

Tartu ülikool
Loodus- ja täppisteaduste valdkond
Ökoloogia ja maateaduste instituut
Geoloogia osakond

Bakalaureusetöö geoloogias (12 EAP)

**Sindi-Lodja II mesoliitilist kultuurkihti sisaldava setteläbilõike kujunemine
ja seosed meretaseme muutustega Pärnu ümbruses**

Brigitta Varul

Juhendajad: PhD Alar Rosentau
PhD Tiit Hang

Kaitsmisele lubatud

Juhendajad

allkiri, kuupäev

Tartu 2020

Sindi-Lodja II mesoliitilist kultuurkihti sisaldava setteläbilõike kujunemine ja seosed meretaseme muutusega Pärnu ümbruses

Käesoleva töö kirjeldab Edela-Eestis Pärnu jõe vasakul kaldal asuvat Sindi-Lodja II Mesoliitikumi aegset kultuurkihti sisaldavat setteläbilõiget eesmärgiga kirjeldada settekeskkonda setete kuhjumise ajal, rekonstrueerida asustust mõjutanud rannajoone muutusi ning hinnata kultuurkihi vanust ja võimaliku vana aDNA säilivuse potentsiaali. Selleks kirjeldati setete tekstuuri ning kasutati kuumutuskao ja lõimise analüüsi. Muinsuskaitseameti ettekirjutisi järgides uuriti detailsemalt ka kultuurkihti ning eraldati sealt leiumaterjal edasisteks kronoloogilisteks ja arheoloogilisteks uuringuteks. Selgitati, et kultuurkihti sisaldav paleomuld kujunes Antsülusjärve transgressioonile järgneval madalaveelisel perioodil. Hiljem mattus kultuurkiht Litorinamere transgressiivsete liivade ja rannavööndis settinud maasääre setete alla, mida omakorda katavad eoolsed liivad. Pikaajalist kultuurkihi paiknemist allpool põhjavee taset hinnati soodsaks setetes leiduva vana DNA säilimiseks.

Märksõnad: Sindi-Lodja II, kultuurkiht, Litorinameri, Antsülusjärv,
P510 Füüsiline geograafia, geomorfoloogia, mullateadus, kartograafia, klimatoloogia

Formation of the sediment section holding buried cultural layer of the Mesolithic Sindi-Lodja II settlement and links with the relative sea-level change in Pärnu area

The present work describes a sediment section holding the cultural layer of the Sindi-Lodja II Mesolithic settlement on the left bank of the Pärnu River in southwestern Estonia. The aim of the work was to reconstruct the sedimentary environment during the sediment accumulation, to reconstruct shoredisplacement affecting the settlement location and to evaluate the timing of settlement existence and the potential of preservation of old aDNA in cultural layer. To achieve the aims lithostratigraphy of the section was described and loss-on-ignition and grain-size analyses were used. Following the precepts of the Board of National Heritage, the cultural layer was studied in more detail and the finds were separated from the further chronological and archaeological research. It was clarified that the paleosol containing the cultural layer was formed on top of Ancylus Lake sands and the settlement was abandoned due to flooding of the area initiated by Litorina Sea transgression. Later, the cultural layer was buried under the transgressive sands of the Litorina Sea and cross-bedded sands of spits covered by aeolian sands. The long-term location of the culture layer below the groundwater level was assessed as favorable conditions for the preservation of old aDNA in sediments.

Keywords: Sindi-Lodja II, cultural layer, Litorina Sea, Ancylus Lake
P510 Physical geography, geomorphology, pedology, cartography, climatology

Sisukord

Sissejuhatus.....	4
1. Teoreetiline taust.....	6
1.1 Läänemere areng ja veetaseme muutus.....	6
1.2 Inimasustus	10
1.3 Uuringuala geoloogia.....	13
2. Materjal ja metoodika	14
3. Tulemused.....	18
3.1 Sindi-Lodja II asulakoha setete stratigraafia.....	18
3.2 Sindi-Lodja II kultuurkihi ja lasuvate ja lamavate setete lõimiseanalüüsi tulemused ...	20
3.3 Sindi-Lodja II kultuurkihi ja lasuvate ja lamavate setete kuumutuskao tulemused.....	23
3.4 Sindi-Lodja II kultuurkihi leiumaterjal.....	24
3.5 Sindi-Lodja II kultuurkihi vanus.....	28
4. Arutelu ja järeldused	30
Kokkuvõte.....	33
Summary	35
Tänuavaldused	36
Kasutatud kirjandus	37

Sissejuhatus

Inimesele on aegade algusest olnud veekogu lähedus elupaiga valimisel üks olulisemaid aspekte. Nii on ka Eesti esiajalugu olnud tihedalt seotud veekogude, eelkõige Läänemere arenguga ja rannajoone muutustega. Rannajoone muutusi meie alal on mõjutanud pärastjääaegne glatsioisostaatiline kerkimine, viimase Skandinaavia jääkilbi lõplik sulamine ning perioodiline ühenduse katkemine Läänemere ja ookeani vahel. Selle tulemusel on rannajoon Eestis üldiselt olnud regressiivne, kuid on olnud ka transgressiivseid perioode, mis on seotud ookeaniga ühenduse katkemisega. Nende transgressiivsete perioodide tõttu on inimesed pidanud vahetama oma elupaiku ja liikuma tagasi maa pole, kusjuures nende mahajäetud elupaigad maeti nooremate meresetete alla. Üks sellistest piirkondadest, kus lauge reljeefi tõttu on rannajoone muutused olnud väga ulatuslikud ja meresetetest on teada mitmeid Mesoliitilisi rannasidusaid asulakohti, on alad Lääne-Eesti ümbruses. Lisaks mere lähedusele oli siin väga oluliseks ka Pärnu jõe suudmeala aga ka laugele rannikule iseloomulikud, tuule eest kaitstud sügavad lahed ja laguunid. Seetõttu on Pärnu jõe suudmeala olnud esiisadele soodus eluala ja antud piirkond on tänuväärne nii esiajaloo kui ka Läänemere arengu uurimise seisukohalt.

Järjest täpsustunud teadmised Läänemere eri perioodide veetaseme muutuste kohta ning uurimismeetodite areng on põhjustanud seda, et Pärnu jõe alamjooksuala on jätkuvalt geoarheoloogiliste uuringute sihtala. Hiljuti on tõestatud kuni 5,5 m madalam veetase enne Antsülusjärve transgressiooni (10 700–10 200 kalibreeritud radiosüsiniku aastat tagasi) ja 4 m madalam veetase enne Litorinamere transgressiooni (8500–7300 kal a t) (Nirgi *et al.* 2020). Nendel madalaveelistel perioodidel settinud orgaanilised setted, mis sisaldavad ka esiasutuse jälgi on maetud nooremate transgressiivsete setete alla ja mattununa võivad olla head vana DNA arhiivid. Setetes leiduva vana DNA uuringud on hoogustumas mitmel pool maailmas ja seni andnud paljulubavaid tulemusi näidates nii taimse, loomse kui ka inimese DNA säilivust setetes (Rawlence *et al.* 2014). Seda silmas pidades on Tartu ülikooli ÖMI, Arheoloogia ja Genoomika instituudi koostöös algatatud setete DNA uuring Pärnu ümbruse varase asutusalade ümbruses. Üheks uuringuobjektiks on Sindi-Lodja II Mesoliitiline asulapaik Pärnu jõe vasakul kaldal Reiu jõe suudme lähedal. Seal on teada 4,6 m sügavusele mattunud kultuurkiht. Nende setete vana DNA säilivuse ja potentsiaali selgitamiseks võeti proovid ühisel välistööl 2019. aasta sügisel Selle uuringuala Läänemere arenguga seotud paleogeograafiliste sündmuste ja nende mõju inimasustusele hindamiseks on vajalik täpsem setete, suhtelise meretaseme ja rannajoone muutuse analüüs, mis ongi käesoleva

bakalaureusetöö põhieesmärgiks. Samuti selgitada, kas selle, ühe vanima Läänemere hülgeküttide elupaika markeeriva kultuurkihi mattumine ja mere alla jäämise rekonstrueerimine võimaldab mõista, miks see kultuurkiht on säilinud ja aitab ehk ka vana DNA säilimist seletada? Eesmärkide täitmiseks kirjeldati Sindi-Lodja II asulakohas setteläbilõige ning koguti proove lõimise ja kuumutuskao analüüsideks. Suhtelise veetaseme ja rannajoone muutuste modelleerimisel kasutati varasemalt koostatud digitaalseid paleogeograafilisi rekonstruktsioone (Nirgi *et al.* 2020), mis kohaldati uuringuala jaoks kasutades GIS meetodeid. Autor osales välitöödel ja tegi laborianalüüsid ning kujundas paleorekonstruktsioonid.

1. Teoreetiline taust

1.1 Läänemere areng ja veetaseme muutus

Läänemere pärastjääaegne ajalugu ulatub mitmete aastatuhandete taha, jagunedes viieks suuremaks faasiks: Balti jääpaisjärv 16 000–11 700 a t, Joldiameri 11 700–10 700 a t, Antsülusjärv 10 700–9800 a t, Litoriinameri 9800–4500 a t, Limneameri 4500 a t ning jõudes lõpuks tänapäevasesse etappi (Joonis 1). Holotseensed arenguetapid on saanud oma nimetused tüüpiliste subfossiilsete limuseliikide järgi, mille eksisteerimine ja/või vohamine sõltus vee soolsusest. Soolsus omakorda sõltus ühenduse olemasolust ookeaniga ning mõistetavalt on olnud soolsuse levik ühenduskohtadest kaugemale aeganõudev, mistõttu on ka kirjeldatud arengufaaside piirid ebaselged ja piirkonniti erinevalt käsitletud. Seetõttu ei ole need ka stratigraafiliste ja geokronoloogiliste ühikutena kasutusel. Samas on pidevalt täienev informatsioon nii mere- kui rannasetetest, samuti geomorfoloogiline teadmine veetaseme muutusest andnud üsna detailse ülevaate Läänemere arengust, mis perioodiliselt on eri piirkondade uurijad eristanud ka kokkuvõtlikes ülevaadetes (nt Björk *et al.*, 1995; Andrén *et al.* 2011 jt). Paljuskki just nendele ülevaadetele koos Eesti näidetega baseerub ka järgnev lühike Läänemere arengu ülevaade.

Viimase Skandinaavia liustiku sulamisega kaasnes suurel hulgal sulavett, millest moodustusid taanduva liustikuserva ette suured jääjärved. Üks sellistest, Balti jääpaisjärv (BJ), hakkas kujunema Läänemere nõo lõunaosas u 16 000 aastat tagasi (Andrén *et al.* 2011) ning ulatus Eesti aladele alates u 14 500 a t, kui liustikuserv oli taandumas Sakala servamoodustiste alalt Pandivere servamoodustise joonele (Hang, Kohv, 2013; Saarse, Vassiljev, 2013). Liustiku sulamise ja jääserva taande käigus muutus BJ veetase korduvalt kuni viimase katastroofilise mahajooksuni u 11 700 a t kui Kesk-Rootsis tekkis ühendus ookeaniga. Ebaühtlase maakerke tagajärjel esinevad BJ rannamoodustised Eestis 80–30 m kõrgusel üle kaasaegse meretaseme (m ü.m.p.) (Raukas, 1997) paiknedes Läänemere basseini lõunaosas allpool kaasaegset meretaset. Üldiselt aga ei ole BJ rannamoodustised Eesti alal eriti selgelt välja kujunenud, mida H. Kessel (1984) on põhjendanud veetaseme ebapüsivuse ja lainetegevuse pidurdusega sageli jäätunud rannikualal. Samuti ei ole Eesti alalt teada BJ aegse asustuse jälgi, kuigi Paleoliitiliste küttide jälgi on Ida-Baltikumis leitud kuni Lielupe ja Daugava orgudeni Lätis.

Billingeni katastroofi järgselt, kui BJ veetase oli alanenud u 25 m ja liustike sulamisest tingituna ookeani veetaseme tõus jätkus, sisenes Kesk-Rootsi väinade kaudu soolane vesi

Läänemere basseini ja kujunes riimveeline Joldiameri (11 700–10 700 a t). Kuna mere põhjarannikut Kesk-Rootsis ja Lõuna-Soomes endiselt markeeris sulav liustik, siis oli ka soolsuse levik väga aeglane jõudes eri piirkondadesse eri ajal, mis on tekitanud ka vastakaid seisukohti Joldiamere ajaliste piiride eristamisel. Läänemere lõunarannikul oli suhteline meretase madalamal kaasaegsest meretasemest ning Eesti alal paiknes see Pärnu ümbruses vähemalt –5,5 m allpool (Nirgi *et al.* 2020) ja Põhja Eestis u 25 m ü.m.p. (Heinsalu, Veski 2007). Joldiamere regressiivne rannajoon ja soojenev kliima soodustasid ka juba Vara-Mesoliitilise asutuse laienemist rannikualadele eelkõige väga liigestatud rannajoone ja rohkete saarekestega mere läänerannikul olles siiski väga tundlik kohaliku suhtelise veetaseme muutustele.

