

Tartu Ülikool

Humanitaarteaduste ja kunstide valdkond

Ajaloo ja arheologia instituut

Laboratoorse arheologia õppetool

Andres Kimber

VAATED, HELID JA MAASTIK – LOHUKIVID REBALA MUINSUSKAITSEALAL

Magistritöö

Juhendaja: prof. Aivar Kriiska

Tartu 2016

Sisukord

Sissejuhatus	3
1. Lohukivide uurimislugu ja käsitlused	6
2. Uurimispiirkond ja andmed.....	13
2.1 Uurimispiirkond.....	13
2.2 Lohukivid	18
2.2.1 Inspeksioon	21
2.3 Kõrgusmudel	21
3. Loodusmaastik.....	25
3.1 Pinnamood	25
3.2 Mullastik	28
3.3 Distantis veekogudest	34
4. Vaatevälja analüüs	37
4.1 Sissejuhatus	37
4.2 Vaated lohukividelt ja lohukividele	41
4.3 Totaalne vaateväli.....	47
5. Lohukivid ja heli	54
5.1 Arheoakustikast	54
5.2 Metoodika	55
5.2.1 Lohkude tegemine	55
5.2.2 Helileviku kaardistamine	58
5.3 Toksimishelide levik.....	66
6. Üldistused.....	74
Kokkuvõte.....	78
Kirjandus.....	80
Lühendid	80
Käsikirjad	80
Publikatsioonid	81
Internetiallikad	87
Summary. Views, sound and landscape – cup-marked stones in Rebala Heritage Reserve	88
LISA. Töös kasutatud lohukivide andmete koondtabel	92

Sissejuhatus

Lohukivide näol on tegemist keerulise muistiseliigiga, mille tähendus ja dateering on läbi aastakümnete huvi pakkunud nii mitmetele professionaalsete arheoloogidele kui ka harrastusuurijatele. Nende olemuse seletamise teeb raskeks lohukivide suur hulk, mis on Eesti alal peaaegu 1800, ning tohutu teabe kogus, mis seob neid ümbritseva maastikuga. Samas aga puuduvad võimalused kividele lohkude tegemise aja otseseks dateerimiseks.

Leian, et lohukivist saadava informatsiooni võib jagada kolme kategooriasse: (1) asukoht maastikul ehk seos erinevate looduslike ja kultuuriliste objektidega; (2) kivi ise oma mõõtmete, kuju ja materjaliga ning (3) lohud (ja ka muud inimtegevuse jäljed) oma asukoha, mõõtmete, hulgaga ning töö- ja kasutusjälgedega. Käesolevas töös leiavad rakendust kõik kolm kategooriat, kuid eelkõige tuginen esimesele ehk asukohale maastikul.

Töö peamiseks eesmärgiks on demonstreerida ja rakendada GIS-põhiste (geoinfosüsteem) ja kvantitatiivsete meetodite potentsiaali lohukivide uurimiseks. Niisiis ei ole magistritöö sihiks lohukivide tähenduse ja dateerimisega seotud probleemide lahendamine, vaid pigem uute ning senisest ehk tõhusamate meetodite väljapakkumine ning testimine. Arvestades lohukivide paiknemist nii loodusmaastikul kui ka inimese poolt tajutud ruumis püstitasin eesmärkide täitmiseks järgnevad laiahaardelised küsimused:

- Kas ja kuidas on lohukivid seotud pinnamoe, mullastiku ja veekogudega?
- Millist rolli mängib lohukivide paiknemises ümbritseva visuaalne aspekt?
- Kuidas seostub lohukivide ja nende ümbrusega lohkude tegemisel kostuv toksimisheli?

Küsimustele vastamiseks keskendun suurel määral meetodite nüanssidele ning muutujatele, et neist saadav informatsioon oleks võimalikult universaalselt ja selgelt tõlgendatav. Lohukive pole sellistest aspektidest Eestis varasemalt GIS'i ja kvantitatiivsete meetoditega uuritud. Lisaks ei ole siinmail kunagi varem uuritud maastiku, heli ja muististe omavahelisi seoseid.

Püstitatud eesmärgist ning aja- ja mahupiirangutest tulenevalt pole kaasatud lohukive koge Eestist, vaid valitud üks konkreetne piirkond – Rebala muinsuskaitseala. Töö ajalised piirid paneb paika lohukivide pikk dateering, mis võib ulatuda hilisneoliitikumist rooma rauaaja lõpuni (3. aastatuhande teisest poolest eKr kuni 1. aastatuhande keskpaigani pKr).

Pikemalt käsitlen nii ajalisi kui ruumilisi piire vastavalt uurimisloole ning -piirkonna peatükkides. Töö on lisaks kasutatavale metoodikale uudne ka seetõttu, et seni ei ole Eesti arheoloogias tehtud uurimusi, mille fookuses oleksid lohukivid ühes mikropiirkonnas. See lubab erinevalt varasematest uurimustest süvendatumalt keskenduda üksikasjadele. Seetõttu jäävad kõrvale nii mujal Eestis kui ka naabermaades paiknevad lohukivid.

Ühelt poolt on tegemist kvantitatiivse maastikuarheoloogilise uurimusega, aga vaatevälja ja helileviku aspekti arvestades muististe tajumist ja maastiku fenomenoloogilist külge puudutava lähenemisega. Näen neid kahte suunda teineteist täiendava mitte vastandlikena. Lohukivide mõistmiseks ei ole sobilik eirata seda, kuidas muistised rajanud inimesed võisid neid maastikul erinevate meeltega tunnetada (vt nt Rainbird 2012, 266–268). Tõden, et minu lähenemine lohukivide visuaalsetele ja helilistele aspektidele ei ole otseselt fenomenoloogiline, vaid pigem laiemalt muististe tajumist tunnustav ja selle arvutuslikule küljele, mitte vahetule kogemisele, toetuv. See on kohati vastuoluline. Eesmärk pole pakkuda võimalikult mitmekülgselt ja põhjalikku kirjeldust sellest, kuidas inimene lohukive ja maastikku tajub (vt Tilley 2010, 271–273). Leian, et olenemata maastiku kirjeldamise põhjalikkusest ja pidevalt sealt viibimisest, pole võimalik jõuda selleni, kuidas seda tajus minevikus seal elanud inimene. Sageli ei olda fenomenoloogises lähenemises sellega päris nõus (vt Tilley 2004, 26–28; Hamilakis *et al* 2002, 8–10). GIS-põhine ja fenomenoloogiline lähemine on oma põhimõtete poolest erinevad ning nende kombineerimine on arheoloogidele viimased paarkümmend aastat, kuid siiani puudub selleks sisuline teoreetiline lähemine (Gillings 2012, 601–602). Käesolev uurimus ei tegele aga laiemate teoreetiliste tausta üle juurdlemisega. Leian, et piisab tõdemusest, mille kohaselt teadvustan erinevaid maastiku tajumise aspekte. Lisaks tunnistan, et tänu modernsetele tehnoloogilistele võimalustele on meie arusaam loodusmaastikust laiahaardelisem ja kohati põhjalikum (nt täpsed mullatüübid, nõlvakalded, veekogude vahelised distantsid jms) ning seetõttu erinev mineviku inimese tajumisest, mis põhines maastiku vahetul kogemisel (Thomas 2001, 170–172).

Magistritöö koosneb kuuest peatükist. Esimeses annan ülevaate lohukivide uurimisloost Eesti arheoloogias ning toon välja erinevate uurijate põhiseisukohad. Teises kirjeldan uurimispiirkonna, Rebala muinsuskaitseala, valimise kriteeriume, uurimuses kasutatud muistiseid ning välitoid ja analüüside jaoks koostatud kõrgusmudelit. Kolmas on esimene analüüsi peatükk. Selles vaatan lohukivide seoseid loodusmaastiku kolme aspektiga:

reljeef, mullastik ja kaugus veekogudest. Vältimaks puhtalt keskkonna deterministlikku lähenemist uurin neljandas peatükis lohukivide visuaalseid seoseid omavahel ja kivikalmetega ning võrdlen neid kogu maastiku taustandmetega. Viiendas peatükis käsitlen lohku toksimise heli. Keskendun heli levimise uurimise metoodikale ning vaatan toksimisheli levikukaartide seoseid ümbritseva maastiku ja muististega. Kuuendas peatükis kombineerin eelnevate peatükkide tulemusi ning arutlen põgusalt tõlgenduste üle seoses varasemate uuringute tulemustega ning käsitlen tulevaste uurimuste potentsiaali ja suunda.

Uurimistöös kasutasin valdavalt geoinfosüsteeme QGIS 2.13.3 Lyon (QGIS Development Team. 2016) ning GRASS GIS 7.0.3 (GRASS Development Team 2016). Spetsiifiliste tööriistade puudumise tõttu kasutasin ka ArcGIS 10.3 (ESRI 2014) koos lisatööriistadega SPreAD-GIS (Reed *et al.* 2010), Fuzzy viewshed (Rašova 2014) ja Probable viewshed (Rašova 2014). Helifailide redigeerimiseks ja esmaseks analüüsiks kasutasin vabavaralist helitöötlustarkvara Audacity® (Audacity team 2016) ning statistiliste analüüsideks jaoks programmi R 3.2.3 (R Core Team 2015) koos kasutajaliidesega Rstudio 0.99.879 (RStudio Team 2015) ning täiendava teegiga Seewave (Sueur *et al.* 2015).

Soovin tänada juhendajat professor Aivar Kriiskat, kes oli töö kirjutamise juures igati toeks ning tänu kellele selle teemani jõudsin. Samuti võlgnen suure tänu Kristiina Paavelile, kelle sisulised kommentaarid ja innustav arutelu parandasid töö kvaliteeti oluliselt. Lisaks tänan Allar Haava diskussiooni ja kommentaaride eest, mis aitasid kvantitatiivse poole kindlasti sisukamaks teha. Lisaks olgu tänatud Indrek Kimber, Andis Koppel, Liisa Kallas ja Janek Šafranovski, kes aitasid mind välitöödel ning mõtlesid minuga lohukivide teemal kaasa.

1. Lohukivide uurimislugu ja käsitlused

Siinkohal annan lohukivide uurimisloost ja käsitlustest põgusa ülevaate, tuues välja Eesti arheoloogide põhilised seisukohad, mis on käesoleva uurimistöo teemat arvestades olulised. Põhjalikuma ülevaate eelkõige varasemast ja laiemast uurimisloost leiab nii Vello Lõugase (1995, 63–66) ja Andres Tvauri (1997, 13–20; 1999, 113–115) artiklitest kui ka Katrin Treumani (2009, 13–21) magistritööst, mistõttu pole kogu informatsiooni kordamine vajalik. Lisaks peatun hetkeks sellel, mis on toimunud pärast mainitud teoste ilmumist.

Lõugas (1972, 729; vt ka Lõugas 1970, 73–77) eristas esimesena Eesti lohukivid ohvrikividest, kuna neist ei räägi pärimus ning lohud paiknevad ka vertikaalsel pinnal, kuhu ei saa midagi asetada. Niisiis võttis ta kasutusele uue termini – väikeselohuline kultuskivi. Seejuures märkides, et sageli paiknevad lohukivid jõeorgude veerul või madalate niiskete alade servades, kuid mitte vahetult kivikalmete kõrval. Tuues paralleele Skandinaaviamaadega ning seostades neid kivikalmete ja surnukultusega, dateeris Lõugas lohukivide valdava leviku vahemikku nooremast pronksiajast rooma rauaajani (*ibid.*, 731). Arvestades, et tollal oli praegusest u 1750 lohukivist teada alla 500, on need järeldused ja tähelepanekud kohati üllatavalt paikapidavad tänapäevani. Hiljem lisas Lõugas (1995, 69), et suure lohkude arvuga kivid asuvad valdavalt piirkondades, kus on palju lohkudega kive.

Valter Lang (1996, 382, 392, 399–400, 408, 414, 422, 426, 428, 441) käsitles lohukive, nimetades neid vastavalt juurdunud traditsioonile väikeselohulisteks kultuskivideks, igas Loode-Eesti uurimispiirkonnas eraldi ning nägi seaduspära nende paiknemises maastikul ja seoses teiste muististega. Nimelt asuvad kivid kohati küll kivikirstkalmete juures, kuid valdavalt kalmerühmade vahelises alas ning seejuures erinevate asustusüksuste või -piirkondade piirialadel. Lisaks võivad lohukivid paikneda madalatel ja niisketel aladel või nende läheduses. Käesolevas töös uuritava Rebala muinsuskaitseala piirkonna puhul tõi Lang (1996, 399–400) välja, et rohkelt kive paikneb Jõelähtme jõe ümbruses, mis näitab selle võõndi tähtsust, ning teistel piirialadel. Samas lisas ta, et lohukivide asend sobib selles piirkonnas rohkem hilisneoliitilise ja vanema pronksiaja kui hilispronksiaja ja eelrooma rauaaja asustuspildiga.

Kuna Eesti lohukivid pole niivõrd otseses seoses kivikalmetega nagu Skandinaavias, võis Langi arvates ka nende tähendus siinmail traditsiooni lähtealast erineda. Lohukivide ning põldude ja kivikalmete vahel ei pruukinud olla otsest sidet. Samas olid aga lohukivid just

põlluharijate kultuuri üheks osaks (Lang 2007, 245). Seejuures saab võrrelda lohukivide levikut ka varase pronksiaja silmaga kivi kirveste levikuga, kuna mõlemad näivad olevat osa viljakusega seotud kivi kultusest (*ibid.*).

Tvauri kaitses 1995. aastal Helsingi Ülikoolis Eesti ja Soome lohukive käsitleva magistritöö “Viron ja Suomen kuppikivet”, mille põhjalt avaldas hiljem kaks artiklit (Tvauri 1997, 1999). Artiklites andis ta ülevaate Eesti ja vähemal määral naabermaade lohukivide uurimisest, levikust, välimusest ja olemusest. Autor tõi sisse termini *lohukivi*, mis on eelmistest lühem ja tema arvates ka täpsem ning mida kasutatakse alates sellest ajast kirjanduses läbivalt (Tvauri 1997, 11). Võrreldes lohukude arvu kivide arvuga leidis ta, et enim on 1–5 lohulisi kive ning mida rohkem lohke, seda vähem selle arvuga kive. Tõlgenduse kohaselt ei olnud tehtavate lohukude arv ettemääratud ning muistne inimene tegi lohke, mitte lohukive. Autor seletas suurt lohukude arvu väheste sobivate kivide, mugavuse ja harjumusega. Lohukude arv võis Tvauri arvates olla seotud piirkonna asustustiheduse või piirkonna majandusliku potentsiaaliga (*ibid.*, 25–26). Kahjuks ei vaadeldud ta siinkohal ühtegi konkreetset piirkonda, mis on uurimuse mastaapi arvestades ka mõistetav, ning lohukude arvu teema jäi suhteliselt pinnapealseks. Kahtlen, kuivõrd mängis rohkete lohukude tegemisel ühele kivile rolli sobivate kivide vähesus või mugavus. Pigem tuleks sel juhul näha koha ja/või kivi erilisemat tähendust (vt nt Vedru 2011, 68–70).

Lohukude paiknemist uurides selgus, et need asuvad seal, kuhu neid oli mugav teha. Lohud paiknevad valdavalt juhuslikult, kuid moodustavad kohati (ebamääraseid) rühmi. Mitut lohku on ka uue tegemisega rikutud. Autor leidis seeläbi, et oluline ei olnud mitte lohku, vaid eelkõige lohu tegemine ning lohku oli ühekordse kasutusega (Tvauri 1997, 26–27). Tvauri (1997, 36) sidus lohukive peamiselt maaharimisega, kuna üle 95% neist asub praegusel või endisel põllul, selle servas või muul kultuurmaastikul, mis põllustati juba muinasajal. Ta leidis, et lohukivid paiknevad eelkõige viljakatel rähkmuldadel. Tööd retsenseerivas artiklis juhtis Lang (1997, 162) aga tähelepanu, et suur hulk kive on levinud loo-, mitte rähkmuldadel. Tvauri (1997, 37) täheldas ka lohukivide laialdasemat levikut võrreldes kivi kirstkalmetega, mille seletuseks pakkus samuti kivide ja maaharimise seost, kuna harida võidi küladest kaugemal asuvaid alemaid. Ta esitas muuhulgas näite Lõuna-Savost, kus lohukivid asuvad veekogudest kaugemal kui teised muistised. Selle seletuseks on pakutud, et kivid pole seotud asulatega, mis asusid valdavalt veekogu lähedal (*ibid.*). Kui Lang nägi lohukivide funktsioonina valdavalt piiri tähistamist, siis Tvauri (1997, 38) rõhutas aletamist,

mis toimus asulast eemal perifeersel alal. Niisiis pole tema arvates lohukivide paiknemine otseselt seotud asulate ega kalmetega, vaid (ale)põldudega (*ibid.*).

Lohkude vanuse määramisel jäi Tvauri (1997, 39, 41) suuresti Lõugase (1972) määrangu juurde, mille kohaselt seoses Skandinaavia kultuurimõjude ja kivikirstkalmetega kuuluvad lohukivid perioodi nooremast pronksiajast eelrooma rauaaja lõpuni. Alasid, kus asuvad kivikalmed ja puuduvad lohukivid või vastupidi, on seletatud eemalasuvate alepõldude ja uskumuste erineva levikuga (Tvauri 1997, 39). Nõustun siin Langiga (1997, 162), kes seadis kahtluse alla sellise lihtsa seletuse ning kahtles lohukivide kivikirst- ja tarandkalmetega sidumise õigustatuses. Eemal asuvad lohukivid võivad pärineda varasemast ajast või pole neil aladel kivikalmeid lihtsalt rajatud.

Tvauri arvates (1997, 41) jõudis lohukivide traditsioon Skandinaaviast Eestisse tõenäoliselt pronksiaja lõpus või eelrooma rauaaja alguses, mil Rootsis kaljujooniseid enam ei tehtud, kuid lohkude tegemine jätkus. Leian, et Eesti lohukivide algusaja sidumine kaljujooniste või nende puudumisega ei ole hästi põhjendatud. Esiteks pole Eestis kaljujooniste jaoks sobivaid suuri kaljupindasid. Teiseks võisid lohud ja kaljujoonised, mis on Skandinaavias sageli küll integreeritud, omada erinevaid uskumuslikke tagamaid ja funktsioone, mistõttu ei pidanud mõlemad traditsioonid samal ajal ja viisil levima. Selle dateeringuga ei olnud rahul ka Lang (1997, 163; viidates Jaanits 1985), kes juhtis tähelepanu, et Skandinaavia mõjud ilmnevad juba Eesti keskneoliitilises materjalis ning seetõttu pole välistatud lohukivide traditsiooni varasem levik Eestisse.

Lohkude algset tähendust käsitledes lükkas Tvauri (1997, 42) tagasi varem esitatud esivanemate kultusega seotud tõlgenduse, kuna lohukivid võivad paikneda asustusest ja kalmetest kaugel. Lisaks ei ole lohke tehtud võimalikult nähtavatesse või käidavatesse kohtadesse, mis aitaks neid tõlgendada piiritähistena. Kuna sarnased lohud ei oma mingit sõnumit tegijast, siis pole tõenäoliselt tegu ka otsese kommunikatsioonivahendiga. Ta nägi lohu tegemist kui ühekordset viljakusmaagilist toimingut. Niisiis on suur lohkude hulk ühel kivil seotud intensiivsema maaharimisega ning lohukivid ei olnud tõenäoliselt pühad kivid. Arvan, et korduvalt ühe kivi sisse lohke tehes ei saanud inimesed jääda selle suhtes ükskõikseks, vaid lohukivi omandas maastikul tähenduse, mis eristas seda lohkudeta kividest. Tvauri (1997, 43) nentis, et lohukivide suure levikuala ning pika perioodi tõttu pidi neil olema lihtne ja üldarusaadav tähendus. Sellega nõustun täielikult. Lang (1997, 162) tõi välja, et paljud kivid asetsevad maaharimiseks sobimatutes kohtades ning seetõttu võisid lohud

algsest sümboliseerida viljastamist laiemalt kui ainult aletamisega seoses. Sarnase viljakuskultuse väljenduseks võivad olla ka varase pronksiaja auguga kivikirveste levik (Lang 2007, 30).

Gurly Vedru (2011, 19–30) on Põhja-Eestit uurides lähtunud valdavalt fenomenoloogilisest maastikuarheoloogiast, mille abil üritas ta mõista maastikku läbi seal viibiva inimese. Ta tõi välja, et lohukivid asuvad sageli niisketes ja liminaalsetes kohtades ning maastikul eriliste objektide (jõed, klindiserv, kõrgemad kohad) lähistel. Lisaks paiknevad need kivikalmetega võrreldes teistsugustes looduslikes oludes. Lohukivid võisid olla rituaalide osa, mälu säilitaja ja võimusuhte looja ning mineviku, oleviku ja tuleviku ühendajad, kuid laiemas plaanis seotud eelkõige kohtade tähtsustamisega (Vedru 2011, 68–70; vt ka Vedru 2002, 115–116). Sageli pole arvukate kalmete juures rohkelt lohukive ning vastupidi (Vedru 2002, 112–113). Toetudes lohukivide seostele kiviaegsete asustusjälgedega, võis tema arvates lohukivide traditsioon alguse saada hilisneoliitikumis või varasel pronksiajal. Kivid kaotasid oma tähenduse koos monumentaalsete kivikalmetega viikingiajaks või selle käigus (Vedru 2011, 69–71).

Vedru (2007b) käsitles osaliselt ka käesolevas töös analüüsivat piirkonda, keskendudes maastiku kogemisele ja kohatunnetusele läbi muististe paiknemise ja maastikul avanevate vaadete. Rebala, Võerdla ja Jõelähtme külade lohukivid paiknevad kohati märgaladel või nende servas ning on seetõttu liminaalsetena käsitletavad. Kivid on siin-seal omavahel või kalmetega seoses nähtavad ning nende juurest avanevad laiad vaated (*ibid.*, 41; vt ka Vedru 2006, 108). Avanevad vaated näivad mängivat suuremat rolli kivikalmete puhul (*ibid.*, 44–47).

Tõnno Jonuks (2009, 183–185) nõustus valdavalt eelpool mainitud Langi ja Vedru seisukohtadega, mille kohaselt kohti ritualiseeriti lohukivide abil ning need olid osaks just põlluharijate kultuurist. Seejuures esitas ta kriitikat peamiselt kolmes punktis. Esiteks ei saa Eestisse otse üle kanda lohu kui (naiseliku) viljakuse motiivi, kuna Skandinaavias on säärase tõlgenduseni jõutud läbi kaljujooniste figuride, mis siinmail aga puuduvad. Teiseks ei erista lohud kivil seda maastikul ringi vaadates teistest kividest, mistõttu polnud selline märgistamine otstarbekas. Kolmandaks pole nn surnukultuse olemasoluks otsene seos kalmetega vajalik, kuna tegu võib olla lihtsalt teistsuguse avaldumisvormiga. Usun, et taoline kriitika on igati asjakohane.

Katrin Treuman (2009, 134) jõudis kogu Eesti lohukive kultuur- ja loodusmaastikul käsitlevas magistritöös seisukohani, et lohukivid on seotud kolme perioodiga: (1) noorem pronksiaeg ja eelrooma rauaaeg, (2) rooma rauaaeg ja (3) viikingiaeg ja noorem rauaaeg. Väite peamiseks aluseks on kivide paiknemine vastavate perioodide enim levinud muististe läheduses ehk kuni 1 km raadiuses. Leian, et töö suurimaks panuseks on tulemus, mille kohaselt paikneb suur hulk lohukividest aladel, mis muudeti haritavaks alles 20. sajandi teisel poolel (Treuman 2009, 134). Lohukivid paiknevad sageli jõgede, järvede ning karsti- ja märgalade läheduses (*ibid.*, 114–116). Kui kivid paiknevad kõrgematel aladel, siis on nende läheduses kivikalmed. Harjumaa kividest asub ligi neljandik lohukividest liigniisketel aladel või nende servas (*ibid.*, 103–104). Lohukivide leviala kattub hästi tarandkalmetega, mistõttu rõhutas ta ka lohukude seost nn surnukultusega (*ibid.*, 127–128). Vaadates seost asulakohtadega, oletas Treuman, et lohud tehti enne viikingiaega (*ibid.*, 131). Muistsete põldude ja hiiekohtade seos näib olevat marginaalne (*ibid.*, 131–133). Seejuures peetakse töös muististe üksteisele lähedal asumist *a priori* olemuslikuks seoseks. Lohukivide ja teiste muististe seoseid vaatlavas peatükkides käsitletakse omavahelist distantsi kui otseselt tähenduslikku fenomeni, seda seejuures pikemalt lahti mõtestamata ning konkreetsete alade looduslike tegureid arvestamata. Samas võib seda pidada mõistetavaks, kuna käsitletav territoorium (kogu Eesti) ning muististe hulk on väga suur.

Keele- ja kodu-uurija Eduard Leppiku uurimus „Lääne-Virumaa lohukivid” (2006) annab põhjaliku ülevaate nimetatud ala lohukividest, luues seeläbi väga hea materjali edasiseks uurimiseks. Toetudes suuresti Tvauri (1997) käsitlusele, nägi Leppik (2006, 240–241) lohukivide seost põldudega. Erinevalt teistest uurijatest vaatas ta lähemalt kivide mõõtmeid ja kuju ning lohukude tegemist, kuju ja arvu. Selgus, et lohukude tegemiseks eelistati ümbruskonna suurimaid kive ning nende kõrgeimat osa (*ibid.*, 239–240). Ta uskus, et ilmekamad lohud tehti kivil esimesena ning need esinevad ainult kivil, kus on rohkelt lohke. Seejuures väheste lohukudega kivid paiknevad peamiselt kohati märgadel äärealadel (*ibid.*, 238). Leppiku mõtteid lohukude tegemisest käsitlen allpool.

Enamikus eelpool mainitud käsitlustest on tähelepanu all kas kogu Eesti ala või mõne suurema piirkonna lohukivid. Lisaks olid lohukivid prioriteediks ainult Lõugase, Tvauri, Leppiku ja Treumani uurimustes. Niivõrd suuremahulistes uurimustes käsitletav andmestik teeb aga spetsiifiliste küsimuste uurimise keeruliseks või lausa võimatuks, kuna teave

muutub raskesti hoomatavaks. Eelnevat kokku võttes saab öelda, et varasemates uurimustes välja pakutud peamised tõlgendused on järgmised:

- Lohukivid on otseselt seotud kivikalmetega (Lõugas 1970; 1972; Treuman 2009).
- Lohukivid on asustusala piirialadel või liminaalsetes kohtades (Lang 1996; Treuman 2009; Vedru 2011).
- Lohukivid on seotud (ale)põldudega (Tvauri 1997; Leppik 2006).
- Lohukivid on seotud vee (jões, järved) või märgaladega (Lõugas 1970; 1972; Lang 1996; Vedru 2007b, 2011; Treuman 2009).
- Lohukivid asuvad maastikul ümbritsevast erinevate kohtade juures (Vedru 2007b, 2011).
- Lohukividega tähtsustati kohtasid (Vedru 2002; 2011).
- Lohukivid on seotud otseselt viljakusmaagiaga (Tvauri 1997; Jaanits *et al.* 1982, 185).
- Lohukive tehti/kasutati peamiselt nooremast pronksiajast varase rauaaja lõpuni, kusjuures traditsiooni algus võis olla juba neoliitikumis ning lõpp keskmises rauaajas (Lõugas 1972; Lang 1996; Tvauri 1997; Treuman 2009; Vedru 2011).
- Lohukivid pole otseselt seotud ei põldude ega kivikalmetega, vaid need olid üheks põlluharijate kultuuri osaks (Lang 2007; Jonuks 2009).

Käesolevas töös üritan seni kasutamata meetodeid rakendades neid seisukohti Rebala muinsuskaitseala näitel kinnitada või ümber lükata. Seejuures on selge, et maastikulist eripära ning püstitatud küsimusi arvestades ei pruugi kõik seisukohad osutada ilmekaks ega asjakohaseks.

Lohukivide juures on läbi viidud mitmeid arheoloogisi välitöid, kuid midagi otseselt kividega seotavat ei ole leitud (vt Lõugas 1995, 66; Tvauri 1997, 15–18; Treuman 2009, 19–21). Siiski väärrib mainimist, et viimase paari aasta jooksul on kaheksa lohukivi juures toimunud arheoloogilised uuringud, mille üheks juhatajaks olin ka ise. 2014. aasta juunis toimus Kurna lohukivi (reg nr 18780) juures arheoloogiline järelvalve, mis jätkus sama aasta sügisel päästekaevamistega (vt Kimber *et al.* koostamisel). Pärast segiküntud põllukihi eemaldamist tuvastati mitu kultuurkihilaiku ja tuleaset. Kahest tuleasemest saadud söe radiosüsiniku dateering andis tulemuseks u 750–240 eKr ja u 670–880 pKr. 2015. aasta juunis toimusid eeluuringud Tallinna Lennujaama territooriumil asuva kolme lohukivi (reg nr 2613–2615) ümbruses ja asulakohal (reg nr 2610). Kuigi lohukivide ümbruses midagi

arheoloogiliselt huvipakkuvat ei leitud, saadi läheduses asuvalt asulakohalt eelrooma rauaaegne savinõukild, mille lähistel tuvastati põlenud kivide kiht (Kimber *et al.* 2015, 5–8, 15). Seoses Rail Balticu projektiga toimusid 2015. aasta augustist septembrini Tallinna idapiiril arheoloogilised eeluuringud nelja lohukivi juures (reg nr 2616–2619; Kriiska *et al.* 2015, 173–300). Neist kolme juures ei olnud (säilinud?) kultuurkihti. Selgus aga, et neljas lohukivi (reg nr 2616) asub nöörikeramika etapi asulakohal (vt ka Paavel *et al.* ilmumas).

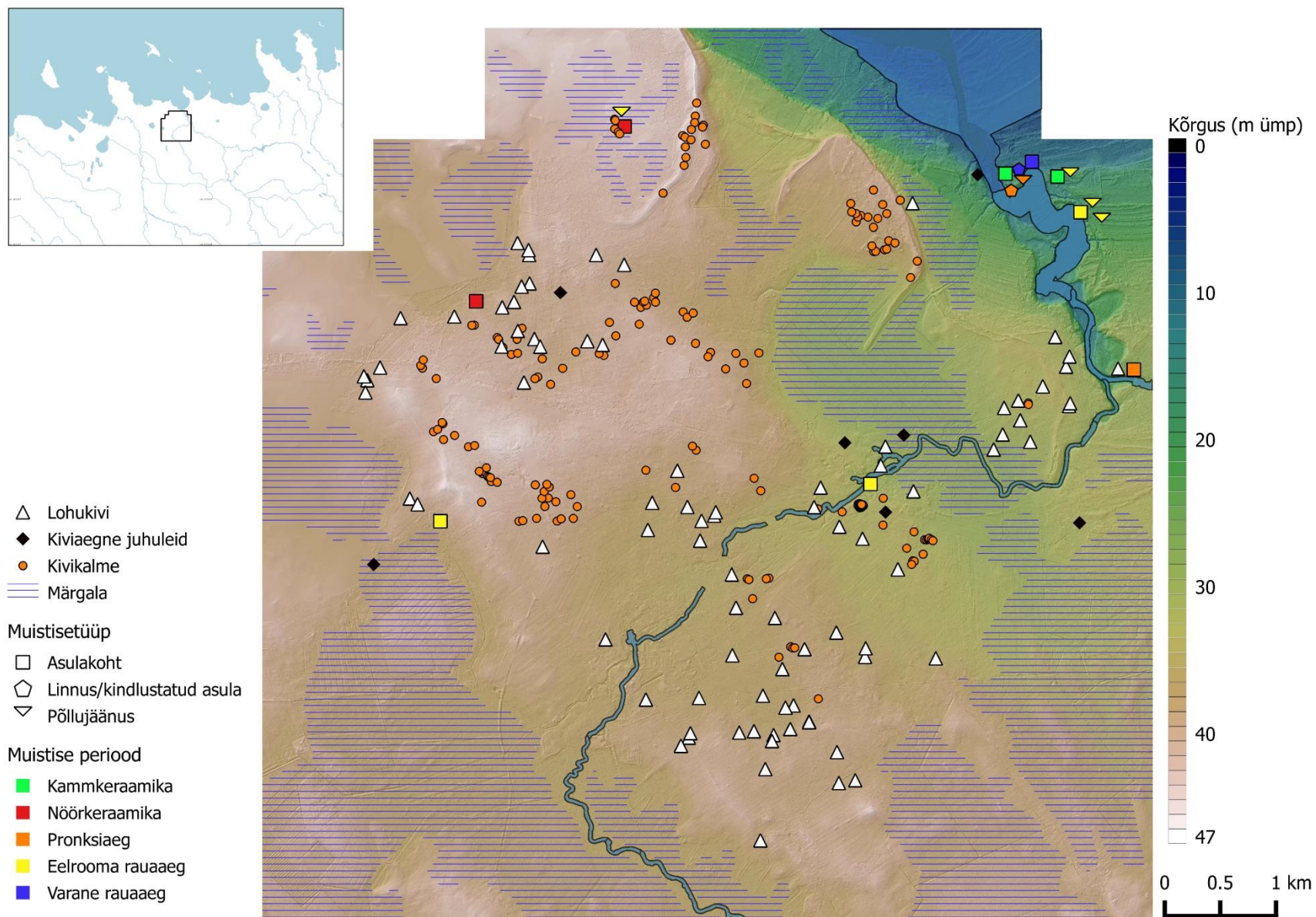
2. Uurimispiirkond ja andmed

2.1 Uurimispiirkond

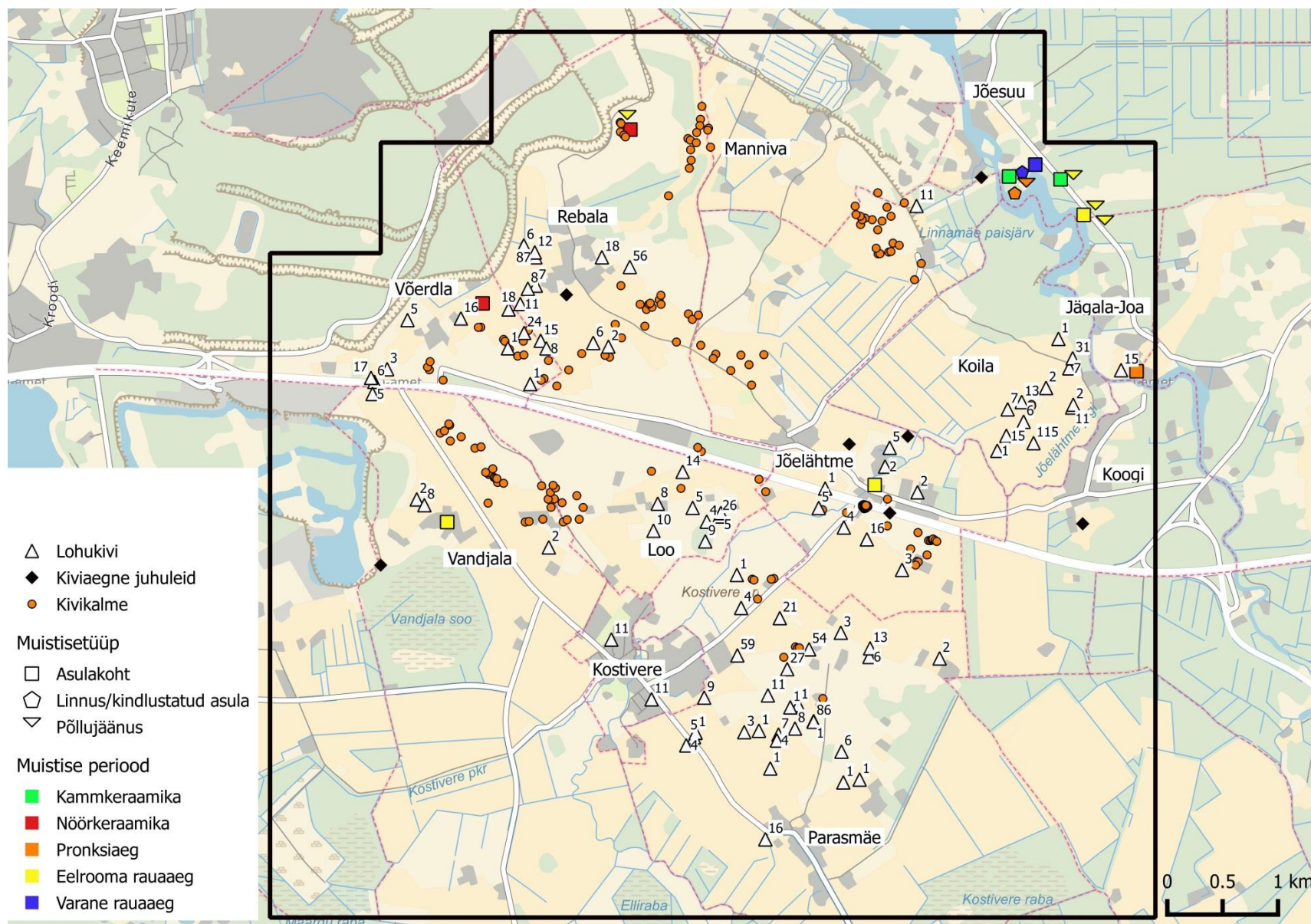
Püstitatud küsimustele vastamiseks sobiva uurimispiirkonna leidmise jaoks sätestasin mitu kriteeriumit:

- Piirkond on looduses võimalikult ühemõttelisena piiritletav ehk ääristatud näiteks soode, rabade, mere või jõgedega.
- Alal leidub sisuliseks analüüsiks piisav hulk lohukive ning teisi muistiseid. Piisavaks pidasin mõneti subjektiivselt ja ka kvantitatiivseid meetodeid silmas pidades vähemalt 50 lohukivi ja paarikümne kivikalme olemasolu. Teisi muistiseid arvestasin vähem, kuna varasemalt on lohukive seostatud eelkõige kivikalmetega. See punkt seadis piirangud ka ala minimaalsele suurusele.
- Piirkonnas on tehtud rohkelt inspeksioone, mille tulemusena peaks olema valdav osa muististest leitud. Siinkohal pidasin ka tähtsaks, et piirkonnas oleks käinud Oskar Raudmets, kes kontrollis maastikul käies sisuliselt kõiki kive.
- Lohukivide paiknemine maastikul on sobilik vaatevälja ja helileviku analüüsiks – kivid ei paikne ühes kohas kobaras ega äärmiselt hajutatult.
- Piirkonnas on tehtud võimalikult vähesel määral maaparandust, pidades eriti silmas 20. sajandi teist poolt.
- Piirkonnas puudub tihe hoonestus ning pole tehtud suuri pinnasetöid.
- Lähedusest on andmeid kaugema mineviku looduslikest oludest (õietolmudiagrammid ja teave maakerke kohta).

