlikum, liikudes tõusule III aastatuhande

keskpaigast. Järvele lähim asulakoht on varaneoliitiline Kroodi asulakoht, juhuleidudena on leitud kivikirveid.

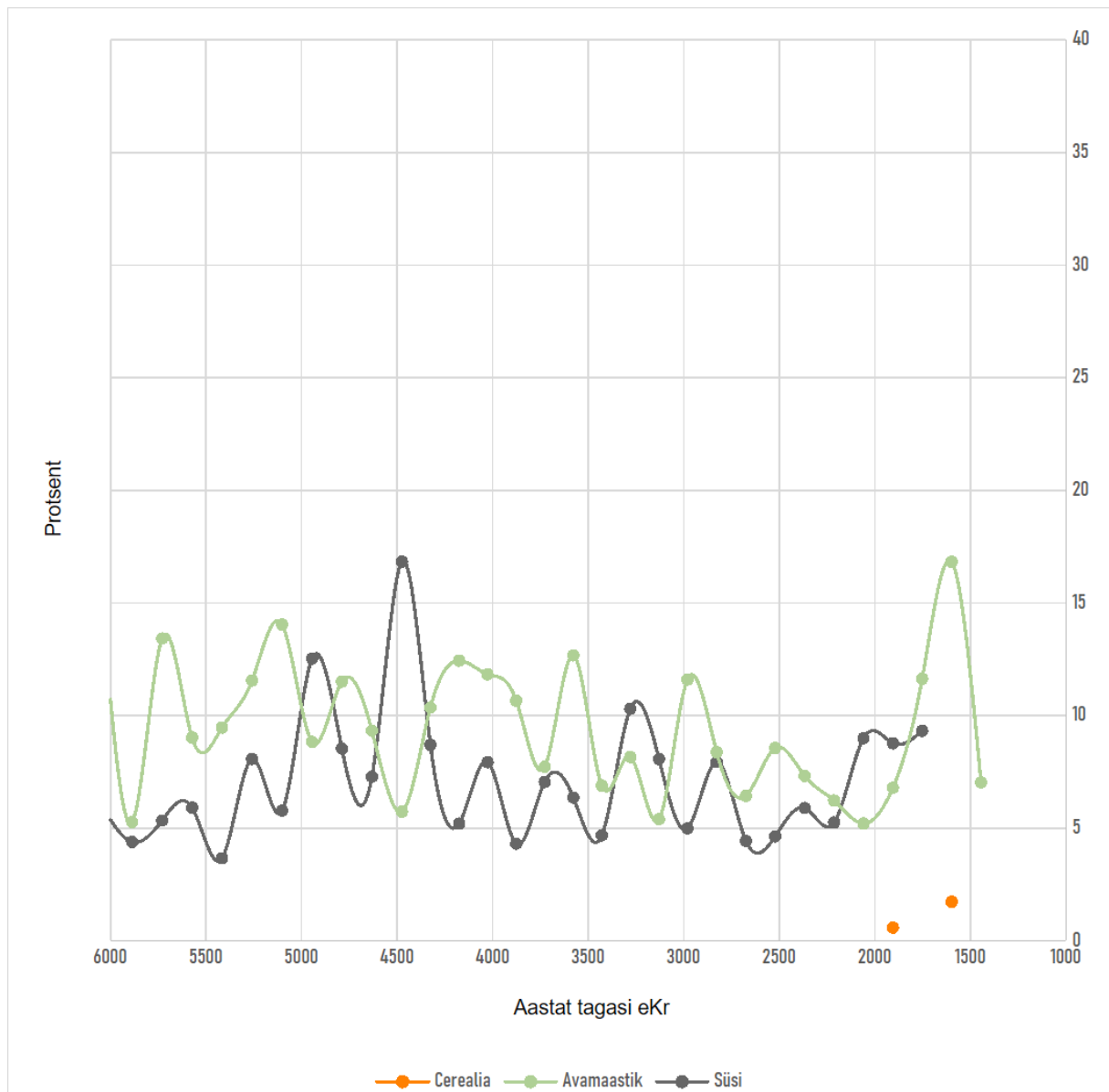
Aastatuhat (eKr)	Cerealia keskmine %	Rukki keskmine %	Cerealia'ga proovide arv	Avamaastiku taimede keskmine %	Söenäidu keskmine %	Lähim asulakoht/leiukoht	Arheoloogiline periood
II	1,41	0,41	9	21,18	5,9		Kammkeraamika kultuur (3900-1750 eKr) Pronksiaeg (alates 1750 eKr)
III	0,67		3	13,58	3,94		Kammkeraamika kultuur (3900-1750 eKr)
IV	0,59		1	13,17	6,84		Nõrkeraamika kultuur (2800-2000 eKr)
V				15,45	6,94	Kroodi asulakoht, 2 km + 2 kirveleidu, 1,5 km	
VI				14,31	2,92		Narva keraamika kultuur (5200-3900 eKr)



1.2.1 Kahala järv

Cerealia ilmub II ja III aastatuhande vahetusel. Kahala söeosakeste osakaal, nagu ka avamaastiku osakaal, on väga hüplik, selget kasvu- või kahanemistrendi ilmutamata. Kahala ümbrusse jääb mitmeid asulakohti, lähimad neist on Muuksi I ja II.