Riimveeline Joldiameri eksisteeris suhteliselt lühikest aega kuna glatsioisostaatilise maakerke tagajärjel muutusid basseini ookeaniga ühendavad väinad järjest madalamaks ja veevahetus aeglasemaks kuni katkes lõplikult u 10 700 a t. Basseini isoleerumise ja jätkuva liustiku sulamise tõttu hakkas veetase Läänemere nõos taas kerkima ja kujunes magedaveeline Antsülusjärv (10 700–9800 a t) (Andrén *et al.* 2011). Antsülusjärve algfaasis oli veetaseme kerkimine väga kiire, põhjustades rannaalade üleujutusi kogu basseini ulatuses ja seda sündmust tuntakse kui Antsülusjärve transgressiooni (10 700–10 200 a t). Antsülusjärve transgressiooni aegne veetase Eestis ulatus 5–45 m ü.m.p. (Saarse *et al.* 2003) ja selle rannajoont tähistavad selged rannamoodustised. Sel perioodil laienes rannasidus Mesoliitiline asustus kogu järve rannikul ning vanimad teadaolevad asulakohad Eestis, Pulli ja Kunda Lammasmägi kuuluvad sellesse aega (Kriiska jt, 2020). Arheoloogiline andmestik ja rannajoone rekonstruktsioonid näitavad, et Sindi lähedal paiknev Pulli asulakoht (11 000–9900 a t) (Nirgi *et al.* 2020) asus mõned meetrid Antsülusjärve veetasemest kõrgemal Pärnu jõe kaldal ja mõned kilomeetrid rannajoonest eemal (Lõugas, 1997; Raukas *et al.* 1999; Veski *et al.* 2005; Nirgi *et al.* 2020). Kuigi vanusemäärangutele toetudes võiks arvata, et elutegevus Pullis toimus paarisaja aasta jooksul, sunnivad napp leiuväinad ja õhuke elutegevuse kiht siiski järeldama, et tegu oli ajutise elupaiga, mis jäeti maha Antsülusjärve veetaseme tõusuga, mis esialgu tõi kaasa liigniiskuse ja seejärel ujutas elupaiga üle ja mattis mitme meetri paksuse liivakihi alla (Kriiska jt, 2020).

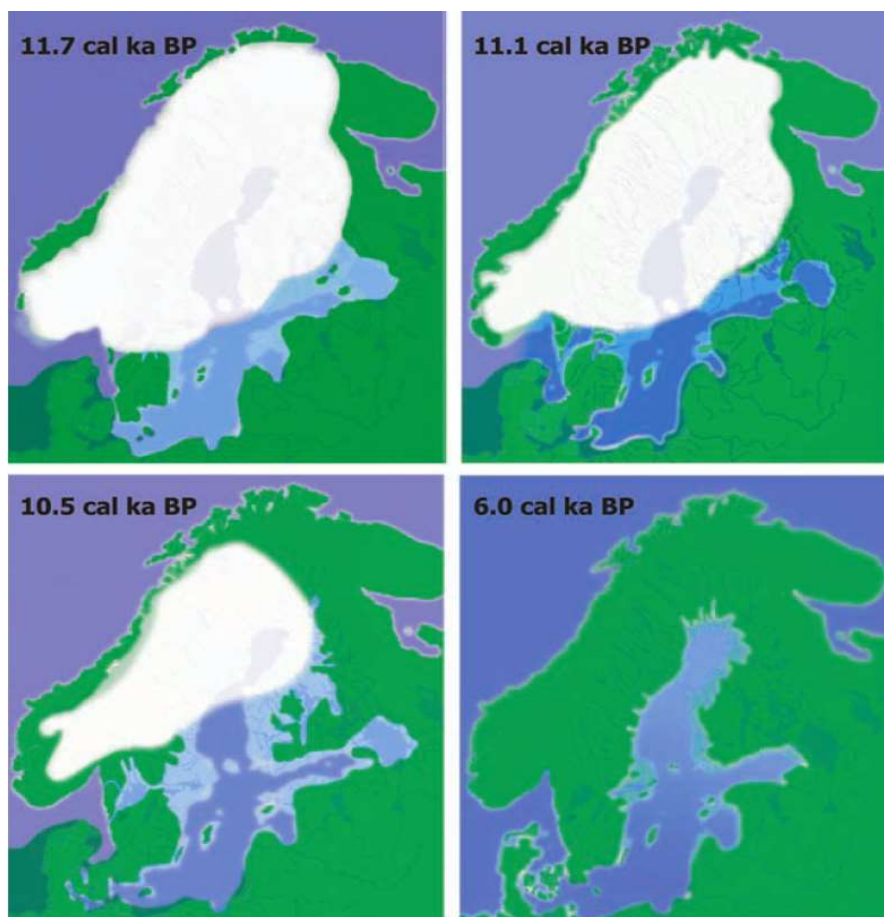
Umbes 10 000 a t avanes Antsülusjärvest väljavool Taani väinade kohalt ja kõigest u 200 aastaga võrdsustus veetase tolleaegse ookeanitasemega ning algas soolase vee valgumine basseini. Kõige varasemad soolase vee ilmingud on leitud Läänemere nõo lõunaosa setetest, mis tähistavad soolaseveelise Litoriinamere (9800–4500 a t) algust (Andrén, E., Andrén, T., Sohlenius, 2000; Berglund *et al.* 2005). Soolsuse aeglane muutumine on põhjustanud seda, et

erinevates käsitlustes on Litoriinamere perioodi jagatud omakorda riimveeline Varajane-Litoriinameri (Initial Littorina Sea; Andrén *et al.* 2011) või Mastogloiameri (Hyvärinen, Donner, Kessel, Raukas, 1988) (9800-8500 a t) ning soolaseveeline Litoriinameri (8500–4500 a t). Eestis on Mastogloiamere perioodi käsitletud ebajärjekindlalt ja seetõttu on vastavas kirjanduses rohkem levinud ja ka Eesti uues Holotseeni Stratigraafilises Skeemis esitatud üks soolaseveeline Litoriinameri. Vaidlusi on tekitanud ka Litoriinamere nimetus, mis tuleneb soolalembese gastropoodi *Littorina littorea* nimetusest ja on erialakirjanduses esitatud kahesuguses kirja pildis: nii Littorina- kui ka Litorina-. Kui viimastes Läänemere arengut puudutavates kokkuvõtvates publikatsioonides (Björck *et al.* 1995; Andrén *et al.* 2011) on järjekindlalt kasutatud Littorina-, siis Eestit puudutavates publikatsioonides on jäädud Litorina kirja pildi juurde ja seda ka Eestikeelses kirjes – Litoriinameri.

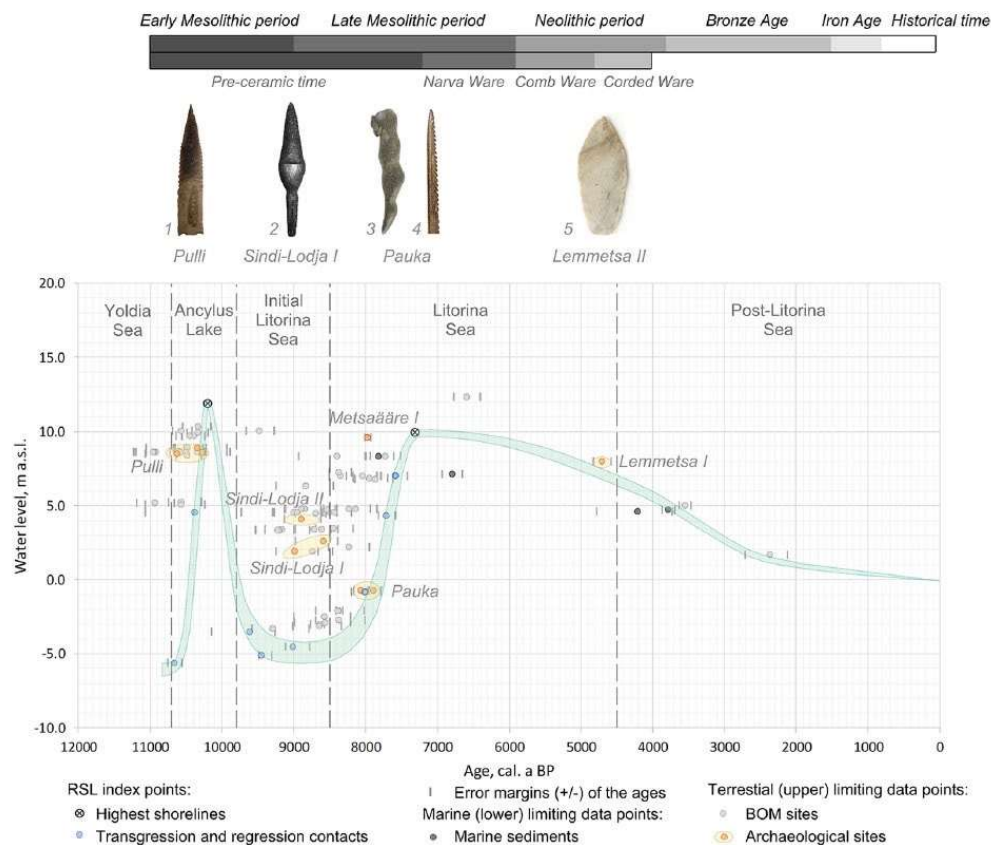
Litoriinamere veetase selle algfaasis alanes uuringualal Pärnus u 16 m jõudes vähemalt –4 m ü.m.p. ja püsis madalseisus kuni u 8500 a t, mil soojenemisest tingitud ookeani veetaseme kiirem kerkimine ületas maatõusu ja algas nn Litoriinamere transgression, mis kulmineerus u 7300 a t (Nirgi *et al.* 2020). Veetaseme tõus piirkonniti erines sõltuvalt maakerke intensiivsusest ja ulatus uuringualal Pärnu ümbruses kuni 14 meetrini rannajoone maksimaalse kõrgusega 10 m ü.m.p..

Suurte jääkilpide lõpliku sulamise järel ookeani veetaseme kerkimine aeglustus ning jätkuva maakerke tõttu hakkas Litoriinamere veetase aeglaselt alanema u 7300 a t (Joonis 2). Kui Läänemere lõunaosas katkestavad seda üldist regressiivset perioodi üksikud lühiajalised transgressioonid (Berglund *et al.* 2005), siis Läänemere keskosas ja Eestis seda täheldatud ei ole ja veetase uuringualal on sellest ajast tänaseni olnud regressiivne. Aeglase rannajoone taandumisega kaasnenud varjatud lahtede ja laguunidega rannik pakkus endiselt soodsaid elamistingimusi kuni maaviljeluse tekkimiseni u 4300–3500 aastat eKr (Kriiska, 2007).

Kliima jahenemise ja ookeani veetaseme tõusu aeglustumisega u 5000 a t aeglustus veevahetus Taani väinade kaudu ning soolsus Läänemere basseinis vähenes selgelt alates u 4500 a t, mis tähistab soolaseveelise Litoriinamere lõppu ja riimveelise Limneamere, mõnedes käsitlustes ka post-Litoriinamere algust. Kui rannikuvööndi tähtsus toidu hankimiseks vähenes alates Neoliitikumist (4500 a t), suurenes selle tähtsus aga transpordi ja kaubanduse jaoks. Koos jõgede ja järvedega moodustus eelajalooline infrastruktuur kuni hilise keskajani (Jöns, 2011).



Joonis 1. Hilis- ning pärastjääaegse Läänemere arenguetapid: A Balti Jääpaisjärv 11 700 a t; B Joldiameri 11 100 a t; C Antüslusjärv 10 500 a t; D Litoriinameri 6000 a t. Andrén *et al.* (2011).



Joonis 2. Suhtelise meretaseme muutused Pärnus (Nirgi *et al.* 2020); Läänemere arengustaadiumid Andrén *et al.* (2011); asustuse kronoloogia Kriiska *et al.* (2009).

1.2 Inimasustus

Eespool kirjeldatud Läänemere pärastjääaegne ajalugu näitab, et liustike sulamine, ebaühtlane maakerge ja perioodiline ühendus ookeaniga on Eesti alal põhjustanud üldiselt regressiivse iseloomuga rannajoone liikumise, mida katkestavad kaks transgressiivset perioodi Antsülusjärve ja Litoriinamere ajal. Suhtelise merevee taseme tõusu ja alanemisega nihkus ka rannajoon, millega pidid arvestama inimesed, kes olid sidunud oma elustiili mere lähedusega ning olid seetõttu sunnitud oma elupaiku pidevalt muutma ja kolima edasi-tagasi. Sellise liikumise peegeldajaks Lääne-Eestis laiemalt ja meie uuringualal on seni teadaolevad kunagiste inimeste elupaigad, mis mere transgressiivsetel perioodidel on mattunud meresetete alla. See ühelt poolt on aidanud kaasa inimtegevusele viitavatele kultuurkihtide säilimisele, teisalt aga viitab ka sellele, et väga paljud asulakohad on veel leidmata.