Eelnevast lähtudes osutus valituks Rebala muinsuskaitseala (joonis 1–2). Lisaks kaalutlesin võimalike piirkondadena Kagu-Saaremaa Ridalast Tõnijani; Kohala küla ning Loobu ja Paja alamjooksu Lääne-Virumaal; Keila jõe alamjooksu ning seoses hiljutiste välitöödega Ülemiste järve ja Pirita jõe vahelist ala Rae rabast põhja pool Harjumaal. Rebala osutus valituks eelkõige muististe hulga, uurituse ja vähese maaparanduse tõttu. Algsest mitme piirkonna kasutamise mõttest loobusin aja- ja mahupiirangute tõttu.



Joonis 1. Reba muinsuskaitseala uurimispiirkond koos muististega kõrgusmudelil.



Joonis 2. Rebala muinsuskaitseala uurimispiirkond koos muististega baaskaardil (Maa-amet 2016). Lohukivide juures olevad numbrid näitavad lohkuude arvu.

Rebala muinsuskaitseala uurimispiirkond on põhjast piiratud Soome lahega, idast Jägala jõega idakaldaga, kagust ja lõunast Kostivere rabaga, edelast Vandjala ja Maardu rabaga ning läänest ja loodest tänapäeval Maardu keemiatehase tegevusega hävitatud aladega, mis varem kujutasid endast osaliselt Vandjala ja Võerdla raba. Enne 20. sajandi ulatuslikke maaparandustöid laiusid kõigi rabade ümber märgalad. Käesolevas töös kasutatud märgalade ulatused taastasin üheverstaselt kaardilt, mis on koostatud aastatel 1894–1924 ning Maa-ameti avalikus WMS teenuses georefereeritud (joonis 1). Verstakaardil olevad märgalad kattuvad hästi ka hilisematel kaartidel kujutatutega, kuigi osa neist oli selleks ajaks juba kuivendatud (nt Rebala Lastekangrute ümbrus). Tegemist ei ole küll ideaalse lahendusega, kuna 19. sajandi lõpu olukord ei vasta suure tõenäosusega mitme tuhande aasta tagusele, kuid hetkel parem võimalus maaparanduse eelsete märgalade kujutamiseks puudub.

Alasse jäävad Võerdla, Rebala, Manniva, Koila, Joa, Jõelähtme, Parasmäe, Loo ja Vandjala külad ning Kostivere alevik (joonis 2). Nagu näha, ei hõlma uurimispiirkond kogu Rebala muinsuskaitseala. Nimelt jätsin välja Maardu ja Saha küla, kuna neid eraldab ülejäänud piirkonnast Vandjala ja Maardu raba ning neid ümbritsenud madalad alad. Need külad on pigem osaks Maardu järve ja Pirita jõe vahelisest maastikust. Seda uurimispiirkonda on sarnases ulatuses kasutanud ka varasemad uurijad (vt Lang 1996, 397–405; Vedru 2007b; 2011, 10).

Valdav osa alast kujutab endast Põhja-Eesti lavamaad koos loopealsetega ning seetõttu on reljeef võrdlemisi tasane. Kõrgused jäävad valdavalt vahemikku 30–40 m ümp. Kõrgeim punkt on 46,9 m ümp. Lavamaad ja rannikumadalikku eraldab mattunud ja liigendatud paekallas (vt ka Aaloe *et al.* 2007, 113–116). Reljeefis torkavad enim silma Manniva küla lääneosas paiknev põhja-lõunasuunaline seljandik ja idaosas olev Ellandvahe panganeemik. Eraldi kõrgema alana eristub ka Koila küla. Tähtsamateks loodusobjektideks on idapiiril Jägala jõgi ja juga ning kogu ala läbib Jõelähtme jõgi, mis voolab Kostivere ja Jõelähtme vahel asuval karstialal osaliselt maa all. Lisaks väärib märkimist hiiglaslik Ellandvahe kivi Ristikangrumäe kalmeväljal.

Põhjaliku ülevaate kõigist Rebala muinsuskaitseala muististest on koostanud Gurly Vedru (2007a), kes käis kõigi muististe juures ning kirjeldas valdavalt nende paiknemist ja avalduvaid vaateid. Uurimispiirkonnas on 86 lohukivi (vt täpsemalt ptk 2.2). Nagu öeldud, hõlmab ala loodeosa osaliselt tänapäevaks kaevandamisega hävitatud Kallavere küla. Samas

ei olnud seelselt kunagiselt rändrahnuderohkelt maastikult teada ühtegi lohukivi (Raudmets 1973 [2014, 226]). Peaaegu kõiki uurimispiirkonna kivikalmeid peetakse välimuse ja kaevamistulemuste põhjal kivikirstkalmeteks (vt MKA; Lang 1996, 399–401; Vedru 2007a). Neid on uurimisalas kokku 187. Samas ei ole enne väljakaevamisi võimalik kindlaks teha nende dateeringut ega täpset arvu. Viimase puhul on heaks näiteks vähemalt 36 kivikalmeiga Jõelähtme kalmeväli, kus oli enne välitöid kindlalt teada ainult üks kalme. Tõenäoliselt on siiski tegemist suhteliselt usaldusväärse arvuga, kuna suur osa kalmeid on maastikul üksikutena eristatavad. Analüüsi kaasatud võimalikke rooma rauaaegseid ning hilisemaid kivikalmeid on kõigest kümme. Kuna need asuvad oletatavate kivikirstkalmete vahetus läheduses (vt Lang 1996, 401–405), ei mõjuta need oluliselt analüüsi tulemusi.

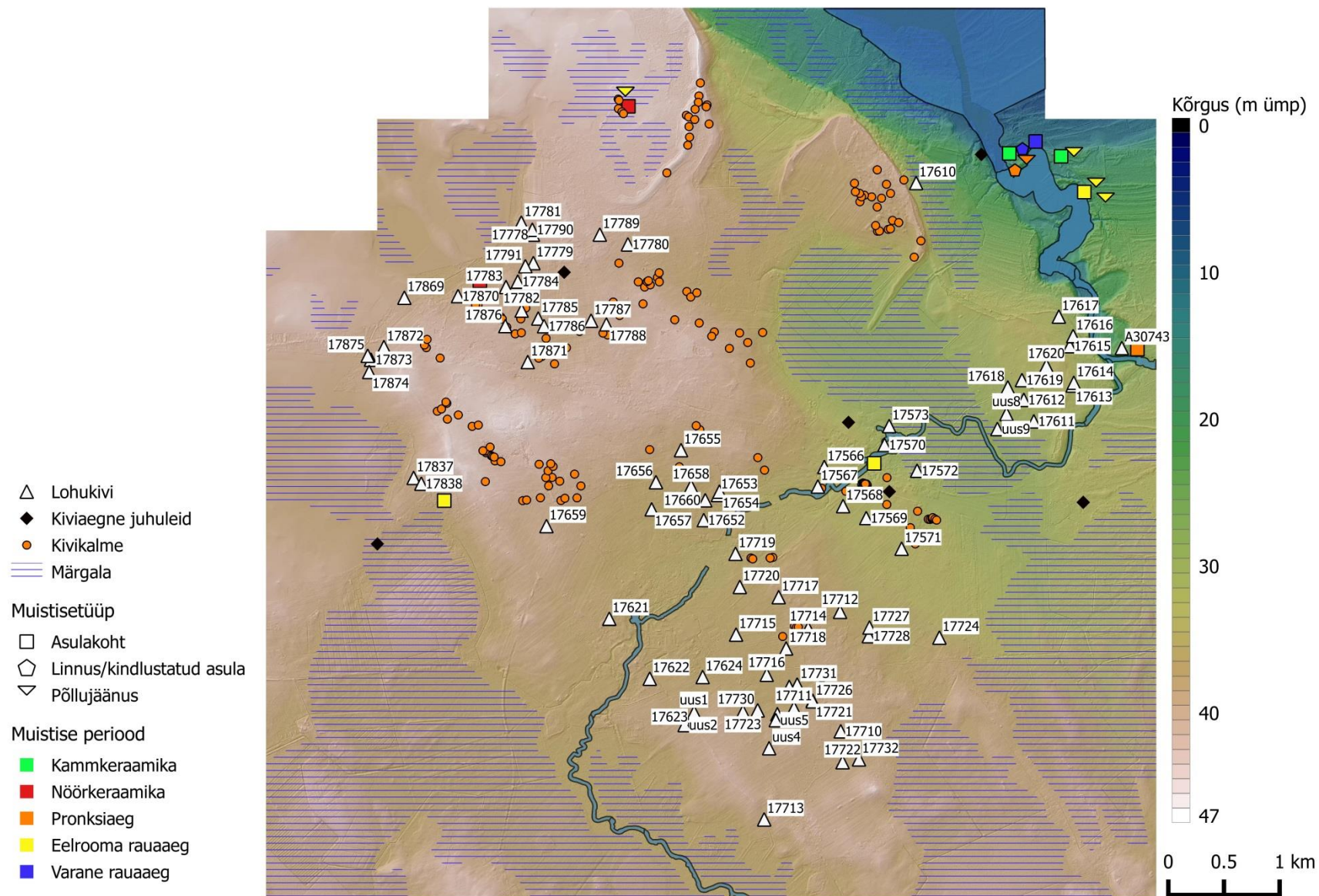
Teisi muistiseid, mis jäävad vahemikku neoliitikumist rooma rauaaja lõpuni, on piirkonnas vähem ning seetõttu ei käsitle ma neid kuigi põhjalikult. Kiviajast pärinevad juhuleidudena viis venekirvest, üks kivitalb ja üks kivikirves (K. Johanson, publitseerimata andmed; vt ka Lang 1996, 397). Koogi külast ja Jägala linnamäe vastaskaldalt pärinevad venekirved on määratud talu täpsusega ning teised umbmäärasemalt. Asulakohad paiknevad valdavalt jõgede ääres (vt Lõugas 1998; Vedru 2006; Kriiska *et al.* 2009). Jägala Jõesuu linnamäelt on asustusjälgi kammkeraamika etapist rooma rauaajani (vt Johanson & Veldi 2006; Lõhmus & Oras 2008; Kriiska *et al.* 2009, 39–46; Kriiska & Kimber 2013). Lisaks on 2008.–2013. aasta välitöödel leitud mitmeid pronksi- ja varase rauaaja põllujäänuseid nii Jägala linnamäelt kui ka selle lähiümbrusest (Kriiska *et al.* 2009, 43–44; Kriiska 2012, 1–5). Nöörkeraamika etapi asustusjälgi on Rebala külast lääne pool ja Lastekangrute juures (Lang 1996, 397–398; Laneman 2007, 54–58).

Tuleb mainida, et nii sama kui ka eri tüüpi muististe omavaheliste suhete uurimist raskendab asjaolu, et tänapäeval ilmnev pilt on pika protsessi tulemus. Ei saa kindlalt väita, kas ja millised muistiseid kasutati või teadvustati üheaegselt. Seda raskendab omakorda tõenäoliselt pikaaegne lohkude tegemise traditsioon. Alljärgneva analüüsi käigus eeldan, et lohukivid ja kivikalmed olid uurimisalas vähemalt osaliselt üheaegselt kasutusel.

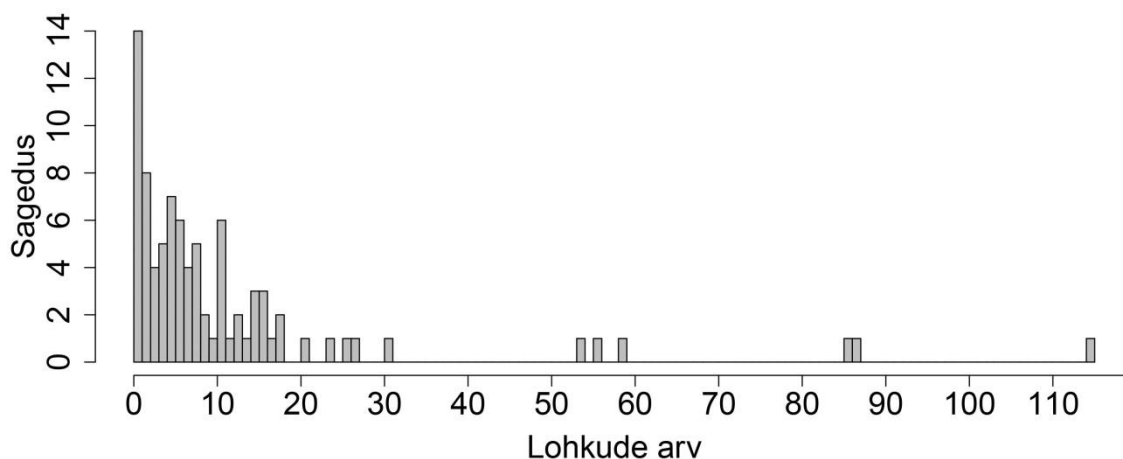
2.2 Lohukivid

Uurimisalas on 86 lohukivi (joonis 1–3). Enamiku andmed pärinevad Muinsuskaitseameti muistise passidest (MKA), mis on peaaegu kõik koostatud Vello Lõugase poolt 1970. aastatel. Ainult kahe autoriks on Toomas Tamla. Passide info on väga põhjalik. Siiski leidub üksikuid puudujääke ning mitmeid kive, millest pole passi koostatud. Puudulikke andmeid täiendasin Maa-ameti ajaloolise kaardimaterjali ning välitöödega (vt ptk 2.2.1). Kuus kivi ei paikne tänapäeval enam oma algses kohas. Neist neljal oli võimalik välja selgitada algne asukoht, mida analüüsis ka kasutasin. Põllukivihunnikutes asunud lohukivide 17790 ja inspeksiooni käigus avastatud lohukivi uus1 puhul polnud see võimalik ning kasutasin nende tänapäevast asukohta. Tõenäoliselt on need sinna veetud maksimaalselt paarisaja meetri raadiusest ning laiemalt vaadates on asukoht siiski piisavalt täpne. Lisaks pole kivi 17572 ja 17724 puhul kindel, kas need paiknevad algsetes kohtades. Uurimispiirkonnast on teada ka lohukive, mida tänapäeval enam maastikul pole. Kivikalme 17856 passis on märgitud sellest lõuna pool ning kalmest 17863 põhja pool paiknenud lohukivi, mis tänaseks maastikult kadunud. Kuna kivist ega selle asukohast pole eraldi kirjeldust, siis ei ole seda analüüsi kaasatud.

Uurimispiirkonna lohukivid erinevad suurel määral nii mõõtude, lohku arvu kui ka materjali poolest (vt LISA). Kivide maapealsed kõrgused ulatuvad 0,35 kuni 3,6 m ning 50% jääb vahemikku 0,8–1,4 m. Kõrguse aritmeetiline keskmine on 1 m ning mediaan 1,18 m. Lohke on kivil maksimaalselt 115 (kivi 17611). Kõige rohkem ehk 14 on ühe lohuga kive ning üldjoontes peab paika väide, mida rohkem lohke, seda vähem selle lohku arvu kive (joonis 4). Kõiki kive, millel on üle 20 lohku, esineb ainult üks. Lohud on valdavalt tehtud kivi kõige kõrgemale osale. Kui kivil on hari, siis toksiti lohud sellele. Lohku paiknemise täpsem uurimine on raskendatud, kuna sageli ei saa kivi kuju tõttu selgelt määratleda, kas lohku asub lael, harjal, tipus või küljel. Üldistades saab öelda, et lohud paiknevad seal, kuhu neid oli kivi kõrval seistes või sellel istudes mugav teha. Sarnast tendentsi on täheldatud kogu Eestis (Tvauri 1997, 26). Peale lohku esines teisi inimtekkelisi süvendeid ainult kivil 17721 ja 17778. Selleks olid lohke ühendavad kanalid. Neil on vastavalt 86 ja 87 lohku. Kuju ja materjali poolest ei eristu ükski aspekt, mida oleks lohku tegemiseks kivi juures eelistatud.



Joonis 3. Rebala muinsuskaitseala uurimispiirkond koos muististega kõrgusmudelil. Lohukivid on tähistatud MKA registrinumbri või inspeksiooni käigus antud nimega.



Joonis 4. Uurimispiirkonna lohukivide lohukude histogramm. Iga tulp esindab ühte lohukude arvu.

Kuigi käsitletaval alal on lohukive rohkelt säilinud, võivad need sõltuvalt nii piirkonnast kui ka mõõtmetest olla esindatud ebaproportsionaalselt. Lohukive, millest jõud üle käis, on ehitustegevuse ja põldude koristamise käigus kindlasti ära veetud. Näiteks leiti eeluuringute käigus Tallinna idapiiril lohukivi 2616 kõrval väiksem lohukivi, mille jaksaks täiskasvanu vajaduse korral üksi ära vedada. Läheduses paiknes ka võimalik lohukivi, mille vedamiseks piisaks paarist inimesest (Kriiska *et al.* 2015, 176). Niisiis võivad väikesed lohukivid maastikul olla alaesindatud. Rohkem on kive arvatavasti ära veetud põllumaadelt ning vähem karjamaadelt, märgaladelt ja nende servadest. Eeldades, et teoreetiliselt tehti lohukive kõikjale, siis võivad tänapäeval põlluharimiseks vähem sobilikud alad olla ülesindatud. Peab tõdema, et selliste võimalustega arvestamine on väga keeruline, kuid siiski peaks tõlgenduste tegemisel neid meeles pidama.

Lisaks peab rõhutama, et lohke ei tehtud kõikidele kividele ning kive ei olnud enne koristust kõikjal sama palju. Mõned piirkonnad olid kivisemad kui teised. Tänapäeval on sellele keeruline hinnangut anda. Üheks võimaluseks oleks vaadelda põllukivihunnikute hulka, suurust ning paiknemise tihedust, kuid see nõuaks eraldi uurimist ning tulemused oleks tõenäoliselt võrdlemisi umbkaudsed. Kive on toodud hunnikutesse ju erinevatelt kaugustelt ning aja jooksul veeti neid sealt ka ära.

2.2.1 Inspeksioon

03.–04. aprillil 2016. aastal inspekteerisin Rebala muinsuskaitseala lohukive. Peamine eesmärgiks oli kontrollida lohukive, millest puudus käesolevaks tööks vajalik informatsioon kirjanduses, Muinsuskaitseameti kodulehel ja muististe passides. Eelkõige keskendusin kividele, millest puudus kirjeldus täielikult. Lisaks tuvastasin puuduliku kirjeldusega kivide asukohti, mõõtmeid ning lohkude arvu. Samas vaatasin üle kõiki ettejuhtuvaid nii muinsuskaitsealuseid kui ka tavalisi kive. Nimelt on viimase paari aasta välitööd näidanud, et teadaolevate lohukivide läheduses võib olla teisigi ning lohke võib olla passides märgitust oluliselt rohkem (vt Kriiska *et al.* 2015, 176, 269). Inspeksiooni käigus leidsin peaaegu kõigilt muinsuskaitse all olevatelt kividelt, mida kontrollisin, rohkem lohke, kui passis oli märgitud (vt LISA). Lisaks avastasin Parasmäe külast viis ning Koilast kaks uut lohukivi, mis on hetkel tähistatud uus1–uus9¹ (joonis 3). Selle põhjal võib arvata, et nii mõnigi lohukivi ja lohk on uurimispiirkonnas veel leidmata.

Inspeksiooni teine eesmärk oli saada parem ülevaade maastikust, et mõista vaatevälja analüüsi potentsiaali ning valida sobilikud parameetrid maksimaalse nähtavuse raadiuseks. Pikemalt käsitlen seda osa vaatevälja analüüsi sissejuhatuses (ptk 4.1). Kolmas eesmärk oli mõõta kivisse lohu toksimise heli sagedust ja valjust ning levikut. Sellest on lähemalt juttu heli leviku meetoodika peatükis (ptk 5.2).

2.3 Kõrgusmudel

Kuna kõrgusmudel on suureks osaks nii topograafia ja vaatevälja kui ka heli leviku analüüsis, kirjeldan selle koostamist üksikasjalikult. Kõrgusmudeli tegemiseks kasutasin Maa-ameti 2013. aasta LiDARi andmeid, mille väidetav keskmine tihedus on 0,21 maapinna punkti ruutmeetri kohta ning kõrguslik täpsus 0,07–0,12 meetrit (Maa-amet 2016). Kontrollides uurimispiirkonna punktide tihedust leidsin, et automaatselt sorteeritud maapinna punktide tihedus on keskmiselt 0,33 ning lagedatel aladel koguni 0,4 punkti ruutmeetri kohta. Automaatselt klassifitseeritud maapinna punktidest koostasid 1 × 1 m rastrielemendiga

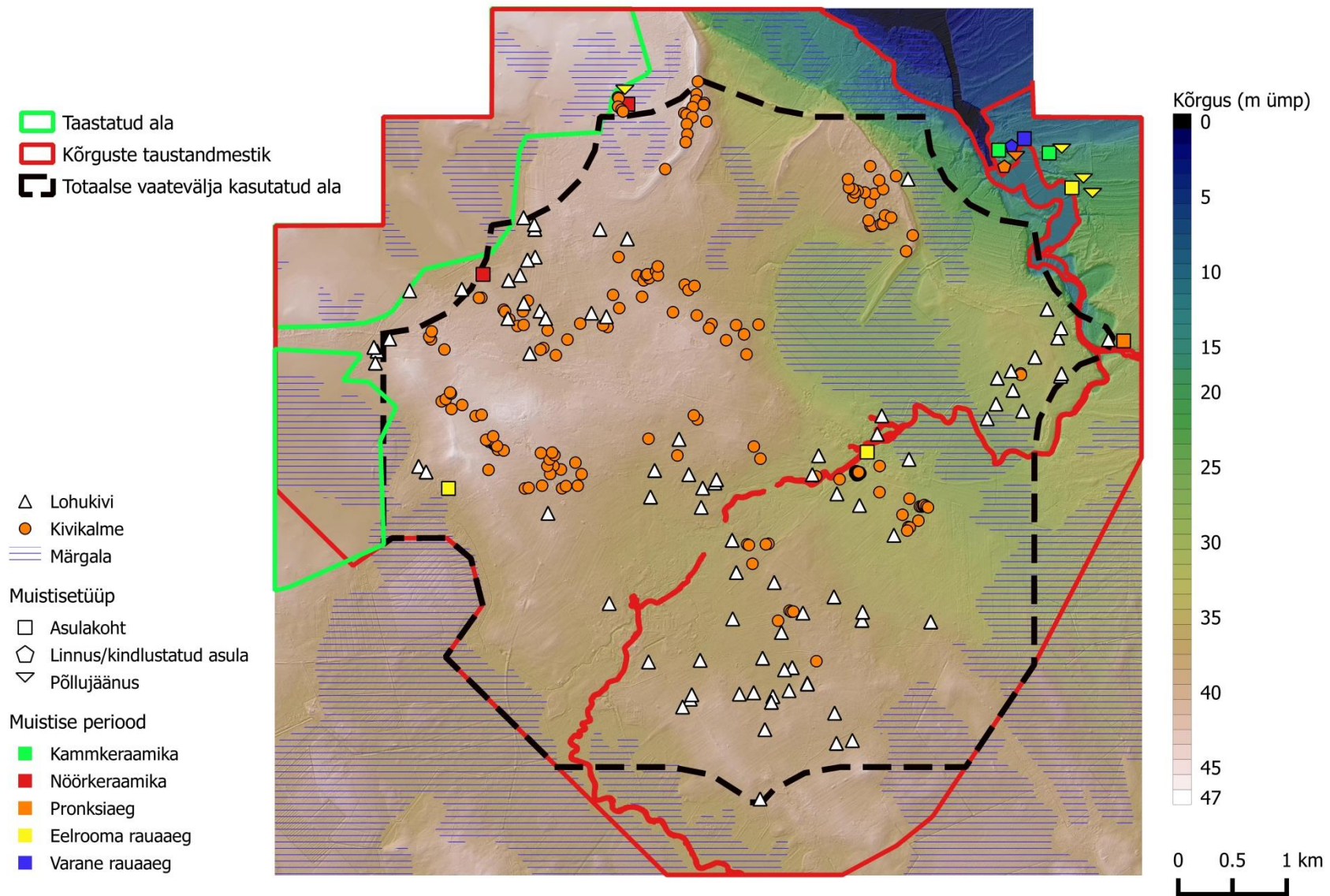
¹ Numbreid on seitsme asemel üheksa, kuna töö käigus selgus, et üks arvatav uus lohukivi on tegelikult muinsuskaitse all ning MKA kaardil valesi märgitud (17730). Teise näol pole tõenäoliselt siiski tegemist lohukiviga.

kõrgusmodeli interpolatsiooni meetodiga TIN (*triangular interpolation*), mille eeliseks on eelkõige võimekus töötada suure hulga andmetega. Esialgselt mudelilt eemaldas osaliselt Hando-Laur Habichti (2014, 29–34) eeskujul silmatorkavad tänapäevased positiivsed pinnavormid: teetammid, suuremad põllukivihunnikud, pinnasekuhjatised jms. Nende näol on tegemist potentsiaalsete mineviku kõrgussuhete, vaatevälja ja heli leviku analüüsi segajatega. Teetammide eemaldamiseks kasutasin Maa-ameti teede vektorkihti, millest eraldas Tallinn-Narva maantee ja teiste suuremate teede keskjoonel paiknevad joonandmed. Neist lõin kogu teetammi ja nende ääres olevaid kraave katvad puhvid, mille lõikasin omakorda esialgselt kõrgusmudelilt välja. Narva maantee puhul oli puhvri laius 19 m ning väiksemate teede puhul 11 m tee keskjoonest mõlemale poole. Lisaks korrigeerisin paiguti puhvreid käsitsi kohtades, kus automaatselt loodud puhver oleks loonud ebaloomuliku kõrgusmodeli. Nendeks olid seljandike harjad ja servaalad ning laiade kuivenduskraavide kõrval asuvad teed. Kuna põllukivihunnikute ja pinnasekuhjatiste kohta puuduvad Maa-ametil vektorandmed, siis selekteerisin eemaldatavad objektid käsitsi. Keskendusin suurematele ja kõrgematele objektidele, mis oleks võinud analüüsi märgatavalt mõjutada. Nõlvakõverusest ja -suunast automaatse valiku koostamine ei olnud siinkohal otstarbekas, kuna oleks nõudnud niivõrd väikese rastrielemendiga kõrgusmodeli puhul rohkelt käsitsi korrigeerimist ja üle kontrollimist (vt Habicht 2014, 29–34). Pärast kõikide vajalike objektide välja lõikamist interpoleerisin kõrgusmudelisse jäänud augud nende servade kõrgusväärtuste põhjal. Täidetud augud on kõrgusmodeli varjutusel küll eristatavad, kuna need interpoleeriti teise meetodi ja vähesemate andmetega kui ülejäänud ala. Siiski omavad need kõrgusväärtuseid, mis suure tõenäosusega eksisteerisid enne teetammide, kivide ja pinnase kuhjamist.

Uurimispiirkonna lääne- ja loodeserva algne maastik hävitati 20. sajandi teisel poolel kaevandamise käigus (joonis 2, 5). Kuna hävitatud ala servas paiknevad mitmed muistised, otsustasin selle osaliselt rekonstrueerida. Vastasel juhul poleks saanud seda analüüsisse kaasata ning läheduses olevate lohukivide ja teiste muististe maastikuline situatsioon ning potentsiaalne maksimaalne vaateväli ja heli levik oleks liialt erinev uurimisala teistes osades paiknevatest. Ala algsete kõrgusandmete rekonstrueerimiseks kasutasin Nõukogude Liidu 1959. aasta 1 : 10 000 topokaarti, mis on Maa-ameti WMS-teenuses ajalooliste kaartide all juba georefereeritud. Kõrgusmodeli koostamiseks digiteerisin kõik reljeefijooned. Nende kõrguste vahe oli 0,5 m. Spetsiaalse reljeefijoonete interpoleerimise GRASS 7 funktsiooniga

r.surf.contour koostasid kõrgusmudeli rasterelemendiga 1×1 m. Arvutusliku võimekuse piirangute tõttu tuli Narva maanteest põhja poole jääv ala teha kolme osana, mille hiljem üheks sidusin. Rekonstrueeritud alad liitsin kõrgusmudeliga. Kuigi LiDARi andmete ja topokaardi koordinaatsüsteemid on erinevad (vastavalt L-EST97 ja Pulkovo-42), selgus kokkupuuteala pistelise kontrolli tulemusel, et kõrguste vahe ei ole rohkem kui 0,2 m. Nagu täidetud aukude puhul, on ka see ala kõrgusmudeli varjutusel eristatav, sest andmed ja interpoleerimismeetodid olid teistsugused, kuid kõrgusandmed näivad klappivat.

Niisi moodustab lõpliku kõrgusmudeli LiDARi andmetest tehtud mudel, millest on eemaldatud tänapäevased suuremad positiivsed pinnavormid ning millele on liidetud hävitatud alad. Sellest tuletasin ka heli leviku kaardistamise tööriista SPreAD-GIS jaoks $30,48 \times 30,48$ m (100 jalga) ning reljeefi, veekogude distantse ja vaateväljade analüüsi jaoks 10×10 m rastrielemendiga kõrgusmudeli. See oli vajalik arvutusvõimekuse tõttu, kuna 10x suurema andmestikuga oli arvutamine väga aeganõudev või võimatu.



Joonis 5. Kaevandamise käigus hävitatud alad taastatuna ning kõrguste ja täisvaatevälja analüüsiks kasutatud alad lõplikul 1 × 1 m rastrielemendiga kõrgusmudelil.

3. Loodusmaastik

3.1 Pinnamood

Erinevalt kivikalmetest ei ole lohukive niivõrd palju pinnamoe erinevate aspektidega seotud. Kui kivikalmeid seostatakse sageli kõrgemate paikadega, siis lohukivide puhul pole seda rõhutatud (vt Vedru 2011, 67–70; Tvauri 1997, 36–41). Pigem on nähtud isegi vastupidist (vt Treuman 2009, 115–116; Vedru 2007b, 53; Vedru 2011, 67).

Siinkohal vajab uurimispiirkond eelpool mainitud täpsemat piiritlemist, mis on mõneti keeruline. Võrreldes lohukivide asukohti kogu maastiku taustandmetega, tuleb teha mitmeid otsuseid. Kaasatud andmestik peaks esindama võimalikult hästi kogu maastikku, kuhu potentsiaalselt oleks võinud või saanud lohukive teha. Lohukivide leviala piirist kaugemale ja vesiste alade alla jääv reljeef tõenäoliselt ei kuulunud selle potentsiaalse maastiku hulka. Seda peamiselt kahel põhjusel. Esiteks ei ole Eestis teada ühtegi alaliselt vees paiknevat lohukivi. Lohukive on küll märgadel aladel, aga siiski pigem nende servas (Treuman 2009, 115 ja seal viidatu). Teiseks kuulusid kaugemal olevad alad mõne teise piirkonna alla või olid nii-öelda vahealadeks. Usutavasti ei tajutud neid osana samast maastikust, kus tänapäevani on säilinud suur hulk muistiseid. Taolise piiri tõmbamine jääb siiski suurel määral subjektiivseks. Niisiis eemaldas reljeefi taustandmetest esiteks jõe ja mere alla jäävad alad. Mere piiriks võtsin Limneamere rannaastangu, mis kujunes u 1800 aastat eKr (Aaloe *et al.* 2007, 131). See on lohukivide arvatavat dateeringut silmas pidades sobilik. Lisaks eemaldas uurimisala kagu- ja edelanurgast märgalade massiivid, mis jäid lohukivide ja kivikalmete asukohast kaugemale kui 1 km. Erandina eemaldas osaliselt Vandjala soo, mille keskosa on tänapäeval turba kasvamise tagajärjel servadest u 3 m võrra kõrgem ning ei kujuta seetõttu aastatuhandete tagust reljeefi (joonis 5).

Võttes eeskujuks Jeroen De Reu *et al.* (2011) artikli ja Allar Haava (2014, 16–19) magistritöö, leian, et nagu pronksiaegsete kääbaste ja rauaaegsete asulakohtade puhul, on ka lohukivide topograafiale mõistlik läheneda lokaalsel tasandil ning multiskalaarselt. Lohukivi asukoha valimise puhul ei saa eeldada, et otsus tehti, arvestades kogu uurimispiirkonda, vaid pigem läheduses olevat maastikku. Lisaks ei ole kogu ala lohukivide kõrgused omavahel võrreldavad. Näiteks on absoluutsel skaalal Koila küla kivide

kõrgusväärtused madalamad kui Parasmäel, kuid Koila küla eraldi vaadates paiknevad lohukivid pigem sealsetel kõrgematel aladel. Lokaalsed meetodid on välja töötatud just sellistest eripäradest üle saamiseks (vt Lloyd 2007, 1–8).

De Reu *et al.* (2011) katsetasid Belgia pronksiaegsete kääbaste topograafia uurimisel erinevate lokaalsete meetoditega. Kõige paremad tulemused ilmnisid kasutades DEV-statistikut, mis sobis hästi nende uurimisalaga, kus valdava osa maapinna kõrguste vahed olid väikesed ning esines üksikuid selgesti eristuvaid reljeefielemente (*ibid.*, 3444). Kuna Rebala muinsuskaitseala reljeef sarnaneb suurel määral eelkirjeldatuga, otsustasin kasutada samuti DEV-statistikut. Eesti arheoloogias on sama meetodit kasutatud rauaaegsete asulakohtade topograafia uurimiseks (Haav 2014, 16–19). DEV (*deviation from mean elevation*) tähendab hälvet keskmisest kõrgusest ning statistik saadakse valemiga:

$$DEV = \frac{z_0 - \bar{z}}{\sigma}$$

DEV-statistik on ringikujulise ala keskmise rastrielemendi väärtus, mis saadakse, lahutades rastrielemendi kõrgusväärtusest (z_0) määratud raadiuses ümbritseva ala kõrguse aritmeetiline keskmine (\bar{z}) ning jagades selle vahe määratud raadiuse standardhälbega (σ) (De Reu *et al.* 2011, 3440; Gallant & Wilson 2000, 75). Niisiis näitab DEV-statistik, mitme standardhälve võrra erineb ühe koha kõrgusväärtus seda ümbritsevast piirkonnast. Teisisõnu demonstreerib see, kuivõrd erinev on reljeefi poolest koht maastikul selle ümbrusest.

Nagu ülal mainitud, tuletasin taustandmed 10 × 10 m rastrielemendiga kõrgusmudelilt. Andmete paikapidavuse huvides võrdlesin 50 m raadiuse DEV-statistiku taustandmeid ka 1 × 1 m rastrielemendiga mudeliga. Kahe mudeli andmed kattusid täielikult. Niisiis kujutab suurema rastrielemendiga mudel reaalselt reljeefi sama hästi kui väiksema elemendiga mudel. Lohukivide asukohtade DEV-statistiku võrdlemiseks nende ümbrusega kasutasin Kolmogorov-Smirnovi testi. See põhineb kahe kumulatiivse jaotuse suurima vahe võrdlemisel ning sobib andmestikule, mis pole normaaljaotunud (vt nt Shennan 1997, 56–61; Wilcox 2009, 275–277). Kuna uurisin ühe valimi seost taustandmetega, rakendasin testi ühe valimiga varianti. Tegin testi nelja raadiusega, et mõista, millises ulatuses omas kivide ümbruse reljeef tähtsust. Arvestades uurimispiirkonna piire ja lohukivide paiknemist, ei olnud mõistlik kasutada suuremat raadiust kui 500 m. Püstitasin järgnevad hüpoteesid:

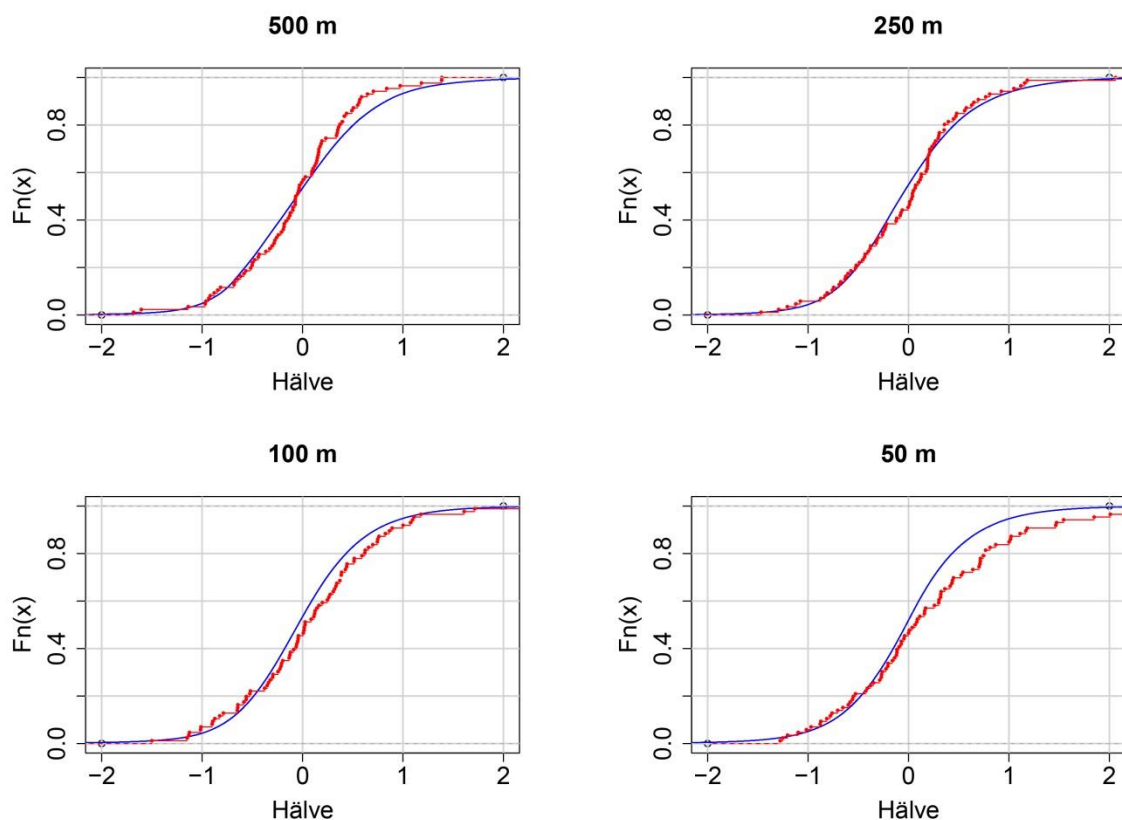
- **H₀:** Lohukivide DEV-statistiku väärtuste jaotused ei erine taustandmete DEV-statistiku väärtustest.