Aastatuhat (eKr)	<i>Cerealia</i> keskmine %	Rukki keskmine %	<i>Cerealia</i> 'ga proovide arv	Avamaastiku taimede keskmine %	Söenäidu keskmine %	Lähimad asulakohad	Arheoloogiline periood
II	1,16		2	10,57	9,05		Kammkeraamika kultuur (3900-1750 eKr) Pronksiaeg (alates 1750 eKr)
III				7,67	6,02	Muuksi I-II asulakohad, 1,3 km	Kammkeraamika kultuur (3900-1750 eKr)
IV				8,59	6,8		Nõorkeraamika kultuur (2800-2000 eKr)
V				10,01	9,57		Narya keraamika kultuur (5200-3900 eKr)
VI				11,08	5,59		



1.3 Loode-Eesti

1.3.1 Järveotsa järv

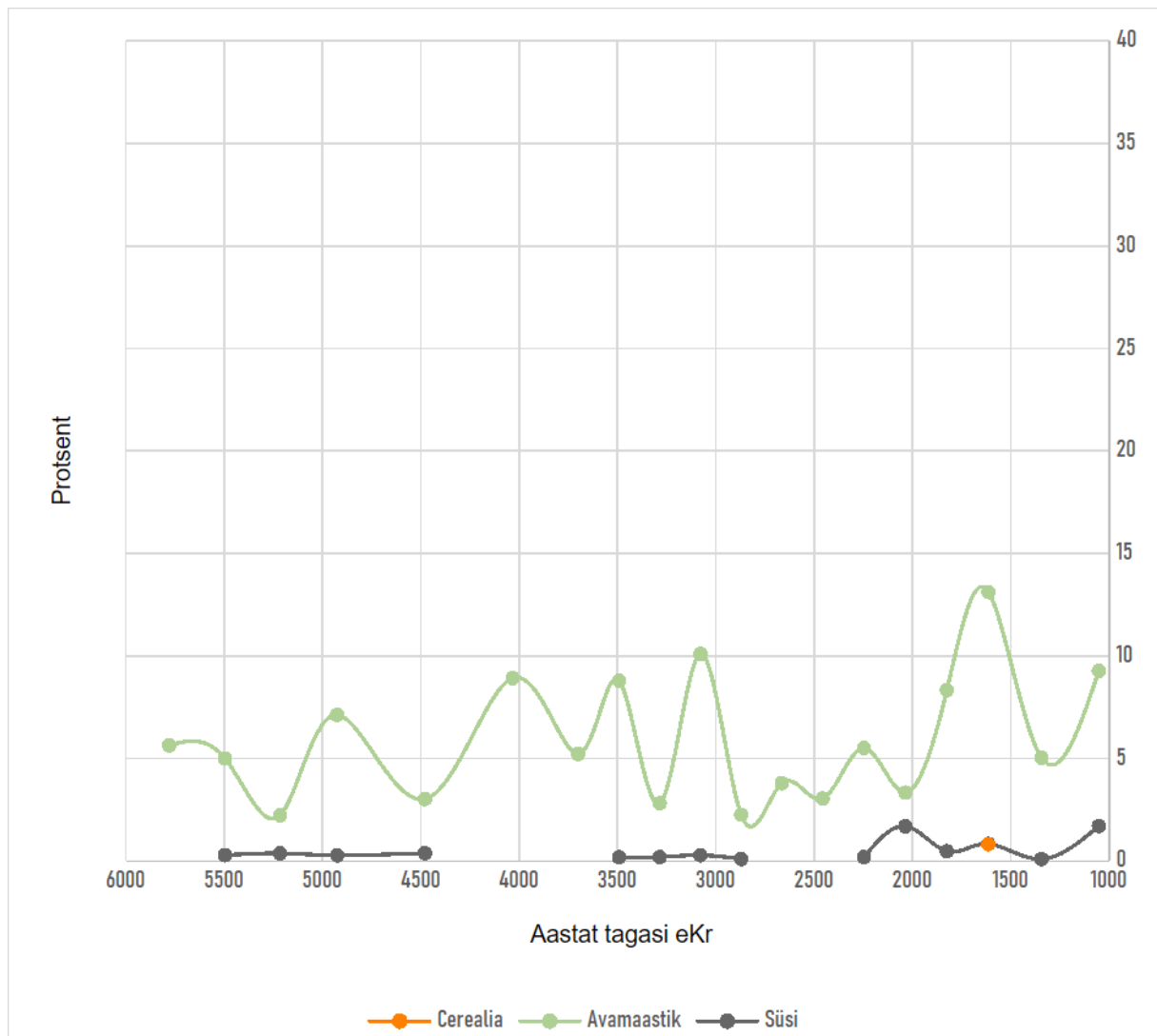
Cerealia ilmub Järveotsale II aastatuhande keskpaigast, selle määr on napp, napp on ka avamaastiku juurdekasv, söe osakaal näitab selget langustrendi. Järvest 1 km kaugusel asub Siimika asulakoht (ainus asulakoht kõigi vaadeldud väikejärvede 2 km raadiusega õietolmu sissekandevalas).