Merega seotud elustiil ja rannasidus asustus Läänemere idarannikul kujunes Mesoliitikumi teisel poolel u 9800–8500 a t ja kestis mitmel poole veel ka Neoliitikumi alguses (Gerasimov, Kriiska, Lisitsyn, 2010; Kriiska jt. 2020). Seega kujunes merega seotud elustiil Antsülusjärve transgressioonile järgnenud Litoriinamere madalseisu kujunemise ajal. Ookeaniga ühenduse

kujunemise järel levis soolsus Litoriinameres aeglaselt, kuid juba u 8500 a t olid kogu basseini ulatuses soolaseveelised tingimused. Veevahetus kerkiva veetasemega ookeaniga ning soojenev kliima põhjustasid olulisi muutusi mere ja rannikualade ökosüsteemis eelkõige liigirikkuse kasvu. See tõigi kaasa merega seotud elutegevuse ja rannasidusa asustuse kasvu ehk algas hülgeküttide ajastu (Kriiska jt. 2020). Mesoliitiline rannasidus asustus Läänemere basseini ümbruses paikneb tänapäeval erineval absoluutkõrgusel sõltuvalt piirkonna glatsioisostaatilise maatõusu intensiivsusest. Nii on Läänemere lõunaosas leitud Mesoliitilise asustuse jälgi mere põhjasetetes (Jöns, 2011), samas kui Läänemere põhjaosa kiire maatõusu alal on need kerkinud kõrgele üle kaasaegse meretaseme ja paiknevad erineval absoluutkõrgusel vastavalt kunagise rannajoone taandumisele. Uuringualal Läänemere keskosa aeglase maakerke alal (Pärnu alal u 1 mm/a) (Nirgi, 2019) on Mesoliitilise asustuse jäljed samuti kerkinud meretasemest kõrgemale, paiknedes kaasaegsest rannajoonest kaugel sisemaal ja nagu öeldud on säilinud suuresti tänu sellele, et on mattunud transgressiivsete perioodide meresetete alla (Veski *et al.* 2005; Rosentau *et al.* 2011; Habicht *et al.* 2017; Nirgi *et al.* 2020). Rannasidusa asustuse paiknemine jälgis rannajoone taandumist ja järjest nooremad asulapaigad paiknevad järjest madalamal absoluutkõrgusel (Jussila, Kriiska 2004; Veski *et al.* 2005). Geoarheoloogilised uuringud ja eriaegsete rannajoonte rekonstruktsioonid on näidanud, et eelistatud asulapaigad olid seotud jõgede suudmete, varjatud lahtede ning merest isoleerunud laguunide lähedusega (Veski *et al.* 2005; Rosentau *et al.* 2011; Habicht *et al.* 2017; Nirgi *et al.* 2020). Rannikumaastik pakkus mitmeid ressursse, sobivat elukeskkonda ja võimalust liikuda edasi mööda metsapiiri ja veekogusid. Mesoliitikumi ja Vara-Neoliitikumi inimesed kasutasid seda uute elupaikade valimisel. Neis kohtadest leidis eluks vajalikku magevett, sai küttida maismaa- ja veeloomi ning linde (Kriiska, Lõugas, 2009). Kui uuringuala vanim teadaolev asulapaik Pulli mattus Antsülusjärve transgressiooni ajal meresetete alla ja selleaegsed elanikud olid sunnitud liikuma kaugemale sisemaale, siis Litoriinamere alguse regressiooni ajal asustati piirkond uuesti. Regressiooni ajal kujunes Pärnu jõe suudmealal Paikuse kohal laguun, mis Sindi ja Lodja joonel oli merest eraldatud maasäärega. See piirkond pakkus Kiviaja inimesele sobilikke elamistingimusi nagu seni teadaolevad Sindi-Lodja I ja II asulakohad (Joonis 18). Piirkonna mitmekesine looduskeskkond, kus piiratud alal puutusid kokku erinevate loomaliikide elupaigatüübid, võimaldas kalastada nii merel, jões ja järves ning jahtida nii hülgeid kui metsloomi (Kriiska jt. 2020). Senised leiud asulakohtadest ja Pulli leiukohast pea poole tüsedam kultuurikiht viitavad sellele, et Sindi-Lodja asukad olid juba paikse eluviisiga. Just Sindi-Lodja materjal näitab, et Eesti alal oli välja kujunenud merele orienteeritud asustustüüp ja jahtima hakati ka

mereimetajaid, millele viitavad seni vanima vanusemääranguga hülgeluud (Kriiska, Lõugas, 2009). Luuleidude alusel kütiti veel põtru, hirvi, metssigu, kopraid, samuti erinevaid linde. Sindi-Lodja I ja Sindi-Lodja II kultuurkihid on seega mõlemad Mesoliitikumi ehk keskmise Kiviaja aegsed elupaigad, mis asusid muistse Pärnu jõe kaldal, suhteliselt lähedal suudmealale, mis voolas Litoriina merre. Sindi-Lodja II avastati 2000. aastal Aivar Kriiska ja Lauri Mikkelsaare poolt (Kultuurimälestiste... 2008). Radiosüsiniku (^{14}C) dateerimismeetodil on nendest kahest paigast dateeritud puitu ja sütt (Veski *et al.* 2005).

Käesolevas töös keskendutakse Sindi-Lodja II asulakohale ja sellel lamavatele ja lasuvatele liivakihtidele. On teada, et Sindi-Lodja II alal elanud inimesed tegelesid peamiselt hülgeküttimisega, olles sellega üks vanimaid hülgeküttide asulakohti Läänemere regioonis üldse. Peamiselt kütiti viiGERhüljest (*Phoca hispida*) (Veski *et al.* 2005). Varasematest uuringutest pole Sindi-Lodja I ega Sindi-Lodja II asulakohtadest väga palju loomaluud leitud ja senised leiud on halvasti säilinud. Siiski leitud loomaluude põhjal võib öelda, et Sindi-Lodja I ja II olid asustatud pigem kevadeti, mis on parim aeg viiGERhülge ja koha (*Sander lucioperca*) püügiks. Üldiselt aga võib asukoha ja hilise Mesoliitikumi perioodi kontekstis eeldada, et tegu võis olla ka aastaringse elupaigaga (Kriiska, Lõugas, 2009).

Varamesoliitikumi ajal toimus jahipidamine peamiselt maismaaloomadele, kuid vahel harva ka veeloomadele. Hilis-Mesoliitikumis olid inimesed orienteeritud peamiselt veeloomade küttimisele – hülgeküttimine. Muidugi võis juhtuda, et hülged sattusidki jõgedesse ja järvedesse, kuid ei saa välistada ka talvise jahipidamise võimalust jääl, kaldast kaugemal. Kalapüük keskmises ja nooremas Kiviajas oli keskendunud kohalike veekogude kasutamisele: aastatuhandete vältel püüti koha Pärnu jõe suudmealal ja lahes (Kriiska, Lõugas, 2009). Sindi-Lodja II lasuvatest ja lamavatest liivakihtidest on varem kirjeldatud ka ränivetikate kooslust, mis terade külge kinnituses eelistasid elada riimveelises keskkonnas (Veski *et al.* 2005). Veel kord olid inimesed sunnitud maha jätma oma elukohad Sindi-Lodja ümbruses siis, kui algas Litoriinamere transgressioon u 8500 a t, mis mattis kultuurkihi Sindi-Lodja II asulakohas rohkem kui 4 m paksuse mere- ja hiljem ka tuuletekkeliste setete alla. Litoriinamere transgressiooni ajal nihkus asustus kaugemale sisemaale olles siiski seotud rannikumaastiku ja jõgede lähedusega nagu selgub Metsääre I ja II asulate vanusest ja asukohast Reiu jõe kaldal (Habicht *et al.* 2017). Hilis-Mesoliitiline Sindi-Lodja II ning Neoliitilised Sindi-Lodja III; Metsääre III, Lemmetsa I ja II, Jõekalda ja Malda asulakohad on valitud aga juba Litoriinamere transgressioonile järgneva regressiooni rannajoot järgides (Kriiska, Lõugas, 2009).

1.3 Uuringuala geoloogia

Uuringuala paikneb Edela-Eestis Pärnu lahe rannikualal, kus reljeefi põhijooned on kujundatud viimase Skandinaavia liustiku poolt ja hiljem silutud pärastjäaegsete Läänemere setete ja lainetuse poolt. Rannikutasandik on edelasuunalise kallakusega, kus absoluutkõrgused jäävad valdavalt vahemikku 2–15 m ulatudes kuni 30 m-ni vanu rannajooni tähistavate luidete ja liustiku Pandivere staadiumi servamoodustiste vööndites. Reljeefi madalamad osad on kõrge põhjavee taseme tõttu soostunud ja kujutavad nüüdismaastikus suuri rabaalasid. Piirkonda drenivad mitmed jõed, millest suurim on Pärnu linnas samanimelisse lahte suubuv Pärnu jõgi. Pärnu jõgi oma alamjooksul on väga väikese kallakusega, kus suudmest u 6–7 km ülesvoolu Reiu jõe suudme lähistel on veetase vaid u 0,5 m kõrgem meretasemest. Samas on jõe sāngi laius märkimisväärne ulatudes kuni 300 m ja veesügavus küündib kuni 7 m-ni. Jõe erosiooniline tegevus on olnud seotud erosioonibaasiks olnud Pärnu lahe veetasemega ning viimaste uuringute (Nirgi *et al.* 2020) valguses on esmane voolusāng kujunenud juba Joldiamere madalseisu perioodil. Hiljem on jõe suue korduvalt nihkunud koos transgressioonide ja regressioonidega ning esmane sāng Pärnu linnas Raekülas ja madalaveelises Pärnu lahe põhjas on täitunud nooremate setetega ning tänaseks jõe poolt maha jäetud. Kaasaegne voolusāng linna piires on kujunenud juba Hilis-Holotseenis aeglaselt taanduva rannajoone ja lainetusest tingitud meresetete kuhjumise tingimustes.

Piirkonna aluspõhja moodustavad Kesk-Devoni liivakivid, mille idasuunalise kallakusega pealispind paikneb absoluutkõrgusel –10 kuni –25 m. Aluspõhja katab Hilis-Weichseli hall savikas moreen, millel lasuvad glatsiofluviaalsed liivad-kruusad või Balti jääjärves settinud viirsavid. Viirsavide paksus keskmiselt Pärnu ümbruses ulatub 11 m-ni ja selle pealispind rannajoone lähedal paikneb –3 m kõrgusel ulatudes 9–10 m ü.m.p. Mõned km rannajoonest eemal (Hang, Kohv, 2013). Pärastjäaegsed merelised ja eolsed liivad katavad viirsavi valdavalt 2–3 m paksuselt ulatudes rannamoodustiste piires isegi 7–8 m-ni. Mereliivade kuhjumine rannamoodustiste piirkonnas on toimunud setete pikirānde tingimustes, kus lainetus liigutab setteid nii lahe ida- kui läänerannikut pidi lahe pärasse, kus läbi aegade on kujunenud nii üksikuid rannamoodustisi kui ka terveid maasāarte süsteeme, millest ühel paikneb ka uuritud Sindi-Lodja II asulakoht. Ala paikneb aeglase glatsioisostaatilise kerke piirkonnas suhtelise kerkimise kiirusega u 1 mm/a (Nirgi, 2019).

2. Materjal ja metoodika

Uuritud setteläbilõige Sindi-Lodja II kultuurkihi levikuala paikneb Pärnu jõe vasakul kaldal Reiu jõe suudmest u 400 m ülesvoolu (Joonis 4,5). Maapinna kõrgus selles kohas on 9,5 m ü.m.p. (Kriiska, 2000; kõrgused konverteritud EH2000 kõrgussüsteemi) ja kultuurkiht on mattunud 4,65 m paksuse liivade kihi alla. Järsu kaldanõlva tõttu toimub kunagises arheoloogiliste uuringute kohas pidevalt pudedate setete varisemine, mistõttu on nõlv kamardumata ja kaetud ülevalt varisenud liivaga (Joonis 3A).



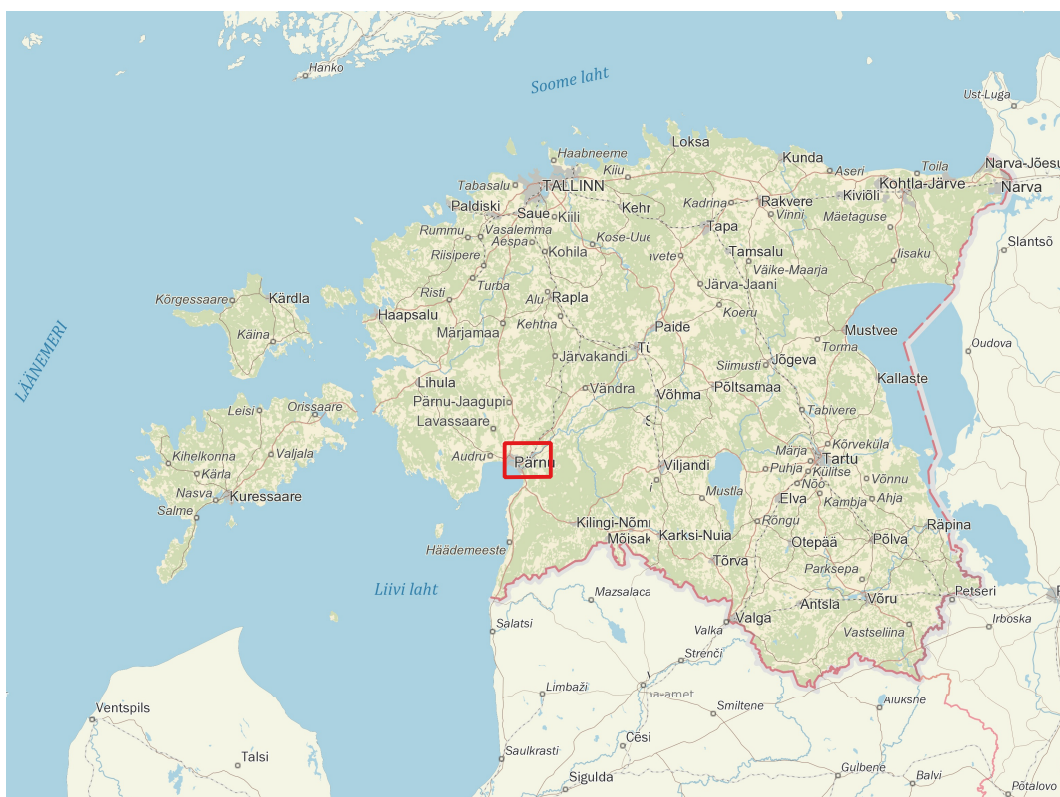
Joonis 3. A. Sindi-Lodja II asulakoht kunagise arheoloogilise uuringu alal Pärnu jõe vasakul kaldal. Järsul nõlval toimub pidevalt pudedate setete varisemine ja koht on seetõttu kamardumata. B. Paljandiks puhastatud kultuurkiht sügavusel 4,65 m maapinnast ja sellel lasuva turba ja liivakihiid.