- **H₁**: Lohukivide DEV-statistiku väärtuste jaotused erinevad taustandmete DEV-statistiku väärtustest.

Nullhüpoteesi (H_0) tagasi lükkamiseks ($p < \alpha$) seadsin olulisuse nivoo $\alpha = 0,05$. Testist selgus, et sisuka hüpoteesi (H_1) saab vastu võtta ainult raadiuse 50 m juures (tabel 1). See tähendab, et lohukivide ja taustandmete DEV-statistikute väärtused erinevad statistiliselt oluliselt ainult 50 m raadiuses. Kuna olulisuse nivoo oli $\alpha = 0,05$, siis saab väita, et nullhüpoteesi kehtides oleks 5% juhtudel vähemalt sama ekstreemse teststatistiku väärtuse põhjuseks valimiviga. Suuremate raadiuste puhul ei näi käesoleva andmestiku puhul reljeefi erilisus lohukivide paiknemises rolli mängivat. Samas pole välistatud, et rohkemate lohukivide kaasamisel ilmneks erinevus ka suuremal skaalal. Sarnased tendentsid on näha ka raadiuste kumulatiivsete jaotuste graafikutel (joonis 6). Neid vaadates selgub, et negatiivsete väärtuste juures kattuvad lohukivide DEV-statistikute väärtused suhteliselt hästi taustandmetega. Positiivsel poolel jäävad 500 m raadiuse juures kivide väärtused taustandmetest pisut kõrgemale ning 100 m ja 50 m raadiuse juures madalamale. Seda tõlgendades jään ettevaatlikuks, kuna Kolmogorov-Smirnovi test näitas olulist erinevust ainult 50 m puhul. Siiski saab öelda, et lohukive ei ole tehtud maastikul nende asukohast 100–500 m raadiuses ümbritsevatest aladest märkimisväärselt erinevatele kohtadele – ei kõrgemale ega madalamale. 50 m raadiuses näib, et mitmel juhul on eelistatud ümbruskonnast kõrgemaid kohti. 14 kivi DEV-statistik on üle ühe positiivse standardhälve. Võimalik, et tegemist on sihipärase käitumisega, kuid selle tõestamine ei ole hetkel võimalik. Samas võib põhjuseid olla ka teisi. Näiteks võib jää liikumise ja hilisema erosiooni tõttu olla kõrgemates kohtades vähem lohkude tegemiseks sobilikke kive. Väitele annaks kindlust piirkondadega võrdlemine.

Raadius	D-statistik	p-väärtus
500 m	0,0877	0,5227
250 m	0.104	0,3102
100 m	0,1104	0,2449
50 m	0,1588	0,02614

Tabel 1. Nelja erineva raadiusega DEV-statistikust tehtud ühe valimiga Kolmogorov-Smirnovi testi tulemused. D-statistik näitab kumulatiivsete jaotuste suurimat erinevust.



Joonis 6. Lohukivide (punane) ja taustandmete (sinine) DEV-statistikute kumulatiivsed jaotused nelja erineva raadiusega. Y-telg näitab kumulatiivset osakaalu.

3.2 Mullastik

Mullatüüpide jaotumine on sageli asulakohtade uurimise huviobjektiks (vt nt Shennan 1997, 104–105; Haav 2014, 27–31), kuid sama hästi on küsimus õigustatud ka lohkivide puhul. Tvauri (1997, 36) ja Lang (1997, 162) on arvanud, et lohkivid paiknevad valdavalt rähksetel muldadel või loomuldadel.

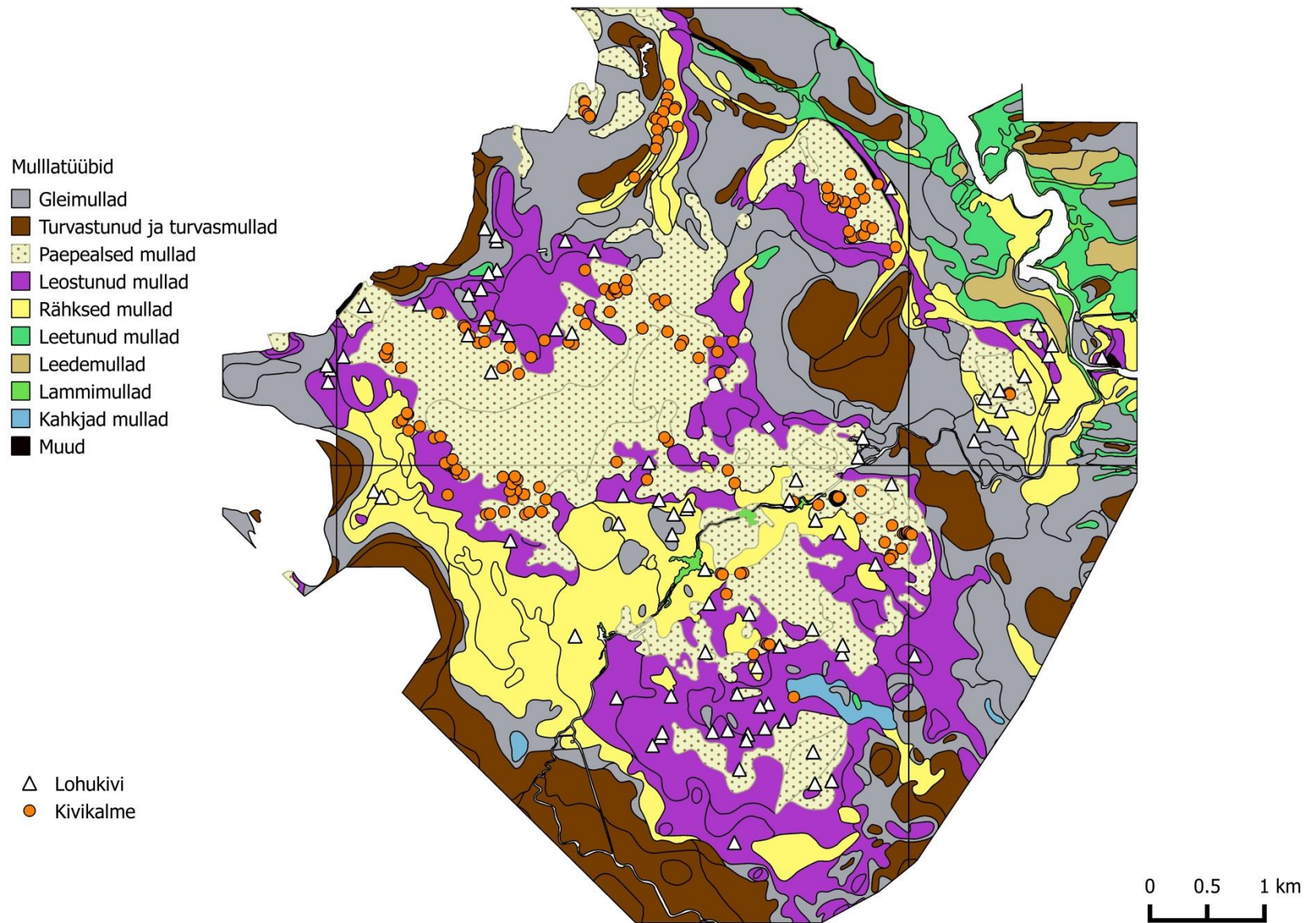
Lohukivide ja mullastiku seoste uurimiseks kasutasin Maa-ameti mullakaartide andmeid, mis on saadud tänapäevaseid meetodeid rakendades ning pidades silmas modernset põllumajandust. Need on liiga detailsed ega kattu tõenäoliselt sellega, kuidas lohkive teinud inimesed erinevaid mullatüpe nägid. Niisiis üldistasin erinevaid muldasid, võttes aluseks Eesti Maaülikoolis koostatud teaviku „Eesti mullad maatrikstabelitel ver. 2“ (Kõlli *et al.* 2009; vt ka Kõlli & Reintam 2012, 264–265). Selle abil jagasin mullad kümneks

tüübiks (joonis 7). Normaalse arenguga muldade puhul liitsin eraldi tüübiks kõikide muldade gleimullad ning turvastunud mullad ja turvasmullad, kuna nende peamiseks omaduseks on vastavalt savirohkus ja turbasisaldus. Seetõttu on tegemist alaliselt liigniiskete muldadega, mis eristuvad ülejäänutest suhteliselt hästi (Kõlli & Reintam 2012, 267). Tehislikud mullad, pinnased ja rusukaldemullad liigitasin muude alla. Võrreldes tänapäeval kasutatava 22 mullarühmaga, on tegemist oluliselt üldistatud andmestikuga (vt Kõlli 2012, 306). Analüüsi pole kaasatud kaevandustegevusega hävitatud uurimispiirkonna lääne- ja loodeosa, millest puudub mullakaart.

Uurimaks, kas mõningad mullad on lohukivide jaoks nii-öelda atraktiivsemad kui teised, kasutasin sellise andmestiku puhul levinud ühe muutujaga hii-ruut testi (Shennan 1997, 104–109). Sellega võrdlen erinevatel mullatüüpidel paiknevate (vaadeldud) lohukivide hulka eeldatava lohukivide hulgaga, mille saamiseks võetakse arvesse selle mullatüübi kogu pindala uurimisalas. Seeläbi saab teada, kas eeldatavast hulgast väiksem või suurem vaadeldud väärtus on statistiliselt oluline ehk kas saab välistada juhusliku erinevuse. Kuna andmetes esineb üksikute väärtustega ja tühjasid kategooriaid, tegin testi Monte Carlo protseduuri 2000 permutatsiooniga, mis simuleerib jaotusi, et testi nõuded oleks täidetud (Hope 1968). Testimiseks seadsin järgnevad hüpoteesid:

- **H₀**: Lohukivide paiknemine ei ole seotud mullatüübiga.
- **H₁**: Lohukivide paiknemine on seotud mullatüübiga.

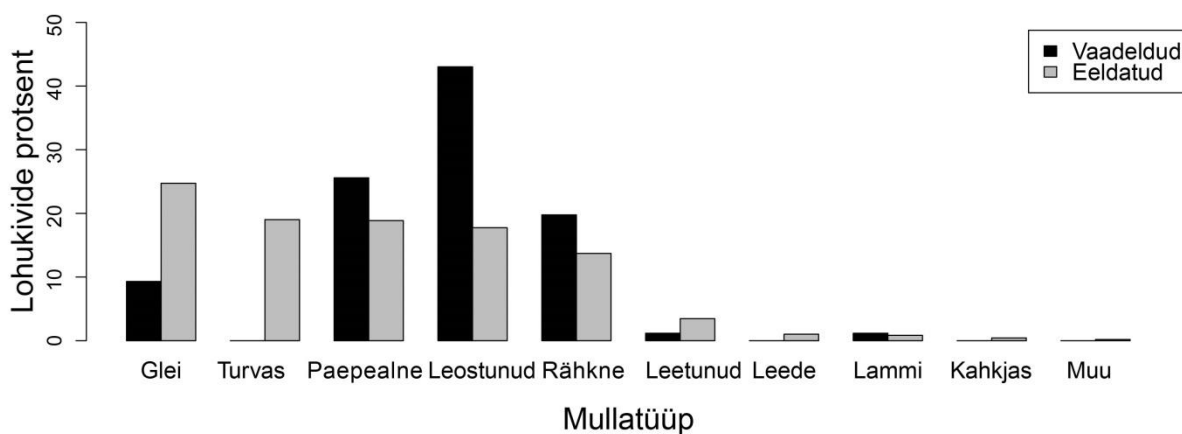
Testi tulemusena sain hii-ruut väärtuseks 62,7852 ning p-väärtuseks $3,883 \times 10^{-10}$, mis on väiksem kui seatud olulisuse nivoo $\alpha = 0,05$. Saab vastu võtta sisuka hüpoteesi, mille kohaselt ei ole lohukivide paiknemine mullatüübist sõltumatu. Andmetest arvatud standardiseeritud jäägid annavad aimdust, kui suurel määral erinevad mullatüüpide kaupa lohukivide väärtused sellest, kui kehtiks nullhüpotees. Jäägid, mille absoluutväärtus ületab 2 või 3, näitavad väga suurt erinevust nullmudelitest ehk sellest, kui lohukivide paiknemine poleks seotud mullatüübiga (Agresti 2007, 38–39). Standardiseeritud jääkidest selgub, et leostunud mullad on lohukivide jaoks väga atraktiivsed, samas kui glei- ja turvasmullad ning turvastunud mullad on mitteatraktiivsed (tabel 2). Viimasel juhul on üks põhjus selles, et märgatav osa gleimuldadest ning sisuliselt kõik turvasmullad ja turvastunud mullad jäävad märgalade alla. Teiste mullatüüpide vaadeldud ja eeldatud väärtused enam-vähem kattuvad (joonis 8). Mõningate mööndustega võib öelda, et paepealsetel ja rähksetel muldadel on oodatust pisut rohkem lohukive.



Joonis 7. Uurimispiirkonna üldistatud mullatüübid.

Muld	Mulla osakaal kogu alast	Vaadeldud lohukive	Eeldatud lohukive	Standardiseeritud jäägid
Gleimullad	0,247302	8	21,26795	-3,3161221
Turvastunud ja turvasmullad	0,190191	0	16,35642	-4,4942042
Paepealsed mullad	0,188695	22	16,2278	1,5908144
Leostunud mullad	0,177428	37	15,25877	6,1367351
Rähksed mullad	0,137082	17	11,78903	1,6337828
Leetunud mullad	0,034558	1	2,972011	-1,1641826
Leedemullad	0,010105	0	0,869004	-0,9369495
Lammimullad	0,00842	1	0,724142	0,3255442
Kahkjad mullad	0,004371	0	0,375867	-0,6144244
Muud	0,001849	0	0,159007	-0,3991260

Tabel 2. Lohukivide jaotumine erinevatel muldadel ja hii-ruut testi standardiseeritud jäägid.



Joonis 8. Vaadeldud ja eeldatud lohukivide protsentuaalne jaotumus erinevatel mullatüüpidel.

Kuna märgalaidid hõlmavad turvastunud ja turvasmullad moodustavad kogu alast 19%, otsustasin hii-ruut testi teha ka neid arvesse võtmata. Siinkohal teen küll tugeva eelduse, et nendel muldadel puudus potentsiaal lohukivide jaoks, kuid leian, et ka vastasel juhul on tulemused mõneti kallutatud. Hüpoteesid ja olulisuse nivoo olid samad. Hii-ruut statistik tuli 34,4876 ning p-väärtus $3,314 \times 10^{-5}$, mis lubab samuti tagasi lükata nullhüpoteesi. Ilma turvastunud ja turvasmuldadeta tehtud testi standardiseeritud jääkidest on näha, et kuigi leostunud mullad pole enam niivõrd lohukive ligiõmbavad kui varem, on tegemist siiski nullmudelitest väga erineva väärtusega (tabel 3). Selles testis on gleimullad aga veelgi vähem atraktiivsed kui varem (joonis 9). Varasemast oluliselt vähem atraktiivsed on ka paepealsed ja rähksed mullad. Kahe testi tulemusena saab kõige kindlamalt väita ainult seda, et lohukivide paiknemine on seotud mullatüüpidega ning kogu pindala arvestades asuvad need eelkõige leostunud muldadel. Lohkude tegemist on välditud gleimuldadel ning turvastunud muldadel ja turvasmuldadel paiknevatel kividel.

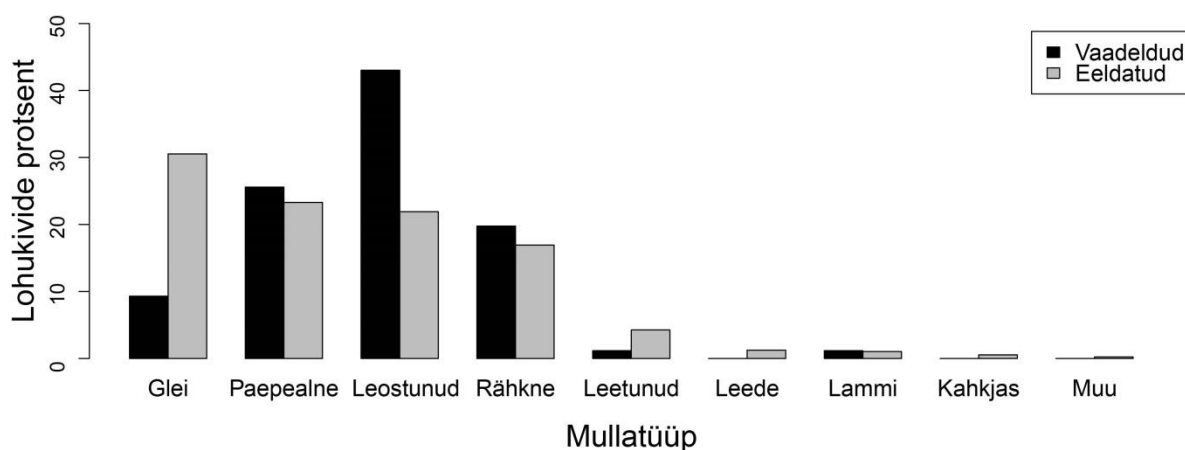
Seda tõlgendust ei tohiks aga võtta kindla faktina. Nimelt vaadates mullatüüpide kaarti, näib, et mitmed lohukivid ja suur osa kivikalmetest paiknevad paepealsete, rähksete ja leostunud muldade piirialadel. Ahvatlev on pakkuda põhjuseks mullatootlikkust. Nimelt on ju leostunud ja rähksed mullad suure produktiivsusega (Kõlli 2012, 315–328). Põlluharija jaoks oli see tõenäoliselt teada. Samas viitab see otseselt lohukivide seosele paremate põllumaadega (vt Tvauri 1997, 36–38). Siinkohal on aga käesoleva andmestiku põhjal sisuliselt võimatu hinnata, kui täpselt sai/saab neid piire lokaliseerida ja tajuda nii minevikus kui tänapäeval. Leostunud muldade eelistamise kasuks räägib siiski üks tõsiasi. Paepealsete muldade keskosas lohukivid puuduvad, samas kui leostunud muldade keskel paikneb neid Parasmäel, Võerdlas ja Rebalas. Siiski jääb selgusetuks seos piirialadega. Selle seletamiseks tuleks luua või kasutusele võtta meetodika, mille rakendamine jääb käesoleva töö piiridest välja.

Ka kivikalmed paiknevad kohati mullatüüpide piirialadel, kuid lohukividest oluliselt rohkem asetseb neid paepealsetel muldadel. Neid on seal 142 ehk 76% kõigist kalmetest ning leostunud muldadel kõigest 20 ehk 11%. Väga ilmekaks näiteks on Vandjala, Võerdla ja Rebala kivikalmed, mis näivad justkui paepealset mulda ääristavat. Seevastu lohukive on paepealsetel 16% ning leostunud muldadel 43%. Üldjoontes paiknevad Rebala küla lähestikku asuvad lohukivid ja kivikalmed vastavalt leostunud ja paepealsetel muldadel. Taolise mustri põhjused võivad peituda kalmete ja lohukivide erinevas funktsioonis. Sellel

võib omakorda seos olla mulla erinevate omadustega. Üks põhjus võib olla leostunud muldade suurem tootlikkus võrreldes paepealsete muldadega. Selle küsimuse põhjalikum lahkamine eeldaks põhjalikku mullatüüpide tundmist ja/või koostööd mullateadlastega.

Muld	Mulla osakaal kogu alast	Vaadeldud lohukive	Eeldatud lohukive	Standardiseeritud jäägid
Gleimullad	0,305383	8	26,26292	-4.2758837
Paepealsed mullad	0,233012	22	20,03904	0.5001899
Leostunud mullad	0,219098	37	18,84242	4.7335959
Rähksed mullad	0,169277	17	14,55779	0.7022734
Leetunud mullad	0,042675	1	3,670015	-1.4244590
Leedemullad	0,012478	0	1,073097	-1.0424280
Lammimullad	0,010398	1	0,894213	0.1124556
Kahkjad mullad	0,005397	0	0,464143	-0.6831265
Muud	0,002283	0	0,196351	-0.4436221

Tabel 3. Lohukivide jaotumine erinevatel muldadel ilma turvastunud ja turbamuldadeta ning hii-ruut testi standardiseeritud jäägid.



Joonis 9. Vaadeldud ja eeldatud lohukivide protsentuaalne jaotumus erinevatel mullatüüpidel turvastunud muldadeta ja turvasmuldadeta.

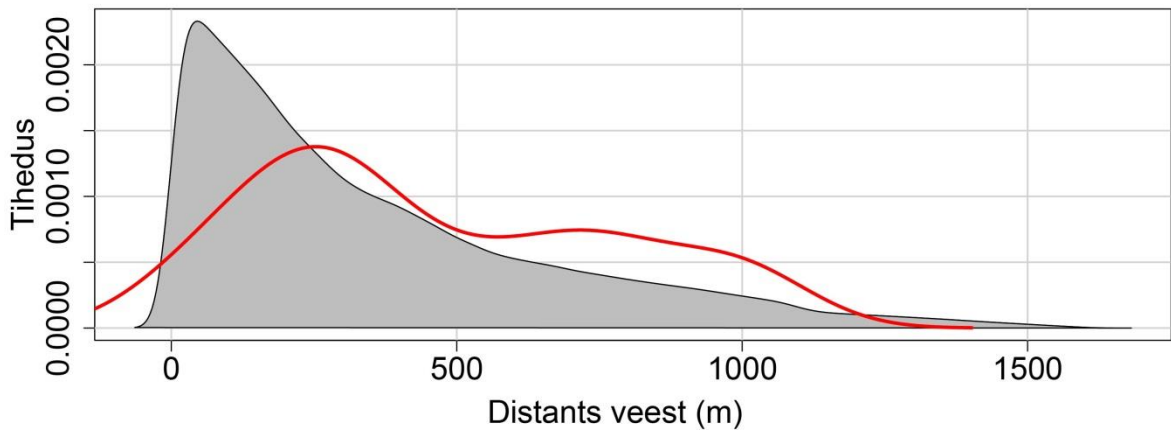
3.3 Distantis veekogudest

Lohukivide seost vee ja märgaladega on välja toonud mitmed uurijad (vt ülal). Sarnast tendentsi võib märgata ka uurimispiirkonnas (Lang 1996, 399–400; Vedru 2007b). Seda seost ei ole aga varasemalt lahatud täpsemalt kui levikukaarti vaadates. Sel juhul rõhutab veekogude lähedust mõneti asjaolu, et uurimispiirkonna enam-vähem keskosas ehk Loo ja Rebala vahelisel alal lohukive ei ole. Samas ei saa selgelt väita, et kivid asuks veekogude läheduses. Lohukivid asuvad veekogudele suhteliselt lähedal Koilas ja Jõelähtmes. Samas suur osa Parasmäe ja Rebala kividest jääb märgaladest ja jõest kaugemale.

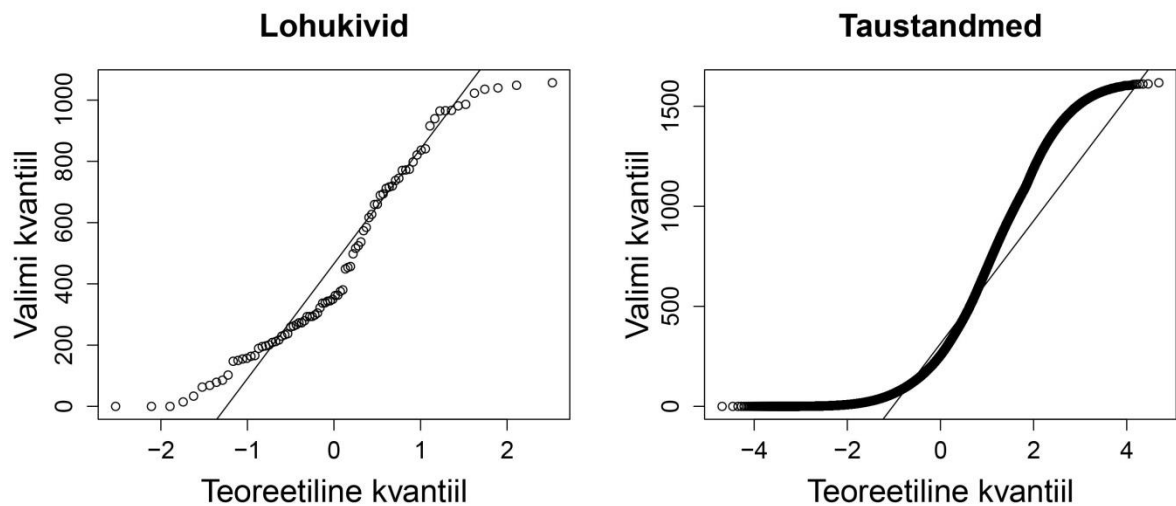
Otseselt märgaladel paikneb ainult kolm kivi (17610, 17572 ja uus9) ning needki jäävad niiske maa servadele. Keskmise lohukivide kaugus veekogust on 436 m ning mediaan 355 m. 50% kividest jääb veekogust 213–718 m kaugusele. Veekogudest kaugeimad kivid jäävad u 1 km kaugusele. Valdavalt paiknevad need Parasmäel, kuid üksikuid leidub ka Loo küla loodeosas ning Rebala küla kaguosas.

Lohukivide veeläheduse objektiivsemaks hindamiseks kaasasin võrdlusesse uurimispiirkonna taustandmed. Näeb ju inimene sageli mustreid seal, kus neid tegelikult ei ole. Taustandmeteks on uurimisalas iga 10 m tagant paiknevad punktid, millest on mõõdetud distantis lähima veekoguni, olgu selleks märgala, jõgi või meri. Ala piirid olid samad nagu pinnamoe analüüsis. Lisaks on eemaldatud veekogudes paiknevad punktid. Siin tuleb meenutada, et märgalade ulatused pärinevad verstakaardilt (vt ülal) ning merepiiriks on Limneamere rannaastang. Niisiis on tegu andmetega, mis iseloomustavad kogu uurimisala vee lähedust. Taustandmete puhul on aritmeetiline keskmine ja mediaan vastavalt 356 m ja 255 m. 50% andmetest jääb vahemikku 107–520 m ning suurim kaugus on 1617 m.

Nagu näha, erinevad taustandmed märgatavalt lohukivide ja veekogude vahelisest distantisist. See esineb selgelt ka kernel-tiheduse graafikul (joonis 10). Lohukivide tiheduse graafiku kumerus vahemikus u 500–1200 m on tingitud valdavalt Parasmäe rohketest kividest, mis jäävad veekogudest suhteliselt kaugemale. Graafikult näib suurim hulk kive paiknevat veekogust u 250 m kaugusel. Lohukivide ja taustandmete erinevuse statistiliseks võrdlemiseks kasutasin ühepoolset mitteparameetrilist Wilcoxon testi, kuna valim on suur ning pole normaaljaotunud (joonis 11). Test järjestab mõlema grupi kõik väärtused ning määrab need järkudesse. Seejärel võrdleb valimite järkude summasid, et teada, kas kahe grupi väärtused erinevad üksteisest oluliselt (vt Van Pool & Leonard 2011, 263–267).



Joonis 10. Kernel-tiheduse graafik lohukivide (punane joon) ja taustandmete (hall ala) distantsist veekogudest.



Joonis 11. Kvantiil-kvantiil graafik lohukivide ja taustandmete kaugusest veekogust. Kuna lohukivide ja taustandmete väärtused (punktid) ei järgi teoreetilise kvantiili sirget joont, saab öelda, et need pole normaaljaotunud.

Olulisuse nivoo oli jällegi $\alpha = 0,05$. Kuna paistab, et lohukivid paiknevad veekogudest mõneti kaugemal kui ülejäänud uurimispiirkond, seadsin vastavad hüpoteesid:

- **H₀**: Lohukivid ei asu veekogudest kaugemal kui taustandmed.
- **H₁**: Lohukivid asuvad veekogudest kaugemal kui taustandmed.

Testi tulemusena sain p-väärtuse 0.0001087, mis lubab vastu võtta sisuka hüpoteesi ($p < \alpha$) ning väita, et lohukivid ei paikne tingimata veekogude vahetus läheduses. Siin võib osaliselt mängida rolli asjaolu, et märgalad olid lohukivide kasutusajal suuremad kui verstakaardi koostamise ajal. Vaadates reljeefi ja muististe levikut, ei saanud need olla nii palju suuremad, et analüüsi tulemusi oluliselt mõjutaks. Testi tulemus ei tähenda aga, et lohukividel ja veekogudel ei ole mingit omavahelist seost. Pigem ei saa pelgalt nende omavahelist sirgjoones mõõdetud distantsi vaadates seda väita.

4. Vaatevälja analüüs

4.1 Sissejuhatus

Muistist tajudes on selle visuaalne aspekt sageli kõige paremini ja vahetumalt mõistetav (Wheatley & Gillings 2002, 179–180). Samas tuleb mainida, et tänapäeval arvatakse ka, et võrreldes teiste tajudega on läänelikus arheoloogias nägemine üle tähtsustatud (Hamilakis *et al.* 2001, 153–154; Llobera 2010, 146). Käesolevas töös ei pea ma nägemismeelt (ja ka kuulmismeelt) teistest meeltest tähtsamaks, vaid meetodeid arvestades selgemini analüüsitavaks.

Vaatevälja analüüsiga (ingl k *viewshed analysis*) on Eesti arheoloogias vähe tegeletud. Anu Printsman (2003) käsitles oma magistritöös Helme kihelkonna muististe vaateväljasid ning üritas neid siduda laiemate sotsiaalmajanduslike protsessidega. Ta leidis, et keskajast varasema asustuse hõreduse tõttu ei saa eristada muististe asukohtade põhjal erinevaid visuaalseid strateegiaid. Lisaks selgus, et asulakohad ja mõisad ei ole paigutatud nii, et need kontrolliks visuaalselt veeteid ja territooriumi (*ibid.*, 20–21). Marge Konsa ja Allar Haav (2015) uurisid Madi kalme ja Rattama asulakoha vaateväljasid ning omavahelist nähtavust. Vedru (2007b, vt ka 2007a) on uurimispiirkonna vaateväljasid uurinud korduvalt maastikul käies ning ilma GIS'ita (vt ülal). Seeläbi saab küll maastikust vahetuma tunnetuse, kuid ilmneb mitmeid puudujääke. Esiteks on taoline lähenemine väga aeganõudev. Teiseks takistavad vaatevälja ja tõmbavad tähelepanu tänapäevased ehitised ning looduskeskkond. Kolmandaks on raske suurt hulka informatsiooni maastikul ja kirjeldustes hoomata. Niisiis leian, et GIS'i abil saab vaateväljale läheneda üksjagu objektiivsemalt ja laiaulatuslikumalt.

Määratud asukohtade vaatevälja või omavahelise nähtavuse arvutamine põhineb kõrgusmudelil. Tegemist on lihtsa arvutuskäiguga, mis võtab arvesse vaataja ning kõrgusmudeli iga rastrielemendi kõrgust (vt Wheatley & Gillings 2002, 182–188). Tulemuseks on binaarne raster, mis näitab, millised kohad maastikul on vaataja jaoks nähtavad. Kasutades mitmeid vaatluspunkte, tulemused summeeritakse ning saadakse kumulatiivne vaateväli, mis näitab, mitmest vaatluspunktist on vaatluse all olnud ala näha. Rebala muinsuskaitseala vaateväljauuringutes kasutangi eelkõige seda viisi. Samas on ka vaatevälja analüüsil mitmeid probleemkohti, millel järgnevalt lühidalt ka peatun (vt ka Wheatley & Gillings 2000, 4–14).

Kuna vaatevälja analüüs põhineb reljeefil, peab tõdema, et Rebala muinsuskaitseala ei ole oma valdavalt tasase pinnamoe tõttu vaatevälja uurimiseks kõige parem piirkond. Nimelt ei saa vaateväljade potentsiaalselt ilmekad omadused ja suhted kuigi hästi avalduda. Kõik vaatevälja analüüsid teostasin 10 × 10 m rastrielemendiga kõrgusmudeliga. Sellel oli kaks peamist põhjust. Esiteks ei ole väikeste kõrguserinevuste tõttu vaateväli rohkete aukudega nagu 1 × 1 m rastrielemendiga kõrgusmudeli puhul (joonis 15). Teiseks on arvutamise aeg oluliselt lühem, mis lubas katsetada mitmete erinevate väärtuste ja meetoditega. Lisaks mõjutavad väikesed tänapäevased nn anomaaliad reljeefis nagu põllukivihunnikud, kraavid, kiviaiad ja künniservad tulemust vähem. Üheks probleemkohaks on kõrgusmudeli ebatäpsus, mis tuleneb LiDARi andmete ja interpoleerimise ebatäpsusest. Esimesel juhul ei näe ma probleemi, kuna nagu mainitud, jäid kontrollmõõtmiste vead vahemikku 0,07–0,12 meetrit (Maa-amet 2016). Kuna punkte oli rohkelt ja tihedalt, ei tohiks ka interpoleerimine tulemust kuigivõrd mõjutada. ArcGIS'ile on loodud tööriist Probable viewshed (Rašova 2014), mis toodab binaarse rastri asemel tõenäosuse rastri. See näitab kõrgusmudeli vertikaalsest projektsioonist ja/või interpoleerimisest tulnud viga arvesse võttes, kui tõenäoline on ala nähtavus. Kuna tulemuseks on protsentuaalne raster, mida ei saa kasutada mitmete vaatluspunktide puhul kumulatiivselt, otsustasin seda mitte kasutada.

Käesolevas uurimuses on vaatevälja analüüsi üheks peamiseks puuduseks see, et pole teada, kuivõrd avatud oli kivikalmeid ja lohukive ümbritsenud ala. Seoses Põhja-Eesti maastikega on selle üle arutlenud Lang (2000, 104) ja Vedru (2002, 108–109; 2007b, 44). Mõlemad leiavad, et maastiku avatuse kasuks räägib vähemalt kivikalmete puhul asjaolu, et need asuvad kõrgemates kohtades. Avatuse võisid tingida nii põlluharimine kui ka karjatamine. Kahala ümbruses toetavad seda ka õietolmudiagrammid, mille kohaselt muutus seal maastik avatumaks esiteks vahemikus 2800–2100 aastat eKr ning aletamisele viitavate indikaatorite hulk tõusis vahemikus 1300–300 aastat eKr (Vedru 2002, 108–109; Saarse *et al.* 1999, 400). Rebala uurimispiirkonnale lähemal asuva Maardu järve ümbruse keskkonnaajaloolised uuringud räägivad samuti maastiku avatuse kasuks hilisest neoliitikumist eelrooma rauaajani (Veski & Lang 1996a; Veski & Lang 1996b; Saarse *et al.* 1996). Esmane jälg inimtegevusest pärineb seal õietolmuanalüüsi tõlgenduse kohaselt vahemikust u 3300–2500 aastat eKr, mil vähenes tõenäoliselt langetamise tõttu piirkonna metsade hulk (Saarse *et al.* 1996, 211). Selged märgid põlluharimisest on alates u 1800 aastat eKr. Lühiajaline metsastumine toimus vahemikus 1200–800 aastat eKr. Järgnes kiire metsade

vähenev kuni u 100 aastat eKr. Pärast lühiajalist väiksemat inimõju on alates 200 aastat pKr jälle märgata intensiivsemat inimtegevust. Eelneva põhjal väidetakse kokkuvõtvalt, et neoliitikumi lõpus algas metsade vähenemine ning enam-vähem pronksiaja lõpuks oli tegemist avatud maastikuga (Saarse *et al.* 1996, 212–213). Kuigi Maardu järv jääb



Joonis 12. Vaade lohukivi 17710 juurest lõuna poole. Taga keskel asuv elektriliini post on 450 m kaugusel. Vasakul olev talu on samuti u 450 m kaugusel ning selle ees olev lohukivi 17732 jääb u 310 m kaugusele. 03.04.2016.

uurimispiirkonna lääneservast u 2,3 km lääne poole, on sealsed tulemused käesolevas töös siiski üldjoontes kasutatavad.

Vaatevälja analüüsiks sobiva raadiuse valimiseks jälgisin inspeksiooni käigus pingsalt maastikul avalduvaid vaateid. Tänapäeval on Rebala, Parasmäe ja Jõelähtme külade ümbrused valdavalt täiesti lagedad. Vaadet piiravad üksikud puud ning kiviaedadel kasvavad põõsad. Kuna maapind on tasane, ulatub vaade kohati mitme kilomeetri kaugusele. Seejuures peab aga tõdema, et rohkem kui 1 km kaugusel asuvaid inimesi, kive, kalmeid ning teisi enam-vähem sama suuri objekte on visuaalselt suhteliselt raske üldisest maastikust eristada. Olenevalt ilmastikuoludest ning objekti suurusest, värvist, taustast ja maapinna

kõrgusest võivad need juba 500 m kaugusel olla eristamatud (joonis 12, 13; Wheatley & Gillings 2000, 6). Mainitud omadustega arvestamiseks on loodud ArcGIS tööriist Fuzzy viewshed, mis võtab arvesse vaadeldava objekti suurust, distantssi vaatlejast ja paiknemist kõrgusmudelil (Rašova 2014). Nagu Probable viewshed'i puhul, on ka selle väljundiks protsentuaalne raster, mistõttu otsustasin seda mitte kasutada. Võttes arvesse keskkonnaajaloolisi uuringuid ning maastikul käimist kasutasin kõikide analüüsidega raadiust 1 km. See ei vasta küll täpsele reaalsele olukorrale, vaid pigem on tegu maksimaalse potentsiaalse vaateväljaga, mille ulatuses on enamiku lohukivide suuruseid objekte võimalik üldisest maastikust eristada.