Aastatuhat (ekr)	<i>Cerealia</i> keskmine %	Rukki keskmine %	<i>Cerealia</i> 'ga proovide arv	Avamaastiku taimede keskmine %	Söenäidu keskmine %	Lähim asulakoht	Arheoloogiline periood
II	0,79		2	5,93	9,43	Siimika asulakoht, 1 km, dateeritud neoliitiliseks	Kammkeraamika kultuur (3900-1750 eKr) Pronksiaeg (alates 1750 eKr)
III				5,46	10,81		Kammkeraamika kultuur (3900-1750 eKr)
IV				2,36	15,82		Nõorkeraamika kultuur (2800-2000 eKr)
V				2,4	17,35		Narva keraamika kultuur (5200-3900 eKr)
VI				2,51	18,65		

1.3.2 Ruila järv

Ruila järves leidub *Cerealia* tüüpi taimede õietolmu vähe ja vaadeldava perioodi jooksul vaid ühes proovis enne II aastatuhande keskpaika eKr. Sütt leidub väga vähe nii enne kui pärast *Cerealia* leidu. Avamaastiku läheb II aastatuhande alguses hüplikule tõusule. Järvest 10 km lõunas asub Käbiküla dateerimata muinaspõld.

Aastatuhat (ekr)	<i>Cerealia</i> keskmine %	Rukki keskmine %	<i>Cerealia</i> 'ga proovide arv	Avamaastiku taimede keskmine %	Söenäidu keskmine %	Lähim fossiilpõld	Arheoloogiline periood
II	0,82		1	8,94	0,78	Käbiküla fossiilpõld, 10 km, dateerimata	Kammkeraamika kultuur (3900-1750 eKr) Pronksiaeg (alates 1750 eKr)
III				3,59	0,66		Kammkeraamika kultuur (3900-1750 eKr)
IV				6,73	0,22		Nõorkeraamika kultuur (2800-2000 eKr)
V				6,35	0,33		Narva keraamika kultuur (5200-3900 eKr)
VI				4,29	0,33		