Varingu kiht oli suhteliselt õhuke ja läbilõige puhastati paljandiks nii, et setteid oli võimalik kirjeldada paljandis. Kuna üheks väliuuringu eesmärgiks oli koguda reostumata proove vana DNA analüüsiks, siis kasutati kõige olulisema, kultuurkihti sisaldava intervalli proovimiseks käsitsi opereeritavat elektrilist vibraatorpuuri kombineerituna 1 m pikkuse ja 7 cm läbimõõduga akna prooveliga. Puuriti 2 meetrit sügavusvahemikus 3,24–5,19 m. Need setted koos prooveliga pakiti kilesse ja toodi laborisse hilisemaks detailsemaks kirjeldamiseks ja proovimiseks. Astmeliselt puhastatud paljandi ulatus oli 0,00–3,24 m. Lisaks kirjeldusele koguti puursüdamikust (sügavus 4,19–5,19 m) 22 proovi nii kuumutuskao kui ka terade lõimiseanalüüsiks. DNA uurimiseks võeti 13 proovi. Läbilõikes mõõdeti kihipindade kõrgused maapinnast, kirjeldati kihilisust mõõtes ka tegelikku kihipindade kallakust ning

tehti terajämeduse välimäärang. Kirjelduse järel võeti kultuurkihti sisaldavast orgaanika intervallist ka üks suurem monoliit (u 25×35×10 cm), et oleks piisavalt materjali kui tekib vajadus täiendavaks biostratigraafiliseks analüüsiks või kui puursüdamiku materjalist ei leita piisavalt maismaaliste taimede jäänuseid radiosüsiniku dateeringuteks.

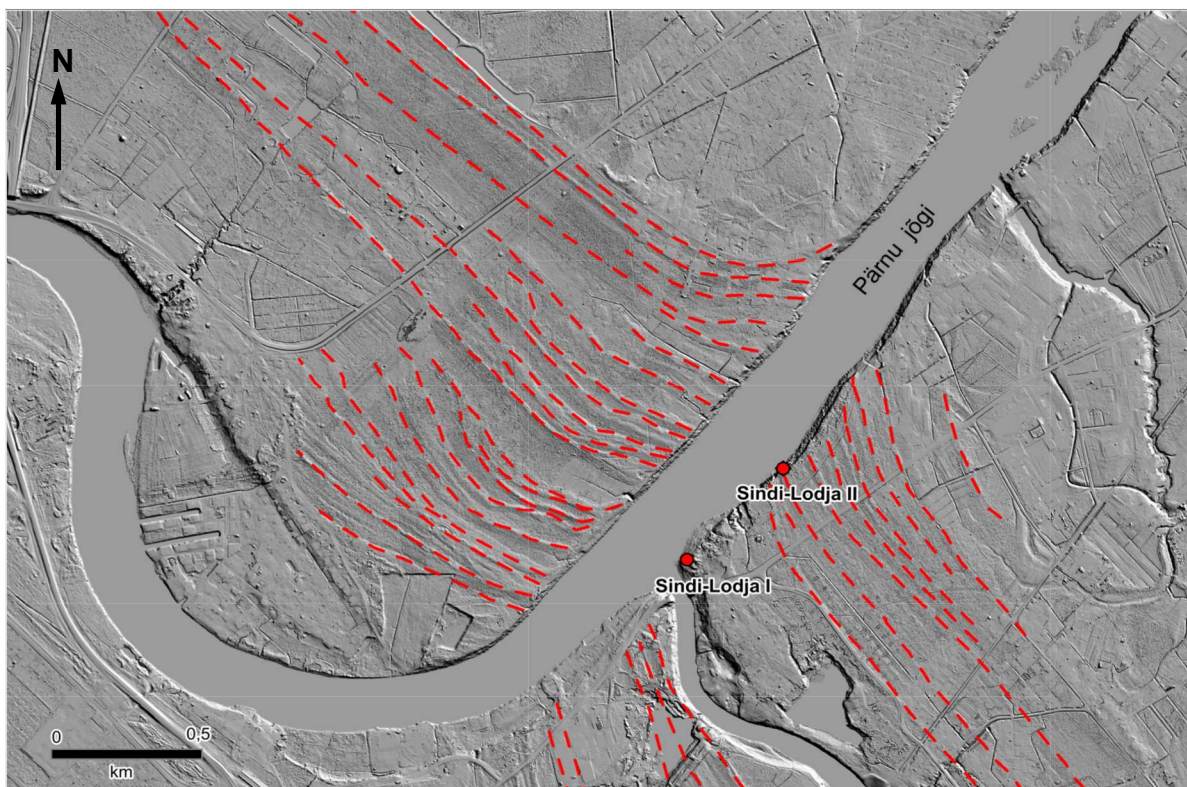
Monoliiti, mis sisaldas ka kultuurkihti katvat õhukest turbakihti säilitati 5°C juures. .

Dateerimiseks sobivate maismaataimede makrojäänuste leidmiseks turbakihist pesti proovi läbi 125 µm-se sõela. Puhastatud jääki uuriti stereomikroskoobi abil ning valiti välja dateerimiseks sobivad maismaataimede jäänused (Birks 2017).



Joonis 4. Uurimisala paiknemine, taustaks Maa-ameti kaart.

Joonisel 5 on Maa-ameti LiDAR kõrgusmodelilt näha uuringuala tänapäevane reljeef. Alal on jälgitav Litoriiinamere aegsed rannamoodustised, mis on markeeritud punaste joontega.



Joonis 5. Uuringuala nüüdisreljeef Maa-ameti reljeefivarjutusega kaardil ning Sindi-Lodja I ja II asulakohtadega paiknemisega. Punaste joontega on markeeritud Litoriaamere aegsed rannamoodustised.

Kuumutuskao analüüsiks on proovid ahjus kolm korda ja kaalutakse pärast igat kuumutamist. Joonisel 6 märgitud puuraugust 2 (sügavusvahemik 4,19 m–5,19 m) võetud 22 proovi hoiti esialgu ühe ööpäeva vältel 105°C juures, et eemaldada niiskus. Orgaanilise aine sisaldus leiti proovide kuumutamisel 550°C temperatuuril 3 tunni vältel. Viimase kuumutamisenä hoiti proove eksikaatoris 2 tundi 950°C juures, mille tulemusel määrati karbonaatse aine sisaldus.

Lõimiseanalüüsil kasutati Mastersizeriga laserdifraktsiooni meetodit. Mastersizeriga mõõdeti osakeste suurus ja jaotus valguse intensiivsuse abil, kui laserkiir läbis tahkeid osakesi proovis. Lõimise analüüsiks oli proove samuti 22 sügavusvahemikust 4,19–5,19 m.

Laserdifraktsiooniga oli võimalik mõõta teri suurusega kuni 1000 µm, mille tõttu ei olnud kihist A1 võetud kruusaka liiva proovide tulemused usaldusväärsed ja ei võetudstatistikute arvutamisel arvesse. Lõimise statistikute arvutamiseks ja graafikute tegemiseks kasutati Exceli programmi Gradistat. Programmi abil määrati lisaks terade suurusele veel setete sorteeritus ja asümmeetria.

Sorteeritud näitab setteosakeste läbimõõdu varieeruvust, mida antud töös on iseloomustatud kumulatiivsete jaotuskõveratega (Joonis 10). Proovid sorteeritusega 0,35–0,50 φ on hästi

sorteeritud, vahemikus 0,50–0,70 ϕ olevate proovide on keskmiselt hästi sorteeritud ja 0,70–1,00 ϕ on tegu keskmise sorteerituse klassiga ning vahemikku 1,00–2,00 ϕ jäävad setted on halvasti sorteeritud. (Blott, Pye, 1989). Asümmeetria (inglise keeles skewness) on jaotuse sümmeetrilisuse iseloomustamiseks kasutatav parameeter, mis näitab, kummale poole kõverat terasuured jaotuvad. (Andmeanalüüsi..., 2004). Graafik on normaaljoatuslik, kui proovide joatus on 0 ϕ , proovid, milles domineerib peenmaterjal on positiivse sümmeetriaga ning proovid negatiivse sümmeetriaga on jämedateralised (Blott, Pye, 1989).

Geofosüsteemi vahendeid kasutades (DataMine Discover 2019) koostati uuringuala paleorekonstruktsioonid kolme ajalõigu kohta: Antsülusjärve transgressioon (10 200 kal a t), Varajane Litoriinameri (9000 kal a t) ja Litoriinamere transgressioon (7300 kal a t). Rekonstruktsioonide koostamisel kasutati Nirgi *et al.* (2020) poolt koostatud Pärnu piirkonna digitaalseid paleoreljeefi aluskaarte (Joonis 18). DataMine Discover tarkvara kasutati ka geoloogiliste tulpade ning lõimise ja granulomeetria andmete esitamiseks.