Kõikide vaatevälja analüüside puhul kasutasin vaataja kõrgust 1,5 m. See on vaatevälja meetodikas üldlevinud ning peaks sobima ka Eesti hilise kiviaja ja varase metalliaja täiskasvanud inimese silmade kõrgusega. Inimesed võisid olla ka pikemad ja lühemad, kuid sellega arvestamine ei toodaks universaalset tulemust, mis kehtiks võimalikult suure hulga inimeste puhul (vt Lang 2007, 222; Laneman *et al.* 2015, 116; Tornberg 2015, 109–111).



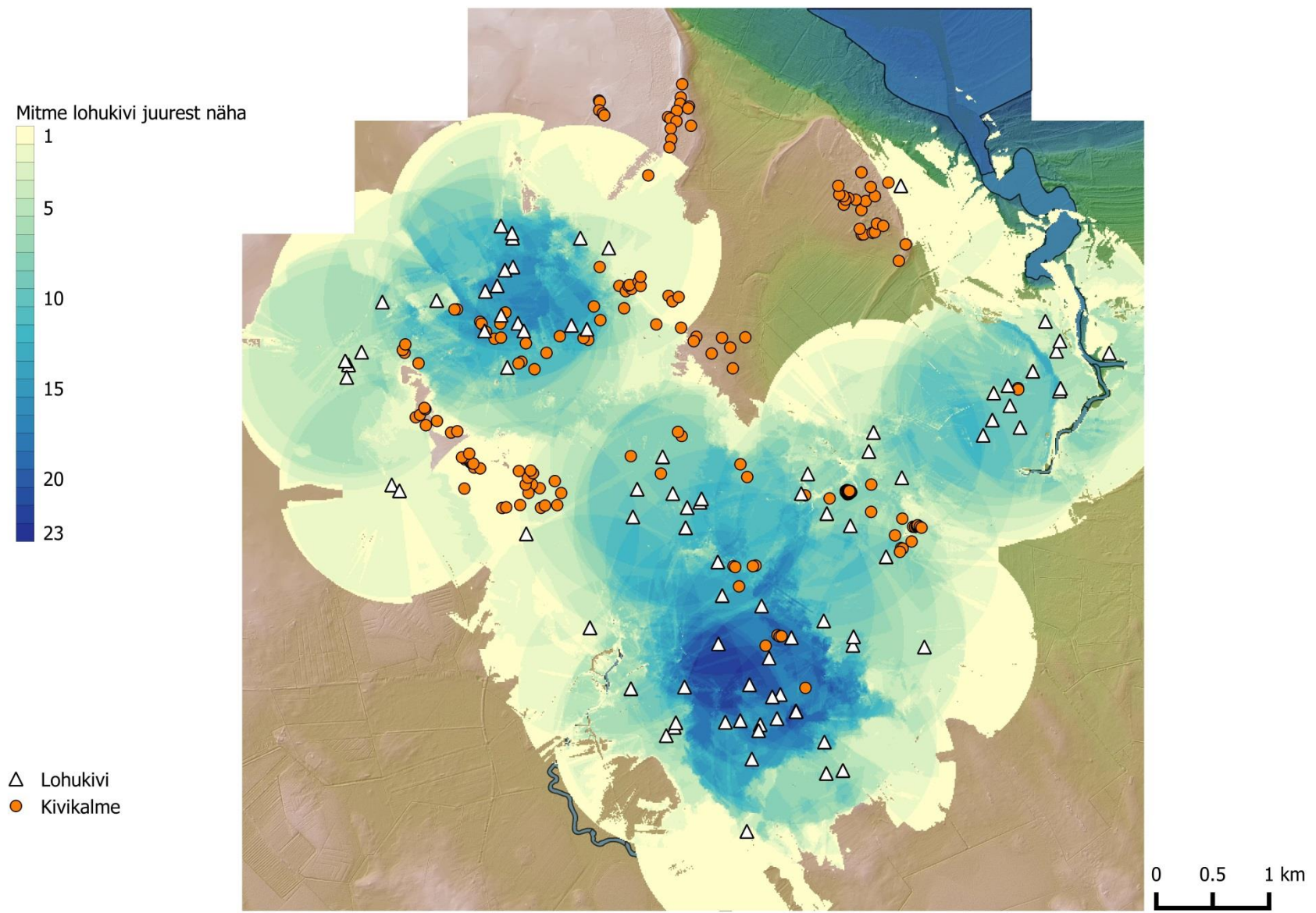
Joonis 13. Vaade inspektsiooni käigus avastatud lohukivi uus5 juurest põhja poole. Pildi keskosast pisut paremal paikneb lohukivi 17725, mis on 55 m kaugusel. Taga keskel paistab Jõelähtme kirik, mis on 2,7 km kaugusel. 04.04.2016.

4.2 Vaated lohukividelt ja lohukividele

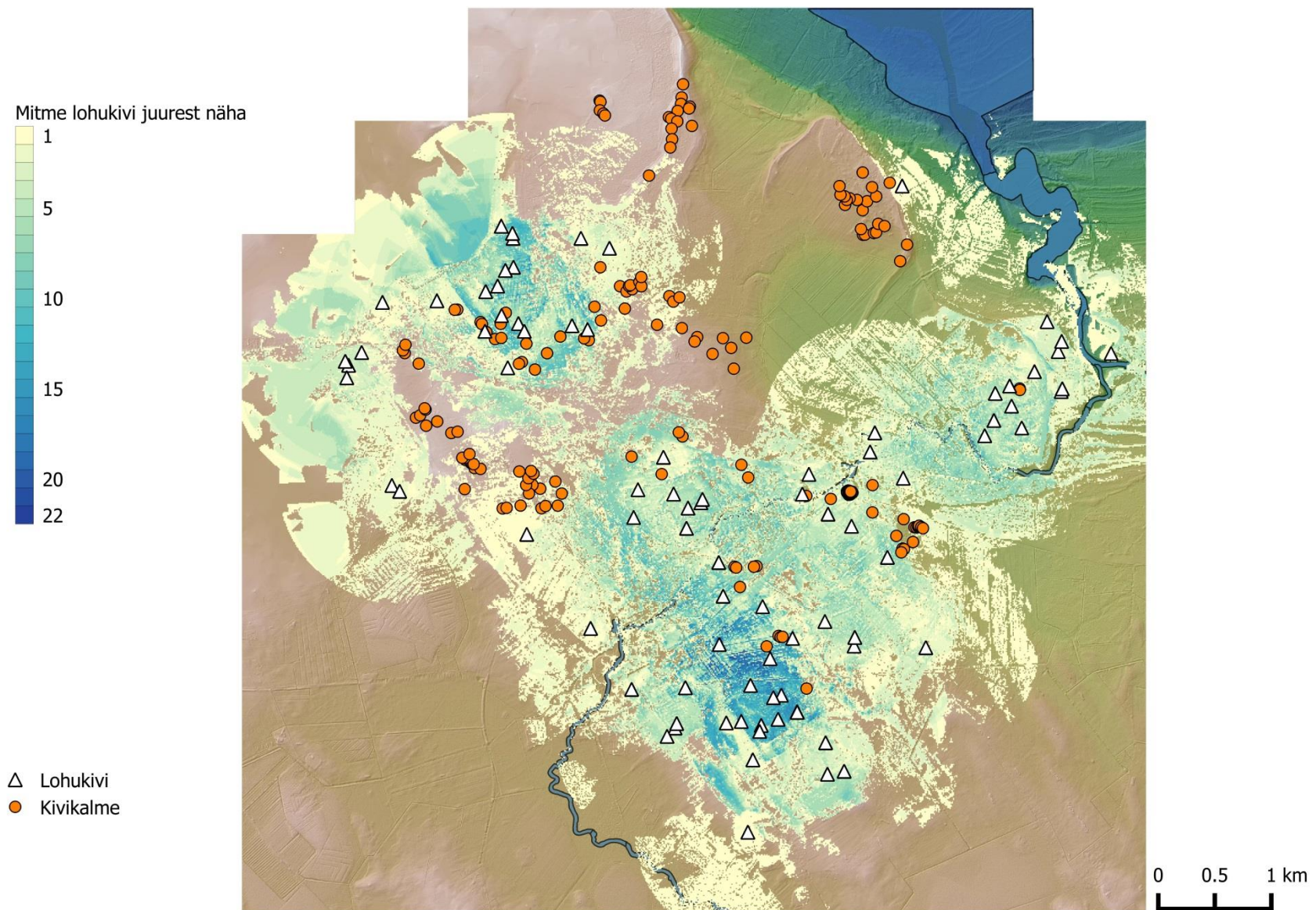
Lohukivide ja vaateväljade seosed on potentsiaalne allikas, mõistmaks nende paiknemise põhjuseid. Peamisteks küsimusteks on, mida oli võimalik lohukivide juures viibides näha ja kas selles esineb mingisuguseid seaduspärasusi? Teostasin kõikide lohukividega kumulatiivse vaatevälja analüüsi (joonis 14). Kuna 10 × 10 m rastrielemendiga kõrgusmudeli lohukivid ülejäänud reljeefist ei eristu, kasutasin vaadatava objekti kõrgust 1 m, mis vastab kivide maapinnast mõõdetud kõrguste aritmeetilisele keskmisele. See liidetakse analüüsi käigus igale rastrielemendi väärtusele. Niisiis näitab tulemus, mitme kivi juurest on näha 1 m kõrgust objekti. Ilma vaadatava objekti kõrguseta jääb vaateväli väga auklik ning selle hoomamine ja tõlgendamine on raskendatud, kuna sõltub suuremal määral väikestest reljeefi muutustest (joonis 15).

Vaatevälja jooniselt jäävad esimesena silma ringikujulised piirid, mis on tingitud analüüsi raadiusest 1 km. Selle põhjal saab öelda, et ilma piiranguta ulatuks vaateväli enamikus suundadest kaugemale. Neisse tuleks suhtuda mõningate mööndustega. Kivide kasutamise ajal võis vaatevälja serv olla nii lähemal kui ka kaugemal. Kindlasti polnud tegemist niivõrd selge piiriga. Järgmiseks eristub asjaolu, et kohti, kuhu lohukivide juurest ei näe, on maastikul pigem vähe. Seejuures saab ka väita, et lohukivide juures olevat inimest on enamikust kohtadest maastikul näha. Selle põhjalikum käsitlemine nõuaks aga pisut teistsuguste muutujatega vaatevälja analüüsi. Ootuspäraselt ilmnevad alad, mida näeb rohkemate kivide juurest, seal, kus on enim kive. Nendeks on Parasmäe ja Rebala ning vähemal määral Loo ja Koila. Parasmäe puhul ei jää kõige intensiivsem tsoon huvitaval kombel kõige kivi-rohkemale alale, vaid sellest loode poole, kus pole ühtegi teadaolevat muistist. Seda ala näeb vähemalt 20 lohukivi juurest. Vähemal määral ilmneb sarnane tendents Rebala küla keskosas. Sealset ala näeb kuni 17 lohukivi juurest. Lisaks tuleb mainida, et märgalad ei jää kuskil vaatluse intensiivsetele aladele.

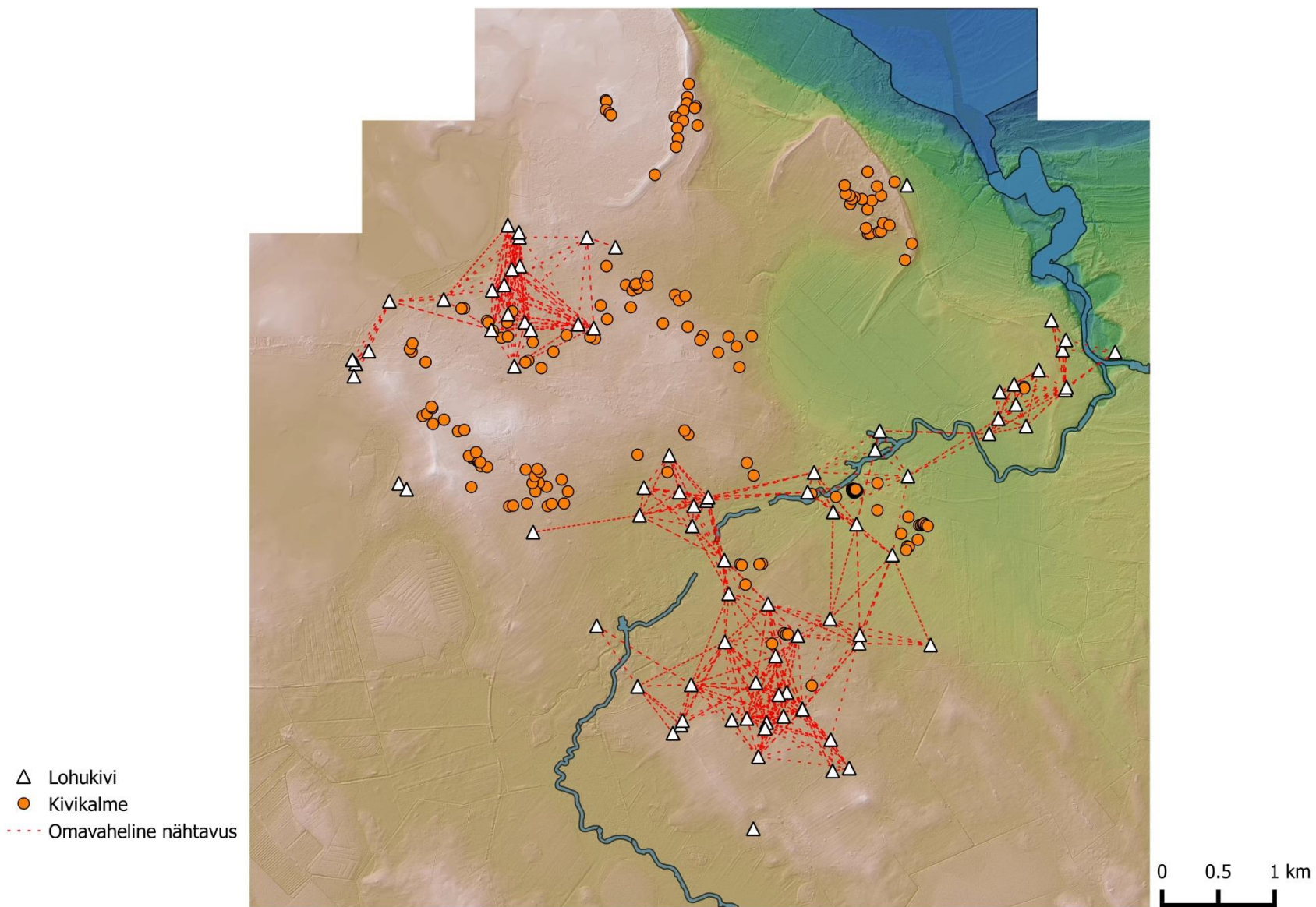
Kivide omavahelise nähtavuse uurimiseks kasutasin vaadatava objekti kõrgusena iga lohukivi enda kõrgust maapinnast. Mullatekke, erosiooni ja lagunemise tulemusena võib see olla pisut muutunud, kuid valdavalt peaks paika pidama. Arvutatud tulemusest eemaldasini käsitsi mitmed seosed, kus distantsidel 300–1000 m jäi kivide nähtava osa kõrgus vastavalt vahemikku 10–40 cm. Tegemist on küll mõneti subjektiivse valikuga, kuid tuleneb seisukohast, et niivõrd väikesed asjad ei ole sellistel distantsidel reaalselt eristatavad.



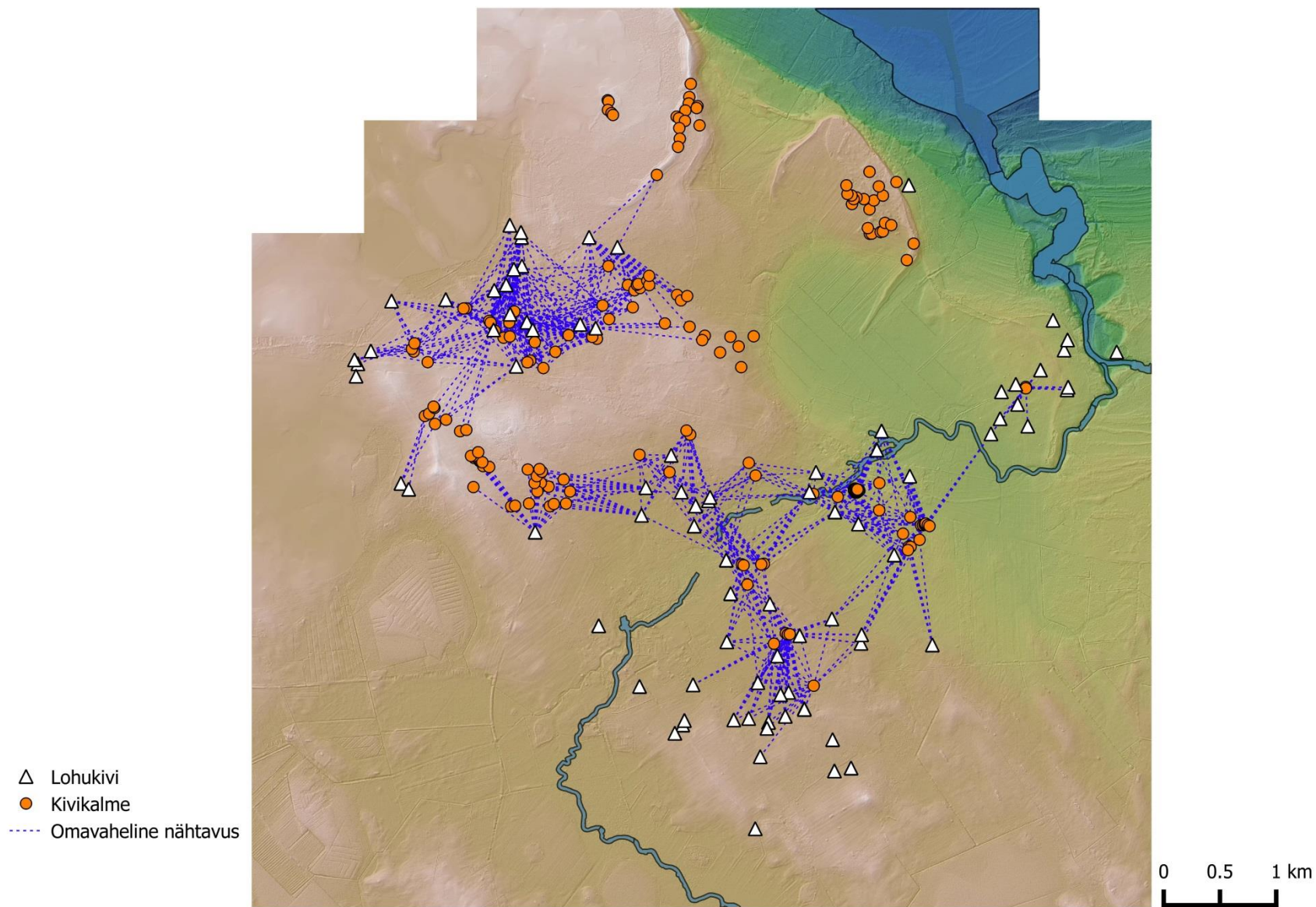
Joonis 14. Lohukivide kumulatiivne vaateväli vaadatava kõrgusega 1 m.



Joonis 15. Lohukivide kumulatiivne vaateväli vaadatava kõrgusega 0 m.



Joonis 16. Lohukivide omavaheline nähtavus.



Joonis 17. Lohukivide ja kivikalmete omavaheline nähtavus. Kivikalmete kõrgusena on analüüsis kasutatud 1 m.

Tulemuses selgub, et vähem kui 1 km kaugusel olevad kivid on omavahel valdavalt nähtavad (joonis 16). Keskmiselt näeb ühe lohukivi juurest 8 lohukivi ning 50% juhtudel jääb see vahemikku 5,25–12. Kivid, mille juurest näeb rohkemaid lohukive, ei eristu nendest, mille juurest näeb vähemaid, ei suuruse ega lohukude arvu poolest. Maastikul lähestikku paiknevad kivid eristuvad selgete gruppidega omavahelise nähtavuse telgedel. Lohukivid, millel puuduvad või on ainult üksikud visuaalsed sidemed teistega, paiknevad eraldi ja äärealadel. Nende puhul ei näi, et oleks valitud asukohti või kive sõltuvalt sellest, et moodustuksid visuaalsed sidemed. Eelnevale pisut vastupidiselt on huvitav, et eraldi paiknevad neli Võerdla lohukivi on läbi kahe üksiku kivi (17869 ja 17870) justkui visuaalselt seotud mitmete Rebala kividega. Sarnast rolli mängivad kivid 17719 ja 17720, mis seovad visuaalselt Parasmäe ja Loo lohukivide grupid. Koilas etendavad sama osa kivid 17613 ja 17614, mis paiknevad seljandiku harjal ning seovad sellest läände ja põhja jäävaid kive ning Joa juures olevat üksikut lohukivi. Nn sidujate lohukude arv on tagasihoidlik, jäädes vahemikku 1–16. Jõelähtmes ei eristu kive, mis võiksid käituda visuaalsete sidujatena. Seejuures tuleb ka märkida, et lohukivide omavahelise nähtavuse teljed ületavad kivikalmeid suhteliselt vähestel juhtudel.

Üsnagi selgelt eristub asjaolu, et kivikalmed asuvad lohukivide kumulatiivsest vaateväljast väljas või nende äärealadel (joonis 14). Peab aga meeles pidama, et ainult neil kivikalmetel, mis jäävad lohukivile lähemale kui 1 km, on potentsiaal vaatevälja jääda. Seda arvestades näeb, et Vandjala, Rebala ja Jõelähtme vahelise ala ning Jõelähtme kivikalmed jäävad lohukivide lähedusse, kuid kumulatiivse vaatevälja vähem intensiivsematesse aladesse. Isegi kui raadiuse piirangut ei oleks, jääksid suhteliselt vähete kivide nähtavusalasse piirkonna põhjapoolsed kalmeväljad: Ristikangrumägi, Manniva seljandik ja Lastekangrud.

Teostas ka analüüsi lohukivide ja kivikalmete omavahelisest nähtavusest (joonis 17). Vaataja asukohaks oli lohukivi ning vaadatavaks objektiks kivikalme, mille kõrguseks määrasin 1 m. See on umbkaudne hinnang kivikalmete keskmisele kõrgusele maapinnast (Lang 2007, 148–150). Nagu lohukivide omavahelise nähtavusega, on kividele lähemal kui 1 km asuvad kalmed valdavalt näha. Lohukivi juurest on näha keskmiselt 11,21 kalmet. Mediaan on seejuures kõigest 6,5. Suur erinevus tuleb eranditest, mille näol on tegemist Jõelähtmes asuvate lohukividega. Nende juurest näeb lisaks suure kalmete hulga Jõelähtme kalmeväljale ka teisi läheduses olevaid väiksemaid kalmerühmi. 50% juhtudest

näeb lohukivi juurest 2–17,75 kalmet. Suurt osa kalmetest on näha siiski ainult üksikute kivide juurest. Hea näide on Rebala idaosa ja Vandjala kalmed, mille suur hulk nähtavuse telgi on tingitud üksikutest kividest. Nagu kivide omavahelise nähtavuse korral, ei eristu ka kalmete puhul, et rohkemate visuaalsete sidemetega lohukivid erineksid mõõtmete ja lohkude hulga poolest. Eelnevat kokku võttes julgen väita, et lohukivide ja kalmete vaateväljad on erinevad ning kummagi muistise nii-öelda paigutamisel ei ole tõenäoliselt tähtsaks aspektiks olnud nende omavaheline nähtavus.

Märgatud tendentsid sobituvad tulemustega, milleni jõudis Vedru maastikul käies (2007b, 41, 53). Kas ja kuivõrd oluline või teadvustatud oli kivide ja kalmete omavaheline nähtavus? Ei saa välistada, et selle taga on kõigest distants ja tasane maastik. Sellele tunduvad osaliselt vastu vaidlevat eelpool kirjeldatud visuaalsed lülid.

4.3 Totaalne vaateväli

Totaalne vaateväli on kaardikiht, mis näitab, kui suur on nähtavuse potentsiaal kogu maastikul. Niisiis sobib see hästi andmestikuks, mille taustal muististe nähtavust analüüsida (Llobera 2003, 33–37). Sisuliselt on tegemist kumulatiivse vaatevälja edasiarendusega, kus vaateväli arvutatakse kõigist maastikupunktidest ning summeritakse. Arvutuslikult intensiivse meetodina on see laialdasemat rakendust leidnud alles hiljuti (Llobera *et al.* 2010, 146–148). Näiteks 1 × 1 m rastrielemendiga kõrgusmudeliga ei suutnud TÜ arheoloogia osakonna õppetooli võimas arvuti uurimispiirkonna totaalset vaatevälja välja arvutada 17 päevaga, mil lõpuks arvuti taaskäivitus protsessi katkestas. 10 × 10 m rastrielemendiga kõrgusmudeliga kulus arvutamisele keskmiselt 13 h.

Totaalse vaatevälja arvutamise vaatluspaikadeks olid punktid, mis paiknesid kogu uurimisalas igal kõrgusmudeli rastrielemendil ehk siis 10 m tagant. Ka siin oli vaatevälja analüüsi piiriks 1 km. Võttes arvesse ka vaatluspunkti ehk 10 × 10 m ala, teeb see ühe rastrielemendi maksimaalseks väärtuseks ümardatult 32047 (raadius ehk $r = 101$ rastrielementi ehk 1010 m, ringi pindala $S = \pi r^2$). Maksimaalne väärtus tähendab, et maastikupunkti on näha igast kohast 1 km raadiuses. Totaalse vaatevälja tulemuse juures mängib olulist rolli ääre-efekt (Llobera 2003, 33). Nimelt ei ole rastrielementidel, mis paiknevad kõrgusmudeli servale lähemal kui määratud vaatlusraadius ehk 1 km, potentsiaali saada sama suurt väärtust, kui servast kaugemal olev koht, kuna seda vaadatakse

vähematest kohtadest. Kuna üksikud lohukivid uurimisala ida- ja lõunaosas asusid servale lähemal kui 1 km, laiendasin kõrgusmudelit. Totaalse vaatevälja analüüsimiseks kasutasin ainult seda osa, mis jääb uurimisala servadest rohkem kui 1 km kaugusele. Lisaks lõikasin sellest välja kagu- ja edelanurgad, mis jäid suurte märgalade alla. Niisiis on tegu enam-vähem sama alaga nagu pinnamoe uurimisel (joonis 5).

Vaadatava objekti kõrguse 0 m korral jäi tulemus suhteliselt ebakontrastne ning seetõttu raskemini hoomatav (joonis 19). Nagu tavalise vaatevälja analüüsi puhul, mõjutasid ka seda valdavalt interpoleerimisest tulenevad väikesed kõikumised reljeefis. Seetõttu tegin totaalse vaatevälja ka vaadatava kõrgusega 1 m, mis, nagu mainitud, vastab lohukivide ja kivikalmete keskmisele kõrgusele. Tulemus on ühtlasem ja kontrastsem (joonis 20). Selle rastrielemendi väärtus näitab, mitmest vaatluspunktist on see koht näha, kui seal asuks 1 m kõrgune objekt. Objekti kõrguse 0 m korral on valdav osa maastikust 1 km raadiuses nähtav pooltest või vähematest kohtadest. Objekti kõrguse 1 m korral on valdav osa maastikust samas raadiuses aga nähtav pigem rohkem kui pooltest kohtadest (joonis 18). Mõlemast totaalsest vaateväljast selgub, et kõige nähtavamad tsoonid on Koilast lääne pool asuv pangalaht ning lõunapool paiknev madal ala. Lisaks eristub selgelt uurimispiirkonna keskel olev ala, mis jääb Parasmäe, Loo, Vandjala ja Kostivere vahele. Mõneti üllatavalt paikneb nendes tsoonides suhteliselt vähe muistiseid.

Kuna totaalse vaatevälja raster ei erine põhimõttelt kõrgusmudelist, otsustasin ka siinkohal kasutada taustandmete ja lohukivide uurimiseks DEV-statistikut, mida rakendasin pinnamoe uurimisel. Kasutasin vaatevälja, mille vaadatav kõrgus oli 1 m. Ühtluse huvides arvutasin statistikud samadest raadiustest nagu varem. Lohukivide ja taustandmete võrdlemiseks tegin jällegi ühe valimiga Kolmogorov-Smirnovi testi olulisuse nivooaga $\alpha = 0,05$. Kuna huvipunktiks on lohukivide asukohtade potentsiaalse visuaalsuse erinevine taustandmetest, seadsin järgmised hüpoteesid:

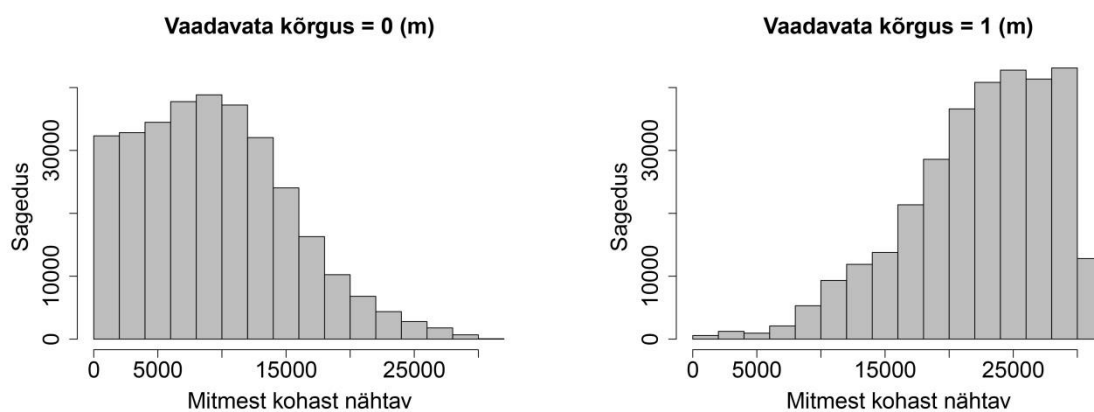
- **H₀**: Totaalsest vaateväljast tuletatud lohukivide DEV-statistiku väärtuste jaotused ei erine taustandmete DEV-stastiku väärtustest.
- **H₁**: Totaalsest vaateväljast tuletatud lohukivide DEV-statistiku väärtuste jaotused erinevad taustandmete DEV-stastiku väärtustest.

Nullhüpotees (H₀) jäi kehtima iga raadiuse juures (tabel 4). Taustandmete ja lohukivide DEV-statistikute kattuvus on selgelt näha ka kumulatiivsetel graafikutel (joonis 21). Niisiis saab väita, et uurimispiirkonnas ei ole lohke tehtud kividele, mis paikneks ümbritsevast maastikust

kuni 500 m raadiuses oluliselt nähtavamal või vähem nähtaval kohal. See seab omakorda kahtluse alla ka eelnevas alapeatükis tehtud järeldused. Siiski ei saa kindlalt väita, et vaateväli ja omavaheline nähtavus ei olnud lohkude tegijate jaoks olulised. Eriline nähtavus võrreldes ümbritsevaga ei olnud lohkude tegemiseks valitava kivi kriteeriumiks.

Raadius	D-statistik	p-väärtus
500	0,0843	0,6204
250	0,0999	0,4018
100	0,0655	0,8828
50	0,0709	0,8161

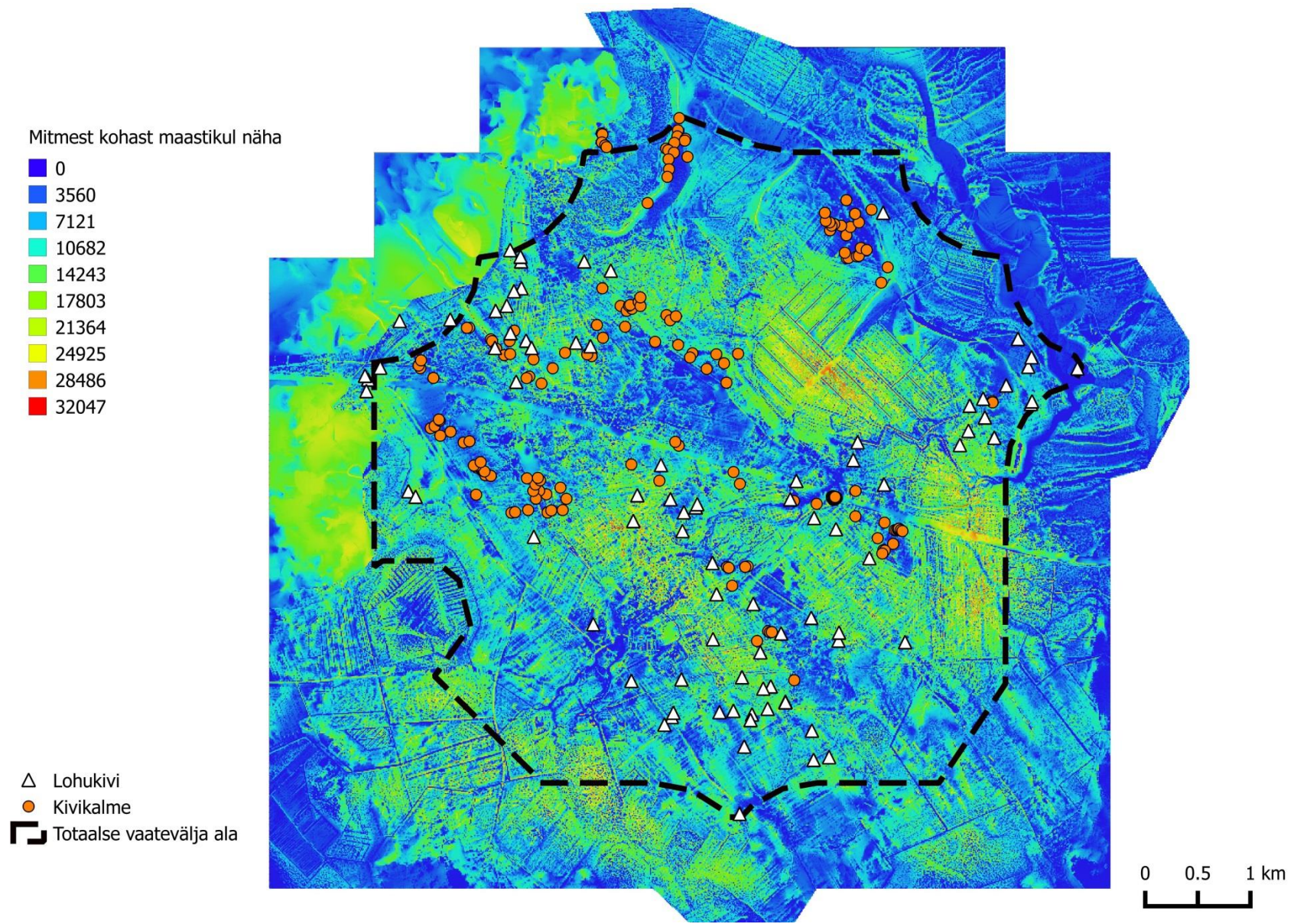
Tabel 4. Totaalse vaatevälja ja lohukivide võrdlemiseks tehtud nelja erineva raadiusega DEV-statistikust ühe valimiga Kolmogorov-Smirnovi testi tulemused.



Joonis 18. Erinevate vaadatavate kõrgustega tonaalsete vaateväljade rastrielementide väärtuste histogrammid.

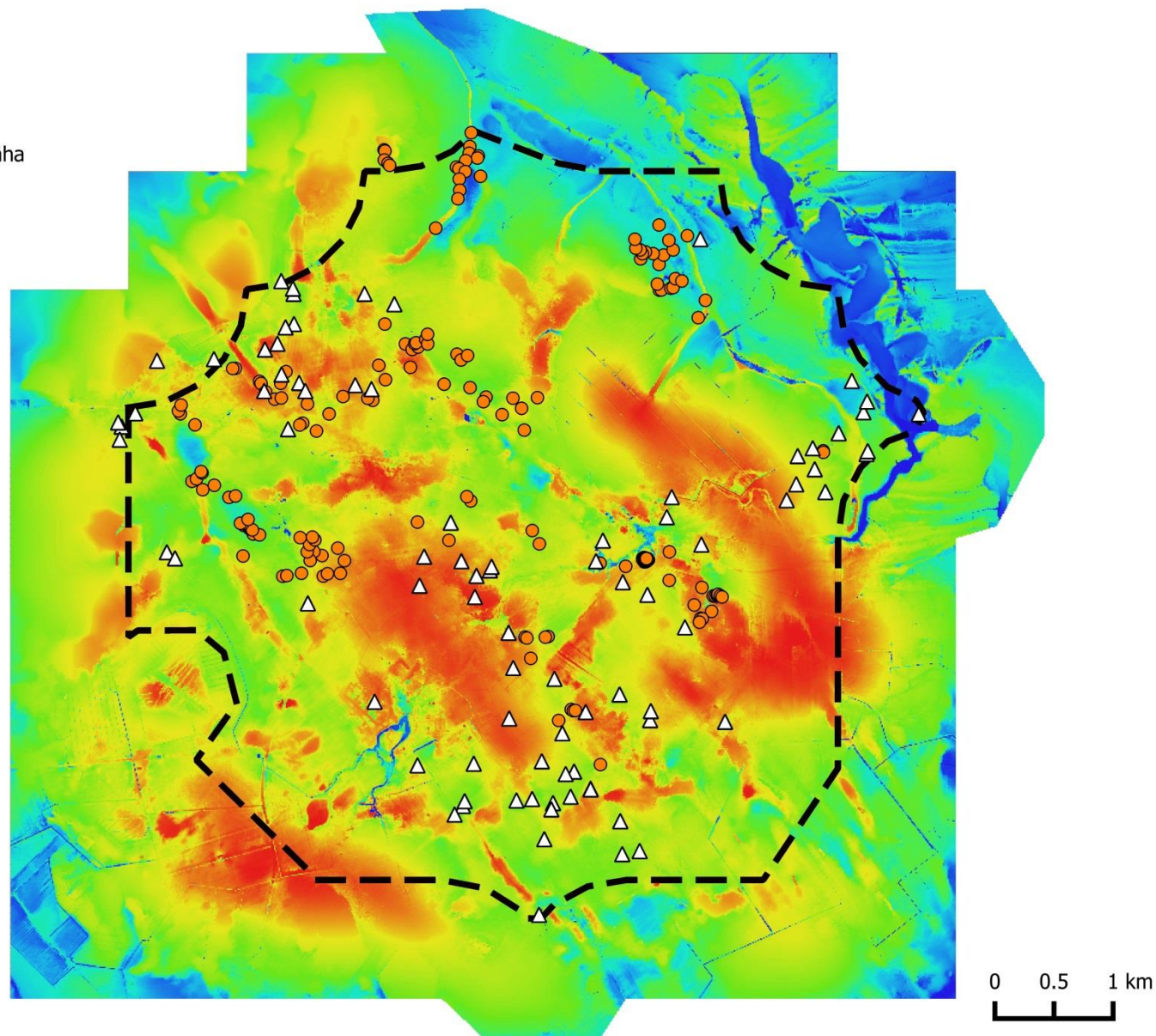
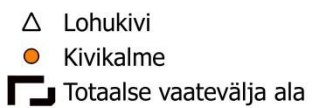
Kuna eelnevalt leidsin, et kalmetel ja lohukividel puudub sageli visuaalne side, otsustasin täpselt samal viisil ka kalmete visuaalset potentsiaali uurida koos taustandmetega. Püstitasin sisuliselt samad hüpoteesid:

- **H₀**: Totaalsest vaateväljast tuletatud kivikalmete DEV-statistiku väärtuste jaotused ei erine taustandmete DEV-statistiku väärtustest.
- **H₁**: Totaalsest vaateväljast tuletatud kivikalmete DEV-statistiku väärtuste jaotused erinevad taustandmete DEV-statistiku väärtustest.