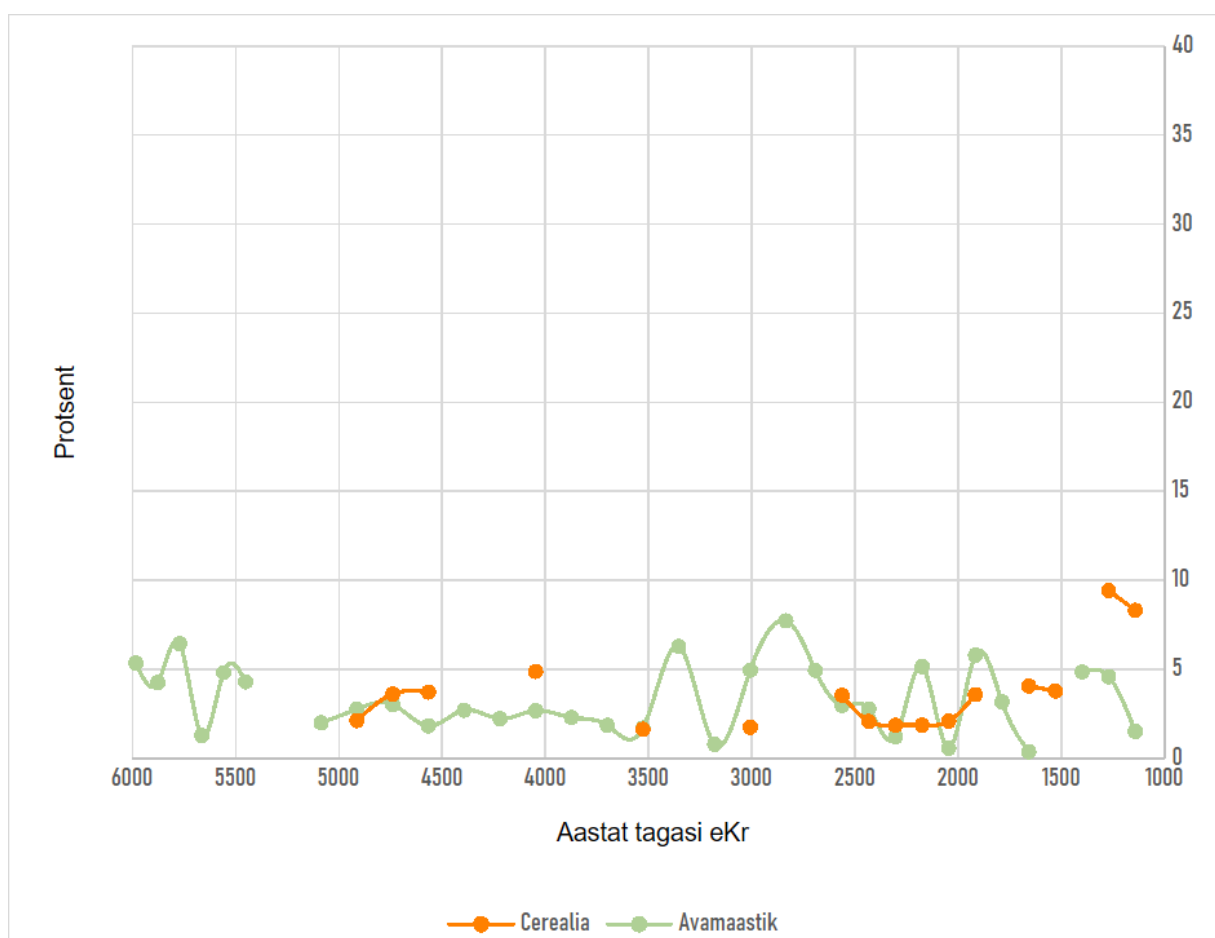


1.4 Üksikud järved

1.4.1 Ermistu järv

Ermistu esimene *Cerealia* tüüpi taimede õietolmu leid registreeritakse juba V aastatuhande algusest eKr, *Cerealia*'t registreeritakse kogu andmestiku peale palju ja tihti. Samas, avamaastiku näitajad kahanevad. Ermistu vastuoluline seis on hästi jälgitav ka alltoodud tabelist ja jooniselt. Ermistu järv asub Loode-Eesti soostunud piirkonnas, mis Anneli Poska hinnangul on ilmselt põhjuseks ka sellele vastuolulisele pildile, *Cerealia* tüüpi taimede õietolmu, mis Ermistust tuvastatud, on pigem metsik, soodele iseloomulik *Cerealia*.