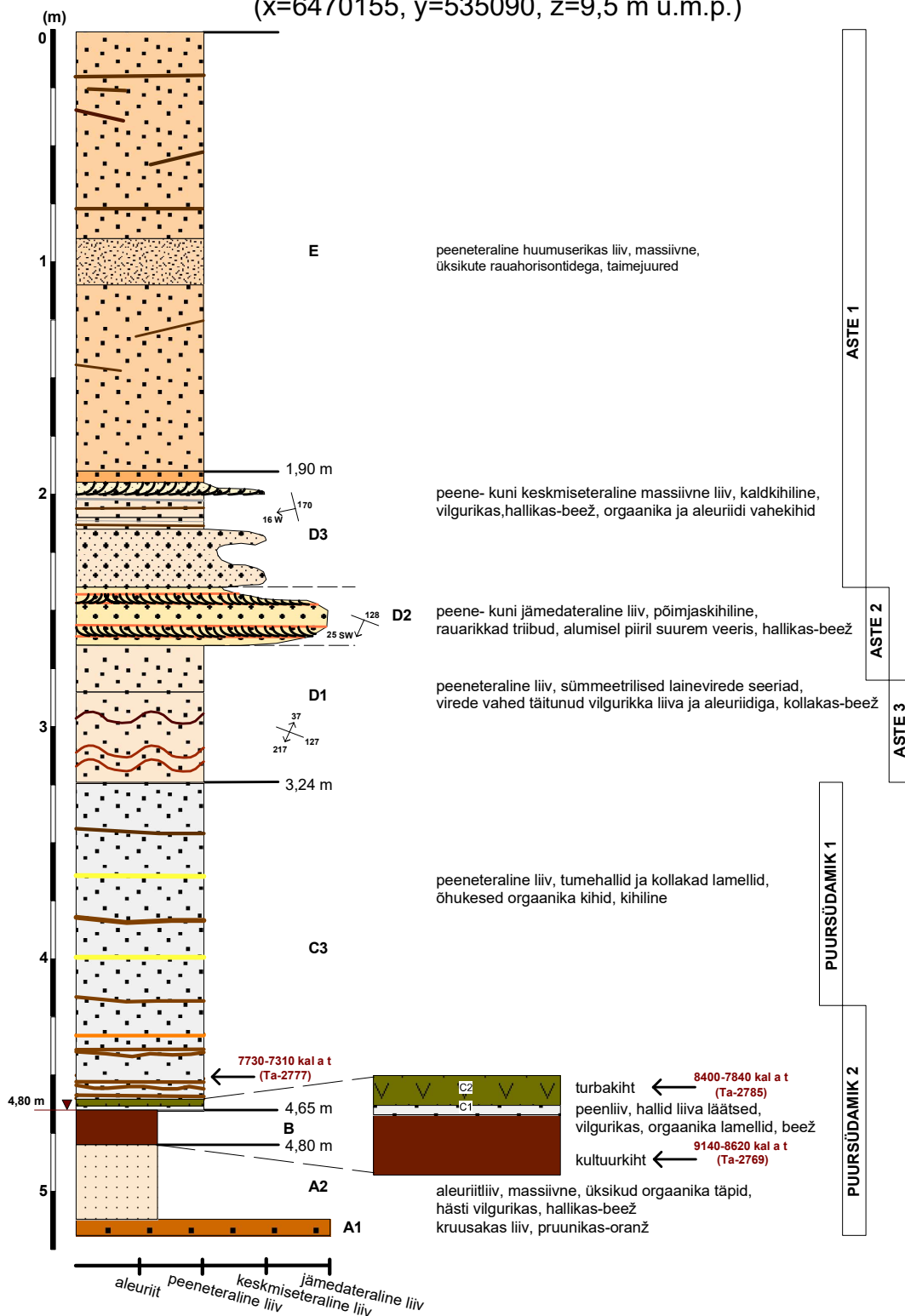
3. Tulemused

3.1 Sindi-Lodja II asulakoha setete stratigraafia

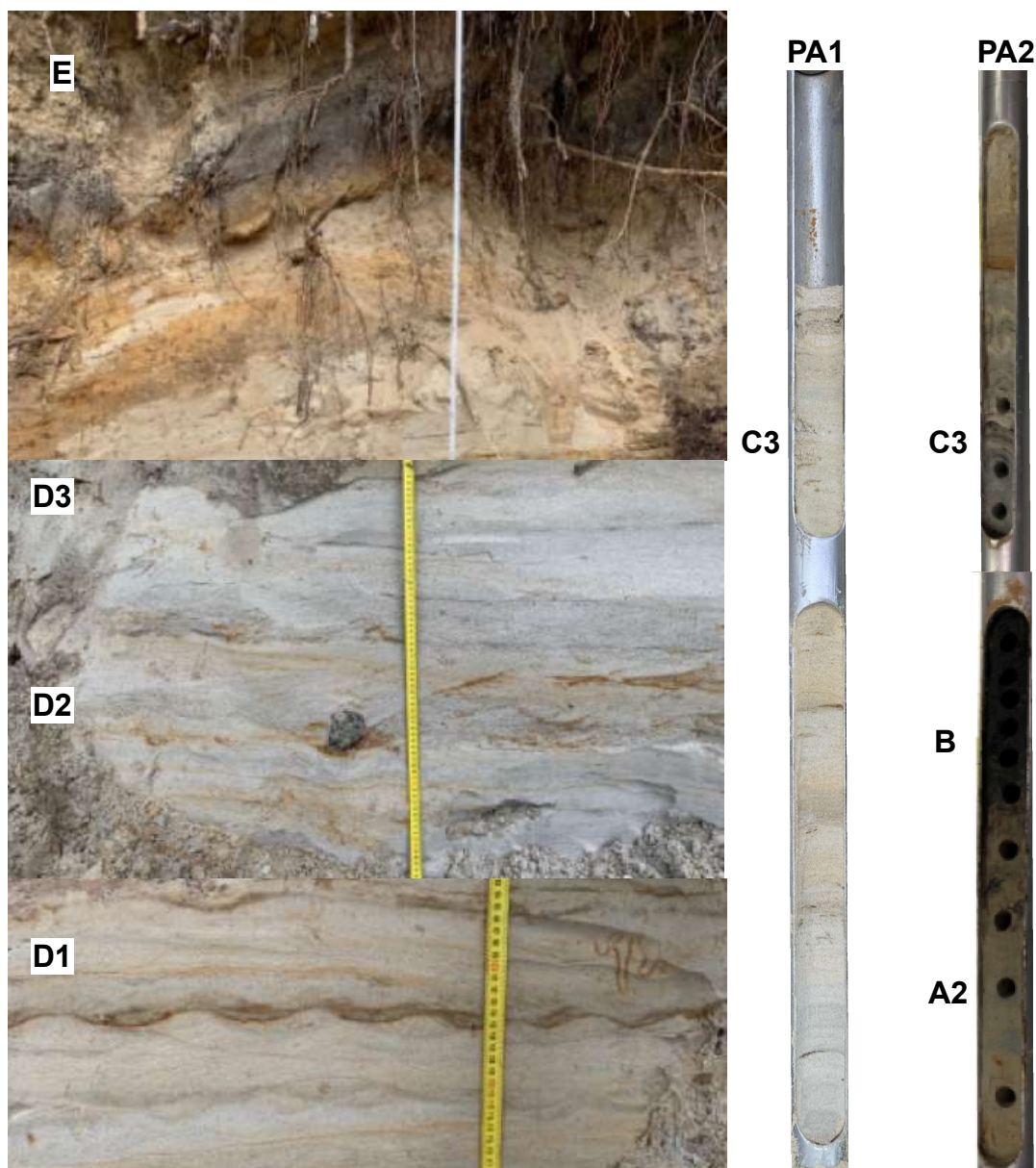
Käesolevas töös uuritud Sindi-Lodja II läbilõike asub Pärnu jõe vasakkaldal Reiu jõe suudmest ca. 400 m ülesvoolu, absoluutkõrgusel 9,5 m ü.m.p. Sindi-Lodja II 5,19 m pikkune setteläbilõike jaotati viieks settekompleksiks, mis on tähistatud tähtedega A kuni E, ning mis omakorda jaotuvad erinevateks settekihtideks (Joonis 6)

Settekompleksi A alumise osa moodustab kruusakas liiv (kiht A1) ning ülemise osa massiivne vilgurikas ülipeeneteraline liiv (kiht A2), millel lasub mesoliitiline kultuurikiht (kiht B). Kultuurkihil lasuvad ülipeene- kuni peeneteralised kihitatud liivad, mille sees esinevad orgaanika lamellid (kiht C3), mis sügavamal esinevad järjest tihedamalt. Kompleksi C alumises osas paikneb ka õhuke (ca 3 cm) turba vahekiht (kiht C2), mis on kultuurkihist eraldatud 1 cm paksuse peeneteralise vilgurikka liiva vahekihiga (kiht C1) (Joonis 3B; 6). Turba vahekiht esines vaid uuritud paljandi jõepoolses osas ning suidus välja 3,3 m kagu suunas paiknevas puuraugus. Settekompleksis D on vaheldumisi peene- kuni jämedateralised vilku sisaldavad erinevat tüüpi kihilisusega liivad, milles on näha üksikuid orgaanika lamelle. Kompleksi alumises osas (kiht D1) on subhorisontaalse kihilisusega liivades näha sümmeetriliste lainevirede seeriad, mille vahed on täitunud vilgurikka liiva ja aleuriidiga (Joonis 6). Lainevirede seeriad näitavad, et lainetuse suund (NE-SW) on olnud risti uuringualal esinevate rannamoodustiste orientatsiooniga (Joonis 6). Laineviredega liivadel lasuvad valdavalt põimjaskihilised jämeda- kuni peeneteralised liivad (kiht D2). Kahes vahekihis on näha kallakihilisust, kihtide kallakusega SE suunal, mis on sarnane liivakihi D1 määratud lainetuse suunale (Joonis 6). On näha mitmeid rauarikkaid triipe. Põimjaskihiliste liivade (kiht D2) alumisel pinnal, sügavusel 2,65 m tuli kaevamisel välja 6 cm läbimõõduga ümardatud veeris, mis on mõjutanud ümbritsevate liivade kihilust (Joonis 7). Settekompleksi D ülemise osa (kiht D3) moodustavad valdavalt subhorisontaalse kihilisusega peeneteralised vilgurikkad, üksikute orgaanika ja aleuriidi vahekihtidega liivad. Liivakihi ülemises osas esinevad ka kaldkihiliste liivade seeriad, kihtide kallakusega W suunal (Joonis 6). Läbilõike kõige ülemise kompleksi moodustavad massiivsed peeneteralised liivad (kiht E), mille ülemises osas esineb hajusat orgaanikat. Kogu selle settekompleksi liivade algne kihilisus, on puujuurte poolt.

Sindi-Lodja II litostratigraafiline läbilõige
(x=6470155, y=535090, z=9,5 m ü.m.p.)



Joonis 6. Sindi-Lodja II sette läbilõige koos väljaeraldunud settekomplekside (A–E) ja radiosüsiniku dateeringutega. Kultuurikihi ülemise pinna sügavus on märgitud nii maapinna järgi (4,65 m) kui ka absoluutkõrgusena EH2000 kõrgussüsteemis (4,80 m ü.m.p.).



Joonis 7. Fotod Sindi-Lodja II settekompleksidest A–E.

3.2 Sindi-Lodja II kultuurkihi ja lasuvate ja lamavate setete lõimiseanalüüsi tulemused

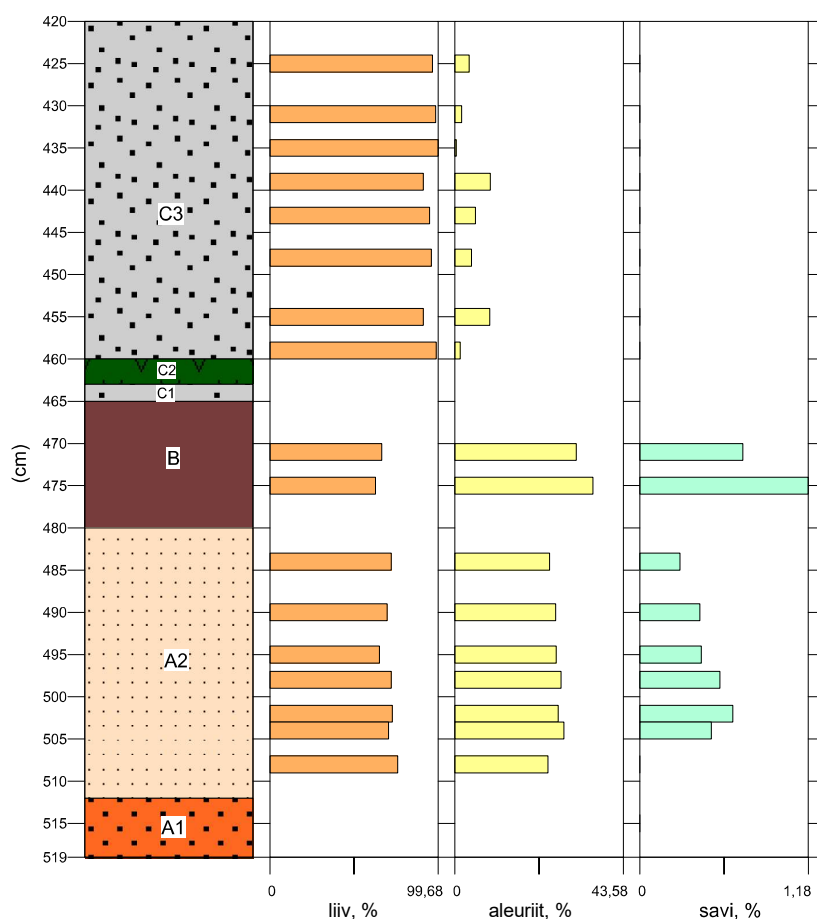
Kultuurkiht (465–480 cm) koosneb ülipeeneteralistest liivadest ja jämedateralistest aleuriitidest terasuurusega vahemikus 58,92–67,07 μm (Joonis 8,9; Tabel 1). Kultuurkihi savisisaldus ulatub kuni 1,18%-ni, mis on suurem kui lasuvate ja lamavate setete savisisaldus (Joonis 8). Kompleksi B lõimis on sarnane selle all lamavale kihile (kompleks A2) nii liiva kui ka aleuriidi sisalduse poolest (Joonis 8,9).

Kompleksis C setetes on võrreldes teiste kihtidega kõrgem liivasisaldus, kuid aleuriidi ja savisisalduse poolest on kiht märgatavalt erinev – savisisaldus antud kihis puudub täielikult

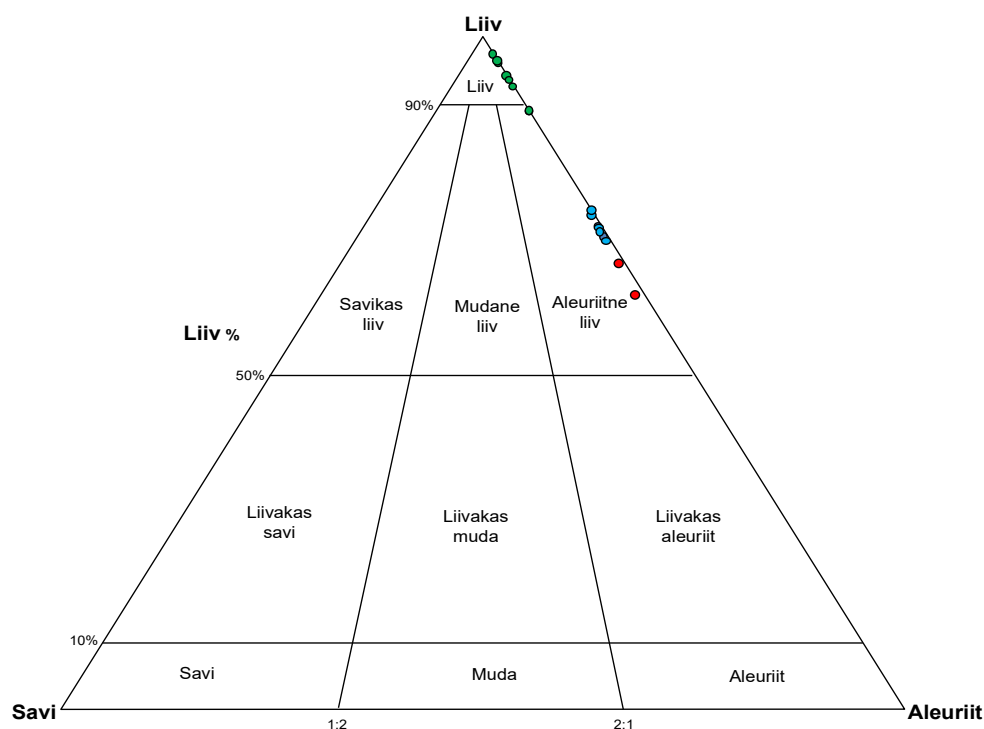
ja aleuriiti on kuni 9,14% (Joonis 10). Kompleksi C moodustavad ülipeene- kuni peeneteralised liivad terasuurusega vahemikus 0,75–1,07 µm.

Settekihtide A2–C3 sorteeritus jääb vahemikku 0,61–1,73 φ. Tabeli 2 põhjal on kõige paremini sorteeritud settekihi C3 liivad (Tabel 1). Kultuurkiht ja kompleks A2 on sorteerituse astmelt sarnased ehk on halvasti sorteeritud.

Antud läbilõike jaotus (asümmeetria) on nullilähedane, kuid valdavalt positiivne jäädes vahemikku –0,025–0,439 φ, mis tähendab, et tegu on normaaljaotusliku kõvera järgi peeneteralise liivase materjaliga (Tabel 1) (Blott, Pye, 1989).



Joonis 8. Sindi-Lodja II kultuurkihi (465–480 cm) ja sellel lasuvate ja lamavate setete lõimise analüüsi tulemused koos setete geoloogilise tulbaga. Setete kirjeldused (A1–C3) on esitatud joonisel 6.