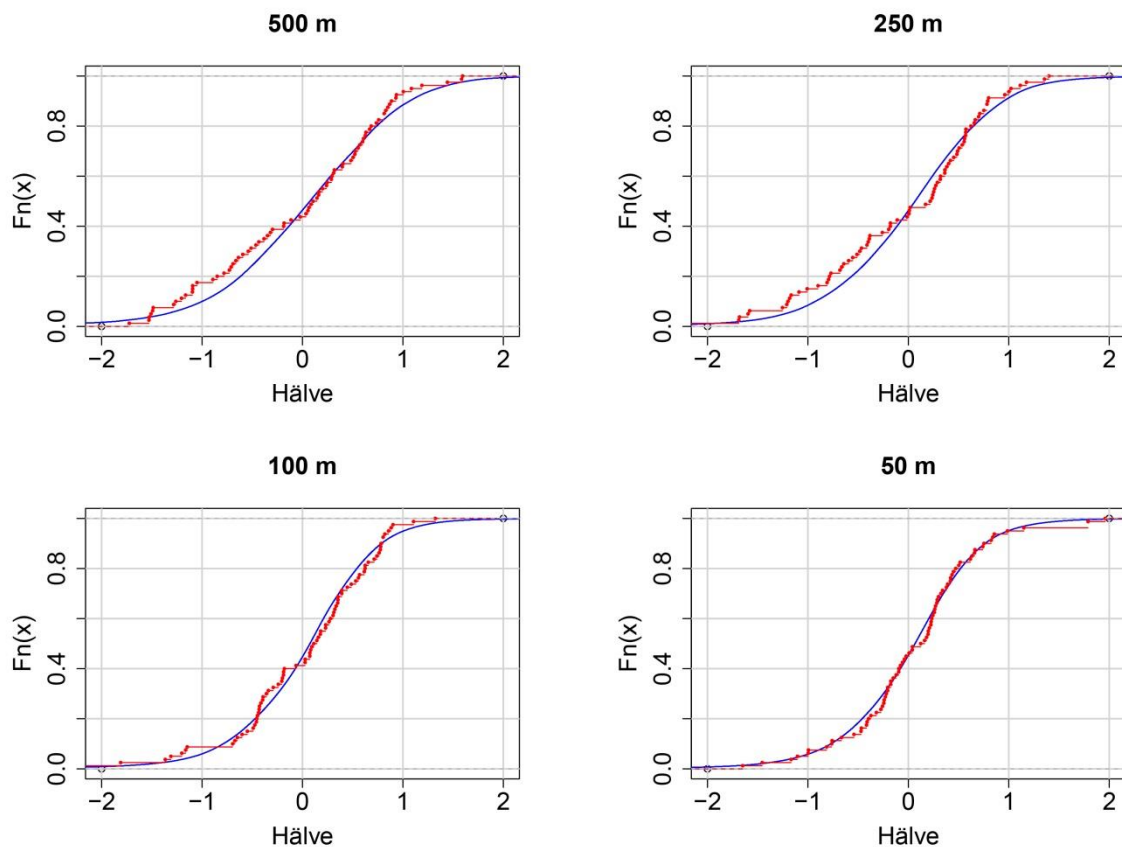


Joonis 19. Uurimispiirkonna totaalne vaateväli. Vaadatava kõrguseks on 0 m.

Mitmet kohast maastikul näha



Joonis 20. Uurimispiirkonna totaalne vaateväli. Vaadatava kõrguseks on 1 m.



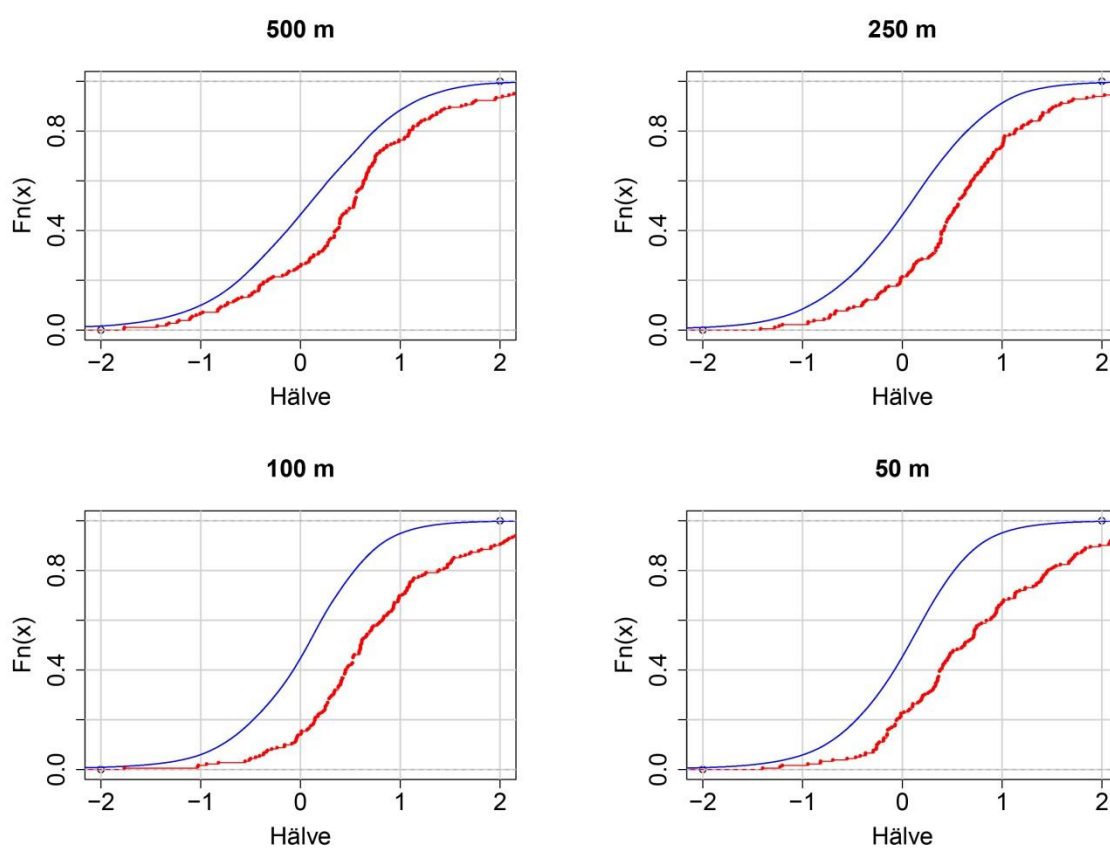
Joonis 21. Lohukivide (punane) ja taustandmete (sinine) totaalsest vaateväljast arvatud DEV-statistikute kumulatiivsed jaotused nelja erineva raadiusega. Y-telg näitab kumulatiivset osakaalu.

Testidest selgus, et nullhüpoteesi saab tagasi lükata kõikide raadiuste puhul (tabel 5). Niisiis on kalmed rajatud ümbritsevast erineva nähtavusega kohta. Vaadates kumulatiivjaotuseid, on selge, et kalmed rajati kohtadesse, kus nad omasid suuremat potentsiaal olla nähtavad (joonis 22). Mida lähemat ümbrust vaadata, seda selgemini see eristub. Kalmete ja tausta kumulatiivsete jaotuste maksimaalne vahe on 50 m raadiuse puhul 35,77% ning 100 m raadiuse puhul lausa 39,11%. Väga selgelt eristub kõrgemate alade eelistamine vahetus ümbruses ehk 50 m raadiuses. Nimelt on kiviakalmete asukoht ümbritsevast ühe või rohkema standardhälve võrra nähtavam u 35% kalmete puhul, samas kui taustandmete puhul jääb see u 5% piiresse.

Eelnev kinnitab veelgi tugevamalt, et visuaalsus omas lohukivide ja kalmete juures erinevat funktsiooni. Kui kalmete jaoks valiti koht sõltuvalt sellest, et see oleks paremini nähtav, siis lohukivide puhul ei omanud nähtavus praeguste andmete põhjal mingit tähtsust.

Raadius	D-statistik	p-väärtus
500	0,2603	3.918×10^{-11}
250	0,3448	$< 2.2 \times 10^{-16}$
100	0,3911	$< 2.2 \times 10^{-16}$
50	0,3577	$< 2.2 \times 10^{-16}$

Tabel 5. Totaalse vaatevälja ja kiviakmete võrdlemiseks tehtud nelja erineva raadiusega DEV-statistikust ühe valimiga Kolmogorov-Smirnovi testi tulemused.



Joonis 22. Kiviakmete (punane) ja taustandmete (sinine) totaalsest vaateväljast arvatud DEV-statistikute kumulatiivsed jaotused nelja erineva raadiusega. Y-telg näitab kumulatiivset osakaalu.

5. Lohukivid ja heli

5.1 Arheoakustikast

Mineviku ühiskonna ja muististe akustiliste aspektide uurimist nimetatakse nii arheoakustikaks kui ka heliarheoloogiaks, kuigi tegu ei ole täielikult sünonüümidega, kuna viimast peetakse kohati laiemaks terminiks (Mills 2014, 60; Till 2014, 294–296). See on populaarsust koguv teema, millega on põhiliselt tegeletud viimase paarikümne aasta jooksul. Peamistest uurimissuundadest ning metoodikast on kirjutanud Steve Mills (2014, 60–74). Sageli on uuritavateks muististeks megaliitilised ehitised, koopad koos jooniste ja asustusjälgedega ning kaljujoonised koos ümbritseva maastikuga. Näiteks leidis Joakim Goldhahn (2002, 49–52), et mitmed Rootsi kaljujoonised tehti valju loodusliku heliga kohtadesse nagu näiteks jõekärestike äärde. Suur osa arheoakustilistest uurimustest jätab kõrvale igapäevased helid ning tegeleb nii-öelda ebatavaliste helidega nagu kaja, järelkõla ja resonants (Mills 2014, 60). Need võivad ilmned ehitistes, koobastes või maastikul kive lüües ning instrumendi ja häälega heli tekitades. Näiteks Suurbritannia neoliitilistes ja pronksiaegsetes käikhaudades tekivad omapärased resonantsid ja seisvad helilained (Watson & Keating 1999, 330–334). Stonehenge'i juures olenes heliline kogemus suuresti kuulaja täpsest asukohast – näiteks võimendusi eelkõige rajatise keskosas mitmed efektid ja madalamad sagedused, mis võisid kaasa aidata transilaadse seisundi tekkimisele (Till 2010, 11–15).

Eriliselt kõlavaid kive ehk nn kivigonge nimetatakse sageli litofoonideks. Neil olevate lohku tegemise eesmärgiks peetakse just omapärase heli tekitamist (vt nt Waller 2002, 11–13; Kleinitz *et al.* 2015; Diaz-Andreu & Mattioli 2016, 1051–1053). Ka Skandinaavias on lohke peetud heli tegemise tagajärjeks, kusjuures paljud sealsed litofoonid on erinevalt Eesti lohukividest tõstetud väiksemate kivide peale, et parandada nende kõlavust (Lund 2009, 180–182). Arvatakse, et taolistel kividel oli lisaks puhtfüüsilisele välimusele heli tegemise läbi otseselt aktiivsem osa ühiskonna tavades (Ouzman 2001, 240–244, 251–251). See muidugi ei välista, et erilise kõmina või toksimisjälgedeta kivid poleks võinud olla tähtsad. Kuna heli on keeruline fenomen, siis soositakse multidistsiplinaarseid lähenemisi, kuhu kaasatakse lisaks arheoloogidele füüsikuid, insenere, psühholooge ning teisi spetsialiste (Diaz-Andreu & Mattioli 2016, 1053–1056).

Eestis ei ole maastikul ega muististel arheoakustikaga tegeletud. Rebala muinsuskaitseala lohukivid pakuvad heliliste aspektide uurimiseks mõneti vähem võimalusi kui eelnimetatud näited. Nimelt puuduvad maastikul looduslikud või arheoloogilised elemendid, mis tekitaks lohu toksides kaja. Metsaservad võivad küll luua kaja, kuid, kuna nende asukohad pole teada, ei saa seda teemat kaugema mineviku seisukohalt käsitleda. Metsade asukohad võisid lohukivide kasutamisaja jooksul ka oluliselt muutuda. Samuti ei kõla uurimispiirkonna lohukivid lüües pikalt ega kõmisevalt (joonis 29). Märkimisväärseteks looduslikeks helideks on Jägala joa ja mere kohin. Viimasest jäävad lohukivid kaugele. Kuna lohukive on aga rohkelt ning erinevates looduslikes tingimustes, saab uurida helilisi suhteid teiste lohukivide, kivikalmete ning loodusmaastikuga.

5.2 Metoodika

5.2.1 Lohkude tegemine

Enne, kui pöördun helileviku uurimise metoodika ja mõõtmistulemuste juurde, tuleb peatuda lohkude tegemise temaatikal. Nimelt eeldan helileviku analüüsis, et lohud tehti kivisse teise kiviga toksides. Selle tulemuseni jõudis Tvauri (1997, 30) naabermaade materjali ja Ain Mäesalu eksperimendi alusel. Pikemalt käsitles lohkude tegemist ka Leppik (2006, 236), kes samuti leidis, et kõige tõenäolisemalt tehti lohud kividesse toksides. Eksperimendi tagajärjel järeldas ta, et kiviga kivisse lohu puurimine ja nühkimine ei ole tulemuslikud. Samas usuvad mõlemad uurijad, et lohkude põhjasid võidi siledaks ja sügavamaks lihvida. Ka Rootsis on tehtud eksperimente, kus lohu saamiseks toksiti kvartsiga graniiti. Selgus, et arvestatava lohu tegemine võtab aega umbes tunni, sõltudes peamiselt toksitava kivi kõvadusest ja struktuurist (Lødøen 2015, 70).

Lauringsoni (1979) pakutud meetod seisneb kuuma rauatüki kivi vastu panemises ning kuumutatud koha külma veega üle valamises. Sarnaselt Tvauri (1997, 30) ja Leppikuga (2006, 236) pean seda äärmiselt ebatõenäoliseks meetodiks, kuna see nõuab esiteks raua olemasolu ning lisaks rohkelt ettevalmistusi, oskusi ning spetsiaalseid vahendeid.

2015. aasta 14. novembril viisin läbi lohu tegemise eksperimendi. Abiks olid Indrek Kimber ja Andis Koppel. Kohaks valisin Hiiumaal oma kodu lähistel asuva lageda karjamaa, mis kuivendati 1960. aastatel. Tulevaseks „lohukiviks“ sai heinamaa keskel asuv u 1 m läbimõõduga hall ühtlase koostisega maakivi (6538698.6; 430643.4), mis on põllukivikoristuse käigus tõstetud koos teiste kividega suure lameda kivi peale (joonis 23). Toksimiskivideks otsisime Hiiumaa põhjarannikult ja läheduses olevatest karjääridest erinevaid terava otsaga kive, mida oli mugav ühe või kahe käega kasutada. Toksimiskivide seas oli kvartsiit (kivi nr 2), rohke päevakivi sisaldusega graniit (kivi nr 1, 7, 8, 10), gneiss (kivi nr 3, 9), lubjakivi (kivi nr 5) ning süeniit (kivi nr 4) ja üks määramata kivi (kivi nr 6; määrangud Suuroja 2004, 44, 46, 62, 100 põhjal; joonis 24). Kivide suurim läbimõõt oli 27 cm. Kõige paremini pidasid vastu ühtlase struktuuri ja rohke kvartsi, päevakivi ja vilgu sisaldusega kivid (nr 1, 2, 4, 7, 8). Teised pudenesid maksimaalselt paarikümne löögi järel kasutamatuks. Esimesed jäljed jäid kivile juba pärast paariminutilist pidevat toksimist (joonis 25, 26).

Esimese lohu tegemine, mille käigus katsetasime erinevaid kive, võttis kokku aega pisut alla tunni. Peamiseks toksimiskiviks oli kivi nr 8, mis purunes lõpuks tükkideks. Tulemuseks oli 1,5 cm sügavune kergelt ovaalne lohk pikkusega 8,5 ja laiusel 6,5 cm. Ovaalsuse tingis toksimiskivi kuju. Teine lohk valmis kahekesi vahetustega pideva töö tulemusena 25 minutiga. Peamiseks toksimiskiviks oli kvartsiidist kivi nr 2, millest tuli töö käigus aeg-ajalt tükke välja ning seeläbi muutus ots kohati teravamaks (joonis 27). Lohu sügavus sai jällegi 1,5 cm ning kuju pisut ovaalne – pikkus 8,5 ja laius 7,5 cm. Kolmandat lohku ei tehtud ühe hooga, vaid järk-järgult, kuna samaaegselt toimus maastikul heli kuulamine ja mõõtmine. Ainukeseks toksimiskiviks oli kvartsiidist kivi nr 3. See u 1 cm sügavune ja 6 cm läbimõõduga lohk tuli teistest ümmargusem. Kõikide lohkude pinnad tulid korralikult kausjad ning ülejäänud kivi pinnast tunduvalt siledama põhjaga. Selle alusel sean kahtluse alla väite, mille kohaselt võidi lohkude põhjasid lihvida. Lohu tegemise praktilise poole pealt näib see olevat täiesti üleliigne tegevus. Suuri lohke pigem toksiti lihtsalt kauem, mitte ei lihvitud hiljem sügavamaks. Muidugi oleneb lohu põhja siledus lohukivi struktuurist. Näiteks rohke kvartsi- või päevakivisisaldusega kivide lohkude põhjad jäävadki karedad ja nurgelised. Toksimiskatsed kinnitavad varasemat arusaama, et ühe lohu tegemisele kulub keskmiselt üks tund.



Joonis 23. Eksperimendi käigus tehtud lohukivi (keskel lameda kivi peal). Vaade lõunakagust.



Joonis 24. Toksimiskivid. Vasakult paremale numbrid 1–10.



Joonis 25. Lohu toksimine ja heli salvestamine. Pildil Indrek Kimber.



Joonis 26. Eksperimendi käigus tehtud lohud poolteist kuud hiljem. Kivi kõrval purunenud toksimiskivid.



Joonis 27. Lohk nr 2 ja kvartsiidist purunenud toksimiskivi nr 2.



Joonis 28. Puru ja tükid toksimiskividest ja lohukivist lohuse nr 1.

Lohke tehes purunesid kõik toksimiskivid vähemalt osaliselt. Toksimise ajal lendasid kvartsiidi ja rohke kvartsiga graniidi tükid kivist maksimaalselt ühe meetri kaugusele. Enamik nii toksimis- kui ka lohukivist tulnud tükkidest ja peenest purust jäi kivi pinnale ning seda pidi pidevalt maha lükkama või puhuma (joonis 28). Kergemini purunevate kivide killud lendasid

lohukivist kuni viie meetri kaugusele. Niisiis saab eeldada, et rohkete lohkuudega kivide kõrvalt võiks leida purunenud kivide tükikesi ning peent kivipuru. Seda pole aga lohukivide kaevamiste käigus täheldatud. Ei saa välistada, et lohkuude tegijad kogusid kivipuru kokku, mitte ei visanud seda sinnasamma maha (vt Ouzman 2001, 250–251). Väheste lohkuudega kivide juures võib puru hulk olla aga niivõrd väike, et seda pole võimalik ülejäänud pinnases eristada. Toksimiskivide kasutusaeg oli tõenäoliselt lühike. Pärast paarikümne minutulist kasutamist kulusid kõikide eksperimendis kasutatud kivide otsad tunduvalt nürimaks ning järgmiste lohkuude edukaks tegemiseks oleks otstarbekas otsida uued. Valmis lohku oli ülejäänud kivi pinnast selgelt heledam veel vähemalt viis kuud. See aeg võib olenevalt kivide koostisest erineda. Võimalik, et sel viisil said lohkuude tegijad vanemaid lohke noorematest eristada.

5.2.2 Helileviku kaardistamine

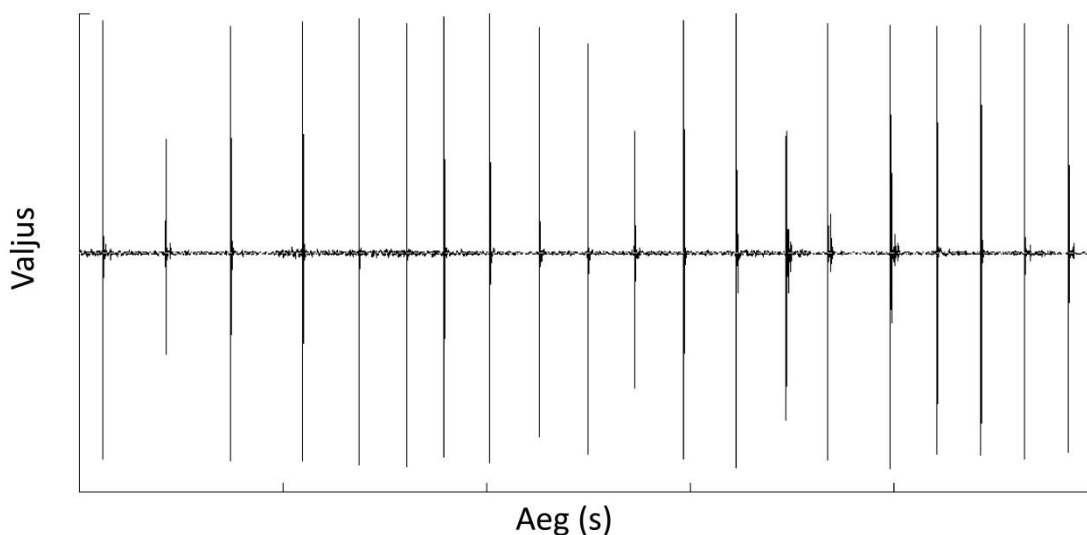
Helileviku kaardistamiseks kasutasin ArcGIS'i tööriista SPreAD-GIS (Reed *et al.* 2010; vt ka Reed *et al.* 2012), mis arendati välja inimtekkeliste helide leviku uurimiseks USA looduses seoses maanteede planeerimisega. Nagu ka tööriista autorid tõdevad (Reed *et al.* 2010, 3), saab seda rakendada paljude maastikul heli levimist puudutavate küsimuste lahendamiseks. Kuigi SPreAD-GIS valmis juba kuue aasta eest, ei ole hetkel teada ühtegi paremat ega soodsamat helileviku kaardistamise moodust, mis oleks niivõrd hästi GIS-tarkvaraga integreeritud. Helileviku kaardistamiseks tuleb SPreAD-GIS'is anda väärtused mitmetele muutujatele: heliallika asukoht, helisagedus, helirõhk, taustahelide andmestik, kõrgusmudel, pinnakatte andmestik, hooajalised tingimused ning õhutemperatuur ja suhteline õhuniiskus.

Kasutatava andmestiku puhul on reljeef heli levimise peamiseks mõjutajaks. Kuna tööriist loodi Ühendriikides ning suurte alade analüüsimiseks, on selle kõrgusmudeli ja pinnakatte andmestiku rastrielemendiks 100 jalga. Niisiis vähendasin 1 × 1 m rastrielemendiga kõrgusmudeli 30,48 × 30,48 m rastrielemendiga mudeliks. Kuigi tegemist on suhteliselt madala resolutsiooniga, suudab see siiski edukalt esindada piirkonna kõiki

olulisi reljeeefielemente. Lisaks ei ole lagedal alal helileviku täpsemalt määratlemine kui 30,48 m kuigi oluline ega võimalik.

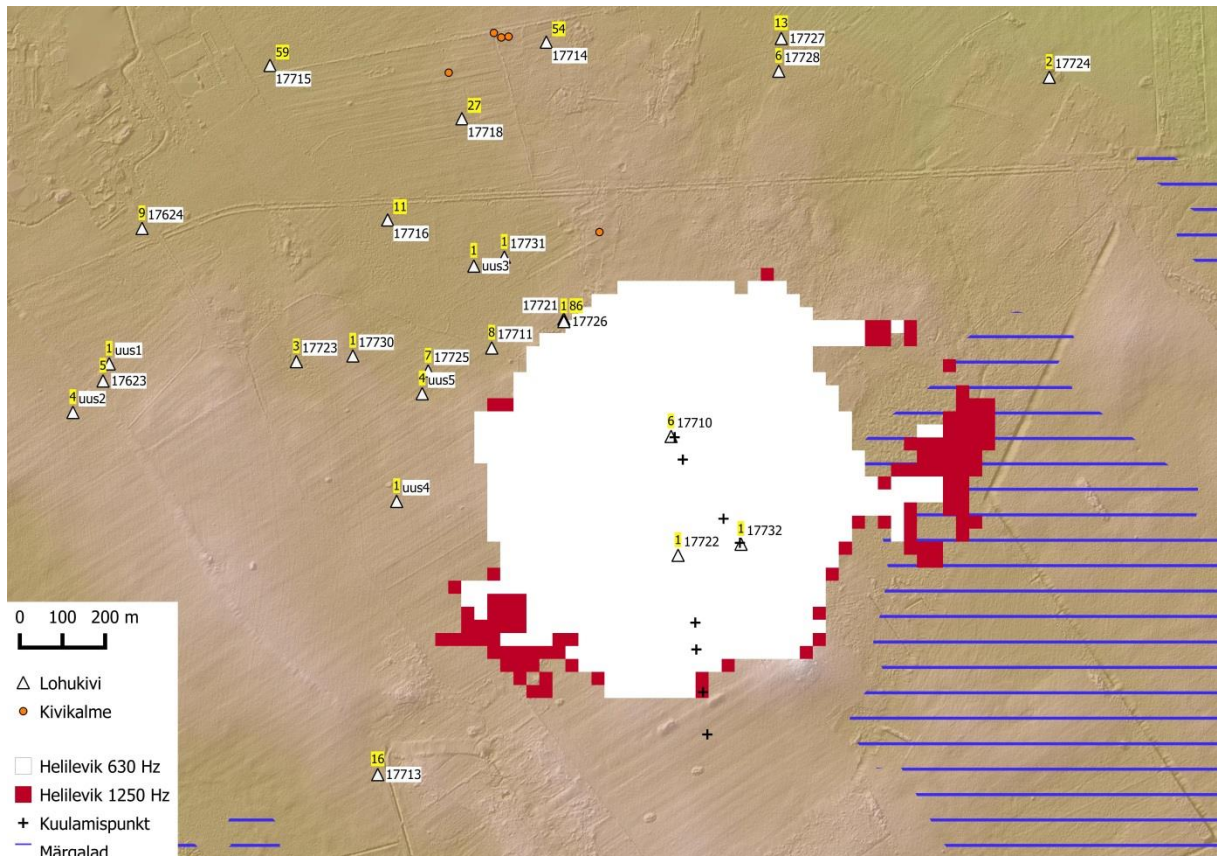
Lohkude tegemise helisagedust ja -rõhku mõõtsin kahe eksperimendi käigus. 14. novembril 2015. aastal Hiiumaal mõõtsin erinevate toksimiskivide helisagedusi. 03.–04. aprillil 2016. aastal mõõtsin Rebalas lisaks sagedustele helirõhku. Toksimisheli salvestamiseks kasutasin kondensaatormikrofoni Rode NTG-2 ning Hiiumaal helisalvestit Zoom H2n (joonis 25) ja Rebalas Zoom H4nSP. Helirõhku mõõtsin helirõhu mõõtjaga Velleman DVM85, mille täpsus on $\pm 3,5$ dB(A). Mõõtmiskaugus oli kõikjal 30 cm. Sel distant sil suutis helirõhu mõõtja selgelt lööke eristada ega jäänud toksimisele ette.

Toksimisheli on vali, looduses muudest helidest väga selgesti eristuv ning lähedal olles kohati häiriv. Erineva koostisega toksimiskive ja toksitavaid kive pole kuulates võimalik kuigivõrd eristada. Oluliselt teistsugune ja valdavalt madalam heli kostub juhul, kui toksitav kivi on pehmel pinnal ning väike, jäädes igas mõõdus selgelt alla 1 m. Niivõrd väikeseid ja maapinnal paiknevaid lohukive uurimisas ei ole. Ühegi toksimiskatse korral ei kostunud löögi järelkõla ega muid ilmekaid efekte (joonis 29). Iga löögi heli oli alati lühiajaline ning konkreetse lõpuga (joonis). See annab head võimalused mitmesuguste rütmide loomiseks.



Joonis 29. Kivi 17730 läheduses kivi toksimise ostsillogramm (10 s). Kõrged ja selged piigid, millele ei järgne vahetult madalamaid, näitavad, et löögiheli lõppeb järsku ning puudub järelkõla.

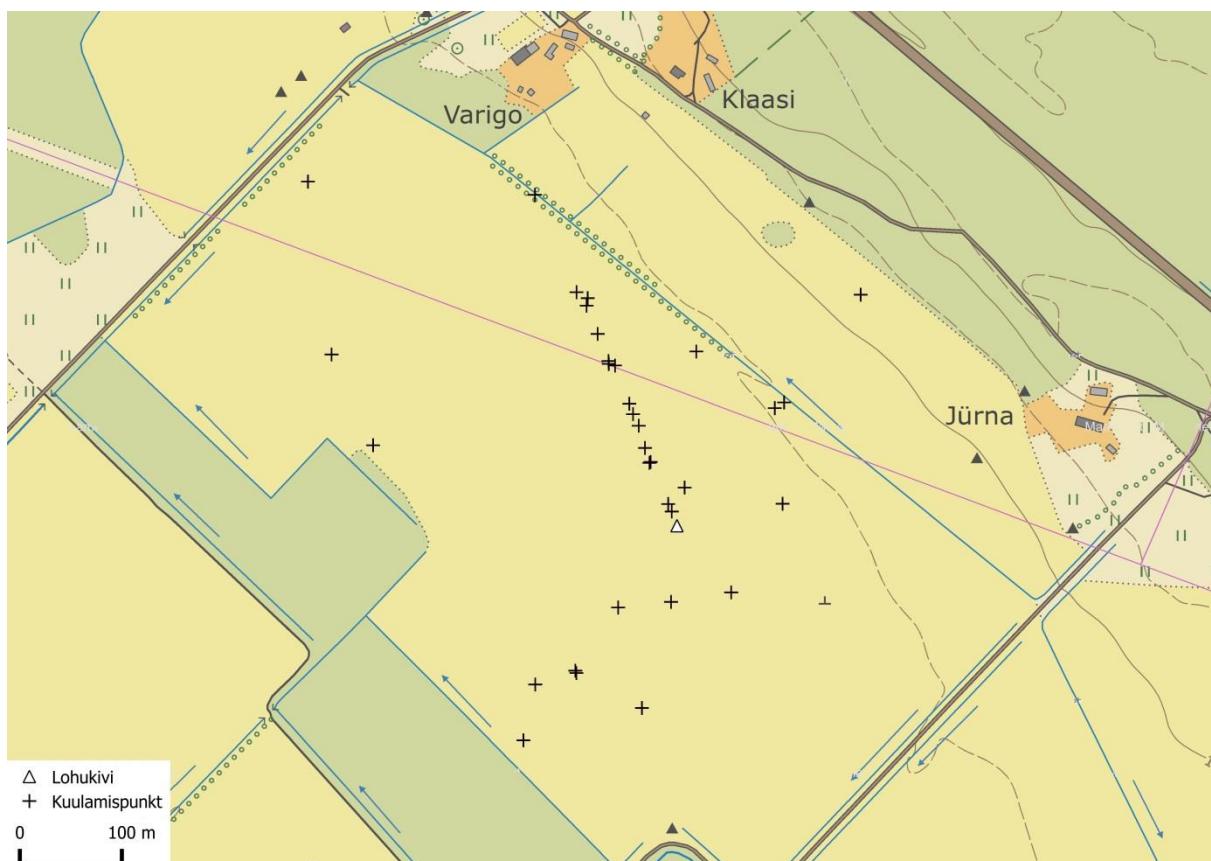
Helirõhu mõõtmiseks toksisin lohukivi 17710 ja selle läheduses olevaid kive ning lohukivist 17730 130 m lõuna pool asuvas põllukivihunnikus paiknevaid kive. Nende seas oli nii suurekristallilisi rabakive kui ka ühtlase koostisega maakive. Toksisin nii ühe kui mõlema käega võimalikult tugevalt, kasutades kvartsiiti ja suure päevakivi sisaldusega kive. Seejuures



Joonis 30. Toksimiskatse lohukivi 17710 juures. Valge taustaga numbrid on MKA registrinumbrid ja kollasel taustal lohkuude arv. Lõunapoolsem kuulmispunkt on kivist 700 m

jälginis tähelepanelikult, et toksitava kivi peale ei jääks tegevusest mingisugust jälge ning korjasin toksimiskivist purunenud tükid hiljem kokku. Valisin testimiseks lohukivi 17710 ümbruse, kuna see paikneb teedest ja majapidamistest eemal ja suhteliselt lageda välja peal ning läheduses on ka teisi kive. Seal jälginis ka helilevikut maastikul. Liisa Kallas jalutas kivist kuni 700 m lõuna poole ja kuigi puhus kerge lääne-loodetuul, oli toksimist selgesti kuulda veel 600 m kaugusel (joonis 30). 700 m kaugusel kostis toksimine juba tunduvalt vaikselt ning mitte enam koheselt eristatavalt. Nii kaugel niitmata heinas liikudes võib toksimisheli ka kuulmata jääda. Hiiumaal oli lagedal heinamaal kerge külgtuulega toksimist selgelt kuulda vähemalt 530 m kaugusele (joonis 31).

Toksimiskatsete maksimaalne helirõhk oli 86 dB(A) ning mõõtja viga $\pm 3,5$ dB(A). Helirõhu muutumine juba 0,5–1 dB võrra on inimese jaoks tajutav minimaalse erineva valgusena ning 3 dB kõikumine tajutakse u 20% valjemini või vaiksmini (Howard & Angus 2009, 97; Sengpiel Audio). Kuna mõõdetud helirõhu juures ei kattunud helileviku alad looduses testitutele, kasutasin analüüside tegemisel helirõhku 88 dB(A). See on väiksem

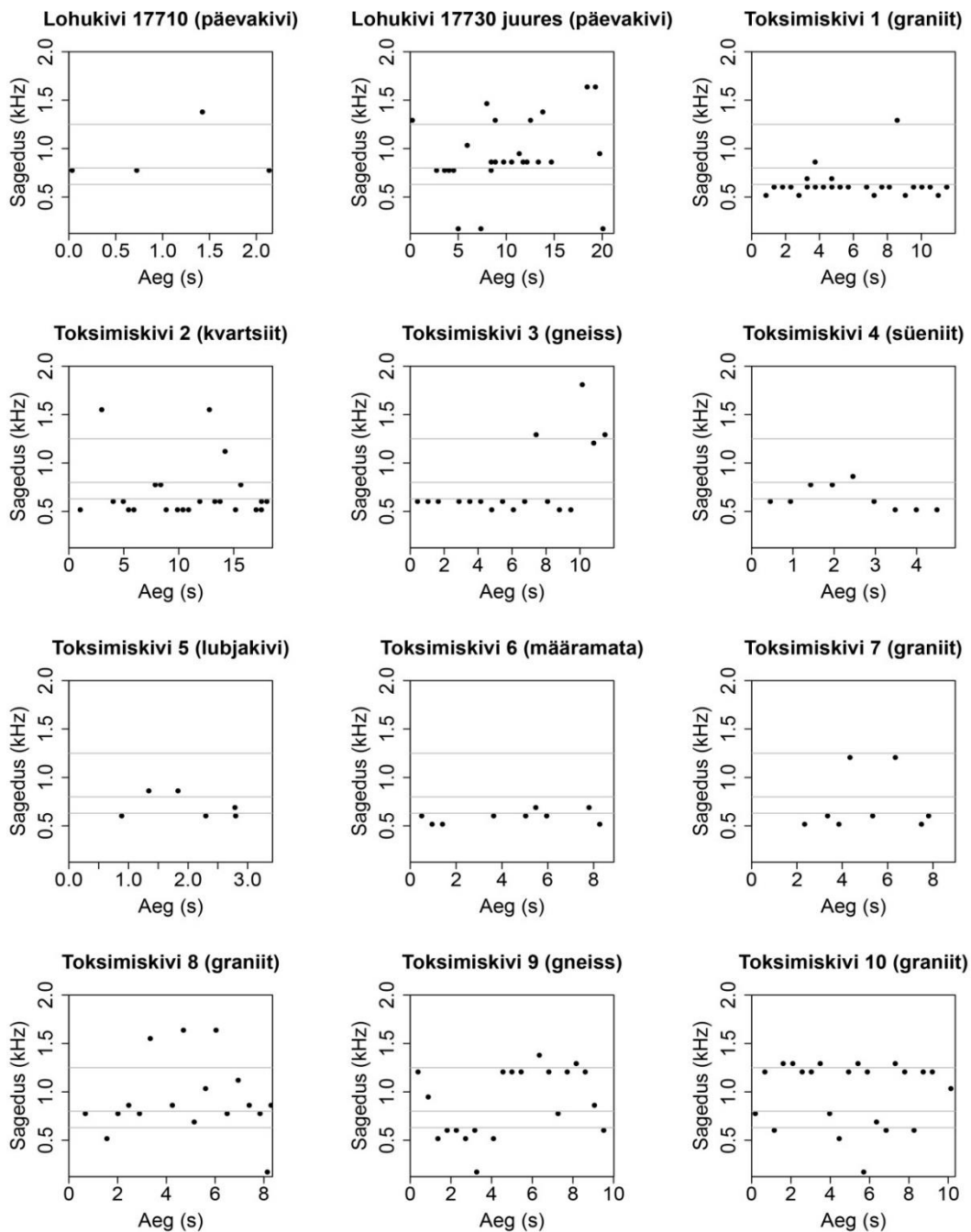


Joonis 31. Lohukivi eksperiment Hiiumaal. Toksimist oli kuulda kõikides kuulamispunktides. Aluskaart: Maa-amet.