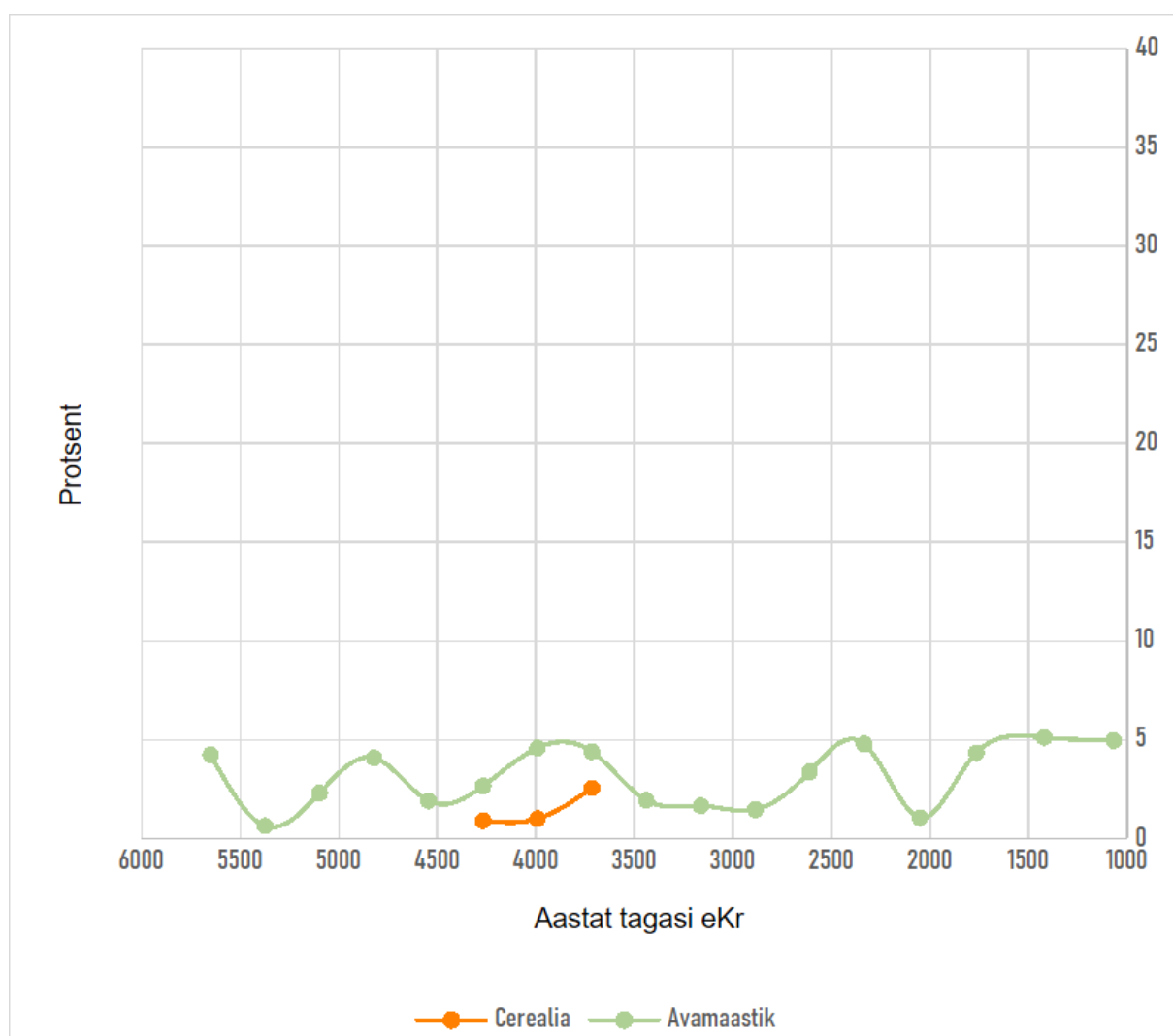
Aastatuhat (eKr)	Cerealia keskmine %	Rukki keskmine %	Cerealia'ga proovide arv	Avamaastiku taimede keskmine %	Söenäidu keskmine %	Lähim asulakoht	Arheoloogiline periood
II	5,83		5	3,38		Ei vaadanud	Kammkeraamika kultuur (3900-1750 eKr) Pronksiaeg (alates 1750 eKr)
III	2,28		5	3,62			Kammkeraamika kultuur (3900-1750 eKr)
IV	1,69		2	2,98			Nõorkeraamika kultuur (2800-2000 eKr)
V	3,58		4	2,54			Narva keraamika kultuur (5200-3900 eKr)
VI				4,06			



1.4.2 Martiska järv

Cerealia tüüpi taimede õietolm ilmub Martiska andmestikku V aastatuhande teise poole keskel, keskmiselt on *Cerealia* määr poolteist protsenti taimkattest. Avamaastiku näitajad on tagasihoidlikud, kuid koos *Cerealia*'ga kasvavad.

Aastatuhat (eKr)	Cerealia keskmine %	Rukki keskmine %	Cerealia'ga proovide arv	Avamaastiku taimede keskmine %	Söenäidu keskmine %	Lähim asulakoht	Arheoloogiline periood
II				4,81		Ei vaadanud	Kammkeraamika kultuur (3900-1750 eKr) Pronksiaeg (alates 1750 eKr)
III				2,68			Kammkeraamika kultuur (3900-1750 eKr)
IV	1,79		2	3,15			Nõorkeraamika kultuur (2800-2000 eKr)
V	0,91		1	2,89			Narva keraamika kultuur (5200-3900 eKr)
VI				2,4			