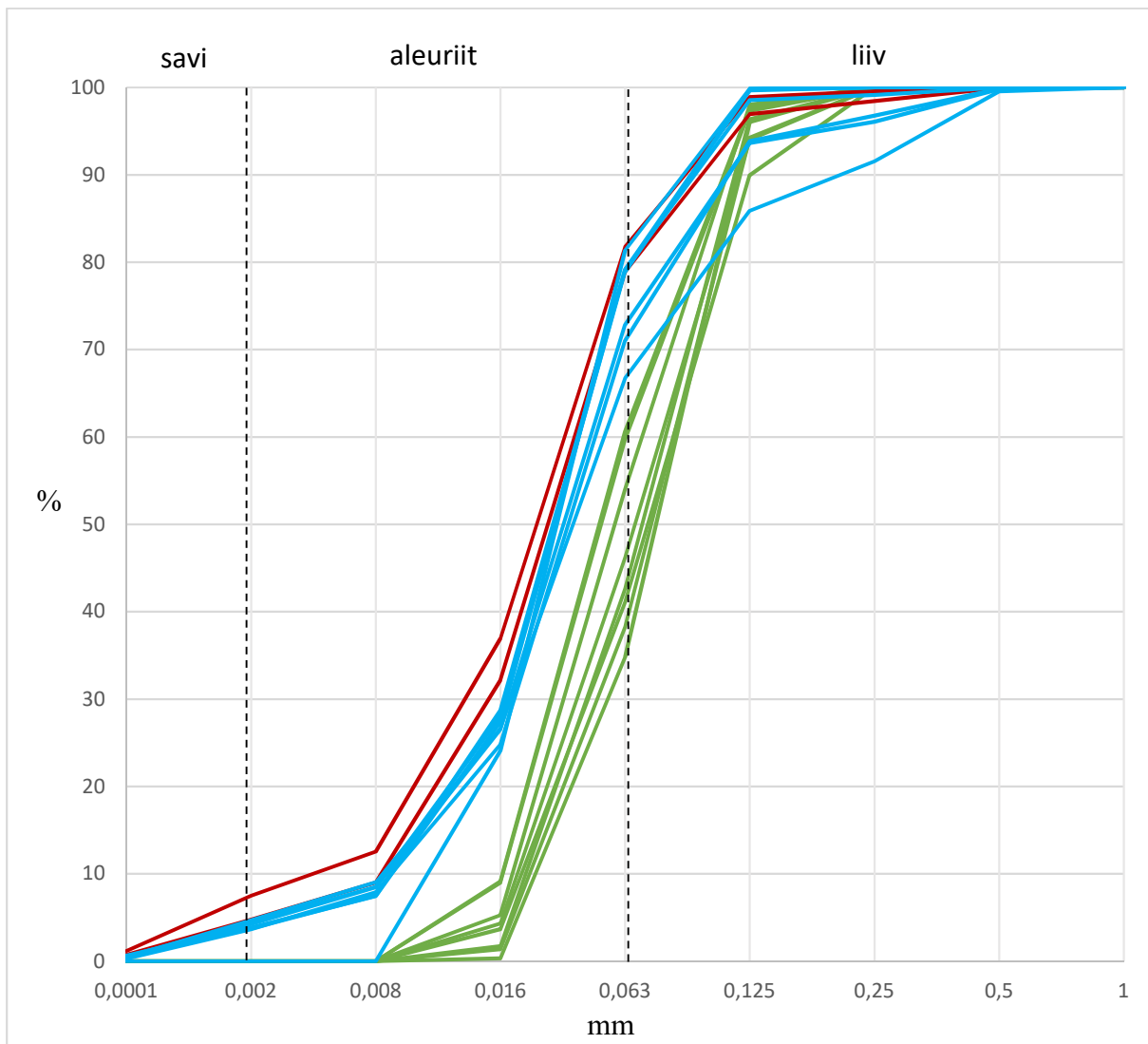


Joonis 9. Sindi-Lodja II kultuurkihi ja sellel lasuvate ja lamavate stete lõimise analüüsi tulemuste põhjal savi-aleuriit-liiva kolmnurkdiagramm. Punase ringiga on tähistatud proovid kultuurkihist, sinine ring tähistab kultuurkihi all olevaid ja roheline kultuurkihil lasuvaid proove.

Tabel 1. Sindi-Lodja II setete keskmine terasuurus, sorteeritus, sorteeritusse klass, asümmeetria, ja setete nimetus. Oranžika värviga on märgitud proovid kultuurkihist, sinine värv tähistab kultuurkihi alt võetud ja roheline värv kultuurkihil lasuvaid setteid.

Sügavus (cm)	Keskmine terasuurus (µm)	Sorteeritus (φ)	Sorteerituse klass	Asümmeetria (φ)	Sette nimetus
424-426 C3	137,0	0,758	keskmiselt sorteeritud	0,011	peeneteraline liiv
430-432 C3	132,9	0,639	keskmiselt hästi sorteeritud	0,108	peeneteraline liiv
434-436 C3	140,8	0,614	keskmiselt hästi sorteeritud	0,186	peeneteraline liiv
438-440 C3	113,2	0,798	keskmiselt sorteeritud	0,036	ülipeeneteraline liiv
442-444 C3	120,2	0,670	keskmiselt hästi sorteeritud	-0,025	ülipeeneteraline liiv
447-449 C3	129,7	0,700	keskmiselt hästi sorteeritud	0,019	peeneteraline liiv
454-456 C3	114,1	0,800	keskmiselt sorteeritud	0,041	ülipeeneteraline liiv
458-460 C3	138,1	0,660	keskmiselt hästi sorteeritud	0,115	peeneteraline liiv
470-472 B	67,07	1,391	halvasti sorteeritud	0,349	ülipeeneteraline liiv
474-476 B	58,92	1,542	halvasti sorteeritud	0,439	jämeteraline aleuriit
483-485 A2	80,63	1,412	halvasti sorteeritud	0,240	ülipeeneteraline liiv
489-491 A2	77,16	1,479	halvasti sorteeritud	0,235	ülipeeneteraline liiv
494-496 A2	84,52	1,730	halvasti sorteeritud	0,124	ülipeeneteraline liiv

497-499 A2	69,79	1,311	halvasti sorteeritud	0,380	ülipeeneteraline liiv
501-503 A2	71,13	1,258	halvasti sorteeritud	0,363	ülipeeneteraline liiv
503-505 A2	70,20	1,281	halvasti sorteeritud	0,349	ülipeeneteraline liiv
507-509 A2	77,78	0,948	keskmiselt sorteeritud	0,231	ülipeeneteraline liiv



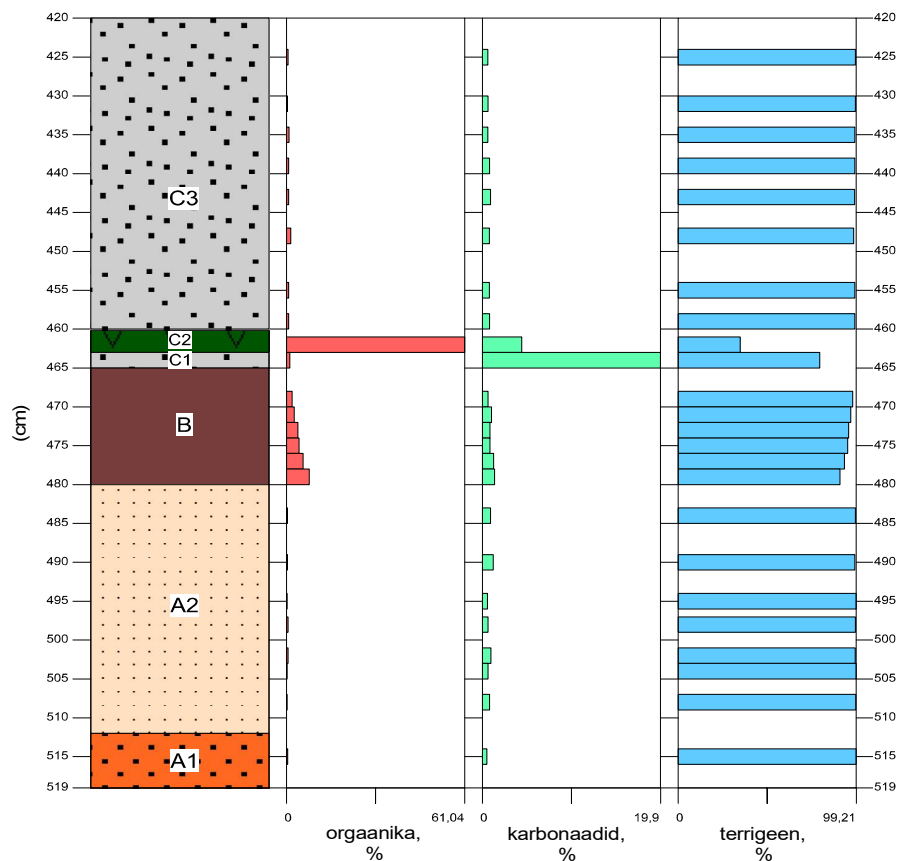
Joonis 10. Sindi-Lodja II kumulatiivne lõimisekõver. Punane värv tähistab proove kultuurikihist, sinine värv tähistab kultuurikihi alt ja roheline kultuurikihi kohalt võetud proove.

3.3 Sindi-Lodja II kultuurikihi ja lasuvate ja lamavate setete kuumutuskao tulemused

Kultuurikihi orgaanikasisaldus on suhteliselt väike, jäädes vahemikku 1,96–7,77%. Sealjuures suureneb orgaanika sisaldus süstemaatiliselt sügavuse suunas (Joonis 11).

Karbonaatide sisaldus kultuurkihis jääb vahemikku 0,63–1,34% suurenedes samuti sügavuse suunas. Kultuurkihi all lamavad liivad (kihid A1 ja A2) on madala orgaanika sisaldusega, jäädes vahemikku 0,20–0,51%.

Kultuurkihil lasuva õhukese liivakihi (kiht C1) karbonaatse ainese sisaldus on 19,58%, mis on märgatavalt erinevam kogu ülejäänud läbilõikest. Lisaks on terrigeeni sisaldus väiksem, kui teistes kompleksides, ulatudes vaid 79,26%-ni. Orgaanika sisaldus liivakihi proovis on 1,15%. Turba orgaanikasisaldus ulatub 61,05%-ni, karbonaatse ainese sisaldus on 4,41% ning mineraalset osa on 34,55%. Settekihi C3 orgaanika sisaldus on mõnevõrra suurem kui settekihtide A1 ja A2 orgaanika sisaldusest, jäädes vahemikku 0,24–1,46%. Karbonaatide sisalduse poolest on komplekside A2 ja C3 setted sarnased, kus väärtused jäävad vahemikku 0,50–1,21%.



Joonis 11. Sindi-Lodja II kultuurkihi (465–480 cm) ja sellel lasuvate ja lamavate setete kuumutuskao tulemused koos setete geoloogilise tulbaga. Setete kirjeldused (kihid A1–C3) on esitatud joonisel 6.

3.4 Sindi-Lodja II kultuurkihi leiumaterjal

Kuigi Sindi-Lodja II kultuurkihi leiumaterjali analüüs ei olnud käesoleva töö eesmärk aga Sindi-Lodja II Mesoliitiline asulakoht on muinsuskaitse objekt, siis saadi käesoleva töö

teostamiseks Muinsuskaitse Ametilt luba tingimusel, et kultuurkihist võetud proovid kõik uuritakse läbi ka arheoloogiliste leidude võimaliku esinemise seisukohalt. Kuna kultuurkihist võeti kaasa suurem monoliit, siis seda ka uuriti ja järgnevas osas on leiud dokumenteeritud vastavalt muinsuskaitse nõudele. Käesoleva teemaga seostub see aga seetõttu, et arheoloogilise materjali hulgast leiti ka 14C dateerimiseks sobilikku materjali, mida edasiste uuringute käigus on võimalik kasutada.

Monoliidist suurusega 25×35×10 cm (sügavus 465–480 cm) sõeluti välja osakesed suuremad kui 300 µm, mille seas esines inimasustusele viitavaid leide, sealhulgas pähklikoori, põlenud loomaluid ja tulekivi tükke ning üks ümardumata servadega kvartsitera.

Leiud pildistati mikroskoobi abil: luutükid pildistati 30x, kvartsitera 35x, pähklikoored 20x ja tulekivi tükk 20x suurendusega. Kõik leiud on suurusega alla 1 cm.



Joonis 12. Sindi-Lodja II kultuurkihist (465–480 cm) sõelatud ümardumata servadega kvartsitera kild. Leiu määranud Aivar Kriiska. Mõõtkava 2 mm.



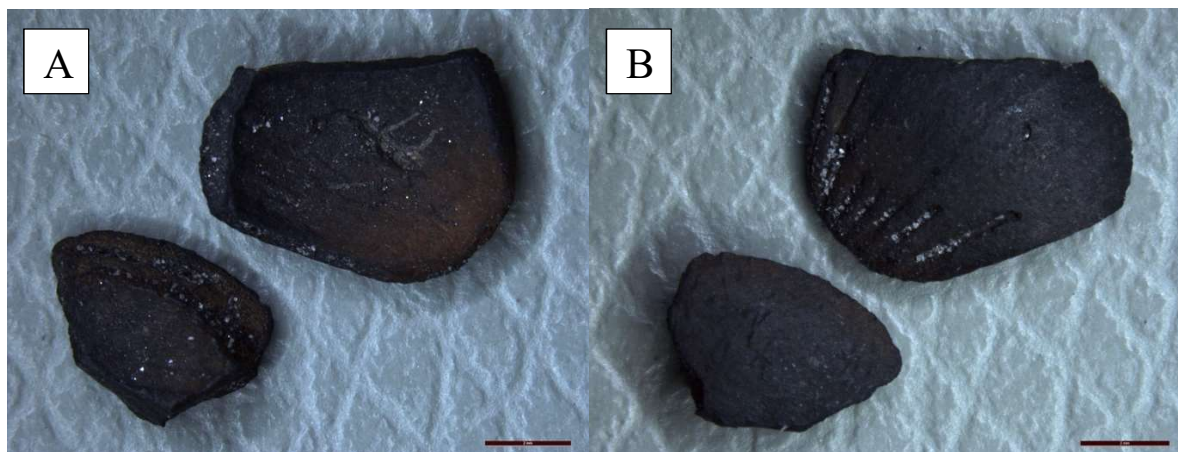
Joonis 13. Sindi-Lodja II kultuurkihist (465–480 cm) sõelutud põlenud luutükid. Leiud määranud Aivar Kriiska. Mõõtkava 2 mm.



Joonis 14. Sindi-Lodja II kultuurkihist (465–480 cm) sõelutud põlenud luutükk. Leiu määranud Aivar Kriiska. Mõõtkava 2 mm.



Joonis 15. Sindi-Lodja II kultuurkihist (465–480 cm) sõelutud põlenud luutükid. Leiu määranud Aivar Kriiska. Mõõtkava 2 mm.



Joonis 16. Sindi-Lodja II kultuurkihist (465–480 cm) sõelutud pähklikoorte sise (A) ja välisküljed (B). Leiud määranud Aivar Kriiska. Mõõtkava 2 mm.



Joonis 17. Sindi-Lodja II kultuurkihist (465–480 cm) sõelutud Karboni lademe tulekivi laast. Leiu määranud Aivar Kriiska. Mõõtkava 2 mm.