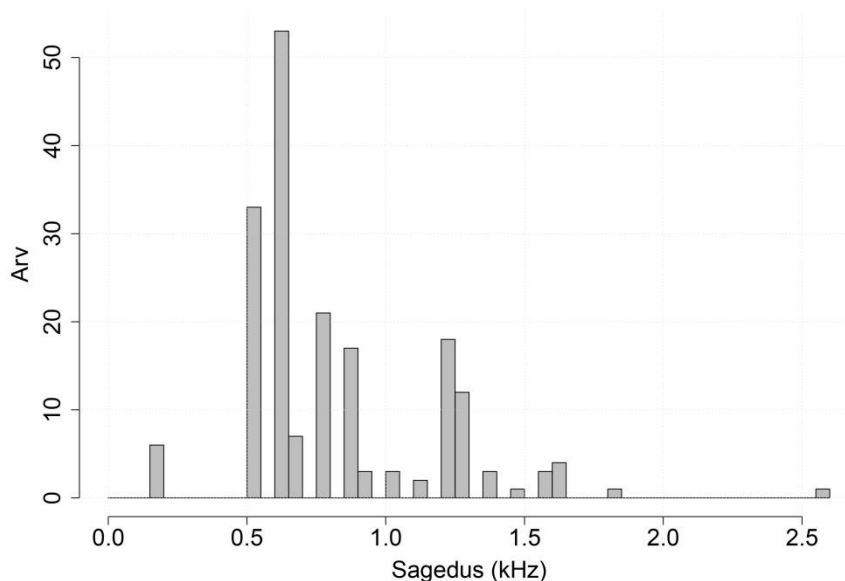
väärtus, mille puhul ühtib SPreAD-GIS'is arvutatud helilevik maastikul kuulduga. Samuti jääb see mõõtmisvea piiresse. Sellega kaasneb küll võimalik ebatäpsus, kuid ka tööriista koostajad soovitavad parameetreid vastavalt vajadusele ja reaalsusele pisut kohandada (vt Reed *et al.* 2010, 15). Niisiis näitab tulemus potentsiaalset suurimat helileviku ala.

Toksimishelide sagedused jäävad vahemikku u 200–16000 Hz. Kuigi analüüsivat vahemikku üritatakse laiendada, saab SPreAD-GIS'is hetkel kasutada sagedusi 125–2000 Hz (Reed *et al.* 2012, 5). Analüüsiks sobiva toksimisheli sageduse leidmiseks eristasin iga löögi tervest sageduste vahemikust kõige valjema spetsiaalse funktsiooniga *dfreq* (Sueur *et al.* 2015, 43). Sel viisil peaks saama kaardistada võimalikult suurt helilevikut. Analüüsi kaasasin 188 lööki, mis tehti 12 erineva kiviga 12 katse jooksul (joonis 32). Peaaegu 30% ehk 53 löögi kõige valjem sagedus jäi vahemikku 600–650 Hz (joonis 33). Lisaks eristusid sagedaste vahemikena 500–550 Hz ja 1200–1300 Hz vastavalt 33 ja 30 löögiga. Viimase puhul on tõenäoliselt tegemist kõige sagedasema vahemiku harmooniatega ($600 \text{ Hz} \times 2 = 1200 \text{ Hz}$; vt Mills 2014, 244). Kuna SPreAD-GIS'is on võimalik valida ettemääratud sagedusi, siis pidasin

eelneva alusel mõistlikuks teostada helileviku analüüs sagedusel 630 Hz. Sellest vahetult suurem ja väiksem sagedus ehk 500 Hz ja 800 Hz poleks olnud sobivad. Katsetades ka sagedusega 1250 Hz, selgus, et samadel tingimustel on helileviku ala suhteliselt sarnane ning erineb äärealadel ainult üksikute rastroelementide võrra (joonis 30). Peab tõdema, et uurides helilevikut kogu sageduste vahemiku ulatuses, võivad levialad praegustest tulemustest erineda. Tõenäoliselt oleks need sel juhul pisut suuremad, kuna taustahelides puuduvad sageli niivõrd kõrged sagedused, mis toksimist võiks summutada.



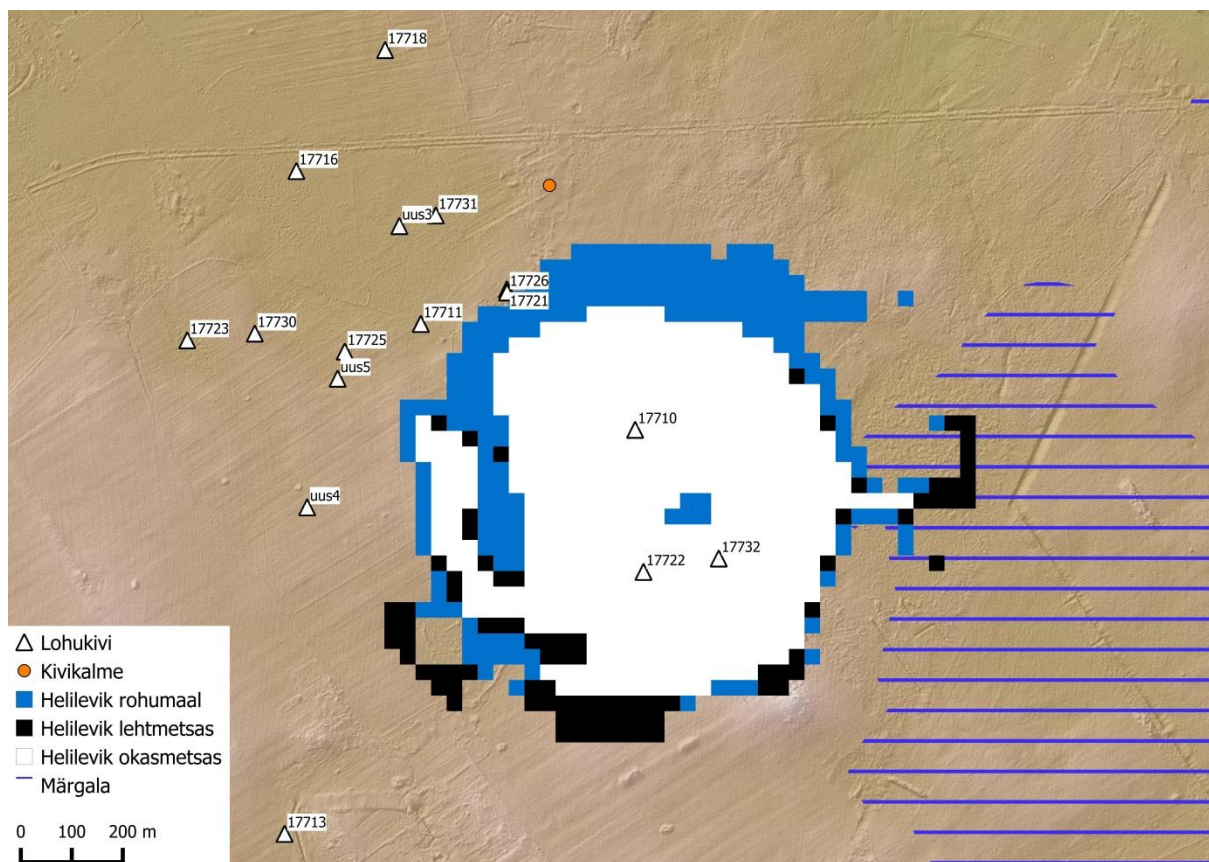
Joonis 32. Kõikide toksimiskivide löökide kõige valjemad sagedused. Horisontaalsed jooned tähistavad sagedusi 630 Hz, 800 Hz ja 1250 Hz. Sulgudes kivim või põhimineraal.



Joonis 33. Kõige valjemate löökide histogramm.

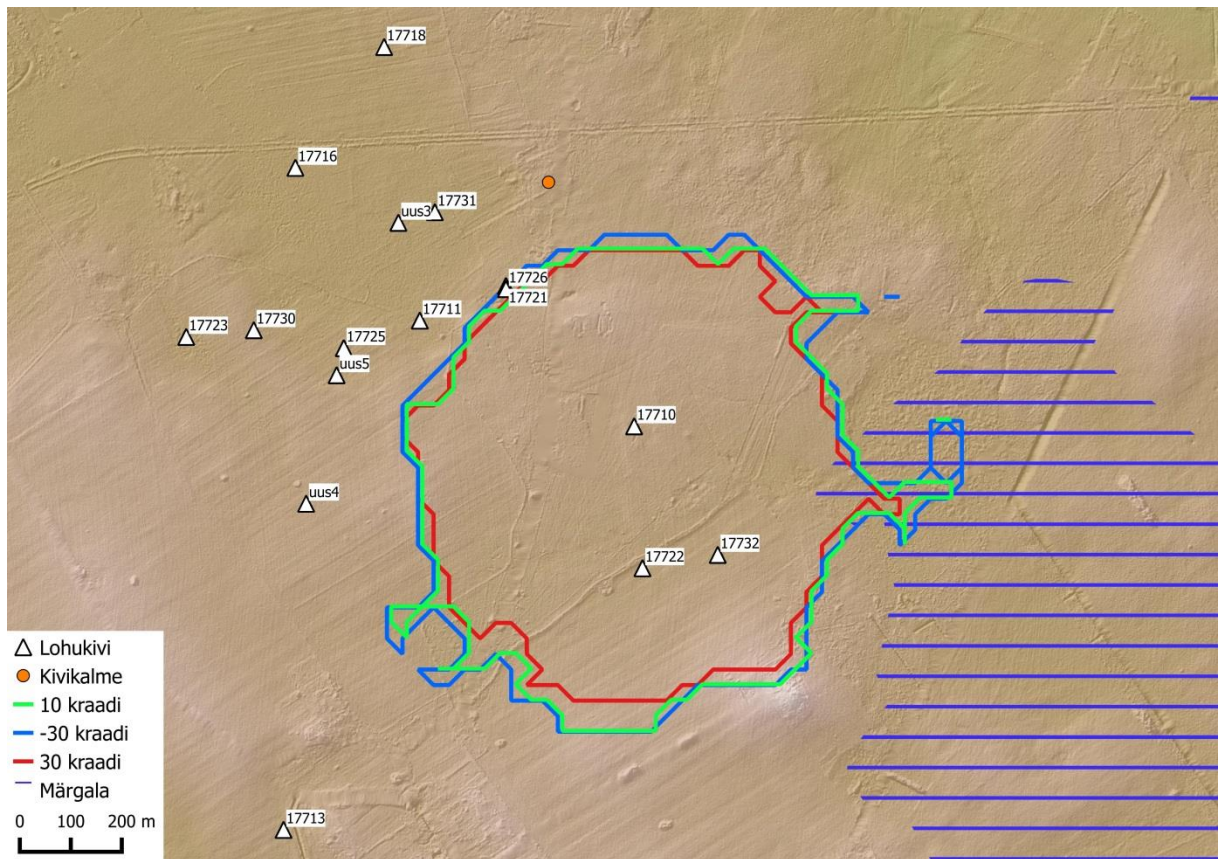
Taustahelide või -müra alla kuuluvad kõik looduslikud ja muud helid, mis ei ole otseselt tahtlikud. Nendeks on näiteks lehtede sahin tuules, lindude laul ning jõe ja mere kohin. Selleks, et toksimisheli oleks kuuldav, peab see olema taustamüra-st valjem. Taustahelide andmestiku, mis sõltub pinnakattest ja aastaajast, koostas Reed *et al.* (2010, 13) eeskujul. Lisaks võtsin arvesse, et välitöödel oli tausta helirõhk u 30 dB(A). Kõige problemaatilisem koht helileviku uurimiseks on, nagu vaatevälja puhulgi pinnakate (vt ptk 4.1). Pinnakattena kasutasin analüüsis kuivadel aladel rohumaad ning märgadel aladel põõsastikku. Taustahelina on 630 Hz juures mõlema helirõhk 30 dB(A) juures 20 dB. Eraldi elemendina lisasin Jägala joa, mille helirõhk on samal sagedusel 51 dB. Vaatasin lohukivi 17710 puhul, kuivõrd erinevad on helileviku alad, kui kogu pinnakate oleks lehtmets või okasmets (joonis 34). Kõige suurem helileviku ala on rohumaal (70,49 ha), sellele järgneb lehtmets (52,34 ha) ning kõige vähem levib heli okasmetsas (44,55 ha). Toksimisheli ulatuse pindalad ei ole päris otseselt võrreldavad, kuna arvutus jätab metsade puhul alasse auke (vt allpool). Levikualade ääred erinevad sõltuvalt pinnakattest valdavalt 1–3 rastrielemendi ehk u 30–90 m võrra. Maksimaalne erinevus on näite põhja- ja kirdeosas, kus see jääb vahemikku 120–200 m. Eeldades, et tõenäoliselt ei tehtud selle piirkonna lohukive tihedatesse metsadesse, siis võib arvata, et hõre mets, üksikud puud, põõsad ja salad ei takistanud väga suurel määral toksimisheli levimist. Niisiis võib rohumaapinnakattega arvatud helilevikut

pidada suhteliselt reaalseks. Lisaks pole ju võimalik ega ka mõistlik taastada lohkuide tegemise aegset pinnakatet, mis võis lohukivi kasutamise ajal oluliselt muutuda.



Joonis 34. Kivi 17710 toksimisheli levikualad erinevate pinnakatetega.

Õhutemperatuur ja suhteline õhuniiskus mõjutavad helilevikut vähem kui eelnimetatud muutujad. Põhja-Euroopa kliimat iseloomustasid kiviaja lõpust vanema rauaaja lõpuni kaks sooja ja kuiva perioodi, mida lahutas vahemikus 1800–1000 aastat eKr külmaanomaalia (Seppä *et al.*, 528–530). Arvestades lohukivide kasutamise tõenäoliselt pikka traditsiooni on vastavate ilmastikuolude määratlemine võimatu. Lähtuda saab asjaolust, et saadud helileviku tulemus peaks iseloomustama võimalikult erinevaid ilmastikutingimusi ning poleks samas liigselt kallutatud talviste olude poole, mil lumikate heli summutab. Seetõttu valisin analüüsi temperatuuriks 10 °C ning suhteliseks õhuniiskuseks 70%. Need kattuvad üsnagi täpselt ilmaoludega eksperimendi ajal. Katsed -30 °C ja +30 °C ning 50% õhuniiskuse juures näitavad, et helileviku ala oluliselt põhianalüüsis kasutatust ei erine. Äärmuslikus külmas on levikuala kohati ühe rastrielemendi ehk 30,48 m võrra suurem ning äärmuslikus soojas valdavalt ühe rastriühiku võrra väiksem (joonis 35).



Joonis 35. Kivi 17710 toksimisheli levikualad erinevate õhutemperatuuridega.

Käesoleva töö kohapealt on SPreAD-GIS'i suurimaks puuduseks see, et heliallikale ega maastikule ei saa lisada eraldi kõrguseid, vaid need võetakse kõrgusmudelilt automaatselt. Enamikus vaatevälja analüüsides on taolised võimalused olemas ning nende mõju tulemusele võib olla suhteliselt suur. Heli allika kõrguse lisamine mängiks suuremat rolli just üksikute kivide juures, mille kõrgus on üle kahe või lausa kolme meetri (nt 17732, 17624). Kuulaja kõrguse lisamine aitaks vältida olukordi, kus väikeste reljeefi erinevuste tõttu jäävad levikualasse augud (joonis 34). Taoliste tühimike ära hoidmiseks rakendasin hooajalist tingimust *clear, calm summer night*, mille erinevus päevaste oludega on arvutuslikel põhjustel ainult leviala aukude täitmine. Lisaks ei saa päris täpselt arvestada kividega, millele on lohke tehtud külgedele. Neid on uurimisaslas 11. Toksides kostub heli paremini toksitava külje poole ning teisel pool ei levi see niivõrd kaugele. Programm seda arvesse ei võta. Nagu kõrguse puhul, mõjutab seegi enim just suuri ja kõrgeid kive (nt 17621, 17624, 17715).

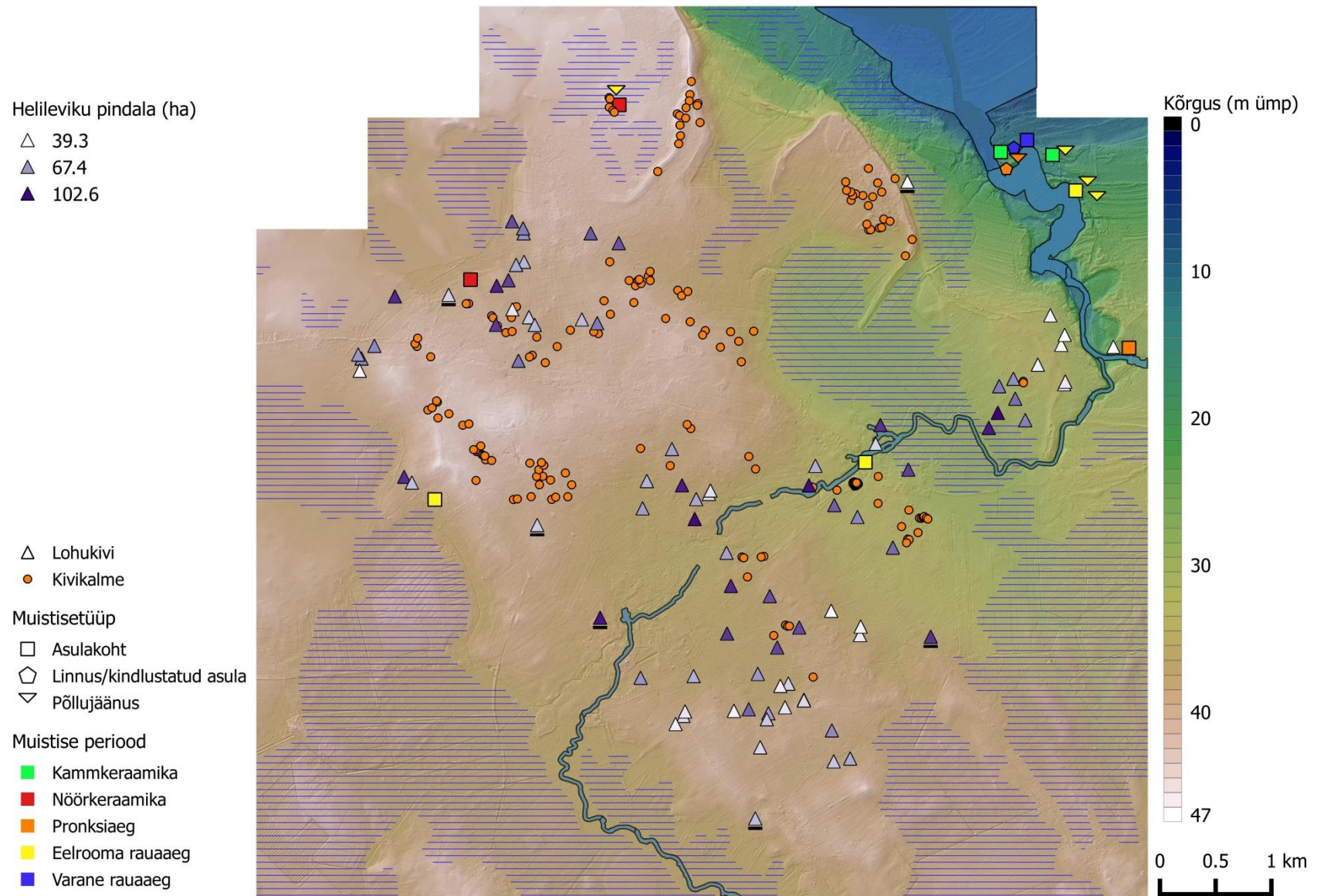
Eelnevat kokkuvõttes teostasid kõikide lohukividega heli levimise analüüsid järgmiste muutujate väärtustega: kõrgusmudel rastrielemendiga $30,48 \times 30,48$ m, helisagedus 630 Hz, helirõhk 88 dB, taustahelid rohumaal ja põõsastikus 20 dB ning joa juures 51 dB,

õhutemperatuur 10 °C ning suhteline õhuniiskus 70% ja hooajaline tingimus *clear, calm summer night*.

5.3 Toksimishelide levik

Kividele lohu toksimise heli levikuala ulatub 39,3 ha kuni 102,6 ha. Keskmine ja mediaan on vastavalt 67,4 ha ja 65,2 ha. Kuigi reljeefi ja teiste muutujate tõttu ei ole heli levikualad päris ringikujulised, aitab nende suurust siiski paremini mõista ka raadius. Keskmine raadius on 463 m ning 50% kivide puhul jääb see vahemikku 434–490 m. See on pisut tagasihoidlikum kui eksperimentide käigus kogetu, mil toksimist oli kuulda veel 500–700 m kaugusel. Mõneti oodatavalt on kõige väiksema levikualaga lohukivid A30743, 17615 ja 17616, mis asuvad Jägala joale kõige lähemal, kus joa kohin summutab toksimisheli (joonis 36). Vaadates üheksat (ehk u 10% kivide koguarvust) suurima heli levikualaga kivi, näib, et need asuvad tasasel ning lähiümbrusest pisut madalamal maastikul. Seejuures seitse neist (17567, 17621, 17652, 17658, 17720, uus8, uus 9) paiknevad Jõelähtme jõe läheduses ning ülejäänud kaks (17783, 17869) Rebala ja Võerdla küla vahel. Kuigi jõe tähtsustamine tundub siinkohal ahvatlev, ei ole see laiemat pilti vaadates siiski selgelt põhjendatud. Suhteliselt suure levikualaga kive asub kogu uurimisalas.

SPreAD-GIS'i väljundiks on rastrid, mis näitavad, kui valjusti heli kuskile kostub. Tõlgenduste tegemisel kasutan valdavalt aga binaarseid ehk jah/ei rastreid, mis ütlevad, kas heli kostub või mitte. Summeerides valjususe levikukaarte, näeb, kui valjusti kostub erinevates paikades toksimisheli, kui kõiki piirkonna kive samal hetkel lüüa. See pole aga reaalne olukord. Niisiis leian, et binaarsetel levikukaartidel on käesoleva uurimuse kohapealt suurem üldistamisvõime ning kokku liidetuna arusaadavam väljund. Nimelt summeerides kõikide kivide binaarsed toksimisheli levikualad näeb, kuhu ja kui paljude kivide toksimist on kuulda (joonis 37). Suurim arv lohukive, millele lohu toksimist maastikul ühes kohas kuulda võib, on 14. Liitsin ka kõigi kivide toksimisheli levikualad, arvestades lohku arvu (joonis 38). Kui lihtsalt levikualasid kokku liites sai teada, mitme kivi toksimist on maastikul mingis kohas kuulda, siis sel viisil näeb, mitme lohu toksimist on kuulda. Näiteks kahe lähestikku paikneva kivi, millest ühel on kaks ja teisel kaheksa lohku, levikualasid liites saab esimesel viisil ühise ala väärtuseks kaks ning teisel viisil kümme. Niiviisi on rõhuasetus lohku mitte

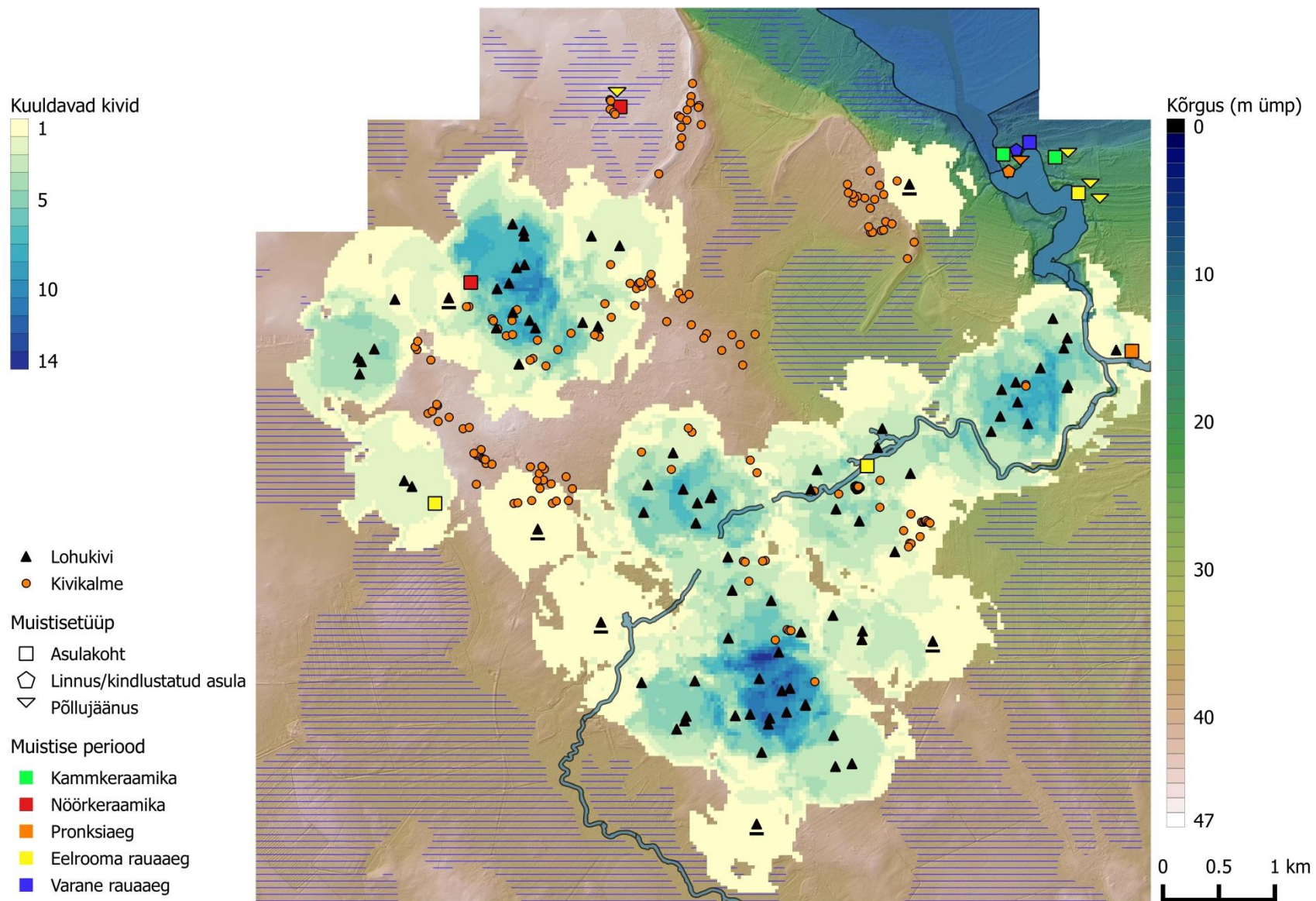


Joonis 36. Helileviku pindalad. Must joon lohukivi all näitab, et selle kivi juurde ei kostu ühegi teise toksimist.

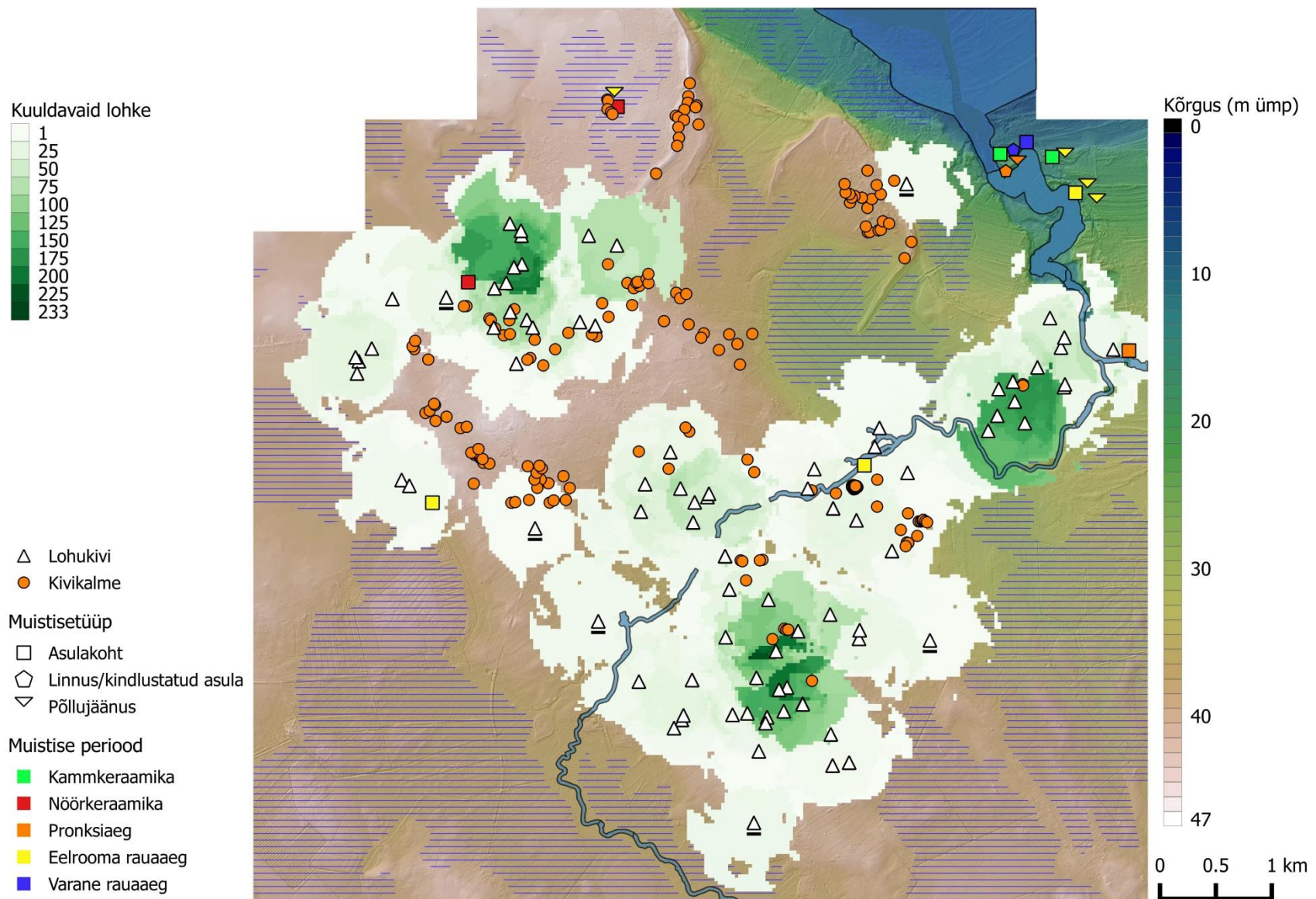
kivide arvul ning vältida saab olukordi, kus näiteks kaheksa ühe lohuga kivi ühine heli levikuala näib intensiivsemana kui ühe 80 lohuga kivi oma. Eeldades, et eesmärgiks oli eelkõige teha lohke ja mitte lohukive (vt Tvauri 1997, 25), peaks lohke arvestav levikuala kujutama nii-öelda tõepärasemat pilti. Seejuures peab tõdema, et kivide ja lohkude arvu arvestavad levikukaardid on suhteliselt sarnased, kuna suurima lohkude arvuga kivid asuvad kohtades, kus on lohukive kõige tihedamalt. Võrreldes kivide lohkude arvu, nende toksimisheli leviala pindala ning levialasse jäävate lohukivide hulka, ei eristu selgeid seaduspärasusi. Selle põhjuseks on peamiselt olukorrad, kus väga erineva lohkude hulga kivid paiknevad maastikul üksteisele lähedal. See osutab asjaolule, et tähtis ei pruukinud olla konkreetne kivi, vaid selle asukoht laiemalt (vt Vedru 2011, 70).

Summeeritud levialad näitavad, et peaaegu kõikide kivide juurde on kuulda ka teiste kivide toksimist. Kive, mille juures kuuleb ainult nende endi toksimist, on kuus ning need paiknevad kõik muististe leviku äärealadel (joonis 36–38). Keskmiselt kuuleb ühe kivi juures 3–4 kivi toksimist ning 50% juhtudel jääb see vahemikku 2–6. Võimalik, et uurimispiirkonnas oli tulevase lohukivi valimisel oluline, et see jääks varasemate kuuldevälja. Kogu Eestit vaadates ei pea see paika, kuna rohkelt esineb üksikuid lohukive (vt Tvauri 1997, 19–22). Osaliselt peegeldab see kindlasti uurimisseisu. Seejuures ei olnud kõikjal ka ehk piisavalt kive, mida toksida (vt ptk 2.2). Alad, kuhu kostub mitme kivi toksimist, paiknevad ootuspäraselt kohtades, kus on enim lohukive. Intensiivsete aladena eristuvad Koila loodepoolseimate kivide ja Jõelähtme jõe vaheline ala, Parasmäe kivide levikuala keskosa ja Rebala kivide levikuala keskosa. Pisut vähem eristuvad Loo ja Võerdla külade alad. Intensiivsete kostmisalade puhul jääb silma, et need pole suunatud kuskile välja poole ega mingile konkreetsele eemal olevale kohale, vaid joonistub kivide omavahelise ala toksimishelide rohkus. Seegi annab tugevama aluse väitele, et lohukivi tegemise koha pealt oli kindla kivi asemel oluline sealne piirkond. Kuuldealade servadesse kostub üksikute kivide ja lohkude toksimist. Niisiis ei saa väita, et lohkude toksimisheli oleks suunatud kuskile asustusala servadele ja/või märgaladele. Mitme kivi toksimist kostub märgaladele ainult Rebala põhjaosas ja Koila edelaosas.

Tasase reljeefi tõttu ilmnevad vähesed pinnavormid, mis piiravad helilevikut. Üheks heli takistajaks on enam-vähem põhja-lõunasuunaline seljandik ehk nn Kassisaba kagupoolne osa Koila külas. See on intensiivse põlluharimise tõttu kindlasti algsest madalam ega



Joonis 37. Lohukivide toksimisheli levikualad summeerituna arvestades kivide arvu. Must joon lohukivi all näitab, et selle kivi juurde ei kostu ühegi teise toksimist.

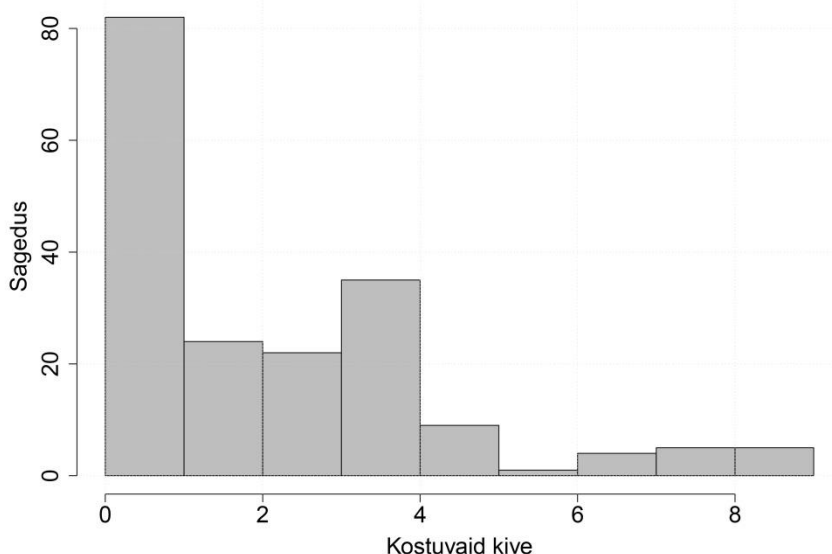


Joonis 38. Lohukivide toksimisheli levikualad summeerituna arvestades kivide arvu. Must joon lohukivi all näitab, et selle kivi juurde ei kostu ühegi teise toksimist.

tänapäevasel kõrgusmudelil enam niivõrd suureks takistuseks. Kuus Koila lohukivi jäävad seljandikust lääne poole ning nende toksimine ei kostu kuigivõrd seljandikust itta. Seal summutab joa kohin kõiki helisid. Samas paiknevad kaks kivi seljandikul ning loovad kõigi Koila kivide vahel helilise sideme. Reljeef mõjutab helilevikut suuremal määral ka Vandjala ja Ristikangrumäe kivide juures (vt allpool). Eelneva ja valdavalt tasase relfeefi tõttu ei ole mõistlik, eeldada pinnamood oli uurimispiirkonnas toksimisheli arvestades lohukivi asukoha valimiseks määrav tegur.

Kõige selgemini eristub asjaolu, et kivikalmed jäävad heli levikualast välja või selle servale. Koguni 82 ehk 43.9% kivikalme juurde pole kuulda ühegi lohukivi toksimist. Ühe kuni nelja kivi toksimist on kuulda vastavalt 24, 22, 35 ja 9 kalme juurde (joonis 39). Need moodustavad 48% kivikalmetest. Toksimisheli levikualast on täielikult väljas Rebala Lastekangrud ning Manniva seljandiku kalmed ning peale ühe kõik Ristikangrumäe kalmed. Valdav osa kivikalmetest jääb levikualast välja ka Vandjalas ning Jõelähtme ja Rebala vahelisel alal. Jõelähtme kalmeväljast on 500 m ehk enamvähem keskmise kuuldevälja raadiuses kuus lohukivi, millest ainult kolme toksimist on valdava osa kalmete juures kuulda. Kolme sealse kalme juurde kostab nelja kivi toksimist. Mõned kivikalmed paiknevad ka aladel, kuhu on kuulda mitmete lohukivide toksimist. Enim on neid Rebala küla lõunaosas ning üksikud Parasmäe külast põhjapool. Neis kohtades ei paikne kalmed kõige intensiivsemal kivide toksimise kostmisalal, vaid pigem nende servas. Samad trendid ilmnevad ka lohkude arvu arvestaval levikualade liitmisel. Rebala külatuumikust lõuna pool paiknevad kalmed asuvad lohukividerohkel alal, kuid sinna on kuulda pigem väheste lohkude toksimist. Kõige rohkemate lohkude toksimist kuuleb kalmetest u 250 m põhja pool. Suhteliselt ilmekalt esinevad sarnased tingimused Rebalas ja Võerdlas ka laiemalt. Parasmäel ja Koilas jäävad kõik kalmed rohkete lohkude toksimise kuuldevälja piiridele. Parasmäel paiknevad kalmed kogu uurimispiirkonna kõige intensiivsema lohkude kostumisala servadel. Ilmekas on Ristikangrumäe kalmetest kirdes paiknev lohukivi, mis näib olevat teadlikult paigutatud nii, et selle toksimist kalmete juurde ei kuuleks. Helilevikut piirab panganeemiku kõrge serv. Sealsest 22 kalmest on toksimist kuulda ainult ühe juurde. Mõneti sarnases maastikusituatsioonis on Vandjala lohukivid, mis paiknevad seljandiku jalamil ega kostu kivikalmeteni.