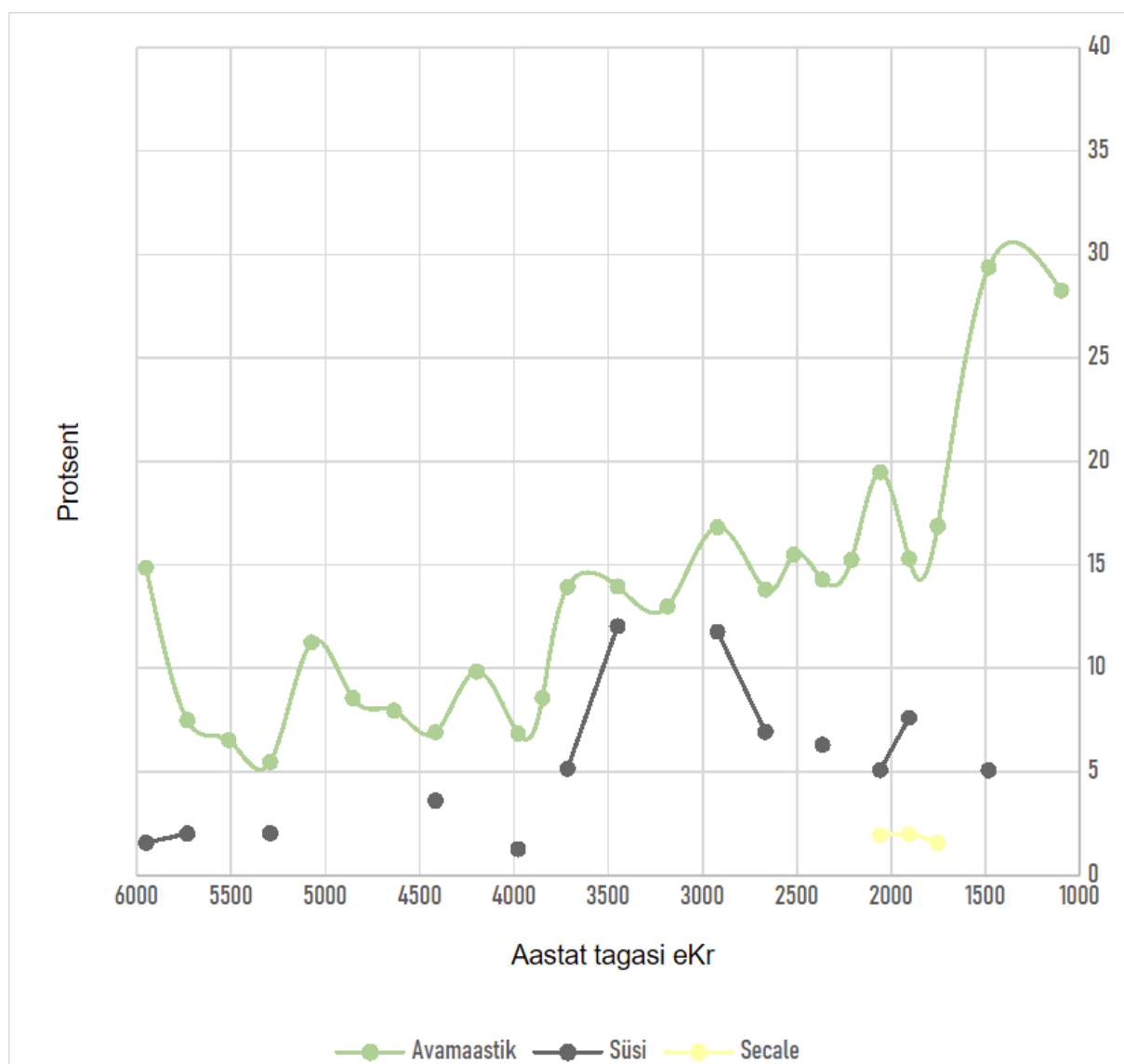


1.4.3 Äntu Sinijärv

Rukis ilmub Äntu proovidesse II ja III aastatuhande vahetusel. *Cerealia* keskmine leiumäär on kolme kõrgeima seas kogu minu andmestikus. Avamaastiku juurdekasv on samuti kolme kõrgeima seas. Sütt on Äntu järvest korjatud katkendlikult, on aimata selle

avamaastikule sarnane muutumine. Ühtset piirkonda vaatamata tugevale õietolmusignaale ei saa välja tuua, kuna läheduses pole teisi järvi, kust oleks proove võetud.