3.5 Sindi-Lodja II kultuurkihi vanus

Varasemalt on võetud Sindi-Lodja II kultuurkihist vanuse määramiseks kaks proovi: maapinnast 465 cm sügavuselt leitud puidutükist on saadud asulakoha vanuseks 9140–8620 kal aastat (Ta-2769) ja kultuurkihist hajusast orgaanilisest ainekst võetud dateering andis vanuseks 11 080–10 940 kal aastat tagasi (Ta-2784). Viimane dateering on arvestades arheoloogilist leiumaterjali selgelt liiga vana (Veski et al., 2005). Samuti ei ole hajus orgaaniline materjal sobiv kultuurkihi vanuse määramiseks, kuna võib sisaldada ka kultuurkihist vanemat orgaanikat. Seega tugineb Sindi-Lodja II asulakoha kronoloogia vaid ühel dateeringul. Kultuurkihist kogutud pähklikoored (Joonis 16), võiks olla seega sobiv materjal kultuurkihi vanuse kinnitamisel/täpsustamisel.

Kultuurkihil lasuvatest setetest on teada kaks radiosüsiniku dateeringut, millede stratigraafilist asendit täpsustati TÜ geoloogia osakonna radiosüsiniku dateeringute andmebaasi alusel. Kultuurkihil lasuvast turbakihist (C2) leitud puidutükist on kihi vanuseks dateeritud 8400–7840 kal aastat tagasi (Ta-2785). Lisaks on võetud proov kultuurkihist 10 cm kõrgemal paiknevast turba vahekihist ning mille vanus on 7730–7310 kal a t (Ta-2777) (Tabel 2). Viimane dateering on varasemalt publitseerimata ning selle stratigraafia ei ole

lõpuni selge. Võimalik, et selle dateeringu näol on tegemist turbakihil C2 lasuvate liivadega, milles esinevada õhukesed turba (orgaanika) vahekihid.

Tabel 2. Sindi-Lodja II asulakoha ja sellel lasuvate setete radiosüsiniku dateeringud ja stratigraafia.

	Dateeritud materjal	¹⁴ C vanus	Proovi kood	Kalibreeritud vanus tõenäosusega 95,4%	Proovi sügavus ja stratigraafia	Proovi võtja	Publikatsioon
Sindi-Lodja II kultuurkiht	puidutükid	8035±80	Ta-2769	9140–8620	4,65 m ü.m.p. (BK77) (kiht B)	A. Kriiska	Veski et al. 2005
Sindi-Lodja II kultuurkiht	hajus orgaaniline aine kultuurkihist	9170±200	Ta-2784	11 080–10 940	kiht B	V. Klassen	Veski et al. 2005
Sindi-Lodja II läbilõige	puit turbakihist	7300±150	Ta-2785	8400–7840	puutükid turbakihist vahetult ülalpool kultuurkihti (kiht C2)	V. Klassen	Veski et al. 2005
Sindi-Lodja II läbilõige	turvas	6650±120	Ta-2777	7730–7310	ligi 10 cm kultuurkihist kõrgemal (kiht C3)	V. Klassen	

4. Arutelu ja järeldused

Kultuurkihi ja selle all lamavate aleuriitliivade (kiht A2) sarnane lõimis näitab, et Sindi-Lodja II asulakoht rajati vahetult nende aleuriitliivade peale, mis kujunesid Antsülusjärve staadiumil ligi 10 700–9800 a t (Nirgi *et al.* 2020) (Joonis 18A). Aleuriitliivadest on varasema uuringuga kirjeldatud nii litoraalseid kui ka Antsülusjärvele tüüpilisi (*Aulacoseira islandica*, *Diploneis domblittensis*, *Ellerbeckia arenaria*) ränivetikakoosluseid, mis näitavad sette kujunemist Antsülusjärve madalaveelises rannavööndist (Veski *et al.* 2005). Niisuguse kõrge aleuriidisaldusega (üle 20%) ja halvasti sorteeritud ülipeenliivade seadmiseks on sobivad keskkonnad näiteks maasäärrega piiratud laguunid või lahedsopid. Aleuriitliivade absoluutkõrgus on uuringualal ligi 4,7 m ü.m.p. Selle kõrgusega alad Pärnu ümbruses vabanesid Antsülusjärve alt ligi 10 000 a t (Joonis 2). Kuna asulapaiga vee alt vabanemise ja inimese sinna jõudmise vahel on u 1000 a, siis on võimalik, et selle aja jooksul võis kujuneda aleuriitliivade ülemises osas välja ka kultuurkihist vanem õhuke mullakiht. Kultuurkihi hajusast orgaanilisest ainest saadud dateering annab huumuse vanuseks siiski oluliselt suurema vanuse (11 800–10 940 kal a t), mis on vanem nii asulakohast kui ka perioodist, millal uuringuala vabanes Antsülusjärve alt. Seega on hajusast orgaanilisest ainest tehtud dateering tõenäoliselt reostunud vanema orgaanikaga.

Kultuurkihi näol ongi tegemist mesoliitilisi leide sisaldava suhteliselt madala orgaanika sisaldusega (kuni 8%) paleomulla kihiga, mis on hilisema mattumise tulemusena mõnevõrra kompakteerunud. Sindi-Lodja II kultuurkihist on leitud metssea, viigerhülge ja koha luid. Samuti on kultuurkihist varemgi leitud ka tulekivikilde ja -laaste ning pähklikoori (Kriiska, 2000). Asulakoht paiknes Pärnu jõe alamjooksuosas, tollasest jõesuudmest mitmeid kilomeetreid ülesvoolu (Joonis 18B). Sindi-Lodja II kultuurkihis on võrreldes ülejäänud läbilõikega märgatavalt kõrgem savisisaldus, mis on arvatavasti seotud mullatekke protsessidega nn savistumisega aga ka mesoliitilise inimtegevusega antud alal. Huvitav on kultuurkihi puhul ka orgaanika ja karbonaatse materjali osakaalu suurenemine sügavuse suunas. Karbonaatse fraktsiooni osakaalu suurenemine võib olla samuti seotud mullatekkeprotsessidega näiteks CaCO₃ sadenemisega mullakihi allosas (Kanal, 2014). Orgaanika osakaalu suurenemine sügavuse suunas on aga vastupidine tüüpilistele mullaprofiilidega, kus huumuse sisaldus reeglina väheneb (Kanal, 2014).

Kultuurkihi mattumine on seotud ligi 8500 a t alanud Litoriinamere transgressiooniga (Nirgi *et al.* 2020). Merevee tase tõusis siis absoluutkõrguselt –5 m kuni kõrguseni 10 m, uputades Sindi-Lodja II kultuurkihi umbes 7700–7600 a t (Joonis 2). Tõenäoliselt markeerib turba

kujunemine Sindi-Lodja II läbilõikes suhteliselt lühikest perioodi 8400–7840 kal aastat tagasi, mil meretaseme tõusust tingituna muutus uuringuala liigniiskeks ning jõe lammile hakkas ladestuma liivakas madalsooturvas (kiht C2).

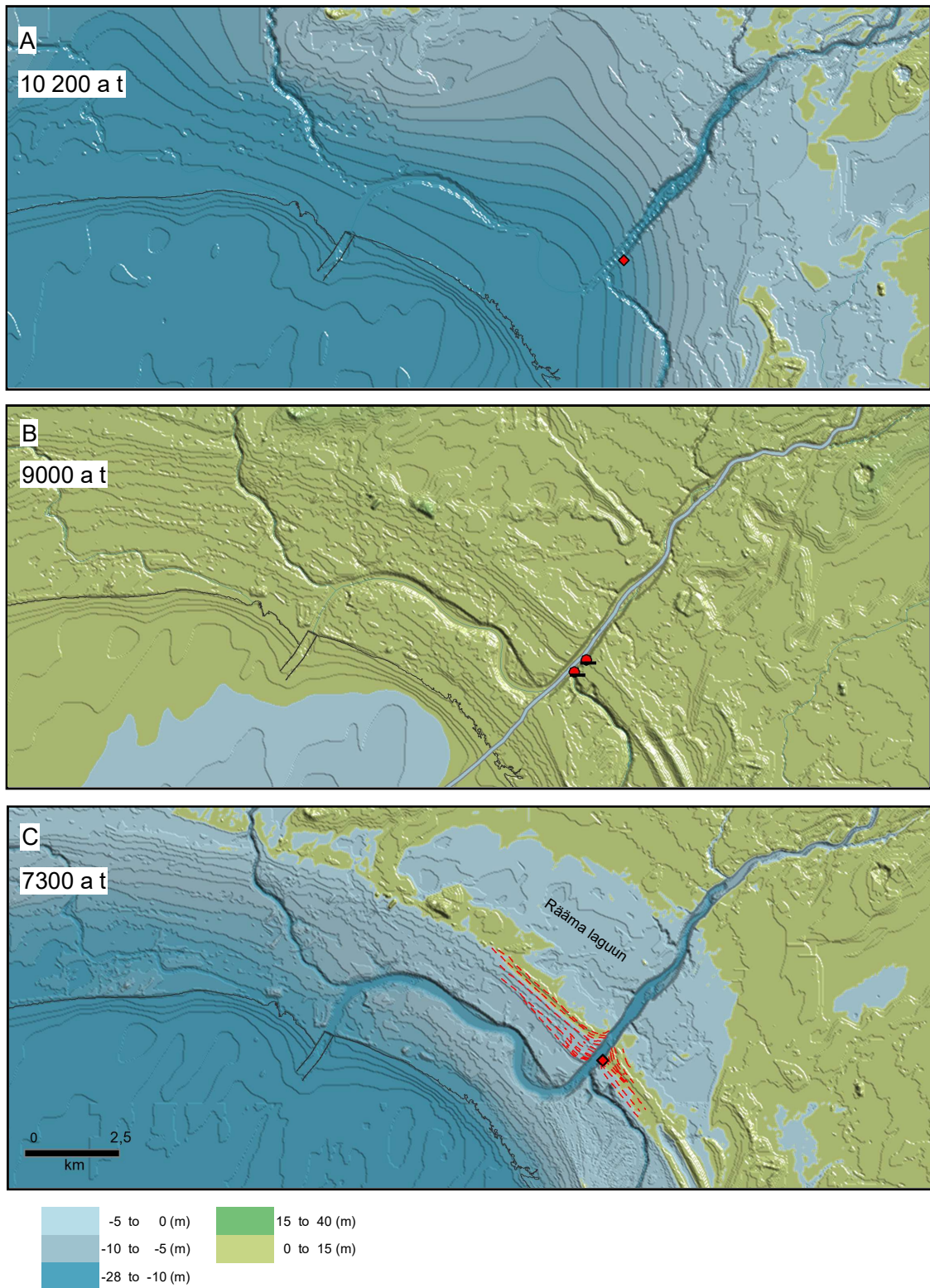
Turba- ja kultuurkihi vahele jääb õhuke, kuni 2 cm paksune karbonaatide rikas (19,6%) liivakiht. Sarnast, paleomulla ja turbakihi vahel paiknevat õhukest liivakihti on kirjeldatud ka ligi 2 km ülesvoolu uuritud Paikuse setteläbilõikes, kus lasuva turbakihi vanuseks on saadud 8460–8250 aastat (Veski *et al.* 2005). Liivakihti on sealt leitud riimveeliste ränivetikate alusel seostatud Litoriinamere transgressiooni alguses aset leidnud tormisündmusega (Veski *et al.* 2005). Litoriinamere veetaseme tõusuga >6 m ü.m.p. (Joonis 2) asendus turba settimine orgaanikaga kihitatud liivade settimisega (kiht C3) millest on leitud ka riimveelisi ränivetikaid (Veski *et al.* 2005). Seda tüüpi orgaanikaga kihitatud liivad on Pärnu ümbruses ka laiemalt levinud ning on seotud transgressiooni käigus ümber setitatud orgaanilise materjaliga (Nirgi *et al.* 2020).

Litoriinamere rannamoodustistega (Joonis 18C) samas sihis esinevad lainevirede seeriad mereliivades (kiht D1) viitavad madalaveelisele settekeskkonnale rannanõlva veealuses osas. Selle peal lasuvad põimjas- ja kaldkihilised peene kuni jämedateralised liivad (kihid D2-3) on arvatavasti kujunenud Litoriinamere maasäärte moodustumise käigus, mille taha kujunes tänaseks soostunud Rääma paleolaguun (Joonis 18C). Seda arvamust toetab rannasetete terasuuruse ja kihilisuse suur muutlikkus (Joonis 6) ning rannavormide morfoloogia sh maasäärte NE suunaline paindumine laguuni sissepääsu poole (Joonis 5, 18C). Litoriinamere veetaseme alanedes kujunesid laguuni suudmealal järjest uued maasääre jätked, mis hiljem luigestusid moodustades Sindi-Lodja II läbilõikes ligi 2m paksuse eolse liiva katte (kiht E). Sindi-Lodja II kultuurkihi mattumine meresetete alla on pikka aega takistanud hapniku juurdepääsu kultuurkihile ja seega tõenäoliselt suurendanud vana DNA säilumist (Rawlence *et al.* 2014). Pärnu meretaseme muutuste kõvera ja uuritud setteläbilõike absoluutkõrguste põhjal võib arvata, et kultuurkiht on vähemalt 5000 aastat olnud põhjavee tasemest allpool. Kultuurkihi ja lasuva turbakihi kujunemise vahel, ajavahemikul 8880 kuni 8120 kal a t (Tabel 2), ehk ligi 760 aastase perioodi vältel võis kultuurkiht olla ka aeroobsetes tingimustes. Sellele järgnes periood, millal kultuurkiht paiknes merevee tasemest allpool. Ligi 3000 kal a t (Joonis 2), kui merevee tase oli langenud madalamale 4,5 m ü.m.p, avanes kultuurkihis järgmine võimalus aeroobseteks tingimusteks. Samuti võib vana DNA säilimisele kaasa aidata 4,65 m paksune liivade kompleks kultuurkihi kohal, mis on paleomulda kompakteerinud niivõrd palju, et kiht on muutunud justkui lokaalseks veepidemeks takistades vee läbiliikumist ning noorema DNA-ga reostumist. Negatiivne

aspekt vana DNA säilimise puhul võib olla põhjavee taseme muutus, kus hooajaliselt jääb kultuurkiht põhjavee tasemest kord kõrgemale kord madalamale Vältööde käigus 2019 a septembrikuus oli põhjavee tase allpool kultuurkihi on olnud ligi 8000 aastat maetud ja paljandus Pärnu jõe vasakkaldal jõe erosiooni tõttu arvatavasti esimest korda alles aastal 2000 millal asulakoht avastati (Kriiska, 2000).