Siinkohal tuleb märkida, et kalmete vahetus läheduses ei ole üldiselt rohkete lohkudega kive (joonis 2). Koila kalmetele lähimal kivil on 13 lohku, Jõelähtme kalmeväljale lähimal kivil on 4 lohku, Vandjala kalmetele lähimal kaks ning Võerdla kalmetele lähimal kolm lohku. Rebala küla kalmetele lähimatel kividel on 1–8 lohku ning erandlikult ka üks 24 lohuga kivi. Selgeks erandiks on ka Parasmäel asuv 54 lohuga kivi 17714, mis paikneb kolmele ümbruskonna kalmele kõige lähemal, jäädes neist 90 m kaugusele. Erandeid saab muuhulgas seletada võimalusega, et kalmed rajati pärast lohukivi kasutusaja lõppemist või vastupidi. Näiteks Koila kalmete juurest on saadud rooma rauaaegseid ja hilisemaid juhuleide (Lang 1996, 402–405).



Joonis 39. Kalmete juurde kostuvate kivide histogramm.

Osaliselt on kalmete toksimisheli levialast välja jäämine seletatav kivide ja kalmete vahelise distantsiga. Muististe levikukaarti vaadates on selge, et need paiknevad maastikul erinevates paikades. Eeldades nende samaaegsust, paistab, justkui oleks lohud tehtud kividesse teadlikult kivikalmetest kaugemale, et nende toksimine ei kostuks matusepaikadele. Põllujäänused ja asulakohad paiknevad sarnaselt kalmetega helileviku alast väljas või nende servas. Kuna mõlemad muistised on võrreldes kalmete ja lohukivide väga vähe, ei ole pädevate tõlgenduste tegemine võimalik.

Kas eelpool kirjeldatud suhted ja näilised seaduspärasused olid lohkude tegijate jaoks ka olulised? Lõplikku vastust sellele küsimusele ei ole. Helide tahtlikkus on leidnud

käsitlemist mitmetes arheoakustikaga tegelevates kirjutistes (Mills 2014, 55–56 ja seal viidatu; Watson & Keating 1999, 335–336). Parimaks tõendiks tahtlikkusest peetakse mingisuguse mustri kordumist ja/või tunnuseid, mille olemasolu on raske seletada juhuslikena ja helist sõltumatutena. Mõningate mööndustega saab muustrina tõlgendada nii kalmete kostmisalast välja jäämist kui ka kivide omavahelist kuuldavust. Ei saa aga välistada, et see on seotud muististe omavahelise ruumilise ja/või ajalise distantssi või millegi muuga ning heli ei mängi rolli. Vastupidiselt võib distantssi põhjuseks olla toksimisheli levimine. See aga ei seleta kalmete ja lohukivide gruppide selget eristumist. Ideaalsel juhul võiksid kivid siis paikneda kõikjal, kus kalmedki, aga viimastest teatud distantssil. Taolist mustrit selgelt ei eristu. Ka siinkohal võib osaliselt rolli mängida muististe erinev kasutusaeg. Ei ole mõistlik eeldada, et kalmetega kaasnevad lohukivid ja vastupidi. Siiski peab tõdema, et lohu tegemise üheks suureks osaks oli toksimisheli ning selle tähtsust ei tohiks kirjeldatud tulemuste valguses kõrvale jätta. Sarnaseid mustreid tuleks otsida ka teistest piirkondadest.

6. Üldistused

Järgnevalt võtan kokku erinevate analüüside tulemused ning kõrvutan neid eelpool esitatud varasemate uurijate seisukohtadega (vt ptk 1). Lisaks toonitan asjaolusid, mis vajaksid edaspidiselt põhjalikumat käsitlust.

Loodusmaastiku analüüsi põhjal tuleb tõdeda, et ei ilmne ühte selget asjaolu, mis seletaks lohukivi paiknemist. Kõige paremini eristub mullatüüpide roll. Põhjalikum arusaam erinevatest mullatüüpidest ja nende üldistamisest aitaks tõhusamalt seletada muististe koondumist mullatüüpide servaaladele ning lohukivide ja kivikalmete paiknemist.

Lohukivide omavaheliste ja lohukivide ning kivikalmete vaheliste visuaalsete seoste ning distantssi uurimine nõuab üksikasjalikumat lähenemist. Tuleks leida viis, kuidas eristada, kas omavaheline nähtavus on tingitud objektide suhtelisest lähedusest või peitub selle taga muististe tahtlik nii-öelda paigutamine. Need suhted ilmneksid tõenäoliselt paremini reljeefsemal ja rohkem liigendatud maastikul kui Rebala muinsuskaitseala.

Nii kumulatiivse vaatevälja kui ka toksimisheli leviku puhul selgus, et kõige intensiivsemad alad jäävad kividest pisut eemale. Sama trend ilmneb ka kivide vaate- ja kuuldevälja kaarte kokku liites (joonis 40). Nendes tsoonides on pigem vähe muistiseid. Tulevaste inspeksioonide käigus tuleks sealt otsida asulakohti või teisi arheoloogilisi jälgi inimtegevusest. Seeläbi saaks kinnitada lohukivide visuaalsete ja akustiliste aspektide väärtustamist lohke teinud inimeste poolt. Pisut vähem intensiivsete aladena eristuvad suuremad lohukivide gruppide sisesed piirkonnad. Seda saab osaliselt pidada kinnituseks varasemale arusaamale, mille kohaselt pole tähtis üksnes lohukivi ise, vaid seda ümbritsev koht laiemalt (Vedru 2011, 70).

Kuna varasemad uurijad on otseselt seostanud kivikalmeid ja lohukive, siis vaatasin nende omavahelisi suhteid mitmes analüüsis. Selgus, et kivikalmed jäävad lohukivide vaateväljadelt ja toksimisheli levialadest valdavalt välja või nende äärealadele (joonis 14–15, 37–38). Kui vaateväljade puhul võib põhjuseks olla analüüsitava ala 1 km raadiusega piiramine, siis toksimisheli puhul ei saa seda niimoodi seletada. Niisiis leian, et mõlema analüüsi sarnane tulemus seletab lohukivide ja kalmete omavahelist võimalikku suhet, mille kohaselt valdavalt ei näe lohukivide juures kalmeid ning kalmete juures ei kostu lohukude toksimist. Samuti eristuvad lohukivid potentsiaalse nähtavuse poolest selgesti kivikalmetest. Viimased on maastikul paremini näha. Lisaks erinevad kivide ja kalmete alla jäävad

mullatüübid. Esimesed paiknevad oodatust rohkem leostunud muldadel ning teised paepealsetel muldadel. See kõik kinnitab Vedru (2011, 70) arvamust, mille kohaselt kandsid lohukivid ja kalmed eneses erinevat sõnumit või erines see väljendusviisilt ja sõnumi vahendamise tingimuste poolest. Osaliselt seetõttu ei saa kivide ja kalmete omavaheliste sidemete olemasolu või puudumist lohukivide dateerimiseks kasutada. Seoste põhjuseks võib olla nii muististe üheaegne kui ka erinev kasutusaeg. Esimesel juhul võib visuaalsete ja akustiliste seoste valdavat puudumist seletada eri liiki muistiseid ümbritsenud ruumi tahtliku eristamisega. Teisel juhul, mis võib sama hästi kehtida ka esimesel, on tegemist lihtsalt maastiku erinevate piirkondade kasutamisega. Tõenäoliselt ei ole tegu kummagi variandi absoluutse kehtimisega, vaid tõde paikneb kuskil vahepeal. Nõustudes mõningate varasemate arusaamadega, leian, et edaspidistes käsitlustes ei tohiks pelgalt kivide ja kalmete omavahelisele suhtelisele distantstile toetudes neid otseselt siduda (vt Lang 1997, 162).

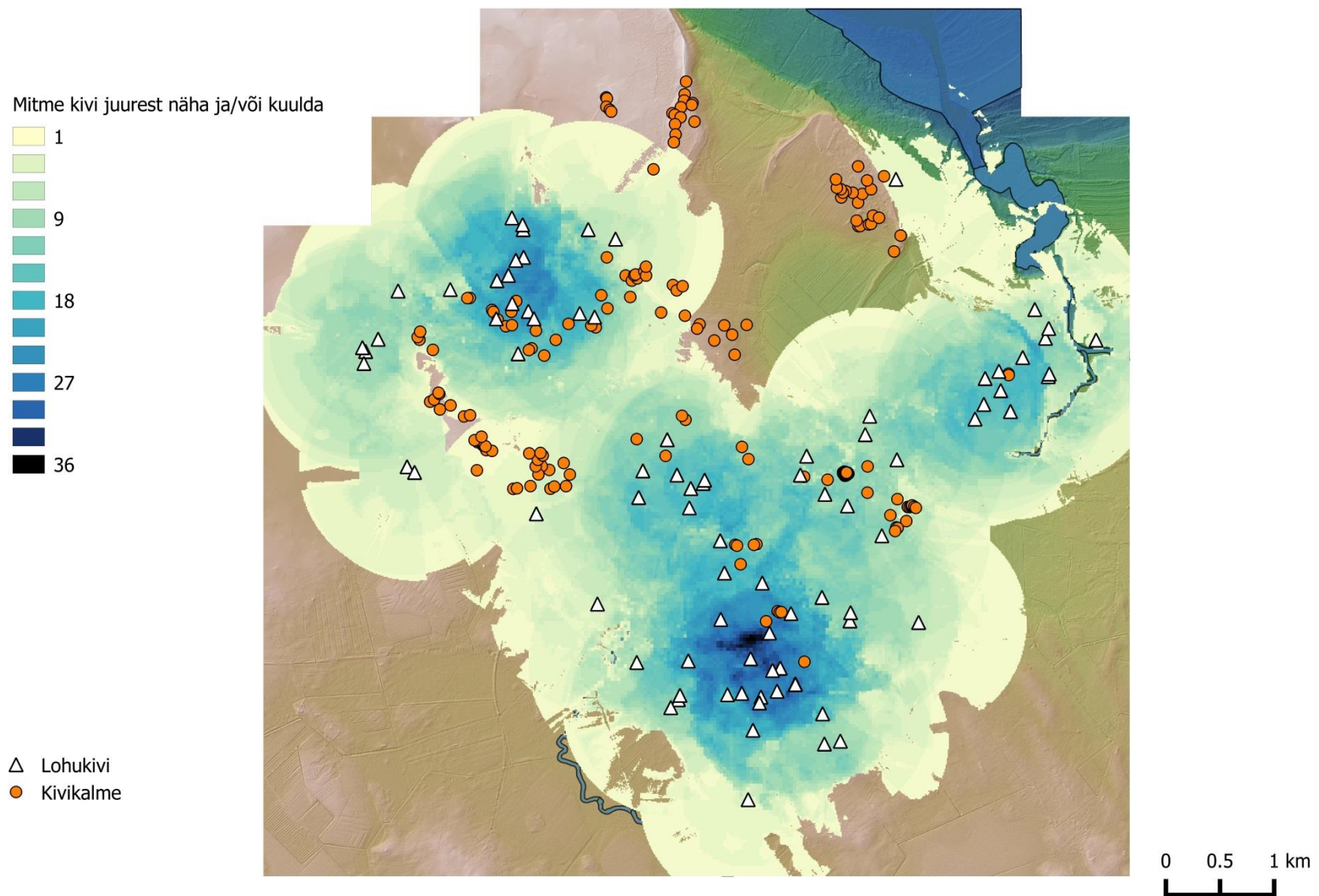
Lohukivide seost põldudega kinnitab mõningal määral tulemus, mille kohaselt sõltub kivide hulk mullatüübist. Lohukive on oodatust oluliselt rohkem põllukultuuride kasvatamiseks soodsatel leostunud muldadel. Lisaks asub neid mullatüüpide pindalaid arvestades enam-vähem eeldatud hulgal ka rähksetel ja paepealsetel muldadel, millel on samuti head omadused eriti just varaseks põlluharimiseks. Välditud on niiskeid ja põllupidamiseks vähem sobilikke muldasid. Eriti märkimisväärseks teeb selle eelnevalt mainitud eeldus, mille kohaselt on just põllumaadelt, mitte karja- ja heinamaadelt enim kive ära veetud. Kuivõrd otseses seoses on aga lohukivi asukohta mullatüüp ning lohukivi tähendus ja funktsioon, on keeruline käesoleva andmete ja meetodikaga selgeks teha. Seejuures leian, et arheoloogiliselt säilinud muistsete põldude puudumist lohukivide suhteliselt vahetus ümbruses ei saa kasutada ammendava väitena põlluharimise ja lohukivide otsese seose puudumisest.

Tugev seos heade muldadega ahvatleb sarnaselt varasemate uurijatega tõlgendama lohukive ka laiemas viljakusmaagilises kontekstis. Siiski väldin siinkohal taolist lähenemist, kuna leian, et käesolevatel andmetel puudub võimekus sellise tõlgenduse tegemiseks. Sama kehtib lohukivide ning asustusüksuste ja looduslike piirialade omavahelise sidumise puhul. Uurimisalasiseste väiksemate piirkondade kesksete ja liminaalsete tsoonide piisava täpsusega eristamine nõuab eraldi lähenemist (vt Lang 1996, 398–405).

Veekogude ja lohukivide omavahelise distantsi võrdlemisel sai selgeks, et kivid ei paikne enamjaolt veekogude läheduses. See võib osaliselt olla tingitud taustandmetest, mille paikapidavus tuhandete aastate taguse olukorraga on mõneti kaheldav. Samas asusid suuremad veekogud tõenäoliselt samadel aladel. Kindlamate järelduste tegemiseks oleks vaja teada täpsemalt piirkonna märgalade kujunemisprotsesse, mis eeldab põhjalikumaid keskkonnaajaloolisi teadmisi ja uuringuid.

Osaliselt kummutas reljeefi analüüsimine seisukoha, mille järgi asuvad lohukivid ümbritsevast erilisematel (kõrgematel või madalamatel) kohtadel. Koha võivad teha eriliseks mitte ainult looduslikud eripärad, vaid ka kultuurilised arusaamad. Niisiis peaks selle küsimuse sisukamaks uurimiseks kaasama kõiksugust informatsiooni, mis seletaks maastiku erilisust. Üheks võiks olla distantsi märkimisväärtetest looduselementidest või muististest. See infot tuleks igas uurimispiirkonnas käsitsi koostada ning oleks tahes tahtmata suhteliselt subjektiivne ning seletaks mõneti ikkagi tänapäevast, mitte minevikulist olukorda.

Kõige eelneva puhul tuleb rõhutada, et tulemused pärinevad ainult ühe mikropiirkonna uurimisest ning nende paikapidavus suuremal ruumilisel skaalal eeldab sarnaseid uuringuid ka teistes piirkondades. Analüüside käigus toodetud suur andmehulk lubab järgnevates uurimustes üksikküsimustele põhjalikumalt keskenduda. Erinevate analüüside andmete koostamiseks ja visualiseerimiseks oleks tõenäoliselt abi mudeldamisest, mis nõuab põhjalikumaid teadmisi statistilisest analüüsist.



Joonis 40. Lohukivide summeeritud kumulatiivne vaateväli ja kuuldeväli.

Kokkuvõte

Magistritöös uurisin Rebala muinsuskaitseala 86 lohukivi seoseid loodusmaastiku, üksteise ja teiste muististega. Selleks kasutasin GIS-põhist ja kvantitatiivset lähenemist, mis lubas uurida piirkonna kivide suuremahulist andmestikku põhjalikumalt ja ka objektiivsemalt kui seda on varem tehtud. Lisaks lubas taoline lähenemisiis tegeleda lohukivide tahkudega, mida pole varem puudutatud.

Alustuseks esitasin ülevaate lohukivide uurimisest Eestis ning tõin välja varasemad põhilised seisukohad. Mõningad neist seadsin hiljem kahtluse alla. Püstitatud eesmärkide saavutamiseks valisin mitmete kriteeriumite põhjal uurimispiirkonnaks Rebala muinsuskaitseala. Tuleb tõdeda, et sellise suunitlusega uurimus oli võimalik suuresti tänu just muinsuskaitseala olemasolule, kus lisaks muististele kaitstakse ka maastikku laiemalt. Niisiis asuvad muistised oma loomulikus keskkonnas, kus nende suhted ümbritsevaga on hästi tajutavad ja analüüsitavad. Lohukivide andmed koondasin MKA passidest ning puuduva informatsiooni kogusin inspeksioonil, mille käigus leidsin lisaks seitse seni teadmata lohukivi. Analüüside jaoks koostasid kõrgusmudeli, eemaldades sellelt eelnevalt tänapäevaseid positiivseid pinnavorme ning taastades hävitatud alasid.

Uurides lohukivide ja loodusmaastiku seoseid, tegin kindlaks, et kivid ei paikne valdavalt neid ümbritsevast alast reljeefi poolest eristuvatel kohtadel. Selgus, et ainult kivi vahetus läheduses ehk 50 m raadiuses on võimalusel valitud ümbritsevast kõrgem koht. Mullatüüpide analüüsimine näitas, et lohukive on oodatust tunduvalt rohkem leostunud muldadel ning vähem glei- ja turvasmuldadel. Põhjalikumat uurimist vajaks mullatüüpide piirialade ning lohukivide ja kivikalmete nende suhtes paiknemise seos. Kuigi varasemad uurijad on lohukive seostanud kohati veekogude lähedusega, ei ilmnenud taoline otsene seos. Taustandmetega võrreldes jäävad lohukivid märgaladest ja jõest kaugemale kui võiks eeldada. Seetõttu pole lohukivide ja veekogude seos otseselt linnulennult mõõdetud distantsi põhjal märkimisväärne.

Lohukivide asukohtade visuaalsete aspektide uurimine näitas, et enamik lohukive on omavahel nähtavad ning mõned üksikud kivid näivad olevat visuaalseks lüliks suuremate gruppide vahel. Kumulatiivsete vaateväljade kõige intensiivsematel aladel on kalduvus jääda

kohtadesse, kus pole teadaolevaid muistiseid. Totaalset vaatevälja kasutades koostasid kogu uurimisala potentsiaalse nähtavuse taustandmestiku. Võrreldes seda lohukivide ja kalmete asukohtade totaalse vaatevälja väärtustega, eristus mõlemal juhul võrdlemisi selge tendents. Lohukivid ei paikne kohtades, kus need oleks kuni 500 m raadiuses ülejäänud maastikust paremini või halvemini nähtavad. Võib väita, et lohukude tegemiseks kivi valides ei hoolitud seda ümbritseva maastiku visuaalsest eripärast. Seevastu kivikalmed asuvad suures osas kohtades, kus neil on suurem potentsiaal olla vähemalt 50–500 m raadiuses ümbruskonnast nähtavamad kui ülejäänud maastik.

Heli leviku uurimiseks läbi viidud lohu tegemise eksperimendi käigus selgus, et kõige tulemuslikum on toksida kvartsiidi või rohke kvartsi sisaldusega kiviga. Lohu tegemiseks kulub u üks tund. Toksimise helirõhk on 30 cm kauguselt mõõtes u 86 dB(A) ning kõige valjem sagedus u 630 Hz. Toksimist kuuleb keskmiselt 463 m kaugusele. Kumulatiivse toksimisheli levimise kaardi põhjal saab öelda, et enamiku kivide juurde on kuulda mõnele teisele kivile lohu toksimist. Kivikalmed jäävad toksimisheli ulatusest üldiselt välja või selle servaalale.

Võrreldes tulemusi varasemate uurijate seisukohtadega, leidsid osaliselt kinnitust lohukivide seos põlluharimisega ning ümbritseva ala, mitte üksikute kivide tähtsustamine. Kahtluse alla jäi kivikalmete ja lohukivide otsene seostamine. Loetletud tulemuste põhjal on selge, et lohukivide paiknemises esineb mõningaid seaduspärasusi, kuid ei eristu ühtegi domineerivat aspekti. Seletus peitub kogu informatsiooni hoomamises ja kriitilises tõlgendamises.

Eelnevat arvesse võttes usun, et püstitatud eesmärk sai täidetud ning esitatud küsimused leidsid üldjoontes vastused. Leian, et ühe mikropiirkonna põhjalik käsitlemine andis tulemusi, mis võivad kehtida ka laiemas kontekstis. Nii loodusmaastiku, vaatevälja kui ka toksimisheli leviku juures jäid mitmed tõlgendused hetkel lahtiseks. Seetõttu oleks mõistlik tulevikus neid teemasid lisaks kombineeritult ka eraldi ja põhjalikumalt käsitleda, kaasates seejuures rohkem uurimispiirkondi.

Kirjandus

Lühendid

AVE – Arheoloogilised Välitööd Eestis = Archaeological Fieldwork in Estonia

EJA – Estonian Journal of Archaeology

MT – Muinasaja teadus

PACT – Journal of the European Study Group on Physical, Chemical and Mathematical Techniques Applied to Archaeology = Revue du groupe européen d'études pour les techniques, physiques, chimiques et mathématiques appliquées a l'archéologie.

Käsikirjad

Habicht, H.-L. 2014. Antsülusjärve ja Litoriiinamere paleogeograafia Tolkuse-Rannametsa piirkonnas setete ja aerolaserskanneerimise kõrgusandmete alusel. Tartu Ülikool, magistritöö. Käsikiri TÜ digitaalarhiivis DSpace

(http://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/42767/Habicht_Hando-Laur.pdf. Kasutatud 02.02.2016.)

Kimber, A., Paavel, K. & Kriiska, A. 2015. Aruanne arheoloogilistest eeluuringutest Tallinna Lennujaama territooriumil paikneval asulakohal (reg nr 2610) ja lohukividel (reg nr 2613, 2614, 2615), 12.–18. juuni 2015. Käsikiri TÜ arheoloogia osakonna arhiivis.

Kimber, A., Paavel, K. & Kriiska, A. Koostamisel. Aruanne arheoloogilisest järelvalvest ja päästekaevamistest Kurna lohukivi (reg nr 18780) juures 2014. a juunis ja septembris. Käsikiri TÜ arheoloogia osakonna arhiivis.

Konsa, M. & Haav, A. 2015. Madi kalme (mälestis nr 13310) nähtavusanalüüs. Käsikiri TÜ arheoloogia osakonna arhiivis.

Kriiska, A. 2012. Ettepanekud Ruu – Ihasalu maantee äärde planeeritud kergliiklustee trassi rajamiseks Jõesuu ja Jägala-Joa külade maal paiknevate arheoloogiliste muististe piirkonnas. Käsikiri TÜ arheoloogia osakonna arhiivis.

- Kriiska, A., Gerasimov, D., Kask, S.-K., Kimber, A. & Paavel, K.** 2015. Aruanne arheoloogilisest baasleirest Rail Balticu Harjumaa läänepoolsel trassilõigul ja detailuuringud Harjumaa lääne- ja idapoolsel trassilõigul. Käsikiri TÜ arheoloogia osakonna arhiivis.
- Lõugas, V.** 1970. Eesti varane metalliaeg (II a-tuh. keskpaigast e.m.a. – 1. sajandini m.a.j.). Kandidaadiväitekiri. Tallinn. Elektrooniline reproduktsioon: Tallinna Ülikooli Akadeemiline Raamatukogu.
- Printsmann, A.** 2003. Maastikuilme ja asustumustri seosed Helme näitel. Tartu Ülikool, magistritöö. Käsikiri Tartu Ülikooli Raamatukogu hoidlas.
- Treuman, K.** 2009. Lohukivid loodus- ja kultuurmaastikul. Tallinna Ülikool, magistritöö. Käsikiri Tallinna Ülikooli Ajaloo Instituudi arhiivis.
- Vedru, G.** 2007a. Rebala muinsuskaitseala arheoloogiamälestiste inspekteerimise aruanne. Käsikiri TÜ arheoloogia osakonna arhiivis.

Publikatsioonid

- Aaloe, A., Kessel, H. & Mägi, S.** 2007. Rebala kaitseala geoloogiast / Väärtustades eelkäijate loodut. Täiendanud R. Einasto. – Maa mäletab... . Toim. M. Pärtel ja M. Kusma. OÜ Infotrükk, Jõelähtme, 113–136.
- Agresti, A.** 2007. An Introduction to Categorical Data Analysis. 2. trükk. John Wiley & Sons, New York.
- De Reu, J., Bourgeois, J., De Smedt, P., Zwertvaegher, A., Antrop, M., Bats, M., De Maeyer, P., Finke, P., Van Meirvenne, M., Verniers, J., Crombé, P.** 2011. Measuring the relative topographic position of archaeological sites in the landscape, a case study on the Bronze Age barrows in northwest Belgium. – Journal of Archaeological Science, 38, 3435–3446.
- Diaz-Andreu, M. & Mattioli, M.** 2016. Archaeoacoustics of Rock Art: Quantitative Approaches to the Acoustics and Soundscape of Rock Art. – CAA 2015. Keep the Revolution Going. Toim. S. Campana, R. Scopigno, G. Carpentiero & M. Cirillo. (Proceedings of the 43rd Annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology, 2), 1049–1059.
- Gallant, J. C., Wilson, J. P.** 2000. Terrain Analysis: Principles and Applications. Wiley, New York.

- Gillings, M.** 2012. Landscape Phenomenology, GIS and the Role of Affordance. – *Journal of Archaeological Method & Theory*, 19, 601–611.
- Goldhahn, J.** 2002. Roaring Rocks: An Audio-Visual Perspective on Hunter-Gatherer Engravings in Northern Sweden and Scandinavia. – *Norwegian Archaeological Review*, 35, 1, 29–61.
- Hamilakis, Y., Sims, L., Tilley, C., Hamilton, S. & Bender, B.** 2001. Comment: Art and the representation of the past. – *Journal of the Royal Anthropological Institute*, 7, 1, 153–156.
- Hamilakis, Y., Pluciennik, M. & Tarlow, S.** 2002. Introduction: Thinking Through the Body. – *Thinking through the Body. Archaeologies of Corporeality*. Toim. Y. Hamilakis, M. Pluciennik, & S. Tarlow. Kluwer Academic / Plenum Publishers, New York, 1–21.
- Hope, A. C. A.** 1968. A Simplified Monte Carlo Significance Test Procedure. – *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 30, 3, 582–598.
- Howard, D. M., & Angus, J. A. S.** 2009. *Acoustics and psychoacoustics*. Fourth edition. Focal Press, Burlington.
- Jaanits, L.** 1985. Hat Estland im Neolithikum Verbindungen zu Schweden gehabt? – Die Verbindungen zwischen Skandinavien und Ostbaltikum aufgrund der archäologischen Quellenmaterial. *Acta Universitatis Stockholmiensis. – Studia Baltica Stockholmiensia*, 1, 17–38.
- Jaanits, L., Laul, S., Lõugas, V. & Tõnisson, E.** 1982. *Eesti esiajalugu*. Eesti Raamat, Tallinn.
- Johanson, K. & Veldi, M.** 2006. Archaeological excavations at Jägala Hillfort. – *AVE*, 2005, 29–40.
- Jonuks, T.** 2009. *Eesti muinasusund*. (Dissertationes Archaeologiae Universitatis Tartuensis, 2.) Tartu Ülikooli Kirjastus, Tartu.
- Kleinitz, C., Till, R., & Baker, B. J.** 2015. The Qatar-Sudan Archaeological Project – Archaeology and acoustics of rock gongs in the ASU BONE concession above the Fourth Nile Cataract, Sudan: a preliminary report. – *Sudan & Nubia. The Sudan Archaeological Research Society*, 19, 106–114.
- Kriiska, A., Rappu, M., Tasuja, K., Plado, J. & Šafranovski, J.** 2009. Archaeological Research in Jägala. – *AVE*, 2008, 36–52.
- Kriiska, A. & Kimber, A.** 2013. – Arheoloogilised väljakaevamised Jägala Jõesuu linnamäel. – *Tutulus: Eesti arheoloogia aastakiri*, 2, 26.

- Kõlli, R.** 2012. Eesti mullad. – Mullateadus. Õpik kõrgkoolidele. Koostanud A. Astover. Eesti Maaülikool põllumajandus- ja keskkonnainstituut, Tartu, 305–397.
- Kõlli, R. & Reintam, E.** 2012. Muldade klassifikatsioon ja leviku seaduspärasused. – Mullateadus. Õpik kõrgkoolidele. Koostanud A. Astover. Eesti Maaülikool põllumajandus- ja keskkonnainstituut, Tartu, 251–275.
- Laneman, M.** 2007. Pildikesi Rebala loopealselt. – Maa mäletab... . Toim. M. Pärtel ja M. Kusma. OÜ Infotrükk, Jõelähtme, 49–80.
- Laneman, M., Lang, V., Malve, M. & Rannamäe, E.** 2015. New data on Jaani stone graves at Väo, Northern Estonia. – EJA, 19, 2, 110–137.
- Lang, V.** 1996. Muistne Rävola: muistised, kronoloogia ja maaviljelusliku asustuse kujunemine Loode-Eestis, eriti Piritajõe alamjooksu piirkonnas, I–II. (MT, 4, Töid arheoloogia alalt, 4). Eesti Teaduste Akadeemia Ajaloo Instituut, Tallinn.
- Lang, V.** 1997. Eesti lohukivid uues valguses. – EJA, 1, 160–164.
- Lang, V.** 2000. Keskusest ääremaaks. Viljelusmajandusliku asustuse kujunemine ja areng Vihasoo-Palmse piirkonnas Virumaal. Toim. V. Lang. (MT, 7). Tallinn.
- Lang, V.** 2007. The Bronze and Early Iron Ages in Estonia. (Estonian Archaeology, 3). Tartu University Press, Tartu.
- Lauringson, A.** 1979. Kas muistse meistri proovitöö? – Horisont, 10, 24–25.
- Leppik, E.** 2006. Lääne-Virumaa lohukivid. Imavere.
- Llobera, M.** 2003. Extending GIS-based visual analysis: the concept of visualsapes. – International Journal of Geographic Information Science, 17, 1, 25–48.
- Llobera, M., Wheatley, D., Steele, J., Cox, S., Parchment, O.** 2010. Calculating the inherent visual structure of a landscape (inherent viewshed) using high-throughput computing. – Beyond the artefact: Digital Interpretation of the Past. Toim. F. Niccolucci & Hermon, S. (Proceedings of CAA2004, Prato, 13-17 April 2004), 146–151.
- Lloyd, C. D.** 2007. Local Models for Spatial Analysis. CRC Press, Boca Raton, London, New York.
- Lund, C. S.** 2009. Early Ringing Stones in Scandinavia – Finds and Traditions, Questions and Problems. – Studia instrumentorum musicae popularis, 1, 173–194.
- Lõugas, V.** 1972. Väikeste lohukudega kultusekivid. – Eesti Loodus, 12, 729–732.

- Lõugas, V.** 1995. Saaremaa väikeselohulised kultusekivid. I (Kataloog). – Saaremaa Muuseum. Kaheaastaraamat (1993–1994). Kuressaare, 62–88.
- Lõugas, V.** 1998. Archaeological excavations on the settlement site of Jõelähtme. – AVE, 1997, 156–160.
- Lõhmus, M. & Oras, E.** 2008. Archaeological research at Jägala Jõesuu Hillfort and its closest surroundings. – AVE, 2007, 27–42.
- Lødøen, T. K.** 2015. The method and physical process behind the making of hunters' rock art in Western Norway: the experimental production of images. – Ritual landscapes and borders within rock art research. Papers in honour of professor Kalle Sognnes. Toim. H. Stebergløkken, R. Berge, E. Lindgaard & H. V. Stuedal. Archaeopress, Oxford, 67–77.
- Mills, S.** 2014. Auditory Archaeology. Understanding Sound and Hearing in the Past. Left Coast Press, Walnut Creek.
- Ouzman, S.** 2001. Seeing is deceiving: rock art and the non-visual. – World Archaeology, 33, 2, 237–256.
- Paavel, K., Kimber, A., Rannamäe, E. & Kriiska, A.** Ilmumas. Investigations at Sõjamäe and Soodevahe cup-marked boulders and Late Neolithic / Iron Age settlement site at the south-eastern border of Tallinn – AVE, 2016.
- Rainbird, P.** 2012. The Body and the Senses: Implications for the Landscape Archaeology. – Handbook of Landscape Archaeology. Toim. B. David & J. Thomas. Left Coast Press, Walnut Creek, 263–270.
- Rašova, A.** 2014. Fuzzy viewshed, probable viewshed, and their use in the analysis of prehistoric monuments placement in Western Slovakia. – Connecting a Digital Europe through Location and Place. Proceedings of the AGILE2014 International Conference on Geographic Information Science, Castellón, June, 3-6, 2014. Toim G. J. Huerta, S. Schade, C. C. Granull.
- Raudmets, O.** 1973. Kostivere kandi kinnismuististest. – Harju Elu, 24. Märts. – O. Raudmets. 2014. Kastepiisad kivilohkudes. Toim. V. Malsroos ja A. Mehide. Mixi Kirjastus, Tallinn, 225–226.
- Reed, S. E., Boggs, J. L. & Mann, J. P.** 2012. A GIS tool for modeling anthropogenic noise propagation in natural ecosystems. – Environmental Modelling & Software, 37, 1–5.
- Saarse, L., Veski, S., Lang, V., Heinsalu, A., Hiie, S., Kihno, K., Rajamäe, R., Sakson, M. & Sandgren, P.** 1996. Reconstruction of the Environmental History of the Maardu Area,

- Northern Estonia, during Holocene. – Coastal Estonia. Recent Advances in Environment and Cultural History. Toim. T. Hackens, S. Hicks, V. Lang, U. Miller, L. Saarse. (PACT, 51). Rixensart, 205–216.
- Saarse, L., Heinsalu, A., Poska, A., Veski, S. & Rajamäe, R.** 1999. Paleoecology and human impact in the vicinity of Lake Kahala, Northern Estonia. – Environmental and Cultural History of Eastern Baltic Region. (PACT, 57). Rixensart, 373–403.
- Seppä, H., Bjune, A. E., Telford, R. J., Birks, H. J. B., Veski, S.** 2009. Last nine-thousand years of temperature variability in Northern Europe. – *Climate of the Past*, 5, 523–535.
- Shennan, S.** 1997. *Quantifying Archaeology*. 2. trükk. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Suuroja, K.** 2004. Kiviaabits. Eesti kivimid. Toim. J. Kirs. Tallinna Raamatutrükikoda, Tallinn.
- Thomas, J.** 2001. Archaeologies of Place and Landscape. – *Archaeological Theory Today*. Toim. I. Hodder. Polity Press, Cambridge, 165–186.
- Till, R.** 2010. Songs of the Stones: An Investigation into the Acoustic Culture of Stonehenge. – *Journal of the International Association for the Study of Popular Music*, 1, 2, 1–18.
- Till, R.** 2014. Sound archaeology: terminology, Palaeolithic cave art and the soundscape. – *World Archaeology*, 46, 3, 292–304.
- Tilley, C.** 2004. *The Materiality of Stone. Explorations in Landscape Phenomenology* 1. Berg, Oxford, New York.
- Tilley, C.** 2010. Phenomenological Approaches to Landscape Archaeology. – *Handbook of Landscape Archaeology*. Toim. B. David & J. Thomas. Left Coast Press, Walnut Creek, 271–276.
- Tornberg, A.** 2015. A tale of the tall. A short report on stature in Late Neolithic–Early Bronze Age southern Scandinavia. – *Neolithic Diversities: Perspectives from a conference in Lund, Sweden*. Toim. K. Brink, S. Hydén, K. Jennbert, L. Larsson, D. Olausson. (Acta archaeologica Lundensia, 8, 65). Värnamo, 107–114.
- Tvauri, A.** 1997. Eesti lohukivid. – *Arheoloogilisi uurimusi* 1. Toim. H. Valk. (Tartu Ülikooli arheoloogia kabinetis toimetised, 9). Tartu, 11–53.
- Tvauri, A.** 1999. Cup-marked stones in Estonia. – *Folklore*, 11, 113–169.
- Van Pool, T. L. & Leonard, R. D.** 2011. *Quantitative Analysis in Archaeology*. Wiley-Blackwell, Oxford.

- Vedru, G.** 2002. Maastik, aeg ja inimesed. – Keskus – tagamaa – ääreala. Uurimusi asustushierarhia ja võimukeskuste kujunemisest Eestis. Toim. V. Lang. (MT, 11). Tallinn; Tartu, 101–122.
- Vedru, G.** 2006. Prehistoric human settlement in the lower reaches of river Jägala. – *Archaeologia Baltica*, 6, 104–111.
- Vedru, G.** 2007b. Experiencing the landscape. – *EJA*, 11, 1, 36–58.
- Vedru, G.** 2011. Põhja-Eesti arheoloogilised maastikud. Archaeological landscapes of North-Estonia. (Dissertationes Archaeologiae Universitatis Tartuensis, 3.) Tartu Ülikooli Kirjastus, Tartu.
- Veski, S. & Lang, V.** 1996a. Human impact in the surroundings of Saha-Loo, North Estonia, based on a comparison of two pollen diagrams from Lake Maardu and Saha-Loo bog. – (PACT, 50). Rixensart, 297–304.
- Veski, S. & Lang, V.** 1996b. Prehistoric human impact in the vicinity of Lake Maardu, Northern Estonia. A synthesis of pollen analytical and archaeological results. – Coastal Estonia. Recent Advances in Environment and Cultural History. Toim. T. Hackens, S. Hicks, V. Lang, U. Miller, L. Saarse. (PACT, 51). Rixensart, 189–204.
- Waller, S. J.** 2002. Rock art acoustics in the past, present and future. – The Proceedings of the 1999 International Rock Art Congress, 2, 11–20.
- Watson, A. & Keating, D.** 1999. Architecture and sound: an acoustic analysis of megalithic monuments in prehistoric Britain. – *Antiquity*, 73, 280, 325–336.
- Wheatley, D. & Gillings, M.** 2000. Vision, Perception and GIS: developing enriched approaches to the study of archaeological visibility. – *Beyond the map: archaeology and spatial technologies*. Toim. G.R. Lock. IOS Press, Amsterdam, 1–27.
- Wheatley, D. & Gillings, M.** 2002. Spatial Technology and Archaeology. The archaeological applications of GIS. Taylor & Francis, London & New York.
- Wilcox, R. R.** 2009. Basic Statistics: Understanding Conventional Methods and Modern Insights. Oxford University Press, Oxford.