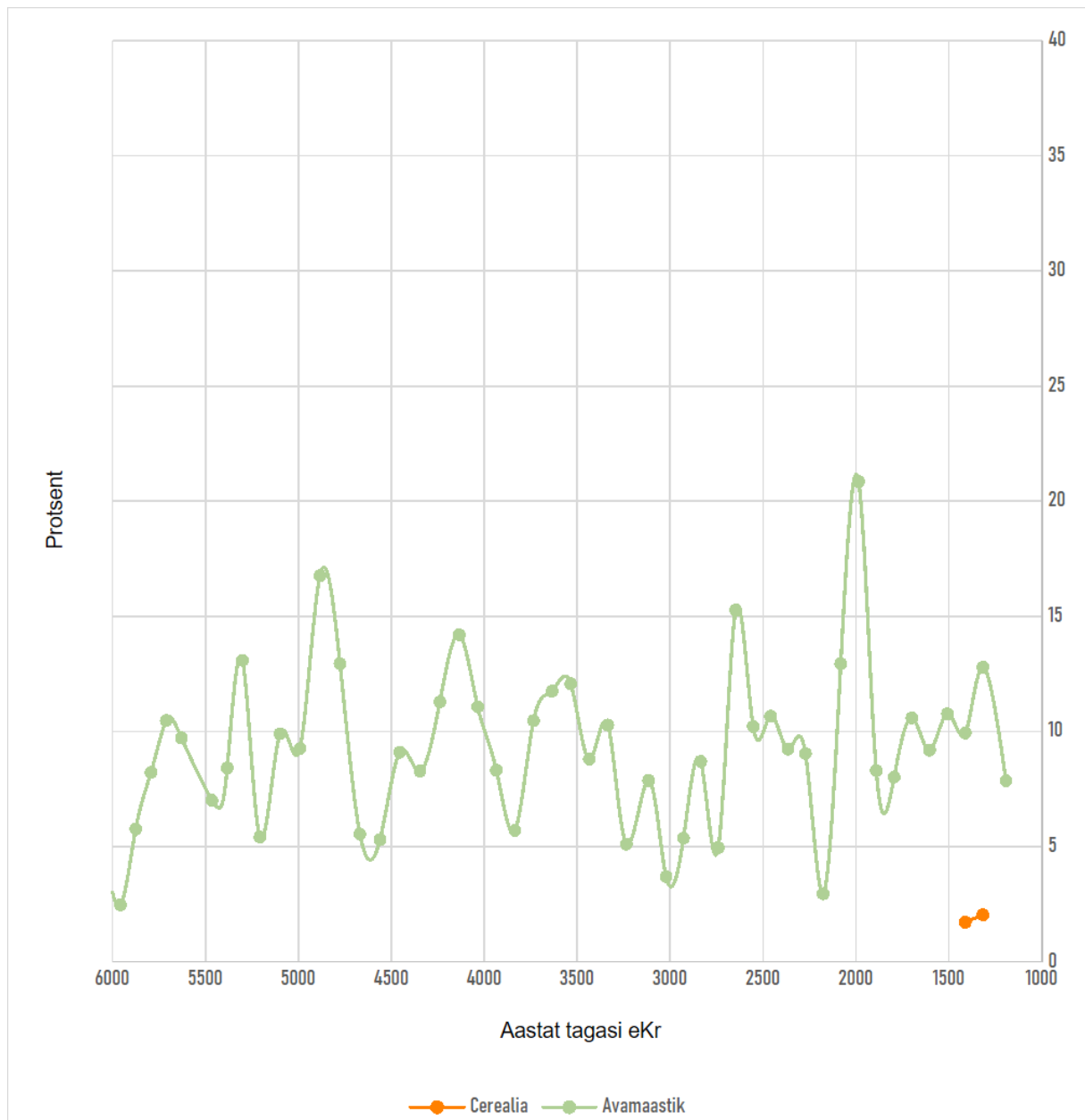
Aastatuhat (ekr)	<i>Cerealia</i> keskmine %	Rukki keskmine %	<i>Cerealia</i> 'ga proovide arv	Avamaastiku taimede keskmine %	Sõenäidu keskmine %	Lähim asulakoht	Arheoloogiline periood
II	1,78	1,78	2	22,45	6,34	Ei vaadanud	Kammerkeraamika kultuur (3900-1750 eKr) Pronksiaeg (alates 1750 eKr)
III	1,93	1,93	1	15,85	7,52		Kammerkeraamika kultuur (3900-1750 eKr)
IV				11,26	6,15		Nöörkeraamika kultuur (2800-2000 eKr)
V				8,32	3,6		Narva keraamika kultuur (5200-3900 eKr)
VI				9,12	1,87		



1.4.4 Raigastvere järv

Cerealia nähtub Raigastvere andmetes esimest korda II aastatuhande keskpaigas eKr, selle keskmine määr on seejuures suurim kõikide vaadeldavate leiukohtade peale. Avamaastik kasvab vähe. Sütt pole proovidest korjatud. Ühtset piirkonda vaatamata tugevale *Cerealia* signaalile ei saa välja tuua, kuna läheduses pole teisi järvi, kust oleks proove võetud.