Järeldused:

- Sindi-Lodja II ligi 9140–8620 kal aasta vanune kultuurkiht kujunes Antsülusjärve aleuriitliivadele ligikaudu tuhat aastat peale ala vee alt vabanemist.
- Kultuurkihi näol on tegemist mesoliitilisi leide sisaldava keskmiselt kompakteerunud paleomulla kihiga, milles orgaanilise aine osakaal suureneb sügavuse suunas.
- Kultuurkihist sõeluti välja osakesed suuremad kui 300 µm, mille seas esines inimasustusele viitavaid leide, sealhulgas pähklikoori, mis võimaldab tulevikus asulakoha vanust täpsustada.
- Sindi-Lodja II kultuurkihi peale kujunes esmalt merevee taseme tõusust tingituna õhuke madal soo turba kiht vanusega 8400–7840 kal aastat tagasi ning seejärel transgressiivsete mereliivade kiht orgaanika vahekihtidega. Kultuurkihi ja turbakihi vahel kirjeldati ka kuni 2 cm paksune arvatavasti tormisündmusega seotud peenliiva kiht, mis oli varasemalt teada ligi 1 km kauguselt paiknevast Paikuse läbilõikest (Veski *et al.* 2005).
- Kultuurkihi ja transgressiivsete mereliivade peal lasuvad põimjas- ja kaldkihilised peene kuni jämedateralised liivad on arvatavasti kujunenud Litoriinamere maasäärte moodustumise käigus, mille taha kujunes tänaseks soostunud Rääma paleolaguun. Maasääre setted on Sindi-Lodjas omakorda kaetud ligi 2 m paksuse eolse liiva kihiga.
- Hinnati Sindi-Lodja II kultuurkihi setete vana DNA säilumise potentsiaali ning leiti, et keskkond on olnud toetav vana DNA säilimise jaoks. Kultuurkihi mattumine meresetete alla on vähemalt 5000 aasta vältel takistanud hapniku juurdepääsu kultuurkihile ja seega tõenäoliselt suurendanud vana DNA säilumist. Lasuvate setete raskuse mõjul on kultuurkiht kompakteerunud, takistamaks põhjavee infiltratsiooni ja kihi võimalikku reostumist noore DNAGA.



Joonis 18. Pärnu ümbruse paleogeograafilised rekonstruktsioonid (koostatud Nirgi et al., 2020 põhjal)
 A. Antsülusjärve transgressiooni maksimum 10 200 kal a t, B. Varajane Litoriinameri 9000 kal a t ja tollased asulakohad (Sindi-Lodja I, II), C. Litoriinamere transgressiooni maksimum 7300 kal a t. Punase rombiga on tähistatud töös uuritud Sindi-Lodja II settläbilõike asukoht.

Kokkuvõte

Inimesele on aegade algusest olnud veekogu lähedus elupaiga valimisel üks olulisemaid aspekte. Nii on ka Eesti esiajalugu olnud tihedalt seotud veekogude, eelkõige Läänemere arenguga ja rannajoone muutustega. Käesolevas töös uuriti Läänemere arenguga seotud paleogeograafiliste sündmuste ja nende mõju inimasustusele. Selle jaoks oli vajalik täpsem setete, suhtelise meretaseme ja rannajoone muutuste analüüs. Samuti selgitada, kas selle, ühe vanima Läänemere hülgeküttide elupaika markeeriva kultuurkihi mattumine ja mere alla jäämise rekonstrueerimine võimaldab mõista, miks see kultuurkiht on säilinud ja aitab ehk ka vana DNA säilimist seletada?

Kultuurkihi, lasuvate ja lamavate setete uurimiseks tehti nii terasuuruse kui ka kuumutuskao analüüsid. Suhtelise veetaseme ja rannajoone muutuste modelleerimisel kasutati varasemalt koostatud digitaalseid paleogeograafilisi rekonstruktsioone (Nirgi *et al.* 2020), mis kohaldati uuringuala jaoks kasutades GIS meetodeid. Lõimise analüüs näitas, et Sindi-Lodja II ligi 9140–8620 kal aasta vanune kultuurkiht kujunes Antsülusjärve aleuriitliivadele ligikaudu tuhat aastat peale ala vee alt vabanemist. Kultuurkihi näol on tegemist mesoliitilisi leide sisaldava keskmiselt kompakteerunud paleomulla kihiga, milles orgaanilise aine osakaal suureneb sügavuse suunas. Kultuurkihi peale kujunes esmalt merevee taseme tõusust tingituna õhuke madal soo turba kiht vanusega 8400–7840 kal aastat tagasi ning seejärel transgressiivsete mereliivade kiht orgaanika vahekihtidega. Kultuurkihi ja turbakihi vahel kirjeldati ka kuni 2 cm paksune arvatavasti tormisündmusega seotud peenliiva kiht. Vana DNA säilimise kohapealt on tegu olnud soodsa keskkonnaga, kuna kultuurkiht on olnud u 5000 aastat vee all ilma aeroobses keskkonnas ja on kompaktsooni tulemusel muutnud lokaalseks veepidemeks, takistamaks põhjavee infiltratsiooni ja kihi võimalikku reostumist noore DNAGA.

Summary

To humans the proximity of water body has always been one of the most important aspects in choosing a habitat. So has the prehistory of Estonia been closely connected with the development of water bodies, especially the Baltic Sea and its changes in coastline. In this thesis

To describe the the cultural layer, also sands above and below it, the loss-on-ignition and grain-size analysis were carried out. For modeling the relative sea-level and coastline changes digital paleogeographic reconstructions were used (Nirgi *et al.* 2020). The grain-size analysis showed that the cultural layer (9140–8620 cal. BP) is founded on top of the Ancylus Lake silty sands. Above the cultural layer lies a thin sand layer, which can be explained with an exceptionally high storm event. Above the thin sand lies a blanket peat (8400–7840 cal. BP) and on top of that transgressive sea sand layer organic layers. BP. For the preservation of an old DNA in the cultural layer the environment has been supportive. The cultural layer has been underwater for approximately 5000 years in aerobic conditions. Also because of the compaction of the cultural layer it has become a local aquitard and has prevented the pollution of the cultural layer from younger DNA from the sediments above.

Tänuavaldused

Autor soovib tänada oma juhendajaid Alar Rosentaud ja Tiit Hangu toetuse ja heade nõuannete eest kogu töö vältel. Aivar Kriiskat, kes tutvustas arheoloogia poolt ja aitas leide määrata.

Kasutatud kirjandus

Andmeanalüüsi ja statistika oskussõnastik. Vaadatud 21.05.2020

<https://term.eki.ee/termbase/view/8917007/en/et/?initial=S&start=180#/concept/view/2104543806/>

Andrén, E., Andrén, T., Sohlenius, G. (2000). The Holocene history of the southwestern Baltic Sea as reflected in a sediment core from the Bornholm Basin. *Boreas*, 29(3), 233–250.

Andrén, T., Björck, S., Andrén, E., Conley, D., Zillén, L., Anjar, J. (2011). The development of the Baltic Sea basin during the last 130 ka. In: Harff, J., Björck, S., and Hoth, P. (eds). *The Baltic Sea Basin. (Central and Eastern European Development Studies)*. Berlin, Heidelberg, Springer, 74–97.

Berglund, B.E., Sandgren, P., Barnekow, L., Hannon, G., Jiang, H., Skog, G., Yu, S. (2005). Early Holocene history of the Baltic Sea, as reflected in coastal sediments in Blekinge, southeastern Sweden. *Quaternary International*, 130(1), 111–139.

Birks, H.H. (2017). Plant Macrofossil Introduction. *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*, 1–24. doi: 10.1016/B978-0-12-409548-9.10499-3.

Björck, S. (1995). A review of the history of the Baltic Sea, 13.0–8.0 ka BP. *Quaternary International*, 27, 19–40.

Blott, S.J., Pye, K. (2001). Gradistat: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26, 1237–1248.

Gerasimov, D.V., Kriiska, A., Lisitsyn, S.N. (2010). Colonization of the Gulf of Finland (the Baltic Sea) coastal zone in the Stone Age. *III Northern Archaeological Congress. Papers*, 29–54.

Habicht, H.-L., Rosentau, A., Jõelet, A., Heinsalu, A., Kriiska, A., Kohv, M., ...Aunap, R. (2017). GIS -based multiproxy coastline reconstruction of the eastern Gulf of Riga, Baltic Sea, during the Stone Age. *The Baltic Sea geology and paleoenvironmental evolution*, 46(1), 83–99.

Hang, T., Kohv, M. (2013). Glacial varves at Pärnu, southwestern Estonia: A local varve chronology and proglacial sedimentary environment, *GFF*, 135(3–4), 273–281.

Heinsalu, A., Veski, S. (2007). The history of the Yoldia Sea in Northern Estonia: Palaeoenvironmental conditions and climatic oscillations. *Geological Quarterly*, 51(3), 295–306.

Hyvärinen, H., Donner, J., Kessel, H. & Raukas, A. (1988). The Litorina Sea and Limnea Sea in the northern and central Baltic. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae*, 148, 25–35.

Jussila, T., Kriiska, A. (2004). Shore Displacement Chronology Of The Estonian Stone Age. *Estonian Journal of Archaeology*, 8(1), 3–32.

Jöns H. (2011). Settlement Development in the Shadow of Coastal Changes – Case Studies from the Baltic Rim. In: Harff, J., Björck S., Hoth, P. (eds). *The Baltic Sea Basin. (Central and Eastern European Development Studies)*. Berlin, Heidelberg, Springer, 301–336.

Kanal, A., (2014). Pedosfäär. Rmt Üldmaateadus. Koostajad Ülo Mander, Ülle Liiber, 382–429.

Kessel, H. (1984). Läänemere akumulatiivsete rannamoodustiste tekkeprobleemidest Eestis. Rmt.; Rõuk, A.-M. (toim.) Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat 1980. Eesti NSV pinnavormide genees. Eesti NSV Teaduste Akadeemia, Valgus, Tallinn, 94-100.

Kriiska, A. (2000). *Aruanne arheoloogilistest välitöödest Sindi-Lodja Kiviaja asulakohtadel Pärnu jõe ääres Reiu jõe suudme lähedal 2000. aasta sügisel.*

Kriiska, A., Lõugas, L. (2009). Stone Age settlement sites on an environmentally sensitive coastal area along the lower reaches of the River Pärnu (south-western Estonia), as indicators of changing settlement patterns, technologies and economies. *Mesolithic Horizons*, 167–175.

Kriiska, A. (2007). Põllumajanduse algus Eesti alal. *Ajalooline Ajakiri*, 3/4(121/122), 265–290.

Kriiska, A., Lang, V., Mäesalu, A., Tvaauri, A., Valk, H. (2020). *Eesti ajalugu I. Eesti esiajalugu*. Tartu Ülikooli ajaloo ja arheoloogia instituut.

Kultuurimälestiste riiklik register. (2008). Vaadatud 25.10.2019
<https://register.muinas.ee/public.php?menuID=monument&action=view&id=27040>

Lõugas, L. (1997). Subfossil seal finds from archaeological coastal sites in Estonia, east part of the Baltic Sea. *Anthropozoologica*, 25–26, 699–706.

Nirgi, T. (2019). Pärnu jõe saladus. Eesti Geoloog.

Nirgi, T., Rosentau, A., Habicht, H.-L., Hang, T., Jonuks, T., Jõeleht, A., ...Tõnisson, H. (2020). Holocene relative shore-level changes and Stone Age palaeogeography of the Pärnu Bay area, eastern Baltic Sea. *The Holocene*, 30(1), 37–52.

Raukas, A. (1997). *Estonian Environment. Past, present and future*. Tallinn

Raukas, A., Moora, T., Karukäpp, R. (1999). The development of the Baltic Sea and Stone Age settlement in the Pärnu area of southwestern Estonia. *PACT* 57, 15–34.

Rawlence, N.L., Lowe, D.J., Wood, J.R., Young, J.M., Churchman, G.J., Huang, Y.-T., Cooper, A. (2014). Using palaeoenvironmental DNA to reconstruct past environments: progress and prospects. *Journal of Quaternary Science*, 29(7), 610–626.

Rosentau, A., Veski, S., Kriiska, A., Aunap, R., Vassiljev, J., Saarse, L., ...Oja, T. (2011). Palaeogeographic Model for the SW Estonian Coastal Zone of the Baltic Sea. *The Baltic Sea Basin (Central Central and Eastern European Development Studies)*. Berlin, Heidelberg, Springer, 165–188.

Saarse, L., Vassiljev, J., Miidel, A. (2003). Simulation of the Baltic Sea Shorelines in Estonia and Neighboring Areas. *Coastal Research*, 19(2), 261–268.

Schibler, J. (2017). Zooarchaeological results from Neolithic and Bronze Age wetland and dryland sites in the Central Alpine Foreland. *The Oxford Handbook of Zooarchaeology*,

Vassiljev, J., Saarse, L. (2013). Timing of the Baltic Ice Lake in the eastern Baltic. *Bulletin of the Geological Society of Finland*, 85, 9–18.

Veski, S., Heinsalu, A., Klassen, V., Kriiska, A., Lõugas, L., Poska, A., Saluäär, U. (2005). Early Holocene coastal settlements and palaeoenvironment on the shore of the Baltic Sea at Pärnu, southwestern Estonia. *Quaternary International*, 130(1), 75–85.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Brigitta Varul

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose

Sindi-Lodja II mesoliitilist kultuurkihti sisaldava setteläbilõike kujunemine ja seosed meretaseme muutustega Pärnu ümbruses,

mille juhendajad on Alar Rosentau ja Tiit Hang

reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Brigitta Varul
01.06.2020