Tarkvara

Audacity Team. 2016. Audacity®: Free Audio Editor and Recorder. Version 2.1.2.

ESRI. 2014. ArcGIS Desktop: Release 10.3. Redlands, CA., Environmental Systems Research Institute.

GRASS Development Team. 2016. Geographic Resources Analysis Support System (GRASS) Software, Version 7.0. Open Source Geospatial Foundation.

QGIS Development Team. 2016. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project.

R Core Team. 2015. R: A Language and Environment for Statistical Computing, Vienna, R Foundation for Statistical Computing.

Reed, S. E., Boggs, J. L. & Mann, J. P. 2010. SPreAD-GIS: an ArcGIS toolbox for modeling the propagation of engine noise in a wildland setting. Version 2.0. The Wilderness Society, San Francisco.

RStudio Team. 2015. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston.

Sueur, J., Aubin, T., Simonis, C., Lellouch, L., Brown, E. C., Depraetere, M., Desjonqueres, C., Fabianek, F., Gasc, A., LaZerte, S., Lees, J., Marchal, J., Pavoine, S., Stotz, A., Villanueva-Rivera, L. J., Ross, Z., Witthoft, C. G., Zhivomirov, H. 2015. Package "seewave"- Sound Analysis and Synthesis. Version 2.0.2.

Internetiallikad

Kõlli, R., Ellermäe, O. & Tamm, I. 2009. Eesti mullad maatrikstabelitel. Eesti Maaülikool. Mullateaduse ja agrookeemia osakond. (<http://mullad.emu.ee/cd-d/CD-2/>. Kasutatud 16.05.2016)

MKA = Muinsuskaitseameti muististe passid.

(<http://register.muinas.ee/public.php?menuID=monument>. Kasutatud 18.03.2016)

Maa-amet. 2016. LiDAR kõrguspunktid. (<http://geoportaal.maaamet.ee/est/Andmed-ja-kaardid/Topograafilised-andmed/Korgusandmed/LiDAR-korguspunktid-p499.html>. Kasutatud 13.04.2016.)

Sengpiel Audio. The human perception of loudness.

(<http://www.sengpielaudio.com/calculator-loudness.htm>. Kasutatud 30.04.2016)

Summary. Views, sound and landscape – cup-marked stones in Rebala Heritage Reserve

Cup-marked stones are an abundant but difficult to interpret. There are about 1800 of them known in Estonia. Their meaning and age have been the subject of study for professional archaeologists and amateur researchers alike for decades. It is believed that the tradition of making cup-marks reached Estonia from Scandinavia in the Late Neolithic or Bronze Age and prevailed at least until the Roman Iron Age and possibly later. There are no direct ways to determine the age of the cup-marks. Therefore, other archaeological sites (e.g. stone-cist and tarand-graves) in their vicinity have been used to date them, but with no conclusive results.

The main objective of this thesis is to investigate and demonstrate the potential of GIS-based and quantitative methods in studying cup-marked stones. To do this, the topography, the field of view around the stones and the propagation of the sound produced by making the cup-marks on the stones were examined. Answers were sought for the following questions:

- How do relief, soil types and distance from water relate to the locations of cup-marked stones?
- What is the role of the visual aspect of the landscape at the location of cup-marked stones?
- What is the relationship between cup-marked stones and the sound of making the cup-marks?

Previously, none of these aspects have been studied in a quantitative manner. Moreover, the relationship between sound, landscape and ancient monuments has never before been studied in Estonian archaeology. Previous studies of cup-marked stones in Estonia have generally been on the level of country- or county-wide distribution. To be able to research the stones more thoroughly, a much smaller study area was chosen. Rebala Heritage Reserve was preferred over other potential areas because of its abundance of cup-marked stones (86) and stone-cist graves (187) and the good preservation of the general landscape. Additionally, it is quite clearly bordered by the sea, Jägala river and several marshes.

A DEM (digital elevation map) was interpolated from LiDAR data. Modern positive landforms such as road embankments and soil heaps were removed because of their

obstructive effect on analysing the relief, visual and acoustic aspects of the ancient landscape. The western and northwestern parts of the study area, which were destroyed by mining in the second half of the 20th century, were reconstructed based on a Soviet topographic map from 1959.

By investigating the relationship between landscape topography and the cup-marked stones, analysis was done on three main aspects: relief of the landscape, soil types and distance from water. For analysing the relief around each cup-marked stone on local scale within a radius of 50 m to 500 m, the DEV-statistic (deviation from mean elevation) was used. By doing so, it was possible to determine if the height of the locations of the stones deviates from its surroundings. Based on a one-sample non-parametric Kolmogorov-Smirnov test, it was determined that cup-marked stones are not situated in places which differ from the surrounding elevation within the radiuses of 100, 250 and 500 m. Within the radius of 50 m around the stones, the test showed statistically relevant deviation from the background data. It can be said that only when compared to their immediate vicinity, were cup-marks made on stones located on higher ground.

For analysing the observed and the expected amounts of cup-marked stones on different soil types, one sample chi-square test was used. The results showed that the locations of the stones are not independent of the soil types. Mollic cambisols were the preferred and gleysols and peated soils the avoided soil type. Additionally, it was observed that cup-marked stones are often situated near the edges of the soils with good agricultural properties. The stone graves, on the other hand, were more often situated on thin limestone soils.

The marshes and other damp areas of the region, which by now have been mostly drained by land improvement, were reconstructed from a map drawn in the years 1894–1924. Previous research has suggested that cup-marked stones are situated near rivers, in lower, damp areas and marshes. To test this, background data from the whole study area was gathered. Furthermore, one-sided non-parametric Wilcoxon test was applied to investigate the central tendency of the distance from water of the stones and background data. It was revealed that cup-marked stones are located further away from the water than the background. It does not mean that cup-marked stones are not somehow related to damp areas, but that the relationship cannot be explained purely by the distance between them.

Due to the generally flat surface, the biggest concern with the viewshed analysis in the study area is the unknown vegetation coverage in the times when cup-marked stones were used. It is known from pollen diagrams from a neighbouring area of Lake Maardu that deforestation began in the Late Neolithic or the Early Bronze Age and the landscape was fairly open by the end of the Bronze Age or the beginning of the Pre-Roman Iron Age. During fieldwork the landscape and the stones were examined from different distances and it was concluded that objects generally the size of cup-marked stones (medium height of 1 m) are very rarely visible from a distance exceeding 1 kilometer. For this reason, one kilometer radius was used for all of the visual analyses. Cumulative viewshed of all the cup-marked stones showed that the places, which can be seen from most stones, are often located slightly away from the stones themselves, in the areas where there are no known ancient sites. Another somewhat surprising result was that stone graves are oftentimes situated outside or near the edges of the viewshed. Although this is partly due to the distance between the two types of monuments, it should not be dismissed as irrelevant. Intervisibility analysis of the stones showed that most of them are mutually visible. The size of the stone or the amount of cup-marks on it is not directly related to the number of visible ties between other stones or graves. Quite interestingly it appeared that some stones act as visual links between larger groups of stones. Intervisibility analysis between stones and graves showed that a lot of graves are visible only from a single stone.

The visual potential of the whole study area was demonstrated with a total viewshed, calculated from viewing points encompassing the whole area and placed at a distance of 10 m from another. It was somewhat surprisingly revealed that the areas with the highest potential of being visible did not have as many ancient sites as one might expect. To study the relationship between cup-marked stones and stone graves and the landscape in general, DEV-statistic was derived from the total viewshed and added to the locations of the monuments. In this case, DEV-statistic is interpreted as deviation from mean visual potential. Yet again, one-sample two-sided Kolmogorov-Smirnov test was employed to test if DEV values of the monuments deviate from the background data. Cup-marked stones showed no statistically relevant deviation from mean visual potential in the radii from 50 m to 500 m around them. On the contrary, stone graves showed deviation in all of the analysed radii (50, 100, 250 and 500 m). The cumulative distribution graphs showed inclination for highly visible locations. The results can be interpreted as follows. Being more or less visible from the

surroundings played no role in the selection of the stone for the making of cup-marks. Stone graves, on the other hand, were built on locations which were potentially more visible.

To study the sound of making the cup-marks by hitting a boulder with a handheld smaller stone, an experiment was carried out. Three cup-marks were made on a stone and the duration of the task and volume and frequency of the sound were measured. The highest measured volume was about 86 dB(A) in the distance of 30 cm and the loudest frequency was about 630 Hz. It can be said that a cup-mark can be made in about an hour. For investigating the propagation of the hitting sound, ArcGIS toolbox SPreAD-GIS was used. On average, the making of cup-marks is heard within the radius of 460 m. It is a bit less than was experienced during the experiments, where the sound was still heard in the distance of about 500–700 m. Sound propagation analysis was performed on every cup-marked stone and the binary results (heard / not heard) were combined to produce a cumulative soundmap. It was revealed that 50% of cup-marked stones are within the range of hearing of 2–6 other stones. At only six stones, the making of cup-marks on other stones cannot be heard. The potential of the stones being interaudible might have been a factor in choosing their locations.

As with visibility analyses, it appears that stone graves in general are not in the range or just on border areas of hearing the making of cup-marks. This might be seen as a possible explanation for the distance between the two types of monuments. Although at present it cannot be ruled out that the opposite might be the case – the lack of interaudibility is simply due to distance, with sound playing no role in the placing of cup-marked stones and stone graves (presuming that they are contemporary).

Bearing in mind the different visual and acoustic relationships between cup-marked stones and stone graves, in addition to being placed on different soils, the following can be said: stone graves and cup-marked stones probably held different meanings for the people who used them and care should be taken, if trying to view them as a part of the same practice.

Considering the above, it is obvious that GIS and quantitative analyses are highly effective in thoroughly studying cup-marked stones by encompassing large amounts of data. Finally, it should be emphasized that this kind of research was in huge part made possible by the Rebala Heritage Reserve, which to values and preserves not only the ancient sites, but also the landscape surrounding them.

LISA. Töös kasutatud lohukivide andmete koondtabel

Lohukivide tabeli seletusi

- X, Y – analüüsis kasutatud koordinaadid. Juhul kui kivi on liigutatud, on võimaluse korral leitud selle algne asukoht passi ja kaardimaterjali abil. Kui kivi on liigutatud ning algset asukohta pole võimalik leida, on analüüsis kasutatud tänapäevast asukohta.
- Potentsiaalselt rohkem lohke – oletus võimalikest hävinenud lohkudes MKA passi või kivi inspekteerimise alusel.
- Kontrollitud lohke – inspeksiooni (03.–04.04. 2016) käigus kontrollitud lohkude arv kivil.
- Lohke analüüsis – analüüsis kasutatud lohkude arv, kuhu kaasatud ka kõik kahtlased lohud.
- Pikkus – pikem mõõt (m) maapinnal sõltumata suunast.
- Laius – lühem mõõt (m) maapinnal sõltumata suunast.
- Kõrgus maapinnast – kõrgus maapinnast (m). Ebatasastel kividel antud maksimumkõrgus. Liigutatud kividel antud võimalusel algne kõrgus.
- Avastatud – avastamise võimalikult täpne kuupäev.
- Kaitse all – Muinsuskaitse alla võtmise või esitamise kuupäev.

MKA reg nr	X	Y	Algses kohas	Lohke MKA passis	Potentsiaalselt rohkem lohke	Kontrollitud lohke	Lohke analüüsis	Lohkude asukoht kivil	Pikkus	Laius	Kõrgus	Märkused	Address	Avastatud	Avastaja	Kaitse all
17566	6589874.032	564015.953	jah	1	ei	-	1	-	3.5	2.8	1.8	-	Jõelähtme küla, 1 Tallinn-Narva tee	1970ndate algus	O. Raudmets	1973
17567	6589698.929	563958.027	jah	5 (2 neist väga kahtlased)	ei	-	5	-	1.95	1.55	0.65	-	Jõelähtme küla, Jõevälja	1970ndate algus	O. Raudmets	1973
17568	6589522.171	564184.932	jah	4 (3 neist kahtlased)	jah (ükskikud)	-	4	-	4.45	3.4	1.45	-	Jõelähtme küla, Atsipõllu	1972-1973	O. Raudmets	1973
17569	6589414.924	564392.971	jah	16 (1 neist kahtlane)	pigem jah	16	16	lagi	?	?	0.9	Kontrollitud 03.04.2016. Üks lõhm juba vanasti ära lõhutud ja 7-8 lohuga lõhm on kivi küljest lahti pragunenud.	Jõelähtme küla, Nurme	1972 paiku	O. Raudmets	1973
17570	6590072.637	564557.316	jah	2	jah. pind koorunud	-	2	-	3	3	0.6	-	Jõelähtme küla, Allika	1973	O. Raudmets	1973
17571	6589139.818	564710.804	jah	3	jah. kivi lõhki aetud	-	3	-	3.4	üle 2	2.2	-	Jõelähtme küla, Tõllu	1974	V. Lõugas, A. Kraut	1974
17572	6589843.274	564836.233	kuni 20 m liigutatud	2	jah. pigem ükskud. kivitükke murdunud	-	2	hari	2.25	1.9	0.85	Ümbruses ka sellest suuremaid kive. Kivist 70 m põhja pool arvatav keskaegne kultuurkiht.	Jõelähtme küla, Postijaama tee 5	1975	V. Lõugas	1975 mai
17573	6590241.948	564599.023	jah	5	ei	-	5	kõrgem kumer lagi	3	2.8	0.9	Kontrollitud 03.04.2016.	Jõelähtme küla, Lillevälja	1976	V. Lõugas	1977
17610	6592426.524	564841.293	jah	11	jah. lisaks mitmeid süvendeid. kivi murenev.	-	11	lae keskosa	2.8	2.75	0.85	Kivist 5 m NNW pool suur rändrahn. MKA andmetest m2rgitud see lohukiviks	Jõelähtme küla, Talismaa	11.07 1973	V. Lõugas	1973 suvel
17611	6590284.979	565899.057	jah	115	pigem ei	-	115	hari, lagi ja kallak	5.2	4.4	2.2	MKA passis Koila II kivi. Koila esimest kivi (nn Koogi rändrahn, vana reg nr 191-k) ei ole MKA registris ega kaardil.	Koila küla, Koila	1970ndate I pool	-	1974
17612	6590477.956	565809.023	jah	6 (3 neist küsitavad)	jah. pealispinnalt lõhm ära murdunud	-	6	tipp, lagi	2.7	2.15	1.25	MKA passis Koila III kivi	Koila küla, Koila	1970ndate I pool	-	1970ndate I pool
17613	6590607.05	566247.94	jah	11 (4 neist küsitavad)	pigem ei	-	11	lae kõrgem osa	2.8	2.5	0.85	MKA passis Koila VII kivi	Koila küla, Koila	1970ndate I pool	-	1970ndate I pool
17614	6590631.048	566258.036	jah	2	pigem ei	-	2	hari	3	1.5	0.75	MKA passis Koila VIII kivi	Koila küla, Põllunigula	1970ndate I pool	-	1970ndate I pool
17615	6590961.063	566221.956	jah	7	ei	-	7	hari, külj/lagi	2.2	2	1.2	MKA passis Koila IX kivi	Koila küla, Miku	1976 kevad	-	1977 veebruar
17616	6591050.874	566252.757	jah	31	ei	-	31	tasane lagi	2.5	1.9	0.9	Kontrollitud 03.04.2016. MKA passis Koila X kivi. MKA passis märgitud vale kivi. Õige kivi on märgitud kohast 18 m NE pool.	Koila küla, Miku	1976 kevad	V. Lõugas	1977 veebruar
17617	6591225.538	566123.812	jah	1	-	-	1	tasane lagi	1.9	1.6	0.75	MKA passis Koila XI kivi. Ümbruses ka teisi kive.	Koila küla, Miku	1976 kevad	V. Lõugas	1977 veebruar
17618	6590590.003	565665.035	jah	7 (4 neist küsitavad)	jah. pind murenenud	-	7	lagi	2.55	2.5	1.3	MKA passis Koila V kivi. Suurekristalliline	Koila küla, Põllunigula	1976	V. Lõugas?	1977 veebruar
17619	6590656.039	565792.307	jah	13	-	-	13	tasane lagi	2.8	2	0.85	MKA passis Koila IV kivi. Suurekristalliline	Koila küla, Põllunigula	1976	V. Lõugas?	-
17620	6590782.98	566011.931	jah	2 (1 neist kahtlane)	jah. pind murenenud	-	2	tasane lagi	2.5	2.2	0.75	MKA passis Koila VI kivi. Suurekristalliline	Koila küla, Tamara	1976	V. Lõugas?	1976
17621	6588510.479	562083.889	jah	11 (2 neist kahtlased)	pigem ei	-	11	hari ja külj	4.5	4.3	1.8	-	Kostivere alevik, Liukivi tn 1	07.11 1972	O. Raudmets	-

MKA reg nr	X	Y	Algses kohas	Lohke MKA passis	Potentsiaalselt rohkem lohke	Kontrollitud lohke	Lohke analüüsis	Lohkude asukoht kivil	Pikkus	Laius	Kõrgus	Märkused	Adress	Avastatud	Avastaja	Kaitse all
17622	6587971.067	562446.975	jah	11	-	-	11	lagi	3	2.35	1.2	-	Kostivere alevik, Raasiku tee 12	1972	O. Raudmets	1973
17623	6587628.64	562831.441	jah	4	pigem ei võimalik, et liulaskmisel hävinenud.	5	5	lagi	4.2	2.2	1.4	-	Parasmäe küla, Kaerpõõsa	1972	O. Raudmets	1973
17624	6587985.963	562922.965	jah	6	6	9	9	lagi, kül	5.2	-	3.5	Kostivere "Liukivi"	Kostivere alevik, Jõelähtme tee 8	1970ndate algus	O. Raudmets	-
17652	6589396.884	562932.729	jah	9	pigem ei jah. pind murenenud	-	9	lagi	3.25	3.1	1.85	Lähiümbruse suurim kivi. Niiske ala. NO-SW suunaliselt lõhki	Loo küla, Rehe	1973 kevad	O. Raudmets	01.08 1973
17653	6589622.632	563059.671	jah	26	26	-	26	tasane lagi	4.1	3.15	1.4	Lähiümbruses koos kiviga 17654 suurimad. Ebaühtlase koostisega kivi.	Loo küla, Pöllukünka	1972-1973	O. Raudmets	01.08 1973
17654	6589652.588	563073.904	jah	5	pigem jah. pind murenenud	-	5	tasane lagi	-	-	1.6	Lähiümbruses koos kiviga 17653 suurimad. Kivi koostises näha nn ussid.	Loo küla, Pöllukünka	1972-1973	O. Raudmets	01.08 1973
17655	6590025.303	562728.332	jah	14 (4 neist kahtlased)	jah	-	14	hari ja kallakjal lagi	4.75	3.9	1.7	Suurekristalliline rabakivi	Loo küla, Väljaotsa	1970ndate keskpaik	-	1975
17656	6589737.988	562503.081	jah	8	pigem ei	-	8	tasane lagi	5.5	2.3	1.65	Kivi W osa passi koostamise ajal lahti murdunud ja kivi kõrval. MKA piltidel 1980ndatel ei pruugi olla õige koht.	Loo küla, Kaasiku	1970ndate keskpaik	-	1975
17657	6589492.902	562464.767	jah	10	jah	-	10	tasane lagi	2.9	2.4	1.3	Lähiümbruse suurim kivi. Murenev rabakivi.	Loo küla, Kaasiku 2, Loo küla, Nurga (2)	1974	V. Lõugas	1974 september
17658	6589699.591	562818.531	jah	5	pigem ei võimalik. üks lõhm lahti	-	5	lagi	3.9	2.1	1	MKA passis Loo III või V kivi. Lähiümbruse suurim kivi. Suurekristalliline	Loo küla, Väljaotsa	1974	V. Lõugas	1974 detsember
17659	6589342.93	561518.994	jah	2	2	-	2	lagi	2	1.9	0.7	MKA passis Loo V kivi. Kivi kagunurga juures leitud savinõu servatükk. Lõugas peab võimalikuks ohvrikiviks.	Vandjala küla, Loodesalu	25.09 1973	V. Lõugas	1973 sügis
17660	6589575.629	562946.135	jah	4	võimalik. pind murenenud.	-	4	lagi, kallakjal kül	3.05	2.25	0.85	MKA passis Loo IV kivi. Suurekristalliline. Paikneb niiskel ja mätlikul alal. Ümbruses veel kive. U 30 m E pool üks arvatav lohukivi 4-5 murenenud lohuga.	Loo küla, Loolille	1974	V. Lõugas	1975 november
17710	6587498.553	564163.582	jah	-	jah. Idapoolne ots murenenud	6	6	hari	4.4	2.4	1.05	Kontrollitud 03.04.2016. MKA lehel pole passi.	Parasmäe küla, Parasmäe külaplats	-	-	-
17711	6587706.095	563743.037	jah	8	-	-	8	tasane lagi	2.1	1.6	0.95	MKA passis Parasmäe III kivi. Ümbruskonna suurim kivi.	Parasmäe küla, Koolivälja	1972 september	V. Lõugas	1972 sügis
17712	6588571.71	564157.344	jah	3	võimalik	-	3	lagi ja kallakul	2.45	2	0.6	Suurekristalliline	Parasmäe küla, Adreta	1970ndate algus	O. Raudmets	01.08 1973
17713	6586706.451	563475.748	jah	10	murenenud hari võis paar veel olla	16	16	hari ja kallakjal lagi	4	2.6	1	Kontrollitud 04.04.2016. Kasutatud laste poolt liulaskmiseks. Ei oma kohalike sõnul mingit kultuslikku tähendust.	Parasmäe küla, Vana-Hansu	1972	O. Raudmets	1973
17714	6588422.397	563870.971	jah	54 (1 neist kahtlane)	jah. mitmeid kahtlaseid pole loendatud	-	54	kül, lagi ja hari	-	-	1.25	MKA passis Parasmäe I kivi. Ümbruskonna suurim kivi	Parasmäe küla, Sepavälja	1972 september	V. Lõugas	1972 sügis
17715	6588367.946	563223.023	jah	59 (2 neist kahtlased)	jah. pind murenenud	-	59	lagi, kül	-	-	2.3	Maastikul madalas kohas. Lohke tehtud ka teiste peale tõenäoliselt.	Parasmäe küla, Kasemetsa	28.10 1972	V. Lõugas	1972 sügis

MKA reg nr	X	Y	Algses kohas	Lohke MKA passis	Potentsiaalselt rohkem lohke	Kontrollitud lohke	Lohke analüüsis	Lohkude asukoht kivil	Pikkus	Laius	Kõrgus	Märkused	Address	Avastatud	Avastaja	Kaitse all
17716	6588005.823	563498.918	jah	11 (2 neist kahtlased)	jah. külgedelt lõhme ära tulnud	-	11	tasane lagi	-	-	1.45	Lähiümbruse suurim kivi.	Parasmäe küla, Keskvälja	1972 september	V. Lõugas	1972 sügis
17717	6588703.919	563606	pigem jah	21	pigem ei	-	21	hari, lagi	2.75	2.6	1.2	Passi järgi teest 500 m kaugusel. MKA kaardil aga pigem 230 m	Parasmäe küla, Suur-Paemurru	1972 september	V. Lõugas	1972 sügis
17718	6588242.99	563673.029	jah	27	ei	-	27	lagi, hari	2.7	2.6	2.1	Lähiümbruse suurim kivi. Varem ümbruses rohkem kive olnud.	Parasmäe küla, Uuekenamäe	1972 september	V. Lõugas	1972 sügis
17719	6589094.012	563218.224	jah	1	jah. lagi murenenud	-	1	-	-	-	1	Suure karstilõhe kõrval. Kohalikud ei teadnud kivist midagi.	Parasmäe küla, Kostivere karstiala	1973	O. Raudmets	1974 detsember
17720	6588795.939	563256.952	jah	3	jah. kivi lõhatud	4	4	-	4.5	2.5	1.3	Kontrollitud 03.04.2016. Tükkideks lastud suur rändrahn. Lohud kivist 2,5 m kaugusel oleval tükil.	Parasmäe küla, Atsinurme	1973	O. Raudmets	1974 detsember
17721	6587773.787	563912.016	jah	86 (3 neist kahtlased)	pigem ei	-	86	lagi, külg	2	2	1.3	MKA passis Parasmäe Kooli talu I kivi. Lähiümbruse suurim kivi. Keskelt pooleks läinud. Kaks lohku ühendatud kanaliga, lisaks veel üks kanal	Parasmäe küla, Kooli	1970ndate algus	-	1974
17722	6587220.01	564179.967	jah	1	pigem ei	1	1	tasane lagi	3.75	2.9	1	Kontrollitud 03.04.2016	Parasmäe küla, Põldmäe	1974 mai	V. Lõugas	1974 suvi
17723	6587673.676	563284.835	ei. hiljuti ära veetud.	3 (2 neist kahtlased)	võimalik	-	3	tasane lagi	1.6	1.5	0.75	Kontrollitud 04.04.2016. Tänapäeval asub tõenäoliselt algsest asukohast u 100 m N pool võsa ääres (6587793.67; 563259.04).	Parasmäe küla, Keskvälja	1976 sügis	V. Lõugas	1977 veebruar
17724	6588340.345	565050.418	jah	2	pigem ei	-	2	tasane lagi	2.3	2	0.75	Täpne asukoht tuleb üle kontrollida	Parasmäe küla, Nurga talu	1976 september	V. Lõugas	1977 veebruar
17725	6587651.976	563593.918	jah	5	pigem ei	7	7	tasane lagi	5.2	3.5	1.2	Kontrollitud 03.04.2016	Parasmäe küla, Koolivälja	1976	V. Lõugas	1977 veebruar
17726	6587767.828	563912.182	jah	1	jah	-	1	-	1.8	-	0.8	MKA passis Parasmäe Kooli talu II kivi. Lõhutud kuueks tükiks.	Parasmäe küla, Kooli	1976 sügis	V. Lõugas	1977 veebruar
17727	6588431.003	564421.934	jah	13	jah. pind murenenud	-	13	hari, kallakjas lagi	2.7	-	1.9	Suurekristalliline. Kohalikud ei teadnud midagi sellest.	Parasmäe küla, Kurvi	1976 sügis	V. Lõugas	1977 veebruar
17728	6588353.989	564415.955	ei. hiljuti ära veetud	6 (3 neist kahtlased)	pigem ei	-	6	kallakjas lagi	2	-	0.65	Kontrollitud 03.04.2016. Ei leidnud alal palju lahtiseid kive, mis pärinevad hävitatud kiviaedadest. Peaks olema teiste suuremate kivide hulgas keskne.	Parasmäe küla, Eesvälja	1976 sügis	V. Lõugas	1977 veebruar
17729	6587775.111	563913.009	-	-	-	-	1	-	-	-	-	MKA lehel pole passi. Võimalik, et tegu 17721 ühe osaga	Parasmäe küla, Kooli	-	-	-
17730	6587687.325	563417.423	jah	-	ei	1	1	lagi	2.6	2	0.55	MKA lehel pole passi. Ei asu MKA koordinaatidel, vaid siin tabelis antud koordinaatidel. Kivi 17723 MKA passis Parasmäe Kaerapõõsa talu II kivi	Parasmäe küla, Keskvälja	-	-	-
17731	6587918.378	563772.028	jah	-	pigem ei	1	1	lagi	2.7	1.8	0.85	Kontrollitud 03.04.2016. MKA asukoht tegelikust u 60 m NNE pool. MKA kodulehel pole passi	Parasmäe küla, Keskvälja	-	-	-
17732	6587246.16	564327.597	jah	1	jah. tükke ära tulnud	1	1	hari	11.3	5.2	3.6	Kontrollitud 03.04.2016. Pauna suur kivi. Keskelt pooleks läinud.	Parasmäe küla, Põldmäe	1972 oktoober	O. Raudmets	01.08 1973
17778	6591962.858	561397.68	jah	87	pigem ei	-	87	tasane lagi	4.3	2.5	1.55	Maaparanduse käigus ümbrusesse kokku lükatud teisi kive, aga see näib olevat omal kohal. Ohverdamisest ei teata. Kaks lohku ühendatud kanaliga	Rebala küla, Suigu tee 4	1936	H- Kõrge	31.12 1964
17779	6591707.155	561401.321	jah	7	jah. keskosast suur tükk ära murdunud	-	7	kõrgeim lae osa, kallakjas lagi	3.8	3.25	1.55	Kivist u 6 m S pool 1 m sügavune nõgu. Võimalik paeauk.	Rebala küla, Suiguvälja	-	-	31.12 1964

MKA reg nr	X	Y	Algses kohas	Lohke MKA passis	Potentsiaalselt rohkem lohke	Kontrollitud lohke	Lohke analüüsis	Lohkude asukoht kivil	Pikkus	Laius	Kõrgus	Märkused	Address	Avastatud	Avastaja	Kaitse all
17780	6591875.307	562251.018	jah	56 (2 neist kahtlased)	jah. lagit kiht maha koorunud	-	56	lagi ja kallakjas pinnal	3	2.85	1.2	-	Rebala küla, Presti	1936	H- Kõrge	31.12 1964
17781	6592070.601	561293.578	jah	6 (2 neist kahtlased)	jah. pinnalt kihte maha koorunud	-	6	kallakjas lagi	4	3.5	1.1	Kivil ristkülikukujuline auk mõõtmetega 15 x 20 cm	Rebala küla, Suigu tee 6	1970ndate I pool	V. Lõugas, O. Raudmets	18.12 1975
17782	6591279.823	561296.226	-	-	jah, kuna kõrgeim osa murenev	24	24	lagi	4.2	2.7	1	Kontrollitud 04.04.2016. MKA kodulehel pole passi ega kirjeldust.	Rebala küla, Saue	-	-	-
17783	6591491.635	561155.561	jah	18 (5 neist kahtlased)	võimalik	-	18	tasane lagi	3.5	2.8	1.3	Kontrollitud 04.04.2016. Asub MKA märgitud asukohast WSW pool. Suurekristalliline.	Rebala küla, Saue	1970ndate I pool	-	-
17784	6591541.171	561261.38	jah	11 (4 neist kahtlased)	-	-	11	kumer lagi või hari	3	2.4	1.1	-	Rebala küla, Suiguvälja	1970ndate I pool	-	-
17785	6591208.988	561445.179	jah	15 (4 neist kahtlased)	-	-	15	tasane lagi	-	-	1.05	-	Rebala küla, Madikse	1970ndate algus	-	1970ndate algus
17786	6591140.138	561497.479	jah	8 (1 neist kahtlane)	võimalik. murenev	-	8	tasane lagi	2.6	2.3	1.2	Kergesti murenev	Rebala küla, Kuuse	1970ndate algus	O. Raudmets	01.08 1973
17787	6591189.624	561920.01	jah	6	võimalik. murenev	-	6	kallakjas lagi	2.1	1.2	1.3	Kergesti murenev	Rebala küla, Uustalu 5	1973 mai	O. Raudmets	01.08 1973
17788	6591156.026	562057.544	jah	2 (1 neist kahtlane)	võimalik. murenev	-	2	tipp, kallakjas lagi	2.9	2.6	1.4	Kergesti murenev	Rebala küla, Ohtre-Välja	1973 mai	O. Raudmets	01.08 1973
17789	6591963.024	561998.459	-	18	pigem ei	-	18	tasane lagi	2.3	2	0.6	-	Rebala küla, Jaagumäe	1970ndate I pool	V. Lõugas	18.12 1975
17790	6592007.213	561392.384	ei	12	pigem ei	-	12	hari, kallakjas lagi, külg	-	-	-	Maaparanduse käigus ümbrusesse kokku lükatud teisi kive, aga see näib olevat omal kohal. Ei leidnud 03.04.2016.	Rebala küla, Suigu tee 4	1970ndate I pool	V. Lõugas	18.12 1975
17791	6591679.019	561329.658	jah	8 (2 neist küsitavad)	pigem ei	-	8	hari, kallakjas külg	3.8	3.3	0.9	Suurekristalliline	Rebala küla, Kuuse	1970ndate I pool	-	-
17837	6589775.888	560325.379	jah	-	ei	2	2	lagi	3.3	2.6	0.95	Kontrollitud 04.04.2016. MKA lehel pole passi. Ainult asukoha kirjeldus. Asub madalal maal.	Vandjala küla, Aara	-	-	-
17838	6589723.755	560394.56	jah	-	üksikud, kuna lagi pisut murenenud	8	8	kallakjas lagi	2.5	2.2	1.5	Kontrollitud 04.04.2016. MKA lehel pole passi. Ainult asukoha kirjeldus. Asub madalal maal. Lohud pole lael, vaid SW osa kallakul.	Vandjala küla, Aara	-	-	-
17869	6591396.331	560241.505	jah	-	pigem ei	5	5	hari, lae kõrgeim osa	2	1.9	1.4	Kontrollitud 04.04.2016. MKA lehel pole passi. Ainult asukoha kirjeldus. Asub madalal maal. Lohud madalad ja väikesed.	Võerdla küla, Vainu	-	-	-
17870	6591410.075	560724.078	jah	16 (6 neist kahtlased)	jah. murenev	-	16	kallakjas lagi	3.25	2.35	0.7	Kergesti murenev. Kohalikud ei teadnud kivist midagi. Puuritud kaks lõhkamisauku.	Võerdla küla, Eskopõllu	1970ndate algus	O. Raudmets	01.08 1973
17871	6590817.736	561351.008	jah	1	pigem ei	-	1	tasane lagi	3.76	1.75	0.6	Suur lohk kivi keskosas, mis tekkelt vanem kui väike lohk. Suure lohu kasutamisest kultuslikul eesmärgil pole teateid. Pealtvaates meenutab kivikirvest.	Võerdla küla, Eskokarja	1970ndate algus	O. Raudmets	01.08 1973
17872	6590952.291	560058.09	jah	3	võimalik	-	3	hari	3.1	2.8	0.75	Suhteliselt rabe.	Võerdla küla, Toomla II	1973	O. Raudmets	1973 detsember
17873	6590850.506	559943.065	ei	6 (5 neist kahtlased)	pigem jah	-	6	hari ja lagi	3.6	-	1.8	Kergesti murenev. Kohati kaetud asfaldiga. Liigutatud tee-ehituse käigus u 13 m N poole	Võerdla küla, 1 Tallinn-Narva tee	1972-1973	O. Raudmets	1974 detsember
17874	6590728.86	559926.349	jah	5	pigem ei	-	5	tasane lagi	3.85	2.85	0.95	Kergesti murenev	Vandjala küla, Aara	1974 mai	V. Lõugas	-
17875	6590874.338	559912.778	jah	17 (12 neist kahtlased)	jah. murenev	-	17	külg	2.1	1.9	1.2	Kergesti murenev	Võerdla küla, Ületee	1975 oktoober	V. Lõugas	1975 november

MKA reg nr	X	Y	Algses kohas	Lohke MKA passis	Potentsiaalselt rohkem lohke	Kontrollitud lohke	Lohke analüüsis	Lohkude asukoht kivil	Pikkus	Laius	Kõrgus	Märkused	Aadress	Avastatud	Avastaja	Kaitse all
17876	6591140.8	561149.258	-	-	ei	1	1	lagi	2	2	0.6	Kontrollitud 04.04.2016. Lohk on kahtlane. MKA lehel pole passi ega kirjeldust.	Rebala küla, Saue	-	-	-
A30743	6590943.823	566689.739	kahtlane. vana karjääri serval	15	-	-	15	lagi	-	-	0.8	Asukoht Vedru. 2007. Rebala muinsuskaitseala arheoloogiamälestiste inspekteerimise aruanne	Jägala-Joa küla, Joa puhkeala	2004	G. Vedru	-
uus1	6587668.489	562845.987	ei	-	pigem ei	1	1	lagi	2.1	1.8	0.9	Kivi pole maa sees vaid maa peal, aga õiget pidi. Lähedusest kihuhunnikusse veetud	Parasmäe küla, Kaerpõosa	03.04.2016	A. Kimber ja L. Kallas	-
uus2	6587555.117	562760.872	jah	-	ei	4	4	lagi	2.6	1.6	0.4	-	Parasmäe küla, Lillevälja	03.04.2016	A. Kimber ja L. Kallas	-
uus3	6587897.841	563700.939	jah	-	pigem ei	1	1	lagi	2.2	1.6	0.6	2 m NW pool on u sama suur kivi, mille peal lae keskosas on kaks kahtlast lohku.	Parasmäe küla, Keskvälja	03.04.2016	A. Kimber ja L. Kallas	-
uus4	6587346.929	563520.662	jah	-	jah, kuna pind murenev	1	1	lagi	2.4	1.7	0.75	-	Parasmäe küla, Tagavälja	04.04.2016	A. Kimber	-
uus5	6587598.518	563580.051	jah	-	pigem ei	4	4	lagi	3.2	2.5	0.35	-	Parasmäe küla, Koolivälja	04.04.2016	A. Kimber	-
uus8	6590350.591	565653.229	jah	-	ehk üksikud	15	15	hari	3.1	2.3	1.5	Kivil selge N-S suunaline hari. Kivi on keskelt pooleks ning W-osa suuresti lagunenu	Koila küla, Koila	04.04.2016	A. Kimber	-
uus9	6590215.641	565571.599	jah	-	võimalik	1	1	lagi	2.3	2.1	0.5	-	Koila küla, Koila	04.04.2016	A. Kimber	-

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, **Andres Kimber**,
(sünnikuupäev: 28.04.1988)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose
„Vaated, helid ja maastik – lohukivid Rebala muinsuskaitsealal“

mille juhendaja on **Aivar Kriiska**,

- 1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 22.05.2016.