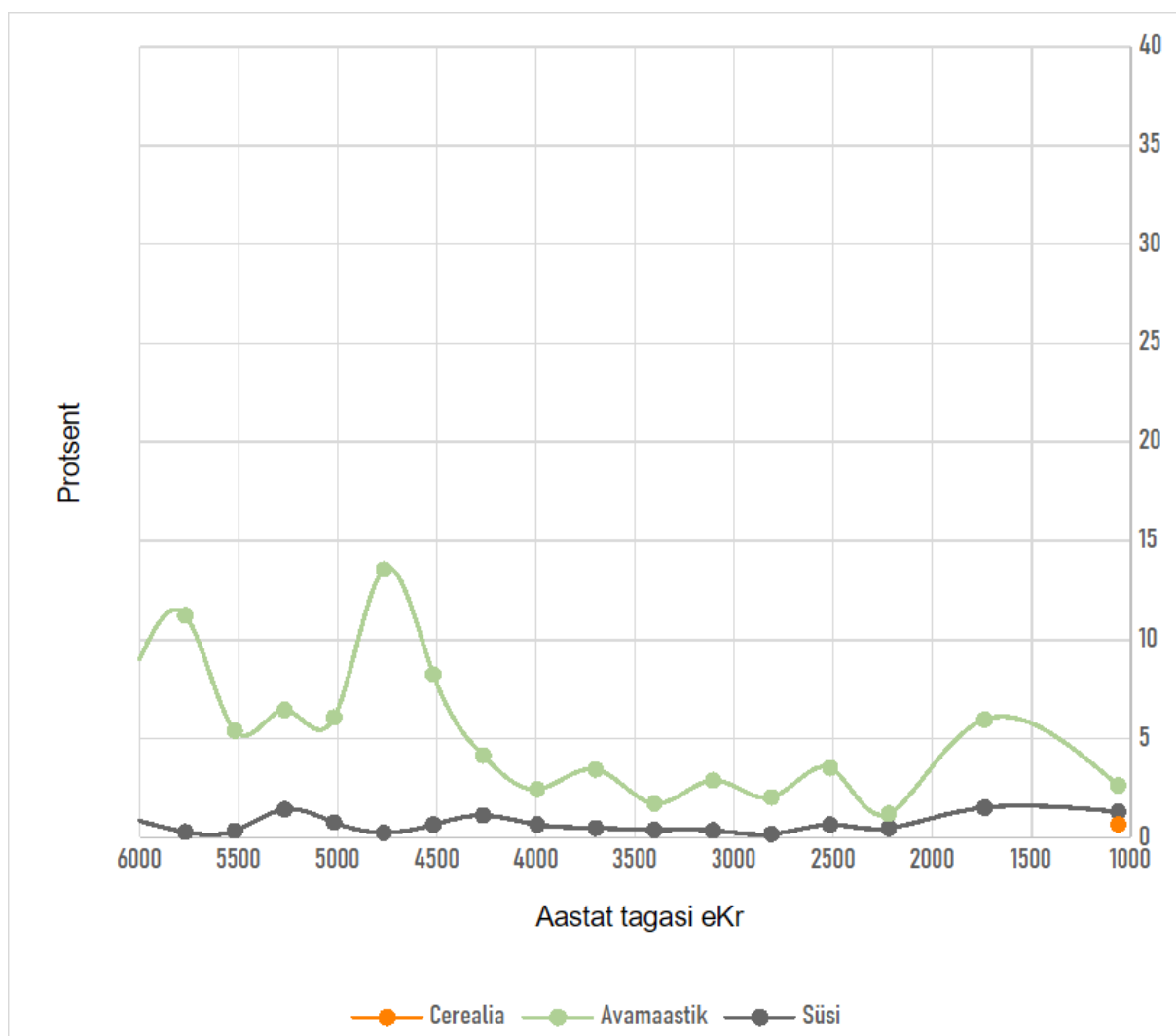
Aastatuhat (eKr)	<i>Cerealia</i> keskmine %	Rukki keskmine %	<i>Cerealia</i> 'ga proovide arv	Avamaastiku taimede keskmine %	Söenäidu keskmine %	Lähim asulakoht	Arheoloogiline periood
II	1,88		2	10,92		Ei vaadanud	Kammkeraamika kultuur (3900-1750 eKr) Pronksiaeg (alates 1750 eKr)
III			0	8,93			Kammkeraamika kultuur (3900-1750 eKr)
IV			0	8,41			Nõorkeraamika kultuur (2800-2000 eKr)
V			0	10,37			
VI			0	7,73			Narva keraamika kultuur (5200-3900 eKr)



1.4.5 Viitna Pikkjärv

Cerealia tüüpi taimede õietolm ilmub Viitna Pikkjärve andmestikku I ja II aastatuhande vahetusel, nii *Cerealia* kui avamaastiku osakaalu mõõtetulemused on tagasihoidlikud.

Aastatuhat (eKr)	Cerealia keskmine %	Rukki keskmine %	Cerealia'ga proovide arv	Avamaastiku taimede keskmine %	Söenäidu keskmine %	Lähim asulakoht	Arheoloogiline periood
II	0,67		1	4,3	1,41	Ei vaadanud	Kammkeraamika kultuur (3900-1750 eKr) Pronksiaeg (alates 1750 eKr)
III				2,26	0,44		Kammkeraamika kultuur (3900-1750 eKr)
IV				2,63	0,47		Nöörkeraamika kultuur (2800-2000 eKr)
V				8,66	0,68		Narva keraamika kultuur (5200-3900 eKr)
VI				7,55	0,75		



Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Helena Eenmaa,

annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „Arheoloogiliste ja loodusteaduslike andmete kasutamine varase maaviljeluse tuvastamisel. Võimalused ja ohud”, mille juhendajad on Kristiina Johanson, PhD, ja Anneli Poska, PhD, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada Tartu Ülikooli digitaalarhiivi kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni;

annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 4.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni;

olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Helena Eenmaa

18.05.2026